

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

**NAMANGAN MUHANDISLIK
QURILISH INSTITUTI**

“ELEKTR ENERGETIKA” kafedrası

“UMUMIY ELEKTROTEXNIKA”

**FANI BO‘YICHA
O‘QUV-USLUBIY MAJMUA**



NAMANGAN – 2024

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**



“UMUMIY ELEKTROTEXNIKA”

**FANI BO’YICHA
O’QUV-USLUBIY MAJMUA**

Namangan – 2024

Ushbu o'quv-uslubiy majmua "Umumiy elektrotexnika" fani bo'yicha ma'ruza, tajriba, amaliy mashg'ulotlar asosida yaratilgan bo'lib, unda ma'ruza, amaliy mashg'ulotlarni o'rganish bo'yicha 60710100 –Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha) ta'lim yo'nalishi uchun fanning o'quv dasturi, ma'ruzalar matni, tajriba va amaliy mashg'ulotlariga uslubiy ko'rsatmalar, ta'lim texnologiyasi, vizual va ko'rgazmali taqdimot slaydlari, savol-javoblar, test savollari jamlangan.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o'quv-uslubiy majmuadan professor-o'qituvchilar, ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar va korxonalarning mutaxassislari foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchi:

Nabiev SH.I. - NamMQI Elektr energetikakafedراس dosenti

Qodirov A.A – NamMQI Eelektr energetika kafedراس katta o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Murodov M.X. - NamMQI «Energiya tejamkorligi va muqobil energiya manbalari» kafedراس dosenti

Mullajanov T.T. - Namangan hududiy elektr tarmoqlari korxonasi AJ, bosh muhandis.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi kafedراسining 2024 yil “_26_” ____08____ dagi “_1/24_”-sonli yigilishida muhokamadan o'tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua Energetika va mehnat muhofazasi fakulteti ilmiy-uslubiy kengashining 2024 yil “_27_” ____08____ dagi “_1_”-sonli yigilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashi uchun muhokamaga tavsiya etilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2024 yil “_28_” ____08____ dagi “_1_”-sonli yigilishida muhokama qilingan va o'quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLARI.....	6
1.1.	Ma'ruza mashg'uloti materiallari.....	6
1.2.	Amaliy mashg'uloti materiallari.....	176
1.3.	Laboratoriya mashg'uloti materiallari.....	211
1.4.	Keys to'plami.....	245
II	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI.....	255
2.1.	Kurs ishini bajarish bo'yicha tavsiyalar.....	256
2.2.	Mustaqil ish topshiriqlari.....	264
III	GLOSSARIY.....	281
IV	ILOVALAR.....	284
4.1.	Fan dasturi.....	284
4.2.	Ishchi fan dasturi.....	296
4.3.	Tarqatma materiallar.....	309
4.4.	Testlar.....	321
4.5.	Baholash me'zoni.....	334
V	ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	335

I. O'QUV MATERIALLARI

1.1. Ma'ruza mashg'uloti materiallari

“Elektrik injineriing” fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishning kontseptual asoslari

Ta'lim texnologiyasi insoniylik tamoyillariga tayanadi. Falsafa, pedagogika va psixologiyada bu yo'nalishning o'ziga xosligi talabaning individualligiga alohida e'tibor berish orqali namoyon bo'ladi.

SHulardan kelib chiqqan holda “Informatika va axborot texnologiyalari” kursining ta'lim texnologiyalarini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontseptual yondashuvlarga e'tibor berish kerak.

Ta'limning shaxsga yo'naltirilganligi. O'z mohiyatiga ko'ra bu yo'nalish ta'lim jarayonidagi barcha ishtirokchilarning to'laonli rivojlanishini ko'zda tutadi. Bu esa Davlat ta'lim standarti talablariga rioya qilgan holda o'quvchining intellektual rivojlanishi darajasiga yo'naltirilib qolmay, uningning ruhiy-kasbiy va shaxsiy xususiyatlarini hisobga olishni ham anglatadi.

- **Tizimli yondashuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam qilishi zarur: jarayonning mantiqiyligi, undagi qismlarning o'zaro aloqadorligi, yaxlitligi.

- **Amaliy yondashuv.** SHaxsda ish yuritish xususiyatlarini shakllantirishga ta'lim jarayonini yo'naltirish; o'quvchi faoliyatini faollashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha layoqati va imkoniyatlarini, sinchkovligi va tashabbuskorligini ishga solishni shart qilib qo'yadi.

- **Dialogik yondashuv.** Ta'lim jarayonidagi ishtirokchi sub'ektlarning psixologik birligi va o'zaro hamkorligini yaratish zaruratini belgilaydi. Natijada esa, shaxsning ijodiy faolligi va taqdimot kuchayadi.

- **Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratiya, tenglik, sub'ektlar munosabatida o'qituvchi va o'quvchining tengligi, maqsadini va faoliyat mazmunini birgalikda aniqlashni ko'zda tutadi.

- **Muammoli yondashuv.** Ta'lim jarayonini muammoli holatlar orqali namoyish qilish asosida o'quvchi bilan birgalikdagi hamkorlikni faollashtirish usullaridan biridir. Bu jarayonda ilmiy bilishning ob'ektiv ziddiyatlarini aniqlash va ularni hal qilishning dialektik tafakkurni rivojlantirish va ularni amaliy faoliyatda ijodiy ravishda qo'llash ta'minlanadi.

- **Axborot berishning eng yangi vosita va usullaridan foydalanish,** ya'ni o'quv jarayoniga kompyuter va axborot texnologiyalarini jalb qilish.

Yuqoridagi kontseptual yondashuv va “Informatika va axborot texnologiyalari” fanining tarkibi, mazmuni, o'quv axborot hajmidan kelib chiqqan holda o'qitishning quyidagi usul va vositalari tanlab olindi.

- **O'qitish usullari va texnikasi:** muloqot, keys stadi, muammoli usul, o'rgatuvchi o'yinlar, “aqliy hujum”, insert, “Birgalikda o'rganamiz”, pinbord, ma'ruza (kirish ma'ruzasi, vizual ma'ruza, tematik, ma'ruza-konferentsiya, aniq holatlarni yechish, avvaldan rejalashtirilgan xatoli, sharhlovchi, yakuniy).

- **O'qitishni tashkil qilish shakllari:** frontal, kollektiv, guruhiiy, dialog, polilog va o'zaro hamkorlikka asoslangan.

- **O'qitish vositalari:** odatdagi o'qitish vositalari (darslik, ma'ruza matni, tayanch konspekti, kodoskop)dan tashqari grafik organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

- **O'zaro aloqa vositalari:** nazorat natijalarining tahlili asosida o'qitishning diagnostikasi (tashxisi).

- **Boshqarishning usuli va vositalari.** O'quv mashg'ulotini texnologik karta ko'rinishida rejalashtirish o'quv mashg'ulotining bosqichlarini belgilab, qo'yilgan maqsadga erishishda o'quvchi va o'qituvchining hamkorlikdagi faoliyatini talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarini aniqlab beradi.

- **Monitoring va baholash.** O'quv mashg'uloti va butun kurs davomida o'qitish natijalarini kuzatib borish, o'quvchi faoliyatini har bir mashg'ulot va yil davomida reyting asosida baholash.

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari:

№	Ma'ruza shakllari	O'ziga xos tavsiflovchi xususiyatlari
1.	Kirish ma'ruzasi	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi. Pedagogik vazifasi: o'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rnini va rolini belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash.
2.	Ma'ruza axborot	Ma'ruzaning odatdagi an'anaviy turi. Pedagogik vazifasi: o'quv ma'lumotlarini bayon qilish va tushuntirish.
3.	SHarhlovchi ma'ruza	Bayon qilinayotgan nazariy fikrlarning o'zagini, ilmiy tushunchalar va butun kurs yoki bo'limlarining kontseptual asosini tashkil etadi. Pedagogik vazifasi: ilmiy bilimlarni tizimlashtirishni amalga oshirish, fanlarning o'zaro aloqadorligini ochish.
4.	Muammoli ma'ruza	Yangi bilimlar qo'yilgan savol, masala, holatning muammoliligi orqali beriladi. Bunda o'quvchining o'qituvchi bilan birgalikdagi bilish jarayoni ilmiy izlanishga yaqinlashdi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv axborotining mazmunini ochish, muammoni qo'yish va uni yechimini topishni tashkil qilish, hozirgi zamon nuqtai nazarlarini tahlil qilish.
5.	Vizual ma'ruza	Ma'ruzaning mazkur shakli vizual materiallarni namoyish etish hamda ularga aniq va qisqa sharhlar berishga qaratilgan. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarini o'qitishning texnik vositalari va audio, videotexnika yordamida berish.
6.	Binar (ikki kishilik) ma'ruza	Bu ma'ruza ikki o'qituvchining yoki ikkita ilmiy maktab namoyondasining, o'qituvchi-talabaning dialogidan iborat. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarining mazmunini yoritish.
7.	Avvaldan rejalashtirilgan xatoli ma'ruza	Xatolarni izlashga mo'ljallangan mazmuni va uslubiyatida, ma'ruza oxirida tinglovchilar tashxisi o'tkaziladi va qilingan xatolar tekshiriladi. Pedagogik vazifasi: yangi materiallar mazmunini yoritish, berilgan ma'lumotni doimiy nazorat qilishga talabalarni rag'batlantirish.
8.	Ma'ruza konferentsiya	Avvaldan qo'yilgan muammo va dokladlar tizimi (5-10 minut)dan iborat ilmiy-amaliy dars sifatida o'quv dasturi chegarasida o'tiladi. Dokladlar birgalikda muammoni har tomonlama yoritishga qaratilishi kerak. Mashg'ulot oxirida o'qituvchi mustaqil ishlar va talabalarning ma'ruzalarga yakun yasab, to'ldirib, aniqlashtirib xulosa qiladi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotning mazmunini yoritish.
9.	Maslahat ma'ruza	Turli stsenariylar yordamida o'tishi mumkin. Masalan, 1) «Savol-javob» - ma'ruzachi tomonidan butun kurs bo'yicha yoki alohida bo'lim bo'yicha savollarga javob beriladi. 2) «Savol-javob-diskussiya» - izlanishga imkon beradi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotni o'zlashtirishga qaratilgan.

Ma'ruza mashg'ulotlaridan namuna

1-mavzu.	Muhandislik tushunchasi va energiya
(2-soat ma'ruza)	
Vaqt – 2 soat	Talabalar soni: 40 nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Ma'ruza (Ma'lumotli)
Ma'ruza mashg'ulotining rejasi	1. Energiya va muxandslik ishi. 2. Energiya va koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini. 3. Energiya turlari va uning o'lchov birliklari. 4. Elektrotexnika va sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> “Elektrik injineri” fanining mazmuni va uning soha rivojida roli bo'yicha ma'lumotga ega bo'lishi va tasavvurini shakllantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Fanning ma'nosi va tarkibiy qismi bilan tanishtirish; -Fanning qisqacha tarixi; -Fanning soha rivojida rolini tartibli ravishda ochib beriladi.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: -Fan mazmunini aytib beradilar va tarkibiy qismini tasniflaydilar. Fanning qisqacha tarixini aytib beradilar. Fanning soha rivojida rolini tartibli ravishda ochib beradilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	Ma'ruza, aqliy hujum, savol-javob, taqdimot.
<i>Ta'lim shakli</i>	Ommaviy
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, tarqatma materiallar, texnik vositalar
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Axborot texnologiyalari bilan jihozlangan auditoriya (kompyuter, proyektor)
<i>Monitoring va baholash</i>	Tezkor-so'rov, konspekt.

Kirish, vizual ma'ruza mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt – 2 soat	Talabalar soni: 75-80nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Kirish, vizual ma'ruza
Ma'ruza mashg'ulotining rejasi	1. Energiya va muxandslik ishi. 2. Energiya va koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini. 3. Energiya turlari va uning o'lchov birliklari. Elektrotexnika va sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> “Elektrik injineri” fanining predmeti va bilish usullari, rivojlanish tarixi to'g'risida bilimlarni hamda kasbi sohasida fanning roli haqida to'liq tasavvurni shakllantirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Elektrik injineri fanining ta'rifi, o'qitish maqsadi va vazifalarini tushuntirish; - xalk xujaligining rivojlanishida fanning roli va tarixiy ahamiyatini belgilash; - soha rivojida fanning rolini ochib beradi.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - fanning o'qitish maqsadi va vazifalarini izohlaydilar, tarkibiy qismini tasniflaydilar; - fanning tarixiy ahamiyati va asoschilari haqida aytib beradilar; - fanning soha rivojida rolini ochib beradilar; - fanning kasbiy faoliyatidagi roli haqida misollar keltiradilar.

<i>O'qitish usul va texnikalari</i>	Ma'ruza, aqliy hujum, pinbord texnikasi, taqdimot, tushuntirish.
<i>O'qitish vositalari</i>	Proektor, tarqatma material, grafik organayzerlar, doska, bo'r
<i>O'qitish shakllari</i>	Individual, frontal, jamoaviy
<i>O'qitish sharoitlari</i>	Proektor va kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki so'rov: savol-javob

Ma'ruza mashg'ulotining texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	talaba
1 - bosqich. O'quv mashg'ulotiga kirish (20 daq.)	1.1. O'quv fanning nomi, maqsad va o'nga qisqa tavsif beradi, fan miqyosida bajariladigan uslubiy va tashkiliy ishlar xususiyatlarini tushuntiradi. 1.2. Ekranga fanning tuzilmaviy-mantiqiy chizmasini (1-ilova) chiqaradi va mavzularning ro'yhatini e'lon qiladi, ularga qisqacha ta'rif beradi va amaliy va tajriba mashg'ulotlar bilan o'zaroaloqasini ko'rsatadi. Reyting-nazorat tizimi, joriy, oraliq, va yakuniy nazoratni baholash mezonlari bilan tanishtiradi (2-ilova). Mavzu bo'yicha asosiy tushunchalarni; mustaqil ishlash uchun adabiyotlar ro'yxatini aytadi. 1.3. Birinchi o'quv mashg'uloti mavzusi, maqsad va o'quv faoliyat natijalarini aytadi.	Tinglaydilar, yozib oladilar. Tarkatma materialda aniklashtiradilar Savollar beradilar.
2 - bosqich. Asosiy (50 daq.)	2.1. Tezkor-surov orkali ushbu mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni aytishni taklif etadi. (3-ilova) va auditoriyani faollashtiradi. 2.2. Slaydlarni Power Point tartibida (4- ilova) namoyish va sharhlash bilan mavzu bo'yicha asosiy nazariy holatlarni bayon qiladi. Jalb qiluvchi savollar beradi; mavzuning har bir qismi bo'yicha xulosalar qiladi; eng asosiylariga e'tibor qaratadi; berilayotgan ma'lumotlarni daftarga qayd etishlarini eslatadi. 2.3. Yozuv taxtasida yozilgan tushunchalarga qaytishni taklif etadi. Talabalar bilan birga fanga taalluqli bo'lmagan va qaytariluvchi ma'lumotlarni olib tashlaydi, muhim asosiy tushunchalarni (Pinbord texnikasi) kiritadi.	Tushunchalarni aytadilar O'qiydilar. Tinglaydilar, jadval va chizmalarni daftarga ko'chirib oladilar. Savollar beradilar. Asosiy tushunchalarni muhokama qiladilar. Ma'lumotlarni daftarga qayd qiladilar.
3 - bosqich. Yakuniy (10 daq.)	3.1. Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi. 3.2. Guruhlar ishini baholaydilar, 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriq beradi: o'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollariga javob berish va uning baholash mezonlari bilan tanishtiradi (5-ilova)	O'z-o'zini, o'zaro baholashni o'tkazadilar. Savol beradilar. Topshiriqni belgilaydilar.

1-MA'RUZA. Muhandislik tushunchasi va energiya

Reja

5. **Energiya va muxandslik ishi.**
6. **Energiya va koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini.**
7. **Energiya turlari va uning o'lchov birliklari.**
8. **Elektrotexnika va sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi.**

1. Energiya va muxandslik ishi

Muhandislik-tabiiy resurslardan foydalanib fan va texnika yutuqlarini aniq masalalarni yechishga yo'naltirilgan inson aqliy faoliyatining turidir. Muhandislik ilmining amaliy ifodalari dastlab qurilish sohasida namoyon bo'lgan bo'lsa, texnikaning rivojlanishi natijasida bugungi kunda insoniyat faoliyatining barcha yo'nalishlari o'z muhandisligiga ega. Ilmiy izlanishlar va ular natijalarining amalda tadbiqlari shu darajaga yetdiki, hozirgi paytda hatto hujayralar muhandisli (gen muhandisligi) paydo bo'ldi.

Mashina va mexanizmlar ishining salohiyati ayniqsa qurilish ishlarida aniq namoyon bo'ladi. Masalan, yetti mo'jizaning birinchisi, Yer yuzidagi eng sirli va jumboqli muhandislik inshooti hisoblangan misrdagi firavn Xeops piramidasi 20 yil davomida 100 000 dan ortiq ishchilarning tinimsiz mehnati natijasida qurilgan. Piramidaning balandligi 147 m, asosi kvadrat bo'lib, tomonlari ham 147 m bo'lgan. Texnik taraqqiyot natijasida esa bugungi kunda bunday inshootni mashinalar yordamida bir necha soatda qurib bitkazish mumkin.

Dunyodagi eng baland bino Burji xalifa bundan bir necha o'n yil oldin qurilgan bo'lsa, bugungi kun muhandislik mo'jizalari inson aqlini lol qoldirmoqda. Masalan Yapon muhandislari tomonidan loyihalashtirilayotgan binoning balandligi 4000 m bo'lib, unda eng yuqori texnologiyalar, shu jumladan elektr energiyasi ta'minotida muqobil manbalardan foydalanish keng o'rin olgan.



Misr piramidasi va dunyodagi eng baland bino burji-Xalifa (Dubay), balandligi 828 m.

Bunday inshootlarni qurish, ularni kerakli muhandislik tizimlari va vositalari bilan (masalan suv ta'minoti, liftlar, kanalizatsiya va hokazo) ta'minlash albatta o'ziga xos zamonaviy yondashuvni talab etadi. Rejalashtirilayotgan binoda 1 million aholi yashashi ko'zda tutilmoqda.

Zamonaviy muhandislikning imkoniyatlari o'ta katta mashinalarni, kemalarni, tez uchar samolyotlarni yaratish, millionlab kilometr olisdagi sun'iy yo'ldoshlarni boshqarish va ulardan ma'lumotlar olish, atom o'lchami darajasidagi kichik zarralarni ko'rish kabi keng imkoniyatlarni ochmoqda.

Xulosa qilib aytganda inson faoliyatini, uning kundalik turmushini, ayniqsa kelajagini muhandislik sohasining mevalarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. SHuning uchun ham muhandislik sohalari va uning taraqqiyoti zamonaviy dunyoni asosiy harakatlantiruvchi kuchiga aylanib ulgurdi. Bugungi kunda ulkan muhandislik tizimlariga va ilmiy-texnik potentsialga ega bo'lgan yirik kompaniyalar ko'p jihatdan jahon taraqqiyoti va uning ustuvor rivojlanish yo'nalishlarini belgilab bermoqda.

Energetika sohasida faoliyat yurituvchi ana shunday yirik kompaniyalarga Xitoyning State Grid (moliyaviy jihatda jahonda 7-o'rinda turadi) elektroenergetika kompaniyasini, Sinopec (yoki China Petroleum) neft kompaniyasini (moliyaviy jihatdan dunyoda 3-o'rinda), Frantsiyaning Total neft-gaz kompaniyasini (moliyaviy jihatdan dunyoda 9-o'rinda) misol keltirish mumkin.

Muhandislik ishlari albatta tegishli texnikaviy vositalar asosida amalga oshiriladi va bu jarayonda xavfsizlik, ekologiya kabi muammolar yuzaga keladi. SHuning uchun ham muhandislik sohalari tegishli tarzda me'yorlashtirilib va nazorat qilib turiladi. Masalan texnika xavfsizligi, standartlashtirish va boshqa tizimlar.



Dunyodagi eng katta traktor



Dunyodagi eng katta kema

Rivojlangan mamlakatlarda bu sohalarni ilmiy asoslarda tashkil etish va nazorat qilish uchun maxsus ilmiy-texnik markazlar va institutlar faoliyat yuritadi. Ana shunday ilmiy markazlardan eng birinchisi 1852 yilda tashkil topgan Amerika fuqaro muhandisligi jamiyatidir (ASCE). Keyinchalik, 1883 yilda Amerika injener-mexaniklar jamiyati (ASME), 1884 yilda injener-elektriklar jamiyati (FIEE) tashkil etildi. Bugungi kunda minglab turli ilmiy-texnik jamiyatlar, institutlar, xalqaro tashkilotlar va markazlar muhandislikning turli soha va yo'nalishlarini boshqarishda, me'yoriy huquqiy hujjatlar ishlab chiqishda faoliyat yuritmoqda.



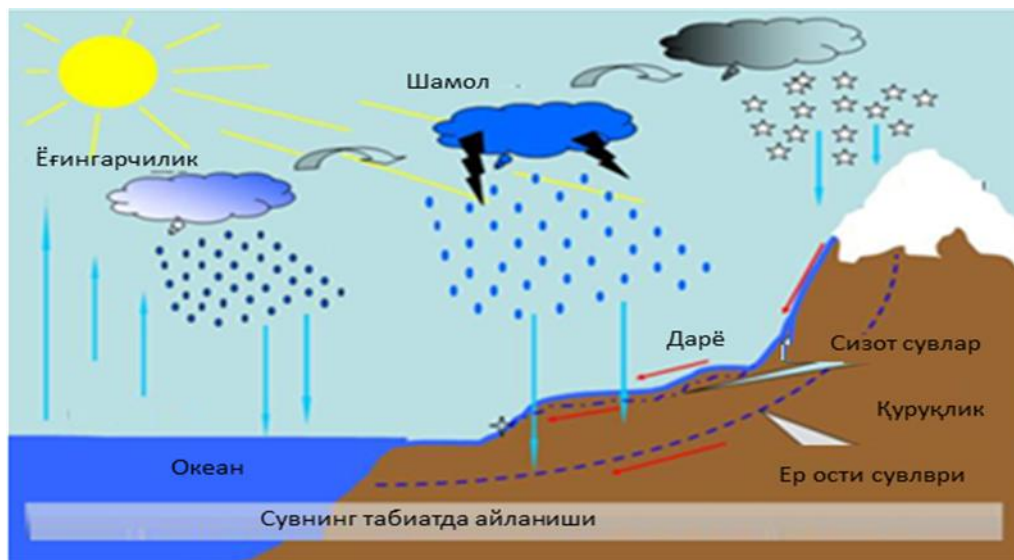
1.1-rasm. Energiyadan foydalanishning eng qadimgi turi olov bo'lsa, bugungi kunda energiyaning turli ko'rinishlari o'ta murakkab texnologik qurilmalarni boshqarishda ishlatilmoqda.

Muhandislikning ko'p sohalari aslida juda qadimiy kasblar bo'lib u asosan ustoz-shogird tizimi asosida avlodlardan avlodlarga o'tib kelgan. Ta'lim tizimida rasmiy ravishda muhandislik kasblariga o'qitish 18-asrda shakllangan, ya'ni 1794 yilda Parijda birinchi politexnika oliy maktabi tashkil etilgan, keyinroq, 1804 yilda Napoleon tomonidan xarbiy-injenerlik maktabi ochilgan. Xuddi shu davrlarda Amerikaning Nyuu-York shtatidagi xarbiy akademiyada ham muhandislik ta'limi yo'lga qo'yilgan. 1893 yilda Amerika muhandislik ta'limi jamiyati (American Society for Engineering Education – ASEE) tuzildi. Bu tashkilot Amerika muhandislik ta'limi tizimlarining dunyoda yetakchi ta'lim markazlariga aylanishida katta rol o'ynadi.

Agar jamiyatni texnik va iqtisodiy jihatdan taraqqiy etishida muhandislik ishlari yetakchi o'rinni egallab kelayotgan bo'lsa, muhandislik tizimlarida energiya tushunchasi yetakchilik qiladi. SHuning uchun "Energiya" tushunchasini, uning fizik ma'nosini, kelib chiqish manbasini va tabiatda energiyaning aylanishini o'rganish muhim hayotiy ahamiyatiga ega. Elektr injiniring fani elektrotexnik va elektron qurilmalarni o'rganishda fizika fanining tegishli bo'limlari va matematikaga tayanadi.

2. Energiya va koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini

Fizikada energiyaning turli ko'rinishlari o'rganiladi. Masalan **mexanik energiya (kinetik va potentsial energiyadan iborat)**, yorug'lik energiyasi, kimyoviy energiya, atom energiyasi va xokazo. Energiya doimo bir turdan ikkinchi turga aylanib turadi. Bu aylanish tabiatda sodir bo'lishi yoki uni biz amalga oshirishimiz mumkin

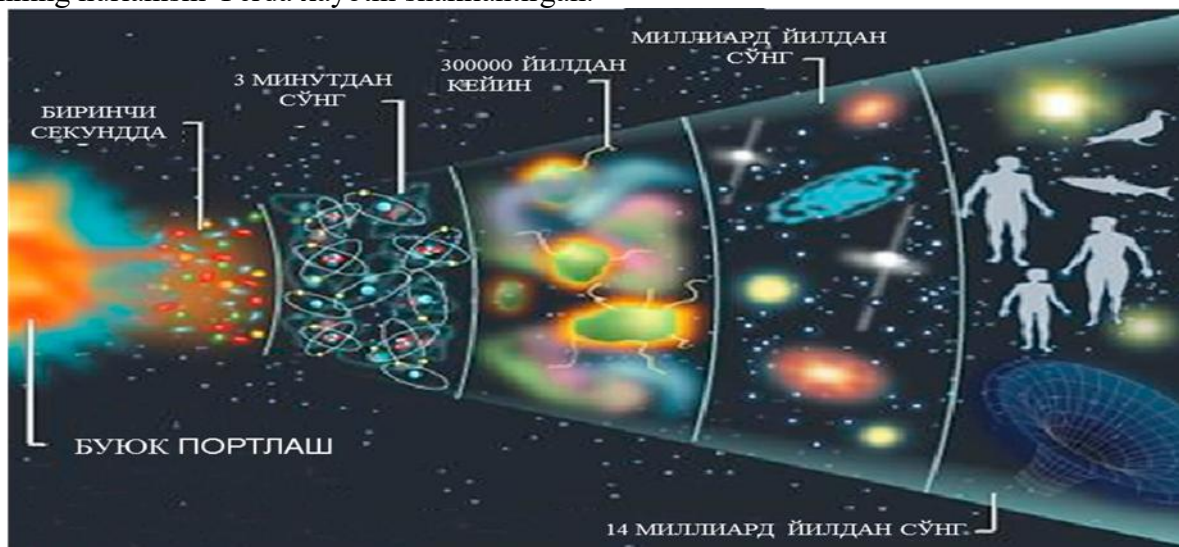


1.2-rasm. Quyosh ta'sirida suvning tabiatdagi aylanishi.

Masalan: Quyoshning nurlanish energiyasi dengiz va okeanlar sirtini qizdirib suvni bug'lantiradi, bu bug'lar shamolda materiklar bo'ylab xarakatlanib soviydi va og'irlik kuchi tasirida tog'larga qor bo'lib yog'adi. Quyosh nuridan qor erib yana suvga aylanadi, bu suvlarning og'irlik kuchi tasirida pastga qarab xarakatlanishidan daryo suvlari hosil bo'ladi. Daryo suvlari yo'lga elektrostantsiyalar qurib suvning potentsial energiyasini elektr energiyasiga aylantiramiz. Bu elektr energiyasini yorug'lik, mexanik, issiqlik energiyalariga aylantirib ulardan foydalanamiz. Ko'rinib turibdiki energiya doimo bir turdan ikkinchi turga aylanib turadi va hayotni ta'minlaydi.

Energiya absolyut mavjud kattalik bo'lib u tabiatdagi xarakatning manbaidir. Energiya abadiy mavjud. U saqlanish qonuniga ega. Energiyaning paydo bo'lishi "Buyuk portlashg"ga borib taqaladi. Zamonaviy fan tasavvurlariga ko'ra olam bundan $13,77 \pm 0,059$ mlrd yil oldin buyuk portlash natijasida paydo bo'lgan. Buyuk portlashdan oldin barcha koinot juda kichik hajm ichida siqilgan bo'lib unda harorat 1032 K darajada, bosim esa 10^{93} g/sm³ tartibida bo'lgan. Bunday katta bosim va haroratdan keyin portlash sodir bo'lib kengayish boshlangan, bu hozirgacha davom etmoqda. Buyuk portlashning sxematik tasviri 1.3- rasmda keltirilgan.

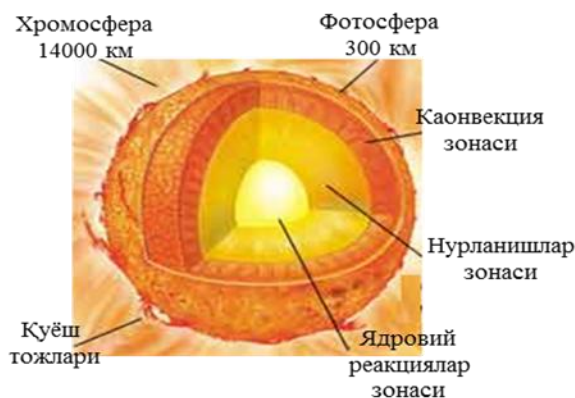
Buyuk portlashdan oldin barcha mavjud koinot va galaktikalar o'ta kichik xajm ichida, o'ta zichlashgan xolda joylashgan va gigant qisilish natijasida portlagan. Albatta buni tasavvurga sig'dirish qiyin. Portlashdan so'ng koinot kengayib borgan va asta sekin dastlab elementar zarralar, so'ng atomlar, molekulalar, jismlar, eng so'ngida biologik hayot shakllangan. Koinotning kengayishi hozir ham davom etmoqda. Hozirgi zamon fani xulosalariga ko'ra bizning galaktikamiz (somon yo'li galaktikasi) va Quyosh sistemasi bir necha milliard yil avval paydo bo'lgan. Quyosh o'zidan doimiy ravishda energiya nurlantirib turadi. Bu energiyaning manbai Quyoshda sodir bo'layotgan termoyadro reaksiyalaridir. Quyoshning nurlanishi Yerda hayotni shakllantirgan.



1.3- rasm. Buyuk portlash, koinot va energiyaning paydo bo'lishi.

Quyoshdan Yerga judda katta miqdorda energiya yetib keladi. Agar Quyosh energiyasining Yer yuzasiga tushgan barcha qismidan foydalana olsak, 30 minut davomida Yerga tushgan energiya Yer sharining bir yillik extiyojini qoplagan bo'lar edi.

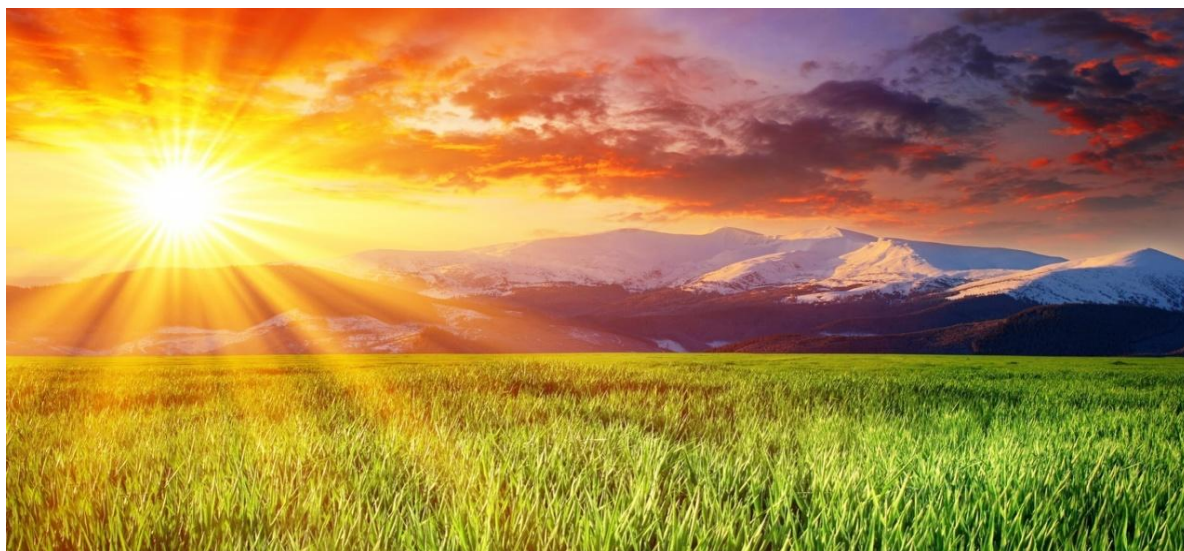
Quyosh Yerdagi barcha tiriklikning manbaidir. Quyoshning massasi taxminan 2×10^{30} kg, radiusi **1392000 km**. Quyosh bizning "Somon yo'li" galaktikamiz markazidan 26000 yorug'lik yili masofasida joylashgan, Yerdan Quyoshgacha esa 150 mln. km. Yer Quyosh atrofida 365 kun 6 soatda bir marta aylanib chiqadi, orbitadagi chiziqli tezligi 267 km/s. Quyosh esa galaktika o'qi atrofida 250 mln. yilda bir marta aylanadi. Quyoshda uzluksiz ravishda termoyadro reaksiyalari davom etib turadi, uning markazidagi harorat 15000000°K daraja, bosim esa yuz milliard atmosferadan ham baland (bir atmosfera bosim $101\,325\text{ N/m}^2$). Bunday harorat va bosimni tasavvur etish juda qiyin. Hozirgi zamon fani va texnikasi sun'iy ravishda bunday sharoit hosil qilishga qodir emas.



Quyoshning tuzilishi



Quyoshning infraqizil tasviri



1.4-rasm. Quyoshning tuzilishi va Yerdagi xayotga ta'siriga doir.

Quyoshning nurlanish quvvati $3,8 \times 10^{20}$ MVt, Yerga bu quvvatning ikki milliarddan bir ulushi yetib keladi, bu taxminan $1,9 \times 10^{11}$ MVt bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda Yer **yuzining har bir kvadrat metriga 1000 Vt Quyoshning nurlanish quvvati mos keladi**. Albatta, bu juda katta energiya, muhandislik tizimlarining vazifasi ana shu energiyadan foydalanishdir.

Muhandislik ishi, tabiiy va texnik fanlar odatda aniq o'lchovlar bilan ish ko'radi. Energiya tushunchasi haqida ham aniq o'lchovlar bilan gapirilgandagina u amaliy va hayotiy ahamiyatga ega bo'ladi. Fizika fanidan ma'lumki energiyaning o'lchov birligi Joule (J).

1 Joule energiya 1 Vt quvvatli sistemaning 1s da bajargan ishidir $1\text{ J} = 1\text{ Vt} \cdot 1\text{ s}$. Demak yuqoridagidan kelib chiqadiki, quyosh har sekunda $3,8 \times 10^{20}$ MJ ish bajarish qobiliyatiga ega.

1.3. Tabiatda energiya turlarining o'zaro aylanishlari. Tarixga nazar solsak, energiya manbai sifatida turli davrlarda turli tabiiy manbalar ishlatilgan. Qadim zamonlardan boshlab issiqlik manbai sifatida organik yoqilg'ilar ishlatib kelingan. Bunda yoqilg'ining yonish issiqligidan asosiy energiya (issiqlik) manbai sifatida foydalanilgan. Organik yonilg'ilarning issiqlik berish xususiyati ularning solishtirma yonish issiqligi bilan xarakterlanadi. Ya'ni 1 kg modda to'la yongandagi chiqqan issiqlik energiyasi solishtirma yonish issiqligi deb yuritiladi. 1-jadvalda turli yonilg'ilarning solishtirma yonish issiqliklari keltirilgan.

1-jadval

t/r	Modda	Solishtirma yonish issiqligi	
		MJ/kg	kcal / kg
	SHartli yonilg'i	29,3	7000
1	Quruq o'tin	o'rtacha 9,5	6400 - 7500
2	Toshko'mir	o'rtacha 27	6500
3	Benzin	44 - 47	10500 - 11200
4	Kerosin	44 - 46	10500 - 11000
5	Tabiiy gaz	41 - 49	9800 - 11700
6	Neft	43,5-46	10400-11000
7	Metan	50	11950
8	Vodorod	120	28600
9	Spirt	27	6450

Agar 19-asrda tabiiy o'tin va ko'mir asosiy energiya manbalari bo'lib xizmat qilgan bo'lsa 20-asrga kelib neft va gazning ulushi ortib bordi, so'nggi asrda esa energiyaning elektr energiyasi, yadro energiyasi ko'rinishidagi turlari rivojlanib bordi. Bugungi kunda esa barcha energiya manbalari ichida eng qulay va texnologik jihatdan arzon energiya elektr energiyasi bo'lib qolmoqda. SHuning uchun ham dunyo energetika sanoatida elektroenergetika eng tez rivojlanib bormoqda.

Energiya manbalaridan qadimgi odamlar faqat issiqlik ko'rinishida foydalanishni bilishgan va bu issiqlikni tabiiy yoqilg'ilar, asosan o'tin yoqib hosil qilishgan. Keyinchalik issiqlik-energiya manbalari turi, shu bilan birga undan foydalanish ham o'zgarib bordi. Jahon sanoatida energiya turlaridan foydalanishning so'nggi 100 yillik davrdagi o'zgarishi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

t/r	Energiya manbalari	Jaxon sanoatida ishlatilish darajasi %						
		1860	1900	1950	1960	1970	1980	1985
1	O'tin va tabiiy yoqilg'ilar	74	39	7	4,3	4	0,8	0,3
2	Ko'mir	25	57	54	47	30	28	32
3	Neft	1	2	24	29	40	46	41
4	Gaz	-	0,9	9	13	19	18	2
5	Gidro va yadro energiyalar	-	0,8	6	6	6,1	5,8	4,1

Elektroenergetika haqida gapirishdan avval Yer yuzining umumiy energetika zahirasi haqida gapirmaslikning iloji yo'q. Chunki elektr energiyasi ishlab chiqarish birlamchi energetik zahiralarga asoslanadi.

9. Energiya turlari va uning o'lchov birliklari.

Energiya zahiralari baholashda energiyaning Jouldan tashqari yana turlicha keltirilgan birliklaridan foydalaniladi. Ular quyidagilardir:

$$1 \text{ Joul} = 1 \text{ Vt} \times 1 \text{ s};$$

$$\text{Kaloriya, qisqacha kal, } 1 \text{ kal} = 4,1868 \text{ Joul};$$

$$1 \text{ kVt soat} = 1000 \text{ Vt} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$$

1 kg shartli yonilg'i (sh.yo.) = 29,3 MJ = 7000 Kal.

1 kg neft ekvivalenti (n. e) = 1,428 kg sh.yo.

Elektr energiyasi ishlab chiqarishda mavjud birlamchi energiya zahiralardan foydalaniladi, bu birlamchi zahiralarga organik yoqilg'ilarning (ko'mir, gaz, neft) kimyoviy energiyasi, yadro energiyasi, termoyadro energiyasi, geotermal energiya, quyosh nurining yerga tushuvchi energiyasi, daryolarning energiyasi, shamol energiyasi, o'rmonlar bioenergiyasi va oqim energiyasi kiradi. Aytib o'tilgan energiya turlarining bugungi kunda taxminiy aniqlangan zahiralari ma'lum. Yer sharining energetik imkoniyatlari ana shu zahiralarga asoslanadi. Xalqaro energetika tashkilotlarining statistik ma'lumotlariga ko'ra bu energiyalarning zahiralari quyidagicha: (tonna shartli yonilg'i birligida).

- organik yoqilg'ilar kimyoviy energiyasi $- 1,77 \cdot 10^{13}$;
- yadro energiyasi $- 0,67 \cdot 10^{14}$;
- termoyadro energiyasi $- 1,22 \cdot 10^{17}$;
- geotermal energiya $- 1,0 \cdot 10^{14}$;
- quyoshning yer kurrasiga tushuvchi energiyasi $- 0,82 \cdot 10^{14}$;
- daryolarning energiyasi (bir yillik) $- 0,4 \cdot 10^{10}$;
- shamol energiyasi (bir yillik) $- 2,1 \cdot 10^{11}$;
- o'rmonlarning bioenergiyasi (bir yillik) $- 0,5 \cdot 10^{10}$;
- oqim energiyasi (bir yillik) $- 0,86 \cdot 10^{14}$.

Jami $12,2353 \cdot 10^{16}$ t. sh. yo.

Elektr energiyasi ishlab chiqarishda ana shu birlamchi manbalar energiyasidan foydalanamiz. Bugungi kunda jahon miqyosida asosan organik yoqilg'ilar (issiqlik elektr stantsiyalari-IES), yadro energiyasi (atom elektr stantsiyalari-AES) va daryolarning energiyasidan (gidro elektr stantsiyalar-GES) elektr toki ishlab chiqarilmoqda. SHulardan IES lari yetakchi o'rinni egallaydi. Bu stantsiyalar asosan ko'mir va gaz energiyasiga asoslangan. Ko'mir zahirasi Yer yuzida boshqa yonilg'ilarga qaraganda ancha ko'p, shuning uchun ham jahon elektr energetikasida so'nggi yillarda ko'mirga katta e'tibor qaratilmoqda. O'z navbatida ko'mir yoqishga asoslangan issiqlik elektrostantsiyalarining texnologiyalari ham rivojlanmoqda.

Er yuzida mavjud bo'lgan energetika zahiralari turlaridan foydalanishning dinamikasi ham yillar davomida o'zgarib boradi. Bu o'zgarishlar neft, gaz, ko'mir qazish va undan foydalanish texnologiyalari taraqqiyoti bilan bog'liq. 3-jadvalda so'nggi 40 yil davomida tabiiy resurslarni ishlatilishining darajalari keltirilgan.

Elektr energiyasiga bo'lgan talab va uni ishlab chiqarish miqdori Yer yuzi bo'yicha yiliga o'rtacha 2,6 % dan oshib bormoqda. 2030-yilga borib elektr energiyasiga bo'lgan talab bugungidan ikki baravar ortiq bo'ladi.

3-jadval

Energiya manbai	1971 yil	1991 yil	2000 yil	2005 yil	2010 yil
Neft	47,9	39,2	38,6	38,3	37,7
Ko'mir	30,9	29	28,7	28,7	29,1
Tabiiy gaz	18,4	22	22,1	22,4	23,5
AES	0,6	7	6,9	6,7	6,1
GES va boshqalar	2,2	2,8	3,7	3,8	4,1

4. Elektrotexnika va sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi.

Zamonaviy texnika va texnologiyalar, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish jarayonlari - bu ma'lum bir tizimga solingan elektrotexnik va elektron qurilmalarning majmuasidir. Elektrotexnika fani va uning predmeti bevosita kundalik turmushimizda biz foydalanayotgan elektr toki va elektr qurilmalari bilan bog'liq. SHu jixatdan olib qaraganda elektrotexnika fani ko'proq amaliy ahamiyatga ega va uning asosiy qonuniyatlarini o'rganish kundalik turmushimiz uchun juda zarur.

Fanni o'rganishda fizikaning elektr va magnetizm bo'limlariga tegishli qonuniyatlar fundamental asos bo'lib xizmat qiladi. Barcha elektrotexnik tushunchalar va qonuniyatlar ana shu fundamental tushunchalarning amaliy ifodasi sifatida namoyon bo'ladi. SHuning uchun xam elektrotexnika fanini o'rganishda fizikaning asosiy qonuniyatlari muxim va xal qiluvchi o'rin tutadi. SHunday ekan, fanni to'la va samarali o'zlashtirish uchun fizika fanidagi ushbu tushuncha va qonuniyatlarni bilish qat'iy talab etiladi:

zaryad, zaryad miqdori, potentsial tushunchalari;
 elektr toki tushunchasi, tok kuchi, qarshilik;
 Om qonuni, kuchlanish va elektr yurituvchi kuch;
 elektr tokining magnit maydoni, parma qoidasi;
 elektromagnitik induktsiya qonuni.

Elektrotexnikani fan sifatida paydo bo'lishi, uni amaliyotga kirib kelishi va rivojlanishi tarixini turli manbalarda turli nuqtai-nazardan qarab bosqichlarga bo'linadi. Masalan elektrotexnika fani taraqqiyoti elektronika fani paydo bo'lishi va uning rivojlanishiga ham zamin yaratgan. SHu ma'noda ayrim adabiyotlarda tarixiy taraqqiyotni 6 ta bosqichga ajratiladi. Lekin elektr toki va uning jamiyat hayotiga kirib borishida muhim rol o'ynagan ilmiy-texnik kashfiyotlar nuqtai-nazaridan qaralsa, elektrotexnikaning bugungi taraqqiyoti darajasigacha bosib o'tgan yo'li uchta o'ziga xos davrlar (taraqqiyot bosqichlari) bilan xarakterlanadi.

1- bosqich. 1831 yilgacha bo'lgan davr (elektr va magnitik hodisalar alohida o'rganilgan davr). Insonlar qadim zamonlardan buyon elektr xodisalarini amalda ko'rib, xatto undan foydalanib kelgan, lekin to 19-asrning o'rtalarigacha elektr va magnit maydonlari alohida o'rganib kelingan va alohida hodisalar deb qaralgan.



1.5-rasm. Tabiatdagi elektr jarayonlari.

Faqatgina 1820 yilda Ersted elektr tokining magnit strelkasiga ta'sirini o'rgangandan so'ng, 1.6-rasm, elektr va magnit maydonlari yagona fizik hodisaning ikki tomoni ekanligi isbotlandi va butun Yevropa bo'ylab elektr sohasida amaliy ishlar juda avj olib ketdi.

Elektr va magnitik hodisalarni yagona jarayon deb qarab 1831 yilda Maykl Faradey magnit maydonining o'zgarishi o'tkazgichda elektr toki hosil qilishini amalda kashf etdi va elektr jarayonlarni o'rganishda butunlay yangi davrni boshlab berdi.

Bu kashfiyot fanga **Faradeyning elektromagnitik induktsiya qonuni** nomi bilan kirib keldi. Elektromagnitik induktsiya qonuni bugungi kunda ham zamonaviy elektronika, mikroelektronika, nanotexnologiya sohalarida o'zining ahamiyatini yo'qotmaydi.



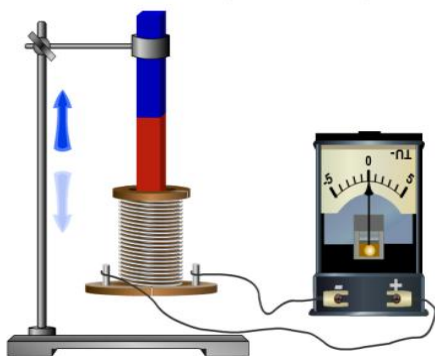
1.6-rasm. Ersted tajribasida tokli o'tkazgichning magnit strelkasiga ta'siri.

2- bosqich. (1831-1880 yillar. Elektr tokini hosil qilish va uni

o'rganish davri). 1831 yilda Faradey elektromagnitik induksiya qonunini kashf etgach fan olamida elektr jarayonlarni o'rganish o'ta tezkor suratlarda avj olib bordi. Ilmiy tadqiqotlar shu darajada keng avj oldiki, hatto Yevropa davlatlarida fanga aloqasi yo'q zodagonlar ham o'z uylarida olimlarni taklif etib elektr bilan shug'ullanuvchi laboratoriyalarini tashkil etish rasm bo'lib ketdi.

Maykl Faradey 1791-1867 yillarda yashab o'tgan mashhur ingliz fizik-olimi. U 1821 yilda Ersted tajribalari asosida magnit maydoni va elektr yagona fizikaviy hodisa ekanligini isbotladi. 1831 yilda esa magnit maydonining o'zgarishi o'tkazgichda elektr toki hosil qilishini kashf etdi. Fanda bu elektromagnitik induksiya qonunini sifatida joy oldi.

SHu davrlarda Faradeyning elektromagnitik induksiya qonuni asosida Maksvell o'zining mashhur elektromagnitik maydon nazariyasini yaratdi, Gerts elektromagnitik to'lqinlarni o'rganib undan amalda foydalanish asoslarini yaratdi. Ana shu tariqa sanoat elektrotexnikasi paydo bo'la boshladi. Elektrotexnika asta-sekin ilmiy laboratoriya chegaralaridan chiqib jamiyat hayotiga kirib kela boshladi. Eng dastavval elektr fonuslari va elektr yoy chiroqlari yaratildiki bu insoniyat taraqqiyotida yangi davrni boshlab berdi.



Faradey tajribasi.



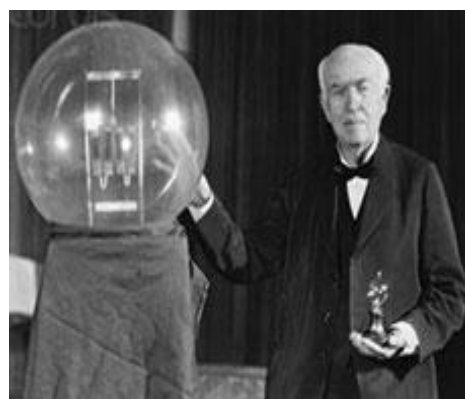
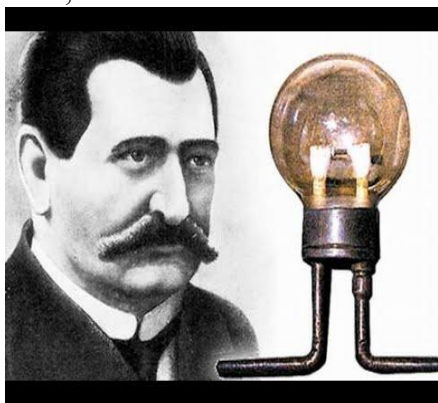
19-asrda Edison fonuslari keng tarqaldi

Elektroenergetika taraqqiyotiga ulkan hissa qo'shgan muhandis olimlardan biri Tomas Alva Edisondir. U 1857-1931 yillarda Amerikada yashab ijod qilgan. U elektr energiyasini sanoat miqyosida ishlab chiqarishga asos solgan, shuningdek, elektr yoritish tizimlari, telefon, telegraf, kino texnikasi rivojiga katta hissa qo'shgan mashhur kashfiyotchi, hamda yirik sanoatchi sifatida amerikaning mashhur shaxslari qatoridan o'rin olgan. Tomas Edison dunyoda eng ko'p 4000 dan ortiq patentlarga ega bo'lgan yagona ixtirochidir.

Garchi yoyli lampalar ancha avval 1803 yilda rus olimi Petrov, 1810 yilda ingliz olimi Devilar tomonidan taklif etilgan bo'lsada, ularning samaradorligi juda past bo'lgan. 1876 yilda rus olimi P. N. Yablochkov va 1879 yilda Edisonlar tomonidan yaratilgan elektr lampalar keng ishlab chiqarila boshlandi,



1.7-rasm.



1.7-rasm. Lodigin va Edisonlar o'z lampalari bilan

3- bosqich. 1880y. dan hozirgi davrgacha. Elektr energiyasidan eng avval yoritish (yoyli lampalar) va telegrafda foydalanilgan bo'lsa, so'ng cho'g'lanma tolali lampalar, elektr generatorlari, elektr dvigatellari paydo bo'ldi. SHu davrdan boshlab elektr energiyasi jamiyat xayotiga chuqur kirib bora boshladi va elektr ta'minoti tobora hayotiy extiyojga aylana bordi. 19 - asrning 80- yillarida

o'zgaruvchan tok generatorining, ayniqsa mashhur rus injeneri M. O. Dolivo-Dobrovolskiy tomonidan uch fazali tok ishlab chiqarishning ixtiro qilinishi elektrotexnika taraqqiyoti va uning jamiyat hayotiga kirib borishida yana bir yangi bosqichni-sanoat elektrotexnikasini yuzaga kelishini boshlab berdi.



1.8-rasm. Zamonaviy gidro, issiqlik va atom elektr stantsiyalari.

Bugungi kunda butun Yer yuzi bo'ylab minglab elektr stantsiyalari ishlab turibdi. Elektr energiyasi yil sayin eng asosiy energiya turiga aylanib bormoqda va kelajakda energiya yagona turi bo'lib qoladi.

Hozirgi davrda elektrotexnika o'zining **4-rivojlanish bosqichiga** qadam qo'ymoqda. Bu elektr energiyasi ishlab chiqarishda muqobil energiya manbalariga o'tishdir. Bugungi kunda muqobil manbalarning jahon elektr energetikasidagi umumiy hisssasi kam bo'lsada (1 % atrofida) ayrim rivojlangan davlatlar energetikasida uning hisssasi 10-15 % ni tashkil qilmoqda va bu ko'rsatkich yil sayin juda tez o'sib bormoqda.

O'ning darajalari

t/r№	Nomi	Belgisi	Qiymati	O'zbekcha talaffuzi
1	Yatto	Y	10^{24}	yatto
2	Zetta	Z	10^{21}	zetta
3	Exa	E	10^{18}	ekza
4	Peta	P	10^{15}	peta
5	Tera	T	10^{12}	tera
6	Giga	G	10^9	gega
7	Mega	M	10^6	mega
8	kilo	k	10^3	kilo
9	hector	h	10^2	gekto
10	deka	da	10^1	deka

O'ning ulushlari

t/r№	Nomi	Belgisi	Qiymati	O'zbekcha talaffuzi
1	yocto	y	10^{-24}	yokto
2	zepto	z	10^{-21}	zepto
3	atto	a	10^{-18}	atto
4	femto	f	10^{-15}	femto
5	pico	p	10^{-12}	piko
6	nano	n	10^{-9}	nano
7	micro	μ	10^{-6}	mikro
8	milli	m	10^{-3}	milli
9	centi	c	10^{-2}	santi
10	deci	d	10^{-1}	detsi

Masalan:

- 0,0000024 Kulon zaryad $0,0000024 \text{ Kl} = 2,4 \times 10^{-6} \text{ Kl} = 2,4 \mu\text{Kl}$.
- $240\,000\,000\,000 \text{ kg} = 240 \times 10^9 \text{ kg} = 240 \text{ Gkg}$.
- $35\,000\,000\,000\,000 \text{ J} = 35 \times 10^{12} \text{ J} = 35 \text{ TJ}$.

4. 1200 tonna ko'mirni issiqlik energiyasini toping. Ko'mirning yonish issiqligi 25 MJ/kg deb oling. $1\,200\,000 \times 25 \times 10^6 = 300 \times 10^{11} = 30\text{ TJ}$.

5. Elektronning zaryadi miqdori $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ Kl} = 160 \times 10^{-21} = 160\text{ zKl}$

Jahon elektr energetikasining asosiy ko'rsatkichlari.

Hozirgi paytda jahon elektr energetikasi o'zining rivojlanish bosqichida 4-bosqichga-muqobil energetikaga o'tmoqda, ya'ni mavjud an'anaviy elektr energetikasidan (AES, IES va GES) muqobil energetikasi sohasi ajralib chiqmoqda. Uning miqdori bugungi kunda nisbatan kam bo'lsa ham (umumiy energiyaning 1 % qismi atrofida) yil sayin intensiv ortib bormoqda. Muqobil energetikaga o'tishning asosiy sababi Yerning mavjud tabiiy yonilg'i zahiralari cheklanganligidir.

Bugungi kunda jahondagi barcha elektr stantsiyalarining (issiqlik elektr stantsiyalari, gidroelektr stantsiyalar va atom elektr stantsiyalar birgalikda) **umumiy quvvati 3000 GVt** atrofida bo'lib, bu stantsiyalar bir yilda **23 536 mlrd. kVt soat** elektr energiyasi ishlab chiqarmoqda. Elektr energiyasini ishlab chiqarish usullari va uning miqdori bugungi kunda quyidagicha:

Issiqlik elektr stantsiyalari

Umumiy quvvati 1880 GVt IES - yillik ishlab chiqarilgan energiyaning 63%, qismini tashkil qiladi.



Gidro elektr stantsiyalar:

Umumiy quvvati 715 GVt Yillik energiyaning **24 %** qismini yoki 171,6 mlrd. kVt soat elektr energiya ishlab chiqarmoqda.



Atom elektr stantsiyalari:

Umumiy quvvati 380GVt. Yillik energiyaning **13%** qismini yoki 49,4 mlrd kVt soat elektr energiya ishlab chiqarmoqda.

Izoh: Ma'lumotlar 2014 yil yakunlari bo'yicha olingan.



Energiyaning asosiy qismi yirik va rivojlangan davlatlar xissasiga to'g'ri keladi: AQSH - 3600 mlrd. kVt soat; Yaponiya - 930 mlrd. kVt soat; Xitoy - 900 mlrd. kVt soat; Rossiya - 845 mlrd. kVt soat; Kanada, Germaniya, Frantsiya birgalikda - 500 mlrd. kVt soat. Jami elektr energiyaning 6700 mlrd. kVt soat qismi, ya'ni **26 %** i shu davlatlar hissasiga to'g'ri keladi. Jahondagi eng katta elektr stantsiyalar quyidagilardir:

Dunyodagi eng katta GES Xitoyning Uch-dara stantsiyasi bo'lib 1992-yilda ishga tushirilgan, quvvati 22 GVt, yiliga 100 mlrd. kVt soat enrgiya ishlab chiqaradi.

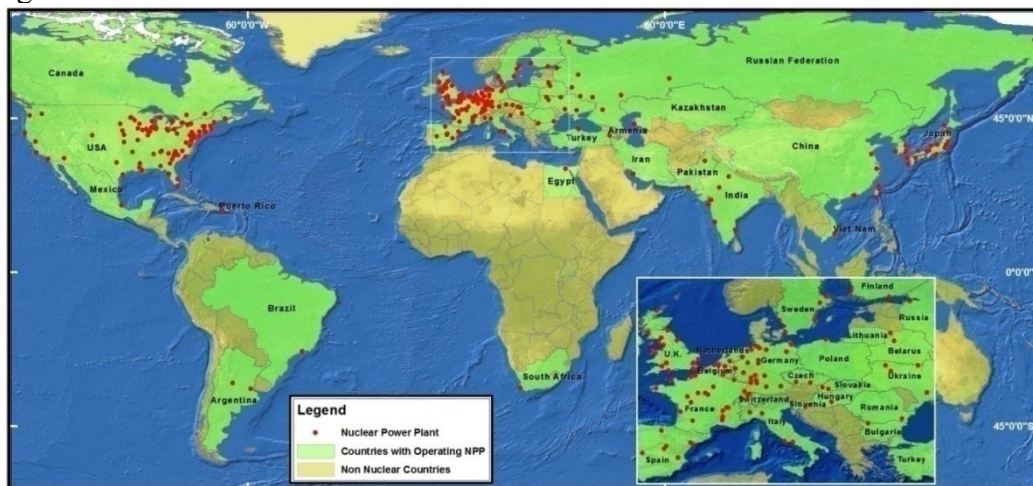
Ikkinchi o'rinda 2007-yilda Braziliya ning Amazonka daryosida qurilgan Itaypu GES i turadi. Uning quvvati 14 GVt bo'lib yiliga 95 mlrd. kVT soat dan ortiq energiya ishlab chiqaradi.

Dunyodagi eng katta IES Xitoyning Tanchun stantsiyasidir. Uning quvvati 6,6 GVt. Bir yilda 35 mlrdkVT soat energiya ishlab chiqaradi. Asosan ko'mir yonilg'isida ishlaydi.



Dunyodagi eng katta AES Yaponiyaning Fucusimo stantsiyasi. Uning quvvati 8,8 GVt. 2011-yildagi avariya dan keyin ham u eng katta stantsiya maqomini saqlab kelmoqda.

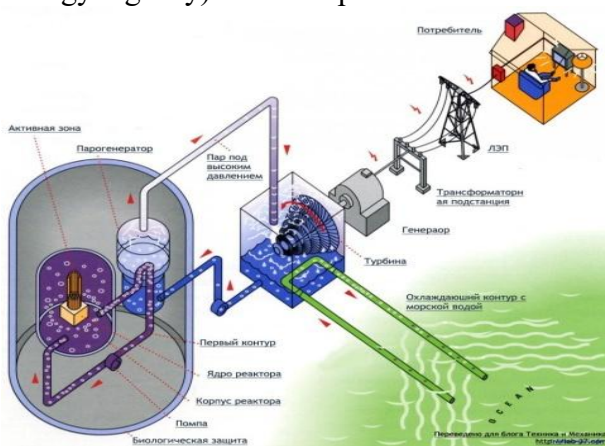
Dunyodagi birinchi AES Rossiyaning Obninsk shahrida 1954-yilda ishga tushirilgan, uning quvvati 6 MVt edi. Keyinchalik, 1956 yilda Angliyada quvvati 60 MVt bo'lgan stantsiya, 1958-va 1960-yillarda Germaniyada quvvatlari 68 MVt va 207 MVt bo'lgan AES lar qurildi. Agar e'tibor bersangiz stantsiyalarning quvvati bir necha yil ichida bir necha o'n baravar ortgan. Bu o'sha yillarda atom energetikasi sohasining keskin rivojlanishi bilan bog'liq. Bugungi kunda Yer yuzi bo'yicha 31 mamlakatda 190 dan ortiq AES lar ishlab turibdi, 1.9-rasmga qarang.



1.9-rasm. Yer yuzidagi AES larning joylashuv xaritasi.

Lekin so'nggi yillarda, ayniqsa Yaponiyaning Fukusimo AES avariyaasidan so'ng jahonda AES larga bo'lgan qiziqish so'nib bormoqda. Eng ko'p AES larga ega davlatlar, masalan Frantsiya va Germaniya kelajakda ularni kamaytirishni rejalamoqda. Chunki amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, insoniyat texnikaviy taraqqiyotining bugungi darajasi atom energiyasidan xavf-xatarsiz foydalanishga hali tayyor emas. SHuning uchun ham, birinchi prezidentimiz I. A. Karimov tashabbusi bilan Markaziy Osiyo mintaqasi yadrodan xoli mintaqaga aylantirilgan.

20-asrning ikkinchi yarmida keskin taraqqiy etgan atom energetikasi 21-asr boshlarida ekologik nuqta-inazardan talabga javob bera olmay qoldi. Jahon fani atom energiyasidan foydalanishning yangi texnologiyalari ustida izlanmoqda. 1953 yilda Amerikaning o'sha davrdagi prezidenti Duayt Eyzenxauer atom energiyasidan tinchlik maqsadlarida foydalanish tashabbusi bilan chiqdi. SHu asosda 1957 yilda BMT tashabbusi bilan Atom energiyasidan tinchlik maqsadida foydalanishni tartibga soluvchi xalqaro tashkilot MAGATE (mejdunarodnoe agentstvo po atomnoy energetike) - IAEA (International Atomic Energy Agency) tashkil topdi.



Yadro reaktori.



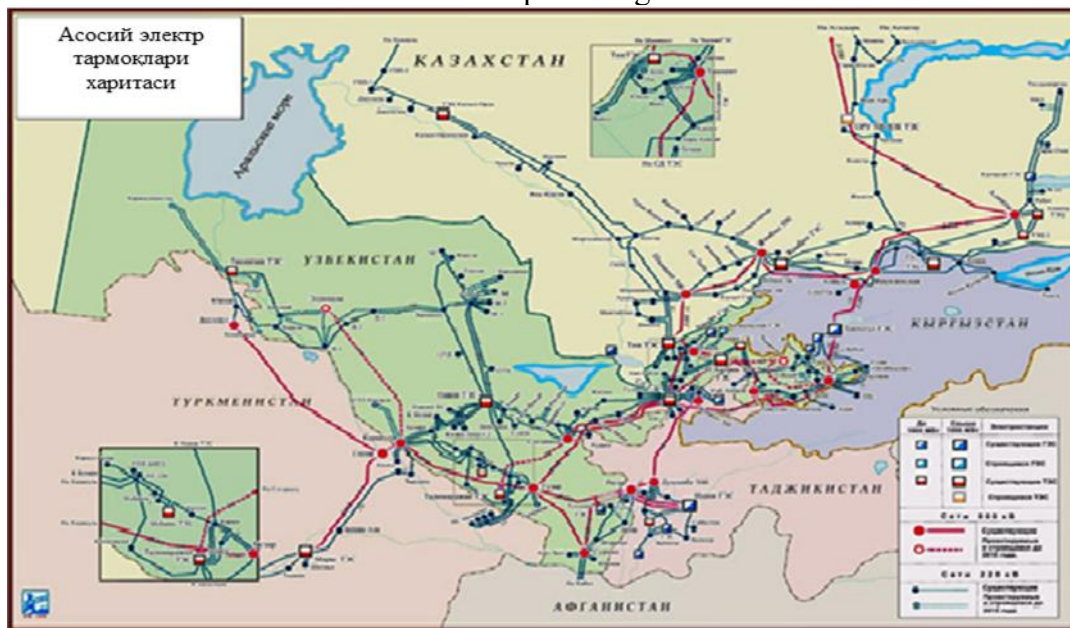
Ekologik xatarlar.

O'zbekiston elektroenergetikasi haqida ma'lumotlar.

O'zbekistonda dastlabki elektrostantsiya Bo'zsuv elektrostantsiyasi bo'lib u 1926-yilda ishga tushirilgan. Keyingi davrlarda katta quvvatli: CHirchiq-Bo'zsuv, SHaxrixon, Namangan gidroelektr stantsiyalari kaskadi, Farxod, CHorvoq gidroelektr stantsiyalari; Farg'ona, Quvasoy, Toshkent, Angren, Yangi Angren, Oxangaron, Navoiy, Taxiatoch, Tolimarjon issiqlik elektrostantsiyalari va boshqa o'rta va

kam quvvatli stantsiyalar qurildi va bugungi kunda mamlakatni elektr energiyasi bilan taminlab turibdi. SHu kunlarda To'raqurg'onda 900 MVt quvvatli issiqlik elektr stantsiyasi qurilishi olib borilmoqda.

Mamlakatimiz xududida kattta tog' daryolari yo'q, mavjud kichik tog' daryolarida esa katta quvvatli elektrostantsiyalar qurish imkoniyati cheklangan. SHuning uchun xam mamlakatimizda elektr energiyasi ishlab chiqarish asosan (85%) issiqlik elektrostantsiyalari IES hisobiga to'g'ri keladi. Bugungi mavjud issiqlik elektr stantsiyalar gaz yonilg'isiga asoslangan. CHunki o'tgan asrning 70-yillaridan boshlab mamlakatimizda tabiiy gaz olish va undan foydalanish tez rivojlandi. Sobiq sho'rolar davrida mamlakatimiz xududida elektroenergetika soxasi nisbatan aktiv rivojlangan bo'lsada, lekin u o'sha paytdagi mamlakat o'rtacha ko'rsatkichidan ancha past bo'lgan.



1.10-rasm. Markaziy Osiyo yagona elektr tarmoqlari tizimi (220 kV va 500 kV liniyalar).

O'sha paytda rejalashtirilib qurilgan katta quvvatli elektrostantsiyalar O'rta-Osiyo regionini nuqtai nazaridan qurilgan va ular qo'shni Tojikiston va Qirg'iziston davlatlari xududida joylashgan. Mamlakatimiz makaziy Osiyo (O'zbekiston, 1.11-rasm. Qamchiq dovoni orqali o'tgan elektr uzatish liniyasi.

Kozogiston, Tojikiston, Turkmaniston, Kirgiziston) yagona enegetik tizimi orqali elektr energiyasi bilan ta'minlangan. Mamlakatimizdagi sanoatning qo'shni davlatlarga nisbatan ancha tezkor suratlar bilan o'sib borishi, axolining elektr ta'minotiga bo'lgan talabining tinimsiz ortishi natijasida mamlakatimizda, ayniqsa Toshkent viloyati va Farg'ona vodiysi viloyatlarida elektr energiyasi tanqisligi yuzaga keldi. CHunki bu xududlar bir qism elektr energiyani qo'shni Tojikiston (Qayroqum elektrostantsiyasi) va Qirg'iziston (Nurek, To'xtaqluq elektrostantsiyasi) davlatlaridan olar edi va bu taminot tez -tez uzilib turar edi. SHuning uchun xam 2008-2009 yillarda Farg'ona vodiysini elektr energiyasi bilan taminlash maqsadida **Angren-O'zbekiston** yuqori kuchlanishli elektr liniyasi qurildi va Farg'ona vodiysi mamlakatning boshqa xududlari bilan ichki liniyalar orqali bog'landi 1.11-rasm. Mamlakat energetikasida asosiy e'tibor mavjud elektrostan- tsiyalarni quvvatini oshirish va qo'shimcha issiqlik elektrostantsiyalari qurishga qaratildi.

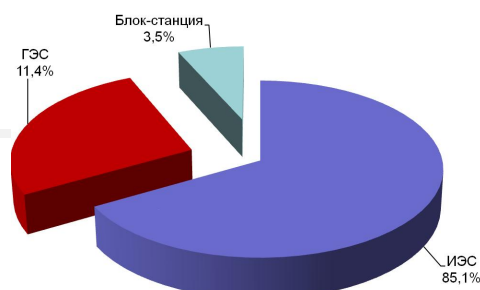
2009 yildan boshlab mamlakatimiz elektroenergetika tizimi mustaqil energetik tizim sifatida faoliyat boshladi. Bugungi kunda elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni uzatish, taqsimlash va elektr energiyasi bilan bog'liq barcha faoliyat bilan 2001 yilda tashkil topgan **Uzbekenergo** davlat aktsiyadorlik kompaniyasi (**Uzbekenergo DAK**) shug'ullanadi.

Mamlakatimizning asosiy elektroenergetik ko'rsatkichlari

Elektrostantsiyalarning umumiy quvvati - 12.3 mln kVt;
 Ishlab chiqarilgan yillik elektr energiya - 48 mlrd Kvt soat;
 Katta quvvatli elektrostantsiyalarning soni - 39 ta.
 Eksport 11.5 Mlrd KVt soat, Import 11,4 Mlrd KVt soat

Mamlakatning eng katta elektrostantsiyalari:

IES: Sirdaryo - 3 GVt,



Yangi Angren - 2,1 GVt,
Toshkent - 1,86 GVt,
Navoiy - 1,25 GVt,
Tolimarjon - 0,8 GVt.

GES: CHorvok - 620 MVt,
Farxod -500 MVt,
Xojikent - 165 MVt,
G'azalkent - 120 MVt

Yillik elektr energiyaning tarmoqlar bo'yicha taqsimoti:

40 % - sanoatga;
30 % - qishloq xo'jaligiga;
20 % - aholiga;
10 % - transport tizimiga

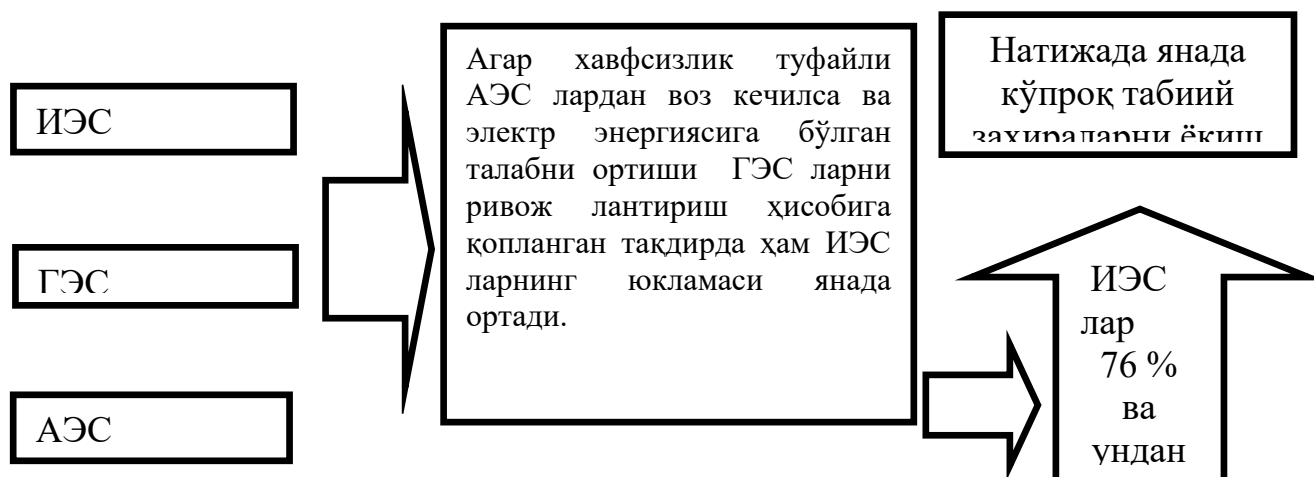
Issiqlik elektr stantsiyalari -85,1%
Gidro elektr stantsiyalar -11,4%;
Korxonalar kichik stantsiyalari-3,5%
Jami 100 %

Izoh. Ma'lumotlar 2014 yil yakunlari asosida olingan.

1.5. Elektroenergetikaning global va mintaqaviy muammolari



Bugungi kunda jahon miqyosida ko'mir eng ko'p zahiraga ega, shuning uchun aksariyat davlatlarning elektroenergetika tizimi (shu jumladan bizning mamlakatimizda ham) ko'mir yonil'gisiga moslashib bormoqda. Bu o'rinda Xitoy birinchi o'rinda turadi. Yuqorida ko'rib o'tganimizdek jahon elektroenergetikasida IES lar asosiy o'rin tutadi.



Mamlakatimiz sharoitida esa bugunning o'zida IES larning umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi ulushi 85 % dan yuqori. SHuning uchun ham mamlakatimizda yaqin kelajakka mo'ljallangan dasturlar-IES larni gazdan ko'mir yonilg'isiga o'tkazish amalga oshirilmoqda.

Energetika zahiralari tejashning asosiy yo'nalishlaridan yana biri energiya tejamkor texnologiyalardir.

Energiya tejamkor texnologiyalar, energetika menejmenti va muhandislik sohalarida elektr energiyaning o'rni. Yer sharining cheklangan imkoniyatlari unda cheksiz rivojlanib boruvchi hayotni ta'minlash uchun qodir emasligi fan uchun ancha oldin ma'lum edi. Bu yetishmovchilik ayniqsa energiya zahiralari misolida tobora yaqqol namoyon bo'lib bormoqda. Olimlarning ma'lumotlariga ko'ra Yer shari 12 mlrd . gacha bo'lgan aholini hayot bilan ta'minlay oladi. Bugungi kunda esa yer sharidagi aholi 7 mlrd. atrofida. SHuning o'ziyoq tabiiy zahiralardan foydalanishda tejamkor likni talab etadi. Energetika tilida bu tejamkorlik energiya tejamkor texnologiyalar deb ataladi va bu texnologiyalar energetika menejmenti tushunchasini paydo qilgan.



1.12-rasm. Elektr energiyasisiz shahar hayotini mutlaqo tasavvur etib bo'lmaydi.

Bugungi kunda yirik shaharlar va sanoat korxonalarining energetika tizimlari ko'p tarmoqli, murakkab, avtomatlashtirilgan muhandislik-tijorat tizimlarini tashkil qiladi. Bu tizimlarning barqaror ishlashi albatta energetika tijorati natijalari bilan bog'liq.

Energiya tanqisligi yuzaga kelib borayotgan bugungi kunda energiyaning nazorati va energiya tejamkor texnologiyalar sohaning yanada rivojla nishini ta'minlovchi asosiy omillardan biridir. Energiya tejamkor texnologiyalar juda keng ma'noli bo'lib, ishlab chiqarishning va jamiyat hayotining barcha sohalarini qamrab oladi. Masalan, kundalik turmushimizda energiya tejamkor lampalardan foydalanish, qurilish ishlarida energiya tejamkor materiallardan (ya'ni issiqlikdan yaxshi izolyatsiyalovchi materiallardan) foydalanish, ishlab chiqarish jarayonlarida mashina va mexanizmlarning foydali ish koeffitsientini oshirish (eskirgan texnik va texnologiyalarni zamonaviylarga almashtirish), energiya ishlab chiqarish va uni uzatish jarayonlari samaradorligini oshirish va boshqa ko'plab masalalar kompleksi energiya tejamkor

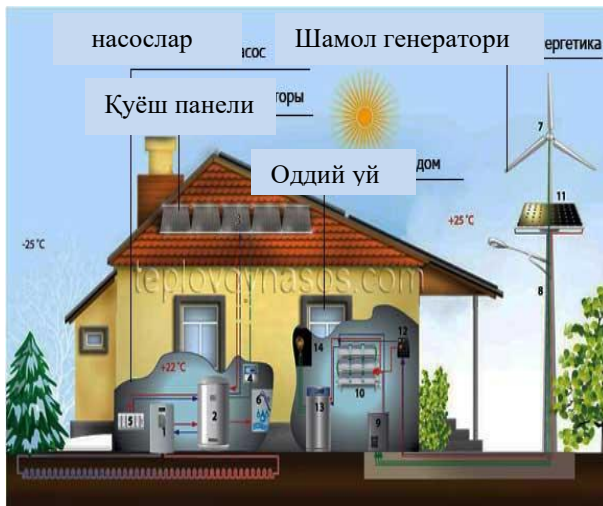
texnologiyalarni tashkil qiladi. Energiya tejamkorlik pirovard natijada energiyadan foydalanish miqdorini kamaytirmasdan turib tabiiy energiya zahiralarni tejashga qaratilgan. Chunki aynan energiyani ishlab chiqarish, uni iste'molchilarga uzatish va undan foydalanish jarayonlarida juda katta energiya isroflari mavjud.

Sanoati rivojlangan mamlakatlarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar yoqilg'i va energiya resurslarini iqtisod qilish imkoniyatlarining katta ekanligini ko'rsatdi. Yevropa iqtisodiy hamkorligi (EIH), **Xalqaro energetika agentligi (XEA)** va **Iqtisodiy hamkorlik va rivojlanish tashkiloti (IHRT)**ning hisob-kitoblariga qaraganda energetika resurslarini qazib chiqarishdan «foydali energiya» turi sifatida iste'molchilarga yetib kelishi oralig'ida 70% isrof bo'lib, faqat 30% igina iste'molchilarga «foydali energiya» sifatida yetib kelar ekan. Agar statistik materiallarga qaraydigan bo'lsak, 1978 yilda sarf bo'lgan 5 mlrd. tonna shartli yoqilg'ining 1,5 mlrd. tonnasigina «foydali energiya» sifatida iste'molchiga yetib kelgan xolos. Demak Yerdan qazib olingan umumiy enegetika zahiralarning 70% qismi isrof bo'lgan. Bu albatta yo'l qo'yib bo'lmas darajadagi isrofdir. Lekin bugungi kunda jahon sanoati shu isrof bilan ishlamoqda.



1.13-rasm. Non ishlab chiqarish texnologiyasidagi ketma-ketlik.

Demak, non (va boshqa har qanday mahsulotni tayyorlashda ham) yetishtirishda eng dastlabki xom ashyoni yetishtirishdan boshlab tayyor mahsulot olguncha bo'lgan barcha texnologik jarayonlarni analiz qilib, bu jarayonlarga tegishli zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash oxir oqibatda energiya sarfini va natijada mahsulot narxini pasaytirishga, olib keladi. Kam energiya sarflab tabiatga kam ekologik zarar yetkazganligi uchun bunday texnologiyalar ekologik toza deb ham aytiladi. Ko'rib o'tilgan misoldagi texnologik jarayonlar turli muhandislik tarmoqlariga tegishli (qishloq xo'jaligi, mashinasozlik, avtomobil xo'jaligi, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash, oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi va hokazo). Bu sohalar har biri o'zi mustaqil sohalar sifatida rivojlanib takomillashib boradi. Lekin ularni birlashtirib turuvchi yagona maqsad mavjudki-bu energiya tejamkorligidir.



Oddiy uyni energiya tejamkor



Zamonaviy bino uyga aylantirish

1.14-rasm. Energiya tejamkor va zamonaviy texnologiyalarning amaliy tadbirlari.

Bugungi kunda ilg'or texnologiyalar energiya xavfsizligi, energiya tejamkorligi, energiya auditi tushunchalarini o'z ichiga oladi. Bu tushunchalar mahsulot ishlab chiqarishning eng optimal va ekologik toza texnologiyalarini yaratishga qaratilgan.



Energiya va taraqqiyot. Energiya va oziq-ovqat. Energiya isrofchiligi.

1.15-rasm. Energiyaning isrofini biz turli ko'rinishlarda, har qadamda uchratamiz.

Masalalar.

- Erning radiusini 6400 km deb hisoblab Yer shari sirtiga tushayotgan quyosh nuri quvvatini toping. 1 m² yuzaga mos quvvat 1000 Vt deb oling.
- O'zbekistonda bir yilda 50 mlrd kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqariladi va iste'mol qilinadi. Yuqoridagi masala shartidan O'zbekiston hududiga tushayotgan quyosh energiyasini hammasini elektr energiyasiga aylan- tirilsa bir kunlik Quyosh energiyasi O'zbekiston uchun qancha vaqtga yetadi?
- Yer shari sirtiga bir sekundda tushgan Quyosh energiyasi qancha quruq o'tinning yonish energiyasiga mos keladi?
- Elektr hisoblagichning ko'rsatishi dastlab 0023456 edi bir oydan so'ng uning ko'rsatishi 0023728 bo'ldi. 1 kVt soat elektr energiyasi 204 so'm bo'lsa, hisoblagich bo'yicha qancha so'mlik energiya iste'mol qilingan.
- 1-jadvalda berilgan barcha moddalarning solishtirma yonish issiqliklarini shartli yonilg'i ga nisbatan ifodalang (jadvaldagi ko'rsatkichlarni o'rtachasini oling).
- Uyingizdagi bir kunlik elektr energiya sarfini shartli yonilg'i va quruq o'tin hisobida ifodalang.
7. Mamlakatimizda ishlab chiqarilgan yillik umumiy elektr energiyani hosil qilish uchun to'g'onining balandligi 100m bo'lgan GES ning suv sig'imi qancha bo'lishi kerak? Hidro elektr stantsiyaning f.i.k. 80 % deb oling.

8. Bir yil davomida mamlakatimiz issiq elektr stantsiyalari (IES) taxminan qancha miqdorda metan gazi sarf qiladi. IES larning f.i.k. ni o'rtacha 40% deb oling.

9. CHorvoq suv omborining suv sig'imi 4 mlrd m³ bo'lsa, shu suv havzasiga qurilgan, to'g'oni balandligi 200 m bo'lgan GES ning quvvati qancha bo'lishi mumkin. GES ning f.i.k. ni 80 % deb oling va u yil davomida bir me'yorda ishlab barcha suvni sarflaydi deb qarang.

10. Sirdaryo IES ning o'rtacha quvvati 3 MVt bo'lsa, bu stantsiya sutkasiga qancha metan gazi yoqadi. IES ning f.i.k. ni 35 % deb oling.

11. Mamlakatimizda yillik ishlab chiqarilgan elektr energiyasining taqsimotidan, bitta oilaga, bir kunda qancha elektr energiyasi mos kelishini toping. Mamlakatimiz aholisini 8 mln. oiladan iborat deb qarang.

Tayanch so'z va iboralar.

Energiya, yoqilg'ilarning yonish energiyasi, shartli yonilg'i, neft yonilg'isi, elektr energiyasi, elektr energiyasini ishlab chiqarish, elektrostantsiyalar, magnit maydoni, energetik zahiralari, yadro energiyasi, geotermal energiya, quyosh energiyasi, shamol energiyasi. Elektrostantsiyaning quvvati, atom elektr stantsiyalari, issiqlik elektr stantsiyalari, gidro elektr stantsiyalar, energiya samaradorligi, energiya isrofi, texnologik jarayon, energetik xavfsizlik, energiya auditori, yillik energiya ishlab chiqarish, energiya taqsimoti, energiya nazorati.

Nazorat savollari:

1. Energiyaning qanday turlari mavjud va ular insoniyat taraqqiyotida qanday ahamiyatga ega?
2. Energiya fanda va amaliyotda qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Elektrotexnika fani paydo bo'lishida o'zining qanday rivojlanish bosqichlarini bosib o'tgan?
4. Nima uchun sanoat elektrotexnikasi faqat 19-asr oxirlariga kelib rivojlana boshladi?
5. Faradeyning elektromagnitik induksiya qonunini amaliy ahamiya tini tushuntiring Elektr energiyasini katta masshtablarda ishlab chiqarishning salbiy jihatlari nimalardan iborat?
6. Mamlakatimizda elektr energiyasi asosan qanday usulda ishlab chiqariladi va nima uchun?
7. Jahon elektr energetikasida qaysi usulda elektr energiyasi ishlab chiqarish yetakchilik qiladi?
8. Jahon va mamlakatimiz elektr energetikasining va umuman energetikaning global muammosi nimadan iborat?
9. Nima uchun jahon elektr energetikasi so'nggi yillarda ko'mirga asoslanmoqda?
10. Energiya tejamlor texnologiyalar nima va ularni qo'llash nimalarga olib keladi?
11. Tejamkor texnologiyalar sohasida jahonning qanday yirik ishlab chiqaruvchilari yetakchilik qilmoqda?
12. Mamlakatimiz sharoitida energiya tejamlor texnologiyalarni qanday joriy etish mumkin? Buning uchun nima qilish kerak?
13. Mamlakatimizning kichik biznes va tadbirkorlik tizimlaridagi oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqaruvchilarini raqobatbardoshligini oshirish va jahon bozoriga chiqishi uchun nimalar qilish kerak?

1. Jaxon elektr energetikasining asosiy ko'rsatkichlari.
2. O'zbekiston elektr energetikasi xaqida ma'lumotlar.
3. Energetika va elektroenergetikaning global va mintaqaviy muammolari va ularning yechimi.

1. Jahon elektr energetikasining asosiy ko'rsatkichlari

Hozirgi paytda jahon elektr energetikasi o'zining rivojlanish bosqichida 4-bosqichga-muqobil energetikaga o'tmoqda, ya'ni mavjud an'anaviy elektr energetikasidan (AES, IES va GES) muqobil energetikasi sohasi ajralib chiqmoqda. Uning miqdori bugungi kunda nisbatan kam bo'lsa ham (umumiy energiyaning 1 % qismi atrofida) yil sayin intensiv ortib bormoqda. Muqobil energetikaga o'tishning asosiy sababi Yerning mavjud tabiiy yonilg'i zahiralari cheklanganligidir.

Bugungi kunda jahondagi barcha elektr stantsiyalarining (issiqlik elektr stantsiyalari, gidroelektr stantsiyalar va atom elektr stantsiyalar birgalikda) **umumiy quvvati 3000 GVt** atrofida bo'lib, bu stantsiyalar bir yilda **23 536 mlrd. kVt soat** elektr energiyasi ishlab chiqarmoqda. Elektr energiyasini ishlab chiqarish usullari va uning miqdori bugungi kunda quyidagicha:

Issiqlik elektr stantsiyalari

Umumiy quvvati 1880 GVt IES - yillik ishlab chiqarilgan energiyaning 63%, qismini tashkil qiladi.



Gidro elektr stantsiyalar:

Umumiy quvvati 715 GVt Yillik energiyaning **24 %** qismini yoki 171,6 mlrd. kVt soat elektr energiya ishlab chiqarmoqda.



Atom elektr stantsiyalari:

Umumiy quvvati 380GVt. Yillik energiyaning **13%** qismini yoki 49,4 mlrd kVt soat elektr energiya ishlab chiqarmoqda.



Izoh: Ma'lumotlar 2014 yil yakunlari bo'yicha olingan.

Energiyaning asosiy qismi yirik va rivojlangan davlatlar xissasiga to'g'ri keladi: AQSH - 3600 mlrd. kVt soat; Yaponiya - 930 mlrd. kVt soat; Xitoy - 900 mlrd. kVt soat; Rossiya - 845 mlrd. kVt soat; Kanada, Ger- maniya, Frantsiya birgalikda - 500 mlrd. kVt soat. Jami elektr energiyaning 6700 mlrd. kVt soat qismi, ya'ni 26 % i shu davlatlar hissasiga to'g'ri keladi. Jahondagi eng katta elektr stantsiyalar quyidagilardir:

Dunyodagi eng katta GES Xitoyning Uch-dara stantsiyasi bo'lib 1992-yilda ishga tushirilgan, quvvati 22 GVt, yiliga 100 mlrd. kVt soat enrgiya ishlab chiqaradi. Ikkinchi o'rinda 2007-yilda Braziliya ning Amazonka daryosida qurilgan Itaypu GES i turadi. Uning quvvati 14 GVt bo'lib yiliga 95 mlrd. kVT soat dan ortiq energiya ishlab chiqaradi.

Dunyodagi eng katta IES Xitoyning Tanchun stantsiyasidir. Uning quvvati 6,6 GVt. Bir yilda 35 mlrdkVT soat energiya ishlab chiqaradi. Asosan ko'mir yonilg'isida ishlaydi.

Dunyodagi eng katta AES Yaponiyaning Fukusimo stantsiyasi. Uning quvvati 8,8 GVt. 2011-yildagi avariya dan keyin ham u eng katta stantsiya maqomini saqlab kelmoqda.

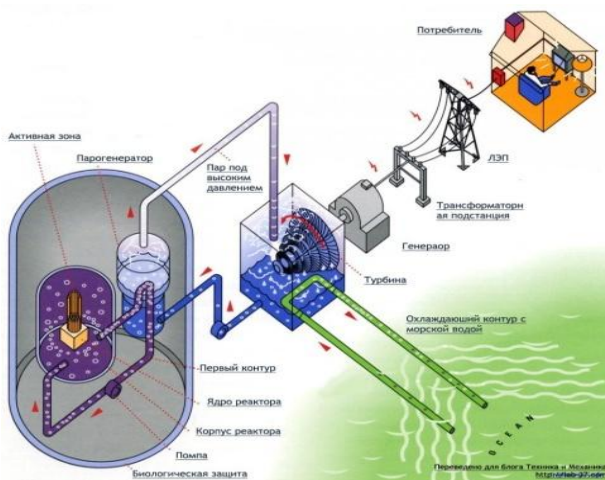
Dunyodagi birinchi AES Rossiyaning Obninsk shahrida 1954-yilda ishga tushirilgan, uning quvvati 6 MVt edi. Keyinchalik, 1956 yilda Angliyada quvvati 60 MVt bo'lgan stantsiya, 1958-va 1960-yillarda Germaniyada quvvatlari 68 MVt va 207 MVt bo'lgan AES lar qurildi. Agar e'tibor bersangiz stantsiyalarning quvvati bir necha yil ichida bir necha o'n baravar ortgan. Bu o'sha yillarda atom energetikasi sohasining keskin rivojlanishi bilan bog'liq. Bugungi kunda Yer yuzi bo'yicha 31 mamlakatda 190 dan ortiq AES lar ishlab turibdi, 1-rasmga qarang.



2.1-rasm. Yer yuzidagi AES larning joylashuv xaritasi.

Lekin so'nggi yillarda, ayniqsa Yaponiyaning Fukusimo AES avariyaasidan so'ng jahonda AES larga bo'lgan qiziqish so'nib bormoqda. Eng ko'p AES larga ega davlatlar, masalan Frantsiya va Germaniya kelajakda ularni kamaytirishni rejalamoqda. CHunki amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, insoniyat texnikaviy taraqqiyotining bugungi darajasi atom energiyasidan xavf-xatarsiz foydalanishga hali tayyor emas. SHuning uchun ham, birinchi prezidentimiz I. A. Karimov tashabbusi bilan Markaziy Osiyo mintaqasi yadrodan xoli mintaqaga aylantirilgan.

20-asrning ikkinchi yarmida keskin taraqqiy etgan atom energetikasi 21-asr boshlarida ekologik nuqta-inazardan talabga javob bera olmay qoldi. Jahon fani atom energiyasidan foydalanishning yangi texnologiyalari ustida izlanmoqda. 1953 yilda Amerikaning o'sha davrdagi prezidenti Duayt Eyzexauer atom energiyasidan tinchlik maqsadlarida foydalanish tashabbusi bilan chiqdi. SHu asosda 1957 yilda BMT tashabbusi bilan Atom energiyasidan tinchlik maqsadida foydalanishni tartibga soluvchi xalqaro tashkilot MAGATE (mejdunarodnoe agentstvo po atomnoy energetike) - IAEA (International Atomic Energy Agency) tashkil topdi.



Yadro reaktori.



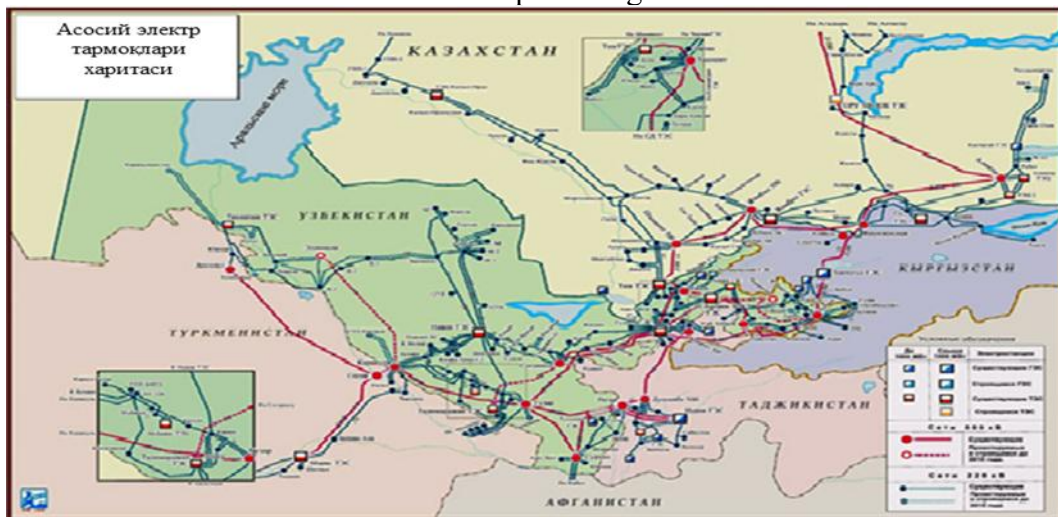
Ekologik xatarlar.

O'zbekiston elektroenergetikasi haqida ma'lumotlar.

O'zbekistonda dastlabki elektrostantsiya Bo'zsuv elektrostantsiyasi bo'lib u 1926-yilda ishga tushirilgan. Keyingi davrlarda katta quvvatli: CHirchiq-Bo'zsuv, SHaxrixon, Namangan gidroelektr stantsiyalari kaskadi, Farxod, CHorvoq gidroelektr stantsiyalari; Farg'ona, Quvasoy, Toshkent, Angren, Yangi Angren, Oxangaron, Navoiy, Taxiatosh, Tolimarjon issiqlik elektrostantsiyalari va boshqa o'rta va kam quvvatli stantsiyalar qurildi va bugungi kunda mamlakatni elektr energiyasi bilan taminlab turibdi. SHu kunlarda To'raqurg'onda 900 MVt quvvatli issiqlik elektr stantsiyasi qurilishi olib borilmoqda.

Mamlakatimiz xududida kattta tog' daryolari yo'q, mavjud kichik tog' daryolarida esa katta quvvatli elektrostantsiyalar qurish imkoniyati cheklangan. SHuning uchun xam mamlakatimizda elektr energiyasi ishlab chiqarish asosan (85%) issiqlik elektrostantsiyalari IES hisobiga to'g'ri keladi. Bugungi mavjud issiqlik elektr stantsiyalar gaz yonilg'isiga asoslangan. CHunki o'tgan asrning 70-yillaridan boshlab mamlakatimizda tabiiy gaz olish va undan foydalanish tez rivojlandi. Sobiq sho'rolar davrida

mamlakatimiz xududida elektroenergetika soxasi nisbatan aktiv rivojlangan bo'lsada, lekin u o'sha paytdagi mamlakat o'rtacha ko'rsatkichidan ancha past bo'lgan.



2.2-rasm. Markaziy Osiyo yagona elektr tarmoqlari tizimi (220 kV va 500 kV liniyalar).

O'sha paytda rejalashtirilib qurilgan katta quvvatli elektrostantsiyalar O'rta-Osiyo regionini nuqtai nazaridan qurilgan va ular qo'shni Tojikiston va Qirg'iziston davlatlari xududida joylashgan.



2.3-rasm. Qamchiq dovoni orqali o'tgan elektr uzatish liniyasi.

Mamlakatimiz makaziyOsiyo (O'zbekiston, Kozogiston, Tojikiston, Turkmaniston, Kirgiziston) yagona enegetik tizimi orqali elektr energiyasi bilan ta'minlangan. -

Mamlakatimizdagi sanoatning qo'shni davlatlarga nisbatan ancha tezkor suratlar bilan o'sib borishi, axolining elektr ta'minotiga bo'lgan talabining tinimsiz ortishi natijasida mamlakatimizda, ayniqsa Toshkent viloyati va Farg'ona vodiysi viloyatlarida elektr energiyasi tanqisligi yuzaga keldi. CHunki bu xududlar bir qism elektr energiyani qo'shni Tojikiston (Qayroqum elektrostantsiyasi) va Qirg'iziston (Nurek, To'xtaql elektrostantsiyasi) davlatlaridan olar edi va bu taminot tez -tez uzilib turar edi. SHuning uchun xam 2008-2009 yillarda Farg'ona vodiysini elektr energiyasi bilan taminlash maqsadida **Angren-O'zbekiston** yuqori kuchlanishli elektr liniyasi qurildi va Farg'ona vodiysi mamlakatning boshqa xududlari bilan ichki liniyalar orqali bog'landi 3-rasm. Mamlakat energetikasida asosiy e'tibor mavjud elektrostan- tsiyalarni quvvatini oshirish va qo'shimcha issiqlik elektrostantsiyalari qurishga qaratildi.

2009 yildan boshlab mamlakatimiz elektroenergetika tizimi mustaqil energetik tizim sifatida faoliyat boshladi. Bugungi kunda elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni uzatish, taqsimlash va elektr energiyasi bilan bog'liq barcha faoliyat bilan 2001 yilda tashkil topgan **Uzbekenergo** davlat aktsiyadorlik kompaniyasi (**Uzbekenergo DAK**) shug'ullanadi.

Mamlakatimizning asosiy elektroenergetik ko'rsatkichlari

Elektrostantsiyalarning umumiy quvvati - **12.3 mln kVt**;

Ishlab chiqarilgan yillik elektr energiya - **48 mlrd Kv t soat**;

Katta quvvatli elektrostantsiyalarning soni - **39 ta**.

Eksport **11.5 Mlrd KVt soat**, Import **11,4 Mlrd KVt soat**

Mamlakatning eng katta elektrostantsiyalari:

IES: Sirdaryo - 3 GVt, Yangi Angren - 2,1 GVt, Toshkent - 1,86 GVt,

Navoiy - 1,25 GVt, Tolimarjon - 0,8 GVt.

GES: CHorvok - 620 MVt, Farxod -500 MVt, Xojikent - 165 MVt,

G'azalkent - 120 MVt

Yillik elektr energiyaning tarmoqlar bo'yicha taqsimoti:

40 % - sanoatga; 30 % - qishloq xo'jaligiga; 20 % - aholiga; 10 % - transport tizimiga

Issqlik elektr stantsiyalari -85,1%

Gidro elektr stantsiyalar -11,4%;

Korxonalar kichik stantsiyalari-3,5%

Jami 100 %

Izoh. Ma'lumotlar 2014 yil yakunlari asosida olingan.

Ma'lumki, hozirda deyarli barcha texnologik va elektrotexnik qurilma va mashinalarning (suv nasoslari, issiq va sovuq suv ta'minoti tizimlari, liftlar, konveyerlar, avtomatlashgan ishlab chiqarish liniyalari, ventilyatsion tizimlar va hokazo) ijrochi organlarini elektr dvigatelli yuritmalar tashkil etadi. Butun dunyoda ishlab chiqariladigan elektr energiyaning deyarli 60% qismi asinxron motorlarda mexanik energiyaga o'zgartirilgan ekan. Demak aynan shu jarayonlarni foydali ish koeffitsientini oshirish elektr energiyasi tejamkorligi muhim ahamiyatga ega. Buning uchun jahonning yetakchi rivojlangan tashkilotlari zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqmoqda. Bu sohada quyidagi ishlab chiqaruvchilarning mahsulotlari yuqori energiya tejamkor hisoblanadi: SOLCON (Isroil), TOSHIBA (Yaponiya), SIEMENS (Germaniya), DELTA (Xitoy), ABB (Evropa) va boshqalar. Har qanday ishlab chiqarish jarayoni o'zining turli texnologik jaryonlar ketma-ketligiga ega. Tejamkor ishlab chiqarishni tashkil etishda ayni shu ketma-ketliklarning barchasi yagona –energiya tejamkorligi nuqtai-nazaridan tashkil etiladi.

Masalalar.

8. Erning radiusini 6400 km deb hisoblab Yer shari sirtiga

tushayotgan quyosh nuri quvvatini toping. 1 m² yuzaga mos quvvat 1000 Vt deb oling.

2. O'zbekistonda bir yilda 50 mlrd kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqariladi va iste'mol qilinadi. Yuqoridagi masala shartidan O'zbekiston hududiga tushayotgan quyosh energiyasini hammasini elektr energiyasiga aylan- tirilsa bir kunlik Quyosh energiyasi O'zbekiston uchun qancha vaqtga yetadi?

3. Yer shari sirtiga bir sekundda tushgan Quyosh energiyasi qancha quruq o'tinning yonish energiyasiga mos keladi?

4. Elektr hisoblagichning ko'rsatishi dastlab 0023456 edi bir oydan so'ng uning ko'rsatishi 0023728 bo'ldi. 1 kVt soat elektr energiyasi 204 so'm bo'lsa, hisoblagich bo'yicha qancha so'mlik energiya iste'mol qilingan.

5. 1-jadvalda berilgan barcha moddalarning solishtirma yonish issiqliklarini shartli yonilg'iga nisbatan ifodalang (jadvaldagi ko'rsatkichlarni o'rtachasini oling).

6. Uyingizdagi bir kunlik elektr energiya sarfini shartli yonilg'i va quruq o'tin hisobida ifodalang.

7. Mamlakatimizda ishlab chiqarilgan yillik umumiy elektr energiyani hosil qilish uchun to'g'onining balandligi 100m bo'lgan GES ning suv sig'imi qancha bo'lishi kerak? Gidro elektr stantsiyaning f.i.k. 80 % deb oling.

8. Bir yil davomida mamlkatimiz issiq elektr stantsiyalari (IES) taxminan qancha miqdorda metan gazi sarf qiladi. IES larning f.i.k. ni o'rtacha 40% deb oling.

9. CHorvoq suv omborining suv sig'imi 4 mlrd m³ bo'lsa, shu suv havzasiga qurilgan, to'g'oni balandligi 200 m bo'lgan GES ning quvvati qancha bo'lishi mumkin. GES ning f.i.k. ni 80 % deb oling va u yil davomida bir me'yorda ishlab barcha suvni sarflaydi deb qarang.

10. Sirdaryo IES ning o'rtacha quvvati 3 MVt bo'lsa, bu stantsiya sutkasiga qancha metan gazi yoqadi. IES ning f.i.k. ni 35 % deb oling.

11. Mamlakatimizda yillik ishlab chiqarilgan elektr energiyasining taqsimotidan, bitta oilaga, bir kunda qancha elektr energiyasi mos kelishini toping. Mamlakatimiz aholisini 8 mln. oiladan iborat deb qarang.

Tayanch so'z va iboralar.

Energiya, yoqilg'ilarning yonish energiyasi, shartli yonilg'i, neft yonilg'isi, elektr energiyasi, elektr energiyasini ishlab chiqarish, elektrostantsiyalar, magnit maydoni, energetik zahiralari, yadro energiyasi, geotermal energiya, quyosh energiyasi, shamol energiyasi. Elektrostantsiyaning quvvati, atom elektr stantsiyalari, issiqlik elektr stantsiyalari, gidro elektr stantsiyalar, energiya samaradorligi, energiya isrofi, texnologik jarayon, energetik xavfsizlik, energiya auditori, yillik energiya ishlab chiqarish, energiya taqsimoti, energiya nazorati.

Nazorat savollari:

1. Energiyaning qanday turlari mavjud va ular insoniyat taraqqiyotida qanday ahamiyatga ega?
2. Energiya fanda va amaliyotda qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Elektrotexnika fani paydo bo'lishida o'zining qanday rivojlanish bosqichlarini bosib o'tgan?
4. Nima uchun sanoat elektrotexnikasi faqat 19-asr oxirlariga kelib rivojlana boshladi?
5. Faradeyning elektromagnitik induksiya qonunini amaliy ahamiya tini tushuntiring.
6. Elektr energiyasini katta masshtablarda ishlab chiqarishning salbiy jihatlari nimalardan iborat?
7. Mamlakatimizda elektr energiyasi asosan qanday usulda ishlab chiqariladi va nima uchun?
8. Jahon elektr energetikasida qaysi usulda elektr energiyasi ishlab chiqarish yetakchilik qiladi?
9. Jahon va mamlakatimiz elektr energetikasining va umuman energetikaning global muammosi nimadan iborat?
10. Nima uchun jahon elektr energetikasi so'nggi yillarda ko'mirga asoslanmoqda?
11. Energiya tejamkor texnologiyalar nima va ularni qo'llash nimalarga olib keladi?
12. Tejamkor texnologiyalar sohasida jahonning qanday yirik ishlab chiqaruvchilari yetakchilik qilmoqda?
13. Mamlakatimiz sharoitida energiya tejamkor texnologiyalarni qanday joriy etish mumkin? Buning uchun nima qilish kerak?
14. Mamlakatimizning kichik biznes va tadbirkorlik tizimlaridagi oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqaruvchilarini raqobatbardoshligini oshirish va jahon bozoriga chiqishi uchun nimalar qilish kerak?

3-MA'RUZA. O'zgarmas elektr toki va zanjirlari

Reja.

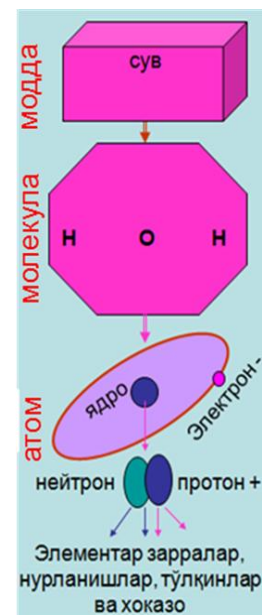
1. Elektr zaryadi va elektr maydoni. Kondensatorlar.
2. Elektr tokining kimyoviy manbalari.
3. Elektr zanjirining ish rejimlari va asosiy qonuniyatlari.
4. Elektr zanjirlarini xisoblash usullari

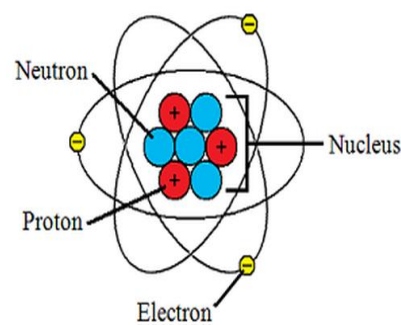
1. Elektr zaryadi, elektrostatik maydon. Kondensatorlar.

Tabiatdagi barcha modda larni tashkil qiluvchi moddiy asos mavjud bo'lib bu asoslarning turli xil miqdor- lardagi jamlanmasi turli moddalarni tashkil qiladi. Bu moddiy asosni fanda **atom** deymiz. Atomlar jamlanmasi turli **molekulalarni, ular esa moddalarni tashkil qiladi.** Elektrni tashkil qiluvchi eng kichik zarralar ham mavjud bo'lib, bu zarralar zaryadlangan zarracha - **elektron va protondir.** Tabiatdagi barcha elektr hodisalarini tashkil qiluvchi asos- elektron va proton bo'lib, ularning turli muhitlardagi harakati elektr tokini hosil qiladi. SHuning uchun ham elektr xodisalarini o'rganish turli muxitlardagi elektronlar yoki protonlarning harakatini va ularning boshqa moddalar, hamda biri-biri bilan tasirlashuvlarini o'rganishdan iborat.

Elektr zaryadlari elektron va protonlar zaryadlaridan iborat. Eng kichik zaryadli elementar zarralar elektron – manfiy zaryadli, va proton –musbat zaryadli deb qabul qilingan. Elektron va protonning zaryadlari absolyut miqdorlari esa teng:

$$|r| = |e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Kl.}$$

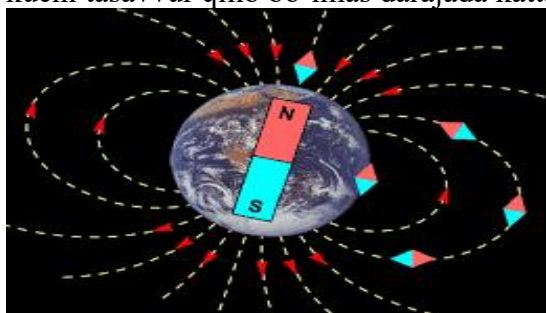




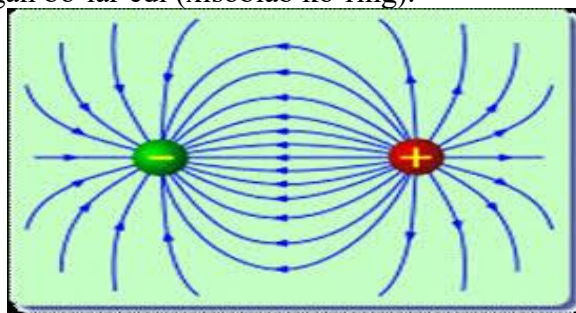
Moddaning atom modeli

Turli xil moddalarning atomlari bir-biridan elektronlar, protonlar va neytronlarning sonlari bilan farq qiladi. Turli xil molekulalar bir lashib turli xil kimyoviy moddalarni hosil qiladi. Atom va molekula larda gi elektrik kuchlarning tabiati moddaning kimyoviy va fizikaviy xusu siyatlarini keltirib chiqaradi.

Normal xolda odatda moddalarda elektronlar va protonlarning soni teng bo'lib modda elektr jixatdan zaryadsiz-neytral bo'ladi, shuning uchun bu moddalar orasida Kulon kuchlari paydo bo'lmaydi. Agar moddadan qanchadir elektron boshqa moddaga ko'chirilsa, yoki moddaga tashqaridan qanchadir elektron kiritilsa modda zaryadlanadi va zaryadli moddalar orasida Kulon kuchi paydo bo'ladi. Masalan inson tanasida elektronlar va protonlar soni 1 % ga farq qilsa, 1m masodada turgan ikkita odam orasidagi Kulon kuchi tasavvur qilib bo'lmas darajada katta bo'lgan bo'lar edi (xisoblab ko'ring).



Erning magnit maydoni.



Dipolning (ikkita qarama-qarshi zaryad) elektrostatik maydoni

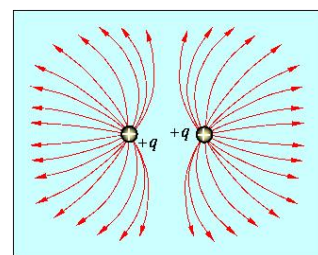
Qo'zg'almas zaryadning elektr maydoni elektrostatik maydon deb ataladi. Maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi shartli ravishda qabul qilingan, bunda musbat zaryadning kuch chiziqlari zaryaddan tashqariga, manfiy zaryadniki zaryadga qarab yo'nalgan deb qaraladi.

Elektrostatik maydon kuch chiziqlarining asosiy xususiyatlaridan biri shundaki, kuch chiziqlari doimo to'g'rilanishga harakat qiladi, shuning uchun ham bir xil ishorali zaryadlar o'zaro bir-biridan uzoqlashishga, qarama-varshi zaryadlar yaqinlashishga harakat qiladi.

Kuch chiziqlarining o'zaro tasiri miqdoriy ko'rsatkichlari Kulon qonuni orqali aniqlanadi.

Ikkita zaryadning o'zaro tasir Kulon kuchi shu zaryadlar kattaliklariga to'g'ri, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional. Agar e'tibor bersangiz Kulon kuchi formulasi N'yutonning butun olam tortishish qonuni-gravitatsion kuchga o'xshash. Faqat farq shundaki, Kulon kuchlari o'zaro tortishish va itarishish xususiyatiga ega bo'lsa, gravitatsion kuch esa faqat tortishish xususiyatiga ega.

Bu yerda k-proporsionallaik koeffitsienti, ya'ni o'zaro 1 m masofada joylashgan, har birining zaryadi 1 Kulondan bo'lgan ikkita zaryad vakuum- da o'zaro $9 \times 10^9 \text{ N}$ kuch bilan ta'sirlashadi degani. Elektrostatik maydon uning kuchlangan ganligi Ye bilan xarakterlanadi.



Кулон қонуни

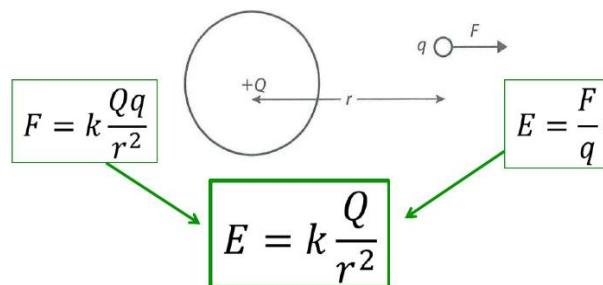
$$F = k \frac{|q_1| \times |q_2|}{R^2}$$

$$k = 8.992 \times 10^9 \frac{\text{H} \cdot \text{m}^2}{\text{K} \cdot \text{л}^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon}$$

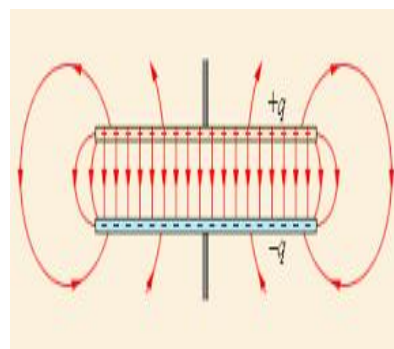
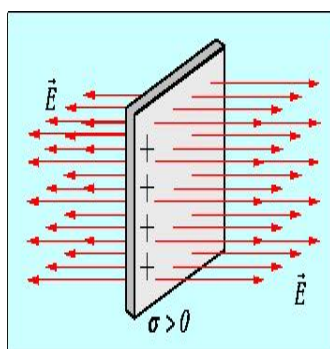
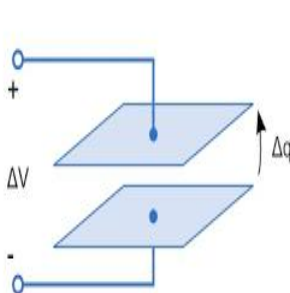
$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{\text{K} \cdot \text{л}^2}{\text{H} \cdot \text{м}^2}$$

Q zaryadning biror A nuqtadagi hosil qilgan kuchlanganligi shu zaryadning katta ligi va A nuqta bilan zaryad orasidagi masofaga bog'liq. Q zaryaddan r masofadagi maydonning kuchlanganligi



Maydon kuchlanganligi bevosita o'lchash uchun A nuqtada biror q zaryad mavjud deb qaraymiz. Bu zaryadga Q zaryad tasir ko'rsatadi albatta. Endi shu ta'sir kuchini Kulon qonuni orqali topamiz, va bu kuchni q zaryadning miqdoriga nisbati maydonning kuchlanganligini beradi. Demak kuchlanganlik $E = F / q$ Uning o'lchov birligi $N / Kl = V/m$

Elektrostatik maydon energiyasidan foydalanish uchun maydonni yig'iladi, buning uchun kondensatorlardan foydalaniladi. Eng sodda kondensator yassi kondensator, ya'ni ikkita paralel plastinkadir



Yassi kondensator Plastikardagi maydon Kondensatordagi maydon

Kondensatorning sig'imi va energiyasi. Elektr sig'imning o'lchov birligi **Farada (F)** $1 F = 1 Kl / 1 V$

Odatda sig'imning mkF ($10^{-6} F$), pF ($10^{-9} F$), nF ($10^{-12} F$), bo'laklari ishlatiladi.

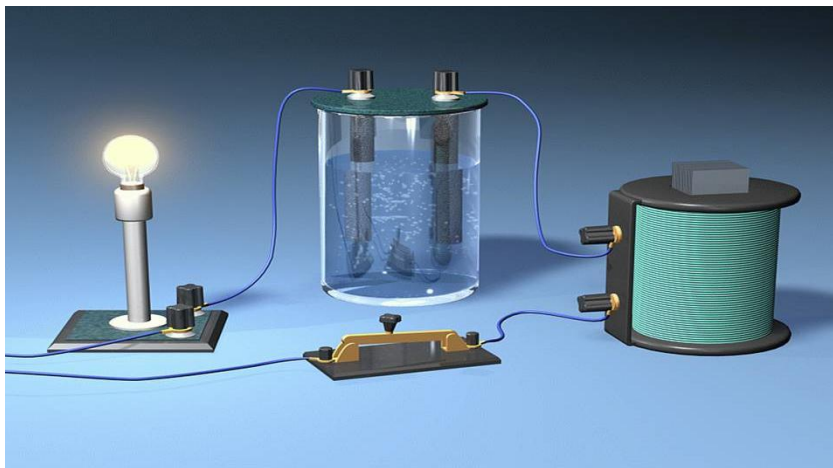
Kondensator energiyasi uning elektr sig'imiga va qoplamalr orasidagi kuchlanishning kvadratiga to'g'ri proporsional. Xulosa qilib aytganda amalda kondesatorlar elektr maydonini (demak qo'zg'almas elektr zaryadlarni) o'zida yig'adi. Bu xuddi maxsulotlarni idishga solishga o'xshab ketadi, masalan suvni chelakga, kartoshkani qoplarga, gazni yopiq idishga solinadi va hokazo. Bu idishlarni sig'imi bo'lgani singari kondensatorni ham sig'imi mavjud. Agar chelakni sig'imi unga qancha suv sig'ishiga qarab litrda o'lchansa, kondensatorni sig'imi u qancha zaryad solinganda uchlarda qancha kuchlanish hosil qilishiga qarab (Faradalar) baholanadi ($F = \text{Kulon/Vol't}$)

Kondensatorlar odatda elektr sxemalarda signallarni fazalari bo' yicha siljitish (kechiktirish) uchun ishlatiladi. Amalda ularning kera mikali, qog'oz qoplama li, elektrolitli turlari mavjud. SHak- liga ko'ra kondensatorlar yassi, tsilindrik, sharsimon, ko'p qoplamli, shuningdek sig'imi o'zgarmas va sig'imi o'zgaruvchan turlari mavjud.

2. Elektr tokining kimyoviy manbalari. Bugungi kunda kam quvvatli elektr va elektron qurilmalarda asosan kimyoviy tok manbalari akkumulyator va batareyalar keng qo'llaniladi. Kimyoviy tok manbalarida kimyoviy reaktining energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Birinchi kimyoviy tok manbai 1800 yilda italyan olimi Aleksand Vol'ta tomonidan yaratilgan. Bu tok manbai juda sodda bo'lgan, ya'ni tuzli suvga tushirilgan ikkita mis va rux elektrodlardan iborat bo'lgan. 1836 yilda ingliz kimyogar olimi Jon Daniel Vol'ta tajribasidagi sho'r suv o'rniga oltingugurt kislotasini qo'llagan. 1865 yilda frantsz olimi J . Leklanshe ammoniy aralashmali suyuqlikli elementni va marganets oksidli MnO_2 quruq kimyoviy elementni kashf qildi. Uning ixtiroasi asosida 1896 yilda [National Carbon](#) kompaniyasi quruq batareykalarni ommaviy ishlab chiqarishni boshladi.



СИҒИМИ ўЗГАРУВЧАН
КОНДЕНСАТОР



3.1-rasm. Oddiy suvda osh tuzining erishi jarayonida elektr toki hosil bo'lishi.

Kimyoviy tok manbalari kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lib ajralib chiqadigan reaksiya mahsulotlarining tarkibi elektr jihatdan zaryadli bo'lib qolishiga asoslangan. Bunda reaksiya natijasida zaryadli zarralar-ionlar hosil bo'ldi deb yuritiladi. Albatta har qanday reaksiyada ham ionlar hosil bo'lavermaydi. Buning uchun kerakli kimyoviy tarkibni tanlagan holda kimyoviy reaksiyani amalga oshirish zarur. SHuning uchun ham kimyoviy tok manbalari ayrim moddalarning reaksiyalariga asoslanadi

Kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan elektr energiyasining tashqi zanjirga berilishi akumulyatorning ish jarayoni (razryadlanishi) aksincha tashqaridan energiya olib kimyoviy jarayonning qayta tiklanishi akumulyatorning zaryadlanishi deb aytiladi.

Agar kimyoviy jarayonlar tiklanmas bo'lsa bunday tok manbalari akumulyator emas, bir martalik tok manbalari (batareyalar) deb yuritiladi. Demak batareyalarda tok hosil bo'lish jarayoni qayta tiklanmaydigan kimyoviy reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi. Akumulyatorlarda esa tok ishlab chiqarish jarayonining kimyoviy reaksiyasi qaytuvchan, ya'ni tiklanuvchandir. Buning uchun akumulyatorga tashqaridan energiya berilsa jarayon tiklanadi va biz bu tiklanish jarayonini akumulyatorni zaryadlash deb ataymiz.

Ishlab chiqaruvchi tomonidan akumulyatorlarda uning ishchi kuchlanishi, tok sig'imi, zaryad-razryad tsikllari soni, kimyoviy elementi, ishlab chiqaruvchining nomi, akumulyatorning turi ko'rsatilgan bo'ladi. Batareyalarda ham bu ko'rsatkichlar (zaryad-razryad tsikllari sonidan tashqari) keltirilgan bo'ladi, lekin aksariyat hollarda batarezlarda tok sig'im ko'rsa tilmaydi.

Akkumulyator va batareyalardagi ishchi elementlar nafaqat kimyoviy jihatdan, balki elektrik xususiyatlari bilan ham farq qiladi. Akumulyatorlarda ishlatiluvchi, kimyoviy reaksiyalari qayta tiklanuvchi kimyoviy tarkiblar asosan 1,2 V e.yu.k. (elektr yurituvchi kuchi) hosil qiladi. Kimyoviy reaksiyalari tiklanmaydigan reaksiyalarda esa 1,5 V e.yu.k. hosil bo'ladi. SHuning uchun akumulyatorlarning nominal kuchlanishi 1,2 V, batareya larda esa 1,5 V bo'ladi. Katta kuchlanishli akumulyatorlar 1,2 V kuchlanishli yacheykalarni o'zaro ulab hosil qilinadi (masalan 12V, 24 V va hokazo).

Bugungi kunda sanoatda akumulyator va batareyalarning juda ko'plab turlari ishlab chiqarilmoqda. Eng keng tarqalgan turlardan biri xalq tilida "barmoq" (pal'chik) nomini olgan A tip elementlardir (bundan keyingi matnlarda akumulyator va batareyalar umumiy nomda-element deb yuritiladi). Uning uch xil o'lchamdagi turlari mavjud, o'lchamlarning kichiklashib borishiga qarab A, AA, AAA turlarga bo'linadi. Bu turlar standart asosida elementning (akkumulyator yoki batareya bo'lishidan qat'iy nazar) geometrik o'lchamlari va massasini belgilaydi. Masalan AAA tur elementning o'lchamlari: uzunligi — 44,6 mm, diametri — 10,5 mm, massasi o'rtacha 12 gramm atrofida bo'ladi.

Quyidagi rasmda AA turdagi akumulyator ko'rsatilgan. Ushbu ko'rsatilgan akumulyatorni asosiy ko'rsatkichlarini sanab o'tamiz:

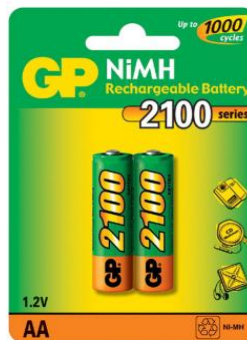
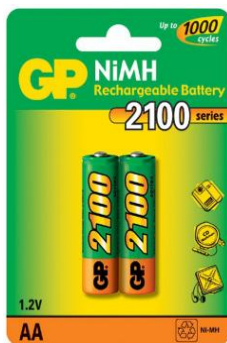
Turi (tip va o'lchami-tiporazmer)- AA;

Nominal kuchlanishi -1,2 V;

Tok sig'imi 2100 mA soat, (yoki $2,1A \cdot 3600 s = 7560 Kl$);

Zaryad-razryad tsikllari soni -1000 tadan ko'p;

Kimyoviy tarkibi NiMH;
Ishlab chiqaruvchi (Firma) - GP



3.2-rasm. Amalda keng tarqalgan elektr tokining kimyoviy manbalari-akkumulyatorlar.

Ushbu keltirilgan rasmdagi akumulyatorlarda jamlangan elektr energiya mos holda:

$$1,2 \text{ V} \times 2100 \text{ mA soat} = 1,2 \text{ V} \times 2,1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 9072 \text{ J.}$$

$$12 \text{ V} \times 100 \text{ A soat} = 12 \text{ V} \times 100 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 4\,320\,000 \text{ J.}$$

Demak avtomobil akumulyatorida oddiy barmoq tipidagi akumulyatorga qaraganda 470 marta katta energiya jamlangan.

Bugungi kunda sanoatda quyidagi kimyoviy tarkibli akumulyator va batarelar keng miqyosda ishlab chiqariladi

Kimyoviy tarkibi	Katod	Elektrolit	Anod	Kuchlanishi, V
<u>Marganets-ruxli element</u>	MnO ₂	KOH	Zn	1,56
<u>Marganets-olovoli element</u>	MnO ₂	KOH	Sn	1,65
<u>Marganets-magniyli element</u>	MnO ₂	MgBr ₂	Mg	2,00
<u>Qo'rg'oshin-ruxli element</u>	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Zn	2,55
<u>Qo'rg'oshin-kadmiyli element</u>	PbO ₂	H ₂ SO ₄	Cd	2,42
<u>Qo'rg'oshin-xlorli element</u>	PbO ₂	HClO ₄	Pb	1,92
<u>Simob-ruxli element</u>	HgO	KOH	Zn	1,36
<u>Simob-kadmiyli element</u>	HgO ₂	KOH	Cd	1,92
<u>Simob olov oksidli element</u>	HgO ₂	KOH	Sn	1,30
<u>Xrom-ruxli element</u>	K ₂ Cr ₂ O ₇	H ₂ SO ₄	Zn	1,8—1,9



3.3-rasm. Jahon sanoatida ishlab chiqarishi keng tarqalgan, barmoq turidagi akkumulyatorlar.

Tok manbalarida ishlatiluvchi asosiy kimyoviy elementlar va ularni ishlashida yuzaga keluvchi kimyoviy reaksiyalar haqida to'liqroq ma'lumotlar olish uchun Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 136-141 r. tavsiya etiladi.

3. Elektr zanjirining asosiy qonuniyatlari va ish rejimlari.

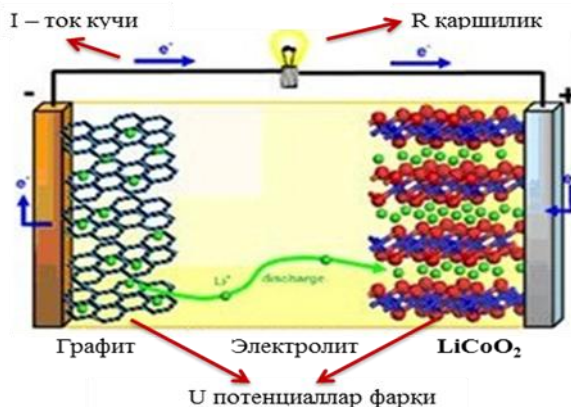
O'zgarmas tok manbaida manfiy zaryadlar bir tomonda musbat zaryadlar ikkinchi tomonda yig'ilgan bo'ladi va tashqi zanjir orqali elektronlar bir tomonga (manfiy elektrod katoddan musbat elektrod anod tomonga) harakatlanadi. SHuning uchun ham o'zgarmas elektr toki deganda faqat bir tomonga qarab oquvchi tok tushuniladi. Elektr tokining kattaligi tok kuchi i orqali harakterlanadi va u o'tkazgichdan oqib o'tayotgan q zaryad miqdorining t vaqtga nisbati bilan aniqlanadi

$$I = \frac{q}{t} \quad (A = \frac{Kl}{c})$$

Tok kuchi I ma'lum elektr zaryadlar ($q = eN$, bunda e elektron zaryadi, N elektronlar soni) yig'indisining uzluksiz harakatidan iborat bo'lib, son jixatdan ana shu zaryadlar miqdorining vaqtga nisbati bilan aniqlanadi. Tok kuchining o'lchov birligi sifatida Amper (A) qabul qilingan.

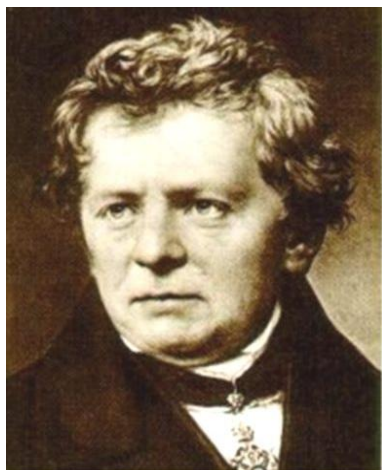
Masalan o'tkazgichdan 1 Amper tok kuchi ($1 A = 1 Kl / 1 s$), o'tishi uchun, uning kesimidan har sekunda $N = 1 Kl / 1,6 \cdot 10^{-19} Kl = 6,25 \cdot 10^{18}$ ta elektron o'tib turishi kerak, chunki shuncha miqdordagi elektronlar 1 Kulon zaryadni hosil qiladi.

Akumulyatorning katodi ortiqcha elektronlarga ega, anodda esa elektronlar uchun bo'sh o'rinlar bor. Tashqi zanjir orqali elektronlar anodga tomon harakatlanib tok oqimini hosil qiladi. Bu o'zgarmas elektr toki deb aytiladi.



3.4-rasm. Akkumulyatorlarda elektr toki hosil bo'lishi.

Akumulyatorlarda anod va katod plastinkalari (musbat va manfiy elektrodlar oralig'ida) energetik farq yuzaga keladi, bu potentsiallar farqi-kuchlanish deb aytiladi. Tashqi zanjir orqali orqali qancha tok kuchi o'tishi iste'molchi qarshiligiga bog'liq. Zanjirdagi tok kuchi I , kuchlanish U va qarshilik R orasidagi munosabat **Om qonuni** orqali aniqlanadi:

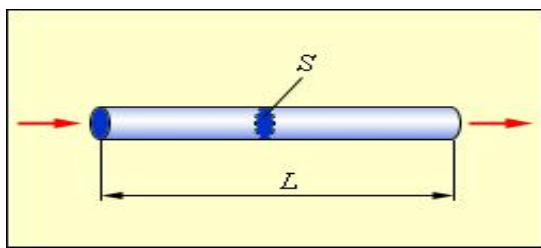


$$I = \frac{U}{R} \quad (1A = 1 V / 1 om)$$

1787-1854 yillarda yashagan mashhur nemis olimi Om Georg Simon oddiy tajribalar asosida juda muhim amaliy qonuniyatlarni yaratdi. U Germaniya maktablarida fizika va matematika fanlarini o'qitish bilan birga buyuk ilmiy kashfiyotlarni amalga oshirgan. Jumladan elektr zanjirining asosiy qonunini shuningdek kristallar optikasi va akustika sohasidaham bu kashfiyotlar qilgan. 1833 yildan u Nyurenberg universiteti professori va London qirollik jamiyati a'zosi bo'lgan. G.S. Om o'zining o'ta sodda tajribalari asosida elektrotexnikaning eng asosiy fundamental qonunlarini yarata olgan mashhur olimdir

Agar birlik vaqt ichida elektron oqimi (ularning soni) o'zgarmas bo'lsa, ya'ni teng vaqtlar orasida zanjirga bir xil miqdordagi elektr zaryadlar keltirib turilsa, bunday tok o'zgarmas tok deyiladi.

Om o'z tajribalarida manbaga turlicha qarshiliklarni ulab tokni o'zgarishini tekshirgan va zanjirdagi tok kuchi qarshilik bilan chiziqli



bog'langanligini birinchi bo'lib aniqlagan. O'tkazgich simlarning qarshiligi sim materialiga va uning geometrik o'lchamlariga bog'liq.

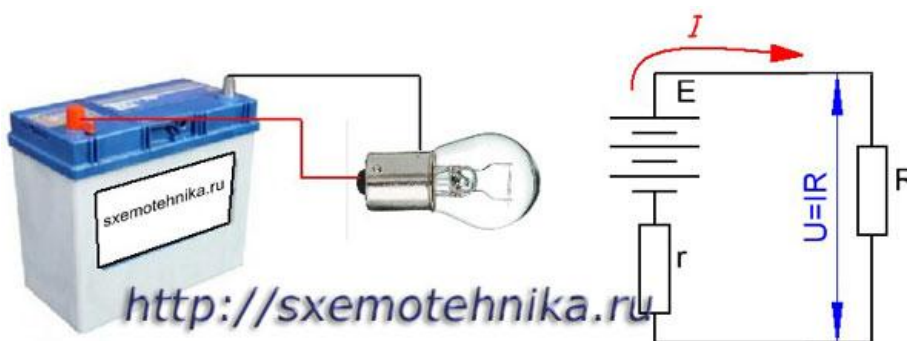
$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

bu yerda, ρ - simning solishtirma qarshiligi (Om x mm²/m yoki Om x m) bo'lib, shu simning materialiga bog'liq, S -simning ko'ndalang kesim yuzasi (m²), ℓ -simning uzunligi (m).

Ba'zan qarshilikka teskari kattalik-elektr o'tkazuvchanlik tushunchasi ham ishlatiladi. Elektr o'tkuvchanlikning birligi sifatida Simens (Sm) qabul qilingan.

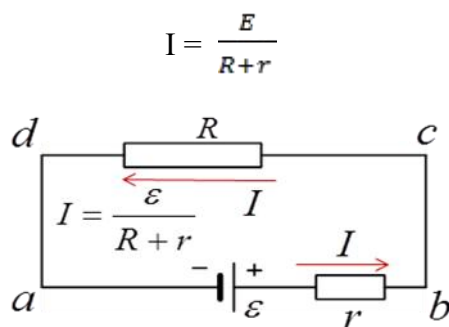
$$G = \frac{1}{R}; \quad \frac{1}{OM} = \frac{a}{e} = \text{Sm (Simens)}$$

Agar manbaning ichki qarshiligini hisobga olmasak, akumulyator klemmalari dagi kuchlanishni qarshilikka nisbati zanjirdagi tok kuchini beradi,



$I = U/R$ - bu zanjirning bir qismi (faqat tashqi zanjir) uchu Om qonuni deb yuritiladi. Odatda tok manbalaridan foydalanganimizda manbaning kuchlanishini akumulyator klemmalarida o'lchanadi. Bu kattalik tashqi zanjirga berilayotgan kuchlanish deb qaraladi. Aslida esa manbaning ichki qismidagi (akumulyatorlar plastin kalaridagi) elementlar ham qarshilikka ega va ularda ham kuchlanish tushuvlari yuzaga keladi. Ba'zi ideal hollarda (masalan, tashqi zanjirning qarshiligi juda katta bo'lganda) manbaning ichki qarshiliklarini hisobga olmaslik mumkin. Lekin amalda akumulyatorning ichki qismlaridagi qarshiliklar ham zanjirdagi jarayonlarga o'z ta'sirini o'tkazadi, shuning uchun ham manbaning ichki qarshiliklarini hisobga olish zarur.

Buning uchun manbani ichki qarshiligini r deb belgilab uni tashqi zanjir qarshiligi (iste'molchi) bilan ketma-ket ulaymiz. Natijada yopiq elektr zanjiri hosil bo'ladi, endi zanjirdagi umumiy kuchlanish R va r qarshiliklardagi kuchlanishlarning yig'indisi ($E = IR + Ir$) dan iborat bo'ladi, bu yig'indi manbaning elektr yurituvchi kuchi E (e.yu.k.) deb ataladi. Om qonuni esa to'la zanjir uchun Om qonuni deb yuritiladi.

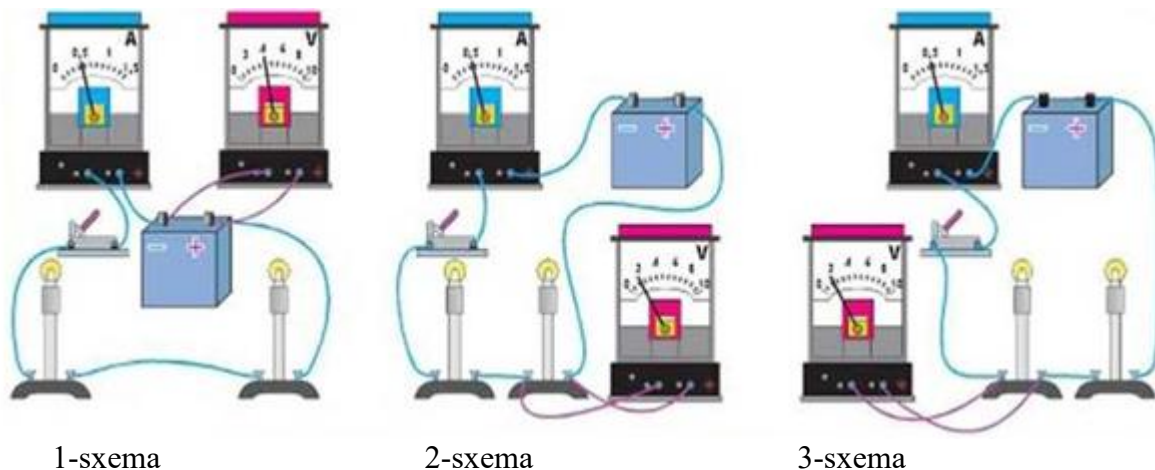


3.5-rasm. Om qonuniga doir.

To'la zanjir uchun Om qonunidan tashqi zanjirdagi kuchlanishni topsak

$$U = E - Ir.$$

Ketma-ket ulangan elektr zanjirida kuchlanishlarning taqsimotini tajribada ko'rib chiqamiz.



3.6-rasm. Iste'molchilarni ketma-ket ulash-Om tajribalari.

1-sxemada ikkita iste'molchi ketma –ket ulangan, umumiy kuchlanish 4 V, zanjirdagi tok kuchi 0,5 A, demak zanjirning umumiy qarshiligi Om qonuniga ko'ra $R = U/I = 8 \text{ Om}$. 2 va 3- sxemalarda esa har ikki iste'molchi-lampalardagi kuchlanishlar alohida-alohida o'lchandi. Lampalardagi kuchlanish 2 V dan, umumiy kuchlanish 4 V ga teng. Demak iste'molchilar ketma-ket ulanganda:

$$U_{\text{um}} = U_1 + U_2; \quad R_{\text{um}} = R_1 + R_2$$

Elektr tokining quvvati. Quvvatni hosil qiluvchi energetik sistemaning turidan qat'iy nazar vaqt birligida bajarilgan ish quvvat deb ataladi. Demak quvvat sistemaning ma'lum vaqtda qancha ish bajara olishini bildiruvchi kattalikdir. Quvvatning umumiy ta'rifiga ko'ra

$$P = \frac{A}{t}, \quad (Vt = \frac{\text{Жоул}}{\text{секунд}})$$

Elektr zanjiridan tok o'tganda ma'lum energiya ajralib chiqadi (ish bajariladi) bunda elektr tokining quvvati

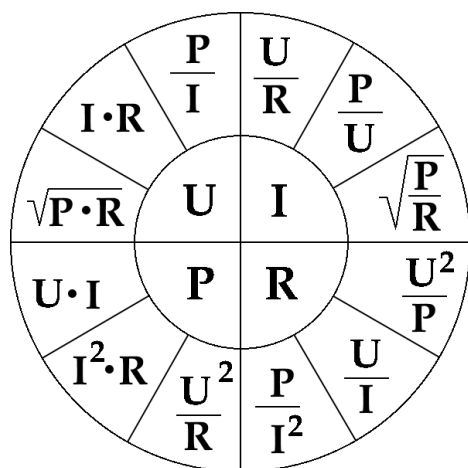
$$P = I U, \quad Vt = A \times V \quad (Vt = \text{Amper} \times \text{Vol't})$$

Quvvatning o'lchov birligi Vatt qisqacha Vt yoziladi ($Vt = V \times A$).

Amalda, masalan katta quvvatli mashina va mexanizmlarni, elektr stantsiya larni quvvatini ifodalashda ko'proq quvvatnig kilovat, Megovat, GegoVat birliklari ishlatiladi:

$$1 \text{ kVt} = 1000 \text{ Vt}; \quad 1 \text{ MVt} = 1\,000\,000 \text{ Vt}; \quad 1 \text{ GVt} = 1\,000\,000\,000 \text{ Vt}.$$

(ayrim chet el adabiyotlarida quvvat W orqali ham belgilanadi).



Ushbu sxema zanjirdagi asosiy kattaliklarning munosabatlarini bildiradi.

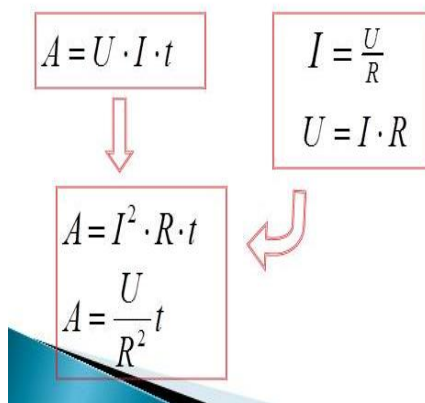
Om qonuni va quvvat formulasidan foydalanib

tok kuchi I,
kuchlanish U,
qarshilik R,
quvvat P,

kabi kattaliklarni turli ko'rinishlarda ifodalash mumkin.

Elektr tokining ishi (energiyasi). Quvvatga ega har qanday sistema ish bajarish qobiliyatiga (o'z energiyasini boshqa sistemaga uzatish) ega. Uning qancha ish bajarishi quvvat va vaqtga to'g'ri proporsional

$$A = P \cdot t$$



Elektr hisoblagich elektr tokining bajargan ishini (energiyasini) o'lchaydi va uni **kVt soat** ko'rinishda ifodalaydi.

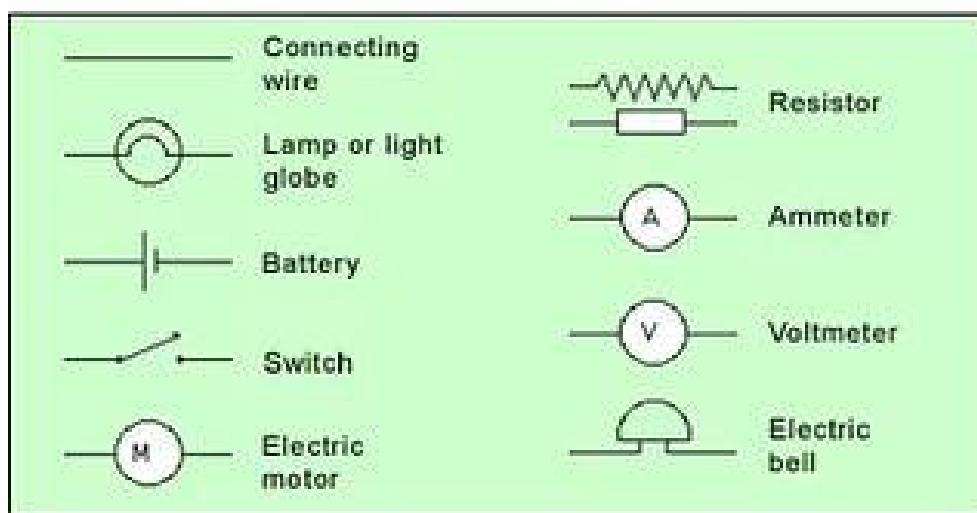
$$1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 1000 \text{ Vt} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$$

Elektr toki manbasining energiyasi (masalan akumulyatorning energiyasi) ish bajarishga sarflanadi, bu bajarilgan ish foydali ish yoki isrof bo'lishi mumkin. SHunga qarab na faqat elektr qurilmalar uchun, balki boshqa har qanday, ish bajara olish qobiliyatiga ega sistemalar uchun foydali ish koeffitsienti f.i.k. tushunchasi kiritiladi.

Elektr zanjiri elementlari. Elektr tokini hosil qiluvchi hamda uning oqib o'tishini ta'minlovchi qurilmalar yig'indisi **elektr zanjir** deb ataladi. Elektr zanjiri asosiy va yordamchi elementlardan iborat bo'ladi. Zanjirdagi asosiy vazifani bajaruvchilar zanjirning asosiy elementlaridir, bular tok manbai va iste'molchilardir.

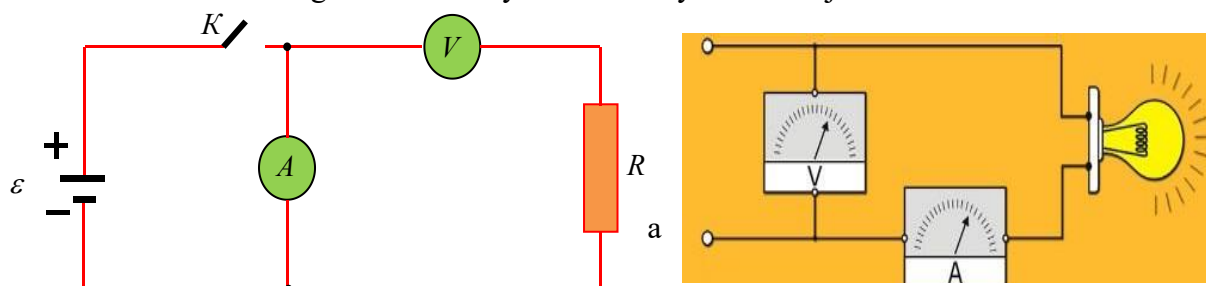
Lekin amalda elektr tokidan foydalanish manba va iste'molchidan tashqari yana bir qator elementlarni qo'llashni taqozo etadi. Masalan, uyimizda yoritish chiroqlarini qulay joyga osib qo'yamiz, unga elektr tokini simlar orqali tortamiz, o'chirib-yoqish uchun qulay joyga kalit (vklyuchatel) o'rnatamiz, foydalanilgan elektr energiyasini hisobini yuritish va pul to'lash uchun chiroqni elektr hisoblagich orqali ulaymiz, simlarni qizib ketishidan himoyalash uchun maxsus (eruvchan yoki avtomatik releli) saqlagichlardan foydalanamiz.

Symbols Used in Circuit Diagrams



Amerika va Yevropa davlatlarida amaldagi shartli belgilar

Belgilashlardan foydalanib oddiy elektr zanjirini tuzamiz



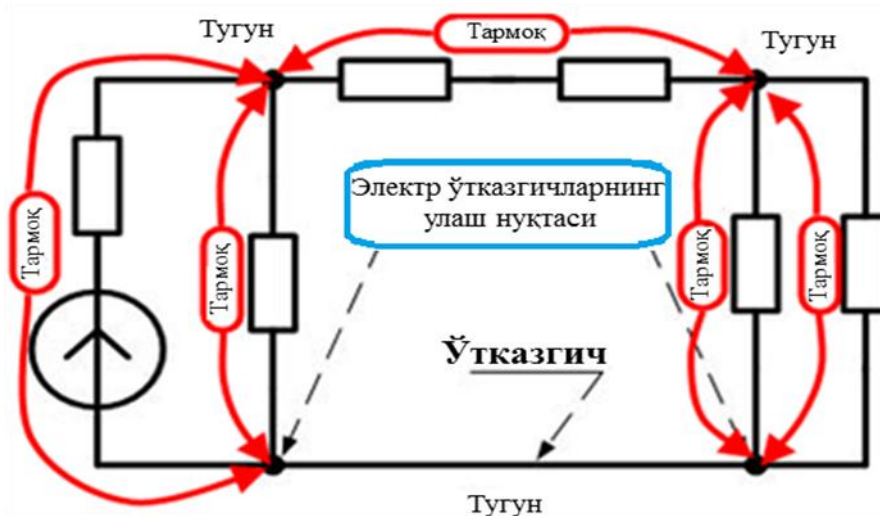
3.7-rasm. Oddiy elektr zanjiri sxemasi (a) va zanjirning elementlari (b).

Elektr zanjirlarini tahlil qilish va ularni hisoblashda zanjirlarga xos bo'lgan “tugun”, “tarmoq” va “kontur tushunchalari qo'llaniladi.

Tugun-zanjirdagi uch va undan ortiq elementlarning birlashgan nuqtasi, tugun zanjirlarda quyuq nuqta qilib belgilanadi.

Tarmoq-tugunlarning oralig'i tarmoq deb aytiladi. Elektr zanjirlarida tarmoqlarning toklari tugunlarda yig'iladi va qayta yangi tarmoqlarga.

Kontur-yopiq elektr zanjiridir. Odatda elektr zanjirlari ko'plab konturlardan iborat bo'ladi. Konturlar soni zanjirning murakkablik darajasini aniqlaydi. Eng sodda elektr zanjiri bitta konturdan iborat bo'ladi.



3.8-rasm. Elektr zanjiridagi asosiy tushunchalar.

Tugun – uzel – knot; Tarmoq - ветвь – branch; Kontur - kontur-contour

Elektr zanjiri ish rejimlari. Elektr zanjirlarining ish rejimlari amalda ko'proq elektr qurilmalari ish rejimlariga mos keladi.

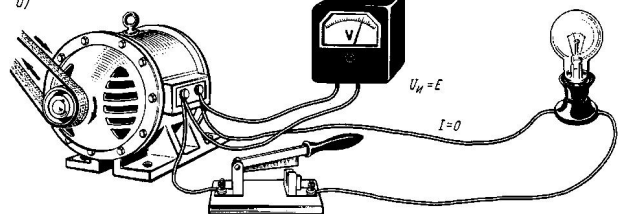
Zanjirning, yoki elektr qurilmasining ish rejimi uch turga bo'linadi:

- nominal rejim; (nominal operating)

manbaga (generatorga) iste'molchi (lampa) ulangan, elektrzanjiri nominal (me'yoriy) ish rejimida ishlamoqda.



б)



-salt (xolostoy) rejim; (single operating) manbaga iste'molchi ulanmagan

-qisqa tutashuv rejimi (mode of short) zanjir biror qismida qisqa tutashuv sodir bo'lgan. Zanjirda tok kuchi keskin oshib yong'inga olib keladi. Zanjirning avariya rejimi.

Elektr zanjirlari ish rejimida nominal ish rejimi muhim ahamiyatga ega. Zanjirning (qurilmaning) nominal ish rejimini ta'minlash uni uzoq muddat sifatli va ishonchli qo'llanilishini ta'minlaydi. SHuning uchun elektr qurilmalari va zanjirlarida nominal rejimni ta'minlash muhim amaliy ahamiyatga ega. Elektr qurilmalari uchun nominal rejim shartlari qurilmani ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilanadi va uni konstruksiyalash jarayonlarida ishlab chiqiladi.

Masalan barmoq shakldagi AA turdagi GP akku mulyator ishchi kuchlanishi 1,2 V, va 2100 mA tok gacha me'yorda ishlaydi, tok kuchi undan ortib ketsa akumulyator qizib, tez ishdan chiqadi.



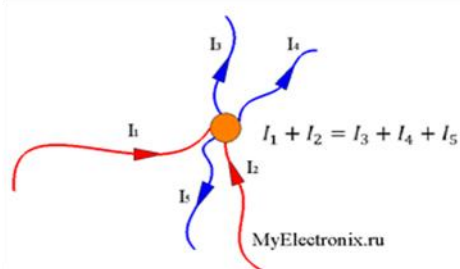
Akkumulyatorni 1000 martagacha qayta zaryadlash mumkin. Ay- nan mana shu parametrlar ushbu akkumulyator uchun nominal hisoblanadi.

Yoki oddiy cho'g'lanma tolalari elektr lampasini olsak. Unda 230 V, 100 Vt, 1000 soat yozuvlari bor, demak bu lampa 230 V kuchlanishda 100 Vt quvvat olib ishlaydi. Umumiy holda lampa 1000 soat yonib turishi mumkin.

Umuman olganda barcha qurilmalar, mashina va mexanizmlar uchun nominal ko'rsatkichlar mavjud. Masalan, avtomobillarning tezliklari ko'rsatkichi, yuk ko'tarishi, yonilg'i sarfi, yoki elektr dvigatelining quvvati, aylanish tezligi va hokazo. Nominal ko'rsatkichlar ta'minlangan sharoitda har qanday mashina va mexanizm ishlab chiqaruvchi tomonidan kafolatlangan darajada va muddatlarda ishlaydi.

Kirxgof qonunlari.

Elektr zanjirlari tugunlarida toklar yig'ilib yana qayta taqsimlanadi. Agar elektr zanjiridagi tokning oqimini suvga qiyoslasak (Amazonka daryosining quyilish qismiga qarang) suv oqimi davomida bo'linib boradi. Suvning tarmoqlanish nuqtalarini tugun deb atasak, bo'lingan suvlar miqdorining yig'indisi bo'linishdan oldingi suv miqdoriga teng ekanligi ravshan. Kirxgof ham ana shu holatni elektr zanjirlari uchun qo'llagan.



$$\sum_{k=1}^n i_k = 0$$



3.9-rasm. Kirxgof qonunlariga doir.

Kirxgofning birinchi qonuniga ko'ra tugundagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng. Yoki tugunga qancha tok kelsa, tugundan shuncha tok chiqib ketadi.

Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887). Gustav Robert Kirxgof 1824-1887 yillarda yashagan mashhur nemis fizik va matematik olimi. Elektr zanjirlariga tegishli fundamental tadqiqotlar o'tkazgan va zanjirlar uchun asosiy qonunlarni yaratgan. Uning qonunlari zanjirdagi toklar uchun (bi rinchi qonuni) zanjirdagi kuchlanishlar uchun (ikkinchi qonuni). Bu qonunlar elektrotexnikada muhim amaliy ahamiyatga ega.

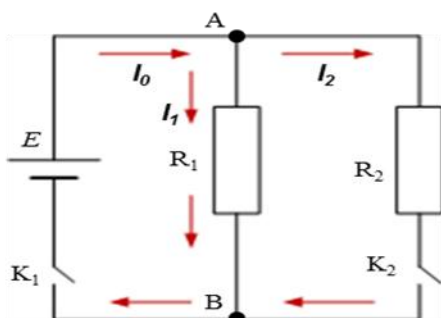
Kirxgof elektr qonunlaridan tashqari yana mexanika, gidrodinamika, matematik fizika va optika sohalarida ham ko'plab ilmiy ishlar qilgan. Masalan



issiqlik nurlanishining asosiy qonunlaridan birini, ya'ni nurlanish va yutilish xususiyatlarining nisbati jismga bog'liq emasligi haqidagi qonuniyatni Kirxgof yaratgan.

Kirxgofning birinchi qonunini quyidagi amaliy masala orqali ko'ramiz. Manbaning-avtomobil akumulyatorining kuchlanishi $U_e = 12 \text{ V}$, unga avtomobilning yaqinni va uzoqni yoritish chiroqlari parallel ulangan. Yaqinni yoritish chirog'i lampasining qarshiligi $R_1 = 12 \text{ Om}$, uzoqni yoritish chirog'ining qarshiligi esa $R_2 = 3 \text{ Om}$. K_1 kalit ulanganda R_1 lampa yonadi, K_2 kalitni ulasak R_2 lampa ham yonadi, zanjirni to'la qarshiligi

$$R_{um} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2,4 \text{ Om}.$$



3.10-rasm. Ikkita iste'molchini parallel ulash sxemasi (a) va amaliy tadbiri (b).

Demak ikkita lampa birgalikda akumulyatordan $I = U / R_{um} = 12 \text{ V} / 2,4 \text{ Om} = 5 \text{ A}$ tok iste'mol qiladi. Ya'ni manbadan $I_0 = 5 \text{ A}$ tok oqib chiqadi.

Ikkinchi tomondan, lampalar parallel ulangan, har bir lampa bir xil, ya'ni 12 V kuchlanish ostida. Om qonuniga ko'ra lampalardagi tok kuchlari:

$$I_1 = U / R_1 = 12 \text{ V} / 12 \text{ Om} = 1 \text{ A}.$$

$$I_2 = U / R_2 = 12 \text{ V} / 3 \text{ Om} = 4 \text{ A}.$$

Zanjirda tokning oqimiga e'tibor beramiz (sxemada qizil strelkalar bilan ko'rsatilgan). A tugunda 5 A umumiy tok $4:1$ nisbatda taqsimlanadi va V tugunda yana qo'shilib 5 A tok hosil bo'ladi. Demak tugunlar uchun

$$I_0 = I_1 + I_2, \quad \text{yoki} \quad I_0 + I_1 + I_2 = 0$$

Bu Kirxgofning birinchi qonuni edi.

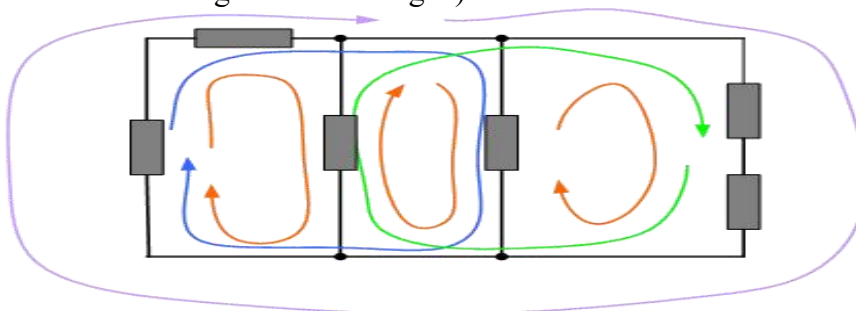
Kirxgofning 2-qonuni konturdagi kuchlanishlar uchun. Ya'ni yopiq konturdagi elektr yurituvchi kuchlarning yig'indisi shu kontur elementlaridagi kuchlanishlar tushuvlari yig'indisiga teng. Bu qonun ingliz zabon adabiyotlarda Kirchhoff's Voltage Law (KVL) deb yuritiladi. Avtomobil chiroqlari elektr sxemasi misolida ushbu qonunni ko'rib chiqamiz. Sxemada 3 ta kontur mavjud. Konturdagi e.yu.k. lar shu kontur iste'molchilari kuchlanishlari yig'indisiga teng:

1-kontur uchun (chap tomondagi)- $U_e A R_1 K_1 E$; $U_e = I_1 R_1$.

2-kontur (o'ng tomondagi)- $A R_2 K_2 V R_1 A$; $I_1 R_1 + I_2 R_2 = 0$.

3-kontur (tashqi zanjir)- $E A R_2 K_2 V K_1 E$. $U_e = I_2 R_2$.

2-konturda manba yo'q, shuning uchun $I_1 R_1 = - I_2 R_2$, ya'ni ikkala qarshiliklarda kuchlanishlar teng va ishoralari qarama-qarshi. Elektr zanjiri qancha tarmoq langan bo'lsa u shuncha murakkab va konturlari ko'p bo'ladi. Masalan rasmda keltirilgan zanjirni 6 ta konturlarga ajratish mumkin (konturlar turli ranglarda ko'rsatilgan).



3.11-rasm. Elektr zanjirida konturlar.

4. Elektr zanjirlarini hisoblash usullari.

Elektr zanjirlarini hisoblash zanjir elementlaridagi tok kuchi va kuchlanishlarni aniqlashdan iborat. Buning uchun Om va Kirxgof qonunlarni zanjir uchun beosita qo'llash mumkin. Bunda zanjir

elementlarini ketma-ket yoki paralel ulangan holatga keltirib olish mumkin. Agar zanjirni bunday holatga keltirib bo'lmasa bu murakkab elektr zanjiri bo'lib uni hisoblashning bir qancha usullari mavjud:

Tugun va kontur tenglamalar usuli-bunda zanjirni konturlarga ajratib olib avval Kirxgofning birinchi qonuni asosida tugunlar uchun toklarga nisbatan tenglamalar tuziladi. Agar noma'lum toklar ko'p bo'lsa qolgan tenglamalarni Kirxgofni 2-qonuni asosida konturlarga nisbatan tuziladi.

Kontur toklar usuli-bu usulda zanjir konturlarga ajratilib, har bir kontur o'z tokiga va tokning yo'nalishiga ega deb qaraladi. Barcha konturlar uchun Kirxgofning 2-qonuni asosida tenglamalar tuzilib kontur toklari topiladi. Konturdagi elementlarning toki esa kontur toklari asosida aniqlanadi. Bunda bitta element bir vaqtda bir nechta kontur toklar ta'sirida bo'lishi mumkin. Bu holda elementlardagi toklar kontur toklari yig'indisidan iborat bo'ladi.

Tugun potentsiallar usuli-bu usul ko'proq paralel zanjirlari uchun qo'llaniladi.

Buning uchun zanjir avval paralel ulangan tarmoqlar ko'rinishiga keltirib olinadi. Tarmoqlarning umumiy qarshiliklari aniqlanib, barcha tarmoqlar uchun kuchlanish o'zgarmas bo'lgani uchun tarmoq toklari topiladi.

Ekvivalent generator usuli-elektr zanjirining ma'lum bir qismini tahlil qilish uchun qo'llaniladi. Odatda elektr zanjirlari juda murakkab bo'lib zanjirni to'liq analiz qilgandan ko'ra, ma'lum-kerakli qismini tahlil qilish yetarli bo'ladi. SHunday paytda zanjirning o'rganilayotgan qismi ajratib olinadi va uning qarshiligi R deb qaralib, Zanjirning qolgan qismi umumiy holda ikki qutbli sistema-ichki qarshiligi r va elektr yurituvchi kuchi Y_e bo'lgan manba (A) deb qaraladi. Zanjirning o'rganilayotgan qismi esa unga ulangan iste'molchi bo'lib qoladi

Masalalar.

1. Rasmda keltirilgan akkumulyatorlar batareyasining umumiy energiyasini, zaryadini toping. Akkumulyatorlar ulanishining elektr sxemasini chizing.

2. Archa o'yinchoqlari chiroqchalari 2,2 V kuchlanishda ishlashga mo'ljallangan. Lekin shunday chiroqlardan bir shodasi 220 V kuchlanishga ulab yoqilgan.

SHu o'yinchoqlar shodasida qancha lampa bor va ular qanday ulangan. Sxemasini chizing.

3. Kuchlanishlari 12 V, tok sig'implari mos holda 60 A soat va 75 A soat bo'lgan ikkita akkumulyator paralel ulanib akkumulyatorlar sistemasini tashkil qiladi. Sistemaning umumiy quvvatini va energiyasini toping. Ulanishning sxemasini chizing.

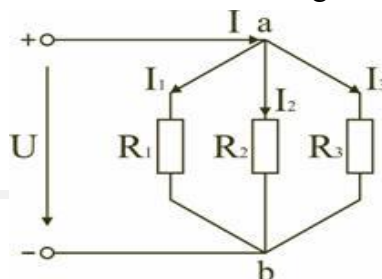
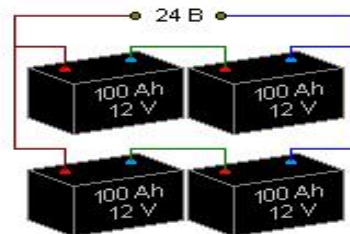
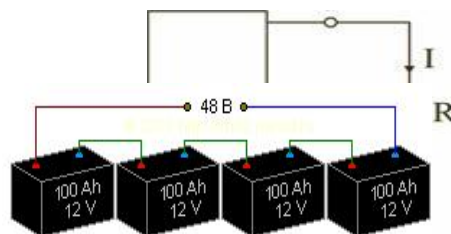
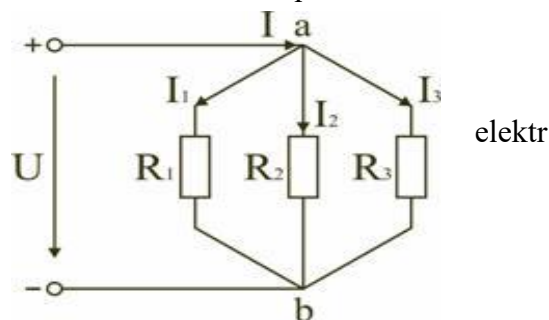
4. 1.5 V kuchlanishli batareyalar bilan 12 V ishchi kuchlanishli elektr dvigatelini ishga tushirish kerak. Buning uchun nechta batareyani, qanday ulash kerak? Sxemasini chizing.

5. 2 ta akkumulyatorning har birida 12 V, 50 Ah yozuvlari bor, uchinchi akkumulyatorda 24 V, 50 Ah yozuvi bor. SHu akkumulyatorlarga ishchi kuchlanishi 24 V maksimal toki 75 A bo'lgan iste'molchini ulanish sxemasini chizing. Akkumulyatorlar berilgan iste'molchini qancha vaqt tok bilan ta'minlab tura oladi.

6. 4 ta bir xil akkumulyator rasmda ko'rsatilgan tartibda ulanib, umumiy kuchlanishi 24V bo'lgan manbani hosil qiladi. Akkumulyatorlar blokining umumiy energiyasini, tok sig'imini va umumiy zaryadini toping. Akkumulyatorlar ulanishining elektr sxemasini chizing.

7. Tarmoqlangan zanjirdagi qarshiliklarning kattaliklari 1:2:3 nisbatda bo'lib a b tugunlarga 12 V kuchlanish berilganda sxema manbadan 72 Vt quvvat iste'mol qiladi. Qarshiliklarning kattaliklarini toping.

8. Kattaliklari bir xil bo'lgan 4 ta qarshilik o'zaro avval paralel, so'ng ketma ket ulanganda umumiy qarshili necha marta o'zgaradi.



9. Avtomobilning uzoqni va yaqinni yorituvchi chiroqlari quvvati mos holda 36 Vt va 12 Vt. Bu chiroqlar birgalikda va alohida-aloxida yonganda 12 V kuchlanishli akkumulyatordan qancha tok iste'mol qiladi. CHiroqlarning akkumulyatorga ulanish sxemalarini chizing (sxemada kalitlarni ko'rsating, ularni shunday joylashtiringki, lampalarning yonishi real holatdagidek bo'lsin). Masalani Om va Kirxgof qonunlarni bevosita qo'llash va kontur toklar usullari bilan yeching.

Tayanch iboralar. Akkumulyator, tarmoq, tugun, kontur, elektr zanjiri, zanjir elementlari, manba, iste'molchi, yordamchi elementlar, elektr tokining quvvati, energiyasi.

Sinov savollari.

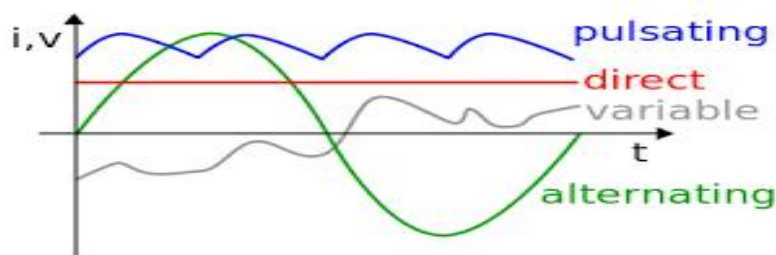
1. O'zgarmas tok manbasining asosiy energetik ko'rsatkichi nima?
2. Kimyoviy tok manbalarining birlamchi energiya manbalari nima?
3. Batareya va akkumulyatorlardagi kimyoviy jarayonlar nimasi bilan tubdan farqlanadi?
4. Elektr zanjiri qanday elementlardan tashkil topadi?
5. Kirxgofning 1- va 2- qonunlari.
6. Elektr tokining quvvati va bajargan ishi.
7. Elektr iste'molchilarining ish rejimlari.

4-MA'RUZA. O'zgaruvchan tok elektr zanjirlari

Reja

1. Sinusoidal o'zgaruvchan elektr toki va uni xosil qilish.
2. O'zgaruvchan tokning parametrlari.
3. O'zgaruvchan tok zanjiri aktiv va reaktiv elementlari.
4. O'zgaruvchan tok zanjiri asosiy qonuniyatlari.
5. Elektr zanjirlarida rezonans.

Energiya manbai sifatida biz amalda foydalanadigan elektr toklari o'zgarmas va o'zgaruvchan tok turlariga bo'linadi. Avval ko'rganimizdek akumulyator va batareyalarning elektr toki o'zgarmas tokdir. Agar o'zgarmas elektr toki (DC-direct current) kuchlanishini (yoki tok kuchini) vaqt davomida o'zgarishini grafik ravishda ifodalasak, uning grafigi abtissa o'qiga paralel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Agar kuchlanishning faqat son qiymatigina o'zgarib uning yo'nalishi o'zgarmas bo'lsa bunday tok pul'satsiyasi (pulsating) tok deb aytiladi. Agar tokning ham yo'nalishi, ham son qiymati tasodifiy o'zgarib tursa bunday tokni o'zgaruvchan (variable) tok deb ataladi. Son qiymati va yo'nalishi davriy ravishda (sinusoidal qonun asosida) o'zgarib turuvchi elektr toki (AC-alternating current), sinusoidal tok deb ataladi. Amalda elektr toki sinusoidal tok ko'rinishida eng ko'p ishlab chiqariladi va elektr energiyasining birlamchi manbai sifatida undan foydalaniladi.



4.1-rasm. Turli xil toklarning vaqt bo'yicha diagrammalari.

1. Sinusoidal o'zgaruvchan elektr tokiva uni xosil qilish.

Jahon elektroenergetika sanoatida asosan o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqariladi. Bu o'zgaruvchan elektr toki bugungi kunda asosan issiqlik, gidro va atom elektr stantsiyalarida ishlab chiqarilmoqda. Jahondagi barcha bunday stantsiyalarning quvvati bugungi kunda 3000 GVt dan ham ortiq bo'lib, ular yiliga 23500 mlrd. kVt soat elektr energiyasini ishlab chiqarmoqda. Aynan o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqarish ma'lum texnologik va amaliy afzalliklarga ega. Bu afzalliklar quyidagilardan iborat:

- o'zgaruvchan elektr toki kuchlanishini transformatorlar yordamida o'zgartirish oson;
- o'zgaruvchan elektr tokini istalgancha uzoq masofalarga juda kam isrof bilan uzatish mumkin;
- o'zgaruvchan tok generatorlarida o'zgarmas tok generatoriga nisbatan ancha katta quvvat ishlab chiqarish mumki.

O'zgaruvchan kuchlanish vaqt bo'yicha ma'lum qoida bo'yicha o'zgaradi, ya'ni tokning miqdori vaqtning funktsiyasi bo'ladi:

$$U = F(t)$$

bu yerda t – kuchlanishning oniy (ya'ni istalgan vaqtdagi qiymati), t – vaqt.

Davriy o'zgaruvchan kuchlanishning oniy qiymatlari davr deb atala- digan (T) teng vaqtlar ichida ma'lum qonuniyat bilan takrorlanadi, ya'ni:

$$U = F(t) = F(t + \kappa T).$$

bu yerda k – butun sonlar ($k = 1, 2, 3, \dots, n$).

Agar kuchlanishning o'zgarishi sinusoidal qonuniyat asosida deb qarasak davr $T = 2\pi$.

Kuchlanishning oniy qiymatini U , amplitudaviy qiymatini U_m deb qarasak

$$U = U_m \sin \omega t$$



4.2-rasm. Sinusoidal kuchlanishning hosil bo'lishi.

2. Sinusoidal tokning asosiy parametrlari

U -kuchlanishning oniy qiymati;

U_m –kuchlanish amplitudasi;

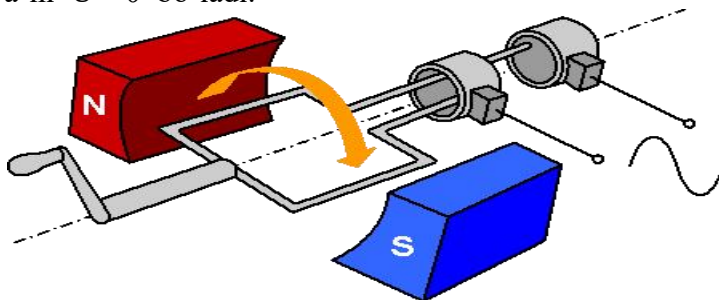
$\omega = 2\pi/T = 2\pi f = 314$ rad/s, burchak tezlik;

$f = 50$ Gts - chastota.

Odatda standart o'zgaruvchan tok deganda aynan shu parametrlar ko'zda tutiladi.

Elektromagnitik induksiya qonuniga ko'ra o'tkazgich magnit maydoni kuch chiziqlarini kesib o'tganda unda e.y.u.k. hosil bo'ladi. Ramkaning ikki uchi ikkita alohida kontakt xalqalariga ulangan. Ramka aylanganda xalqalar qarama-qarshi qutbli kuchlanishlar ostida bo'ladi.

Eng katta kuchlanish U_m ramka magnit maydonini tik kesib o'tganda yuzaga keladi (rasmdagi 6- va 18- holatlar), aksincha ramka magnit maydoni kuch chiziqlari bilan parallel bo'lganda (0 va 12 –holatlar) tok hosil bo'lmaydi ya'ni $U = 0$ bo'ladi.



4.3-rasm. Elektromagnitik induksiya qonuni asosida ishlovchi generator.

3. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv va reaktiv elementlar

Aktiv qarshilikli zanjir

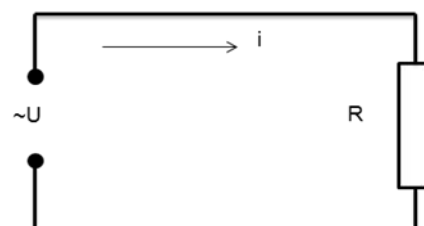
Kuchlanish: $U = U_m \sin \omega t$

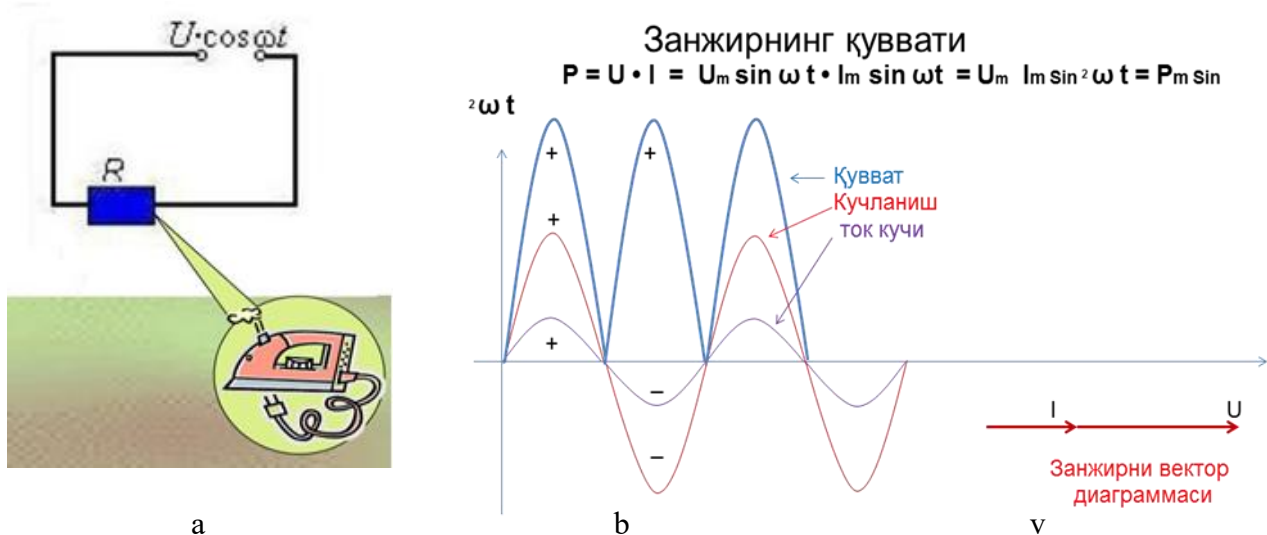
Om qonuniga ko'ra tok kuchi

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m \sin \omega t}{R} = I_m \sin \omega t$$

Tok va kuchlanish bir xil qonuniyat asosida o'zgaradi.

Zanjirda faqat aktiv qarshilik bo'lganda zanjirdagi tok va kuchlanishlar bir xil qonuniyat asosida o'zgaradi. Bu zanjirda tok kuchi va kuchlanishlarning fazalari bir xil degani. Bunday zanjirda quvvat hamisha musbat bo'ladi

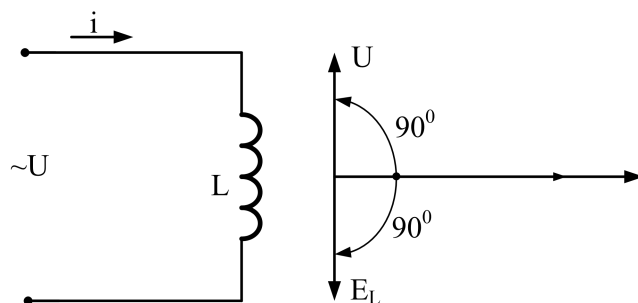




4.4-rasm. Aktiv elementli zanjir (a), zanjirda kuchlanish, tok kuchi va quvvatning o'zgarish diagrammasi (b) va zanjirning vektor diagrammasi (v).

Induktiv elementli zanjir.

Manbaning kuchlanishi avvalgidek $U = U_m \sin \omega t$ qonuniyat asosida o'zgaruvchan bo'lsin. Bu manbaga induktiv g'altakni ulaymiz. O'zgaruvchan elektr toki g'altakda o'zgaruvchan magnit maydonga aylanadi, bu o'zgaruvchan magnit maydon g'altakda yana o'zgaruvchan elektr tokini hosil qiladi (o'zinduktsiya hodisasi). Hosil bo'lgan o'zinduktsiya e.yu.k. ning yo'nalishi manba kuchlanishiga qarama-qarshi bo'ladi.



4.5-rasm. Induktiv elementli zanjir, zanjirda manbaning kuchlanishi U va E_L - o'zinduktsiya e.yu.k yo'nalishlari.

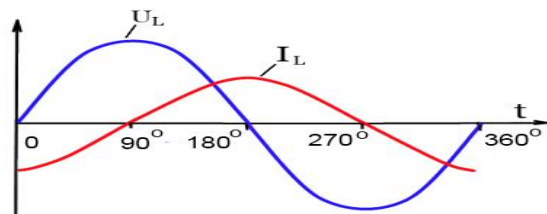
$$u = -e_L = L \frac{di}{dt} \text{ yoki } U dt = -L di$$

Bu birinchi darajali oddiy differentsial tenglama, uni tok kuchiga nisbatan yechsak $I = I_m \cos \omega t$

Bu yerda $I_m = \frac{U_m}{X_L}$ tok kuchining amplitudasi

$X_L = \omega L$ - g'altakni induktiv qarshiligi.

SHunday qilib induktiv elementli zanjirda tok $I = I_m \cos \omega t$ qonuniyat bilan o'zgaradi. Ya'ni kuchlanish tokdan 90° orqada qoladi.



4.6-rasm. Induktiv elementli zanjirda kuchlanishning tok kuchidan ortda qolishi.

Bunday zanjirda quvvat manfiy qiymatlar ham qabul qilishi mumkin. SHuning uchun bu zanjirda reaktiv quvvat mavjud deb qaraladi.



4.7-rasm. Induktiv elementli zanjirda kuchlanish, tok kuchi va quvvatning diagrammalari (a) va zanjirning vektor diagrammasi (b)

Diagrammadan ko'rinib turibdiki bunday zanjirda quvvat vaqtning ma'lum qismlarida manfiy ham bo'ladi. Bu shu paytda elektr energiyasi boshqa ko'rinishga (magnit maydoniga) aylanganligini bildiradi. Natijada manbadan olinayotgan aktiv quvvatnin bir qismi yo'qoladi va ish bajarish jarayonida qatnashmaydi. Bunday holat tok kuchi va kuchlanish bir-biriga qarama-qarshi bo'lgan holda yuzaga keladi.

Induktiv elementli zanjirda g'altakning induktiv qarshiligi $X_L = \omega L$ dan tashqari g'altak simining aktiv qarshiligi ham mavjud. SHuning uchun g'altak ulangan zanjirni aktiv R va reaktiv X_L qarshiliklar ketam-ket ulangan zanjir deb qarash mumkin. Endi g'altakning to'la qarshiligi aktiv va reaktiv qarshiliklarning geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi 2.17-v rasm.

$$Z_L^2 = R^2 + x_L^2$$

Elektr generatorlari, dvigatellari va transformatorlarida chulg'amlarning qarshiliklarini bunga misol bo'ladi. Ayrim hollarda ularning aktiv qarshiliklarni ham hisobga olishga to'g'ri keladi. SHuning uchun induktiv elementli zanjirni ko'proq aktiv-induktiv elementli zanjir deb qarashga to'g'ri keladi. Amalda aksariyat iste'molchilar aktiv-induktiv xususiyatga ega

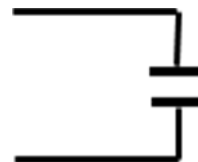
4.8-rasm. Induktiv elementni aktiv va induktiv qismlarga ajratish

Sig'im elementli zanjir

O'zgaruvchan tok zanjiriga sig'im qarshilik, ya'ni kondensator ulaymiz. Manbaning kuchlanishi sinusoidal $U = U_0 \sin \omega t$. Kondensator manbaning kuchlanishi tasirida zaryadlanadi, undagi zaryad $q = C U$.

$$q = C U = C U_0 \sin \omega t$$

$$\text{Zanjirdagi tok kuchi } I = \frac{q}{t} = \frac{C U}{t}$$



Demak zanjirdagi tokni topish uchun kondensatordagi q zaryad dan vaqt bo'yicha hosila olish kerak.

$$I = q = (C U) = (C U_0 \sin \omega t) = U_0 \omega C \cos \omega t = I_0 \cos \omega t$$

$$\text{bu yerda } I_0 = \frac{U_0}{X_L} - \text{tokning amplitudasi;}$$

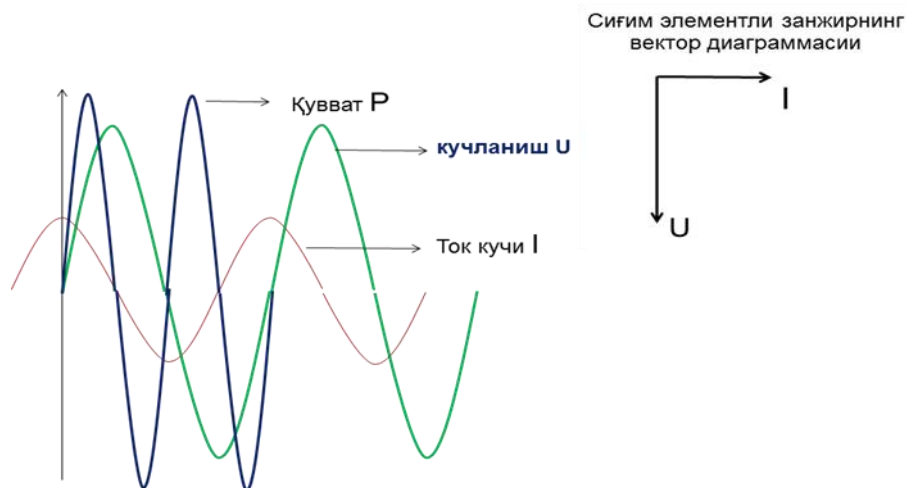
$$X_L = \frac{1}{\omega C} \text{ - kondensatorning reaktiv qarshiligi.}$$

SHunday qilib sig'im elementli zanjirda kuchlanish sinusoidal qonun asosida o'zgarsa, tok kuchi kosinus qoniniga asosan o'zgaradi, ya'ni kondensatorda kuchlanish tok kuchidan 90° ilgarilab ketadi. Bu esa kondesatorda ham g'altakdagi singari quvvatning manfiy bo'lishiga, ya'ni reaktiv quvvat paydo bo'lishiga olib keladi.

Sig'im elementli zanjirda ham kuchlanish tok kuchidan faza bo'yicha farq qiladi. Faqat bunda g'altakdagiga nisbatan teskari-ya'ni kuchlanish tok kuchidan oldinda bo'ladi. Bunday zanjirda ham quvvat manfiy qiymatlar qabul qilib zanjirda reaktiv quvvat mavjud deb qaraladi. Kondesator plastikalarining aktiv qarshiligi amalda juda kam bo'lgani uchun uni hisobga olinmaydi va kondensator qarshiligi faqat uning reaktiv qarshiligidan iborat bo'ladi.

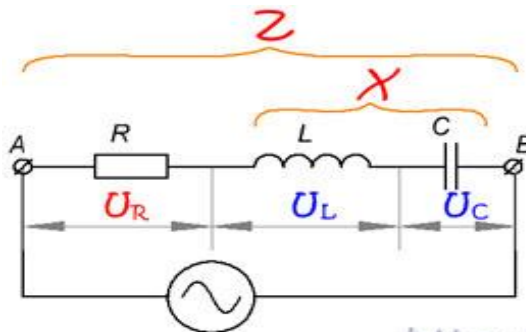
Bu zanjirda ham quvvat manfiy qiymatlar qabul qilishi mumkin. Bunday zanjirda ham tok va kuchlanishlar bir-biriga qarama-qarshi bo'lganda aktiv quvvatning yo'qolishi yuzaga keladi.

Endi aktiv, induktiv va sig'im elementlar birgalikda ulangan holatni ko'ramiz. Aslida har qanday elektr zanjiri bir vaqtning o'zida aktiv, induktiv va siqim qarshilikka ega bo'ladi. Faqat bir turdagi qarshilikka ega jlekr zanjirlari kam uchraydi.



4.9-rasm. Sig'im elementli zanjirda kuchlanish, tok kuchi quvvat diagrammalari va zanjirning vektor diagrammasi.

R, L va C elementli zanjir. Zanjirda R L C elementlar ketma-ket ulangan bo'lsin. Yuqorida keltirilgan vektor diagrammalardan foydalanib uchta element ketma-ket ulangan holat uchun vektor diagramma quramiz.



4.10-rasm. R, L va C elementlar ketma-ket ulangan elektr zanjiri.

Eng avvalo ketma-ket ulangan zanjirda tok bir xil va bitta tashkil etuvchidan iborat ekanligini hisobga olamiz. Aktiv qarshilikda tok va kuchlanish fazalari bir xil, g'altkada kuchlanish tokdan 90° orqada qoladi, kondensatorda esa 90° ilgarilab ketadi. U_R, U_L va U_C kuchlanishlarni zanjirdagi I tok kuchiga nisbatan siljishlarini bitta vektor diagrammada ifodalasak 4.11-rasmdagi diagrammaga ega bo'lamiz

To'g'ri burchakli uchburchakdan foydalanib Pifagor teoremasiga ko'ra gipotenuza (umumiy kuchlanish) uchun quyidagini yozamiz

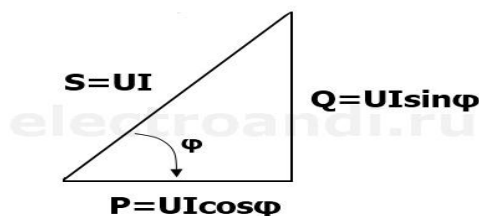
Agar ifodaning har bir hadini tok kuchiga bo'lib yuborsak, zanjirning to'la qarshiligiga Z uchun quyidagiga ega bo'lamiz

Zanjirdagi aktiv qarshilikni to'la qarshilikka nisbati zanjirning quvvat koeffitsienti (power factor) deb yuritiladi.

Aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarga mos holda zanjirdagi quvvatlar ham aktiv, teaktiv to'la quvvatlarga bo'linadi. O'z-o'zidan ravshanki aktiv qarshilikdan ajralib chiqqan quvvat aktiv, reaktiv qarshilikdan ajralib chiqqan quvvat reaktiv quvvat bo'lib ularning geometrik yig'indisi to'la quvvatni beradi.

To'la quvvat $S = IU = \sqrt{P^2 + Q^2}$, o'lchov birligi Volt Amper (VA).

Aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarni o'zaro to'g'ri burchak ostida joylashtirib qarshiliklar, kuchlanishlar va quvvatlar uchun o'xshash uchburchalar hosil qilish mumkin. Bu uchburchaklarning gipotenuzalari mos holda to'la qarshilik, to'la kuchlanish va to'la quvvatni beradi.



O'zgaruvchan elektr tokida ishlovchi qurilmalarning asosiy ko'rsatkichlaridan biri ularning quvvat ko'effitsientidir. Quvvat ko'effitsienti qurilmaning foydali ish ko'effitsientiga bevosita tasir ko'rsatadi.

Sanoatda katta quvvatli mashina va mexanizmlarni quvvat koeffitsientini oshirishning maxsus choralari ko'riladi. So'nggi paytlarda energiya tejamkorligini oshirish maqsadida kam quvvatli iste'molchilar (masalan xonadonlar) uchun ham maxsus reaktiv quvvat kompensatorlari ishlab chiqarilmoqda.



4.12-rasm. Aloxida xonadonlar uchun va taqsimlash stantsiyalarining reaktiv quvvat kompensatorlari

Bu kompensatorlar sig'ım qarshilik xususiyatiga ega bo'lib zanjirdagi induktiv qarshilikka moslanish xususiyatiga ega va natijada $X_L - X_C$ ayirma minimumga keltiriladi.

O'zgaruvchan tok elektr iste'molchilari ichida aktiv-induktiv xususiyatga ega iste'molchilar eng keng tarqalgan. Bular asosan transformator va elektr dvigatellaridir. Masalan eng keng iste'molda bo'lgan uch fazali asinxron dvigatellardan birining pasport ma'lumotlariga e'tibor bering:

Uch fazali elektr dvigateli

Tip Sf-56-2V (Polsha)

Aktiv quvvati 120 Vt;

Quvvat koeffitsienti 0,78;

Aylanish tezligi 2800 ayl/min;

Tok tarmog'i 220/380 V;

Tok chastotasi 50 Gts;

CHulg'amlar ulanishi "uchburchak"

CHulg'am toklari 0,64/0,37 A.



Izox: Polsha elektr dvigatellari ishlab chiqarishda Yevropa va Osiyoda yetakchilik qiladi. Mamlakatimizda ham bu dvigatellar juda keng tarqalgan.

2.2.6. Sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati. Vaqt davomida sinusoidal qonun asosida o'zgaruvchi kuchlanish uchun effektiv-ta'sir etuvchi qiymat tushunchasini kiritamiz. Chunki biz uchun ko'proq elektr tokining oniy (lahzalik) qiymati emas, ta'sir etuvchi (biror vaqt davomida olingan o'rtacha

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

$$U_m = U \sqrt{2}$$

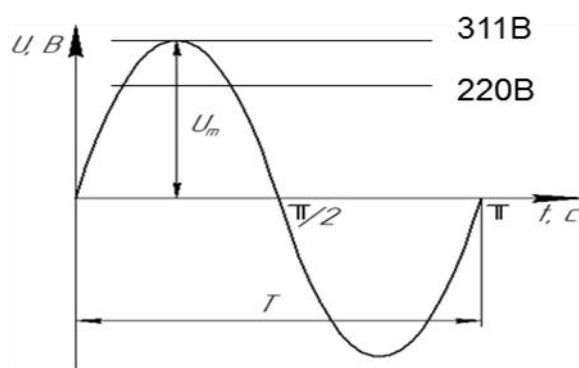
$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,71 U_m$$

qiymati) ahamiyatlidir. Buning uchun kuchlanishni vaqt (bir tebranish davri) davomidagi integral qiymatini topamiz.

Bu munosabatni tajribada tekshirish uchun ikkita bir xil lampani birinchisini o'zgaruvchan tokka ikkinchisini o'zgarmas tokka ulaymiz 4.13-rasm. O'zgarmas tokda 220 V kuchlanish o'rnatamiz. O'zgaruvchan tok manbasi kuchlanishini ham lampalarning yonishi bir xil bo'lguncha oshirib boramiz. SHunda o'zgaruvchan kuchlanishning amplitudasi 311 V bo'lganda lampalarni yonishi bir xil bo'ladi. Tajribani nafaqat yoritish o'lchab, balki boshqa har qanday energetik kattalikni o'lchab ham amalga oshirish mumkin. Demak amplitudasi 311V bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishning to'liq T davrdagi o'rtacha energiyasi 220 V o'zgarmas kuchlanishning energiyasiga ekvivalent ekan.

$$220 / 311 = 0,71.$$

Amalda o'lchov qurilmalari doimo kuchlanishning effektiv (bir tebranish davridagi o'rtacha) qiymatini o'lchaydi. Lekin amplitudaviy qiymat ham muhim texnologik ahamiyatga ega. Masalan kabellarning izolyatsiya mustahkamligini ta'minlashda amplitudaviy qiymat hisobga olinadi.





O'zgaruvchan tok 311V

O'zgarmas tok 220 V

4.13-rasm. o'zgaruvchan kuchlanishning tsir etuvchi qiymatini aniqlash.

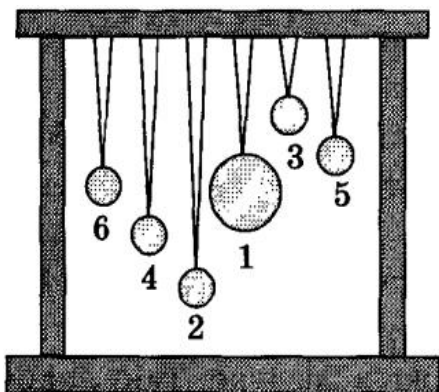
Demak ta'sir etuvchi qiymati 220 V bo'lishi uchun sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishning amplituasi $U_m = 311$ V bo'lishi kerak.

Elektr zanjirlarida rezonans. Mexanika kursidan ma'lumki har qanday tebranuvchi sistemalar uchun rezonans hodisasi o'rinlidir. Biror sistemaga tasir etuvchi kuchning chastotasi shu sistemaning xususiy tebranish chastotasiga mos kelganda sistemada rezonans yuz beradi va sistemadagi tebranishning amplitudasi keskin ortib ketadi. Bunday hodisalarni biz hayotda ko'p uchratamiz, masalan avtomobilning tebranishi yo'lining ma'lum notekisliklarida keskin ortib ketadi, yoki tarixiy ma'lumotlarda keltirilishicha, askarlar ko'prikdan saf qadami bilan o'tib borayotganda ko'priklar buzilib ketgan (ko'priklar xususiy tebranish chastotasi bilan undan o'tib borayotgan askarlar qadamlari chastotasi teng kelib qolib ko'priklar tebranishi amplitudasi keskin ortib ketgan).

Quyidagi oddiy tajribaga e'tibor bering. Rasmda turli uzunlikdagi matematik mayatniklar ko'rsatilgan. 1-sharni tebrantirib yuboramiz. Biroz vaqt o'tgach tebranishlar barcha sharlarga uzatiladi. Rezonans shartiga ko'ra 6-shar eng katta amplitudada (1-sharga o'xshab) tebranishi kerak. Haqiqatan ham, 2 va 3-sharlar deyarli tebranmaydi, 4 va 5-sharlarning tebranishi sezilarli darajada, 6-shar esa 1-shardek tebranadi, chunki 6- va 1-sharlar osilgan ip uzunliklari, demak

mayatnik xususiy tebranish chastotalari teng $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$. Rezonans

hodisasi mexanik tizimlar, ayniqsa qurilish konstruksiyalari uchun juda muhim. Har qanday sistema, ayniqsa baland binolar va ko'priklar o'zining xususiy tebranish chastotasiga ega, agar ularga xuddi shu chastotali kuch ta'sir qilsa binoning tebranishi keskin ortib ketadi. SHuning uchun bunday inshootlarda rezonansga qarshi maxsus sistemalar qo'llaniladi.



Elektr zanjirlarida esa rezonans tebranish konturlarida yuz beradi. Tebranish konturi esa L-induktiv g'altak va S-kondensatordan iborat bo'lib ular o'zaro ketma-ket yoki paralel ulanishi mumkin. SHunga qarab tebranish konturlari ham paralel va ketma-ket konturlarga bo'linadi.

$X_L = X_S$ shart bajarilganda parallel konturda toklar rezonansi, ketma-ket konturda kuchlanishlar rezonansi yuzaga keladi. Konturning xususiy chastotasi L va S orqali quyidagicha aniqlanadi

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi c}{\lambda}$$

konturdagi tebranish davri esa $T = 2\pi\sqrt{LC}$ bu Tomson formulasi deb ataladi.

O'zgaruvchan tok zanjirining to'la qarshiligi formulasida $X_L = X_S$ shart bajarilganda to'la qarshilik faqat aktiv qarshilikdan iborat bo'lib

$$Z = R \text{ va } \cos\phi = \frac{R}{Z} = 1, \phi = 0 \text{ bo'ladi.}$$

Demak rezonansda zanjirning reaktiv elementlari yo'qoladi, zanjir go'yoki faqat aktiv qarshilikdan iborat bo'lib qoladi. Zanjirda tok kuchi va kuchlanishlarning fazalari bir xil bo'ladi.

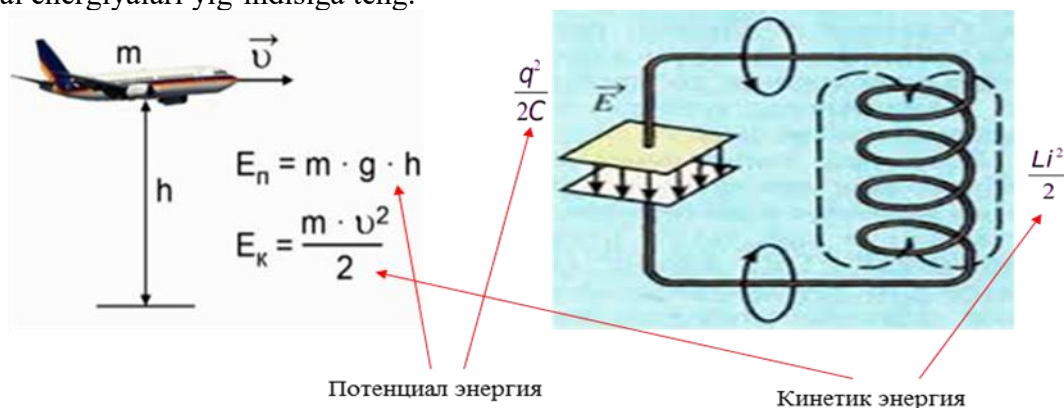
Endi konturda nima tebranadi degan savolga javob beramiz.

Kontur kondensator va g'altakdan iborat. Kondensatorda elektr toki elektrostatik maydonga aylanadi, bu maydonning energiyasi $W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$

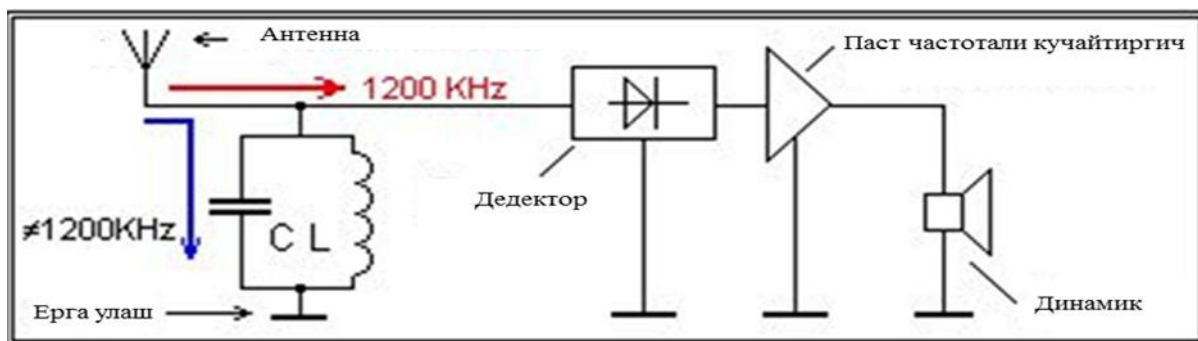
magnit maydonning energiyasi esa $W_M = \frac{Li^2}{2}$

Tebranish konturidagi to'la energi esa kondensatordagi va g'altakdagi energiyalarning yig'indisiga teng $W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$

Bu to'liq mexanik energiyaga o'xshash. Sistemaning to'liq mexanik energiyasi ham uning kinetik va potentsial energiyalari yig'indisiga teng.



4.14-rasm. Mexanik va elektr energiyalari.



4.15-rasm. Rezonansning radiotexnikada qo'llanilishiga doir.

Ushbu zanjirdagi Tomson formulasiga ko'ra davri $T = 0,8$ ms bo'lgan so'navchi tebranishlar yuzaga keladi. Kodensatordagi zaryadning tebranishi rasmda keltirilgan.

Elektr zanjirlaridagi rezonans hodisasi radiotexnikada juda keng qo'llaniladi. Aynan rezonans hodisasi tufayli aloqa, radio, televidenie kanallarida kerakli signal boshqa millionlab shunday signallar ichidan tanlab ajratib olinadi. Agar rezonans hodisasi bo'lmaganda edi Yer yuzida faqat bittagina aloqa, radio yoki telekanal mavjud bo'lar edi xolos.

Rezonans yordamida radiokanallarni ajratib olish quyidagi rasmda keltirilgan.

A antenna barcha diapazondagi elektromagnitik to'lqinlarni qabul qiladi va unda shu chastotalarga mos kuchsiz elektr toki (tebranishlar) yuzaga keladi. Bu tebranishlarning ichidan chastotasi Tomson

formulasi bilan aniqlanuvchi
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi c}{\lambda}$$

chastotali tebranishlarga rezonans kuchaytirilib detektorga (fil'tr) uzatiladi. SHu tariqa konturda g'altakning induktivligi va kondensatorning sig'imini tanlab kerakli chastotani tanlab kuchaytirish mumkin.

Masalalar:

1. Sinusoidal o'zgaruvchan $U = 300 \sin \omega t$ kuchlanishning chastotasi $f = 60$ Gts. SHu kuchlanishning tebranish davri T va burchak chastotasi ω ni toping. Masshtab asosida kuchlanishning vaqt diagrammasini chizing.

2. Standart tok ishlab chiqarayotgan o'zgaruvchan tok generatori rotorining aylanish tezligi 125 ayl/min. bo'lsa, generatorning juft qutblari soni va ishlab chiqarayotgan tokning davri aniqlansin.

3. Induktivligi $L = 100$ mGn bo'lgan g'altak $i = 300 \sin \omega t$ sinusoidal qonun asosida o'zgaruvchi, chastotasi $f = 50$ Gts bo'lgan tarmoqqa ulangan. Quyidagilar aniqlansin: - tok kuchining effektiv va oniy qiymatlari; - quvvatning oniy va o'rtacha qiymatlari; - g'altak magnit maydonida yig'ilgan energiyaning maksimal qiymati;

4. Standart elektr tarmog'iga (220 V va 50 Gts) bir gal kondensatorni, keyin induktiv g'altakni ulandi. Har ikki holda ham tok kuchi 10 A bo'lgan bo'lsa, kondensatorning sig'imini va g'altakning induktivligini toping. Zanjirni elektr sxemasini chizing.

5. Elektr zanjiri ketma-ket ulangan aktiv qarshilik va g'altakdan iborat. SHuningdek zanjirga umumiy kuchlanishni o'lchash uchun vol'tmetr, tok kuchini o'lchash uchun ampermetr va zanjirning aktiv quvvatini o'lchash uchun vattmetr ulangan. Zanjirdagi tok va kuchlanish orasidagi faza siljishi $\varphi = 60^\circ$. Ampermetr va vol'tmetrning ko'rsatishlari $I = 10$ A, $U = 220$ V. Zanjirning elektr sxemasini chizing. Vattmetrning ko'rsatishini, zanjirning aktiv va induktiv qarshiliklari hamda reaktiv va to'la quvvatlarni toping.

6-masala. Sig'imi 79,6 mkF li kondensator, qarshiligi $r = 15$ Om bo'lgan reostat bilan ketma-ket ulangan. Agar manbaning kuchlanishi $U = 127$ V, chastotasi $f = 50$ Gts bo'lsa zanjirdagi tok kuchini, reostat va kondensatordagi kuchlanishning tushuvini, hamda zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarini aniqlang. Zanjirni vektor diagrammasini quring.

7-masala. Elektr zanjiri ketma-ket ulangan aktiv qarshilik va induktivlikdan iborat. Zanjirga shuningdek vattmetr, ampermetr va kuchlanishlarni o'lchash uchun uchta vol'tmetr ham ulangan. Zanjirni sxemasini chizing. Zanjir ga 220 V kuchlanish berilganda vatmetr 387,2 Vt quvvatni, ampermetr 2,2 A tok kuchini ko'rsatgan bo'lsa, zanjir elementlaridagi kuchlanish va quvvatlarni, zanjirning quvvat koeffitsientini toping. Zanjirni vektor diagrammasini quring.

Sinov savollari:

Nima uchun sanoatda asosan sinusoidal kuchlanish ishlab chiqariladi?

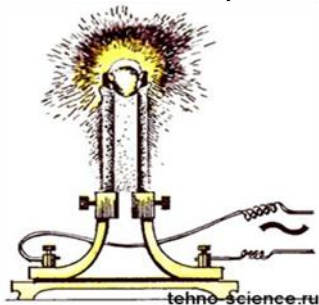
1. Sinusoidal kuchlanishning effektiv qiymati nimani bildiradi?
2. Reaktiv qarshilik nima?
3. Quvvat koeffitsientining fizik ma'nosi nimadan iborat?
4. Elektr zanjirlarida rezonans nima?
5. Toklar va kuchlanishlar rezonansi qachon va qanday zanjirlarda yuz beradi, ularning amaliy ahamiyati nimada?
6. Rezonansning radiotexnikadagi ahamiyati nimada?
7. Quvvat koeffitsientini oshirishning amaliy ahamiyati.

5-MA'RUZA. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari

Reja

1. Uch fazali tok ishlab chiqarish va uning afzalliklari.
2. Uch fazali tokda iste'molchilarni ulash usullari.
3. Uch fazali tokning quvvati va uni o'lchash.

Tarixiy ma'lumotlar. 19-asrning ikkinchi yarmi, ayniqsa 70-80-yillarga kelib elektr toki ishlab chiqarish borasidagi olimlarning izlanishlari juda keng miqyosda rivojlanib bordi. 1870-yillarda Yevropada katta quvvatli o'zgarmas tok mashinalari-dinamomashinalar ishlab chiqarila boshlandi. Lekin o'zgarmas tok energiyasini uzoq masofalarga uzatish katta muammolarni keltirib chiqarar edi. Xususan elektr energiyasini uzatishda liniyalardagi isrof juda katta bo'lib bu isrofnı kamaytirishning iloji yo'q edi. 1876 yilda rus injeneri Pavel Nikolaevich Yablochkov o'zgaruvchan tokda ishlovchi lampani ixtiro qildi. Bu lampa oldingi o'zgarmas tok lampalaridan ancha yorug' yonar edi. Yablochkov o'zgaruvchan tokni transformator sistemasi orqali kuchlanishini oshirib lampalarni yoqish uchun qo'lladi



Яблочков Павел Николаевич



1847-1894 yillarda yashab ijod qilgan rus harbiy injeneri yoyli elektr chiroqlarni ixtiro qilgan

Yablochkov chiroqlarining ravshan yorug'lik berish siri kuchlanishning kattaligida edi. SHundan so'ng o'zgaruvchan kuchlanishni ishlab chiqarish va uning asosidagi lampalarni yaratish bo'yicha ishlar avj oldi.

SHuni alohida takidlash kerakki, 19-asrning oxirlarida elektr tokining asosiy tadbirlari elektr yoritish lampalari edi va bu lampalar elektrotexnika taraqqiyotida, ayniqsa o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqarishni paydo bo'lishida katta rol o'ynadi.



1876 yilda Yablochkov lampalari sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshlandi va qisqa muddatda Parij opera teatrlarini, katta saroylarni, hatto kemalarni yoritish tizimlari qo'llanila boshlandi. 1879 yilda amerikalı muhandis Edison o'zgarmas tok lampalarini ishlab chiqara boshladi va uning rahbarligida katta quvvatli o'zgarmas tok elektr stantsiyalari qurildi. Lekin bu stantsiyalar quvvatini 1km dan uzoq masofaga uzatib bo'lmas edi.

19-asrning 80-90-yillari orasida sanoat miqyosida elektr energiyasi ishlab chiqarish o'zgarmas tokda bo'lishi kerakmi yoki o'zgaruvchan tokdami degan masala kun tartibida turar edi. Bu sohaning mashhur muhandislari Dolivo-Dobrovolskiy, Tesla kabilar o'zgaruvchan tokni ma'qul desa, o'sha davrning mashhur muhandisi va sanoatchisi Edison o'zgarmas tok tarafdori edi. 1891 yilda Frankfurt-Dolivo-Dobro vol'skiy rahbarligida uch fazali o'zgaruvchan tok elektr stantsiyasi ishga tushirilib uning elektr quvvati 170 km masofaga uzatildi. Bu esa kelajak elektro energiyasi o'zgaruvchan elektr tokiga asoslanishi kerakligini amalda butunlay isbotlab berdi. Frankfurt-Laufen oralig'idagi 170 km uzunlikdagi birinchi liniya

1. Uch fazali tok ishlab chiqarish va uning afzalliklari.

Bir fazali tok o'zgaruvchan tokning barcha afzaliklariga ega bo'lishiga qaramay, xalq xujaligida keng qo'llanishiga uning ayrim kamchiliklari to'sqinlik qiladi. Masalan, bir fazali tok yordamida aylanuvchi magnit maydoni hosil qilib bo'lmaydi. Bunday maydon esa o'zgaruvchi tokda barcha dvigatellarning "yuragi" hisoblanadi. Texnologik qurilmalarni harakatga keltirish uchun katta quvvatli va ishonchli bo'lgan o'zgaruvchi tok dvigatellarni yaratish esa faqat ko'p fazali tok orqali amalga oshiriladi.

Nima uchun aynan uchta faza? 1891 yilda rus injeneri M.O.Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali tok sistemasini dvigatellarni ishlatishga tatbiq etdi. Bu sistema hozirgi vaqtda elektrlashtirish sohasida butun dunyoga tarqalgan sistemaga aylandi. Aynan uch fazali tok ishlab chiqarishning asosiy sababi oddiy trigonometrik ayniyat bilan bog'liq

$$\sin \omega t + \sin (\omega t + 120^\circ) + \sin (\omega t + 240^\circ) = 0.$$

Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish vaqtning ixtiyoriy momentidagi oniy qiymati $U = U_m \sin \omega t$. Demak uch fazali uchta sinusoidal kuchlanishning amplituda va chastotalari bir xil bo'lsa bu o'zgaruvchan kuchlanishlarni fazalarini bir biridan o'zaro 120° burchak ostida siljitib qo'shsak, yig'indi kuchlanish vaqtning har qanday mometida har doim nolga teng bo'ladi. Aynan shuning uchun an'anaviy elektr toki ishlab chiqarish tizimlarida (elektrostantsiyalarda) aynan uch fazali tok ishlab chiqariladi.

Uch fazali tokning afzalliklari. Uch fazali tokning keng ko'lamda ishlatilishi quyidagi sabablar bilan ham bog'liq:

1. Uch fazali sistemada quvvat bir fazaga qaraganda 3 marta katta bo'ladi.
2. Elektr energiyasini uch fazali tok sistemasi yordamida uzoq masofa- larga uzatish uni fazalar soni boshqacha bo'lgan o'zgaruvchan tok bilan uzatishga qaraganda iqtisodiy jihatdan tejamli hisoblanadi. Chunki elektr energiyasi uch fazali tok sistemasi bilan uzatishda liniyadagi rangli metallar sarfi 25% iqtisod qilinadi (yuqori kuchlanish liniyalari faqat faza simlaridan iborat, nol sim bo'lmaydi).
3. Uch fazali tok sistemasi aylanuvchi magnit maydon hosil qilish imkoniyatini, va uning asosida katta quvvatli uch fazali asinxron dvigatellar yaratish imkonini beradi.
4. Uch fazali sistemada bir yo'la ikkita ishchi kuchlanish, ya'ni faza kuchlanish U_f va liniya kuchlanishi U_l mavjud

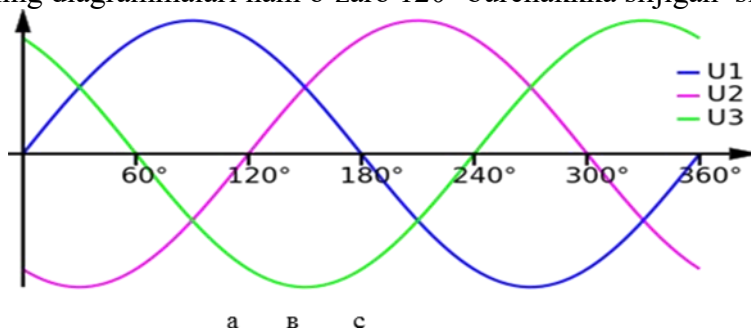
Demak uch fazali tok deganda bir xil chastota va amplitudali, fazalari o'zaro bir-biriga nisbatan 120° burchakka siljigan uchta o'zgaruvchan tok sistemasiga aytiladi. Fazalarni A V S deb belgilash qabul qilingan (ba'zan L1, L2, L3 deb ham belgilanadi)

$$U_A = U_m \sin \omega t;$$

$$U_B = U_m \sin(\omega t + 120^\circ);$$

$$U_C = U_m \sin(\omega t + 240^\circ);$$

Bu kuchlanishlarning diagrammalari ham o'zaro 120° burchakka siljigan sinusoidalardan iborat.

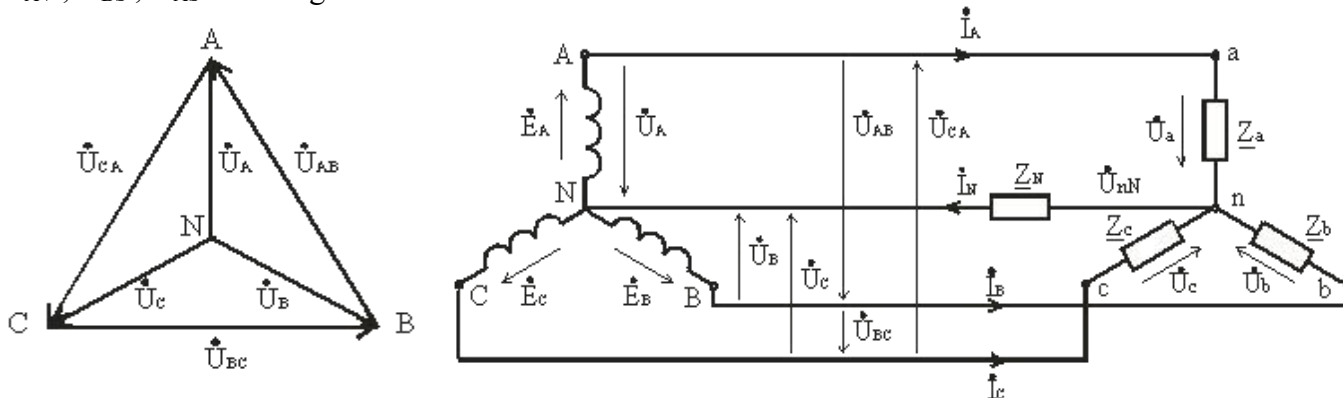


5.1-rasm. Uch fazlai kuchlanishning vaqt diagrammasi

2. Uch fazali tokuda iste'molchilarni ulash usullari.

Yulduzsimon sxemada ulash. Uch fazali sistemada generatorning uchta chulg'amlari yulduz shaklda ulanigan bo'lsa bu generatorning umumiy nuqtasidan neytral-nolinchi sim chiqadi. Har bir faza chulg'aming uchlari va nol sim orasi fazalar kuchlanishlari deb aytiladi va U_A , U_B , U_C deb belgilanadi. Fazalarning oralig'i esa liniya kuchlanishlari deb aytiladi va

U_{AV} , U_{BS} , U_{AS} deb belgilanadi.



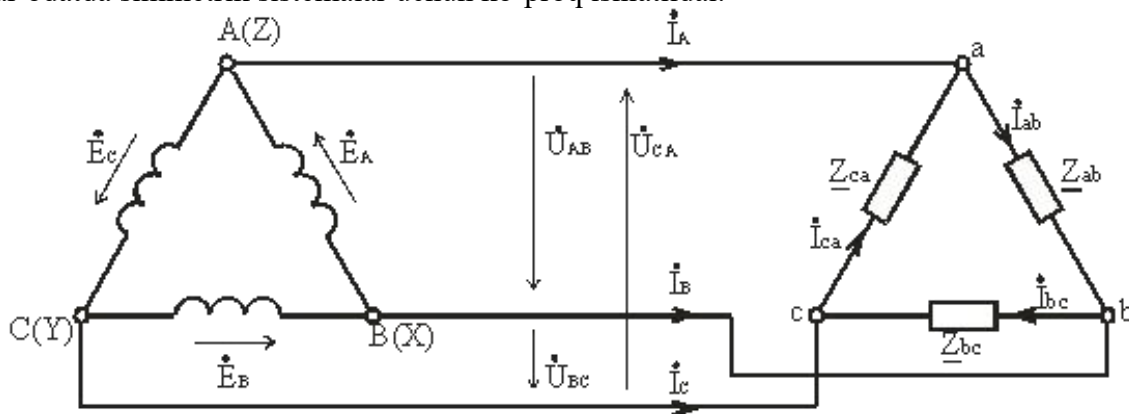
5.2-rasm. CHulg'amlari yulduzsimon ulangan uch fazali generatorga uchta iste'molchini yulduzsimon usulda ulash.

$$U_L = 660V; U_F = 380V; U_L = 380V; U_F = 220V; U_L = 220V; U_F = 127V.$$

Yulduz sxemada ulanganda faza va liniya toklari teng bo'ladi

$$I_\phi = I_L$$

Uchburchak sxemada ulash. Uchburchak shaklda ulangan sxemada har bir fazaning boshlanishi oldingi fazaning oxiri va aksincha hisolanadi. Bunda nolinchi (neytral) sim ishlatilmaydi. Bunday ulanishlar odatda simmetrik sistemalar uchun ko'proq ishlatiladi.



5.3-rasm. CHulg'amlari uchburchak ulangan uch fazali generatorga uchta iste'molchini uchburchak usulida ulash.

Sxemadan ko'rinib turibdiki faza va liniya kuchlanishlari bir xil ma'noga ega, toklar esa farq qiladi

$$U_L = U_\phi \quad \text{va} \quad U_L = \sqrt{3}U_\phi$$

3. Uch fazali zanjirlarning quvvatini o'lchash.

Bir fazali tok zanjirida ko'rilgan aktiv, reaktiv va to'la quvvat tushunchalari uch fazali tok zanjirida ham o'z ma'nosini to'la saqlaydi. Nagruzka simmetrik va nosimmetrik bo'lganda yulduz va uchburchak usulida ulangan iste'molchilarning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni hisoblash (aniqlash) formulalari bilan tanishib chiqamiz.

Nagruzka nosimmetrik bo'lganda har bir fazaning quvvati alohida hisoblab topiladi.

Y usulida ulanganda

$$I_A \quad I_B \quad I_C$$

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A$$

$$P_B = U_B I_B \cos \varphi_B$$

$$P_C = U_C I_C \cos \varphi_C$$

Δ usulida ulanganda

$$I_{AB} \quad I_{BC} \quad I_{CA}$$

АКТИВ КУВВАТ

$$P_{AB} = U_{AB} I_{AB} \cos \varphi_{AB}$$

$$P_{BC} = U_{BC} I_{BC} \cos \varphi_{BC}$$

$$P_{CA} = U_{CA} I_{CA} \cos \varphi_{CA}$$

Uch fazali zanjirining aktiv quvvati, ulanish turidan qat'iyl nazar, alohida fazalar aktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$R = R_A + R_B + R_C$$

Xuddi shuningdek, uch fazali zanjirning umumiy reaktiv quvvati va to'la quvvati ham alohida fazalar quvvatlarining yig'indisiga teng,

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C,$$

$$S = S_A + S_B + S_C.$$

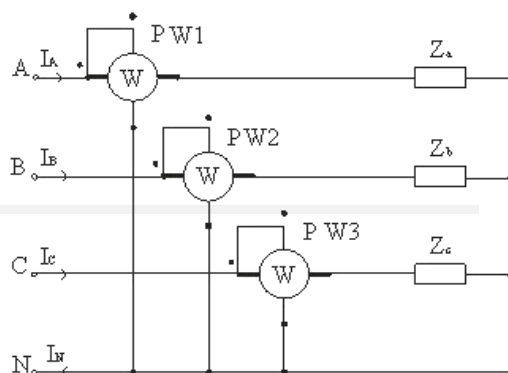
Quvvatlarni liniya toki va liniya kuchlanishlar orqali ifodalasak, uch fazali sistemaning to'la, aktiv va reaktiv quvvatlari uchun quyidagilarga ega bo'lamiz

$$S = \sqrt{3}U_L I_L$$

$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi_H$$

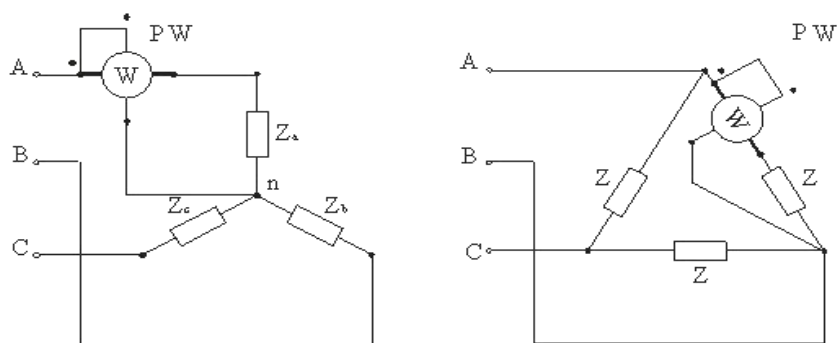
$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi_H$$

Sistemaning quvvati fazalardagi quvvatlar



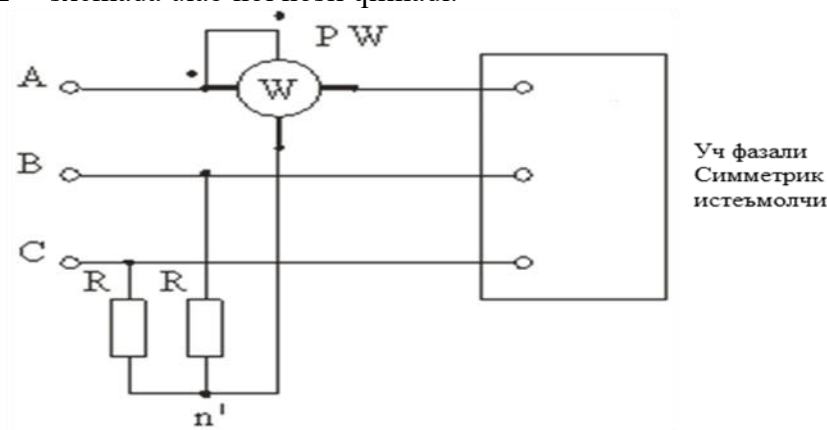
yig'indisiga teng. SHuning uchun uchta fazadagi vattmetrlar ko'rsatishlari yig'indisi, sistemaning umumiy quvvatini beradi. Hamma vaqt ham barcha fazalarga vattmetrlar ulashshart emas. Masalan sistema simmetrik bo'lsa, ulanish turidan qat'iy nazar bitta fazadagi quvvatni o'lchashning o'zi yetarli, sistemaning umumiy quvvati esa

$$P = 3P_{\phi} \quad P = 3 P_F.$$

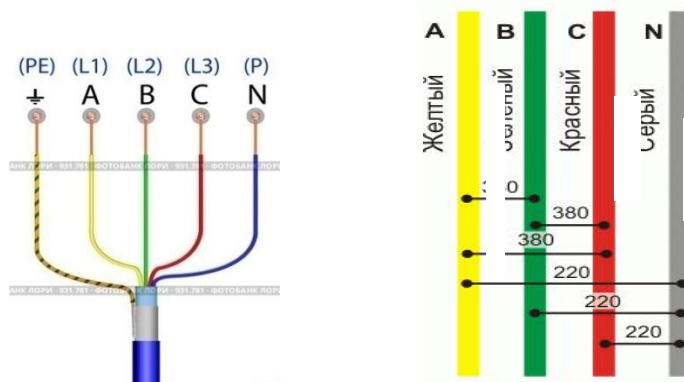


5.4-rasm. Yulduz va uchburchak sxemalarda vatmetrlarni ulanishi.

Agar sxemada vattmetrni ikkinchi uchini ulash uchun neytral sim chiqarilmagan bo'lsa sun'iy ravishda nol hosil qilish mumkin. Buning uchun qolgan ikkita fazaga vatmetr qarshiligiga teng qarshiliklarni yulduz sxemada ulab nol hosil qilinadi.



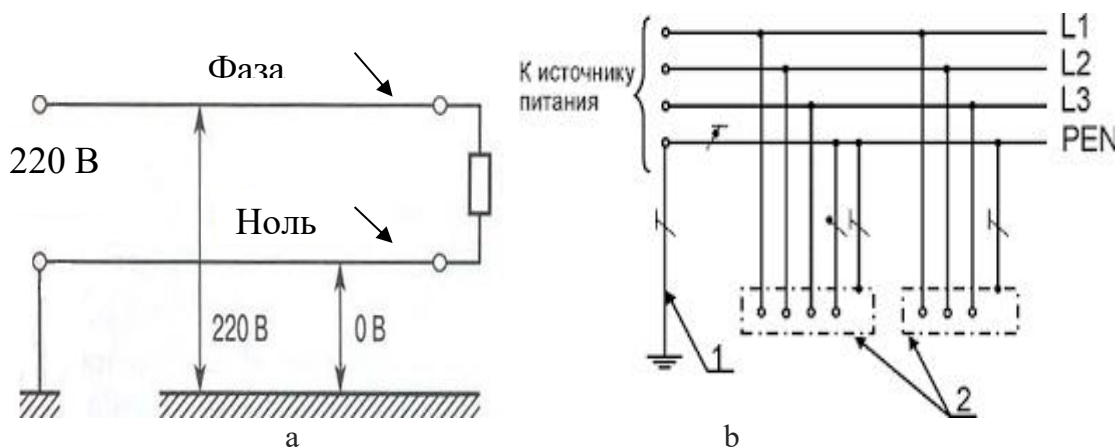
5.6-rasm. Sun'iy nol hosil qilib vattmetrni ulash.



5.7-rasm. Uch fazali sistemada simlarni ranglari bo'yicha ajratish

Hatto AQSH o'zida ham bir qancha standartlarda belgilanishlar bir-biridan farq qiladi.

Nol simning vazifasi. Fazalardagi yuklamalr har xil bo'lganda nol simda siljish kuchlanishi paydo bo'ladi (fazalardagi kuchlanishlarning yig'indisi noldan farqli). Bu kuchlanishning fazalarga qayta taqsimlanishi natijasida ayrim fazada kuchlanish ortib ketadi, ba'zi fazada kamayib ketadi, albatta bu elektr iste'molchilar ishiga salbiy tasir ko'rsatadi. SHuning uchun, nolinchi sim orqali kuchlanish yana generatorga qaytarib yuboriladi va fazalardagi kuchlanishlar taqsimoti bir xilligi ta'minlanadi.



5.8-rasm. Bir fazali va uch fazali sistemalarda nolъ sim.

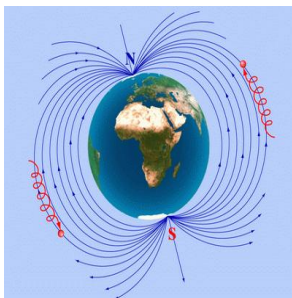
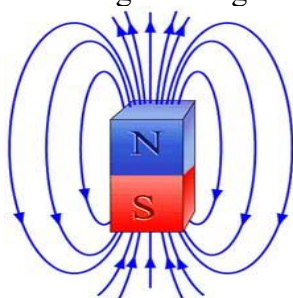
Nolinchi sim odatda taqsimlovchi transformatorida yerga ulanadi. Bir fazali alohida iste'molchilarda u yerdan izolyatsiyalangan bo'ladi. Katta quvvatli va uch fazali elektr iste'molchilarda xavfsizlik nuqtai-nazaridan qurilmalarning korpusi ham nolъ simga ulangan bo'ladi 2.30-b rasm.

6-MA'RUZA. Magnit maydoni, elektromagnitlar Reja

1. Magnit va magnit magnit maydoni xabida tushunchalar.
2. Gisterezis xodisasi.
3. Magnit maydonni hisoblash va undan foydalanish.
4. Erning magnit maydoni.
5. Elektromagnit ыurilmalar.

1. Magnit maydoni haqida tushuncha

Zamonaviy fan tasavvurlariga ko'ra magnit maydoni ham materiyaning alohida ko'rinishlaridan bo'lib, u hatto massaga ham ega



Doimiy magnit Yerning magnit maydoni Magnit tarkibli tosh

Magnit toshlar bundan ikki yarim ming yillar oldin ham ma'lum bo'lgan va undan insonlar foydalanib kelgan. Masalan xitoyliklar eramizning 6-asrida toshlar tarkibidan magnit zarralarini ajratib olishni bilgan.

Magnit nomining kelib chiqishi haqida aniq yozma ma'lumotlar yo'q. Bu nomlanish qadimgi grek tiladagi (*Magnētis líthos*), Magnesiya toshi so'zidan kelib chiqqan bo'lishi mumkin degan taxmin haqiqatga yaqinroq. Magnesiya Osiyodagi qadimgi shahar bo'lgan.

Doimiy magnitlar meditsinada qadimdan qo'llanilib kelingan. Aristotel, Ibn Sino va Gippokratlar magnit yordamida davolagani meditsinadan ma'lum. Magnit kuchi inson tanasidagi energiyani boshqaradi deb qarashgan, shuning uchun imperator Kleopatra magnitdan yasalgan taqinchoq taqib yurgan. O'rta asrlarda yashagan Gilbert esa magnit bilan qirolicha Yelizavetani artritdan davolagan. SHundan keyin magnit meditsinaga keng kirib keldi, meditsinada magnitoterapiya yo'nalishi paydo bo'ldi.

Hozirgacha ma'lum bo'lgan eng katta tabiiy magnitning bo'lagi 13 kg bo'lib u 40 kg yukni ko'tarish kuchiga ega. Suniy ravishda magnit hosil qilish uchun dastlab tarkibida 1,5% uglerod bo'lgan po'lat ishlatilgan. Lekin bu po'latlar magnitlik xususiyatlarini uzoq saqlay olmas edi. Hozirgi paytda esa

uzoq vaqt magnitik xususiyatini saqlovchi sun'iy magnitlar ishlab chiqarilmoqda, buning uchun kobaltdan foydalaniladi.

Magnitning umumiy formulasi MeFe_2O_4 ko'rinshda bo'lib, bunda Me-aralashma materialidir (nikel, kobalt magniy, kadmiy va boshqa).

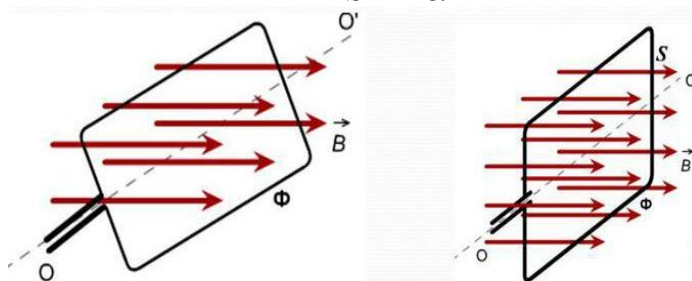
Magnitni qadimda xitoyliklar **chu-shi**; greklar – **gerkules toshi**; frantsuzlar esa – **ayman**; ispanlar – **piedramant**; nemislar – **magness yoki zigelshteyn**; inglizlar – **loudstoun** deb ataganlar.

Magnit maydonini xarakterlash va uni miqdoriy jihatdan o'lchash uchun bugungi kunda xalqaro birliklar sistemasiga kiritilgan quyidagi magnitik kattaliklar ishlatiladi:

Magnit oqimi F , o'lchov birligi Veber (Vb);

Aktiv qarshiligi 1 Om bo'lgan konturdan 1 Kulon zaryad o'tganda hosil bo'ladigan oqim. Yoki magnit maydoni induktsiyasining oqim o'tayotgan yuzaga ko'paytmasi

$$\Phi = BS \cos \alpha$$



6.1-rasm. Magnit induktsiyasi oqimi

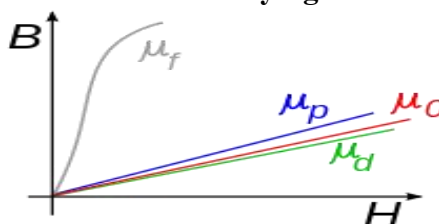
Magnit singdiruvchanlik μ , o'lchov birligi Genri / m (Gn/m);

Magnit singdiruvchanlik muhitning magnitik xususiyati ifodalovchi kattalik bo'lib miqdor jihatdan magnit maydoni kuchlanganligi bilan magnit maydon induktsiyasini bog'laydi.

$$\mu = \frac{B}{H} \quad \text{yoki} \quad \mu = \frac{B_M}{B_B}$$

bu yerda V_M va V_V mos holda magnit maydonning muhitdagi va vakumdagi induktsiyasi.

Magnit maydonni harakatlanayotgan elektron hosil qiladi



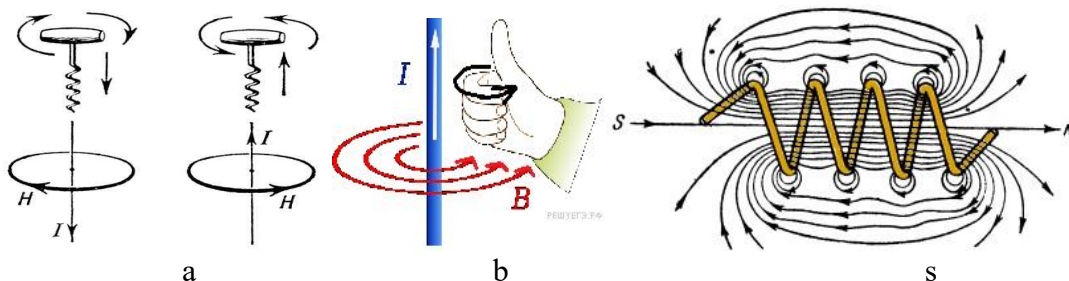
6.2-rasm. Turli muhitlar uchun $V(N)$ bog'lanish. Vakuum uchun $\mu_0 = 1$, $V = N$.

Magnit maydon induktsiyasi V , o'lchov birligi Tesla (Tl). Xar qanday o'tkazgichdan elektr toki o'tganda bu o'tkazgich atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi. Tokli o'tkazgichning magnit maydoni fizikaning elektromagnetizm qismida to'liq o'rganiladi. Bu yerda faqat tokli o'tkazgichdan hosil bo'lgan magnit maydonning yo'nalishini aniqlovchi o'ng parma qoidasini takrorlab o'tamiz. Agar o'ng parma uchining ilgari lanma harakati o'tkazgichdagi tok yo'nalishiga mos bo'lsa, shu paytdagi parma dastasining yo'nalishi o'tkazgich atrofida hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi N kuch chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi (Maydon yo'nalishini aniqlashda o'ng qo'l qoidasi ham qo'llaniladi).

Magnit maydonini miqdoriy jihatdan baholaydigan asosiy ko'rsatkich maydon induktsiyasidir. Uning kattaligi shu magnit maydonda joylashgan tokli o'tkazgichga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch orqali aniqlanadi

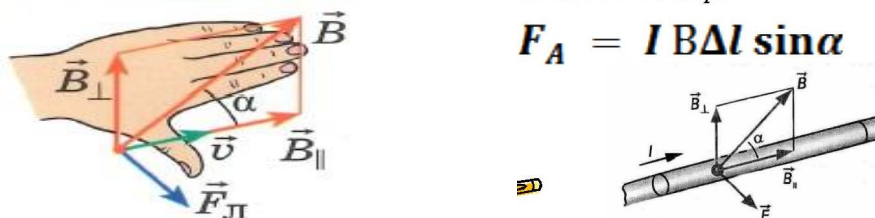
$$B = \frac{F}{IL}$$

Bu yerda F magnit maydonining tokli o'tkazgichga tasir kuchi, I -o'tkazgichdagi tok kuchi, L - tokli o'tkazgichni magnit maydoni tasiridagi qismi- ning uzunligi.



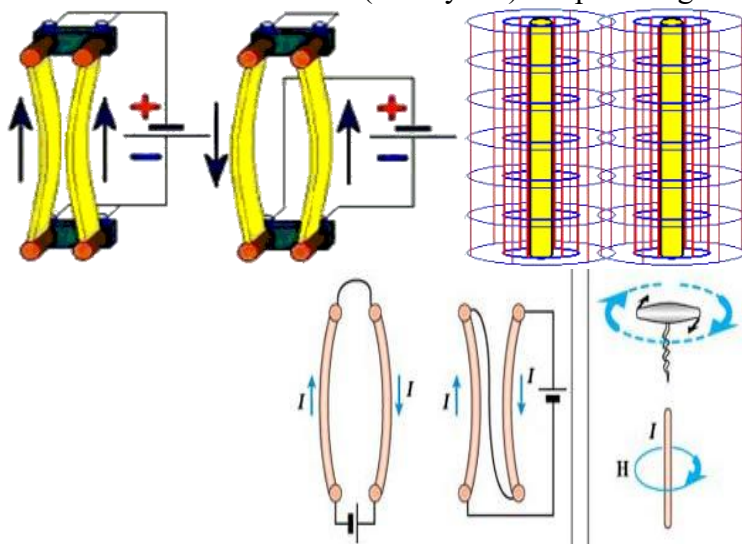
6.3-rasm. Tokli o'tkazgich (a, v) va chulg'amning(s) magnit maydoni

Agar o'tkazgichdan tok o'tayotgan bo'lsa, bu utkazgichni magnit maydoniga joylashtirsak maydon tokli o'tkazgichga F kuch bilan mexanik tasir ko'rsatadi. F kuch birinchi marta frantsuz olimi Amper tomonidan aniqlangan, shuning uchun uni Amper kuchi deb yuritiladi.



6.4- rasm. Amper kuchi va chap qo'l qoidasi

Amper Andre Mari. Buyuk frantsuz fizik va matematik olimi. Elektr toki va magnetizm sohasida ulkan kashfiyotlar qilgan va tokning magnitik ta'sirlarini o'rgangan. Uning sharafiga tok kuchi birligi Amper deb qabul qilingan. Amper o'z davrining mashhur shaxslaridan bo'lib, ko'plab davlatlar akademiyalarining, shu jumladan Peterburg fanlar akademiyasining a'zosi bo'lgan. U Avogadro bilan birgalikda kimyo faniga ham katta hissa qo'shgan, birinchi bo'lib telegrafni kashf etgan. Fanga kibernetika terminini ham (1830 yilda) Amper kiritgan edi.



6.5- rsm. Amper tajribalari

Toklarning magnit maydonlari va ularning ta'sirlashishlari bo'yicha Amper juda oddiy, lekin katta amaliy ahamiyatga ega tajribalar o'tkazgan. Bu tajribalar keyinchalik elektr mashinalarini yaratilishiga asos bo'ldi.

2. Gisterezis hodisasi.

Moddalar magnitik xususiyatlariga ko'ra uch xil turga ajratilib qaratiladi:

diamagnetiklar-ularida $\mu < 1$, bunday materiallarga masalan qo'rg'oshin, rux, azot kiradi, ular deyarli magnitlanmaydi;

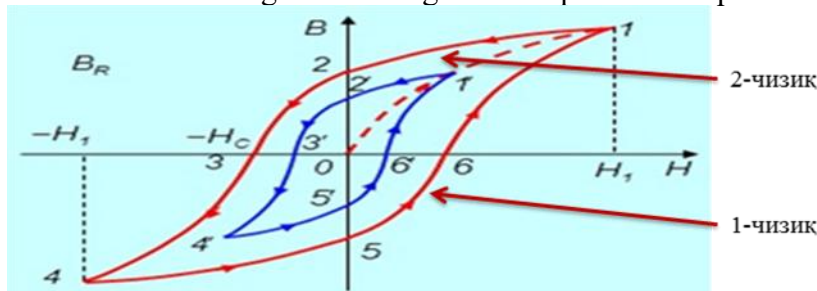
paramagnetiklar – ularida $\mu > 1$, bunday materiallarga kislorod, nikel kabilar kiradi. Ularni magnitlash qiyin kechadi;

ferromagnetiklar- ularida $\mu \gg 1$, bunday moddalarga temir, po'latning maxsus turlari, kobalt kiradi. Ularning magnit singdiruvchanliklari bir necha o'n ming, hatto yuzlab minggacha boradi, masalan

temirning nikelli qotishmasi uchun $\mu = 250\,000$. Bunday moddalar elektr mashinalarining o'zak-larini yasashda ishlatiladi.

Moddalarning magnitik xususiyatlarini o'rganishda shu narsa aniq langanki, agar biror moddani magnitlantirsak undagi qoldiq magnitlanish saqlanib qoladi va shu moddani yana qayta magnitlashda jarayonlar endi butunlay boshqacha kechadi. Bu hodisa magnit gisterezisi deb yuritiladi.

Magnit gisterezisi V-magnit maydoni induktsiyasini N-magnit maydoni kuchlanganligiga bog'liqligi egri chizig'i bilan xarakterlanadi. Bu bog'lanish o'ziga xos xalqani tashkil qiladi.



6.6-rasm. Magnit gisterezis chizig'i

Gisterezisning ma'nosi shundaki, agar moddada magnit maydon kuchlanganligi ortib borsa, magnit maydoni induktsiyasi ham ortadi. Bu bog'lanish o'ziga xos egri chiziqdan iborat (1-chiziq). Endi kuchlanganlikni kamaytirib borsak maydon induktsiyasi hamma nuqtalarda oldingi qiymatlariga qaraganda kattaroq qiymatlardan o'tadi (2-chiziq).

Magnit maydon induktsiyasining bunday ortib qolishi qoldiq magnitlanish deb aytiladi. Bu hodisa elektrotexnika va elektronikada juda keng amaliy tadbirlarga ega.

Bugungi kunda magnit maydoni generator, dvigatel va transformatorlarda energiya bir turdan ikkinchi turga aylanish jarayonining asosiy mexanizmlarida va elektron qurilmalarda juda keng ishlatilmoqda.

Magnit maydonidan mashina va mexanizmlarda foydalanishning amaliy asoslari quyidagi 4 printsiplarga tayanadi:

1. Tokli o'tkazgich atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi;
2. G'altakdagi magnit maydonining o'zgarishi, shu g'altakda elektr yurituvchi kuchni (e.yu.k.) induktsiyalaydi (transformatorning ishlash printsiplari);
3. Tokli o'tkazgich magnit maydoniga kiritilsa, bu o'tkazgichga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch paydo bo'ladi (dvigatellarning ishlash printsiplari);
4. O'tkazgich magnit maydonida harakatlanganda unda elektr toki hosil bo'ladi (generatorlarning ishlash printsiplari).

3. Magnit maydonni hisoblash va undan foydalanish.

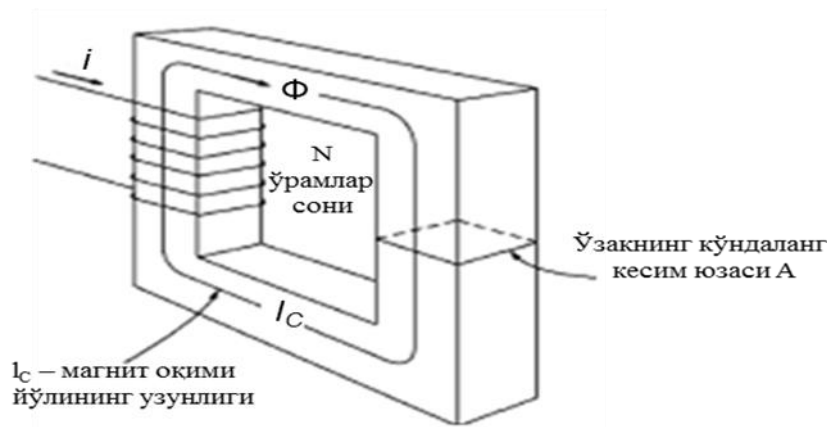
Tokli o'tkazgich atrofida magnit maydon hosil bo'lishi Amper qonuni orqali tushuntiriladi.

$$\oint H \cdot dl = I$$

bu yerda, N - o'tkazgichdan I tok o'tganda unda hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi, L - o'tkazgichning uzunligi. SI birliklar sistemasida I - tok kuchining birligi Amper (A), N - maydon kuchlanganligining birligi Amper•m (A m). (1.18) tenglamaning ma'nosini to'laroq tasavvur etish uchun 1.3. rasimga murojaat qilamiz. Rasmda to'g'ri burchakli o'zak va uning bir tomoniga o'ralgan chulg'am ko'rsatilgan.

Agar o'zak ferromagnetik materialdan yasalgan bo'lsa, (odatda o'zak elektrotexnik po'latdan yasaladi) g'altakdagi tokdan hosil bo'lgan magnit maydoni butun o'zak bo'ylab oqadi. SHuning uchun Amper qonunida integralni chulg'am uzunligi bo'yicha olinadi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, magnit maydoni g'altakning barcha o'ramlarini kesib o'tadi, shuning uchun

$$Hl_c = Ni$$



6.7-rasm. Eng sodda elektromagnit o'zak va unga o'ralgan chulg'am.

Bu yerda N magnit maydon kuchlanganligi vektori N ning skalyar kattaligi. Demak, magnit maydon kuchlanganligi chulg'amdagi tok kuchiga to'g'ri proporsional.

$$H = \frac{Ni}{l_c}$$

Bundan tashqari, kuchlanganlik o'zakning materialiga ham bog'liq ravishda o'zgaradi. Magnit maydon kuchlanganligi N va magnit maydon induktsiyasi V o'zak materialining magnit singdiruvchanligi μ orqali o'zaro quyidagicha bog'langan

$$B = \mu H$$

Demak, magnit maydon induktsiyasi ikki xil parametrga bog'liq:

N – magnit maydon kuchlanganligi-tok kuchi orqali aniqlanuvchi parametr;

μ - magnit singdiruvchanlik- o'zakning materialiga bog'liq bo'lgan parametr.

Vakuumning magnit singdiruvchanligini μ_0 deb belgilaymiz va uni absolyut magnit singdiruvchanlik deb yuritiladi,

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Har qanday moddaning magnit singdiruvchanligi vakuumga nisbatan olinadi va nisbiy singdiruvchanlik deb yuritiladi.

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (1.23)$$

Nisbiy magnit singdiruvchanlikdan foydalanish amalda juda qulay. Yuqorida aytilganidek ferromagnetiklarda bu singdiruvchanlik juda katta. Masalan po'latning turlariga qarab uning nisbiy magnit singdiruvchanligi 2000 dan 6000 gacha o'zgaradi. Bu shuni bildiradiki, po'lat o'zakda vakumdagiga nisbatan 2000 dan 6000 martagacha katta magnit maydon induktsiyasi hosil qilish mumkin. Magnit singdiruvchanligi bundan ham katta materiallar bor, masalan permalloyning maxsus turi, permalloy-68 (68% nikel va 32 % temirdan iborat maxsus qotishma) uchun magnit singdiruvchanlik 250000 gacha yetadi. SHuning uchun elektr mashinalarida chulg'amlar po'lat yoki permalloy qotishmalaridan tayyorlanadi. Havoning magnit singdiruvchanligi vakuum bilan bir xil 3.1-jadval. SHundan kelib chiqadiki, transformator va dvigatellarda magnit maydonni kuchaytirishda o'zakning ahamiyati juda katta.

3.1 jadval

t/r №	Modda	Magnit singdiruvchanligi	Moddaning magnitik xususiyati
	Vakuum (havo uchun ham)	1	Paramagnit
	Kobal't	175	Ferromagnit
	Nikel	1100	Ferromagnit
	Po'lat	600-800	Ferromagnit
	Permalloy	250000	Ferromagnit



6.8- rasm. Katta quvvatli elektr mashinasining stator va rotor o'zaklari

O'zakning magnit singdiruvchaligi havoga nisbatan katta bo'lgani uchun magnit maydon asosan o'zak bo'ylab ko'chadi. O'zakdan tashqaridagi maydon esa kichik bo'ladi. Lekin bu sochilgan maydon elektr mashinalarida g'altaklarning induktiv bog'lanishi va o'zinduksiya hodisalarida muhim ahamiyatga ega.

O'zakda hosil bo'lgan magnit maydon induktsiyasini quyidagicha aniqlash mumkin

$$B = \mu H = \frac{\mu N i}{l_c}$$

To'la oqim esa

$$\phi = \int_A B \cdot dA$$

Bu yerda dA o'zakning birlik yuzasi. Magnit maydon induktsiyasi doimiy bo'lib, u o'zak kesimi yuzasiga tik yo'nalgan paytda

$$\phi = BA$$

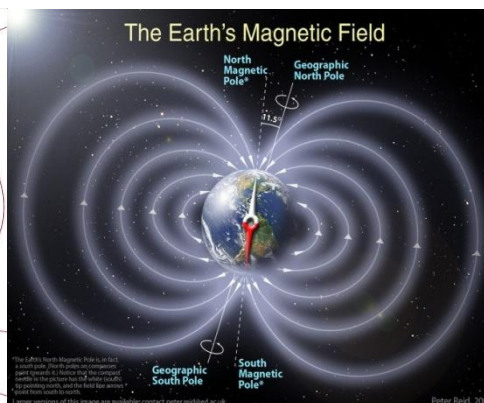
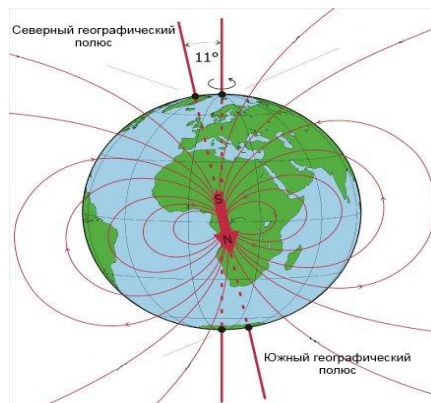
yig'indi magnit oqimi esa

$$\phi = BA = \frac{\mu N i A}{l_c}$$

bu yerda A o'zakning ko'ndalang kesim yuzasi.

4. Yerning magnit maydoni

Erning magnit maydoni mavjudligi o'rta asrlardayoq olimlar tomonidan o'rganib asoslab berilgan. Ayniqsa qadimgi dengizchilar Yerning magnitik qutblarini kqrsatib turuvchi magnit kompaslaridan juda keng foydalangan. Bugungi kunda kosmiuk tadqiqotlar, Yerdagi o'ta aniq elektromagnitik o'lchashlar natijasida Yer shari magnitik xususiyatining xaritasi ham tuzilgan.



6.9-rasm. Yer sharining gegerafik va magnit qutblari

Yerning magnit maydoni qutblari uning geografik qutblari bilan mos kelmaydi. Ma'lumki geografik qutblar Yerning o'z o'qi atrofida aylanish o'qiga nisbatan olinadi. Yerning aylanish o'qi Yer orbitasi teki sligiga (ekliptika tekisligi deb ataluvchi tekislik) nisbatan biroz qiyalik hosil qiladi. Yerning magnit qutblari esa bu o'qqa nisbatan 11,3 ° burchak hosil qiladi. Bundan tashqari Yerning magnit maydoni qutblari doimiy bo'lmay u ma'lum miqdorga o'zgarib turadi, bu Yer shari markazidagi suyuq holdagi yadroning harakati bilan bog'liq. Ayrim olimlarning tekshirishlariga ko'ra magnit qutblari

biryilda 15 km masofagacha siljishi mumkin. Bunday kichik siljishlar natijasida Yerning magnit maydoni har 250 000 yilda almashib turadi degan farazlar ham mavjud.

5. Elektromagnitik qurilmalar.

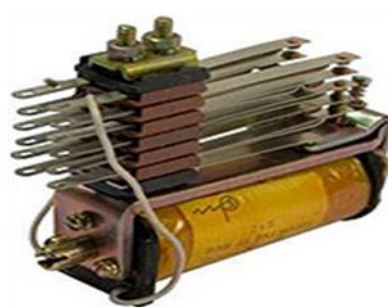
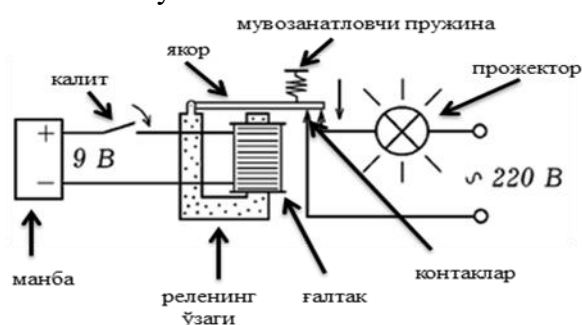
Elektromagnitik qurilmalarning asosini g'altaklar tashkil qiladi. Elektr tokining g'altakda magnit maydoniga aylanishini ko'rib o'tdik. Endi, aynan shu magnit maydondan amaliy maqsadlarda foydalanishni ko'ramiz.

Elektromagnitik qurilmalarda magnit maydoni elektr toki (o'zgarmas va o'zgaruvchan) tasirida hosil qilinadi, demak bu maydonning tasiri asosida elektr tokining parametrlarini o'lchash mumkin. Eng sodda elektromagnitik o'lchov qurilmalari ana shu asosda tuzilgan bo'ladi. Kuchli magnit maydonlar hosil qilish esa elektromagnitik relelar va hatto elektromagnitik kranlar yaratish imkonini beradi.

Avtomatik boshqaruv tizimlarida juda keng ishlatiluvchi bir qator elektromagnitik relelarni va ularning ishlashini ko'rib chiqamiz.

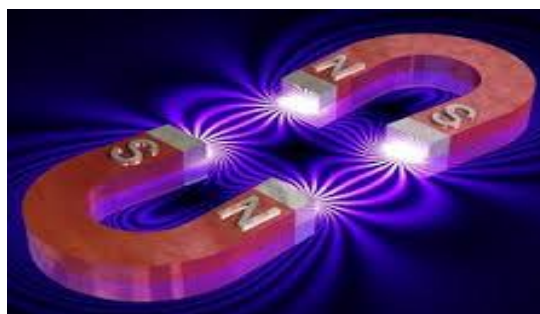
Masalan 220 V kuchlanishli tarmoqdan ishlovchi katta quvvatli projektorni 9 V kuchlanishli akkumulyator yordamida o'chirib-yoquvchi yarim avtomatik rele sistemani ko'ramiz.

O'zgarmas elektr toki ta'sirida g'altak magnitlanib yakor deb ataluvchi harakatlanuvchi plastinkaki o'ziga tortadi va kontaktlarni ulaydi.

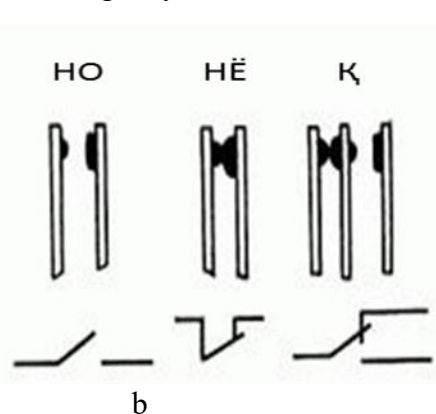
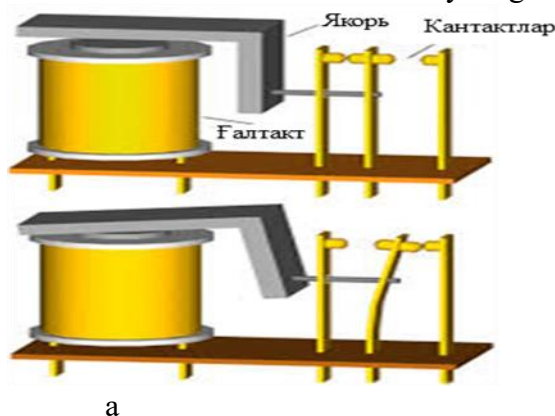


6.10- rasm. Elektromagnitik releli sistema va relening umumiy ko'rinishi.

Tok uzilsa muvozanatlovchi prujining elastiklik uchi ta'sirida yakor o'z o'rniga qaytib zanjirni uzadi (ayrim relelarda prujina ishlatilmaydi, kontakt plastinkalari o'zining elastiklik kuchi hisobiga o'z o'rniga qaytadi).



6.11-rasm. Doimiy magnitlar va uning maydoni.

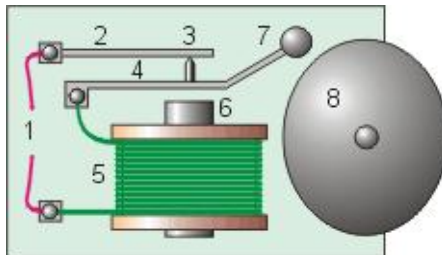


6.12-rasm. Elektromagnitik rele va uning kontaktlari. a - qutblangan relening umumiy ko'rinishi, b-rele kontaktlari: NO-normal ochiq; NYo-normal yopiq; Q-qutblangan.

Relelar kontaktlarining dastlabki holatiga qarab ochiq, yopiq va qutdlangan turlarga bo'linadi. Dastlabki holatda, g'altakda tok bo'lmagan paytda rele kontaktlari uzilgan (v-rasmdagi NO holat) bo'lsa,

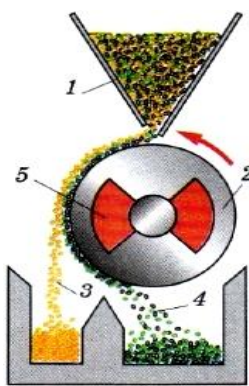
bunday relelar ochiq kontaktli, agar ulangan (v-rasmdagi NYo holat) bo'lsa, yopiq kontakli relelar turiga kiradi. Agar relening yakori bir kontakni uzib, boshqa kontakni ulasa, bunday relelar (v-rasmdagi Q holat) qutblangan relelar deyiladi.

Elektromagnitlik qo'ng'iroqlarda ham relelar keng ishlatiladi. Kuchlanish amplitudasi yetarlicha katta bo'lganda yakor o'zakka tortilib, unga ulangan sharcha qo'ng'iroq qalpoqchasiga urilda va ovoz chiqaradi. Ochiq va yopiq kontaktli relelardan foydalanib o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan qo'ng'iroqlar hosil qilish mumkin.

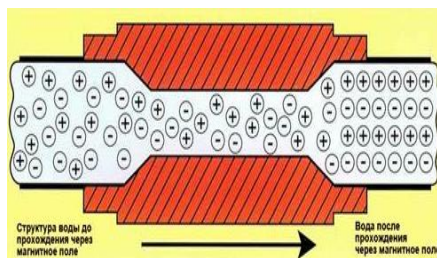


6.13-rsm. Elektromagnitlik releli qo'ng'iroq

Magnitning turli moddalar bilan ta'sirlashuvi va elektromagnitning xususiyatlaridan foydalanib turli texnologik jarayonlar uchun qurilmalar yaratish mumkin. Masalan, bug'doyni begona o'tlar urug'idan ajratishda bug'doy metall qipig'i bilan aralashtiriladi. Bug'doyga metall qipig'i yopishmaydi, o'tlarning urug'iga esa yopishadi. Texnologiyani yaratilishi aynan shunga asoslanadi. Qurilmaning sxemasi 3.14-a rasmda ko'rsatilgan. Voronkasimon idishdagi 1 bug'doy 2 barabanga yopishtirilgan 5 elektro magnit atrofiga aylanib, og'irlik kuchi tasirida idishga to'kiladi. Lekin, 3 bug'doy doniga metall zarralari yopishmaganligi uchun, u barabandan oldinroq ajraydi. O'tlarning qipikli donlariga 4 esa metall kukunlari yopishganligi uchun ular barabandan kechroq ajraydi 4. SHu tarzda bug'doy doni begona o'tlar donidan tozalanadi.



a



b

6.14-rasm. elektromagnitli separator (a) va magnit maydoni yordamida suvni yumshatish (b).

Ma'lumki suvning tarkibidagi turli tuzlar (kaliy, kaltsiy, magniy, kremniy va boshqalar) texnologik jarayonlarda o'zining salbiy ta'sir larini ko'rsatadi. Quvurlarning devorlarida cho'kindi sifatida yig'ilib ularning o'tkazuvchanlik xususiyatini kamaytiradi. Suv isitish qurilma larida esa bunday cho'kindilar energiya isrofiga olib keladi. Cho'kindi hosil bo'lishini kamaytirish uchun magnit maydondan foydalaniladi. Bunda magnit maydoni ta'sirida suv tarkibidagi tuz ionlarining kristallashish xususiyatlari o'zgaradi. Odatdagi tekis kristallar o'rniga magnit maydonida konussimon uchli kristallar shakllanadi. Bu kristallarning o'zaro birlashib cho'kindilar hosil qilishi ehtimolligi keskin kamayadi. Magnit ta'sirida suvdagi tuzlar o'zgarmaydi, faqatgina ularning idish devorlarida yig'ilishi kamayadi.

Magnit maydonlaridan bugungi kunda meditsinada juda keng foydalanilishi hammamizga ma'lum (magnitoterapiya), hatto turli xil hashoratlarga qarshi kurashuvchi zamonaviy elektron tizimlarning bevosita ob'ektlarga tasiri ham magnit maydoni orqalidir. Ya'ni bu qurilmalar ma'lum chastotali magnit maydonning ayrim hashoratlarga zararli ta'siri asosida yaratiladi.



6.15-rasm. Magnitoterapiya qurilmasi va hashoratlardan magnit yordamida saqlanish.



6.16-rasm. Elektromagnitik kranlar ayniqsa metallomlarni yuklashda juda qulay.

Tayanch iboralar. Magnit, magnit maydon kuchlanganligi, magnit maydon induktsiyasi, magnit singdiruvchanlik, gisterezis, o'zak, g'altak.

Sinov savollari.

1. Magnit maydoni qanday hosil bo'ladi?
2. Tokli o'tkazgichning magnit maydoni yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3. Magnit maydoni tokli o'tkazgichga nima uchun tasir ko'rsatadi?
4. Tokli o'tkazgich va magnit maydonning tasirlashuvidan amalda qanday foydalanish mumkin?
5. Gisterezis xalqasi nima?
6. Nima uchun elektr mashinalari chulg'amlarida o'zaklar ishlatiladi?
7. O'ng parma va o'ng qo'l qoidasi bilan nimani aniqlanadi?

7-MA'RUZA. Elektr o'lchov asoslari

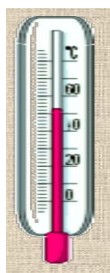
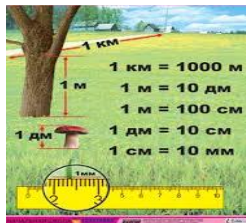
Reja

1. O'lchov haqida umumiy tushunchalar.
2. Etalonlar, o'lchov turlari va vositalari.
3. Elektr o'lchov qurilmalari.

Kirish

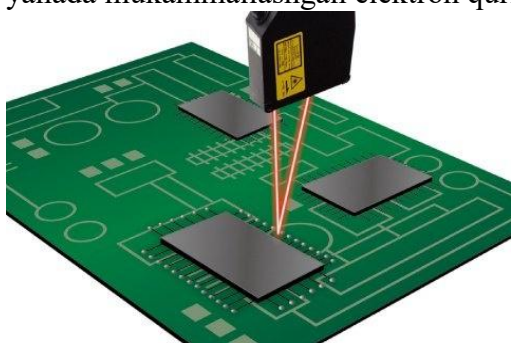
Hayotimizda, tabiatda, koinotda bizni o'rab turgan butun borliq chekli o'lchovlarga ega. Fazoning, vaqtning o'lchovlari mavjud. Koinotdagi galaktikalar, yulduzlar va planetalarning ham fazo va vaqt hisobidagi o'lchamlari mavjud. Biror jism haqida gap ketganda albatta uning o'lchamlarini hisobga olamiz. CHEksiz katta o'lchamli jismni tasavvur ham etib bo'lmaydi (koinot cheksiz, shuning uchun koinot haqida to'la tushuncha ham mavjud emas).

Oddiy kundalik hayotimizda ham, biz o'z xohishimizdan tashqarida bo'lgan o'lchamlar bilan ish ko'rishga, ularni o'lchashga majburmiz. Inson hayotining o'zi ham o'lchamli va biz undan samarali foydalanishga urinamiz, vaqtni o'lchaymiz, rejalashtiramiz, tejaymiz. O'zaro munosabatlarimizda, kundalik turmushda, tabiat va jamiyat qonunlarini o'rganishda, fan va texnikada, ishlab chiqarishda o'lchovlar bilan ish ko'ramiz. Qisqacha qilib aytganda butun hayotiy faoliyatimiz va o'zaro munosabatlarimiz davomida biz turli ko'rinishdagi o'lchovlarni bajaramiz va ularning natijalari asosida ish yuritamiz.



7.1- rasm. Hayotimizning tarkibiy qismlariga aylangan kundalik o'lchov jarayonlari

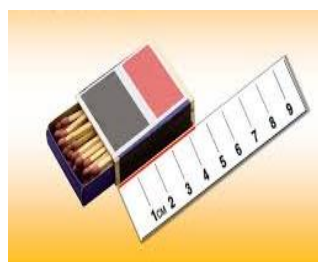
Ayniqsa, fan va texnikani, ishlab chiqarishni o'lchovlarsiz tasavvur etish qiyin. Bugungi texnik taraqqiyotning rivojlanish darajasi ham aslida o'lchovlarni (vaqt, massa va masofani o'lchashni) qay darajada aniq bajara olishimiz bilan baholanadi. Masalan 1970-75-yillardagi texnologik taraqqiyot darajasi masofani 2-8 mkm aniqlikda o'lchash imkoniyatini bergan va bunga mos mikrosxemalar ishlab chiqarilgan, 90-yillarga kelib bu aniqlik 80 nm ga yetkazilgan bo'lsa 2010-yilda 32 nm edi. 2018 yilga borib aniqlik darajasi 10nm ga yetishi kutilmoqda. Texnologik jarayonlarda masofani bunday aniqliklarda ajratish integral mikrosxemalarning tezligini oshirish, o'lchamlari va energiya iste'molini kamaytirish, informatsiya saqlash imkoniyatini kengaytirish kabi qator imkoniyatlarni beradi, bu esa o'z navbatida yanada mukammallashgan elektron qurilmalarni yaratishga yo'l ochadi.



7.2- rasm. O'lchovlarning aniqligi texnologik taraqqiyotni belgilaydi.

1. O'lchov haqida umumiy tushunchalar

Har qanday o'lchash, aslida o'lchanayotgan kattalikni bizga ma'lum bo'lgan boshqa biror kattalikka aylantirib yoki unga solishtirib baholashdir. SHu ma'noda o'lchashga quyidagicha ta'rif berish o'rinli. **Biror fizik kattalikni bevosita yoki bilvosita usullar bilan tajriba asosida aniqlash o'lchash deb ataladi.** O'lchash natijalari esa shu kattalik uchun o'lchov birligi deb qabul qilingan birliklarda ifodalanadi.



Massani solishtirib o'lchash Uzunlikni solishtirib o'lchash Temperaturani bevosita o'lchash

7.3- rasm. Har qanday o'lchov jarayoni bu tajriba o'tkazishdir.

SHuningdek, o'lchash tegishli o'lchov asboblari yordamida bevosita yoki bilvosita amalga oshirilishi mumkin. Bilvosita o'lchashda o'lchanayotgan kattalikning boshqa biror fizikaviy kattalik orqali bog'lanishlaridan foydalaniladi. Masalan qarshilikni o'lchash uchun kuchlanish va tok kuchini o'lchab Ohm qonuni orqali qarshilikni hisoblab topish mumkin. Bevosita o'lchovda esa o'lchov asbobi o'lchanayotgan kattalikni uning o'z o'lchov birliklarida bevosita ko'rsatib beradi (raqamli tarozilar, voltmetrlar, ampermetrlar va xokazo). Bevosita o'lchash asboblarida natijalar shkalalarda, raqamli tarzda yoki grafik ko'rinishda ifodalanishi mumkin.



SHkalali vattmetr



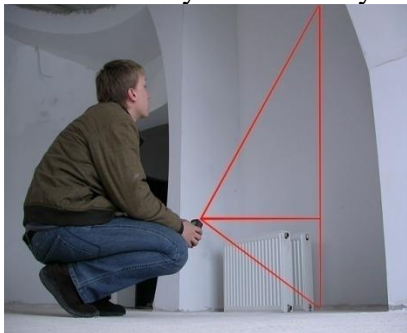
Raqamli vattmetr



Avtomobil tezlik datchigi

7.4- rasm. SHkalali va raqamli o'lchov qurilmalari.

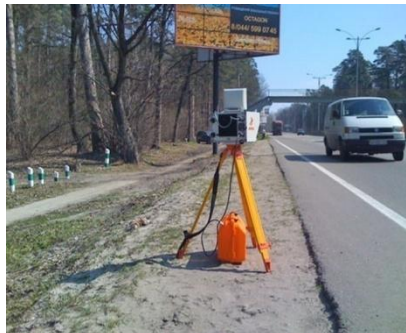
Zamonaviy o'lchov qurilmalarida o'lchash natijalarini bevosita raqamlarda ifodalashdan tashqari ularni elektron ko'rinishda tashqi axborot tizimlariga uzatish, yozib olish, saqlash mumkin. SHuningdek, o'lchov qurilmasi bevosita dasturlangan mikroprotssessorli bo'lishi va ma'lum hisoblarni amalga oshirishi ham mumkin. Masalan, elektron tarozilarda maxsulotning bahosi kiritilsa, tarozi massa bilan bir vaqtda umumiy narxini ham ko'rsatib beradi, yoki bugungi zamonaviy, raqamli elektron hisoblagichlar (elektr energiyasi hisoblagichlari nazarda tutilmoqda) foydalanilgan elektr energiyasi hisobini ko'p tarifli tizim asosida olib borishi, ma'lumotlarni tegishli dasturlar asosida turli ko'rinishlarda shakllantirishi, hamda bu ma'lumotlarni yozib borishi yoki aloqa tizimlari orqali uzatishi mumkin.



Lazerli lineyka



Elektron termometr



Fotoradar

7.5- rasm. Zamonaviy elektron o'lchov qurilmalari.

2. Etalonlar, o'lchov turlari va vositalari.

O'lchovlarni tashkil qilish va o'lchovni me'yorlashtirish maqsadida asosiy fizikaviy kattaliklarning etalonlar shartli ravishda qabul qilinadi, masalan massa va masofaning etalonlari mavjud. O'lchov qurilmasi esa muayyan fizikaviy jarayonlarga asoslanib biror kattalikni o'lchash uchun maxsus ishlab chiqarilgan bo'ladi va bu bunda qurilma etalonlardan foydalanilib darajalanadi. Demak o'lchov qurilmalarini yaratish ham etalonlarga asoslanadi. Etalonlarni qabul qilish xalqaro miqyoslarda amalga oshiriladi. Chunki o'lchovlarni tashkil etish va ularni me'yorlashtirish muxim ijtimoiy va xalqaro ahamiyat kasb etadi. SHuning uchun ham o'lchovlar yuzasidan xalqaro birliklar sistemasi (SI- Système International) mavjud. Eng dastlabki birliklar sistemasi 1799 yilda Frantsiyada qabul qilingan, unda massani va masofani o'lchov birligi sifatida etalon qabul qilingan edi. Keyinroq 1874 yilda uchta asosiy kattalikning (masofa uchun –santimetr, massa uchun-gram, vaqt uchun-sekund) me'yori **SGS (sanitmetr-gram-sekund)** birliklar sistemasi ishlab chiqildi va 1875 yilda Rossiya, Germaniya, AQSH, Frantsiya, Italiya kabi ko'plab davlatlar tomonidan xalqaro me'yorlar sifatida tan olinib amaliyotga tadbiiq etildi. Bugungi kunda dunyoning barcha davlatlarida amal qiluvchi xalqaro birliklar sistemasi SI esa 1960-yilda qabul qilingan va bu sistemada asosiy kattaliklar etaloni sifatida **massa (kilogram), masofa (metr) va vaqt (sekund)** qabul qilingan. Boshqa barcha kattaliklarning birliklari shu uch asosiy

fundamental kattaliklarga me'yorlashtirilgan tarzda keltirib chiqariladi. So'nggi yillarda o'lchovlarni soddalashtirish va yangi o'lchov tizimlarini rivojlantirish maqsadida tok kuchi, temperatura, modda miqdori va yorug'lik kuchi kabi 4 ta fizik kattaliklarning ham fundamental me'yorlari ishlab chiqilib asosiy birliklar qatoriga kiritildi.

Asosiy fizikaviy kattaliklar 4.1- jadval

Kattaliklar		Kattalikning birliklari			
kattalik nomi	kattalik belgisi	nomlanishi		belgilanishi	
		ruscha	frantsuz/ingliz	ruscha	xalqaro
Masofa	L	metr	mètre/metre	m	m
Massa	M	kilogramm	kilogramme/kilogram	kg	kg
Vaqt	t	sekund	seconde/second	s	s
Tok kuchi	I	Amper	ampère/ampere	A	A
Temperatura	T	kelvin	kelvin	K	K
Modda miqdori	N	mol	mole	mol	mol
Yorug'lik kuchi	J	Kandela	candela	Kd	cd

O'lchovni amalga oshirishda qo'llaniluvchi o'lchov vositalariga etalonlar va o'lchov qurilmalari kiradi. Etalonlar xalqaro miqyoslarda qabul qilingan namunalar hisoblansa, o'lchov qurilmalari ana shu namunalar asosida quriladi.

Etalonlar ko'pchilik hollarda o'lchov qurilmalarini tekshirish uchun ishlatiladi. Etalonlarning aniq va to'g'ri bo'lishi maxsus soha xizmati (metrologiya xizmati) tomonidan tekshirib turiladi.

O'lchov vositalari

Etalonlar



Etalonlar: Tarozi toshlar, chizg'ichlar, o'lchov ko'priklari va boshqalar. O'lchov qurilmalari: Ampermetr, voltmetr, elektron tarozi, hisoblagich, termometr va boshqalar.

O'lchovlar bevosita va bilvosita o'lchash turlariga bo'linadi. Bevosita o'lchashda o'lchov qurilmasi o'lchanayotgan kattalikni bevosita ko'rsatib beradi (raqamli tarozilar, voltmetrlar, ampermetrlar va xokazo). Bilvosita o'lchashda esa o'lchanayotgan kattalik bilan bog'liq bo'lgan boshqa biror fizikaviy kattalikni o'lchab, so'ng xisoblashlar yoki boshqa usullar yordamida o'lchanayotgan kattalik topiladi. Bevosita o'lchash usuli kundalik hayotimizda, texnikada juda keng ishlatiladi. Bilvosita o'lchash usuli esa ko'proq ilmiy tekshirish ishlarida va murakkab jarayonlarning parametrlarini o'rganishda qo'llaniladi. Masalan Yerning masasini o'lchash, quyoshni haroratini o'lchash, yulduzlarni o'rganish va hokazo.

O'lchov xatoliklari. Xar qanday o'lchov ma'lum xatoliklarga ega bo'lib bu xatoliklarni baholashda absolyut va nisbiy xatolik tushunchasi qo'llaniladi. Absolyut xatolik deb o'lchov natijasida olingan kattalik- X bilan uning xaqiqiy qiymati X_0 orasidagi absolyut farqqa aytiladi,

$$\Delta X = X - X_0$$

Bu absolyut xatolikning o'lchanayotgan kattalikka nisbati nisbiy xatolik deyiladi

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X_0}$$

O'lchov qurilmalariga nisbatan asosiy talablar.

O'lchov qurilmalarini ishlab chiqarish boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishga qaraganda bir muncha katta javobgarlikka ega va shuning uchun ularni ishlab chiqarishni me'yorlashtirish alohida talablar asosida nazorat qilinadi. SHu nuqtai-nazardan o'lchov qurilmalari quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

-o'lchov jarayoni, yoki o'lchov qurilmasidan foydalanish maxsulot sifatiga, yoki texnologik jarayonga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi kerak;

-o'lchov qurilmasidan foydalanish va o'lchovlarni bajarish texnika xavfsizligi, mehnat muxofazasi, sanitariya, ekologik, yong'in xavfsizligi, elektr xavfsizligi va boshqa me'yoriy talablarga javob berishi kerak;

-o'lchov qurilmasining quvvat iste'moli kichik bo'lishi kerak;

-o'lchov qurilmasining nisbiy xatoliklari davlat standartlashtirish tashkilotlari tomonidan nazorat qilinadi. Ishlab chiqarilayotgan o'lchov qurilmalarining nisbiy xatoliklari davlat standartida ko'rsatilgan quyidagi 8 ta me'yoriy kattaliklardan biriga mos bo'lishi talab qilinadi: **0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,5%; 4,0%.**

Bulardan tashqari o'lchov qurilmasining qo'llanilish sohasidan kelib chiqib o'ziga xos talablar ham bo'lishi mumkin (masalan radioaktivlik sohalarida, meditsina nuqtai-nazaridan va boshqalar). SHuningdek, bozor munosabatlari va texnik taraqqiyot darajasi ham o'lchov qurilmalariga muayyan talablarni qo'yadi (masalan qurilmalarning ergonomik ko'rsatkichlari, dizayn, estetik talablar, universallik, ekologik talablar, zamonaviy informatsion tizimlarga mosligi va boshqalar).

Raqamli texnikaning rivojlanib borishi elektr o'lchov qurilmalari taraqqiyotiga ham kuchli ta'sir ko'rsatmoqda.



7.6-rasm. Dizayn va estetik talablar ayniqsa oziq-ovqat sanoati o'lchov qurilmalari uchun juda muxim.

3. Elektr o'lchov qurilmalari.

Bugungi kunda insoniyat faoliyatining barcha sohalarida o'lchov qurilmalari keng ishlatilmoqda. Bu o'lchov qurilmalarining aksariyat qismi elektr tokiga asoslangan. SHuning uchun o'lchov qurilmalarini tahlil qilishda elektrik kattaliklarni o'lchashni o'rganish muhim ahamiyatga ega.

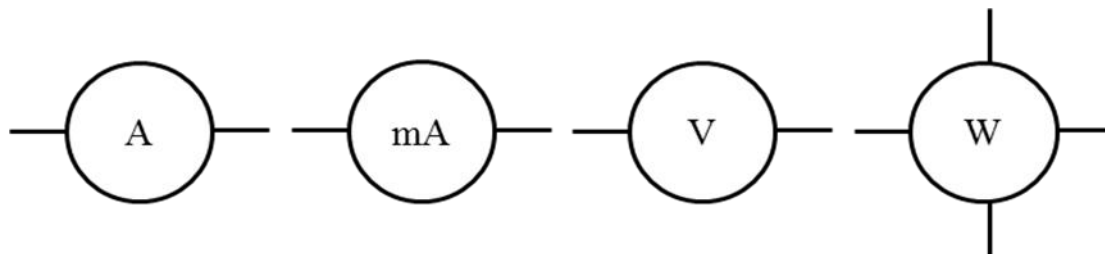
Elektr o'lchov qurilmalari tarixi 18-asrning o'rtalaridan boshlanadi. 1737 yilda yashagan frantsuz olimi SH. Dyufe yaratgan elektroskopni insoniyat yaratgan birinchi elektr o'lchov qurilmasi deyish mumkin. 1750 yillarda rus olimi M. V. Lomonosov bu elektroskopni atmosferadagi elektr tokini



(chaqmoqlarni) o'rganishga tadbiiq etdi. 1830-40 yillarga kelib elektromagnitik induksiya qonuni kashf etilgach magnitoelektrik o'lchov qurilmalari (galvanometrlar) yaratildi. SHarl Fransua Dyufe- [1698-1739](#) yillarda yashab ijod etgan frantsuz olimi. Uning eng katta ixtiroi elektroskop bo'lib, bu elektroskop yordamida olim elektr zaryadlari ikki xil turda (musbat va manfiy) bo'lishini, xamda qarama-qarshi ishorali elektr zaryadlari bir-biriga tortilishi, bir xil ishorali zaryadlar esa bir-biridan itarilishini birinchi bo'lib aniqlagan.

Galvanometrning yaratilishi elektr tokini o'rganishda va elektr qurilmalarining (shu jumladan elektr o'lchov qurilmalarining) keyingi taraqqiyotida muhim rol o'ynadi. 19-asr oxirlarida rus injeneri M. Dolivo-Dobrovolskiy elektr o'lchov qurilmalarini rivojlantirishda katta amaliy ishlarni bajardi, ya'ni elektromagnitik, induksion va ferrodinamik o'lchov qurilmalarini yaratdi. Bu o'lchov qurilmalari hozirgi kunda ham keng qo'llaniladi.

O'lchanayotgan kattalikning turiga qarab elektr o'lchov asosblari juda ko'plab turlarga bo'linadi. Bugungi kunda, barcha elektrik kattaliklar uchun, ularni o'lchaydigan qurilmalari mavjud. O'lchov asbobining nomi o'lchanayotgan kattalik nomidan olinadi, masalan tok kuchini o'lchaydigan qurilma ampermetr, kuchlanishni o'lchaydigan qurilma ampermetr, quvvatni o'lchaydigan qurilma vattmetr, va hokazo, deb nomlanadi. Elektr sxemalarda o'lchov asboblarini doira shaklida belgilash qabul qilingan. Doira ichida esa, o'lchov asbobi turi, o'lchanayotgan kattalikning belgisi orqali ifodalanadi.



Амперметр Миллиамперметр Вольтметр Ваттметр

Elektr o'lchov qurilmalaridagi shartli belgilar. Barcha qurilmalarda, mashina va mexanizmlarda bo'lgani singari elektr o'lchov qurilmalarida ham, qurilmani xarakterlovchi ma'lum shartli belgilar ishlatiladi. Aynan shu belgilar orqali o'lchov qurilmasi va uni ishlatish haqida ko'plab ma'lumotlarga ega bo'lamiz.

Elektr o'lchov qurilmalarida asosan qurilmaning qanday tokda ishlashi (o'zgarmas, o'zgaruvchan, uch fazali), aniqlik sinfi, uni ishlatish bilan bog'liq bo'lgan talablar, qurilmaning elektr zanjiri uning korpusidan qay darajada izolyatsiyalanganligi (izolyatsiya mustahkamligi qancha volt kuchlanishda tekshirib ko'rilganligi) kabi ma'lumotlar shartli belgilar tarzida keltirilgan bo'ladi. Ana shunday shartli belgilar 4.2-jadvalda ko'rsatilgan.

4.2- jadval

t/r №	SHartli belgi	SHartli belgining izohi
1	—	Qurilma faqat o'zgarmas tokda ishlaydi
2	~	Qurilma faqat o'zgaruvchan tokda ishlaydi
3	— ~	Qurilma ham o'zgarmas, ham o'zgaruvchan tokda ishlaydi
4	~ ~ ~	Qurilma uch fazali tokda ishlaydi
5	1,5	Qurilmaning foizlarda ifodalangan aniqlik sinfi (aniqlik qurilmaning o'lchov diapazoniga nisbatan)
6	1,5	Qurilmaning foizlarda ifodalangan aniqlik sinfi (aniqlik qurilmaning shkalasiga nisbatan)
7	☆2	Qurilmaning korpusi o'lchov zanjiridan izolyatsiyalangan va izolyatsiya mustahkamligi ko'rsatilgan (2 kV) kuchlanishda tekshirilgan
8	⚡	Ehtiyot bo'ling! Qurilma korpusining o'lchov zanjiridan izolyatsiyasi meyorda emas.
9	└	Ishchi holatda o'lchov qurilmasining shkalasi gorizontol holda
10	┐	Ishchi holatda o'lchov qurilmasining shkalasi vertikal holda

SHuningdek, o'lchov qurilmasida qurilmaning ishlab chiqarilgan yili, zavod ishlab chiqarish raqami va ishlab chiqaruvchiga aloqador bo'lgan boshqa belgilar ham ko'rsatilgan bo'ladi (masalan ishlab chiqaruvchi nomi, mahsulotning sifat ko'rsatkichi, texnikaviy sharti, ishlab chiqaruvchi manzili va hokazo).



7. 7- rasm. Amalda eng ko'p iste'molda bo'lgan TS4317 markali universal elektr o'lchov qurilmasi.

“O’zgaruvchan elektr tokda ishlovchi, elektromagnitik sistemali vol’tmetr. Vol’tmetrning aniqlik sinfi 1,5%, qurilma korpusi uning elektr zanjiridan himoyalangan va bu 2kV kuchlanishda tekshirib ko’rilgan. Vol’tmetr shkalasi vertikal turgan holda ishlaydi. Maksimal o’lchash chegarasi 150 V. Qurilma 1975 yilda ishlab chiqarilgan, ishlab –chiqarish zavod raqami 3275”.

7.8-rasm. Vol’tmetr shkalasi va undagi shartli belgilarning izoxi.

O’lchov qurilmasida ko’rsatiladigan asosiy belgilar qatoriga qurilmaning ishlash printsipini ko’rsatuvchi belgilar ham kiradi (3-jadval):



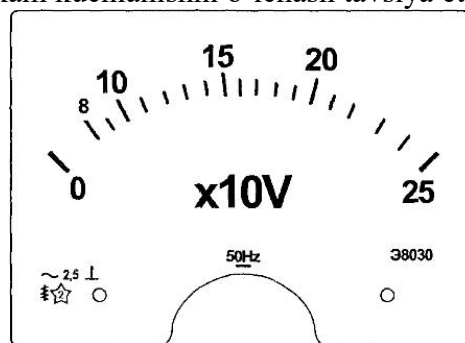
4.3-jadval

t/r №	SHartli belgi	Nomlanishi
1.		Magnitoelektrik sistemali o’lchov qurilmasi
2.		Magniti qo’zg’aluvchan magnitoelektrik sistemali o’lchov qurilmasi
3.		Elektromagnitik sistemali o’lchov qurilmasi
4.		Elektrodinamik sistemali o’lchov qurilmasi
5.		Ferrodinamik sistemali o’lchov qurilmasi
6.		Induktsion sistemada ishlovchi o’lchov qurilmasi
7.		Magnitoiduktsion sistema asosida ishlovchi o’lchov qurilmasi
8.		Elektrostatik sistema asosida ishlovchi o’lchov qurilmasi
9.		Magnitoelektrik o’lchov tizimiga ega termoelektrik qurilma
10.		Magnitoelektrik o’lchov tizimiga ega to’g’rilovchi qurilma

Ayrim o’lchov qurilmalarida (aylantiruvchi moment tok kuchining kvadratiga bog’liq bo’lgan tizimlarda) shkalalar chiziqli bo’lmaydi, 9- b rasmga qarang. Bunday hollarda o’lchov qurilmasidan foydalanishda birmuncha noaniqliklar kelib chiqishi mumkin. O’lchashlarda xatolikka yo’l qo’ymaslik uchun, masalan 4.9-b rasmdagi vol’tmetrda 80 V dan kam kuchlanishni o’lchash tavsiya etilmaydi.



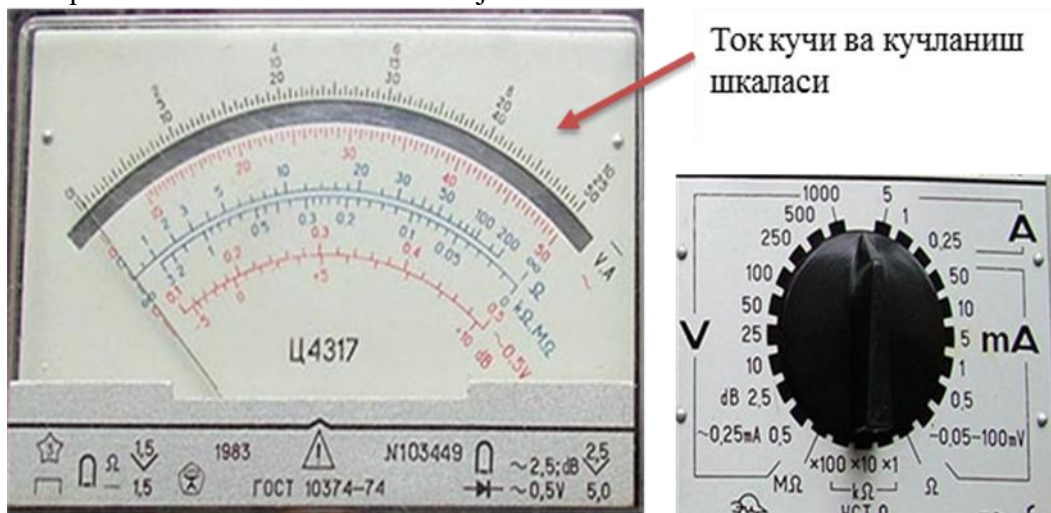
a- chiziqli shkala,



b- chiziqli bo’lmagan shkala

7.9-rasm. CHiziqli va chiziqli bo’lmagan shkalalar.

O'lchov qurilmalarini imkoniyatlarini oshirish uchun bitta o'lchov qurilmasi bir necha elektrik kattaliklarni o'lchaydigan qilib chiqariladi (masalan 7-rasmda keltirilgan TS4317 qurilmasi). Bunda, qurilma qanday elektrik kattalikni o'lchashi tegishli dastaklar orqali o'rnatiladi (7-rasmga qarang). Qurilmaning ish rejimidan tashqari, uning o'lchash diapazonlari ham tegishli dastakni burab o'zgartirilishi mumkin. Albatta bunday holda natijalarni bitta shkala orqali ko'rsatib berish mumkin emas, shuning uchun qurilmada bir nechta shkala mavjud 10- rasm



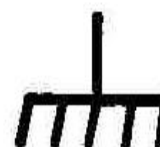
a-qurilma shkalasi,

b-diapazon va ish rejimi dastagi

7.10-rasm. Ko'p shkalali o'lchov qurilmasi.

4.10-rasmda TS4317 o'lchov qurilmasi shkalasi keltirilgan. Yuqoridagi 10, 25, 50 diapazonli shkalalar tok va kuchlanish uchun bo'lib, shkalaning maksimal qiymati o'ng tomondagi dastak holati bilan aniqlanadi. Qarshilikni o'lchashda, dastak pastga, x100x10x1 raqamlardan biriga o'rnatiladi, o'lchash natijalari Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ yozuvli shkalalar orqali aniqlanadi. Dastak 50 holatda turganda o'lchash natijasi 50 diapazonli shkala asosida, dastak 250 holatda turganda o'lchash natijasi 25 diapazonli shkala asosida aniqlanadi va hokazo.

O'zgarmas tokda ishlovchi qurilmalarning kirish qisqichlarida qutblar «+» va «-» ko'rsatilgan bo'ladi. O'zgaruvchan tokda ishlovchi qurilmalarda (agar bir fazali tok bo'lsa) faza simi «*» belgisi qisqichga ulanadi. Bundan tashqari o'lchov qurilmalarida xavfsizlik nuqtai nazaridan va o'lchov natijalarini turli xil tok va statik zaryadlar ta'siridan himoyalash uchun yerga ulash qisqichi va qurilma korpusi qisqichlari ham bo'lishi mumkin:



1-qurilma korpusi,

2- yerga ulash

qurilma korpusi yerga ulangan

Yuqori kuchlanishli elektr qurilmalarida elektr xavfsizlik nuqta-nazaridan qurilmaning korpusi yerga ulangan bo'ladi (elektr xavfsizlik masalalariga keyingi boblarda alohida to'xtalamiz).

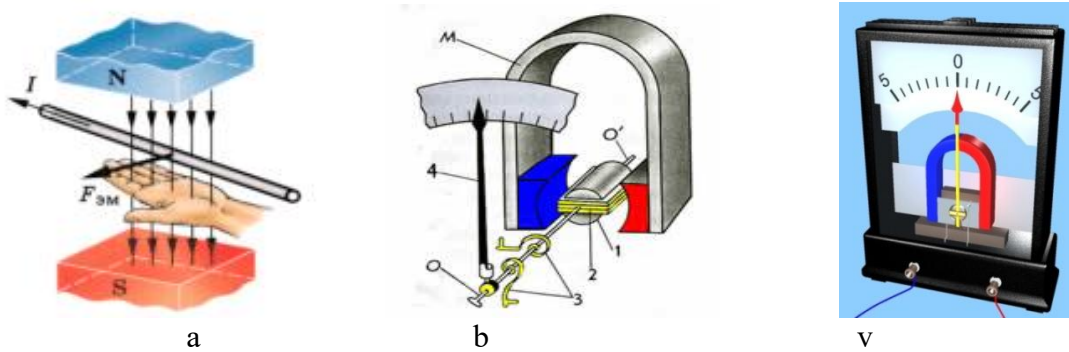
Magnitoelektrik o'lchov qurilmalari.

Bu turdagi o'lchov qurilmalarida, nomlanishidan ko'rinib turibdiki, doimiy magnitdan foydalaniladi. Qurilmaning ishlash printsipti, o'lchanayotgan elektr toki hosil qilgan magnit maydon bilan, doimiy magnitdan hosil bo'lgan maydonlarning tasirilashishiga asoslangan.

Unin tuzilishi doimiy magnit va po'lat o'zakka o'ralgan ramkadan (chulg'amdan) iborat, 4.11-rasmga qarang. Aksariyat hollarda doimiy magnit –M taqasimon ko'rinishda bo'ladi. Magnit qutblar orasida po'lat o'zak 1 ga o'ralgan ramka 2 joylashgan bo'lib u elastik prujinalar 3 yordamida tutib turiladi. Strelka 4, prujinalar, o'zak va ramka OO'umumiy o'qqa biriktirilgan. Ramkadan tok o'tganda Amper qonuniga ko'ra (doimiy magnitning tokli ramkaga ta'siri) doimiy magnitning maydoni ramkaning parallel tomonlarida elektr toki hosil qilgan maydonlar bilan ta'sirlashadi. Bu ta'sir kuchning yo'nalishlari ramkaning chap va o'ng tomonlarida qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib (4 va 11-rasmlarga qarang), son qiymati

$$F_A = IBL \sin \alpha$$

Amper qonuni asosida aniqlanadi. Bu yerda α -ramkadagi tok yo'nalishi bilan magnit maydon induktsiyasi orasidagi burchak.



7.11- rasm. Amper kuchi (a), magnitoelektrik o'lchov qurilmasining tuzilishi (b), magnitoelektrik qurilmaning umumiy ko'rinishi (v).

Agar ramkaning yarim enini (ramka chetidan OO' aylanish o'qigacha bo'lgan masofani) d deb belgilasak, hamda ramka n ta o'ramdan iborat va magnit maydoni tokning yo'nalishiga tik deb qarasak, Amper kuchi tasirida yuzaga keltiruvchi aylantiruvchi moment

$$M = F_A d = IBLdn$$

Ramkaning uzunligi va eni ramka yuzasini beradi $S = Ld$, u holda hosil bo'lgan aylantiruvchi moment

$$M = F_A d = IBSn$$

Qurilmada doimiy magnit ishlatilganligi uchun, magnit maydon induktsiyasi V o'zgarmaydi, shuningdek, o'ramlar soni n va ramka yuzasi S ham doimiy bo'lib, (4.3) formulada faqat o'lchanayotgan tok kuchigina o'zgaradi.

Qurilma uchun o'zgarmas bo'lgan kattaliklarni $BSn = k_1$ deb belgilasak (4.3) formula

$$M = k_1 I$$

Demak, aylantiruvchi moment ramkadan o'tayotgan tok kuchi bilan, qurilmaning doimiysi K orqali chiziqli bog'langan. Agar, ramkadan qancha katta tok oqib o'tsa, aylantiruvchi moment shuncha katta bo'lib, 4.7- b rasmdagi 4- strelka shuncha katta burchakka og'adi. Agar ramkadagi tokning yo'nalishi o'zgarsa, Amper kuchining ham yo'nalishi qarama-qarshi tomonga o'zgarib, strelka teskari tomonga og'adi. Ramkada tok bo'lmagan paytda strelkaning holati 3 elastik prujinalarning muvozanati bilan aniqlanadi. SHu paytdagi strelkaning vaziyati nol holatni (4.7-v rasm) ko'rsatadi. Strelka biror φ burchakka burilib turgan paytda prujinalardagi elastiklik kuchi, Amper kuchi hosil qilgan momentga qarama-qarshi yo'nalgan (strelkani muvozanat holatiga qaytarishga urinuvchi) moment hosil qiladi. Bu kuch momenti burilish burchagi φ va prujinaning bikirligi bilan aniqlanuvchi doimiy koeffitsient k_2 orqali aniqlanadi

$$M_{\text{эл}} = k_2 \varphi.$$

Momentlar tenglashganda strelka muvozanat vaziyatda turadi

$$M = M_{\text{эл}}, \text{ yoki } k_1 I = k_2 \varphi$$

Momentlar muvozanati shartidan burilish burchagini topsak

$$\varphi = \frac{k_1}{k_2} I = kI, \quad (4.5)$$

bu yerda $\frac{k_1}{k_2} = k$ - qurilmaning xususiyatlaridan kelib chiquvchi yagona koeffitsient bo'lib, u qurilmadagi

doimiy magnit, ramka (chulg'am) va prujinalarning parametrlari orqali aniqlanadi.

(4.5) formuladan ko'rinadiki qurilmada burchakni darajalash orqali tok kuchini o'lchash mumkin, ya'ni qurilma ampermetr sifatida ishlatiladi.

$$I = \frac{\varphi}{k}$$

Om qonuniga ko'ra ramkadagi tok kuchi

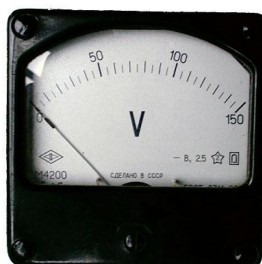
$$I = \frac{U}{R}$$

bu yerda U- ramka uchlaridagi kuchlanish, R- ramkaning (chulg'amning) qarshiligi kuchlanish orqali

ifodallasak
$$U = \frac{\varphi}{kR}$$

ifodadan ko'rinadiki ramkaning qarshiligini bilgan holda qurilmani vol'tmetr sifatida ishlatish mumkin.

Magnitoelektrik o'lchov qurilmalar o'zgarmas tok zanjirlarida juda keng ishlatiladi. Ularning asosiy afzalliklari sezgirliigi va o'lchash anqligining yuqoriligidir. SHuningdek, magnitoelektrik qurilmalar juda kam energiya sarflaydi va tashqi magnit maydonlari qurilmaning o'lchov jarayoniga kam tasir etadi.



7. 12-rasm. Magnitoelektrik vol'tmetr va mikroampermetr.

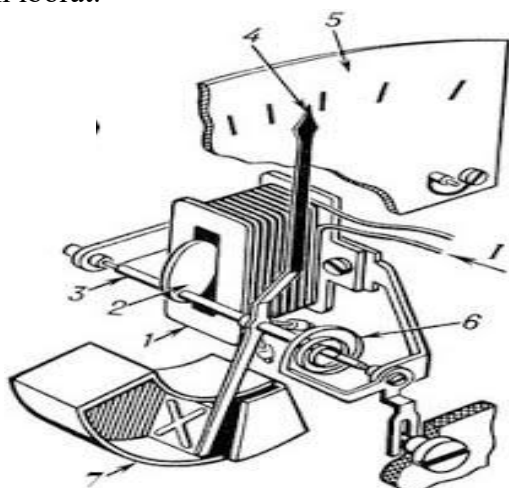
Aylantiruvchi moment tok kuchiga proporsional, shuning uchun bunday chiziqli bog'lanish qurilmalarning shkalalari ham bir tekis bo'lishini ta'minlaydi va darajalashni ancha yengillashtiradi. bu qurilmalar faqat o'zgarmas tokda ishlaydi. Ayni paytda Ikkinchidan, magnitoelektrik o'lchov qurilmalari. Qurilmaning asosiy kamchiliklari shundaki, ular asosan kichik toklarda va faqat o'zgarmas tokda ishlaydi.

Magniti qo'zg'aluvchan magnitoelektrik o'lchov qurilmalarida ramka qo'zg'almas bo'lib, magnit harakatlanuvchan bo'ladi. Lekin bunday sistemadagi o'lchov qurilmalarining sezgirliigi ancha past bo'lib eng ko'pi bilan 4 bo'lishi mumkin.

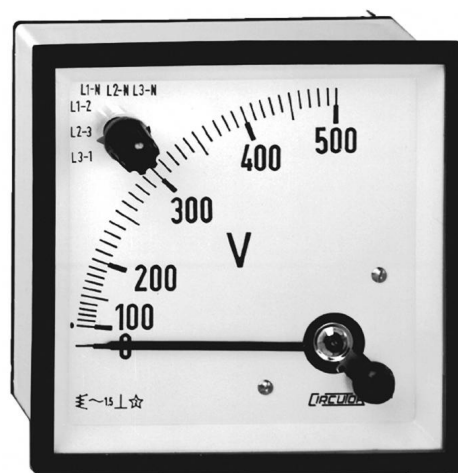
Elektromagnitik o'lchov qurilmalari.

Elektromagnitik sistemali o'lchov qurilmalarida qo'zg'almas qo'zg'aluvchan ferromagnitik o'zak ishlatiladi. O'lchanayotgan tok magnit maydon hosil qiladi va bu maydon ferromagnitik o'zakning tasirlashadi. Amalda ferromagnitik o'zaklar yupqa plastinkalar shaklida Qurilmaning qo'zg'almas qismi elektromagnitik g'altak 1 va shkala 5

g'altak va
g'altakda
maydoni bilan
bo'ladi.
dan iborat.



a



b

7.13-rasm. Elektromagnitik o'lchov qurilmasining tuzilishi (a) va elektromagnitik vol'tmetr (b). 1- elektromagnitik g'altak, 2- plastinka ko'rinishidagi ferromagnitik o'zak, 3- o'q, 4- strelka. 5- qurilma shkalasi, 6- elastik prujina, 7- strelka tebranishini so'ndiruvchi qurilma-dempfer.

G'altak to'g'ri to'rtburchak shaklidagi tirqishli o'zakka o'ralgan. Odatda g'altakning chulg'amlari mis simlarda o'raladi. Simning diametri vol'tmetrlarda 0,05 mm dan 1 mm gacha bo'lishi mumkin, bunda o'ramlar soni 2000 tadan 10000 tagacha yetadi. Elektromagnitik ampermetrlarda esa chulg'am simlari bir muncha yo'g'on, o'ramlar soni esa kam bo'ladi. Masalan 30 A gacha tok kuchini o'lchaydigan ampermetrlarda chulg'amlar bir nechta bo'lishi mumkin. Katta toklarni o'lchovchi (500 A gacha) ampermetrlarda ko'proq bitta chulg'am bo'lib u sim ko'rinishida emas ko'proq enli, lentasimon bo'ladi.

Qurilmaning harakatlanuvchi qismi ferromagnitik materialdan yasalgan, plastinka ko'rinishida yasalgan o'zak 2 dan iborat. Bu o'zak g'altakning tirqishiga yarim kirgan holda harakatlanadi. O'zak o'q 3 ga birlashtirilgan. O'lchanayotgan elektr toki g'altakka ulanadi va g'altakning magnit maydoni tasirida o'zak plastinka tirqishga tomon tortiladi. G'altakdan qancha katta tok o'tsa, plastinka tirqish tomon shuncha ko'p tortiladi va natijada strelka 4 shkala 5 bo'ylab og'adi. Plastinkani muvozanat vaziyatga qaytarish uchun elastik prujina 6 ishlatiladi. Strelkaning o'qqa nisbatan qarama-qarshi tomonida, strelka tebranishini so'ndirish uchun maxsus qurilma-dempfer ishlatiladi. Strelkani tashqi mexanik tasirlar (masalan shamol tasirida) natijasida og'ishidan saqlash uchun dempfer maxsus metall qobiq ichida joylashgan bo'ladi. Bu qobiq strelkani o'z navbatida tashqi elektr va magnit maydonlaridan ham qisman himoya qiladi.

Qurilma ishlash printsipining magnitoelektrik sistemadan asosiy farqi shundaki, bu yerda strelkaning tok tasirida og'ish burchagi tok kuchiga emas, balki uning kvadratiga proportsional. Aynan shuning uchun ham elektromagnitik qurilmalar o'zgarmas tokda ham, o'zgaruvchan tokda ham ishlay oladi, ikkinchidan, ular o'zgaruvchan tokning amplitudaviy qiymatini emas, balki tasir etuvchi qiymatini ko'rsatadi. Qolaversa, kvadratik bog'lanish tufayli, elektromagnitik o'lchov qurilmalarining shkalalari chiziqli bo'lmaydi (4.9- b rasmdagi vol'tmetr shkalasiga etibor bering).

Elektromagnitik vol'tmetrlarda g'altak chulg'amlari diametri 0,05-0.1 mm bo'lgan mis simlardan o'raladi. Chulg'amlar soni 2000 tadan 10000 tagacha yetishi mumkin. Ampermetrlarda esa, chulg'am simlari ancha yo'g'on, o'ramlar soni esa kam bo'ladi. Masalan 300-500 A toklarni o'lchovchi ampermetrlar g'altagi keng mis lenta shaklidagi bitta chulg'amdan iborat bo'ladi.

Qurilmaning ishlashiga tashqi elektr va magnit maydonlari tasir ko'rsatadi, shuning uchun elektromagnitik o'lchov qurilmalarni metal korpuslarga joylashtirib, bu ta'sirni bir muncha kamaytirishga erishiladi.

Elektromagnitik o'lchov qurilmalarining amalda keng tarqalishiga ularning konstruksiyasi soddaligi, ishlash ishonchliligi yuqoriligi va katta yuklamalarga (tok kuchi va kuchlanish bo'yicha) chidamliligi bo'lsa, asosiy kamchiliklari qatoriga sezgirliigi va aniqligining pastligini, hamda katta energiya iste'mol qilishini kiritish mumkin.

Tayanch iboralar.

O'lchov xatoligi, nisbiy xatolik, fundamental kattalik, hosilaviy kattalik, etalon, bevosita o'lchash, bilvosita o'lchash, shkala, elektromagnitik qurilma, magnitoelektrik qurilma, induksion qurilma, ampermetr, vol'tmetr, vattmetr, hisoblagich, ko'p tarifli hisoblagich.

Sinov savollari.

1. Elektrotexnikada va kundalik hayotimizda o'lchovning ahamiyati nimalardan iborat?
2. Biror o'lchov qurilmasini olib, undagi yozuv va belgilar asosida bu o'lchov qurilmasini tahlil qiling.
3. Elektromagnitik va magnitoelektrik o'lchov qurilmalarining bir-biridan afzallik va kamchilik tomonlarini solishtiring.
4. Induksion tipdagi o'lchov qurilmalari qanday elektrik kattaliklarni o'lchashda ishlatiladi?
5. Nima uchun o'lchov qurilmasining shkalasida qurilmaning shchi holati ko'rsatiladi?
6. O'lchov qurilmalaridan foydalanish, ularni to'g'ri ishlashini ta'minlash kim tomonidan, qanday amalga oshiriladi va nazorat qilinadi?
7. Etalonlar nima uchun kerak, kim tomonidan ishlab chiqariladi?
8. Bozor iqtisodiyoti sharoitida o'lchov qurilmalariga nisbatan qanday talablar qo'yiladi, nima uchun?

8-MA'RUZA. Noelektrik kattaliklarni o'lchash

Reja

1. Texnologik jarayonlarning asosiy fizik kattaliklari.
2. Datchik-sezgir elementlar.
3. Temperatura va bosim o'lchash qurilmalari.
4. Zamonaviy datchiklar. Dopler datchiklari.

Zamonaviy ishlab chiqarishni avtomatlashtirgan liniyalar va robotlarsiz tasavvur etish qiyin. Bunday texnikaviy vositalar nafaqat inson mexnatini yengillashtirishga, balki maxsulot sifatini va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xam olib keladi. Masalan elektr payvandlash jarayonini ko'rib chiqaylik, bunda payvandlashning sifati elektrod bilan metall oralig'idagi xavo oralig'ini qanchalik aniqlikda o'zgarmas saqlab turishga bog'liq. Payvandlash qo'lda bajarilganda albatta bu oraliq o'zgarib turadi, agar robotlar yordamida payvandlansa bu oraliq bir me'yorda ushlab turilib, payvandlash sifati oshadi, 1- rasm.



8. 1-rasm. Qo'lda va avtomatik tarzda elektr payvandlash jarayonlari.

Masofani aniq o'lchash bilan bog'liq yana bir ishlab chiqarishga jarayoniga misol qilib zamonaviy elektron qurilmalarni payvandlash jarayonini keltirish mumkin. 2-a rasmda ko'rsatilganidek, agar mikrosxemaning kontaktlari zichligi (asosan eski, integratsiya darajasi past bo'lgan mikrosxemalar) kam bo'lsa, masalan 1mm da bittadan kontaktki simlari bo'lganda, qo'lda payvandlash mumkin. Simlar zichlashib ketganda esa payvandlovchi elektrodning o'lchami simlar oralig'idan bir necha marta katta bo'lib ketadi 2-b rasm. Bunda albatta avtomatlashtirilgan zamonaviy payvandlash texnologiyalari ishlatiladiki, bu texnologiyalarning asosida masofani o'ta katta aniqlik bilan o'lchash yotadi.



a



b

8. 2-rasm. Elektron sxemalarda element kontaktlari va ularning zichligiga doir.

Xuddi shuningdek, masofadan tashqari yana ko'plab fizikaviy parametrlar ishlab chiqarish jarayonida asosiy rol o'ynab, ularni o'lchash, aynan yuqori aniqlikda o'lchash, muxim amaliy ahamiyatga ega. Bunday fizikaviy parametrlarga quyidagilarni aytib o'tish mumkin: temperatura ($^{\circ}\text{S}$ yoki $^{\circ}\text{K}$); bosim ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$); tezlik (m/s); gaz yoki suyuqlik sarfi; suyuqlik satxi; namlik; mexanik kuch; mexanik moment; aylanishlar soni; yorug'lik kuchi; qalinlik; masofa; yuza va xokazo.

Yuqoridagi va boshqa bir qator kattaliklarni aniq o'lchash va ularni nazorat qilish asosida ma'lum operatsiyalarni bajaruvchi turli avtomatlashtirilgan tizimlar, manipulyator va robotlar yaratiladi



8.3-rasm. Programmali avtomatlashtirilgan manipulyator va robotlar.

Bu tizimlarning sifatli va samarali ishlashi o'lchovlarning aniqligiga, o'lchovlar esa o'z navbatda datchiklarning aniqlik darajasiga bog'liq.

2. Datchik-sezgir elementlar. Xar qanday o'lchov jarayonida o'lchanayotgan kattalik boshqa bir fizikaviy kattalikka aylantirilib uning miqdoriy ko'rsatkichi baxolanadi va olingan natija bilan o'lchanayotgan kattalik orasidagi bevosita bog'liqlikdan o'lchanayotgan kattalikning qiymati aniqlanadi. Bu qiymatni aniqlashda o'ziga xos darajalash usullaridan foydalaniladi. Masalan xaroratni o'lchashni olaylik. Bugungi kunda termorezistorli datchiklari asosidagi xarorat o'lchov qurilmalarini telefonlarga, qo'l soatlarga, avtomobillarga, uy-ro'zg'or buyumlariga, devor soatlariga o'rnatish keng tarqalgan. Aksariyat xollarda bu qurilmalar nafaqat xarorat, balki atrof muxitga tegishli boshqa parametrlarni, masalan namlik, radiatsiya darajasi, atmosfera bosimi kabi kattaliklarni xam ko'rsatadi.



8.4-rasm. Elektron datchikli qurilmalar

Bunday qurilmalarning xammasida fizikaviy kattaliklar elektr usulida o'lchanadi va elektr signallari ko'rinishidagi o'lchov natijalari tegishli qayta ishlashlardan so'ng bevosita o'lchanayotgan kattalikka aylantirilib ko'rsatiladi. Zamonaviy elektron qurilmalarning yana bir afzallik jixati shundaki, o'lchov natijalari bevosita zamonaviy aloqa kanallari orqali kerakli joyga onlayn tarzida uzatilishi, ma'lumotlar bazasini tashkil etgan xolda xotirada saqlanishi mumkin. O'lchov natijalarini bunday tezkor bajarilishi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni va ularni dasturiy boshqarilishini imkoniyatlarini beradi. 5-rasmda avtomobil va samolyotning boshqaruv pul'ti ko'rsatilgan. Masalan Bugungi kunda yo'l xarakatini nazorat qiluvchi zamonaviy radar sistemalarini ko'raylik. Uning ma'lumotlari (avtomobil tezligi, davlat raqami, fotosurati, vaqt, manzil va boshqa ma'lumotlar) bevosita internet kanaliga uzatiladi va tegishli tashkilotlar bu ma'lumotlardan foydalanadi. Masalan 5-rasmda avtomobil va samolyotning o'lchov qurilmalari doskasi-boshqaruv pul'ti ko'rsatilgan. Albatta ba ma'lumotlarsiz ularni boshqarib bo'lmaydi. Ma'lum qonuniyatlar asosida qurilgan o'lchov qurilmalari doimiy tarzda tegishli parametrlarni nazorat qilib turadi va boshqarish imkoniyatini beradi. SHuning uchun xam ma'lumot



8.5-rasm. Avtomobil va samolyotning boshqaruv pul'ati datchiklari.

Asosiy texnologik parametrlar

Noelektrik

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1. Massa-kg | 21. Suyuqlik sarfi (l/s) |
| 2. Masofa –m | 22. Gaz sarfi |
| 3. Vaqt – s | 23. Satx |
| 4. Temperatura -°S | 24. Tezlanish |
| 5. Tezlik m/s | 25. Zichlik |
| 6. Sarf (l/s, kg/s) | |
| 7. Kontsentratsiya – % | |
| 8. Namlik -% | |
| 9. Burchak – ° | |
| 10. Siljish –mm | |
| 11. Yoritilganlik-lyuks | |
| 12. Yorug'lik oqimi-Lyumen | |
| 13. Yorug'lik kuchi-Kd | |
| 14. Modda miqdori –mol | |
| 15. Kuch –N | |
| 16. Kuch momenti-N m | |
| 17. Impuls-kg m/s | |
| 18. Tezlanish m/s ² | |
| 19. Tebranish davri-s | |
| 20. Bosim- Pa | |

Elektrik

1. Kuchlanish-V
2. Tok kuchi -A
3. Qarshilik -Om
4. Quvvat -Vt
5. Quvvat koeff.
6. F. I. K. %
7. Sig'im - F
8. Induktivlik - Gn
9. CHastota Gts
10. Faza -rad
11. Zaryad -Kl
12. Energiya-J

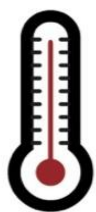
Bugungi kunda yuqoridagi kattaliklarning xammasi uchun o'z o'lchov qurilmalari mavjud va ular asosan elektr o'lchovlarga asoslangan.

3. Temperatura va bosimni o'lchash

Temperatura modda molekulari xarakati tezligining o'lchovidir. Moddaning molekulari qanchalik tez xarakatlanayotgan bo'lsa bu moddaning xarorati shuncha yuqori bo'ladi $Y_e = 3/2 kT$. Bu yerda k –Boltsman doimiysi. $K = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$, ya'ni bitta molekula temperaturasi 1°S xaroratga ko'tarilish uchun unga $1,38 \times 10^{-23} \text{ J}$ energiya berish kerak, yoki bitta molekula 1°S xaroratga soviganda o'zidan shuncha energiya chiqaradi. Bu energiyani Avogadro sonidan foydalanib bir mol gaz uchun xisoblasak

$1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ 1/mol} = 8,31 \text{ J/mol}$, bu esa bir mol miqdordagi gazni 1°S xaroratga izzigarishiga mos keluvchi energiyadir.

Temperature



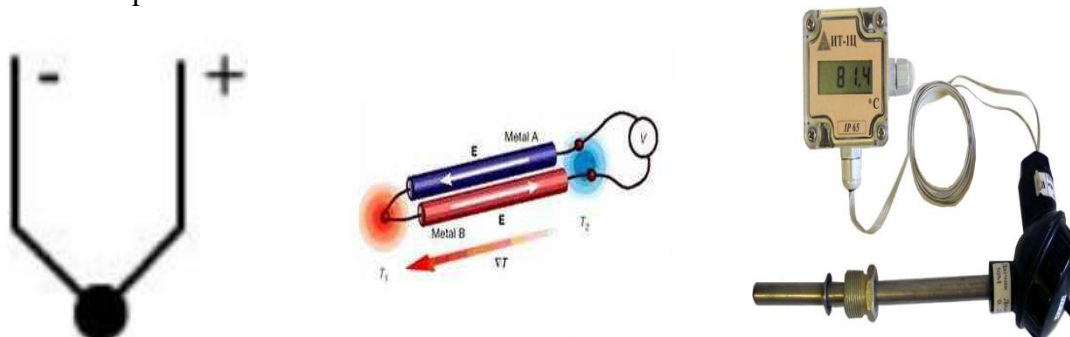
K = Kelvin
C = Celsius
F = Fahrenheit
 $K = 273 + C$
 $F = C \times 9/5 + 32$



8.6-rasm. Temperatura shkalasi va simobli termometrlar.

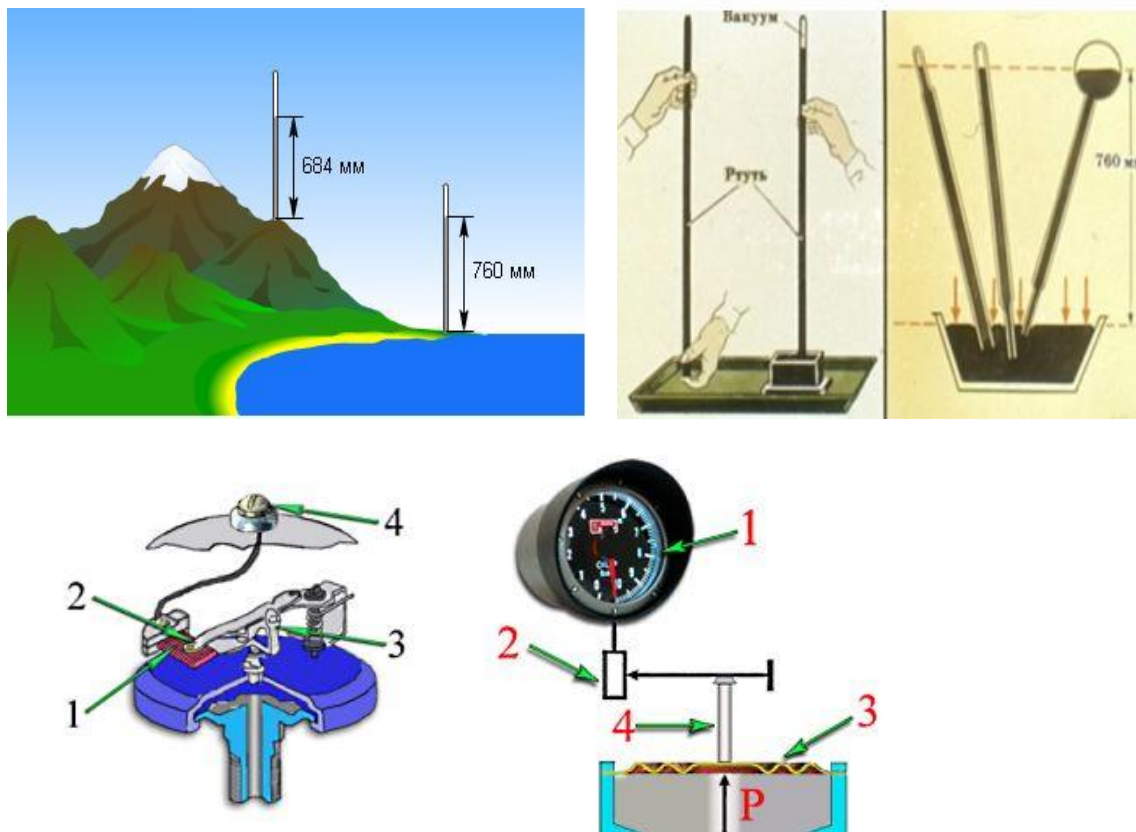
Temperaturani o'lchovchi eng sodda qurilma simobli termometr bo'lib uning ishlashi simobni issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Termometrning shkalasini xosil qilish uchun suvning normal sharoitda muzlashi va qaynashi xaroratlari oralig'i 100 ta teng bo'laklarga bo'linadi va xosil bo'lgna bir bo'lak 1°S xarorat deb baxolanadi. Lekin bu termometrlar avtomatik tizimlarda ishlatilish uchun yaroqsiz bo'lib, faqat xaroratni vizual nazorat qilishga ishlatiladi.

Termopara. Ikkita turli o'tkazuvchanlikka ega metallarning kontaktkidan termopara xosil bo'ladi. Uing ishlash printsiipi moddalarda xarorat ortishi bilan erkin elektronlar kontsentratsiyasini turli o'zgarishiga asoslangan. Bunda xarorat ortishi bilan kontaktklardagi moddalarda erkin elektronlar kontsentratsiyalar farqi ortib boradi va natijada elektronlar quyi kontsentratsiyali kontaktkga qarab oqib e.yu.k. xosil qiladi.



8.7-rasm. Termoparaning shartli belgisi, tuzilishi va termoparali termometrning umumiy kurrinishi.

Bosimn o'lchash. Atmosfera bosimi, gaz va suyuqliklarning bosimi texnikada muxim amaliy ahamiyat kasb etadi. Masalan suyuqliklar bosimi ostida katta kuch bilan ishlovchi gidravlik mashinalar, gazalar asosida pnevmatik mashinalar quriladi. Atmosfera bosimi esa yerda xayotni shakllanishida eng muxim urin tutadi. Demak tabiatda va texnikada bosmi xaqida tushunchaga ega bo'lish, uni o'lcha, boshqarish muxim amaliy ahamiyatga ega.



8.8 –rasm. Bosim o'lchash qurilmalari

Dopler datchiklariga asoslangan tezlik o'lchov qurilmalari-radarlar



8.9-rasm. Tezlik o'lchovchi radarlar yo'l xarakati xavfsizligi xizmatida.

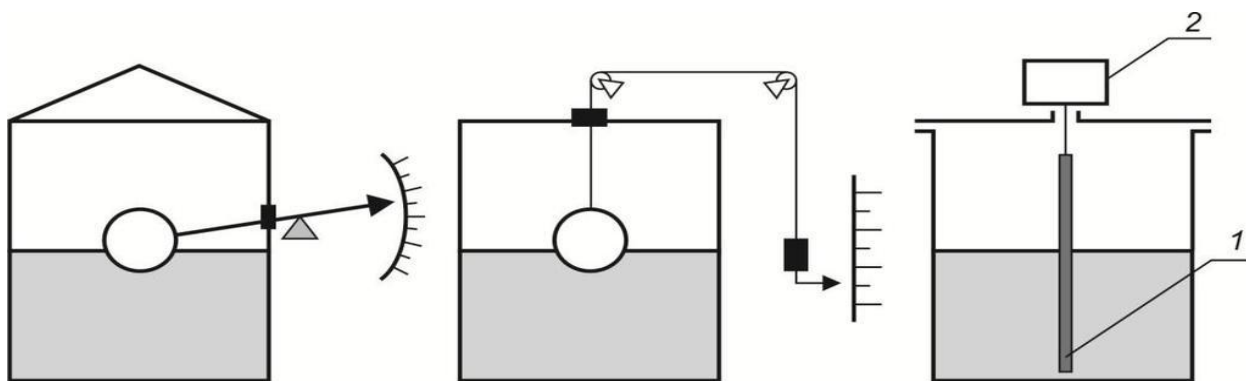
Zamonaviy elektronikaning imkoniyatlari juda qisqa impulslarni juda katta tezlikda sanash imkoniyatini beradi, bu esa elektromagnitik to'lqinlar asosida ishlovchi masofa va tezlikni o'lchash qurilmalarini yaratish imkonini beradi.



8.10-rasm. Avtomobil va samolyotning o'lchov vositalari oynasi.



Elektron termometr yarim o'tkazgichli termorezistorning ishlashiga asoslangan.



8.11-rasm. Satx o'lchashning birlamchi moslamalari.



8.12-rasm. Tenzoelektrik effektga asosida ishlovchi tarozilar

Tayanch iboralar: datchik , aniqlik, sezgirlik, bosim, xarorat, teneoeffekt, doppler effekti, kristal izotropiyasi, anizotropiya, simmetrik kristal struktura, namlik, xo'llash xodisasi, satx, qovushqoqlik.

Sinov savollari.

1. Xaroratni o'lchashning fizikaviy asoslarini sanang.
2. Xarorat datchiklarining asosiy turlari va ularning ishlash printsipi.
3. Masofa o'lchash datchiklarining ishlash printsipi.
4. Doppler effektining amalda qo'llanilish soxalarini ko'rsating.
5. Elektron tarozining ishlash printsipini tushuntiring.
6. Yo'l patrul xizmatida ishlatiluvchi radarning ishlash printsipini tushuntiring.

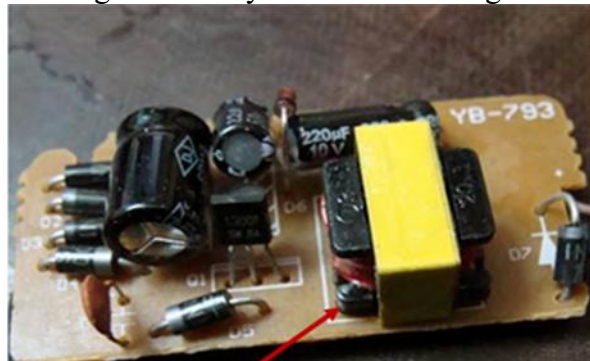
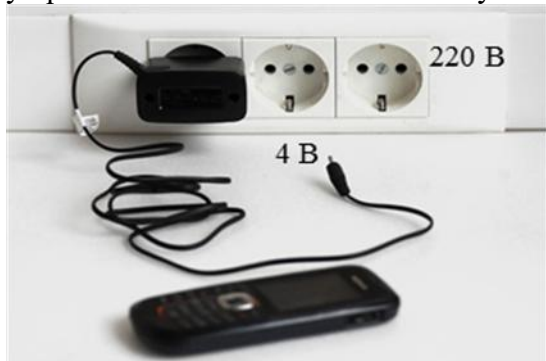
9-MA'RUZA. Transformatorlar

Reja

1. Transformatorning tuzilishi
2. Transformatorning ishlash printsipi.
3. Uch fazali transformatorlar.
4. Transformatorning turlari.

KIRISH

Amalda eng keng tarqalgan va ko'p ishlatiladigan elektr qurilmalaridan biri transformatorlardir. Masalan oddiy telefoningizni zaryadlashda ham transformator ishlatiladi 1-rasm. Telefon akkumulyatori 3,5 - 4 V atrofida kuchlanishda ishlaydi, siz esa uni zaryadlash uchun 220 V kuchlanishli tramoqqa ulaysiz. Albatta zaryadlash qurilmasining ichida kuchlanishni 220 V dan 4 V gacha kamaytirish (pasaytirish) kerak bo'ladi, aynan shu vazifani transformator bajaradi. Yoki elektr uzatish liniyalarining yuqori kuchlanishi transformatorlar yordamida 220 V gacha kamaytirilib iste'molchiga uzatiladi.



трансформатор

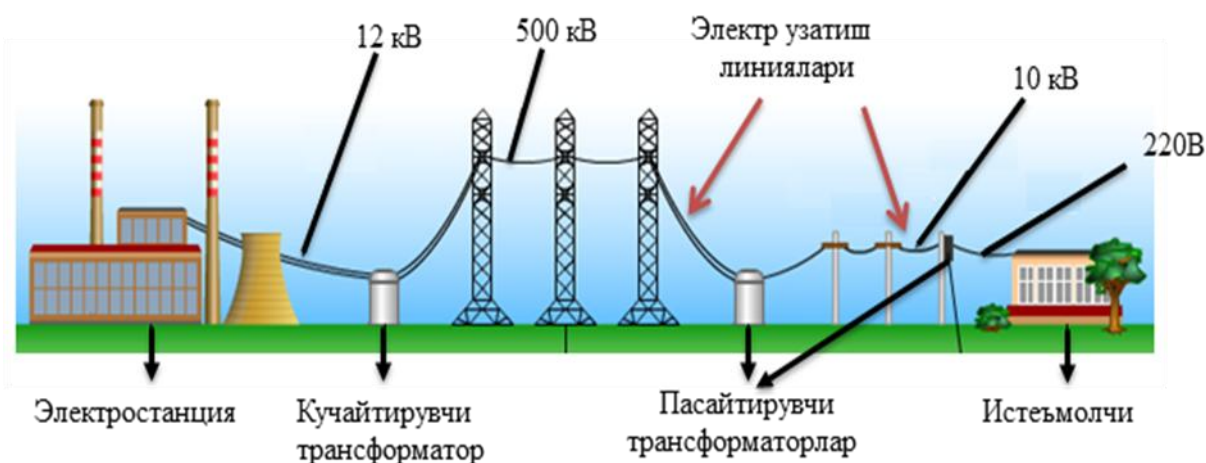
9.1-rasm. Telefon zaryadlash qurilmasining umumiy ko'rinishi va uning transformatori.

Transformator o'zgaruvchan elektr toki kuchlanishini (tok kuchini) o'zgartirishga mo'ljallangan statik elektromagnitik qurilma. Transformatorning ishlashi mexanik harakat bilan bog'liq emas, shuning uchun u statik mashinalar turiga kiradi (ishlashi mexanik harakat bilan bog'liq bo'lgan qurilmalar dinamik mashinalar deyiladi, masalan elektr dvigateli). Transformatorning ishlash printsipi elektromagnitik induksiya qonuniga asoslanadi, shuning uchun uni elektromagnitik qurilma deb aytiladi.

Transformatorlar ayniqsa elektr uzatish tizimlarida muhim rol o'ynaydi. Aynan transformatorlarning ixtiro qilinishi o'zgaruvchan elektr tokini uzoq masofalarga samarali (quvvat isrofini kamaytirib) uzatish imkonini yaratdi. Elektrostantsiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishda, energiya isrofini kamaytirish uchun kuchlanish oshiriladi. Iste'molchida esa, liniyadan kelayotgan yuqori kuchlanish, qurilmalarning ishchi kuchlanishigacha pasaytiriladi. Kuchlanishni bunday ko'paytirish va kamaytirish transformatorlar yordamida amalga oshiriladi.

Elektrostantsiyaning 12 000 V o'zgaruvchan kuchlanishi (9.2- rasm) transformatorlar yordamida bir necha yuz kilovolt kuchlanishgacha orttiriladi va uzatish liniyasiga beriladi, iste'molchida esa bu kuchlanish yana transformatorlar yordamida pasaytiriladi (zamonaviy elektrostantsiyalarda generatorlar 12 kV dan 25 kV gacha kuchlanishda o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi).

Bundan tashqari, ko'plab elektr va elektron qurilmalarining ishchi qismlari turli xil kuchlanishlarda (asosan 4V, 6V, 9V, 12V, 24V, 36V kuchlanishda ishlovchi qurilmalar keng tarqalgan) ishlaydi. 220 V tarmoq kuchlanishini ana shu kuchlanishlargacha pasaytirish uchun qurilmalarda maxsus transformatorlar ishlatiladi.



9.2- rasm. Elektr energiyasini uzatish sxemasi.

Bu transformatorlar kuch transformatorlari deb aytiladi. Kuch transformatorlari qurilmaning qismlarini kerakli kuchlanishlashdagi elektr toki bilan ta'minlaydi. Yoki elektr payvandlashda kuchlanish pasaytiruvchi transformatorlar yordamida 18-24 V kuchlanishgacha pasaytiriladi va elektr razryadi (elektr yoyi) hosil qilib payvandlanadi. Kuchlanishni pasaytirib razryad tokini oshirish payvandlash xavfsizligini ta'minlaydi. Bugungi kunda elektr payvandlashning texnikaviy ahamiyati xammamizga ma'lum.



9. 3-rasm.Komp'yuter transformatori 9. 4-rasm. Payvandlash transformatori

Qisqacha tarixiy ma'lumotlar. Transformator elektr qurilmasi sifatida birdaniga paydo bo'lmagan, uning hozirgi, biz biladigan transformator ko'rinishiga kelishi o'ziga yarasha rivojlanish davrini bosib o'tgan. Transformator elektromagnitik induktsiya qonuni asosida ishlaydi, demak, u Faradeyning elektromagnitik induktsiya qonuni bilan bog'liq. SHuning uchun ham Faradeyda transformator haqida qandaydir tushuncha va tajribaviy asoslar bo'lmasligi mumkin emas edi. Haqiqatan ham u, 1831-yildagi o'z tajribalarida temirga o'ralgan mis chulg'amlar yonma- yon turgan paytda, birinchi chulg'amga tok ulansa, ikkinchi chulg'amda ham qisqa muddatli tok paydo bo'lgani haqida yozgan. Lekin Faradey o'zgarmas elektr tokidan foydalanganligi uchun, ikkinchi chulg'amdagi tok qisqa muddatli bo'lgan (faqat ulanish jarayonidagi o'zgarish tufayli). Faradey bu paytda masalaga kuchlanishni

o'zgartirish nuqtai-nazaridan yondoshmagani uchun ahamiyat bermagan va uni o'rganmagan. Transformatorning paydo bo'lishi 1852 yilda frantsuz muhandisi G. Rumkorf tomonidan yaratilgan induksion g'altakdan boshlanadi. Bu g'altak yordamida u katta kuchlanishli elektr toki hosil qilgan. Keyinchalik, 1872 yilda Moskva universitetining professori Aleksandr Grigor'evich Stoletov magnit materiallarda gisterezis xalqasini kashf etdi va transformatorlar texnologiyasining rivojlanishiga katta hissa qo'shdi.

Tom ma'nodagi transformatorni birinchi bo'lib rus olimi Pavel Nikolaevich Yablochkov ixtiro qildi va 1876 yil 30 noyabrda o'z ixtirosini patentladi. Uning transformatori hozirgi transformatorlardan biroz farq qilib, ikkala chulg'am ham bitta to'g'ri sterjen-o'zakka o'ralgan edi. 1884 yilda Angliyada aka-uka Eduard va Jon Gopkinsonlar esa yopiq o'zakli transformatorni yaratishdi va magnit zanjirlarini hisoblashni amalga tadbiq etdilar. Bu kashfiyotlar transformatorlar texnologiyasini va ularni ishlab chiqarishni rivojlantirishda muhim omil bo'ldi.

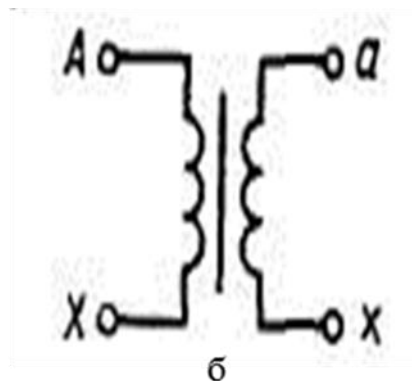
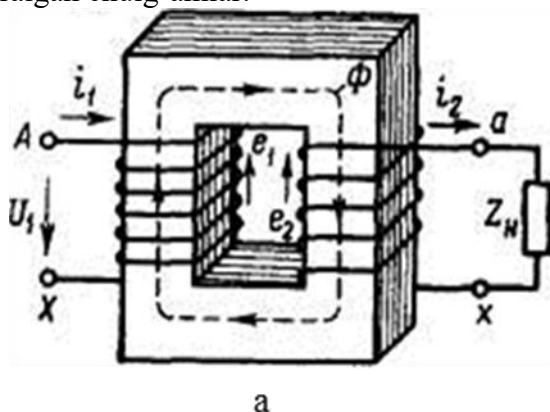
Transformatorlarning o'zaklarini yupqa plstinkalar ko'rinishida yasab, uyurmali toklar ta'sirini kamaytirish g'oyasi Tomas Edisonning shogirdi Eptonga tegishli. Transformatorlarning kashf qilinishi o'zgaruvchan elektr tokidan malda foydalanish imkoniyatlarini kengaytirdi. Jumladan, 1889 yilda rus i injeneri Mixail Osipovich Dolivo-Dobrovolskiy uch fazali o'zgaruvchan elektr toki sistemasini yaratdi va 1891 yilda 95 kV yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyasi orqali 230 kVt gacha bo'lgan quvvatni 175 km masofaga uzatib, o'zgaruvchan elektr toki yordamida katta quvvatli elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish mumkin ekanligini amalda isbotlab berdi. SHu davrdan boshlab sanoat miqyosida (katta quvvatlarda) o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqarish va uni uzatish amaliyotga keng kirib kela boshladi.

1. Transformatorning tuzilishi

Transformator ikki qismdan iborat (5 a –rasm);

-elektrotexnik po'latdan yasalgan o'zak;

-o'zakka o'ralgan chulg'amlar.



9.5-rasm. Transformatorning tuzilishi (a) va sxemalardagi shartli belgilanishi (b).

O'zak. Transformator o'zaklari elektrotexnik po'latdan yasaladi, chunki bu po'latning magnit singdiruvchanligi μ juda yuqori bo'lib 2000 dan 6000 gacha bo'lishi mumkin. Agar havoning magnit singdiruvchanligi 1 ga teng ekanligini hisobga olsak

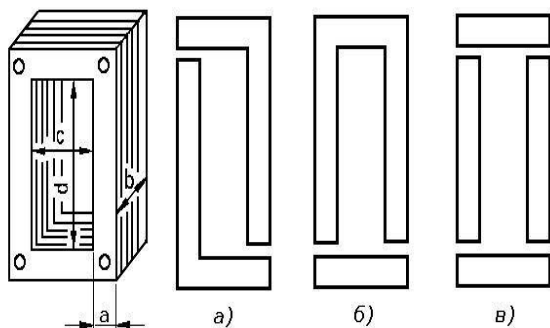
$$B = \mu H$$

bog'lanishga asosan elektrotexnik po'latdan yasalgan o'zakka o'ralgan g'altakda, havodagiga nisbatan 6000 martagacha katta magnit oqimi B hosil qilish mumkin. Bu yerda N g'altakdagi magnit maydon kuchlanganligi.

O'zak yasash uchun elektrotexnik po'latdan, qalinligi 0,35mm dan 0,50 mm gacha bo'lgan yupqa yaproqchalar kesib olinadi. Qatlamlar (yaproqchalar) orasiga maxsus, issiqlikka chidamli dielektrik lak suriladi, ayrim hollarda qog'oz izolyatorlar ham ishlatiladi.

Eng sodda o'zak to'g'ri to'rt burchak shaklida (sterjenli o'zak) bo'lib, uning yaproqchalari turli xil shakllarda bo'lishi mumkin.

Amaliyotda G simon, P simon va I simon yaproqchalar ko'proq qo'llaniladi 5.6-rasm.

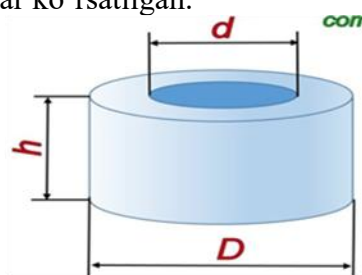
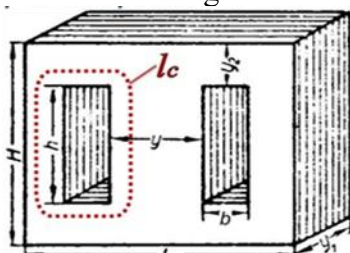


9.6-rasm. Transformator o'zagi yaproqchalari va ularni tayyorlash jarayoni:

a - G simon yaproqcha, b - P simon yaproqcha, v - I simon yaproqcha.

O'zakning kesim yuzasi $S = ab$, bu yuza yarma deb ataladi. Bu yerda, a-yaprochalar kengligi; b-o'zakning qalinligi. O'zakdagi magnit oqimini $\Phi = BS \cos \alpha$ formula orqali hisoblashda shu yuza hisobga olinadi. O'zakning o'rtasidagi, eni s, balandligi d bo'lgan tirqish darcha deyiladi.

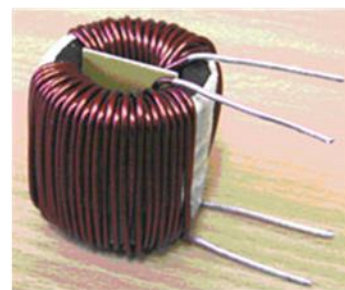
O'zakning geometrik shakli turlicha bo'lishi mumkin. Amalda ko'proq sterjenli, bronli va toroidal o'zaklar keng tarqalgan. Lekin barchasida o'zak yupqa yaproqchalardan tashkil topgan bo'ladi. 7-rasmda sterjenli, bronli va toroidal o'zaklar va ular asosidagi transformatorlar ko'rsatilgan.



a



b

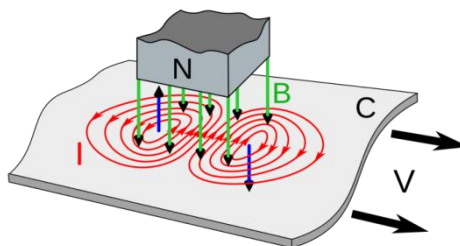


b

9.7-rasm. Sterjenli, bronli va toroidal transformatorlar va ularning o'zaklari

Transformator o'zagini yaxlit emas, balki o'zaro izolyatsiyalangan yupqa yaproqchalar ko'rinishida yasash o'zakni uyurmali toklar ta'sirida qizib ketishidan asraydi. Magnit maydoni ta'siridagi metallarda uyurmali toklarning yuzaga kelishini birinchi bo'lib 1924 yilda frantsuz olimi D.F. Arago kashf etgan. Lekin u bu toklarning yuzaga kelish sabablarini va tabiatini o'rganmagan. Faradeyning elektromagnitik induksiya qonuni kashf (1831 yilda) etilgandan so'ng uyurmali toklar frantsuz olimi Jan Bernar Fuko tomonidan batafsil o'rganildi.

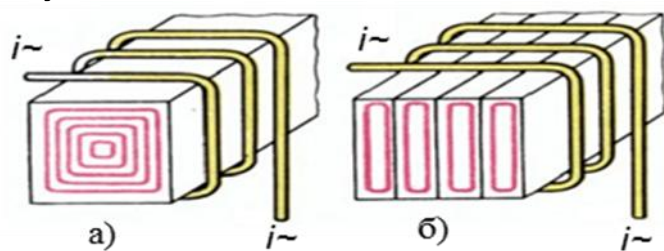
SHuningdek Fuko uyurmali toklar metallni qizdirishini ham aniqladi.



9.8-rasm. O'zakda uyurmali toklarning yuzaga kelishi.

Agar o'tkazgichni kesib o'tayotgan magnit maydon o'zgarsa (buning uchun magnit maydoni o'zgarishi, yoki o'tkazgich magnit maydonida harakatlanishi kerak) o'tkazgichda uyurmali toklar yuzaga keladi 5.8- rasm. Bu toklar o'zak qalinligi bo'ylab yopiq konturlar hosil qilib oqadi 5.9a- rasm. Tok

kuchining kattaligi o'zakning qarshiligi bilan aniqlanadi. Agar o'zak qalingini kamaytirsak qarshilik ortadi, natijada uyurmali tok kamayadi 5.9b-rasm. Buning uchun o'zakni yupqa plastinalar ko'rinisha kesib, orasiga dielektrik lak surib yana qaytadan yopishtrib shtamplanadi. Endi bir plastinkadagi tok ikkinchi plastinkaga o'ta olmaydi



9.9-rasm. O'zakdagi uyurmali toklarni kamaytirish.

Elektromagnitik induksiya qonuni asosida ishlovchi barcha elektr mashinalarining (transformator, generator, dvigatel, elektromagnitik rele) o'zaklari xuddi shunday yasaladi.

CHulg'amlar. Transformatorlarning chulg'amlari asosan mis simlardan o'raladi. Ayrim hollarda, masalan elektr payvandlash transformatorlari chulg'amlari alyumin simlardan ham o'ralishi mumkin.

CHulg'am izolyatorlari sifatida dielektrik laklar, moy va parafin shimdirilgan qog'ozlar, hamda maxsus transformator moylari ishlatiladi.

Kam quvvatli transformatorlarning chulg'amlarida maxsus elektroizolyator laklar ishlatiladi. Chunki bunday transformatorlarning chulg'amlari juda ko'p bo'lib, yupqa lak qatlami transformator chulg'ami o'lchamining katta bo'lib ketishiga yo'l qo'ymaydi. Bunday laklar kolloid aralashmalar turiga kiradi va quriganda qattiq dielektrik qatlam hosil qiladi. Qatlam hosil qilish uchun tabiiy va sintetik smolalar ishlatilsa, erituvchi sifatida benzol, spirt, atseton kabi tez uchuvchi suyuqliklar ishlatiladi. Kam quvvatli transformatorlarning va elektromagnitik relelarning chulg'amlarida ko'proq ML-92 markali lak eng ko'p ishlatiladi.



Quyida ushbu lakning asosiy xarakteristikalari keltirilgan:

qarshiligi - 10^{12} Om x m;

20°C haroratdagi elektr mustahkamligi - 70 MV/m;

105-110°C haroratda lakning qurish vaqti - 1 soat;

lakning stabil tarkibi - 55 %;

lakning qotgandagi qattiqlik darajasi - 0,4.

Laklar elektr izolyatsiyalashdan tashqari kley vazifasini ham bajaradi. CHulg'amlarni o'rash jarayonida qatlamlar orasiga ham lak surilganda o'ram qatlamlari o'zaro yopishib, tarqalib ketishdan saqlanadi.



9.10-rasm. Lak ham izolyator, ham kley vazifasini bajaradi

Lekin, lak izolyatorlarni katta quvvatli transformatorlarda ishlatib bo'lmaydi. Izolyatsiya mustahkamligini oshirish uchun katta quvvatli transformator chulg'amlarida maxsus moy va parafin shimdirilgan qog'ozlar chulg'am simiga o'rab chiqiladi va so'ng chulg'amning o'zi o'raladi. Bunda, moy va parafin qatlami elektr izolyatorlikdan tashqari, namlikdan va chirishdan himoyalash qatlami vazifalarini ham bajaradi.



9.11- rasm. CHulg'am simlarini izolyatsiyalovchi lentalar bilan o'rash

Katta quvvatli transformatorlarda (masalan elektr uzatish liniyalaridagi taqsimlash transformatorlari) maxsus transformator moylari ishlatiladi. Bunday transformatorlarning chulg'amlari prujinasimon tarzda o'ralgan bo'lib o'ramlar orasini maxsus izolyatsiyalovchi suyuqlik-transformator moyi to'ldirib turadi. Moy bir vaqtning o'zida chulg'amlarni sovituvchi suyuqlik vazifasini ham bajaradi.

Transformator moylari neftni 300-400°S darajada qaynatib haydash yo'li bilan hosil qilinadi. Moyning tarkibi 10-15 % parafin, 60-70% tsikloparafin va 15-20% uglevodorodan iborat. Moyning asosiy xususiyatlaridan biri oksidlanishga nisbatan yuqori darajada stabilligidir. Bu moyning ishlash jarayonida uzoq vaqt kimyoviy va fizikaviy xususiyatlari o'zgarmay turishini ta'minlaydi. Moyning zichligi uning turlariga qarab 840-890 kg/m³ oraliqda bo'lib, elektr qarshiligi katta bo'lishi uchun odatda yuqori qovushqoqlikka ega bo'ladi.

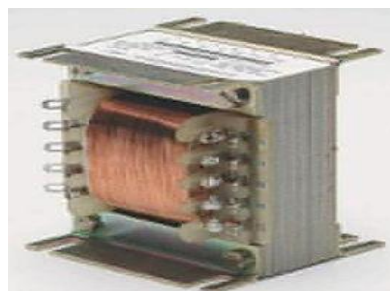
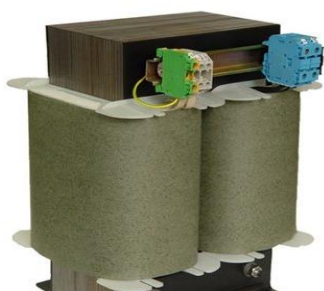
Transformator moylari havoga nisbatan ancha katta qarshilikka ega, shuning uchun izolyator sifatida moylarni ishlatish transformator o'lchamlarini kamaytirishga ham imkoniyat yaratadi.



9.12-rasm. Elektr uzatish liniyalarining moyli transformatorlari.

2. Transformatorning ishlash printsiipi

Transformatorning ishlash printsiipi elektromagnitik induksiya qonuniga asoslangan. Yuqorida ko'rib o'tilgandek, transformator asosan ikki qismdan, o'zak va unga o'ralgan ikki yoki undan ortiq chulg'amlardan iborat. CHulg'amlar o'zaro elektrik ulanmagan, balki, o'zak yordamida bir-biri bilan magnit maydoni orqali bog'langan bo'ladi. Transformatorning bitta chulg'ami o'zgaruvchan tok manbaiga, ikkinchi chulg'ami iste'molchiga ulanadi. Manbaga ulangan chulg'am birlamchi, yoki kirish chulg'ami deb, iste'molchiga ulangan chulg'am esa ikkilamchi yoki chiqish chulg'ami deb yuritiladi. Transformatorlar konstruksisiga ko'ra asosan ikki turga bo'linadi: sterjenli transformatorlar; bronli transformatorlar. Sterjenli transformatorlarning o'zagi to'g'ri to'rtburchak ko'rinishida bo'lib, kirish va chiqish chulg'amlari o'zakning alohida ustunlariga o'ralgan bo'ladi. Bronli transformatorlarda esa o'zakning tuzilishidan qat'iy nazar, kirish va chiqish chulg'amlari ustma-ust o'raladi.

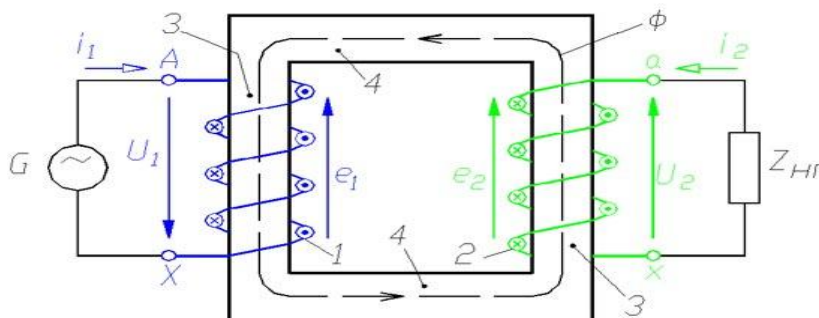


9.13-rasm. Sterjenli va bronli transformatorlar.

Bunda dastlab (ichki tomonda) past kuchlanish chulg'ami, uning ustidan yuqori kuchlanish chulg'amlari o'raladi. Bunday konstruktsiya ikkita muhim texnikaviy masalani hal etadi:

- yuqori kuchlanish chulg'ami o'zakdan uzoqlashadi (natijada yaxshi izolyatsiyalanadi);
- magnit maydondan foydalanish effektivligi ortadi (sterjenli transformatorga nisbatan).

SHuning uchun ham, kam quvvatli transformatorlar asosan bronli ko'rinishda ishlab chiqariladi. Transformatorni ishlash printsipini tushunish uchun, 9.14- rasmda keltirilgan, sterjenli transformator sxemasi orqali uning ishlashini ko'rib chiqamiz.



9.14-rasm. Transformatorning ishlash printsipi. 1-kirish chulg'ami va undagi tokning yo'nalishi, 2-o'zak, 3-chiqish chulg'ami va undagi tokning yo'nalish, 4-o'zakdagi magnit oqimi.

Transformatorning kirish chulg'ami o'zgaruvchan tok manbai G ga ulansin. Kirish chulg'ami uchlarida U_1 sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish yuzaga keladi. Bu o'zgaruvchan kuchlanish ta'sirida kirish chulg'amidan, uning to'la qarshiligiga bog'liq holda i_1 - o'zgaruvchan tok oqib o'tadi (tokning yo'nalishi rasmda ko'rsatilgan). Bu tokning magnitlovchi kuchi ta'sirida o'zakda

$$B_1 = B_m \sin \omega t; \quad (9.1)$$

sinusoidal o'zgaruvchan magnit oqim yuzaga keladi. Bu yerda F_m magnit maydoni oqimining amplitudaviy qiymati bo'lib, u o'zgaruvchan kuchlanish amplitudasi orqali aniqlanadi

$$B_m = \frac{E_m}{\omega n}$$

O'zinduktsiya qonuniga ko'ra, o'zgaruvchan magnit oqimi g'altakda yana o'zgaruvchan e.yu.k. E_1 ni induktsiyalaydi. Asosiy magnit oqim F o'zak bo'ylab (rasm bo'yicha soat strelkasiga teskari yo'nalida) oqib, ikkinchi chulg'amni kesib o'tadi va bu chulg'amda o'zaro induktsiya qonuniga ko'ra E_2 e.yu.k. ni induktsiyalaydi. Chulg'amlarda induktsiyalangan e.yu.k. ning son qiymati, elektromagnit induktsiya qonuniga asosan o'ramlar soni va magnit oqimining o'zgarish tezligiga proporsional bo'lib, yo'nalishi induktsiyani yuzaga keltiruvchi kuchlanishga qarama-qarshi qo'nalgan bo'ladi

$$E = -n \frac{d\Phi}{dt} \quad (9.2)$$

Magnit oqimining o'zakdagi isroflarini hisobga olmasak, birinchi va ikkinchi chulg'amlardagi hosil bo'lgan sinusoidal o'zgaruvchan e.yu.k. lar uchun (9.1) va (9.2) ifodalarga asosan quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$E_1 = \omega n_1 \Phi_m = \omega n_1 \Phi_m \cos \omega t$$

$$E_2 = \omega n_2 \Phi_m = \omega n_2 \Phi_m \cos \omega t,$$

bunda $\omega = 2\pi f$ o'zgaruvchan tokning burchak tezligi, f - o'zgaruvchan tokning chastotasi. Bu

o'zgaruvchan e.yu.k. larning ta'sir etuvchi qiymatlari $E_{\phi} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ munosabatga ko'ra

$$E_1 = \omega n_1 \Phi_m = \frac{2\pi f n_1 \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 f n_1 \Phi_m \quad (9.3)$$

$$E_2 = \omega n_2 \Phi_m = \frac{2\pi f n_2 \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 f n_2 \Phi_m \quad (9.4)$$

(9.3) va (9.4) ifodalardan ko'rinadiki transformator chulg'amlarida hosil bo'lgan induksion e.yu.k. lar o'ramlar soniga to'g'ri proporsional. Kirish va chiqish chulg'amlaridagi kuchlanishlar nisbati esa, kirish va chiqish chulg'amlaridagi o'ramlar soni nisbatiga teng

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} = k \quad \text{yoki} \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k \quad (9.5)$$

Bu yerda k – transformatorning asosiy ko'rsatkichlaridan bir bo'lib, transformatsiya koeffitsienti deb ataladi. $k > 1$ bo'lganda transformatorlar pasaytiruvchi (chiqish kuchlanishi kirish kuchlanishidan kichik) va aksincha $k < 1$ bo'lganda transformator kuchaytiruvchi bo'ladi.

Transformatoridagi quvvat isrofi. Barcha elektr mashinalarida quvvat isrof mavjud. Foydali ish koeffitsienti eng yuqori bo'lgani bilan transformatorlarning ishlashi ham energiya isrofidan xoli emas.

Transformatorlarda energiya isroflari quyidagilardan iborat:

CHulg'amlarning aktiv qarshiliklari hisobiga yuzaga keluvchi

Ri issiqlik isroflari. Bu isroflar Joule-Lents qonuniga ko'ra chulg'amlarning R_1 va R_2 aktiv qarshiliklari, hamda chulg'amlardan o'tayotgan I_1 va I_2 toklarning kvadratiga to'g'ri proporsional

$$P_u = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2.$$

Odatda bu isroflar kam quvvatli transformatorlarda yuqor bo'ladi. CHunki kam quvvatli transformatorlarning mis simlari juda ingichka bo'lib qarshiligi katta bo'ladi.

Magnit oqimining o'zgaruvchanligi tufayli po'lat o'zakdagi R_p isroflar. Bu isroflar gisterezis tufayli yuzaga keluvchi quvvat isroflari R_g , hamda uyurmali toklar tufayli yuzaga keluvchi R_u isroflardan tashkil topadi

$$P_n = P_r + P_y.$$

Transformatorning konstruksiyasi bilan bog'liq bo'lgan R_k quvvat isroflari.

Qayd etilgan isroflar ichida issiqlik istroflari R_i va magnit oqimi isroflari R_p transformatorning asosiy quvvat isrofini tashkil qiladi $R_{isrof} = R_i + R_p$. SHunday qilib transformatorning foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{P_{\text{фойдали}}}{P_{\text{умумий}}}$$

bu yerda

$$P_{\text{умумий}} = P_{\text{фойдали}} + P_{\text{исрофи}}.$$

Amalda transformatorlarning foydali ish koeffitsienti uning qay darajada yuklanganligiga va transformatorning quvvatiga ham bog'liq. Nominal yuklamada ishlaganda transformatorning f.i.k. eng yuqori bo'ladi. Katta quvvatli transformatorlarning f.i.k. 0,97-0,99% gacha, kichik quvvatli transformatorlarda esa 0,82-0,90 % bo'lishi mumkin.

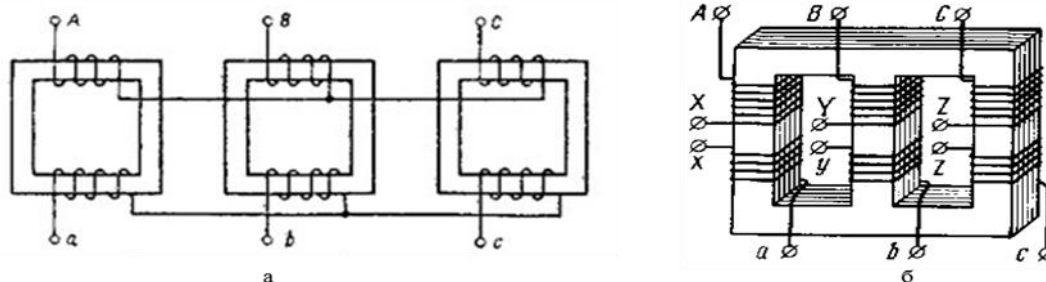
3. Uch fazali transformatorlar

Elektr uzatish liniyalarida va katta quvvatli elektr qurilmalarida uch fazali elektr toki ishlatiladi. Bu uch fazali sistemalarning transformatorlari ham albatta uch fazali bo'ladi. Uch fazali transformator tuzilishiga ko'ra bitta o'zakda yig'ilgan, uchta bir fazali transformatorlar sistemasidan iborat (5.15a-rasm). Har uchchala fazaning kirish va chiqish chulg'amlari mavjud. Natijada uch fazali transformatorlarda uchta alohida chulg'am va ularning uchlari, jami 12 ta ochiq uchlar mavjud (5.15 b-rasm). Kirish chulg'amlarining faza uchlari, uch fazali tok sistemasidagi kabi, A, V, S bosh harflar bilan belgilanadi.

Transformatorlardan foydalanishda elektr uzatish liniyalarining pasaytiruvchi transformatorlarini nazarda tutish odatga aylangan. SHuning uchun ham "kirish va chiqish chulg'amlari" o'rnida "yuqori kuchlanish va past kuchlanish chulg'amlari" iboralari keng tarqalgan.

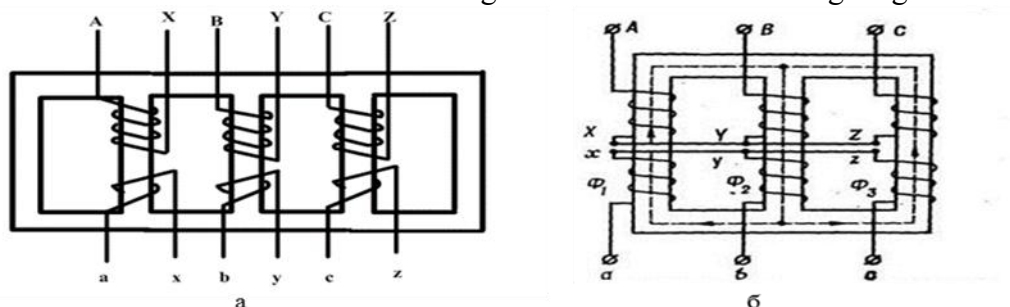
CHiqish chulg'amlarining faza uchlari esa mos holda a, v, s kichik harflar bilan belgilanadi. Kirish (yuqori kuchlanish) chulg'amining transformator ichidagi oxirlarini mos holda X, U, Z deb, chiqish chulg'amlarining xuddi shunday transformator ichidagi oxirlarini x, u, z deb belgilaymiz. Demak uch fazali transformatoridan foydalanganimizda, transformatorning A, V, S uchlari uch fazali tarmoqqa, a, v, s uchlari esa uch fazali iste'molchiga ulanadi. Natijada, transformator ichidagi X, U, Z va x, u, z ochiq qolgan fazalar (15-b rasm) uchlarning o'zaro ulanishi masalasi yuzaga keladi. Ular uch fazali tokdagi

singari o'zaro uchburchak, yoki yulduz sxemada ulanishi mumkin. Aynan shu ulanishning turlariga qarab uch fazali transformator chulg'amlarining turli ulanish sxemalari mavjud.



9.15-rasm. Uchta bir fazali transformatorlar sistemasi (a) va uch fazali transformator (b)

CHulg'amlar ulanishlarini kasr ko'rinishda belgilash qabul qilingan, masalan "uchburchak/yulduz", bunda kasrning surati kirish chulg'amining ulanish sxemasini, kasrning maxraji esa chiqish chulg'amining ulanish sxemasini bildiradi. Umuman uch fazali transformator chulg'amlari "uchburchak/yulduz", "yulduz-uchburchak", "yulduz/yulduz" va uchburchak/uchburchak sxemalarda ulanishi mumkin. 16- a rasmda transformator chulg'amlari oxirlari va ularning belgilanishlari keltirilgan.



9.16-rasm. Uch fazali transformator chulg'amlarining o'ralishi va o'zaro ulanishi.

Rasmdagi chulg'amlarning o'ralishiga e'tibor beradigan bo'lsak shu narsa ko'rinadiki, fazalarning chulg'amlari, ular o'zaro qanday tutushtirilishidan qat'iy nazar, bir tomonga qarab o'ralgan. 16-b rasmda esa chulg'amlar yulduz/yulduz (Y/Y) sxemada ulangan. Demak bu transformator, chulg'amlari (Y/Y) sxemada ulangan transformator deyiladi.

Transformator chulg'amlarining ulanish sxemalari. Uch fazali transformatorlarda chulg'amlarning o'zaro ulanish sxemalari va chulg'amlarni o'ralish yo'nalishlariga qarab transformator gruppalariga ajratiladi. Bunday gruppalash amaliy jihatdan juda katta ahamiyatga ega. Ayniqsa elektr uzatish liniyalarida transformatorlarning parallel ishlashida ulanishlarning amaliy ahamiyati beqiyos. Masalan, uch fazali tok sistemasidan ma'lumki, faza va liniya kuchlanishlarining nisbati ulanish turiga bog'liq. Nol nuqtasi yerga ulangan yulduz sxemada, faza kuchlanishi liniya kuchlanishidan $\sqrt{3}$ marta kichik. SHuning uchun, katta kuchlanishli (odatda 35 kV dan yuqori) elektr uzatish liniyalari pasaytiruvchi transformatorining kirish chulg'amlarini yulduz sxemada ulash fazalarda kuchlanish kamroq bo'lishini va mos holda izolyatsiyaning ham arzonroq bo'lishini ta'minlaydi.

Bundan tashqari transformatorning asosiy ko'rsatkichi-transformatsiya koeffitsienti kirish va chiqish kuchlanishlarining nisbatiga teng bo'lib, (9.5) munosabatga ko'ra faza va liniya kuchlanishlari bo'yicha transformatsiya koeffitsientlari bir xil

$$\frac{U_{1\Phi}}{U_{2\Phi}} = \frac{n_1}{n_2} = k_{\Phi} \quad \text{yoki} \quad \frac{U_{1\text{Л}}}{U_{2\text{Л}}} = \frac{n_1}{n_2} = k_{\text{Л}}$$

ya'ni $k_{\Phi} = k_{\text{Л}}$

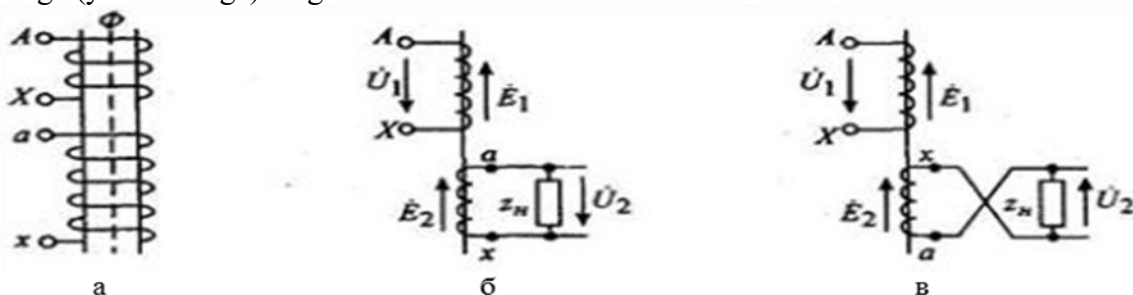
CHulg'amlar (Y/Δ) sxemada ulanganda $k_{\text{Л}} = \sqrt{3}k_{\Phi}$. CHulg'amlar (Δ/Y) sxemada ulanganda

esa $k_{\text{Л}} = \frac{k_{\Phi}}{\sqrt{3}}$.

CHulg'amlarning ulanish sxemalaridan tashqari bu chulg'amlarning o'zakda qanday yo'nalishda o'ralgani ham ahamiyatlidir. Kirish va chiqish chulg'amlarining o'zakdagi o'ralishi yo'nalishiga va chulg'amlarning ulanish sxemalariga qarab transformatorlar ulanish turkumlarlariga (gruppalariga) ajratiladi. Bu turkumlarda kirish va chiqish kuchlanishlari fazalari bilan farqlanadi. Bu farq esa, chulg'amlarning o'ralish yo'nalishlarini va chulg'am uchlarini qanday tanlashga qarab yuzaga keladi. Masalan 17- a rasmdagi o'zakda chulg'amlar bir tomonlama o'ralgan va chulg'am uchlarining belgilanish tartibi ham bir tomonlama A, X, a, x tartibda (tepadan pastga qarab). Bu chulg'amlardagi kuchlanishlar (kirish kuchlanishi U_1 , chiqish kuchlanishi U_2) ham bir tomonga yo'nalgan (17-b rasm). O'zakdan magnit oqimi har ikki (kirish va chiqish) chulg'amni bir tomonga qarab kesib o'tadi. Demak xar ikki chulg'amdagi elektromagnitik jarayonlar bir fazada kechadi. Ya'ni hosil bo'lgan Y_{e1} va Y_{e2} induksion e.yu.k. larning fazalari ham bir xil (bir tomonga yo'nalgan), 17- b rasmga qarang. Elektromagnitik induksiya qonuniga ko'ra Y_{e1} va Y_{e2} induksion e.yu.k.lar U_1 , U_2 kuchlanishlarga nisbatan 180° burchakka siljigan (qarama-qarshi).

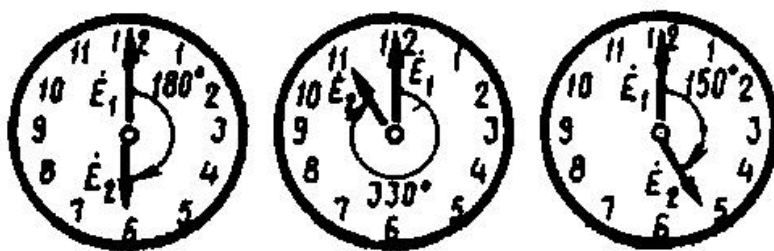
Ulanish sxemalarida turkumlarni belgilash uchun soatning minut va soat strelkalaridan foydalanish qulay. Bunda soat va minut strelkalari orasidagi burchak kirish va chiqish kuchlanishlari orasidagi faza siljishini bildiradi. Masalan faza siljishi 30° bo'lsa 11 bilan belgilanadi, chunki soat 11^{00} da strelkalar orasidagi burchak 30° bo'ladi, 180° bo'lsa soat 6^{00} ga mos keladi va hokazo.

17 rasmdagi ulanish gruppasida chulg'amlar (Y/Y) sxemada ulangan bo'lsa, bunday gruppalash Y/Y-12 deb, agar chulg'amlar (Δ/Δ) sxemada ulangan bo'lsa, bunday gruppalash Δ/Δ -12 deb belgilanadi, chunki soat 12^{00} da minut va soat strelkalari ustma-ust tushadi, yoki ular orasidagi burchak 0° ga (yoki 360° ga) teng.



9.17-rasm. CHulg'amlarning ulanishini gruppalashga doir:

a-chulg'amlarning o'ralishi va chulg'am uchlarining belgilanishi; b-chulg'amlar dagi kuchlanish va e.yu.k. lar yo'nalishi; v-gruppani o'zgartirish.



Gruppa 6

gruppa 11

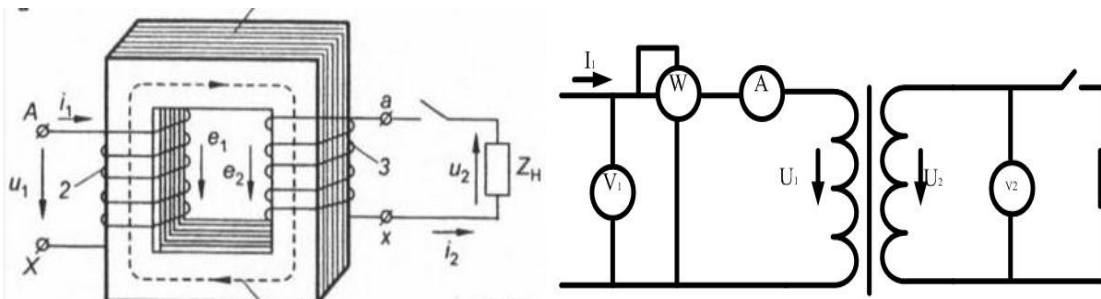
gruppa 5

9.18-rasm. Gruppalashni soat millari bo'yicha belgilash.

Bunday gruppalar amalda ko'p bo'lib ulardan 12 tasini alohida ajratib ko'rsatish mumkin. Bu ulanish turkumlari Y/ Δ -1, Y/ Δ -1, Y/Y-2, Δ/Δ -2, va 12 gacha. To'la burchak 360° , uning $1/12$ qismi 30° , shuning uchun gruppalarda kirish va chiqish kuchlanishlari faza siljishlari gruppa raqamini 30° ga ko'paytirib hosil qilinadi.

Transformatorlarning ish rejimlari. Transformatorlarda uchta asosiy ish rejimlarni ajratish mumkin, bular: salt ish rejimi, nominal rejim va qisqa tutashuv rejimi.

Salt rejim. Bu rejimda transformatorning kirish chulg'ami nominal kuchlanishli tarmoqqa ulangan, lekin chiqish chulg'ami hali iste'molchiga ulanmagan bo'ladi 19-rasm. Transformatorning salt ish rejimida transformatsiya koeffitsienti va po'lat o'zakda magnit maydon hosil bo'lishidagi quvvatning isrofi aniqlanadi.



9.19-rasm. Transformatorni salt ish rejimi (a) va transformatorni salt rejimda tekshirish sxemasi (b).

Kirish chulg'ami kuchlanishining (V_1 vol'tmetrning ko'rsatishi) chiqish chulg'ami kuchlanishiga (V_2 vol'tmetrning ko'rsatishi) nisbati transformatorning transformatsiya koeffitsientini k -ni beradi. (9.5) formula orqali aniqlanuvchi k koeffitsient transformatorning aynan salt ish rejimiga ko'proq mos keladi. 9.15-sxemadagi o'lchov asboblari ko'rsatishlari orqali transformator kirish chulg'ami qarshiliklarini aniqlash mumkin (kirish chulg'amidagi aktiv P_0 quvvatni W -vattmetr orqali, kirish chulg'amidagi i_0 tok kuchi A -ampermetr orqali o'lchanadi).

$$\text{chulg'amning aktiv qarshiligi} \quad r_0 = \frac{P_0}{i_0^2},$$

$$\text{chulg'amning to'la qarshiligi} \quad z_0 = \frac{U_1}{i_0},$$

$$\text{chulg'amning induktiv qarshiligi} \quad x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}.$$

$$\text{chulg'amidagi to'la quvvat} \quad S = U_1 i_0.$$

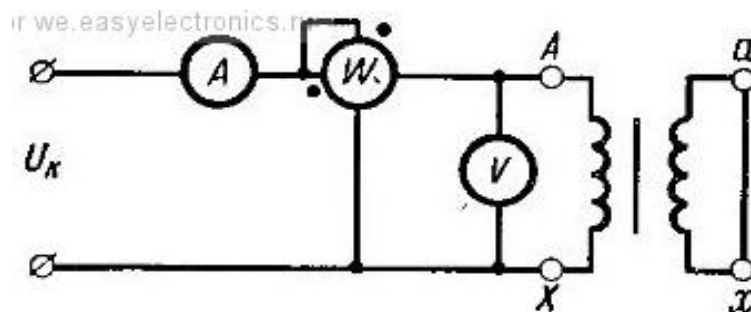
$$\text{salt rejim quvvat koeffitsienti} \quad \cos \varphi = \frac{P_0}{S}.$$

Qisqa tutashuv rejimi. Transformatorning qisqa tutashuv rejimi avariya rejimiga kiradi. Bunda, chiqish chulg'ami uchlari qisqa tutashgan bo'lib transformator chulg'amlaridan juda katta tok oqib o'tadi. Bu tok natijasida chulg'amlar qattiq qizib ketadi va izolyatsiya ishdan chiqadi. Chunki chiqish chulg'aming qarshiligi nolga teng bo'lib, chulg'am uchlariidagi kuchlanish ham nolga teng bo'ladi undagi Amaliyotda transformatorning chiqish chulg'amlaridagi (iste'molchi zanjiridagi) qisqa tutashuvlar sodir bo'lib turadigan holat. SHuning uchun bunday holatlarda transformatorni himoyalash uchun qo'shimcha vositalar (qisqa tutashuv saqlagichlari) ishlatiladi. Transformator chulg'amlaridagi quvvat isroflarini aniqlash uchun transformatorni qisqa tutashuv tajribasi o'tkaziladi. Bu rejimda shuningdek, transformatorni mexanik va termik jihatdan mustahkamligini ta'minlash, himoya vositalarini yaratish va ularni to'g'ri ishlashini ta'minlash uchun zarur bo'lgan texnologik kattaliklarni ham aniqlash mumkin.

Qisqa tutashuv tajribasini o'tkazish uchun birlamchi chulg'amga nominal kuchlanishga qaraganda ancha kam kuchlanish beriladi va chiqish chulg'amlari qisqa tutashtiriladi. Bunda kirish chulg'amiga berilgan kuchlanish shunday tanlanadiki, chiqish chulg'amlari qisqa tutashtirilgan holatda kirish chulg'amidan o'tayotgan tok transformatorning nominal tokiga teng bo'lishi kerak. Aynan shu kamaytirilgan kuchlanish transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi $-U_{qt}$ deb yuritiladi va transformator nominal kuchlanishiga nisbatan foizlarda ifodaladi.

Odatda U_{qt} –qisqa tutashuv kuchlanishining U_n - nominal kirish kuchlanishiga nisbati $U_{qt} / U_n = 0,05-0,1$ oraliqda o'zgaradi. Bu nisbat kirish chulg'ami kuchlanishi va transformator quvvati oshishi bilan ortib boradi.

Demak, qisqa tutashuv paytida transformator chulg'amlaridagi tok kuchi nominal tok kuchiga nisbatan 10-20 marta ortib ketishi mumkin.



9.20-rasm. Transformatorni qisqa tutashuv ish rejimida tekshirish sxemasi.

Qisqa tutashuv tajribasida, 5.20-rasm, transformator chiqish chulg'aming a x uchlari qisqa tutashtiriladi. Kirish chulg'amiga esa o'lchov qurilmalari ulanadi. Tajribada aniqlangan I_q - qisqa tutashuv toki, U_q – qisqa tutashuv kuchlanishi va R_q – qisqa tutashuv aktiv quvvatidan foydalanib, salt rejimdagi kabi, transformator chulg'aming Z_q - to'la, X_q -reaktiv va r_q -aktiv qarshilik larini aniqlash mumkin.

Nominal rejim. Transformatorning nominal rejimi ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan va transformator pasportida ko'rsatilgan shartlarning bajarilishidir. Transformatorning ishlashi jarayonida ko'rsatkichlarning ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilangan meyo'rlarda bo'lishi transformatorni uzoq muddt samarali ishlashini ta'minlaydi. SHuning uchun ham nominal rejimni ta'minlash amaliy jihatdan juda muxim texnik va iqtisodiy ahamiyatga ega. Transformatorning nominal rejimi parametrlari transformator pasportida ko'rsatilgan bo'ladi.

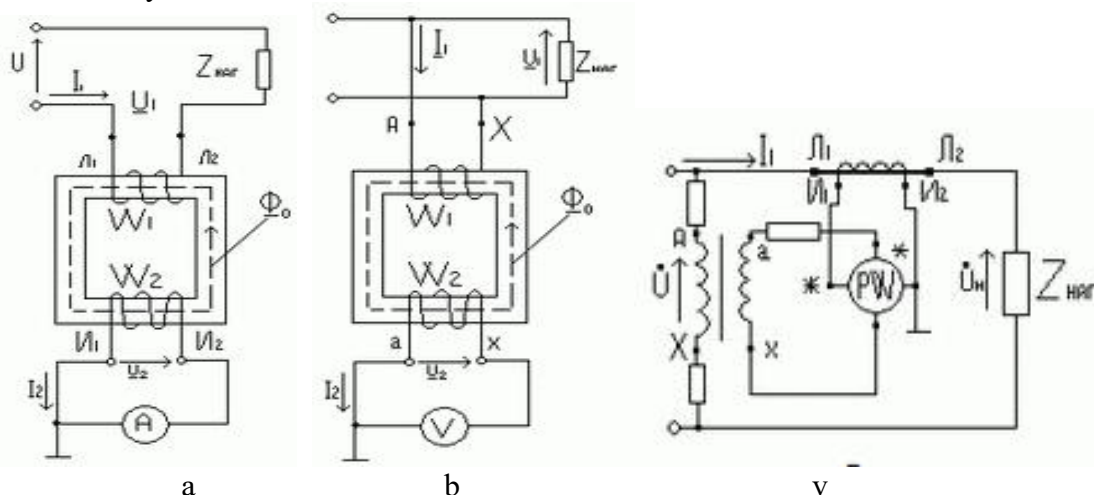
4. Transformatorning turlari

Amalda ishlatiluvchi transformatorlar tuzilishiga ko'ra va ishlatilish sohaslariga ko'ra turlicha bo'lishi mumkin. Konstruktsion tuzilishiga ko'ra transformatorlar bronli va sterjenli turlarga bo'linadi 5.13-rasmga qarang. Tok turi bo'yicha bir fazali va uch fazali bo'lishi mumkin. Ishlatilish sohaslariga qarab o'lchov transformatorlari, taqsimlovchi transformatorlar, avtotransformatorlar va qurilmalarning tok ta'minoti transformatorlari (kuch transformatorlari) kabi turlarga bo'lish mumkin.

O'lchov transformatorlari.

Mavjud elektr o'lchov qurilmalari yordamida ba'zan ayrim o'lchovlarni amalga oshirishning imkoniyati bo'lmasligi mumkin. Ya'ni o'lchov qurilmasining chegarasi bunga mos kelmasligi mumkin. Ayniqsa, katta kuchlanish va toklarni o'lchashda bunday xolatlar ko'p uchraydi. SHu paytda transformator yordamida tok yoki kuchlanishni kamaytirib o'lchash o'lchov xavfsizligini ta'minlash bilan birga o'lchov ishlarini arzonlashtiradi. Bunda tok yoki kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsientini bilishning o'zi yetarlidir. Natijada transformator o'lchovlarni qurilmasining o'lchash diapazonini kengaytiradi. O'lchovning haqiqiy natijasini olish uchun shlchov qurilmasi ko'rsatkichini transformatorning transformatsiya koeffitsientiga ko'paytiriladi.

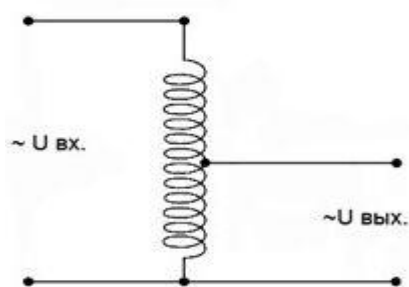
Transformatoridan kuchlanish yoki tok kuchini o'lchashda foydalanish uchun uni sxemaga kuchlanish yoki tok transformatori kabi ulanadi 5.21-rasm.



9.21-rasm. Tok, kuchlanish va quvvatni o'lchov transformatorlari yordamida o'lchash.

Avtotransformator. Avtotransformatorda kirish chulg'amning bir qismi bir vaqtda chiqish chulg'am bo'lib ham xizmat qiladi. Bunda transformatsiya koeffitsienti o'zgaruvchan bo'lib,

qo'zg'aluvchan kontatknining holatiga qarab chiqish kuchlanishi 0 dan U_{kir} kuchlanishigacha o'zgarishi mumkin 22-rasm.



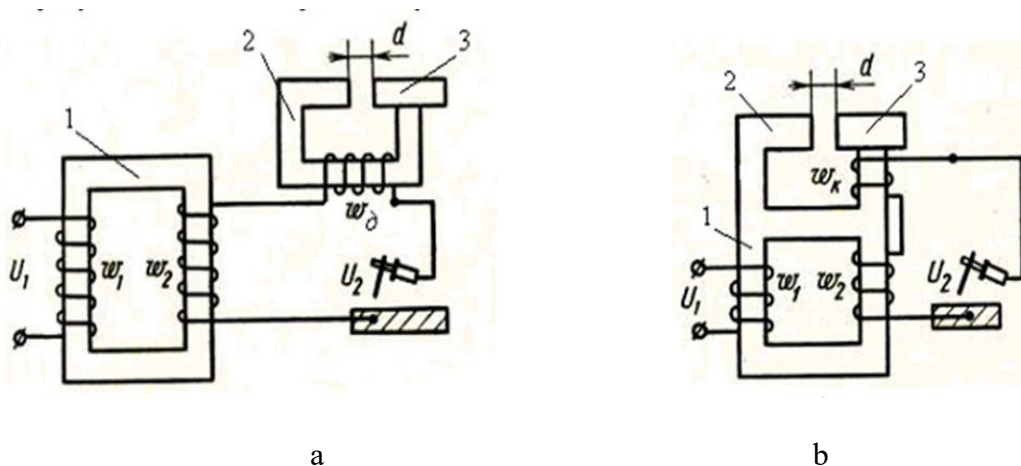
9.22-rasm. Avtotransformatorning tuzilishi v a umumiy ko'rinishi.

Avtotransformatolar kuchlanishni bir tekis o'zgartirish zarurati mavjud hollarda, masalan laboratoriya sharoitlarida keng ishlatiladi.

Payvandlash transformatorlari.

Payvandlash transformatorlari elektr yoyi hosil qilish uchun mo'ljallangan pasaytiruvchi transformatoridir. Bunday transformatorlar bir fazali yoki uch fazali bo'lishi mumkin. Payvandlash tokiga qarab transformatorlar katta va kichik quvvatli bo'lishi mumkin. Kam quvvatli, bir fazali tokda ishlovchi payvandlash transformatorlarining chiqish chulg'amida tok kuchi 200 A gacha bo'lishi mumkin. Bunday transformatorlar 6mm gacha qalinlikdagi metallarni payvandlashi mumkin. Katta quvvatli uch fazali transformatorlarning chiqish chulg'amlari esa 600A gacha tokda ishlashi mumkin.

Payvandlash transformatorlarida chiqish chulg'ami toki katta bo'ladi, kuchlanish esa 70 V gacha bo'lishi mumkin. CHiqish chulg'ami tokini boshqarish uchun transformatorlarda qo'shimcha o'zak ishlatiladi 23-rasm. Bu o'zakka o'ralgan chulg'amning induktiv qarshiligini qo'shimcha o'zakdagi d tirqishni o'zgartirish usuli bilan rostlash mumkin. Transformatorning qo'shimcha o'zagi aloxid 23- a rasm, yoki asosiy o'zakning bir qismi bo'lishi mumkin 23- b rasm.



9.23-rasm. Payvandlash transformatori.

1-asosiy o'zak, 2-tok rostlash o'zagi, 3- o'zakning qo'zg'aluvchan qismi.

Transformatorlarning pasport ko'rsatkichlari

Ishlab chiqaruvchi tomonidan transformatorning pasport ko'rsatkichlari da asosan quyidagi kattaliklar ko'rsatilgan bo'ladi:

- transformatorning to'la quvvat (kVA);
- past kuchlanish chulg'ami kuchlanishi (kV);
- yuqori kuchlanish chulg'amining nominal toki (A);
- past kuchlanish chulg'amining nominal toki (A);
- tok chastotasi (Gts);
- fazalar soni (uch fazali, bir fazali);
- chulg'amlar ulanish guruxlari va sxemasi;

chulg'amlarning sovitilish usuli;
 yuklama rejimi (uzoq muddatli yoki qisqa muddatli);
 qisqa tutashuv kuchlanishi (%);
 transformatorning joylashuvi sharoiti (ochiqda yoki bino ichida);
 qisqa tutashuv kuchlanishi (%);
 qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi (V_t);
 salt ish rejimi toki (A);
 salt ish rejimidagi quvvat isrofi (V_t);
 transformator massasi (kg);
 moyli transformatorlar uchun moyning massasi (kg);
 transformatorning geometrik o'lchamlari.

Tayanch iboralar

Uyurmali tok, o'zak, chulg'am, magnit oqimi, transformatsiya koeffitsienti, chulg'am izolyatsiyasi, izolyatsiyalovchi moy, avtotransformator, past kuchlanish chulg'ami, yuqori kuchlanish chulg'ami, salt rejim, yuklama.

Sinov savollari

1. Nima uchun transformator statik qurilma deb ataladi. Statik qurilmalarga yana misollar keltiring.
2. Nima uchun transformator o'zaklari yupqa listarlardan (yaproqchalardan) yig'iladi?
3. Transformatorning ishlashida o'zaro induksiya qonuni ahamiyatini tushuntiring.
4. Transformator o'zaklarini elektrotexnik po'latdan yasashning texnik ahamiyatini nimada?
5. Gisterezis hodisasini amalda qo'llanilishini tushuntiring.
6. Transformatorlarning ishlatilish sohalarini ayting.
7. O'lchov transformatorlari nima maqsadda va qachon ishlatiladi?
8. Avtotransformator nima, nima uchun uning nomlanishida "avto" so'zi ishlatiladi?

10-MA'RUZA. Asinxron dvigatellar

Reja

1. Aylanuvchi magnit maydon hosil qilish.
2. Asinxron dvigatelning tuzilishi.
3. Asinxron dvigatelning ishlash printsipi.
4. Asinxron dvigatelning kuvvati va mexanik xarakteristikasi

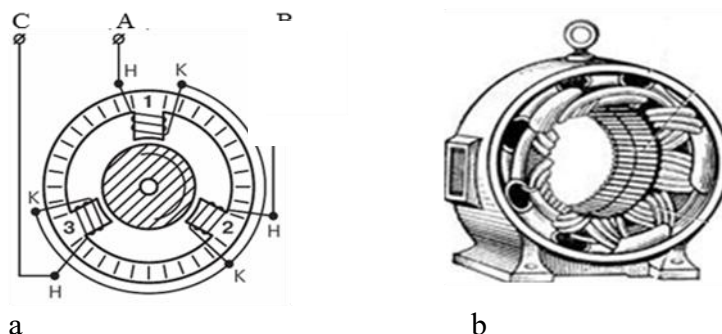
1. Aylanuvchi magnit maydon hosil qilish

Amalda ishlatiluvchi elektr dvigatellarning asosiy qismini asinxron dvigatellar tashkil etadi. Asinxron dvigatelning ishlashi esa uch fazali o'zgaruvchan tok sistemasi yordamida aylanuvchi magnit maydon hosil qilishga asoslangan. SHuning uchun ham asinxron dvigatellarni ishlashini o'rganishni, aylanuvchi magnit maydonni o'rganishdan boshlash, maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ko'p fazali sistemalarda aylanuvchi magnit maydonni hosil qilish italyan olimi G. Ferraris va serbiyalik mashhur elektrotexnik olim N.Tesla tomonidan yaratilgan. Ular bir-birlaridan bexabar, mustaqil ravishda, 1888 yilda ko'p fazali o'zgaruvchan tokda yig'indi magnit maydon aylanuvchan bo'lishini amalda isbotlab, hozirgi elektr dvigatellarining yaratilishiga asos solishgan.

Galileo Ferraris 1847-1897 yillarda yashab ijod etgan mashhur italyan elektrotexnik olimi. Elektromagnetizm, optika, elektromagnitik to'lqinlar va issiqlik texnikasi sohalarida ishlagan. Ferraris 1885-88 yillarda aylanuvchi magnit maydonni kashf etdi, hamda uning asosida ishlovchi o'zgaruvchan tok elektr dvigatelining laboratoriya modelini yaratdi. Uning bu kashfiyoti elektrotexnikaning, ayniqsa elektr mashinalarining keyingi taraqqiyo tida juda muxim rol o'ynadi.

Uch fazali o'zgaruvchan tok sistemasida aylanuvchi magnit maydon hosil qilish uchun uchta chulg'amni fazoda o'zaro 120° burchak hosil qilib joylashtiriladi va chulg'amlar uch fazali tokning A, V, S fazalariga ulanadi. Bunda uch fazali tok sistemasidagi kabi fazalar o'zaro uchburchak yoki yulduz sxemada ulanishi mumkin 6.1-rasm.



10.1-rasm. Asinxron dvigatel statorining uch fazali chulg'amlari.

a- uchta chulg'am statorida o'zaro 120° burchak ostida joylashgan, chulg'amlar yulduz sxemada ulangan, N-chulg'amning boshlanishi, K-chulg'am oxirlari; b-stator chulg'amining umumiy ko'rinishi.

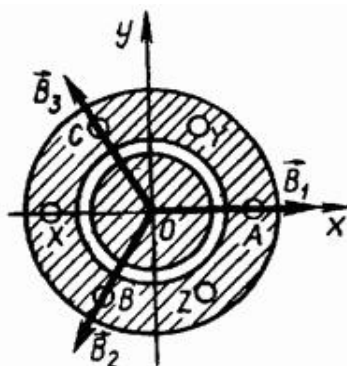
Chulg'amlarga uch fazali o'zgaruvchan kuchlanish berilganda har bir chulg'amda mos ravishda o'zgaruvchan magnit maydon yuzaga keladi va fazalardagi magnit maydonlar ham o'zaro 120° burchakka siljigan bo'ladi. A, V va S fazalardan xosil bo'lgan magnit maydon induktsiyalarini mos holda V_1 , V_2 va V_3 deb belgilasak

$$\begin{aligned} B_1 &= B_m \sin \omega t; \\ B_2 &= B_m \sin(\omega t - 120^\circ); \\ B_3 &= B_m \sin(\omega t - 240^\circ); \end{aligned} \quad (10.1)$$

Yig'indi maydonni topish uchun V_1 , V_2 va V_3 maydonlarning x va u o'qlari bo'yicha proektsiyalarini topib qo'shib chiqamiz.

Maydonning X o'qiga proektsiyalari

$$\begin{aligned} B_{1x} &= B_m \sin \omega t; \\ B_{2x} &= -B_2 \cos 60^\circ = -\frac{1}{2} B_m \sin(\omega t - 120^\circ); \\ B_{3x} &= -B_3 \cos 60^\circ = -\frac{1}{2} B_m \sin(\omega t - 240^\circ); \end{aligned}$$



10.2-rasm. A, V, S fazalarning V_1 , V_2 va V_3 magnit maydon induktsiya vektorlari.

Yig'indi maydon

$$B_x = B_{1x} + B_{2x} + B_{3x}$$

Agar

$$B_{2x} + B_{3x} = -\frac{1}{2} B_m [\sin(\omega t - 120^\circ) + \sin(\omega t - 240^\circ)] = \frac{1}{2} B_m \sin \omega t;$$

ekanligini hisobga olsak, natijaviy magnit maydon

$$B_x = \frac{3}{2} B_m \sin \omega t \quad (10.2)$$

Xuddi shuningdek, maydonning u o'qiga nisbatan proektsiyalarini ham aniqlaymiz

$$B_{1y} = 0$$

$$B_{2y} = -B_2 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} B_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$B_{3y} = -B_3 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} B_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

$$B_y = B_{1y} + B_{2y} + B_{3y} = \frac{3}{2} B_m \cos \omega t.$$

Demak, vaqtning ixtiyoriy momentida fazalardan hosil bo'lgan magnit maydon induksiya vektorlari OX va OY o'qlar bo'yicha quyidagi tashkil etuvchilarga ega ekan

$$B_x = \frac{3}{2} B_m \sin \omega t$$

$$B_y = \frac{3}{2} B_m \cos \omega t$$

natijaviy maydon esa

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \frac{3}{2} B_m \sqrt{\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t} = \frac{3}{2} B_m. \quad (10.3)$$

Bundan ko'rinadiki, fazalardan hosil bo'lgan natijaviy magnit maydon induksiya vaqtga bog'liq bo'lmagan holda doimiy kattalikdir. Uning son qiymati esa bitta faza hosil qilgan induksiya vektori amplitudasidan 1,5 marta katta (fazalar simmetrik bo'lgan hol uchun) ekan.

Maydonning aylanish tezligini topamiz

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_x}{B_y} = \frac{\frac{3}{2} B_m \sin \omega t}{\frac{3}{2} B_m \cos \omega t} = \operatorname{tg} \omega t$$

yoki $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \omega t$. Demak $\alpha = \omega t$

α – burchakni to'la burchak (to'liq bir marta aylanib chiqqandagi burchak) deb qarasa va magnit maydonining bir martato'la aylanish davrini T deb belgilasak, o'zgaruvchan tokning to'liq bir marta aylanish davriga magnit maydonning to'la bir aylanib chiqish davri mos kelishi ayon bo'ladi. Demak magnit maydonning aylanish tezligi o'zgaruvchan tokning chastotasiga teng ekan. Agar aylanish tezligini aylana /minut birlikda ifodalasak aylanuvchchi magnit maydon 60 x 50 = 3000 ayl/minut tezlik bilan aylanadi.

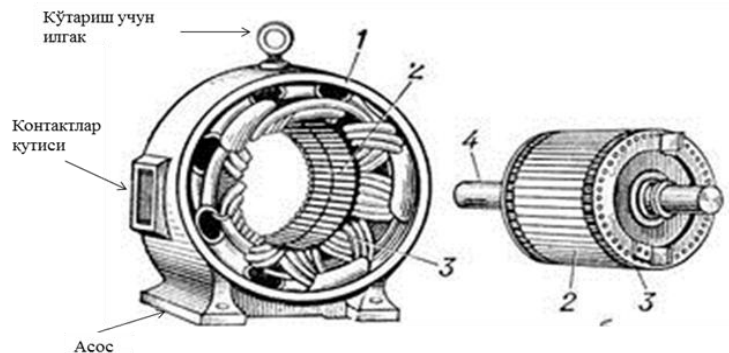
Umumiy holda magnit maydonning aylanish tezligi

$$n_0 = \frac{60 f}{p} \quad (10.4)$$

bu yerda p- juft qutblar soni, ya'ni aylanuvchi magnit maydoni hosil qiluvchi uch fazali chulg'amlarning soni. Agar chulg'amlar soni 6 ta, ya'ni har bir faza ikkitadan chulg'amga ega bo'lsa $r = 2$, agar chulg'amlar soni 9 ta, ya'ni har bir faza uchitadan chulg'amga ega bo'lsa $r = 3$ va hokazo. Odatda asinxron dvigatellarda quvvatiga qarab chulg'amlar 24 tagacha ($r = 8$) va undan ham ko'p bo'lishi mumkin.

2. Asinxron dvigatelning tuzilishi

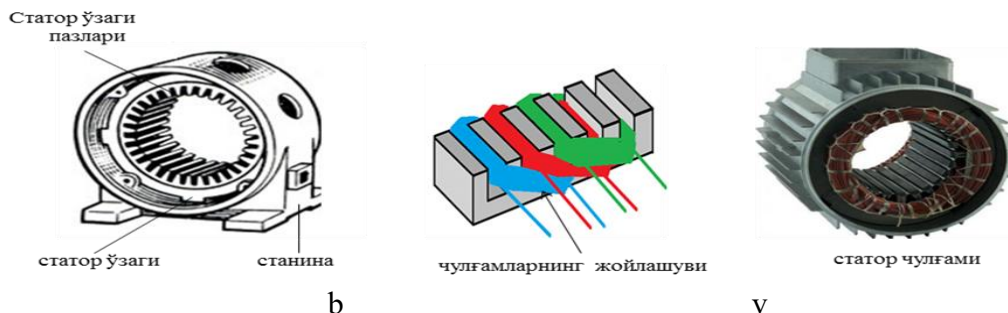
Asinxron dvigatel ikki qismdan iborat: qo'zg'almas stator va aylanuvchi rotor, 3-rasm.



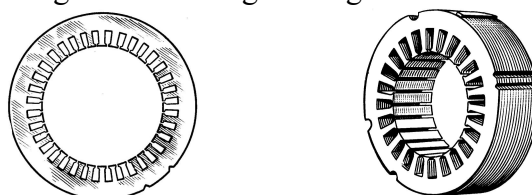
10.3-rasm. Asinxron dvigatelning statori (a) va rotor (b).

1-станина (po'lat korpus), 2-stator va rotorning o'zaklari, 3- stator va rotor chulg'amlari.

Stator-dvigatelning qo'zg'almas qismi bo'lib u stanina, stator o'zagi va o'zakka o'ralgan mis chulg'amlardan iborat. Stanina dvigatelning korpus qismi bo'lib xizmat qiladi. Unda stator o'zagidan tashqari elektr kontaktlari uchun quti, katta dvigatellarda ko'tarish uchun maxsus ilgak ham joylashgan bo'ladi (4-rasmga qarang). Katta quvvatli dvigatellarda stanina asosi qalin metaldan ishlanib, uni yerga maxkamlash uchun maxsus teshiklar ochilgan bo'ladi. Statorning o'zagi staninaning ichki qismiga jolashtiriladi. O'zak elektro- texnik po'latdan yasalgan bo'lib, uning ichki sirtida chulg'am simlari joylashtirilishi uchun maxsus o'yilgan ariqchalar mavjud. Bu ariqchalarni **paz** deb ataladi. Uch fazali chulg'amlar stator o'zagi pazlarida navbatma-navbat joylashtiriladi. CHulg'amlarning umumiy soni 3 ga karrali bo'ladi.



10.4-rasm. Stanina va stator o'zagi (a), chulg'amlarning o'zak pazlarida joylashuvi (b), staninada joylashgan stator o'zagi chulg'amlari bilan (v).



10.5-rasm. Stator o'zagining yupqa plastinkasi va shu plastikalardan yig'ilgan o'zak.

Xuddi transformatorlarning o'zagi singari, asinxron dvigatel statorining o'zagi ham, uyurmali toklar ta'sirini kamaytirish maqsadida, yupqa listlardan yig'ilgan bo'ladi 5-rasm.

Rotor. Dvigatelning rotor aylanuvchi qism bo'lib, u rotor o'qi, rotor o'zagi va chulg'amdan iborat (6-rasm). Rotorning o'zagi ham stator o'zagi singari yupqa po'lat yaproqchalardan yig'ilgan bo'ladi.

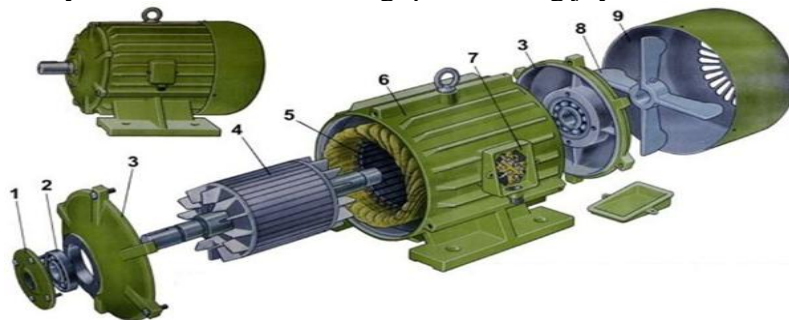


10.6-rasm. Asinxron dvigatelning faza chulg'amli rotori.

a- rotor o'zagi yaproqchasi, b-faza chulg'amli rotorning umumiy ko'rinishi: 1-o'zak, 2-chulg'am, 3-kontakt xalqalari, 4-rotor o'qi.

O'zakning tashqi sirtida chulg'amlar joylashtirilishi uchun maxsus chuqurchalar-pazlar mavjud (6-a rasm.). Rotor chulg'ami shu pazlar orqali o'tkazib o'raladi. Rotorning o'zagi maxsus o'qqa maxkamlanadi va shu o'q bilan birga aylanadi. Rotor chulg'ami tashqi zanjirga maxsus kontakt xalqalari orqali ulanadi (6-b rasm).

Dvigatelning umumiy ko'rinishi, hamda uning qismlarining joylashuv tartibi 7-rasmda ko'rsatilgan.

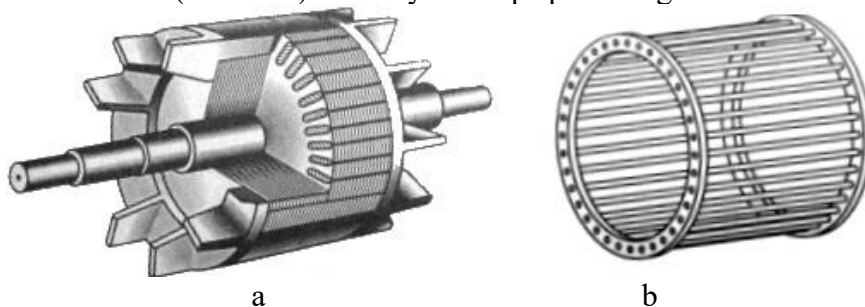


10.7-rasm. Asinxron dvigatel va uning qismlari.

1-podshipnik qopqog'i, 2-podshipnik, 3-stator qopqog'i, 4-rotor, 5-stator o'zagi chulg'ami bilan, 6-stanina, 7-kontaktlar qutisi, 8-sovitish parragi, 9-parrakning himoya qopqog'i.

Rotorning o'qi stator qopqoqlaridagi podshipniklarda osilib turadi va erkin aylanadi. Rotorning tashvi sirti va statorning ichki sirti oralig'idagi bo'shliq kam quvvatli dvigatellarda 0,3-0,35 mm, katta quvvatli dvigatellarda esa 1-1,5 mm gacha bo'ladi. SHuning uchun ham dvigatel qismlarini yasash juda katta mexanik aniqlikni talab etadi.

Asinxron dvigatelning turlari. Asinxron dvigatellar tuzilishiga ko'ra asosan ikki turga bo'linadi. Bu turlar aynan dvigatel rotorining tuzilishlari bilan farqlanadi. Yuqoridagi rotor (6.6-rasm) faza chulg'amli rotor deb yuritiladi. Bunday rotorli dvigatelni esa faza rotorli asinxron dvigatel deb ataladi. Rotorning faza chulg'amlarini qisqa tutashtirib yo'g'on simlardan (odatda mis, ba'zan alyumin yoki latundan) ham yasash mumkin (6.8-rasm). Bunday rotor qisqa tutushgan rotor deb ataladi.



10.8-rasm. Qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatel rotorining ko'rinishi (a) va rotorning qisqa tutashgan chulg'ami.

Bunda rotor ancha katta toklarda ishlay oladigan bo'ladi va mos holda aylantiruvchi moment, demak dvigatelning quvvati ham ancha katta bo'ladi. Amalda qo'llaniluvchi katta quvvatli asinxron dvigatellar asosan qisqa tutashgan rotorli bo'ladi. Rotori qisqa tutashgan asinxron dvigatellar qisqa tutashgan rotorli dvigatellar deb yuritiladi. Qisqa tutashgan rotor "olmaxon g'ildirakli" rotor deb ham ataladi. Garchi nomlanishi ertakdan olingan bo'lsada, olmaxon g'ildirakli konstruktsiyalar texnikaning boshqa sohalarida ham keng ishlatiladi.



10.9-rasm. Olmaxon g'ildirakli konstruktsiyalar.

Masalan ventilyatorlarning, suv transportining parraklari, yoki shamol va suvda ishlaydigan qurilmalarning xarakatlanuvchi qismlari shunday konstruktsiya asosida qurilgan.

3. Asinxron dvigatelning ishlash printsiipi

Stator chulg'amlarida uch fazali tokdan aylanuvchi magnit maydon hosil bo'lib u $60f/r$ doimiy tezlik bilan aylanib turadi. Bu aylanuvchi magnit maydon rotor chulg'amini kesib o'tganda chulg'amda elektr toki hosil bo'ladi. Bu tokning magnit maydoni bilan, aylanuvchi magnit maydon tasirlashadi va natijada rotor magnit maydonning orqasidan ergashib (ilashib) aylanishga harakat qiladi. Lekin, rotor aylanuvchi magnit maydon bilan teng aylana olmaydi, u doimo magnit maydondan sekinroq aylanadi. Boshqacha aytganda rotorning aylanish tezligi doimo aylanuvchi magnit maydonning tezligidan kichik bo'ladi. Ya'ni rotor va statordagi aylanuvchi magnit maydon har xil tezlikda aylanadi. Aynan shuning uchun ham bu dvigatellar asinxron deb ataladi. Sinxron dvigatellarda esa magnit maydon va rotor bir xil tezlikda aylanadi. Chunki rotorning magnit maydoni statordan mustaqil ravishda hosil qilinadi.

Sirpanish. Magnit maydoni va rotorning aylanish tezliklari farqi dvigatelning sirpanishi deb yuritiladi va asinxron dvigatellarning asosiy ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi.

$$S = n_0 - n$$

bu yerda n - rotorning aylanish tezligi.

Odatda sirpanish magnit maydonning aylanish tezligiga nisbatan foizlarda ifodalanadi

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0}, \quad (10.5)$$

Dvigatelning sirpanishi va stator juft qutblari soni ma'lum bo'lsa rotorning aylanish tezligi

$$n = (1 - S) \frac{60f}{p}. \quad (10.6)$$

Rotor chulg'amidagi tok sirpanishga bog'liq, agar sirpanish berilgan rotor uchun me'yoriy qiymatdan oshib ketsa rotor chulg'ami qiziydi va uzoq muddat ishlay olmaydi. Chunki magnit maydonining rotor chulg'amini kesib o'tish tezligi ortib ketadi, elektromagnitik induksiya qonuniga asosan bu rotorda hosil bo'lgan e.y.u.k.ning ham va oqibatda chulg'amdan oqib o'tayotgan tokning ham ortib ketishiga olib keladi. Tok kuchining ortishi esa Joule-Lents qonuniga $Q = I^2 R t$ asosan chulg'amdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdorining kvadratik tarzda ortishiga olib keladi. Shuning uchun ham dvigatelda rotor aylanish tezligini kamayishi dvigatelni ishdan chiqishiga olib keladi. Rotorning tezligi amalda asosan yuklamaning me'yordan ortib ketishi tufayli yuzaga keladi.

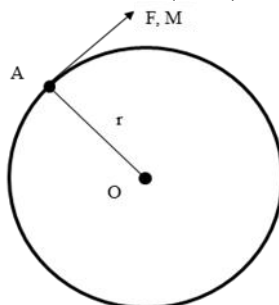
4. Asinxron dvigatelning quvvati va mexanik xarakteristikasi

Elektromagnitik quvvat. Asinxron dvigatelda rotorni harakatga keltiruvchi kuch Amper kuchidir (magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'sir kuchi). Bunda magnit maydoni-stator chulg'amlaridan hosil bo'lgan aylanuvchi magnit maydon, tokli o'tkazgich esa rotor chulg'ami. Yuqorida ko'rib o'tilganidek, aylanuvchi magnit maydon rotor chulg'amini kesib o'tganda, rotorda induksiya tok hosil bo'lib bu tok bilan aylanuvchi magnit maydon bilan ta'sirlashadi. O'zaro ta'sirlashuv kuchi Amper qonuniga ko'ra

$$F = IB \sin \alpha \quad (10.7)$$

Agar bu F kuch r radiusli aylananing A nuqtasida yuzaga kelsa, 10-rasm, kuchning yo'nalishiga qarab aylananing O markaziga nisbatan M aylantiruvchi moment yuzaga keladi

$$M = Fr \quad (10.8)$$



10.10- rasm. Kuch va kuch momentiga doir.

yoki (1) ni hisobga olib $M = rIBl\sin\alpha$ (10.9)

Ikkinchi tomondan aylanma harakat dinamikasidan ma'lumki, aylantiruvchi moment R quvvatga to'g'ri, ω burchak tezlikka esa teskari proportsional

$$M = \frac{P}{\omega} \quad (10.10)$$

bundan elektromagnitik quvvat $P_{эл} = M_{эл} \omega$, (10.11)

Bu yerda $\omega = 2\pi n$, n – rotorning aylanish tezligi, uning birligi ayl/min. ω burchk tezlikni rad/s birlikka keltirish uchun rotorning aylanishlar sonini 60 gabo'lib yuboramiz $\omega = \frac{2\pi n}{60}$

(10.12)

Agar quvvatni “kVt” birlikda, momentni “N·m” birlikda ifodalasak, mexanik moment uchun quyidagiga ega bo'lamiz

$$M_{ном} = \frac{9550P_{ном}}{n_{ном}} \quad (10.13)$$

Izoh: ayrim adabiyotlarda 975 koeffitsient keltiriladi. Bu holda mexanik momentning o'lchov birligi kg· m deb olingan bo'ladi (9550/g=975).

(9), (10), (11), (12) va (13) ifodalar birgalikda elektr mashinalaridagi elektr va mexanik kattaliklarni bog'laydi. Ya'ni, ushbu munosabatlar orqali biror M momentli mexanik sistemani uchun zararu bo'lgan elektrodqigatel quvvati va uning aylanish tezligini aniqlash mumkin. Bu masalalar elektr yuritmaning asoslarini tashkil qiladi.

Asosiy ko'rsatkichlar. Asinxron dvigatelning pasprotida (yorlig'ida) uning quyidagi asosiy ko'rsatkichlari keltirilgan bo'ladi:

$U_{ном}$ -nominal (ishchi) kuchlanishi (V);

$P_{ном}$ – nomiinal quvvati (Vt yoki kVt);

$n_{ном}$ – rotorning nominal aylanish tezligi (ayl/min);

$s_{ном}$ –nominal sirpanish $s_{ном} = (n_0 - n_{ном})/ n_0$;

$M_{ном}$ –dvigatelning nominal momenti;

λ - yuklanish koeffitsienti, o'lchamsiz kattalik bo'lib dvigatel ishlashi jarayonida yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan qisqa muddatli maksimal momentning nominal momentga nisbati bilan aniqlanadi $\lambda = M_{max}/ M_{ном}$. Amalda ko'proq qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellar qo'llaniladi, ular uchun yuklanish koeffitsienti asosan 1,7-2,5 oraliqlarda bo'ladi. Maxsus ishlangan dvigatellarda bu koeffitsient 3 gacha, hatto 4 bo'lishi ham mumkin. Faza rotorli dvigatellarda yuklanish koeffitsientining diapazoni biroz kengroq bo'lib 1,5-3,4 oraliqda bo'ladi;

M_{max} – maksimal moment (M_{kr} kritik moment deb ham yuritiladi);

δ - dvigatelni ishga tushirish koeffitsienti bo'lib, dvigatel ishga tushishi paytidagi M_{it} momentning $M_{ном}$ nominal momentga nisbati bilan aniqlanadi $\delta = M_{it}/ M_{ном}$;

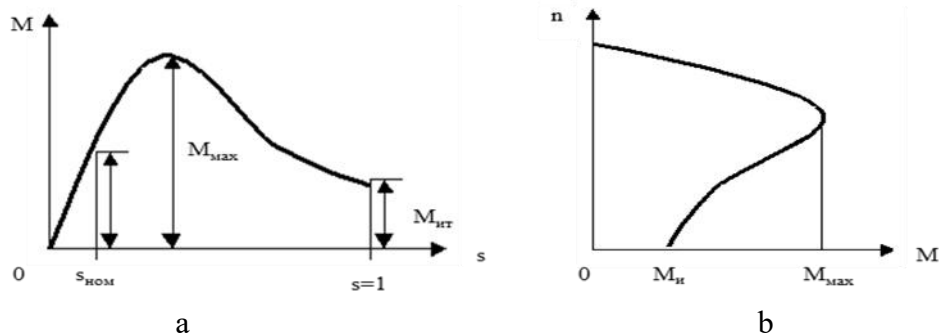
s_{kr} –kritik sirpanish, dvigatelning yuklanish koeffitsienti orqali aniqlanadi

$$S_{кр} = S_{н} \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 + 1} \right) \quad (10.14)$$

Mexanik xarakteristika. Asinxron dvigatelda, dvigatel valiga tushayotgan mexanik momentning sirpanishga bog'liqligi $M(s)$ mexanik xarakteristika deb yuritiladi.

$$M = \frac{2M_{мак}}{\frac{S_{кр}}{S_{ном}} + \frac{S_{ном}}{S_{кр}}} \quad (10.15)$$

Ushbu bog'lanishning grafigi 11 –a rasmda keltirilgan.



10.11 –rasm. asinxron dvigatelni mexanik xarakteristikasi.

Mexanik xarakteristikani rotor aylanish tezligining mexanik momentga bog'liqligi $n(M)$ ko'rinishida ham ifodalash mumkin. 11 –b

Masala. 4A90L4U3 markali asinxron dvigatelining asosiy pasport ma'lumotlari quyidagicha:
 aylanuvchi magnet maydonning tezligi $n_1 = 1500$ ayl/min
 dvigatelning nominal aktiv quvvati $P_{nom} = 2.2$ KVt
 rotorning nominal tezligi $n_{nom} = 1425$ ayl/min
 dvigatelning f.i.k. $\eta = 80\%$
 dvigatelnig quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0.83$

yuklanish koeffitsienti $\frac{M_{max}}{M_H} = \lambda = 2,2$

SHu ma'lumotlar asosida dvigatelning mexanik xarakteristikasini quramiz.

1. Nominal moment $M_{nom} = 9550 \frac{P_{nom}}{n_{nom}} = \frac{9550 \times 2,2}{1425} = 14,74$ N m.
2. Nominal sirpanish

$$S_H = \frac{n_1 - n_H}{n_1} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05.$$

3. Kritik sirpanish

$$S_{kp} = S_H (\lambda + \sqrt{\lambda^2 + 1}) = 0,21.$$

4. Maksimal (yoki kritik) moment

$$M_{kp} = \lambda M_H = 2,2 \cdot 14,74 = 32,43 (H \cdot m)$$

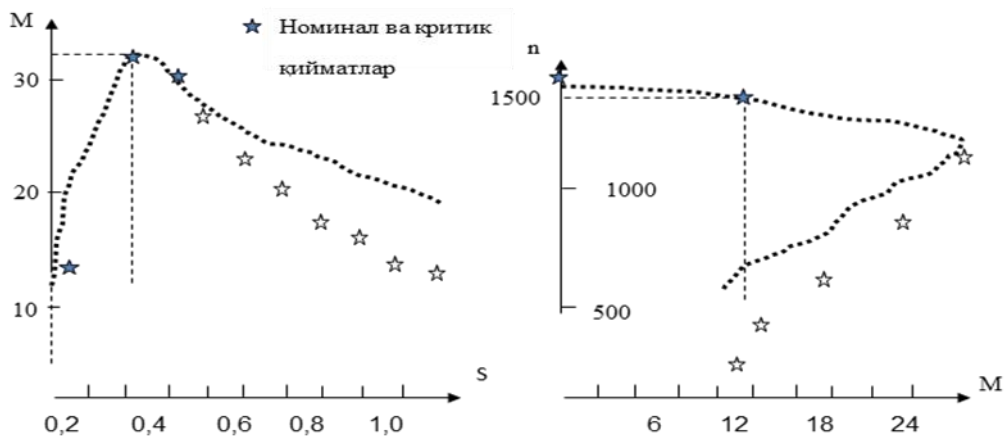
5. Bog'lanish grafigini chizish uchun momentning $M(s_n)$ va $M(s_{kr})$ nuqtalari yetarli emas. SHuning uchun sirpanishning 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 va

1.0 qiymatlarida ham M - moment va n -rotorning aylanish tezliklarini quyidagi formulalar asosida hisoblab olamiz

$$M = \frac{2M_{kp}}{\frac{S}{S_{kp}} + \frac{S_{kp}}{S}} \quad \text{va} \quad n = n_0(1 - S)$$

s	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
M Nm	32,39	30.47	26.69	23.16	20.22	17.85	15.93	14.35	13.05
n ayl/min	1200	1050	900	750	600	450	300	150	0

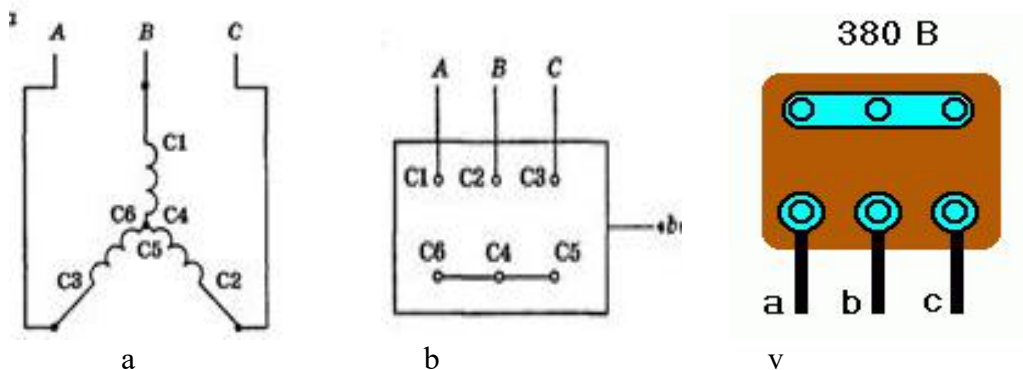
6. Hisoblash natijalari asosida $M(s)$ va $n(M)$ bog'lanishlar grafiklarini chizamiz, 12- rasm.



10.12 –rasm. 4A90L4U3 markali asinxron dvigatelning pasport ma'lumotlari asosida qurilgan mexanik xarakteristika.

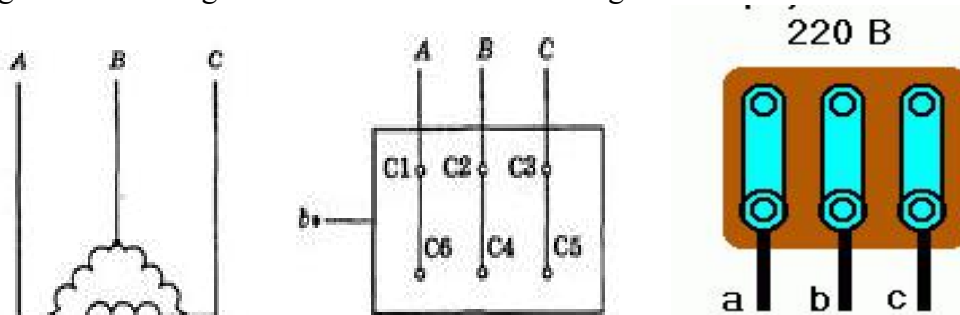
Asinxron dvigatelni yurgizish va boshqarish. Agar siz do'kondan televizor, xolodilnik yoki boshqa uy elektr anjomlarini sotib olsangiz, uni elektr tokiga ulashda muammoga uchramaysiz. Chunki bu qurilmalar bir fazali bo'lib qurilmalarning ikki qutbli kontakt uchlari (vilkasi) ikki qutbli tarmoq (rozetkaga) ulanadi. Uch fazali asinxron dvigatellarni uch fazali tarmoqqa ulashda esa, oldingi boblarda ko'rilgan uchburchak va yulduz shakllardagi ulanish turlardan foydalaniladi.

Har qanday asinxron dvigatel uch fazali tokning 380V yoki 220 V kuchlanishida ishlashga mo'ljallangan. Kuchlanishlar dvigatelning fazalari chulg'amlariga beriladi. Kuchlanishning 220V yoki 380 V bo'lishi dvigatel faza chulg'amlarini uch fazali tarmoqqa yulduz, yoki uchburchak sxemalar orqali ulash bilan ta'minlanadi. 6.14- rasmda yulduz sxemada ulangan chulg'amlar (a), chulg'am uchlari shartli belgilanishlari (b) va dvigatel kontaktlar qutisida chulg'amlar uchlari ko'rinishi (v) ko'rsatilgan.



10. 13- rasm. Asinxron dvigatel chulg'amlarining yulduz sxemada ulanishi (a), chulg'am uchlari ulanishdagi shartli belgilani (b) va chulg'am uchlari dvigatel kontaktlar qutisidagi ko'rinishi (v).

Xuddi shunday, uchburchak ulanishning sxemasi, shartli belgisi va dvigatel kontaktlar qutisida chulg'am uchlari ko'rinishi 15-rasmda ko'rsatilgan.



10.14- rasm. Asinxron dvigatel chulg'amlarining uchburchak sxemada ulanishi (a), chulg'am uchlari ulanishdagi shartli belgilani (b) va chulg'am uchlari dvigatel kontaktlar qutisidagi ko'rinishi (v).



a



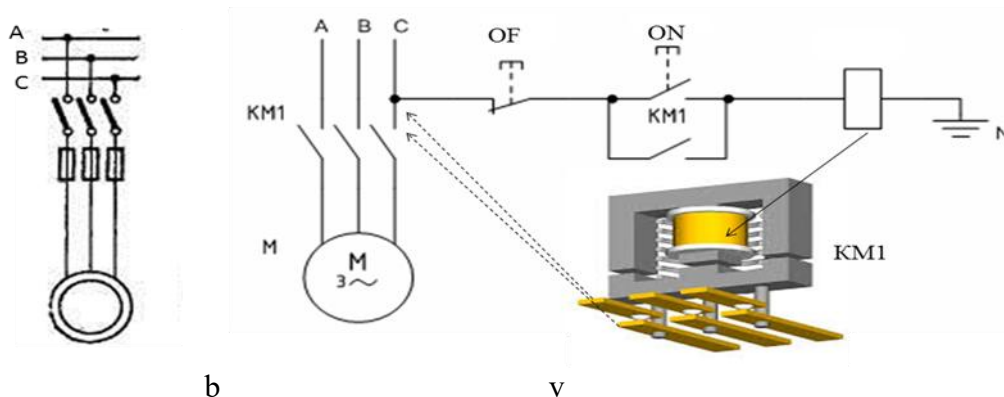
b

10.15 –rasm. CHulg'amlari yulduz (a) va uchburchak (b) sxemada ulangan asinxron dvigatel kontaktlar qutisi

Dvigatel statori uch fazali chulg'amlarining uchlari (har bir chulg'amning ikkitadan uchlari, jami 6 ta) dvigatelning kontaktlar qutisiga chiqarilgan bo'ladi 16-rasm.

Endi dvigatelni uch fazali tok tarmog'iga ulab yurgizish va dvigatelni boshqarish sxemalari bilan tanishamiz. Asinxron dvigatelni yurgizishning eng sodda sxemasi dvigatelni to'g'ridan-to'g'ri uch fazali tarmoqqa kalitlar orqali ulashdir 17-a rasm. Bunda dvigatelning quvvatiga qarab unga mos uch fazali oddiy ulab-ajratkichlar ishlatiladi.

Fazalarga qisqa tutashuvdan himoyalash uchun eruvchan yoki elektromagnitli saqlagichlar ulanishi ham mumkin. Aksariyat hollarda uch fazali elektromagnitik releli avtomat kalitlar ishlatiladi.



a

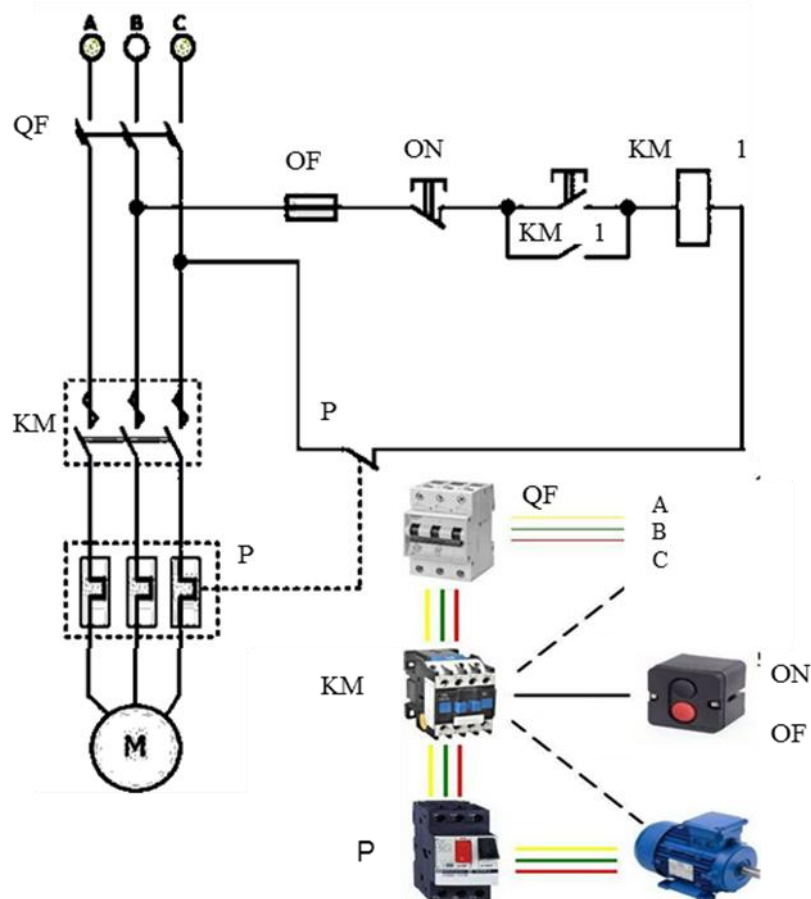
b

v

10.16- rasm. Asinxron dvigatelni bevosita va elektromagnitik kontaktor orqali yurgizish sxemalari. M-elekt dvigateli; KM1 elektromagnitik kontaktor; OF, ON mos holda o'chirish va yoqish tugmalari.

Katta quvvatli dvigatellarni yurgizish uchun esa elektromagnitik kontaktorlar ishlatiladi. Dvigatel elektr tarmog'iga elektromagnitik kontaktor yordamida ulanadi 17- b rasm.

Bunda kontaktorning elektromagniti (17- v rasm) kam quvvatli bo'lib, bir fazali tokda 220 V kuchlanishda ishlaydi va kam quvvatli oddiy kalitlar (tugmalar) orqali boshqariladi. Odatda yoqish tugmasi (ON) ko'k rangda, o'chirish tumasi (OF) qizil rangda bo'ladi. Dvigatelni yurgizish quyidagi tartibda bo'ladi. ON tugmasi bosilganda KM1 elektromagnitning qo'zg'atish chulg'ami 220 V o'zgaruvchan kuchlanishga ulanadi (17- v rasmda kontaktorning qo'zg'atish chulg'ami strelka bilan ko'rsatilgan) va elektromagnit ishga tushib, kontaktorda elektromagnitik kuch paydo bo'ladi. Bu kuch kontaktorning elastiklik kuchiga qarshi ish bajarib, normal ochiq kontaktlarni ulaydi. Uch fazali kontaktlarga bir tomondan dvigatelning uchta chulg'ami, ikkinchi tomondan A, V, S faza simlari ulangan bo'ladi. OF tugmasi bosilganda esa, KM1 kontaktor chulg'ami tokdan uzilib, elastiklik kuchi ta'sirida kontaktlar joyiga qaytadi.



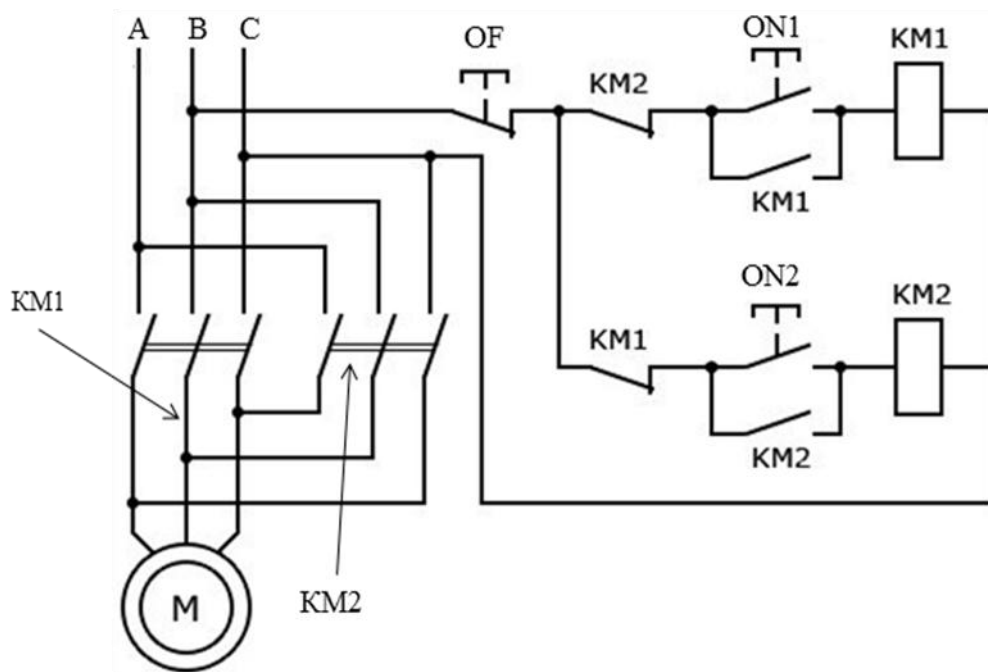
10.17 –rasm. Asinxron dvigatelni ishga tushirish.

QF — avtomat-ulagich; KM — kontaktor (elektromagnit ulagich); P — qizishdan himoya releli; M — asinxron dvigatel; OF- o'chirish tugmasi; ON- yoqish tugmaci.

Kontaktor 380V kuchlanishda ham ishlashi mumkin, bunda boshqarish zanjiriga 380 V kuchlanish beriladi. Buning uchun zanjir uch fazali tokning fazalaridan ta'minlanadi. Aksariyat hollarda dvigatelning faza chulg'amlari qizishdan himoyalovchi issiqlik relelari bilan ham jihozlangan bo'ladi. Qizishdan himoyalash relelariga ega 380V kuchlanishda ishlovchi boshqarish zanjiriga ega dvigatelning yurgizish sxemasi, sxemadagi qurilmalarning umumiy ko'rinishi bilan birgalikda 6.18- rasmda keltirilgan. Dvigatel tok tarmog'i QF uch fazali kalit orqali ulanadi. Bu kalit dvigatel va uning boshqarish tizimlarini tokdan butunlay ajratib qo'yish uchun kerak. Odatda ish vaqti tugaganda, ta'mirlash va sozlash ishlarini bajarishda va boshqa zurrur hollarda sistema QF kalit orqali tokdan uzib qo'yiladi. Dvigatelning uch fazali kalitini (KM) elektromagnitik releli kontaktor boshqaradi. Kontaktor uch fazali tokning V va S fazalariga ulangan va 380 V kuchlanishda ishlaydi.

ON ishga tushirish tugmasi bosilganda KM kontaktorning elektro- magniti ishga tushib normal ochiq kontaktlar ulanadi. Qizishdan himoyalash uchun dvigatelning faza simlariga R issiqlik relelari ulangan bo'ladi. Dvigatelni o'chirish uchun OF tugmasi bosiladi (odatda bu tugma qizil rangda bo'ladi), bunda KM kontaktorning chulg'ami tokdan uziladi.

Asinxron dvigatellardan amalda foydalanganimizda uning valini (rotorni) teskari tomonga aylantirishga ehtiyoj tug'iladi. Masalan elektr dvigatelli kranlarda yukni ko'tarish va tushirish, oldinga va orqaga harakatlanish, liftlar va hokazo. Dvigatelda rotorni teskarga aylantirish dvigatelni reverslash deb ataladi. Uch fazali asinxron dvigatelni reverslash uchun uchta fazadan ikkitasini o'rni almashtirib ulanadi. Buning uchun tegishli tarzda fazalarni almashtiruvchi qo'shimcha kontaktordan foydalaniladi. Ikkita kontaktorli, reverslash imkoniyatiga ega asinxron dvigatelning yurgizish sxemasi 6.19- rasmda keltirilgan.



10.18- rasm. Asinxron dvigatelni reverslash sxemasi.

Boshqarish zanjiri VS fazaga ulangan bo'lib 380 V kuchlanish ostida ishlaydi. KM1 va KM2 kontaktorlarning chulg'amlari o'zaro parallel ulangan, V va S fazalarga boruvchi kontaktlari esa almashinib ulangan. Natijada KM1 kontaktor dvigatelni bir tomonga aylantirsa, KM2 kontaktor teskari tomonga aylantiradi.

Dvigatelъ pasporti. Asinxron dvigatelning pasport ma'lumotlari metal yorliqqa tushirilib (shil'dik) dvigatelъ korpusiga qotirilgan bo'ladi.



10.19-rasm. AIR 250 S6 U2 asinxron dvigateli va uning maxsulot yorlig'i.

Bu yorliqda dvigatelni ishlatish bilan bog'liq bo'lgan barcha ma'lumotlar keltirilgan bo'ladi. 6.20 – rasmda eng keng tarqalgan AIR 250 S6 U rusumli asinxron dvigatelning umumiy ko'rinishi va uning yorlig'i ko'rsatilgan. Yorliq asosida quyidagi pasport ma'lumotlarga ega bo'lamiz:

dvigatelъ turi AIR 250 S6 U2 ;;

tarmoqdan iste'mol qiluvchi aktiv quvvati 45 kVt;

rotorning aylanish tezligi 980 ayl/min;

tok turi, o'zgaruvchan 3 fazali, chulg'amlar ulanishi Δ/U;

chulg'amlar kuchlanishlari 380/660 V;

chulg'amlarning toklari 90,1/52,0 A;

tarmoq chastotasi 50 Gts;

IPP55-dvigatelning ishlab chiqarilish buyurmasi va GOST ga aloqador ma'lumotlar;

F – dvigatelni izolyatsiya bo'yicha ko'rsatkichi;

GOST 183-74 dvigatelni ishlab chiqarish bo'yicha GOST me'riy xujjatlari;

S1-dvigatelni ish rejimi bo'yicha turi;

dvigatelning f.i.k. 92%;

dvigatelning quvvat koeffitsienti Cosφ =0,85;

dvigatelning massasi 465 kg;

dvigatelni seriyali ishlab chiqarishga qo'yish bo'yicha davlat standartidan o'tkazilgan Texnik SHartlar (TU) TU31.1-37502259-001:2011;

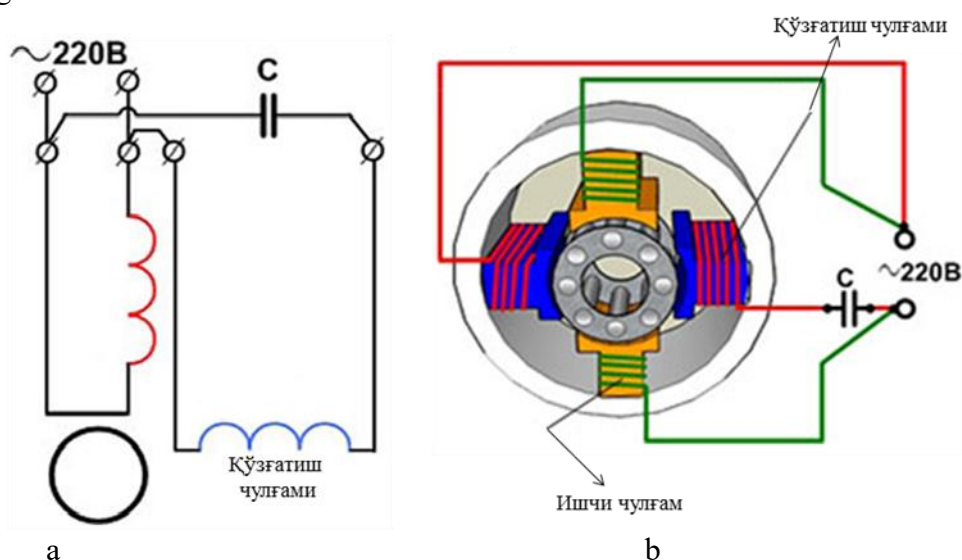
dvigatelni ishlab chiqarilish zavod raqami №1142050287.

Bir fazali dvigatel

Amalda, ayniqsa kam quvvatli sistemalarda va maishiy sharoitda ishlatiluvchi elektr qurilmalarida asosan bir fazali dvigatellar ishlatiladi. Bir fazali dvigatel, xuddi shunday quvvatli uch fazali dvigatelga nisbatan $\delta = M_{it}/M_{nom}$ - ishga tushirish momenti koeffitsienti- ning kichikligi, $\delta = 1-1,5$ va aksincha, ishga tushish toki koeffitsientining $K_I = I_{it}/I_{nom}$ kattaligi $K_I = 5-9$, bilan farq qiladi. Magnit maydoni aylanuvchi bo'lishi uchun, statorida kamida ikkita chulg'am bo'lishi kerak, shuning uchun bir fazali dvigatellarni ishga tushirib yuborishda qo'zg'atish chulg'ami ishlatiladi.

Dvigatelga qo'shimcha qo'zg'atish chulg'ami kiritish bilan, ishga tushirish momenti koeffitsienti oshirish $\delta = 1,7-2,4$ va ishga tushish toki koeffitsientini kamaytirish mumkin $K_I = 3-5$.

Bir fazali o'zgaruvchan tok dvigatellari tuzilishiga ko'ra uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelga o'xshash bo'ladi. Faqat bir fazali dvigatelning stator chulg'ami uch fazali emas, balki bir fazali ishchi chulg'am va qo'shimcha qo'zg'atish chulg'amlaridan iborat bo'ladi. Qo'zg'atish chulg'amidagi kuchlanishning fazasi ishchi chulg'amdagiga nisbatan 90° burchakka siljigan bo'ladi.



10.20-rasm. Bir fazali dvigatel chulg'amlari sxemasi (a) va chulg'amlarning statoridagi joylashuvi (b).

Fazani siljitish uchun odatda kondensatordan foydalaniladi. Bunda faza siljituvchi kondensator qo'zg'atish chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi. Qo'zg'atish chulg'ami tarmoqqa faqat dvigatelni ishga tushirish paytida qisqa muddatda (bir necha sekund, odatda 3 s gacha) ulanib turadi. Dvigatel ishga tushgach qo'zg'atish chulg'ami tokdan ajraydi.

Tayanch iboralar: aylanuvchi magnit maydon, magnit maydon tezligi, sirpanish, stator, rotor, stator chulg'ami, rotor chulg'ami, qisqa tutashgan rotor, mexanik xarakteristika, nominal sirpanish, nominal tezlik, kritik sirpanish, kritik moment, ishga tushirish momenti, nominal tezlik.

Sinov savollari:

1. Sirpanish paydo bo'lish sababi.
2. Magnit maydonning aylanishi sababi.
3. Kritik sirpanish nima?
4. Kritik va maksimal momentlarning farqi nimada?
5. Mexanik xarakteristikani qurishdan maqsad nima?
6. Dvigatelni reverslash nima?

11-MA'RUZA. O'zgarmas tok mashinalari

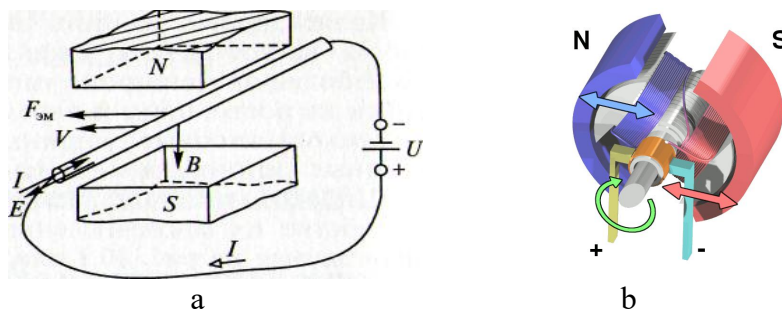
Reja

1. Elektr mashinalarida qaytuvchanlik.
2. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi va ishlashi.
3. Kommutatsiya va yakor reaksiyasi
4. O'zgarmas tok mashinalarining ish rejimlari va qo'llanilishi.

1. Elektr mashinalarida qaytuvchanlik

Agar Faradeyning elektromagnitik induksiya qonuniga e'tibor bersak elektr energiyasini mexanik energiyaga, yoki aksincha, mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirishning mexanizmlari bir xil. Ya'ni elektr mashinasi ham generator, xam dvigatel rejimlarida ishlashi mumkin. Bu elektr mashinalarining (ayniqsa o'zgarmas tok mashinalarining) qaytuvchanlik xususiyatlari deb yuritiladi.

Magnit qutblari orasidagi o'tkazgichni (1- a rasm) V yo'nalishda hrakatlantirilsa, bu o'tkazgichda rasmda ko'rsatilgan yo'nalishdagi tok hosil bo'ladi (qurilma generator sifatida ishlaydi). Agar, aksincha shu o'tkazgichdan rasmda ko'rsatilgan yo'nalishdagi tok o'tkazilsa, o'tkazgichga F_{em} yo'nalishda Amper kuchi ta'sir qiladi va o'tkazgich V yo'nalishda harakatga keladi (qurilma dvigatel sifatida ishlaydi). O'zgarmas tok mashinasi aynan shu printsip asosida ishlaydi. Uning dvigatel rejimida manbaning elektr energiyasi hisobiga mexanik harakat (energiya) hosil qilinadi. Aksincha, agar o'tkazgich tashqi mexanik kuch (energiya) ta'sirida harakatlantirilsa unda elektr toki (elektr energiyasi) hosil bo'ladi, bunda mashina generator rejimida ishlagan bo'ladi. Elektr mashinalari qaytuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgani bilan amalda generator va dvigatellar konstruksiyalari jihatidan bir- biridan biroz farq qiladi. Bitta mashinadan ham generator, hham dvigatel sifatida foydalanish kam samara beradi.



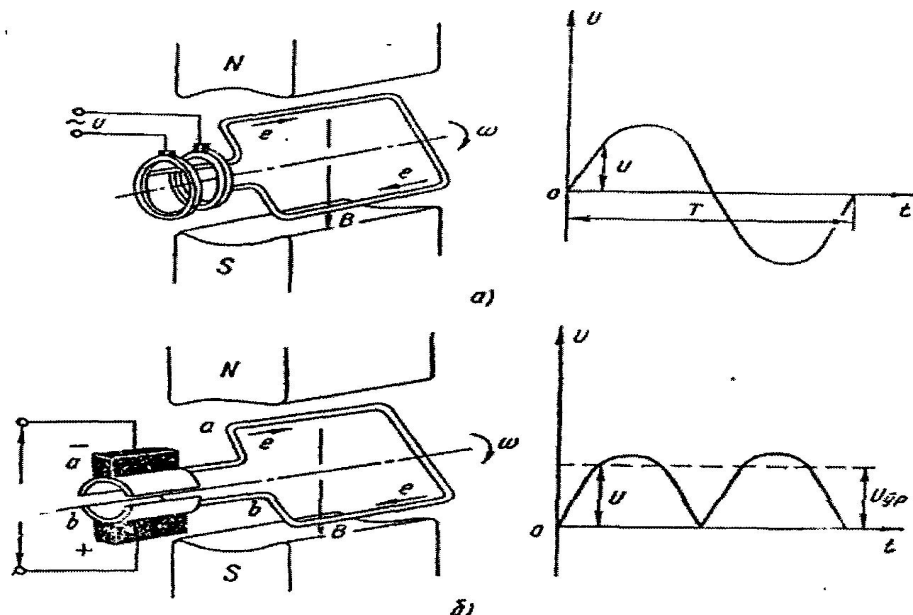
11.1 –rasm. Elektr mashinasining qaytuvchanlik xususiyatiga doir.
a-mashina modeli, b-mashinaning tuzilishi.

Lekin shunga qaramay, ba'zan qurilmalarning umumiy massasini kamaytirish maqsadida bitta qurilmadan ham generator, ham dvigatel sifatida foydalanilgan holatlar ham uchraydi.

2. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi

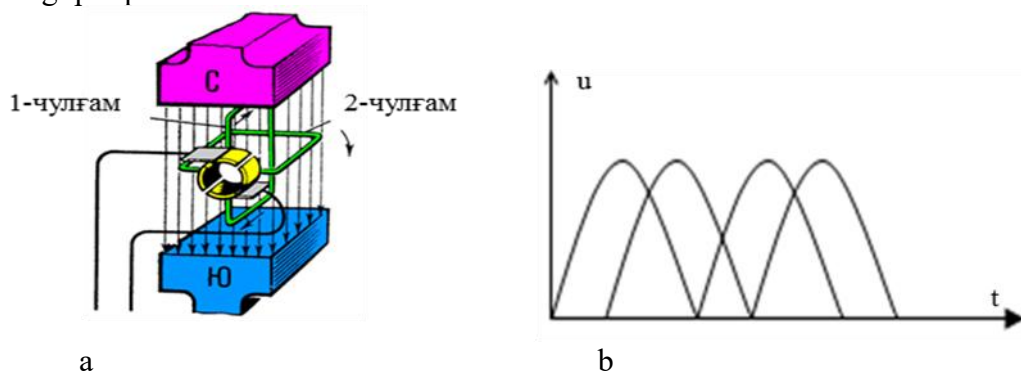
Yuqorida qayd etilganidek, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok mashinalari, ularning generator va dvigatel rejimlari yagona fizikaviy hodisaga asoslanadi va elektromagnitik induksiya qonuni bilan tushuntiriladi. Mashinaning o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokda ishlashi, o'zgaruvchan yoki o'zgarmas tok ishlab chiqarishi mashinada elektr zanjirni qanday hosil qilish bilan aniqlanadi. 2-rasmda o'zgarmas va o'zgaruvchan tok generatorlarining farqi ko'rsatilgan.

Agar magnit qutblari orasida joylashgan mis ramkaning uchlarini xalqalar va bu xalqalarga tegib turuvchi kontaktlar (cho'tkalar) orqali tashqi zanjirga ulasak va ramkani aylantirsak, tashqi zanjirda davriy o'zgaruvchan elektr tokini olamiz (2- a rasm). Tokning chastotasi ramkaning aylanish tezligi bilan aniqlansa, hosil qilingan e.yu.k. ning kattaligi esa tezlikdan tashqari magnit maydonning induksiyasi V va ramkaning (g'altakning) paramerlariga ham bog'liq.



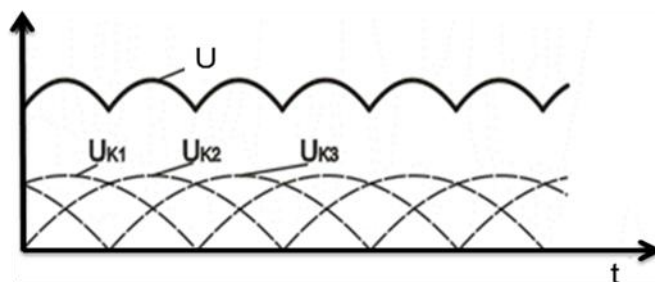
11.2-rasm. Mashinaning elektr zanjiri. a-o'zgaruvchan tok mashinasi, b-o'zgarmas tok mashinasi.

Endi 2 ta xalqa o'rniga bitta tsilindr olib, uni uzunligi bo'yicha ikkiga ajratib, hosil bo'lgan yarim yoyli tsilindrlarni ramkaning uchlariga ulaymiz (2 - b rasm). Natijada ramka aylanganda yarim yoyli tsilindrlar a va b cho'tkalarga galma-galdan tegib aylanadi. Ya'ni cho'tkalarni tsilindr bo'laklari faqat bir tomonga kesib o'tadi. Natijada a va b cho'tkalarda manfiy va musbat qutblar ajraladi. Ramkaning aylanishidan o'zgarmas (pulsatsiyalanuvchi, bir davrda ikkita impuls) elektr toki hosil bo'ladi. Agar ramkani ikkita qilib, har bir ramkaning uchini alohida yarim tsilindrlarga ulasak, ramkaning bir to'liq aylanish davrida 4 ta impuls hosil bo'ladi 3-a rasm. Demak, yarim xalqalar soni ko'paygani sari tokning bir davr ichidagi impulsarlari soni ortib boradi.



11.3 –rasm. Ikkita ramkali mashina va tashqi zanjirdagi kuchlanish.

Kollektor. Elektr mashinalarida texnologik jihatdan murakkab masalalardan biri, mashinaning aylanuvchi qismi yakor bilan uning qo'g'almas qismi induktorni elektr jihatdan ulashdir. Mashinada bu vazifa kollektor-cho'tka tizimi amalga oshiradi. Kollektor, 4-rasm yakorning o'qiga maxkamlangan holda aylanadi, cho'tka kollektor plastinkalariga tegib turadi. Kollektor zanjiridagi tok cho'tka yordamida tashqi zanjrga ulanadi (elektr dvigatelda aksincha, taqi manba toki cho'tka orqali kollektor zanjiriga beriladi).



11.4-rasm.

O'zgarmas tok mashinasinin yakor-kollektor qismi va kollektordagi pulsatsiyali kuchlanish.

O'zgarmas tok generatorida kollektor mexanik to'g'rilagich vazifasini bajaradi, shuning uchun ham o'zgarmas tok mashinalari ba'zan kollektorli mashinalar deb ham ataladi.



11.5-rasm. Kollektor va cho'tkaning mashinada joylashgan holati.

Kollektor plastinkalari rangli metallardan, odatda misdan ishlanadi. Yakor chulg'amining uchlari kollektor plastinkalariga tutashadi. Bunda chulg'am uchlari tutashgan plastinkalar kolektorda o'zaro 180° ostida joylashgan bo'lib "musbat" va "manfiy" qutblarni hosil qiladi.

Cho'tka. Kollektor plastinkalariga tegib turuvchi cho'tkalar yumshoqroq materialdan, asosan grafitdan tayyorlanadi.

Izoh: aslida o'zbek lug'atida cho'tka (ruscha "Щётка" so'zining buzilgan formasi) so'zi bo'lmasa ham, keng iste'molga kirib ketganligi uchun shu so'z ishlatildi.



b

11.6 -rasm. O'zgarmas tok generatori cho'tkalarining turlari (a) va cho'tkaning tutqichi (b).

Bu grafit kontaktlar maxsus asoslarga o'rnatilgan bo'ladi va elastik prujinalar yordamida kollektor plastinkasiga uncha katta bo'lmagan kuch bilan bosilib turadi. Amalda mashina turiga qarab cho'tka va cho'tkani tutib turuvchi tutqichlari konstruksiyalar turlicha bo'lishi mumkin 6-rasm.

Mashinaning ishlashi davomida cho'tka tez yeyilib ketadi va almashtirib turiladi. SHuning uchun konstruksiyalarda bu hisobga olinib, cho'tkani almashtirish osonroq qilib ishlanadi 7-rasm.



11.7- rasm. O'zgarmas tok mashinasi kollektor-cho'tka qismi va cho'tka.

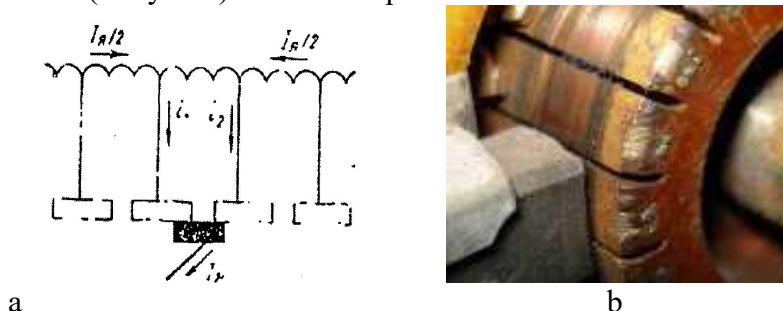
Rasmdan ko'rinib turibdiki, uzoq vaqt ishlash davomida grafit cho'tka kollektor plastinkasiga ishqalanib uni qoraytirib qo'ygan. Lekin bunda kollektor plastinkasi yemirilmasligi kerak.

3. Kommutatsiya va yakor reaksiyasi

Elektr mashinalarida kollektor plastinkalari bilan cho'tkaning ulanishi (elektr kontakti) kommutatsiya deb ataladi. Agar mashinada cho'tka har doim kollektor plastinkalaridan kamida bittasiga tegib tursa mashinaning elektr zanjirida (cho'tka-kollektor oralig'ida) uzilish bo'lmaydi va mashina

me'yorda ishlaydi, 8-rasm. Buning uchun cho'tkaning kengligi plastinkalar oralig'idan katta bo'lishi kerak, shunda zanjir doim yopiq bo'ladi.

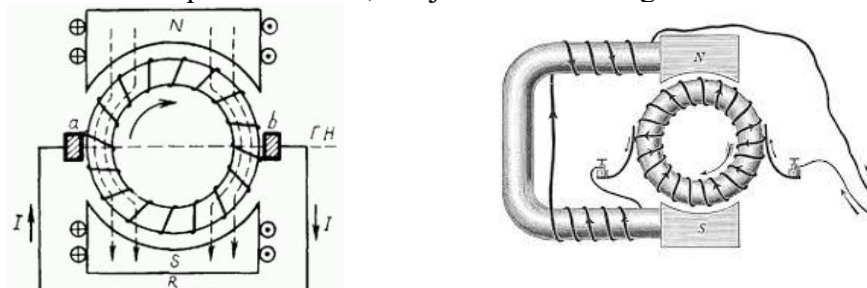
Mashinaning ishlashi jarayonida cho'tkaning yeyilib ketishi yoki kollektor plastinkalarining nosozligi (sinishi, yemirilib ketishi va boshqalar) kollektor cho'tka oralig'ida ma'lum vaqtda uzilish sodir bo'lishiga olib keladi. Bu uzilish natijasida kolektor-cho'tka oralig'ida yupqa havo qatlami orqali elektr toki o'tishi uchqunlanishni (razryadni) keltirib chiqaradi.



11.8- rasm. Mashinada cho'tka va kollektor kommutatsiyasi.

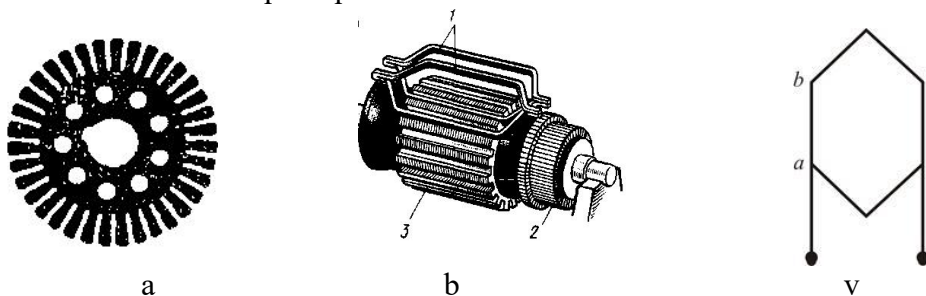
Uchqunlanish yana tokning me'yordan oshib ketishi, kollektor plastinkasi yoki cho'tkaning yaxshi o'rnatilmaganligi (cho'tkaning kollektor plastinkasiga notekis ishqalanishi) va boshqa, kollektor plastinkasi va cho'tkaning konstruksiyasiga bog'liq bo'lmagan sabablar tufayli ham yuz berishi mumkin. Kommutatsiya buzilishi natijasida uchqunlanishning yuzaga kelishi mashina detallarining qizishiga va ularning tez ishdan chiqishiga olib keladi.

Yakorъ chulg'ami va yakor reaksiyasi. O'zgarmas tok mashinasining asosiy qismlaridan biri yakorъ chulg'amidir. Amalda xalqasimon va barabansimon yakorlar qo'llaniladi. Xalqasimon yakorlarda (9-rasm) yakor chulg'amidan foydalanishning samaradorligi kam, ya'ni chulg'amning kichik bir qismi magnit maydonini kesib o'tib, tok hosil qilishda qatnashadi. Bundan tashqari, xalqasimon yakorъ chulg'amlari asosan qo'lda o'raladi, natijada mashinaning narxi oshib ketadi.



11.9- rasm. Xalqasimon yakorli mashinalar.

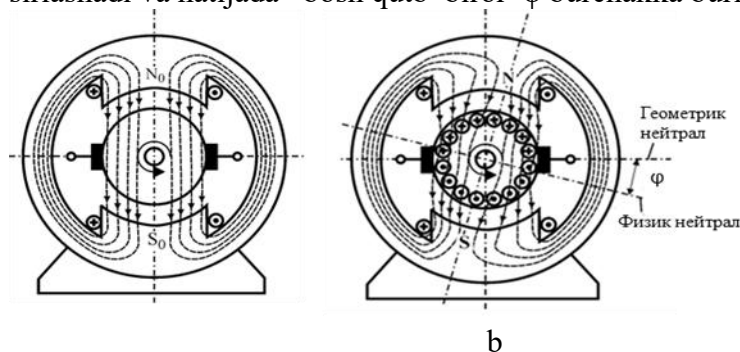
Barabansimon yakorъ tsilindr ko'rinishida bo'lib (bu tsilindrik o'zak ham, barcha elektr mashinalari o'zagi singari yupqa listlardan yig'ilgan bo'ladi), elektrotexnik po'latdan ishlanadi. TSilindrning tashqi sirtida chulg'amlar uchun maxsus o'yilgan ariqchalar-pazlar mavjud. Bu pazlar orqali yakor chulg'ami simlari o'tadi. CHulg'amlar bitta yoki bir nechta o'ramdan iborat bo'lishi mumkin, ular sektsiya deb ataladi. CHulg'amning pazda joylashgan qismi sektsiyaning aktiv qismi deyiladi, elektr toki hosil bo'lishida shu aktiv qism qatnashadi.



11.10- rasm. Barabansimon yakorъ va uning tuzilishi. a-yakorъ o'zagi plastnkasi, b-yakorъ va undagi chulg'amlarning umumiy ko'rinishi: 1-chulg'amlar, 2-kollektor, 3-yakorъ o'zagi, v-yakorъ chulg'ami sektsiyasi.

Sektsiyaning uchlari qarama-qarshi joylashgan kollektor plastinkalariga ulangan bo'lib, cho'tkalar orqali tashqi zanjirga ulanadi.

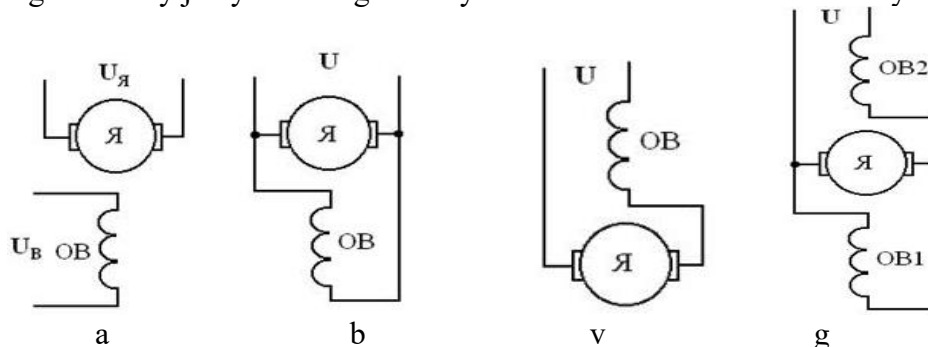
Mashinaning ishlashi jarayonida yakor chulg'ami hosil qilgan magnit maydon mashinaning qo'g'atuvchi magnit maydoni bilan ta'sirlashadi. Mashinaning salt ishlashida yakor maydoni deyarli nolga teng va magnit maydon kuch chiziqlari mashinaning bosh qutblari o'qiga (N_0S_0 chiziq) nisbatan simmetrik 11-a rasm. Mashina yuklama bilan ishlaganda esa yakor zanjirida tok paydo bo'lib, uning magnit maydoni asosiy maydon bilan ta'sirlashadi va natijada bosh qutb biror ϕ burchakka buriladi 11- b rasm



11.11- rasm. O'zgarmas tok mashinasining salt (a) va yuklamali rejimlarida magnit maydonning o'zgarishi (yakor reaksiyasi).

Bu siljishni kompensatsiyalash uchun amalda mashinaning asosiy qutblariga qo'shimcha chulg'amlar o'raladi va chulg'am yakor zanjiriga ketma-ket ulanadi. Bunday qo'shimchp chulg'amlar mashina konstruksiyasini murakkablashtirib, uning narxini oshirib yuboradi. SHuninguchun ular faqat maxsus mashinalarda va katta quvvatli mashinalardagina qo'llaniladi.

O'zgarmas tok mashinasini qo'zg'atish usullari. O'zgarmas tok mashinalarida asosiy magnit maydonni hosil qiluvchi chulg'amlar, yakor zanjiri bilan turlicha ulangan bo'lishi mumkin. SHu ulanish turlari o'zgarmas tok mashinasida qo'zg'atish usullari deb yuritiladi. Agar asosiy magnit maydon chulg'ami va yakor chulg'ami o'zaro bog'lanmagan mustaqil zanjirlardan iborat bo'lsa, bunday mashina mustaqil qo'zg'atishli deb yuritiladi 12-a rasm. Agar, asosiy magnit oqim hosil qiluvchi zanjir bilan yakor chulg'ami paralel ulangan bo'lsa, paralel qo'zg'atishli mashina (12-b rasm), ketma-ket ulangan bo'lsa ketma-ket qo'zg'atishli mashina (12-v rasm) deb yuritiladi. Mashinaning qo'zg'atish chulg'ami ikkita bo'lib, yakor chulg'ami bilan biri paralel, ikkinchisi ketma-ket ulangan bo'lishi mumkin (12-g rasm). Bunday mashinalar aralash qo'zg'atishli mashina deb ataladi. Qo'zg'atish usullari, mashinaning ishlatilishidagi fizikaviy jarayonlarning xususiyatlaridan va mashina konstruksiyasidan kelib chiqib aniqlanadi.



11.12- rasm. O'zgarmas tok mashinasida qo'zg'atish usullari. a-mustaqil qo'zg'atish; b- paralel qo'zg'atish; v- ketma-ket qo'zg'atish; g-aralash qo'zg'atish.

Masalan mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorlari asosan katta quvvatli mashinalarda qo'llaniladi. SHuningdek, qo'zg'atish chulg'amidagi kuchlanish va generator chiqishidagi kuchlanishlar turlicha bo'lgan hollarda va tezligi boshqariluvchi dvigatellarda ham mustaqil qo'g'zatish chulg'amlari qo'llaniladi.

4. O'zgarmas tok mashinasining ish rejimlari va qo'llanilishi

O'zgarmas tok mashinasi generator yoki dvigatel rejimida ishlashi mumkin. Bunda mashinaning ish rejimiga mos holda energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanish jarayoni ham teskarisiga o'zgaradi.

Izoh: O'zgarmas tok mashinasining generator va dvigatel rejim deganda bitta mashinaning ikki xil rejimda ishlashi nazarda tutilmaydi. Odatda bitta mashinani ham generator, ham dvigatel rejimida ishlatish samarasiz hisoblanadi. Amalda generator va dvigatellarning konstruksiyalari o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi. Ham generator, ham dvigatel rejimida ishlatiluvchi mashinalar esa alohida

hollarda (masalan ayrim transport vositalarida, harbiy va kosmik texnikalarda va bir qator boshqa hollarda) ishlab chiqariladi va alohida konstruksiyaga ega bo'ladi.

Mashinaning generator rejimini ko'rib chiqamiz. Generator qutblari-dagi U kuchlanish

$$U = E - r_{\text{я}} I_{\text{я}}, \quad (11.1)$$

bu yerda $r_{\text{я}}$ – yakor zanjiri qarshiligi, Ye-generatorda hosil bo'lgan e.yu.k., $I_{\text{я}}$ –yakor zanjiridagi tok kuchi. Generator yakori tekis aylangan paytda aylantiruvchi mexanik moment (generatorni aylantirayotgan mexanik kuchning momenti) elektromagnitik momentga (rotorni aylanishiga qarshilik ko'rsatayotgan elektromagnitik kuchning momenti) teng bo'ladi. Demak generator rejimida mashina hosil qilgan e.yu.k.

$$E = U + r_{\text{я}} I_{\text{я}} \quad (11.2)$$

Ifodani har ikki tomonini $I_{\text{я}}$ (yakor chulg'amidagi tok kuchiga) ko'paytirib, generatordagi quvvatlar uchun quyidagiga tenglamaga ega bo'lamiz

$$I_{\text{я}} E = I_{\text{я}} U + r_{\text{я}} I_{\text{я}}^2 \quad (11.3)$$

Generatorni qarakatga keltirayotgan mexanik kuch aynan shu quvvatga qarshi ish bajaradi.

Mashinaning dvigatel rejimida esa tashqi manbadan yakor chulg'amiga kuchlanish beriladi. Bu kuchlanish yakor chulg'amida tok hosil qilib, yakorni aylanishiga sabab bo'luvchi elektromagnitik momentni paydo qiladi. Yakor magnit maydonida harakatlanganda unda teskari yo'nalishdagi e.yu.k. Ye hosil bo'ladi. SHuning uchun, mashinaning dvigatel rejimida yakor zanjiri elektr tenglamasi

$$E = U + r_{\text{я}} I_{\text{я}}, \quad (11.4)$$

ya'ni yakorga zanjiriga tashqaridan berilgan U kuchlanish, yakor zanjiri- dagi kuchlanish tushuvi va teskari e.yu.k. yig'indisiga teng. Tenglikni yakor chulg'amidagi tok kuchiga ko'paytirib, dvigatel rejim uchun quyidagi quvvatlar tenglamasiga ega bo'lamiz

$$UI_{\text{я}} = EI_{\text{я}} + r_{\text{я}} I_{\text{я}}^2 \quad (11.5)$$

O'zgarmas tok mashinalarining qo'llanilishi. O'zgarmas tok generatorlari ko'proq kimyo sanoatida elektroliz jarayonlarida, metallurgiyada va transportda ishlatiladi. O'zgarmas tok dvigatellari esa elektr transportida (temir yo'l, tramvay, trolleybul, metro, elektr yuk ko'targichlari va hokazo) aylanish tezligi boshqarilishi talab etiluvchi mexanizmlarda, kam quvvatli sistemalarda ko'proq ishlatiladi.

Ichki yonuv dvigatellari asosidagi transport vositalarining mexanik yuritmalari ham o'zgarmas tok dvigatellari ishlatiladi. Masalan yengil avtomobilning o'zida bir necha turdagi o'zgarmas tok dvigatellarini ko'rishimiz mumkin. Bular motorni o't oldiruvchi dvigatel (startyor), oyna tozalagichning dvigateli (13-rasm), ventilyatorning dvigateli va boshqalar.



11.13- rasm. Avtomobilda o'zgarmas tok dvigatelining ishlatilishi.

Bu dvigatellar 12V kuchlanishli o'zgarmas tokda ishlashini yaxshi bilamiz. SHuningdek avtomobil sanoati rivojlangani sari ko'plab mexanizmlarni (masalan eshik oynalarini boshqarish, ko'zgular va o'rindiqlar holatini boshqarish va boshqalarni) elektr yuritmalari boshqaruvga o'tishida o'zgarmas tok dvigatellarining roli katta. Ayrim sohalarida ishlatiluvchi o'zgarmas tok dvigatellari va generatorlarining asosiy ko'rsatkichlari 11.1- jadvalda keltirilgan

Mashina ish rejimi	Ishlatilish sohasi	Quvvati R, kVt	Tok I, A	Kuchlanishi U, V	Izoh
Dvigatelъ	Tramvay	50÷40	100÷75	550	Imeyut preimushchestva pered dvigatelyami peremennogo toka: 1) shirokoe regulirovanie chastoty vrasheniya; 2) razvivayut bol'shoy puskovoy moment
	Elektrovoz	900÷600	600÷400	1500	
	Stanoklar	11500	11500	1000	
	Kemalar	18000	18000	1000	
Generator	Elektroliz	120÷60	10000	12÷6	СНаче ispol'zuyutsya generatorы peremennogo toka s vypryamitelyami
	Dastlabki teplovozlar	2700	3600	750	

Elektr mashinalaridagi quvvat isroflari. Elektr energiyasini har qanday boshqa turdagi energiyaga aylantirishda va aksincha har qanday turdagi energiyadan elektr energiyasi hosil qilishda birlamchi enegiryaning biror qismi isrof bo'ladi. Isrofsiz energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish mumkin emas. Odatda energiya almashinuvi jarayonlaridagi isrofni quvvat birliklarida keltiriladi. Buning uchun isrof bo'lgan energiyaning vaqtga nisbati olinadi

$$R_{\text{isr}} = Y e_{\text{isr}} / t ,$$

Mashinaning chiqishidagi foydali quvvat R_{chiq} esa mashina kirishiga berilgan R_{kir} quvvatdan R_{isr} miqdorga farq qiladi

$$R_{\text{chiq}} = R_{\text{kir}} - R_{\text{isr}}$$

Energiya almashinishi jarayonida yuzaga kelgan isroflar mashinaning foydali ish koeffitsientini (f.i.k.) aniqlaydi. Umumiy holda, mashinaning f.i.k.

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

Mashinaning kirishidagi va chiqishidagi quvvatlari farqi absolyut isrofni, bu farqning kirish quvvatiga nisbati nisbiy isrofni beradi

$$\eta = \frac{P_{\text{in}} - P_{\text{loss}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

Elektr mashinalarida isroflarni, ularni yuzaga kelish tabiatiga qatab elektr isroflari, o'zakdagi magnit isroflari, harakatlanuvchi qismlardagi mexnaik isroflar va o'zgaruvchan isroflar kabi turlarga ajratish mumkin.

Elektr isroflari. Energiyaning elektr toki ko'rinishidagi isroflari mashina chulg'amlarining (rotor va stator chulg'amlari), hamda elektr kontaktlarning aktiv qarshiliklari hisobiga sodir bo'ladi. Ma'lumki, chulg'amlar asosan mis simlardan o'raladi, demak mashinadagi tok isroflari mis simning aktiv qarshiligi hisobiga yuzaga keladi (shuning uchun, ingliz va amerika adabiyotlarida bu isrofni misdagi isroflar deb yuritiladi va uni P_{SCL} - stator copper losses-stator misidagi isrof deb belgilanadi). Umumiy holda stator va rotor chulg'amlaridagi isroflar

$$R_{\text{isr}} = I^2 R.$$

bu yerda I – chulg'amdagi tok kuchi, R - chulg'amning aktiv qarshiligi. Elektr isrofda elektr toki issiqlik energiyasiga aylanib sochilib ketadi.

O'zakdagi isroflar. Elektr energiyasi o'zakda magnit maydon hosil qiladi. Mashinaning o'zaklarida hosil qilingan magnit maydonning hammasi ham elektromagnitik jarayonlarda qatnashmaydi. Magnit maydoni o'zak bo'ylab tarqalganda uning bir qismi sochilib ketadi. Odatda bu sochilishni kamaytirish uchun mashinalarda o'zaklar turli konstruksion ko'rinishlarda yasaladi. Uyurmali toklar hisobiga sodir bo'luvchi isroflar ham o'zakdagi magnitik isroflarga kiradi. Magnit maydon isroflari mashinadagi isrofning asosiy qismini tashkil qiladi.

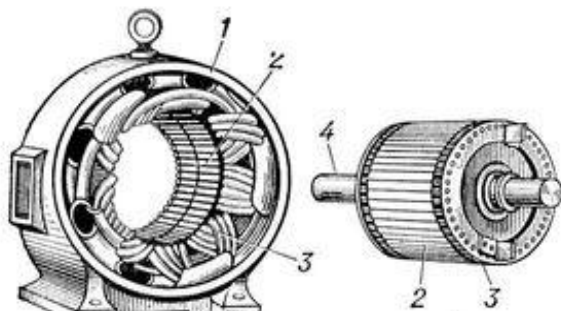
Mexanik isroflar. Bu isrof, mashinaning harakatlanuvchi mexanik qismlaridagi (masalan podshipniklardagi) ishqalanishni yengishga sarflanadigan energiyadir. Mexanik isroflarni ikkiga ajratish mumkin, ishqalanishni yengishga sarflangan isroflar va havoning qarshiligini yengishga sarflangan isroflar. Ishqalanishga sarflangan isroflar asosan aylanuvchi va o'zaro tegib turuvchi yuzalarda paydo bo'ladi (masalan, podshipniklarda). Bu isroflar mashina rotori aylanishi tezligining uchinchi darajasiga proporsional. Bu isroflarni kamaytirish uchun ishqalanish kuchi turli mexanik usullar bilan kamaytiriladi, Masalan podshipniklar moylanadi, ishqalanuvchi sirtlar sayqallanadi va hokazo.

Mexanik isroflar va o'zakdagi magnit isroflar mashinaning salt rejim isroflari, deb ham yuritiladi. Chunki, mashinaning yuklamasiz salt ishlash rejimida, mashinaga berilayotgan quvvatning hammasi aynan shu isroflarni yengishga sarflanadi. Demak, mashinaning salt rejimda iste'mol qilayotgan quvvatini mexanik va magnit isroflar quvvati, deb qabul qilish mumkin.

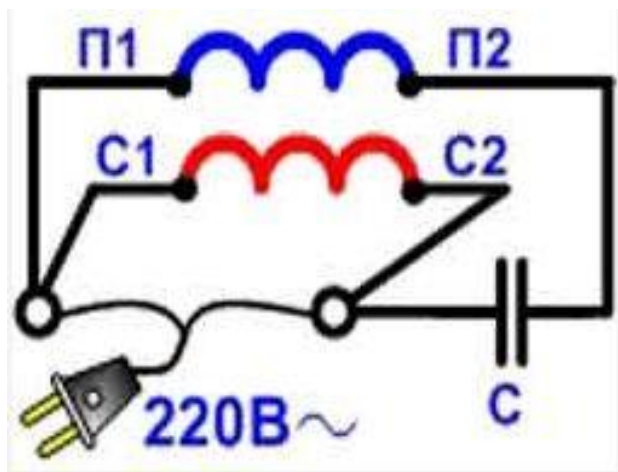
O'zgaruvchan isroflar.

Ushbu isroflarni yuqorida ko'rib o'tilgan isrof turlariga kiritib bo'lmaydi. Bu isroflar mashina ishlashidagi tashqi muhitning ta'siri va mashinaning yuklangan darajasiga bog'liq holda kelib chiqadi. Bunday isrofga masalan mashinani katta yuklama bilan ishlagandagi qizib ketishi va bu qizish natijasida mashinada yuzaga keluvchi isroflarni kiritish mumkin. Ko'rinib turibdiki bunday isroflar asosan mashina nominal ish rejimining buzilishi oqibatida yuzaga keladi.

Sinov savollari.



3 В И ДВИГАТЕЛЬ АСИНХРОННЫЙ	
ТИП 4АК 315 М 4 УЗ	№
3~ 50 Hz	200 Kw cos φ 0,89 1440 об/мин
статор Δ/Υ	380/660 V 365/210 A
ротор 370 V	330 A КПД 93,0 % 955 Kg 3-83 г.
ТУ 16-510.596-75	кл. изол. F режим S1



1. Aylanuvchi magnit maydon qanday hosil qilinadi?
2. Magnit maydonning aylanish tezligini qanday o'zgartirish mumkin?
3. Dvigatelning nomlanishida nima uchun asinxron so'zi ishlatilgan.
4. Rasmda keltirilgan asinxron dvigatel qismlarining nomlarini va ularning vazifalarini ayting
5. Asinxron dvigatelning quvvati sirpanishga qanday bog'langan?
6. Asinxron dvigatelda sirpanish 0 gateng bo'lishi mumkinmi? Nima uchun?
7. Sirpanish 1 ga teng bo'lgan holat nimani bildiradi? SHu holatga misol keltiring.
8. Asinxron dvigatel statorida fazalarning uchburchak yoki yulduz shaklda ulanishi dvigatel ishiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Dvigatelning nominal va kritik ko'rsatkichlari (sirpanish, quvvat, moment) nimalarni bildiradi?
10. Stator chulg'amlari qanday holatlarda va nima maqsadlarda uchburchak yoki yulduz shaklda ulanadi.
11. Asinxron dvigatelni reverslash qanday amalga oshiriladi?
12. Quyida keltirilgan yorliq orqali asinxron dvigatelni pasport ma'lumotlarini ta'riflang
13. Quyidagi rasmda tasvirlangan dvigatelni ta'riflang.
14. Quyida asinxron dvigatelning umumiy ko'rinishi keltirilgan. Ko'rsatilgan qismlarning nomlarini ayting.



Asinxron dvigatelning asosiy qismlari.

15. Quyida keltirilgan dvigatel statori chulg'amlari qanday ulangan, sxemasini chizing.
16. Uch fazali asinxron dvigatelning sanoatda qo'llanilishiga misollar keltiring.
17. Bir fazali o'zgaruvchan tok dvigatellari qaeirlarda ishlatiladi?
18. O'zgaras tok mashinasining asosiy qismlarini ayting.
19. Yakor reaksiyasi va yakor kommutatsiyasi tushunchalari nimani bildiradi?
20. O'zgaras tok mashinasining generator rejimi.
21. Generatorni uyg'otishning qanday sxemalari mavjud?.

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Asinxron dvigatelda juft qutblar soni $r = 2$ ga teng. Dvigatel 50 Gts chastotali tarmoqda ishlaganda sirpanish 5 % bo'lsa, dvigatel rotorining aylanish tezligini toping.
2. Uch fazali to'rt simli liniyaga faza chulg'amlari yulduz shaklda ulangan asinxron dvigatel ulangan. SHu sxemani chizing. Fazalarga eruvchan saqlagichlar o'rnatish.
3. Asinxron dvigatelda sirpanish 0 ga va 1 ga teng bo'lgan hollarni tahlil qiling. Amalda qanday holda sirpanish 1 ga teng bo'ladi va uning oqibati nmaga olib keladi?
4. Stator chulg'amlari uchburchak sxemada ulangan uch fazali asinxron dvigatel 380 V liniyaga ulangan. Stator chulg'amidagi tok kuchi 12 A. Dvigatelning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi = 0,85$ va f.i.k. 0,80 bo'lsa, dvigatelni tarmoqdan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati va dvigatel valida hosil bo'lgan foydali quvvatni aniqlang. Dvigatelni tarmoqqa ulanish sxemsini chizing.
5. Asinxron dvigatelda juft qutblar soni $r=3$ gateng. Dvigatelning sirpanishi $s = 5\%$ bo'lsa dvigatel valiga ulangan, radiusi 25 sm bo'lgan charx tosh qirrasining chiziqli tezligini toping. Tarmoq chatotasi standart bo'lib 50 Gts.

12-MA'RUZA. Elektr ta'minoti asoslari

Reja

1. Elektr energiyasini ishlab chiqarish.
2. Elektr energiyasini uzatish.
3. Transformator stantsiyalari.

Energetika insoniyat ijtimoiy-iqtisodiy faoliyatining eng asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib mavjud tabiiy va sun'iy energetika zahiralaridan foydalanish masalalari bilan shug'ullanadi. Elektro-energetika ham ana shu energetika yo'nalishining sohalaridan biri bo'lib, birlamchi energiya manbalaridan elektr energiyasini ishlab chiqarish va undan foydalanish bilan shug'ullanadi.

Fan va texnika taraqqiyoti, ishlab chiqarish texnologiyalarining rivoji, sanoatning va axoli turmush darajasining uzluksiz rivojlanib borishi energiyaga, ayniqsa elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortib borishiga olib keladi. Turli zamonlarda birlamchi energiya zahiralar turlaridan (o'tin, ko'mir, neft, gaz, yadro energiyasi va hokazo) foydalanish darajalari turlicha bo'lganidek, elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi birlamchi energiya manbalarining turi ham o'zgrib turadi. Masalan 7.1-jadvalda o'tgan asrning 70-yillarida va 21-asrning birinchi o'n yillik- lari davrida jahon elektroenergetika

sanoatida elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi birlamchi energiya zahiralaridan foydalanish darajalari ko'rsatilgan, ma'lumotlar manbai 2016 Key World Energy Statistics 24 IEA 2016.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki so'nggi 30 yil davrida jahonning elektroenergetika quvvati deyarli 4 baravar ortgan. Bunda asosan tabiiy gazdan, gidroenergetik resurslardan, atom energiyasidan va energiyaning muqobil manbalaridan (asosan shamol va quyosh energiyasi) foydalanish darajasi ortib borgan. Agar 1973 yilda elektr energiyasi ishlab chiqarishda birlamchi energiya manbai sifatida foydalanilgan organik yoqilg'ilarning hisssasi 75,2% tashkil etgan bo'lsa, 2013 yilda bu ko'rsatkich 66,7 % n tashkil etgan.

7.1-jadval

	Ko'mir	Tabiiy gaz	Gidro energetika	Atom energiya	Neft	Va boshqalar	Jami
1973	38,3 %	12,1 %	20,9 %	3,3 %	24,8 %	0,6 %	6 131 TVt
2014	40,8 %	21,6 %	16,4 %	10,6 %	4,3 %	6,3 %	23 816 TVt

Bugungi kunda elektr energiyasi ishlab chiqarishda katta quvvatli issiqlik elektr stantsiyalari (IES), gidroelektr stantsiyalar (GES) va atom elektr stantsiyalarining (AES) o'rni beqiyos. Jahonning eng katta gidroelektr stantsiyalari quvvati bir necha o'n ming MVtni (masalan Xitoyning Uch dara GESi quvvati 22 000 MVt), issiqlik elektr stantsiya- larining quvvati esa bir necha ming MVtni (masalan O'zbekistonning eng katta issiqlik elektr stantsiyasi bo'lgan Sirdaryo IES ning quvvati 3000 MVt) tashkil qiladi.



12.1-rasm. Sirdaryo IES va Yangi Angren IES larining umumiy ko'rinishi

O'z navbatida elektr stantsiyalardagi generatorlarning quvvati ham yillar davomida muttasil ortib bordi. Agar 20-asrning boshlaridagi dastlabki gidro- generatorlarning (gidroelektr stantsiyalari uchun mo'ljallangan generatorlar) quvvati 2 MVt bo'lgan bo'lsa, xozirgi kunda energetika tizimlarida 800 MVt va undan ortiq quvvatli gidrogeneratorlar, 1200 MVt quvvatli turbogeneratorlar (issiqlik elektr stantsiyalari uchun mo'ljallangan generator) ishlab turibdi. Albatta bunday katta quvvatni hosil qilish uchun birlamchi energiya zahiralarining ham quvvati katta bo'lishi kerak. SHuning uchun 20-asrning boshlaridan butun dunyo bo'ylab gidroelektr stantsiyalari uchun katta sig'imli suv havzalari qurilishi va katta quvvatli issiqlik elektr stantsiyalarini qurish avj oldi. 7.2-jadvalda 19-asrning oxiridan boshlab 2013 yilgacha bo'lgan davrda, jahon miqyosida elektr energiyasi ishlab chiqarishning o'sish dinamikasi keltirilgan.

7.2-jadval

Yillar	1890 y.	1900 y.	1914 y.	1950 y.	1960 y.	1970 y.
Yillik ishlab chiqarilgan energiya (Mlrd. kVt soat)	9	15	37,5	950	2300	5 000
Oldingi ko'rsatkichga nisbatan necha marta ortgani	-	1,6	2,5	25	2,4	2,1
Yillar	1980 y.	1990 y.	2000 y.	2005 y.	2007 y.	2013 y.
Yillik ishlab chiqarilgan energiya (Mlrd. kVt soat)	8 250	11 800	14 500	18 138	19894	23 127
Oldingi ko'rsatkichga nisbatan necha marta ortgani	1,6	1,4	1,2	1,2	1,09	1,16

Jahon miqyosida elektr energiyasi ishlab chiqarishning miqdori asosan 1930-1950 yillar orasida keskin suratlarda ortib bordi. Bu davrda katta quvvatli GES va IES lar qurildi.

1960-70 yillarda esa elektr energiyasi ishlab chiqarish sur'ati asosan AES larning ko'payishi hisobiga ortib bordi. Jahon elektr energetikasida "an'anaviy usul" deb ataluvchi issiqlik elektr stantsiyalari, gidroelektr stantsiyalar va atom elektr stantsiyalarida elektr energiyasi ishlab chiqarish 21-asrning ikkinchi o'n yilliklari davrida ham yetakchi o'rinni tutmoqda. Jumladan, 2013 yil ma'lumotlariga ko'ra, yil davomida ishlab chiqarilgan 23127 mlrd kVt soat elektr energiyasining deyarli 95 % qismi an'anaviy usulda ishlab chiqarilgan, ya'ni issiqlik, gidroelektr va atom elektr stantsiyalari hissasiga to'g'ri keladi.

Jahon miqyosida, an'anaviy usulda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining uchdan ikki qismi IES lar hissasiga to'g'ri keladi.

2. Elektr energiyasini uzatish

Elektr uzatish liniyalari. Elektrostantsiyalarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasi iste'molchilarga elektr uzatish liniyalari (EUL) orqali yetkazib beriladi. Amalda yer usti va yer osti EUL mavjud. Yer ustida qurilgan EUL havo liniyalari deb ataladi. Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishda havo liniyalari qulay va arzon. Aholi zich yashaydigan joylarda, shaharlar va korxonalarining ichida xavfsizlik nuqtai-nazaridan va tevarak atrofga xalaqit bermslik uchun yer osti EUL ishlatiladi. Yer osti liniyalari kabelli EUL deb ataladi.

Elektr uzatish liniyalarida quvvat isrofini kamaytirish uchun uzatilayotgan tokning kuchlanish oshiriladi. Masalan, manbadan chiqayotgan U_1 kuchlanish elektr liniyasining qarshiligi hisobiga iste'molchiga yetib kelguncha U_2 qiymatgacha kamayadi (2-rasm). Liniyaning aktiv qarshiligi



12.2-rasm. EUL da quvvat isrofiga doir.

hisobiga kuchlanishning pasayishi $\Delta U = U_1 - U_2$. Kuchlanishning bu pasayishiga mos quvvat $\Delta P = I \Delta U = I^2 R_{\text{lin}}$, bu yerda I liniyadagi tok kuchi, R_{lin} EUL ning aktiv qarshiligi. Tok kuchini,

kuchlanish va iste'molchi quvvati orqali $I = \frac{P}{U_1}$ ko'rinishda ifodalab, liniyadagi quvvat isrofi uchun quyidagiga ega bo'lamiz

$$\Delta P = \frac{P^2 R_{\text{lin}}}{U^2} \quad (12.1)$$

Demak EUL larida simlarining qarshiligi hisobiga sodir bo'layotgan elektr quvvati isrofi liniyadagi kuchlanishning kvadratiga teskari proportsional. SHuning uchun ham elektr uzatish liniyalarida quvvat isrofini kamaytirish uchun kuchlanishni oshiriladi. Liniyaning uzunligi qancha katta bo'lsa, uning qarshiligi ham katta bo'ladi, isrofni kamaytirish uchun esa kuchlanishni ham shuncha ko'p oshiriladi. Ya'ni EUL sining uzunligi qancha katta bo'lsa, bu liniyadagi kuchlanishni ham shuncha yuqori bo'lishi ta'minlanadi. SHu usul bilan, elektr energiyasini uzatishdagi quvvat isrofi kamaytiriladi. **Amalda 0,4 kV; 6kV; 10kV; 35kV; 110kV; 150kV; 220kV; 330kV; 750kV; 1150 kV** kuchlanishli havo EUL lari mavjud. Bu liniyalar quyidagi turlarga bo'linadi:

past kuchlanishli liniyalar- 0,4 V (bu be'vosita iste'molchilarga uzatiluvchi kuchlanish bo'lib, iste'molchi liniyasidagi kuchlanish 380 V bo'ladi);

o'rta kuchlanishli liniyalar – 1 kV dan 35 kV kuchlanishgacha;

yuqori kuchlanish liniyalari – 110 kV dan 220 kV kuchlanishgacha;

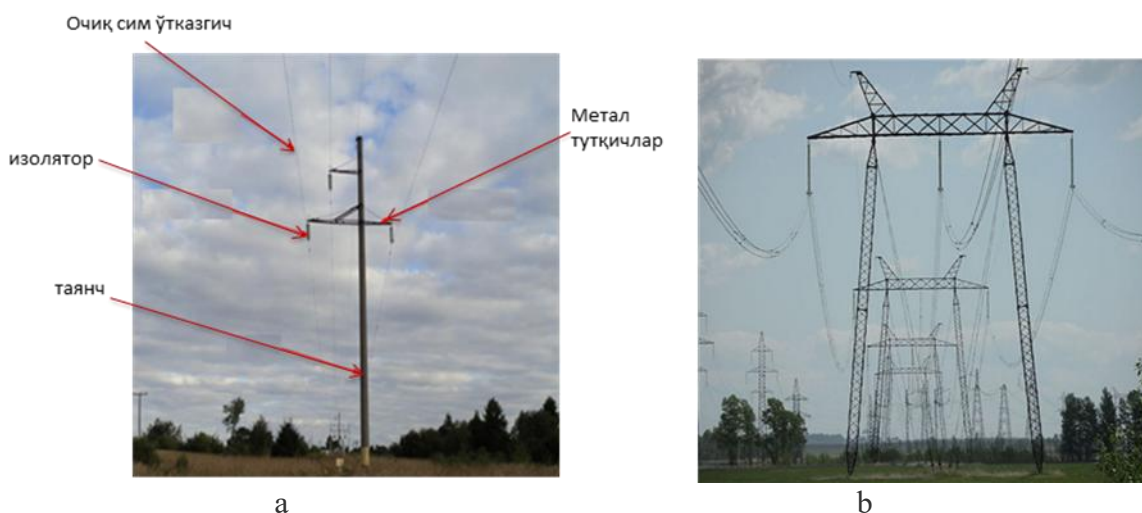
o'ta yuqori kuchlanish liniyalari - 330 kV dan 500 kV kuchlanishgacha;

ultra yuqori kuchlanish liniyalari – 750 kV dan yuqori kuchlanishlar.

Mamlakatimiz elektroenergetika tizimlarida 500 kV gacha bo'lgan EUL mavjud. Undan katta kuchlanishli liniyalar Rossiya elektr tizimlarida mavjud (1150 kV gacha), chunki Rossiyaning hududi katta va juda katta masofalarga cho'zilgan elektr uzatish liniyalari mavjud. Bizning mamlakatimizda esa 500 kV kuchlanish bilan ham, yetarlicha katta quvvatni, kam isroflar bilan mamlakatning istalgan hududiga yetkazib berish mumkin. EUL lari faqatgina kuchlanishi bilangina emas, balki liniyaning konstruktiv tuzilishlari bilan ham farqlanadi. Chunki EUL elementlari kuchlanishga qarab turlicha bo'ladi. Shuningdek EUL kuchlanish turiga qarab turli maqsadlarda qo'llaniladi.

500 kV va undan katta kuchlanishli liniyalar o'ta uzoq masofalarga energiya uzatish uchun qo'llaniladi va aloxida mintaqalarning energetik tizimlarini o'zaro bog'laydi.

Masalan Markaziy Osiyo davlatlari bir-biri bilan o'zaro 500 kV kuchlanishli liniyalar orqali bog'langan. 220kV va 330 kV kuchlanishli liniyalar magistral liniyalar deb ataladi va katta quvvatli elektrostansiyalarni, xamda tarkibida kichik quvvatli stantsiyalar mavjud bo'lgan, aloxida energetik tizimlarni o'zaro bog'laydi.



12.3-rasm. 110 kV (a) va 750 kV (b) kuchlanishli elektr uzatish liniyalari.

35 kV dan 150 kV gacha bo'lgan liniyalar ma'lum miqdordagi energiya iste'molchilarini (aholi punktlari, shaxarlar, katta korxonalar va xokazo), va energiya taqsimlash punktlarini o'zaro bog'laydi.

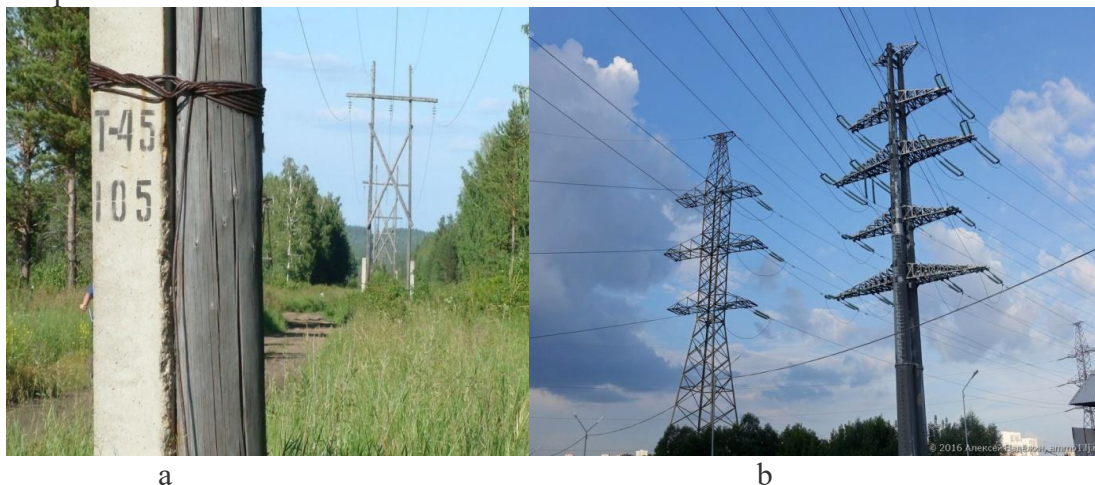


12.4-rasm. 10 kV kuchlanishli yog'och tayanchli EUL (a) va 0,4 kV kuchlanishli temir beton tayanchli EUL (b).

20 kV gacha bo'lgan liniyalar elektr energiyasini, taqsimlash punktlari dan bevosita iste'molchilarning transformator stantsiyalariga yetkazib beradi. Amalda ko'proq 6 kV va 10 kV kuchlanishli liniyalar keng tarqalgan. 0,4 kV kuchlanishli liniyalar esa iste'molchi transformatoridan bevosita iste'molchilarga ulangan, uch fazali uch simli, yoki uch fazali to'rt simli liniyalardir. 4-b rasmda uch fazali to'rt simli liniya ko'rsatilgan (rasmda 5 ta liniya ko'rsatilgan, beshinchi sim ko'cha yoritish tizimiga tegishli).

EUL larning tayanchlari. Elektr ta'minoti tizimlarida EUL larning tayanchlari sifatida yog'och, temir-beton va temirli konstruktsiyalar ishlatiladi. Past va o'rta kuchlanishli EUL larda yog'och tayanchlarni uchratish mumkin. Yog'och tayanchlarga chirishdan va biologik kemiruvchilardan himoyalash uchun maxsus ishlov beriladi (maxsus moyli aralashmalarga bo'ktiriladi). Yog'och

konstruktsiyalar arzon va qo'llanilishga qulay, yengil bo'lgani holda ularning ishlash muddati qisqa (40-50 yil). Bu tayanchlar yerga ko'milgan temir-beton asosga (6- a rasm) po'lat simlar orqali maxkamlab qo'yiladi. 1950-1970 yillarda (elektr energetikasining tezkor suratlar bilan rivojlangan davri) yog'och tayanchlar keng amalda bo'lgan. Lekin 20-asr boshlariga kelib yog'och xom-ashyosi narxining oshishi, ekologik va boshqa texnik sabablarga ko'ra temir beton tayanchlar yog'och tayanchlarni butunlay siqib chiqardi.



12.6-rasm. Yog'och tayanch, temir-beton va temir konstruktsiyali tayanchlar.

Amalda ko'proq temir-beton va temir konstruktsiyali tayanchlar keng tarqalgan. Tayanchlarning konstruktsiyalari, o'lchamlari EUL kuchlanishiga qarab turlicha bo'ladi. Chunki, kuchlanishning ortishi bilan liniya simlari orasidagi masofa va simning yerdan balandligi ham katta bo'lishi kerak. Bu esa tayanch va tutqichlarning o'lchamlariga ta'sir etadi. Kuchlanish 6-10 kV bo'lganda simlarning oralig'i 1m dan kam bo'lmasligi kerak. Kuchlanish 35-220 kV bo'lganda esa simlar oralig'i 2,5-7 m gacha bo'lishi talab etiladi. 500 kV kuchlanishli liniyalarda esa simlar oralig'i 10-12 m bo'lishi zarur. Simlar oralig'ini bunday bo'lishini ta'minlash uchun albatta tayanch va tutqichlarning o'lchamlari ham kattalashib boradi (6 -b rasmga qarang).

330 kV gacha bo'lgan liniyalarning tayanchlari odatda yakka temir-beton ustundan iborat bo'ladi. Undan katta kuchlanishlarda esa tayanchlar bir necha ustunli, yoki asos kesimi katta bo'lgan temir konstruktsiyali murakkab formaga ega bo'ladi.

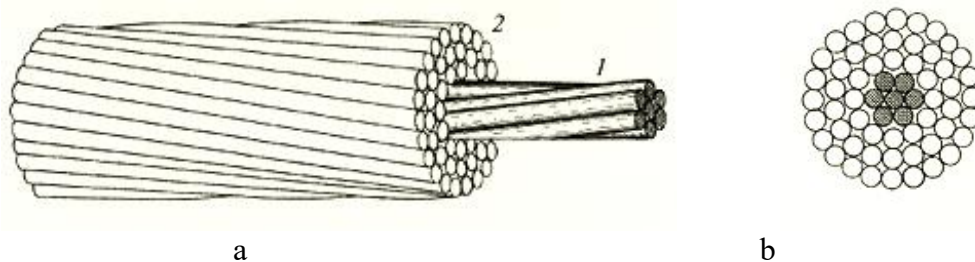
EUL simlari. Liniyalarda o'tkazgichlar sifatida asosan ochiq (izolyatsiyasiz) alyumin simlar ishlatiladi. Alyumin ishlatish liniya tannarxini kamaytiradi. Bundan tashqari, tayanchlarga osilib turgan simlarning og'irligi kamayadi, bu esa tayanchlar orasidagi masofani oshirish va tayanchlarni iqtisod qilish imkonini beradi. Simning kesim yuzasi EUL kuchlanishiga qarab ortib boradi. Masalan 6-10 kV kuchlanishli liniyalarda simning kesim yuzasi 70-120 mm² bo'lsa, 220 kV kuchlanishli liniyada yuza 300 mm² bo'ladi.

500 kV kuchlanishli liniyalarda simlarning umumiy kesim yuzasi (bitta faza ikki yoki uchta aloxida simlarga bo'lingan bo'lishi mumkin, 7 rasm) 1500 mm² gacha yetadi.



12.7 -rasm. Ikki zanjirli EUL.

Simlarning kesimi ortib borgani sari ularning og'irligi ham ko'payib borib, alyumin sim o'z og'irligini ko'tara olmasligi mumkin. SHuning uchun mexanik mustahkamlikni oshirish maqsadida alyumin simlarning ichida po'lar o'zak bo'ladi. Bu po'lat o'zaklar ham ko'p tolali bo'ladi 8-rasm.



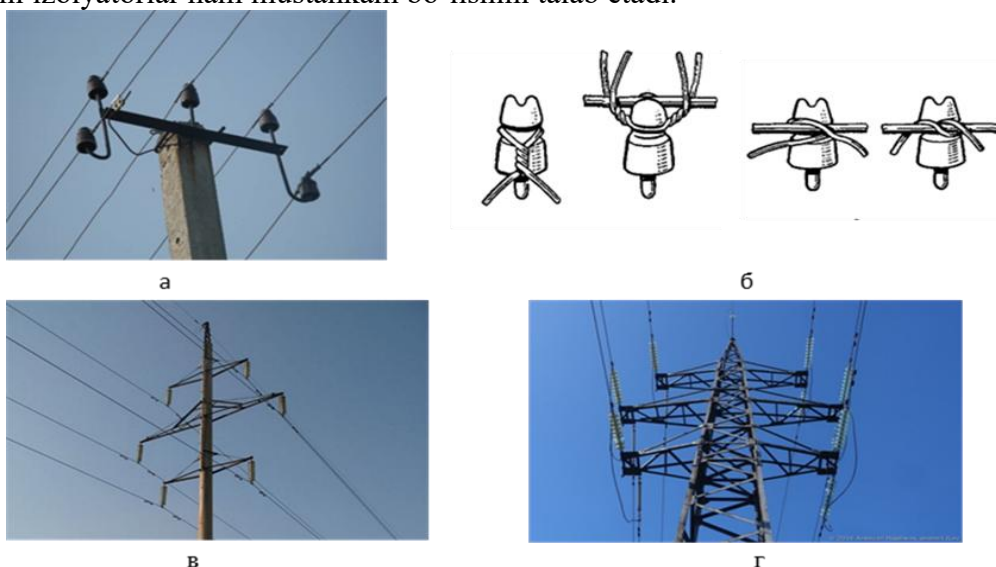
12.8-rasm. Ko'p tolali alyumin simi va uning po'lat o'zagi: a-simning umumiy ko'rinishi, 1- alyumin tolalar, 2- po'lat o'zak tolalari; b-simning ko'ndalang kesimi.

Izolyatorlar. Elektr liniyalarida, liniyani yerdan izolyatsiyalash uchun, tok o'tkazuvchi simlarni tayanchlarga izolyatorlar orqali mahkamlanadi. Amalda izolyatorlar chinni, shisha va polimer materiallardan yasaladi 7.21-rasm. Izolyatorlarning shakli va o'lchamlari liniya kuchlanishiga qarab turlicha bo'ladi. EUL sining kuchlanishi qancha katta bo'lsa liniya simi va tayanch tutqislari oralig'idagi izolyatorning o'lchami shuncha katta bo'ladi. li izoralig'ida



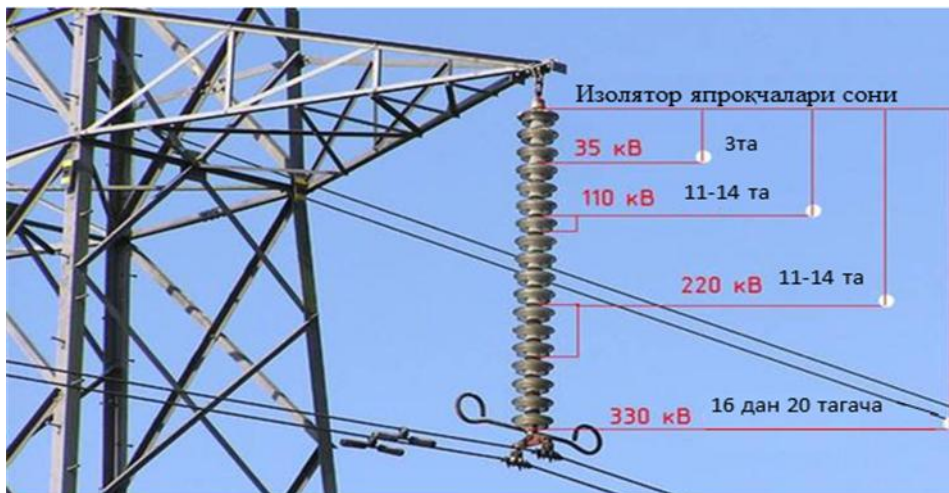
12.9-rasm. EUL izolyatorlari.

Izolyator materiallarning dielektrik xususiyatlari yuqori bo'lishi, shuningdek, tashqi muxitga va mexanik kuchlanishlarga chidamli bo'lishi talab qilinadi. CHunki izolyatorlar ochiq atmosfera sharoitida uzoq muddat ishlashi va unga osilgan, katta massali simlarni ko'tarib turishi kerak. Yuqorida aytilganidek, liniya kuchlanishi ortishi bilan, liniya simlari ham yo'g'onlashib, og'irligi ortib boradi. Bu esa simlarni ushlab turuvchi izolyatorlar ham mustahkam bo'lishini talab etadi.



12.10-rasm. EUL izolyatorlari.

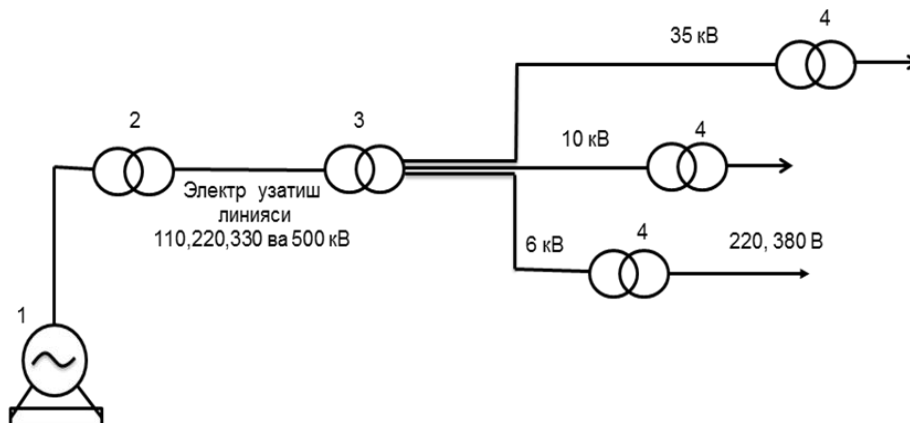
a- past kuchlanishli liniyalarning izolyatorlari, b-past kuchlanish liniyalarida simlarning izolyatorga mahkamlanishi, v- izolyator tayanch tutqichiga osib qo'yilgan, g-izolyatorlar simlar va tayanch tutqichlari oralig'ida joylashgan.



12.11-rasm. Girlyand izolyatorlar.

3. Transformator podstantsiyalari

Elektr energiyasini ishlab chiqaruvchidan (elektrostantsiyalardan) iste'molchilarga (aholi va korxonalar elektr tizimlari) yetkazib beruvchi "elektr tarmoqlari" EUL laridan tashqari, transformator podstantsiyalarini (TP) ham o'z ichiga oladi. Transformator podstantsiyalari EUL lardan kelayotgan kuchlanishni qabul qilib, uni o'zgartirib (kuchaytirib yoki pasaytirib), elektr tarmog'ining keyingi liniyalariga, yoki iste'molchilarga tarqatadi. TP lar o'zgartirilgan kuchlanishni bir yoki bir necha iste'molchilarning EUL lariga taqsimlab beradi. Agar stantsiyada kuchlanish o'zgartirilmay, faqatgina stantsiyaga tushayotgan elektr energiyasini taqsimlab berilsa, bunday stantsiyalar taqsimlash stantsiyalari deb yuritiladi. SHuningdek TP da EUL dan kelayotgan elektr toki parametrlarini o'lchash va elektr energiyasi hisobini yuritish ishlari ham bajariladi. TP lar transformatorlardan, kommutatsion qurilmalar, saqlagichlar, releli himoya va avtomatik vositalardan, hamda o'lchov qurilmalaridan tashkil topgan, murakkab elektrotexnik tizimlardan iborat bo'ladi. Elektr tarmog'ining umumiy tuzilishi sxemasi 7.24-rasmda keltirilgan.



12.12-rasm. Elektr tarmog'ining umumiy sxemasi.

1-elektrostantsiya, 2-kuchaytiruvchi transformator podstantsiyasi, 3-pasaytiruvchi transformator podstantsiyasi, 4-iste'molchilarning transformatorlari.

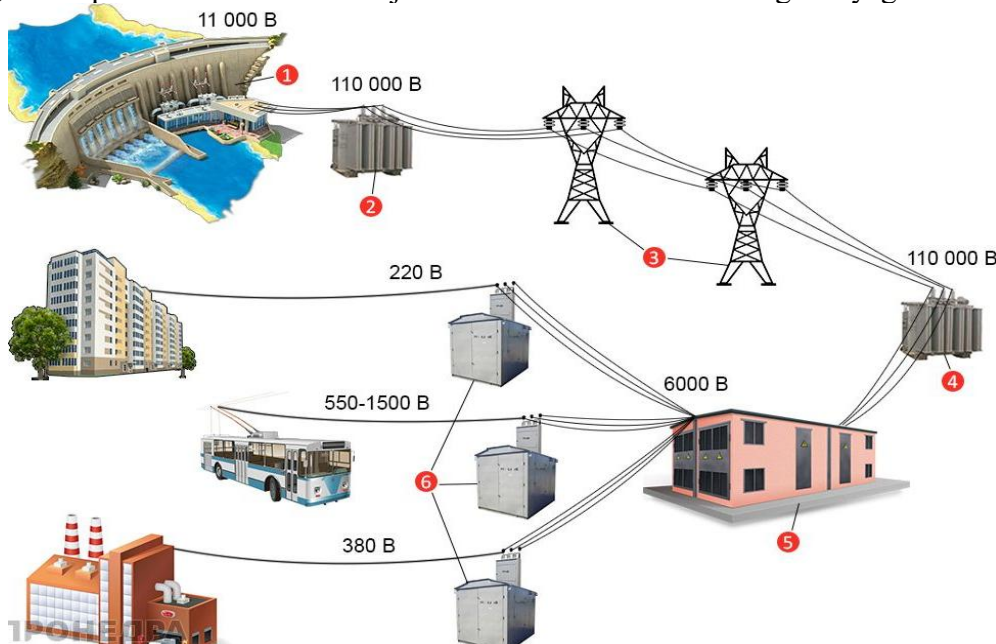
Elektrostantsiya generatoridan chiqqan o'zgaruvchan kuchlanish (elektro- stantsiya generatorlarining chiqish kuchlanishi 6,6 kV; 11 kV; 13,8 kV; 15,75 kV; 18 kV yoki 20 kV bo'lishi mumkin) kuchaytiruvchi transformatorida 110 kV, 220 kV yoki 500 kV kuchlanishgacha kuchaytirilib EUL ga beriladi. Liniya oxirida joylashgan pasaytiruvchi transformatorida kuchlanish 6 kV, 10 kV yoki 35 kV gacha (masofaga qarab) pasaytirilib, nisbatan yaqin masofalarda joylashgan "iste'molchi transformator"larga uzatiladi. Pasaytiruvchi transformator stantsiyasidan bir nechta liniyalar chiqishi mumkin. SHuning uchun bu transformator podstantsiyasi taqsimlash qurilmalariga ham ega bo'ladi. Iste'molchining transformatoridan uch fazali uch simli yoki uch fazali to'rt simli liniyalar orqali elektr energiyasi bevosita iste'molchilarga beriladi.

Yirik sanoat korxonalari o'zining aloxida transformatorlariga ega bo'lishi mumkin. Bu transformatorlarga 6kV, 10 kV yoki 35 kV kuchlanishli liniyalar kelishi mumkin 7.25-rasm. SHuningdek

elektr transport tizimlarida transformator podstantsiyalaridan tashqari o'zgaruvchan tokni to'g'rilash sistemalari ham mavjud.

Bu to'g'rilash sistemalarida 600 V dan 1500 V gacha o'zgarmas kuchlanishlar hosil qilinib, transport tizimi tok ta'minotiga beriladi. Transformator podstantsiyasining taqsimlash qurilmasidan chiqqan 6 kV yoki 10 kV kuchlanishli liniya bevosita iste'molchi transformatorlariga beriladi.

Transformator podstantsiyalari va taqsimlash stantsiyalaridagi murakkab texnologik vazifalardan biri, katta quvvatli iste'molchi zanjirini elektr kuchlanishi ostidagi liniyaga ulash va undan ajratishdir.



12.13-rasm. Elektr ta'minoti tizimining umumiy ko'rinishi.

1-gidroelektr stantsiyasi, 2-kuchaytiruvchi transformator, 3-elektr uzatish liniyasi, 5-pasaytiruvchi transformator (110kV dan 6 yoki 35 kV gacha pasaytiradi), 5-taqsimlash stantsiyasi, 6-iste'molchi transformatorlari.

CHunki, katta quvvatli yuklamaga tok berish (ulash) va uni tokdan ajratib olish (uzish) jarayonlarida kontaktlar oralig'ida kuchli elektr yoyi hosil bo'ladi. Uni oldini olish uchun kommutatsiya vositalari deb ataluvchi maxsus o'chirib yoqish qurilmalari ishlatiladi

Uzgich. Zanjirni tokli tarmoqqa ulash va undan ajratish uchun maxsus qurilma "uzgich" ishlatiladi. Demak uzgichlar zanjirni ish tokiga ulash va undan ajratish uchun ishlatiladi. Buday uzgichlarning yoy sundiruvchi qurilmalari, tok o'tkazuvchi qismlari, izolyatorlari, kontaktlarni harakatga keltiruvchi qismlari o'ziga xos bo'ladi. Tuzilishi va yoy so'ndirish usullariga qarab uzgichlar katta hajmdagi moyli, kichik hajmdagi moyli, havoli, elektromagnitli, elegazli, avtogazli va vakuumli turlarga bo'linadi. 7.26-rasmda moyli va elegazli uzgichlar ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki elegazli uzgichlar moyliga qaraganda ancha ixcham va qulay.



a

b

12. 14-rasm. Moyli (a) va elegazli(b) uzgichlar.

Uzgichlarda ulanuvchi kontaktlarni moy, vakuum, elegaz kabi muhitlarga joylashtirish hisobiga elektr yoyi hosil bo'lmaydi. Uzish-ulash jarayoni qo'lda yoki elektromexanik yuritmalar yordamida bajarilishi mumkin.



Elegaz. Elektrotexnik gaz SF_6 , tarkibi oltingugurt va fluor atomlari dan iborat bo'lib yuqori darajadagi dielektriklik xususiyatiga ega. Elegaz rangsiz va hidsiz gaz bo'lib u yonmaydi, havodan 5 marta og'ir. Metallar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Aynan shu xususiyatlariga ko'ra bu gazlar elektrotexnika sanoatida izolyatsiyalovchi gaz sifatida keng ishlatiladi.

Tayanch iboralar: elektr uzatish liniyasi, tayanchlar, girlyandlar, uchirgich, ajratkich, uzgich, elegaz, izolyator, podstantsiya, taqsimlash stantsiyasi, taqsimlash transformatori, faza . liniya, yuqori kuchlanish liniyasi, pst kuchlanish liniyasi.

Sinov savollari:

1. Transformator stantsiyalarining vazifalari.
2. Elektr uzatish liniyasi elementlari.
3. Elektr uzatish liniyasida izolyatorning vazifasi.
4. Elektr uzatish liniyasida ximoya tizimlari.
5. Xonadonlarning elektr ta'minotida asosiy talablar.
6. Elektr liniyasida simlarning qizishi sabablari.
7. Kundalik turmushimizdagi elektr jixlozlar va liniyalarda qachon alyumin, qachon mis simlar ishlatiladi? Nima uchun?
8. Elektr energiyasidan samarali foydalanishda nimalarga e'tibor berish kerak?
9. Elektr energiyasi ta'minotidagi asosiy muammolar nimadan iborat?

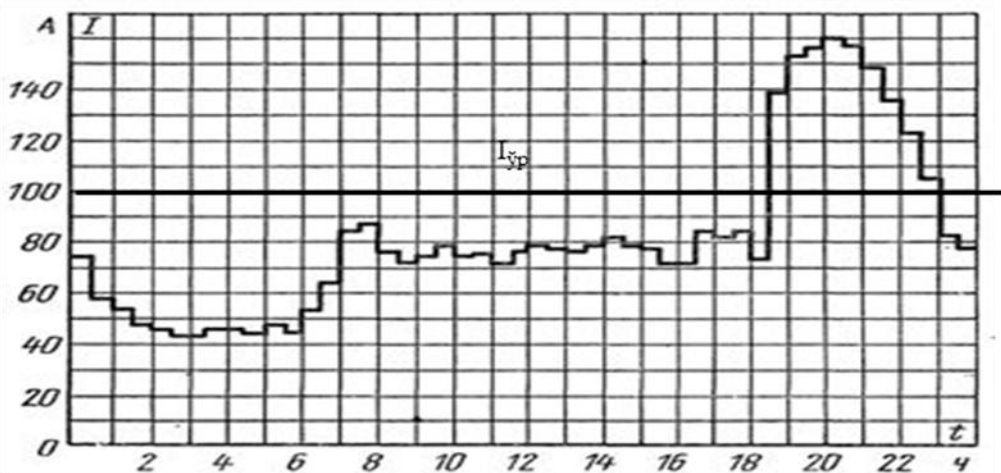
13-MA'RUZA. Elektroenergetikaning zamonaviy muammolari va muqobil energetika

Reja

1. Elektr ta'minoti tizimlarining zamonaviy muammolari.
2. Elektr energiyasidan foydalanish samaradorligi.
3. Muqobil energetika.

1. Elektr ta'minoti tizimlarining zamonaviy muammolari

Elektr ta'minoti tizimida energiya iste'molchilarning sutka davomidagi yuklama grafigi muxim ahamiyatga ega. Ma'lumki xar qanday iste'molchining iste'mol quvvati sutka, hafta, oy va mavsumlar davomida o'zgarib turadi. Ayniqsa sutka davomidagi o'zgarish muxim ahamiyatga ega. 1- rasmda ko'p qavatli bino elektr tarmog'i liniyasidagi tok kuchininig sutka davomidagi o'zgarishi keltirilgan.



13.1-rasm. 50 xonadonli ko'p qavatli bino liniyasidagi tokning sutka davomidagi o'zgarishi.

Kuchlanishni 220 V deb olsak, eng katta quvvat iste'moli sutkaning kechki paytida (soat 20:00 atrofida, maksimal quvvat 35 kVt), eng kam iste'mol esa tunda (soat 03:00 da, minimal quvvat 10 kVt atrofida) kuzatiladi. Ko'rinib turibdiki sutka elektr energiyasiga bo'lgan talab o'zgaruvchan. Agar

iste'molchi o'rtacha $100 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 22 \text{ kVt}$ quvvat bilan ta'minlansa 19:00 dan 23:00 oraliqda elektr energiyasi taqchilligi (etishmaydi), boshqa paytda esa elektr energiyasi ortiqcha bo'ladi. Elektr energiyasi (o'zgaruvchan elektr toki asosida) ishlab chiqarishning o'ziga xos xususiyati shundaki, ishlab chiqarilgan oniy quvvat shu vaqtning o'zida yo'qoladi. Buni tushunish uchun elektr energiyasi ishlab chiqarishni ham biror mahsulot ishlab chiqarish nuqtai nazaridan qarab ko'ramiz.

Ma'lumki ishlab chiqarishning miqdori har doim talabdan kelib chiqadi. Ishlab chiqarishning miqdori talab darajasidan kam bo'lganda albatta yetishmovchilik yuzaga keladi. Agar ishlab chiqarishning miqdori talab darajasidan ortiq bo'lsachi? Albatta ortiqchasini zahiraga olib qo'yamiz. Bu tushunchalarni elektr energiyasi ishlab chiqarishga qo'llasak-chi? Bu yerda ahvol biroz boshqacharoq. Mahsulot ishlab chiqarishda talabdan ortiqchasi ko'rinib turadi, sarf bo'lmaydi, elektr energiyasi ishlab chiqarishda esa talabdan ortiqchasi ham iste'mol davrida sarflanib ketadi. Boshqacha aytganda isrof bo'ladi.

Elektr ta'minoti tizimlaridagi statistik ma'lumotlarga ko'ra, sutka davomida ishlab chiqarilgan elektr energiyaning iste'moldan ortiqchaligi uchun isrof bo'lishi 20% gacha yetadi. Chunki elektr stantsiyalarning ishlab chiqarish quvvatini istemolchining talab darajasidagi miqdorlarda va tezlikda o'zgartirish mumkin emas va bu iqtisodiy jihatdan ham samarasiz. SHuning uchun amalda quvvat isrofi doimo mavjud.

Zamonaviy elektroenergetikada elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish va elektrostantsiyalar ishlab chiqargan elektr quvvatidan to'laonli foydalanish uchun iste'molchilarning ehtiyojlarini oldindan rejalashtirish hamda ko'p ta'rifli to'lov tizimini joriy etish keng qo'llaniladi. Buning uchun albatta iste'molchilarda bunday imkoniyatlarga ega hisoblagichlar bo'lishi zarur. SHuningdek elektr energiyasiga to'lovni oldindan joriy etish tizimi ham samaradorlikni oshirishda yaxshi natija beradi.

2. Elektr energiyasidan foydalanish samaradorligi

Elektr energiyasidan foydalanishda energiya isrofining yuzaga kelishiga va samaradorlikni kamaytirishga olib keluvchi omillar turlicha.

Bu omillarga sanoat korxonalarida ishlab chiqarish qurilmalarining to'la quvvatda ishlatilmasligi, ishlab chiqarishdagi rejalashtirilmagan to'xtashlar, texnologik jarayonlarning buzilishi, yoritish tizimlaridan va tabiiy yorug'likdan samarasiz foydalanish, ishlab chiqarishda eskirgan texnologik qurilmalardan foydalanish, ishlab chiqarishni noto'g'ri tashkil etish, korxonada ishlab chiqarish va maishiy xonalarning energiya tejankorlikning umumiy talablariga javob bermasligi kabi omillarni sanab o'tish mumkin. Umuman olganda, elektr energiyasi tejankorligi masalasi umumiy energiya tejankorligi nuqtai-nazaridan qaralib, kompleks tarzda rejalashtiriladi. Zamonaviy energetikada sanoat korxonalarini energiya tejankorligi nuqtai-nazaridan taxlil qilish va bu tahlillar asosida korxona uchun tejankorlikni amalga oshirishning amaliy chora-tadbirlarini ishlab chiqish-energiya auditi deb ataladi.

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarining energiya auditi quyidagi maqsadlarga qaratiladi:

- energiyaning maqsadsiz ishlatilishi va isrofi manbalarini aniqlash;

- korxonaning energetik samaradorlik ko'rsatkichi aniqlash;

- korxona energiya samaradorligining potentsial imkoniyatlarini aniqlash;

- aniqlangan ko'rsatkichlar asosida energiya samaradorlikni oshirishning aniq dasturini ishlab chiqish.

Elektr energiyasidan foydalanishdagi samaradorlikni oshirish masalalari elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni iste'molchilarga uzatish, taqsimlash va elektr energisi iste'molchilaridagi samaradorlik masalalarini o'z ichiga oladi.

Elektr energiyasini ishlab chiqarishdagi samaradorlik, bevosita elektrostantsiyalardagi texnologik qurilmalarning samaradorligi, ulardan foydalanish darajasi, elektrostantsiyaning qay darajada yuklanganligi, elektrostantsiyaning ekologik, xavfsizlik kabi talablarini bajarishga qaratilgan (elektr energiyasi ishlab chiqarish bilan bevosita bog'liq bo'lmagan) qo'shimcha qurilmalarning salmog'i kabi ko'plab omillarga bog'liq. Masalan IES larda bunday qo'shimcha tizimlarga tozalash inshootlari, gaz ta'minoti, issiqlik qurilmalarining nazorat va avtomatik himoya tizimlari kabi qurilmalari kirsa, GES larda turli suv o'tkazgich tizimlari, to'g'onlarning himoya vositalari kabi ko'plab gidrotexnik inshootlarni misol qilish mumkin. Aksariyat hollarda IES larning bug' turbinalarida ishlatib bo'lingan issiqliklardan ikkinchi marta, issiqlik tizimlarida foydalanish

Yuqoridagilardan kelib chiqib, shuni alohida ta'kidlash kerakki, birinchi qarashda qayd etilgan qo'shimcha inshootlar go'yoki elektrostan-tsiyalarning umumiy samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Lekin, qayd etilgan tizimlarning ekologik va xavfsizlik nuqtai-nazaridan ahamiyati va o'rnini hech qanday samaradorlik bilan taqqoslab bo'lmaydi.

3. Muqobil energetika

20-asr boshlarida paydo bo'lgan sanoat elektr energetikasi o'tgan asrning 80-yillarigacha gurrakib rivojlandi. Sanoatning rivojlanishi elektr energiyasiga bo'lgan talabni tinimsiz ortishiga olib keldi, bu talab esa, eng avvalo issiqlik elektr stantsiyalari hisobiga qondirib borildi. Bugungi kunda ham, yer yuzida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 80% qismida (7.1-jadvalga qarang) birlamchi energiya manbai sifatida organik yoqilg'ilardan (ko'mir, gaz, neft) foydalanilmoqda. Kelajakda elektr energiyasi texnologik jihatdan eng qulay energiya turi bo'lib qolar ekan, uni ishlab chiqarishda ham birlamchi energiyaning muqobil turlaridan foydalanish, jaxon energetika sanoati oldida turgan eng dolzarb masalalardan biridir.

Muqobil energiya deganda, odatda zahirasi qayta tiklanuvchi energiya manbalari nazarda tutiladi. Bularga quyosh va shamol energiyasi, dengiz to'liqini va oqim energiyasi, yoqilg'i olish maqsadida yetishtiriluvchi qishloq xo'jalik maxsulotlari va chiqindilari, kichik suv hazalarida, suvning tabiiy oqimiga ta'sir etmagan holda elektr energiyasi ishlab chiqarish kiradi. Yer qobig'i issiqligi energiyasidan, mexanik tizimlar (harakat- lanuvchi jismlarning, shu jumladan inson harakatining) energiyasidan va turli muxandislik inshootlarida hosil qilingan energiyadan (masalan katta bosimli gaz trubalaridagi energiyadan, yoki issiqlik uzatish tizimlari energiyasidan) elektr energiyaning birlamchi manbai sifatida foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish ham muqobil energetika sanaladi.

Bugungi kunda amaliyotga jadal kirib kelayotgan muqobil energiya manbalari, bu quyosh va shamol energetikasidir. Bu ikki tur energiya manbalari yer yuzining deyarli barcha mintaqalarida rivojlanib bormoqda. SHuningdek dengiz bo'yi davlatlarida dengiz to'liqin va dengiz oqimi energetikasidan, ayrim davlatlarda (Xitoy, Indoneziya, Islandiya, Frantsiya va boshqa) esa geotermal energiyadan foydalanish amaliyoti mavjud.

Jahon miqyosida olib qaralganda, muqobil energetikaning umumiy elektr energiya ishlab chiqarishdagi hissasi hali sezilarli darajaga yetmagan bo'lsa ham, bu soha juda tez rivojlanib bormoqda. Aloxida olingan davlatlarning elektr energetikasi tizimlarida esa muqobil energetikanig ulushi 15-20 % ga yetib bordi.

Quyosh energiyasidan foydalanish

Quyosh inson faoliyatining barcha turlari uchun bitmas-tuganmas energiya manbaidir. Quyosh energiyasi, uning miqdori, yerdagi energiya almashinuvi jarayonlarida quyoshning roli 1-bobda ko'rib o'tildi. Bu bo'limda quyosh energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish masalalari ko'riladi. Bu o'rinda quyosh energiyasiga daxldor birgina faktni qaytarishning o'zi kifoya. Hisob kitoblarga qaraganda, yarim soat davomida Yer shariga tushayotgan Quyosh nurlanishi energiyasi insoniyatning bir yillik ehtiyojlari uchun yetarlidir. Demak quyosh energiyasi insoniyatning uzoq kelajagi uchun ham behisob energiya manbaidir. SHunday ekan, elektr energiyasi ishlab chiqarishda ham, quyosh energiyasi vaqti kelib asosiy birlamchi manba bo'lib qoladi.

Texnik masalalarda quyoshning issiqlik energiyasidan foydalanish anchagina uzoq tarixga ega bo'lsada, sanoat miqyosida quyosh energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarish asosan 21-asrdan boshlangan deb hisoblash mumkin. CHunki 2004 yilgacha quyosh elektr energetikasi jahon elektr energetikasining yuzdan bir ulushinigina tashkil etgan xolos. 2014 yilga kelib esa bu ko'rsatkich 1% dan oshib ketdi (jadvalga e'tibor bering), ya'ni o'tgan 10 yil ichida 100 baravar o'sdi. Bu o'sish keyingi yillarda yanada tezlashishi kutilmoqda.

Quyosh energiyasidan kundalik turmush va texnik maqsadlarda foydalanishning usullari va ko'lamlari turlicha. Bugungi kunda quyosh energiyasidan sanoat tizimida foydalanishda asosan ikki xil usul mavjud. Birinchi usul quyosh energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirib undan foydalanish-termik usul, ikkinchi usul quyosh nurlanishidan bevosita elektr toki hosil qilish-fotogalvanik usul.

Mamlakatimizda quyoshning issiqlik energiyasidan bevosita sanoat maqsadlarida foydalanish o'tgan asrning 70-yillaridan boshlangan. Bunda quyosh energiyasidan yuqori harorat hosil qilishga asosiy e'tibor qaratilgan va shu maqsadda 1980-1986 yillar davomida Toshkent viloyatining Parkent tumanida Quyosh pechi qurilgan.



13.2-rasm. mamlakatimizdagi katta Quyosh pechi.

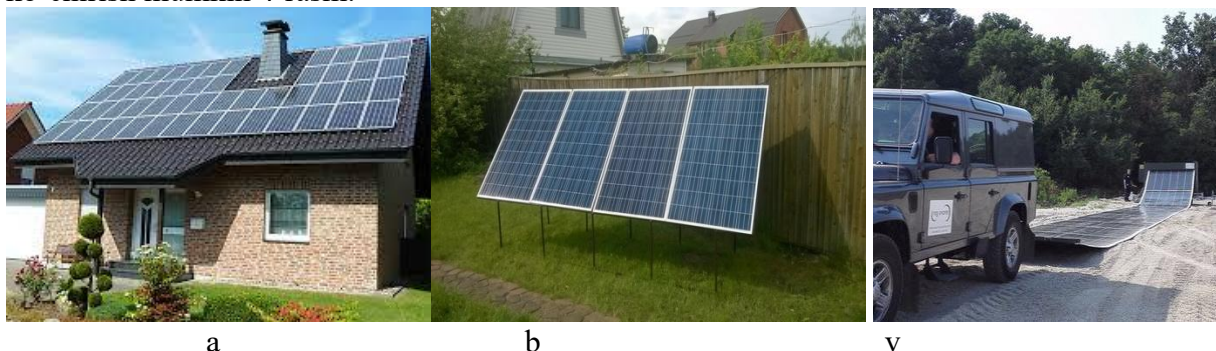
Bu quyosh pechi ulkan ilmiy texnik inshoot bo'lib xalqaro miqyosda katta nufuzga ega. O'tgan yillar davomida ushbu inshoot mamlakatimizda quyosh energiyasidan foydalanishning ilmiy va amaliy asoslarini yaratishda, materialshunoslikni rivojlantirishda, hamda boshqa fundamental tadqiqotlar olib borishda muhim ilmiy tajribalar markazi bo'lib kelmoqda.

So'nggi yillarda (2014 yil dekabr oyida) Namangan viloyatida qurilib ishga tushirilgan quvvati 140 kVt bo'lgan quyosh stantsiyasi (7.34- rasm) esa mamlakatimizda birinchi ishga tushirilgan fotogalvanik quyosh elektr stantsiyasidir.



13.3- rasm. Mamlakatimizdagi birinchi, quvvati 140 kVt bo'lgan quyosh elektr stantsiyasi.

Quyosh panellarining afzalliklari shundaki, ularning f.i.k. o'nlab yillar davomida o'zgarmay turishi mumkin, ishlash jarayonida shovqin va chiqindilar hosil qilmaydi. Ayrim katta f.i.k. ga ega panellarda zararli kimyoviy moddalar ishlatilishini hisobga olinmasa, keng iste'moldagi panellar asosan ekologik toza hisoblanadi. Ularni istalgan joyga, tomga, hovliga, ko'chalarga va hatto vaqtinchalik maskanlarga ham oson va ortiqcha xarajatlarsiz o'rnatish, kerak bo'lsa yig'ishtirib olib boshqa joyga ko'chirish mumkin 4-rasm.



a

b

v

13.4- rasm. Quyosh panellarining tom varianti (a), karkas varianti (b) va 11 kVt quvvatli yupqa plyonka varianti.

Kamlichiklariga esa, ularning bugungi kun texnologiyalari sharoitida nisbatan qimmatligi, elektr quvvati ishlab chiqarishining ob-havoga bog'liqligi, hamda amalda keng tarqalgan panellarning aksariyatida yuqori haroratda ($40-60^{\circ}\text{S}$) f.i.k. pasayishi kiradi. SHuningdek quruq va issiq iqlim sharoitlarida panellar ustki qismlarining chang bilan, sovuq iqlim sharoitlarda esa qor bilan qoplanishi panellarning f.i.k. ga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Quyosh panellari sohasidagi jahonning yetakchi ishlab chiqaruvchilari ularni turli xil o'lcham va quvvatlarda keng ishlab chiqarmoqda. Eng keng tarqalgan panellar quvvati 3 Vt dan 120 Vt gacha alyumin karkaslarga o'rnatilgan panellar bo'lib, ular 32 xil quvvatda ishlab chiqarilmoqda. Kamroq 1,7 Vt dan 24 Vt gacha quvvatli panellar asosan 16 xil turda ishlab chiqariladi. Bu panellar kristall asosning o'zi, yoei metall asoslarga o'rnatilgan bo'ligishi mumkin. SHuningdek amorf kremniy asosida yaratilgan yupqa plyonka ko'rinishidagi panellar ham ishlab chiqariladi. Ammo ularning f.i.k. kristal strukturali panellarga nisbatan kamroq.

Quyosh panellarini ishlab chiqarish jahon sanoatida eng foydali va istiqbolli yo'nalish sifatida tobora keng rivojlanib bormoqda. Sunggi yillarda bu sohada jahonning quyidagi kompaniyalari yetakchilik qilmoqda:

-**Abi-Solar** –kompaniyaning bosh ofisi Angliyada, lekin mahsulotlari Osiyo mamlakatlarida joylashgan Start-Country, Q-Solar, APC, Sunrise korxonalarida ishlab chiqariladi. Panellarni ishlab chiqarish ko'lam va ularning jahon miqyosida sotilishi bo'yicha birinchi o'rinda turadi;

-**Panasonic (SolarCity)**- elektronika mahsulotlari ishlab chiqarish bo'yicha uzoq yillardan beri jahonning eng mashhur ishlab chiqaruvchisi. Keyingi yillarda AQSH ning "Tesla" kompaniyasi bilan birlashib, quyosh panellarini ham ishlab chiqarmoqda;

- **Viessmann**-Germaniyaning sanoat isitish mahsulotlari ishlab chiqaruvchi yirik kompaniyasi bo'lib, ekologik toza energiya va isitish tizimlari ishlab chiqarishda jahonga mashhur. Fotogalvanik panellardan tashqari geliotermik sistemalar (quyosh nurini bevosita issiqlikka aylantirish) ishlab chiqarishda ham yetachilik qiladi.

Bulardan tashqari yana Suntech, Yingli, Trina Solar, First Solar hamda Sharp Solar kompaniyalarining quyosh panellari ham juda keng tarqalgan.

So'nggi yillarda quyosh nurining nafaqat optik diapazoni nurlanishi energiyasidan, balki infraqizil nurlanishidan ham elektr energiyasi hosil qilish borasida tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunda quyosh nurining infraqizil diapazoni issiqlik ta'sirida, optik diapazoni fotogalvanik usulda elektr tokiga aylantiriladi. Bu usul termofotoelektrik usul deb nomlangan. Yaqin kelajakda bunday usulda ishlovchi quyosh panellarini keng tarzda ishlab chiqarilishi kutilmoqda. Bu panellarning f.i.k. oddiy fotogalvanik panellarga qaraganda ikki marta yuqori bo'lishi ta'kidlanmoqda.

Kosmik texnikalarda quyosh allaqachon asosiy elektr energiyasi manbai bo'lib ulgurgan bo'lsa, bugungi kunda avtomobillarda, suv va havo trans- portida ham quyosh energiyasidan foydalanish amaliy tus olib bormoqda.

Xulosa qilib aytganda, fotogalvanik, shu jumladan termofotoelektrik usul bilan quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish zamon talablaridan kelib chiquvchi, muqobil energetikaning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib, an'anaviy elektr energetikasi asta-sekin o'z o'rnini shu boshqa turdagi muqobil usullarga bo'shatib beradi.



13.5-rasm. Quyosh energisida ishlovchi avtomobil, samolyot va kema

Fotogalvanik quyosh elektr stantsiyalari (FQES).

Quyosh energiyasidan fotogalvanik usulda elektr toki ishlab chiqarish jahon miqyosida tobora keskin rivojlanmoqda. Ayniqsa 1980-yillardan boshlab quyosh panellarini keng ko'lamda ishlab chiqarishni yo'lga qo'yilishi bu sohani rivojlantirishda asosiy omil bo'ldi. Agar 2000-yilda jahondagi barcha fotogalvanik quyosh elektr stantsiyalarining quvvati 1 GVt dan ortiq bo'lgan bo'lsa, 2017 yil oxiriga kelib bu ko'rsatkich 100 GVt ga yaqinlashib qoldi.

Izoh. Jahon miqyosida quyosh elektr stantsiyalarining umumiy quvvati haqidagi turli manbalarning ma'lumotlari bir-biridan biroz farq qiladi. Buning sababai, ayrim manbalar quyosh elektr stantsiyalarini fotogalvanik va termik usullarga bo'lib alohida ko'rsatsa, ayrimlari umumiy holda ko'rsatadi. SHuningdek, ba'zi ma'lumotlar stantsiyalarning rejadagi quvvati, ba'zi ma'lumotlar esa

muayyan paytdagi real quvvatlar asosida tuzilgan. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar jahondagi fotogalvanik usulda ishlovchi stantsiyalarning real quvvtlariga tegishli.

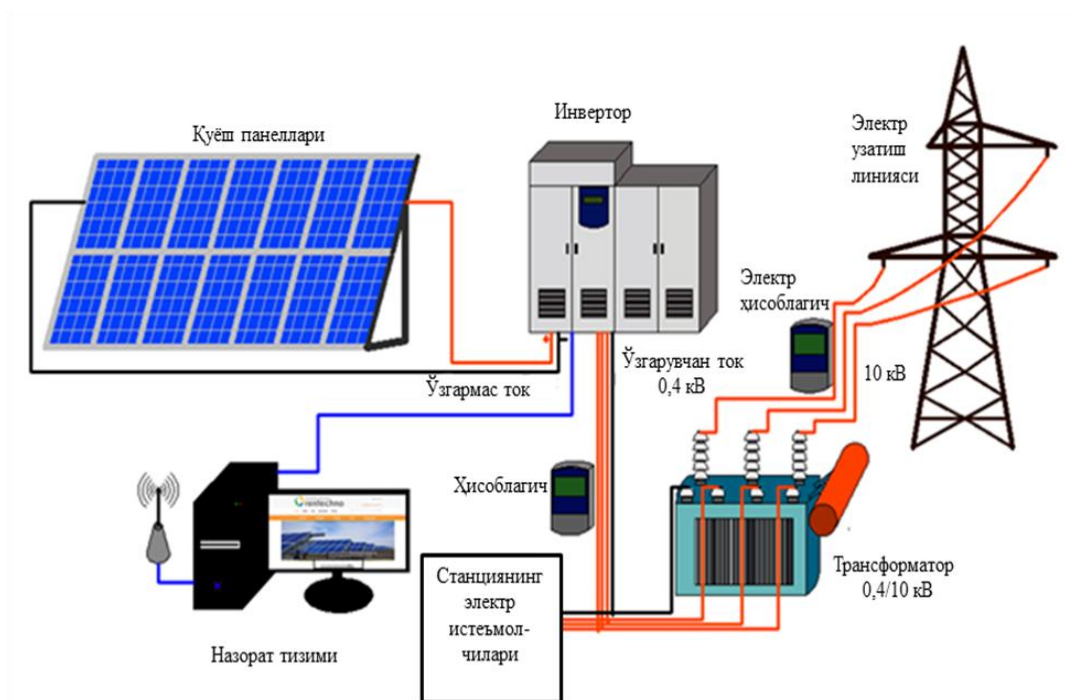
Germaniyaning "Bernreuter Research" xalqaro analitik tadqiqotlar o'tkazuvchi kompaniyaning ma'lumotlarida 2017 yilda bu ko'rsatkich 100 GVt bo'lishi bashorat qilingan edi. Natija esa biroz kamroq bo'lib chiqdi. Bunga Xitoyda bu sohadagi rivojlanish sur'ati pasayganligi sabab qilib ko'rsatilmoqda. Chunki jaxon miqyosidagi barcha quyosh elektr stantsiyalari quvvatining yarmidan ko'prog'i Xitoy hissasiga (2016 yil oxirida 52 GVt) to'g'ri keladi. Keyingi o'rinlarda AQSH - 12,5 GVt, Hindiston - 9 GVt, Yaponiya-5,8 GVt, Germaniya-2.2 GVt, Braziliya 1,3 GVt bormoqda



13.6-rasm. AQSH Kaliforniya shtatidagi dunyoda eng katta FQES, quvvati 550 MVt

So'nggi 25-30 yil davomida FQES larning quvvati tinimsiz ortib bordi. Masalan 1980-yillar oxirida qurilgan va jahonda eng katta deb hisoblangan FQES quvvati bir necha MVt ni tashkil etgan bo'lsa, 2010-yillarda 100 MVt quvvatli stantsiyalar (AQSH, Xitoy va Hindistonda), 2014-2016 yillarda esa, quvvati 300 MVt dan 550 MVt gacha bo'lgan stantsiyalar (AQSHda) qurildi 6-rasm.

Katta quvvatli FQES qurish uchun albatta juda ko'p miqdordagi quyosh panellari zarur bo'ladi. Masalan dunyodagi eng yirik FQES lardan biri AQSH dagi Kaliforniya stantsiyasi bo'lib, uning quvvati 550 MVt. Bu quvvatni hosil qilish uchun FQES da 9 million dona quyosh panellari o'rnatilgan. Buning uchun albatta ma'lum miqdordagi yer maydoni zarur.

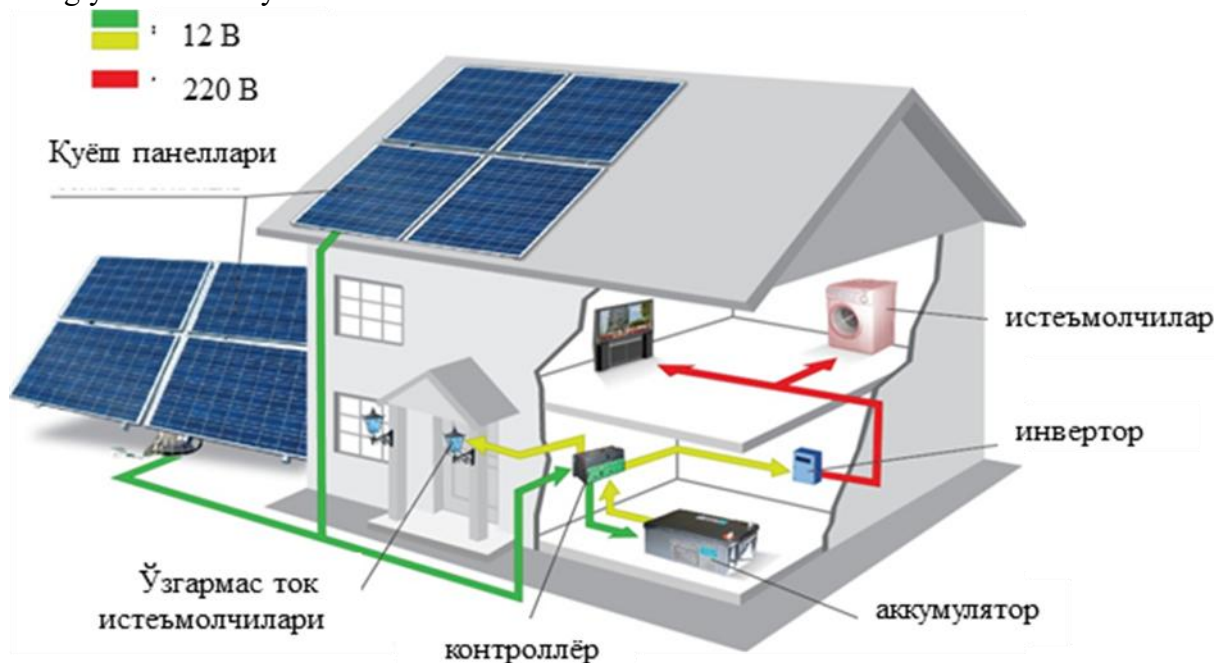


13.7-rasm. An'anaviy elektr tarmog'iga ulanuvchi FQES tuzilishi.

Stantsiyaning o'z ehtiyojlari uchun ham FQES ishlab chiqargan elektr energiyasidan foydalanadi. SHuningdek stantsiyaning butun ish rejimi, texnologik parametrlari nazorat qilib turiladi.

Alohida olingan iste'molchilar uchun qurilgan FQES va shaxsiy xo'jaliklarning quyosh panellari umumiy tarmoqqa ulanmaydi. Ularning kunduzi ishlab chiqargan ortiqcha energiyasi akkumulyatorlar yordamida tunda ishlatish uchun zahiralanadi. Demak bu holda qo'shimcha ravishda yana akkumulyatorlar ham zarur bo'ladi. Quyosh panellaridan foydalanib qo'shimcha elektr manbai tizimi hosil qilish sxemasi 8-rasmda ko'rsatilgan.

Quyosh panellarining miqdori umumiy quvvatni belgilaydi. Ularni tomga, agar ko'p miqdorda bo'lsa yana alohida yerga o'rnatish mumkin. Panellarning chiqish kuchlanishi kontrolyorga beriladi. Kontrolyor kerakli miqdordagi quvvatni iste'molchiga, ortiqcha quvvatni akkumulyatorga yo'naltirilishini avtomatik tarzda ta'minlab turadi. SHu usulda, quyosh panellarining ortiqcha energiyasi akkumulyatorlarda zahiralab boriladi.



13.8-rasm. Yakka tartibda quyosh panellaridan foydalanish sxemasi.

Iste'molchiga yuborilgan o'zgarmas elektr toki invertorda o'zgaruvchan tokka aylantirilib uyning umumiy elektr tarmog'iga ulanadi. Uyning elektr iste'mol quvvati quyosh panellari berayotgan quvvatdan katta bo'lgan paytda, kontrolyor avtomatik tarzda akkumulyatoridagi energiyani ham iste'molchiga uzatilishini ta'minlaydi.

Quyosh panellari hosil qilgan elektr quvvatining ma'lum qismi invertorda isrof bo'ladi. Invertordagi isrof, iste'mol quvvatiga to'g'ri proporsional, shuning uchun uydagi 12 V kuchlanishda ishlaydigan ayrim iste'molchilarni (masalan zaryadlash qurilmalari, elektr qo'ng'iroqlar, ayrim yoritish qurilmalari va hokazo) uy elektr tizimi orqali emas, balki bevosita quyosh panellariga ulash samaraliroq hisoblanadi.

SHamol energiyasidan foydalanish. SHamol energiyasidan foydalanish deganda, atmosferadagi havo oqimining kinetik energiyasidan foydalanish tushuniladi. Bunda havo oqimi energiyasini mexanik energiyaga, issiqlik energiyasiga, elektr energiyasiga yoki biror boshqa turdagi energiyaga aylantirilib, so'ng undan foydalanish mumkin. SHamol energiyasini mexanik energiyaga va elektr energiyasiga aylantirish usullari eng keng tarqalgan. Ayniqsa shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirish, muqobil elektroenergetikaning eng istiqbolli, iqtisodiy jihatdan samarador yo'nalishlaridan biridir.

SHamol energiyasini mexanik energiyaga aylantirib undan foydalanish qadim zamonlardan buyon mavjud, 9-rasm. Bunga shamol tegirmonlari, yelkanli kemalar misol bo'ladi. Dastlabki shamol tegirmonlari eramizdan avvalgi 200g'yillarda Fros ko'rfazi davlatlarida paydo bo'lganligi haqida ma'lumotlar bor. Yevropa davlatlarida esa shamol tegirmonlari 15-16 asrlardagina paydo bo'lgan. Agar, shamol tegirmonlaridan foydalanish geografiyasiga e'tibor beradigan bo'lsak shuni ko'ramizki, ular asosan dengiz bo'yi mamlakatlarida qadimdan yaxshi rivojlangan. Buning sababi esa, okean va dengizlarga yaqin quruqliklarda shamolning doimiyligidir.



13.9-rasm. SHamol va suvda ishlovchi eng qadimiy muxandislik qurilmalari.

Materiklarning ichkarisida esa, shamol doimiy bo'lmay, kamroq kuza- tiladi va tasodifiy xarakterga ega, SHuning uchun bu mintaqalarda qadimdan shamol energiyasidan foydalanilmagan. Masalan O'rta Osiyo davlatlarida, jumladan mamlakatimizda hech qachon shamol tegirmonlari bo'lmagan. Uning o'rniga suv tegirmonlari, sug'orish tizimlarida esa suv charxpalaklari bo'lganligini yaxshi bilamiz. Lekin bundan, kelajakda ham bu mintaqalarda shamol energiyasidan foydalanmaslik kerak degan xulosa chiqmaydi albatta. CHunki texnologiyalarning taraqqiyoti, aerodinamik tizimlarning, xususan shamol parraklarini ishlab chiqarish texnologiya- larining rivoji, nisbatan kuchsiz shamollar sharoitida ham, shamol energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarishning samaradorligini oshirmoqda. Eng sosiysi, shamol energiyasi muqobil elektroenergetikada eng arzon energiyadir, chunki u yuqori texnologiyalarni (masalan quyosh panellaridagi singari) talab etmaydi va birlamchi energiyani elektr energiyasiga aylantirishda f.i.k. yuqori.

SHamol energiyasidan foydalanishning holati. SHamol energiya- sidan elektr toki ishlab chiqarish muqobil energiya turlaridan eng dastlabkisidir. SHamol tegirmonlarini elektr energiyasi ishlab chiqarishga moslashtirish 1890-yillarda Daniyada boshlangan. 1910-yillarga kelib esa jaxonda (asosan Yevropada) quvvati 5 kVt dan 25 kVt gacha bo'lgan 100 dan ortiq shamol elektr stantsiyalari mavjud bo'lgan.

Agar, 1990- yillardan boshlab 2012- yilgacha jahon miqyosida mavjud bo'lgan shamol elektr stantsiyalarining quvvatini tahlil qilsak, sohada bir maromdagi o'sishni kuzatish mumkin 13.1- jdvalga qarang

13.1-jadval

Yillar	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012
Quvvat GVt	9,66	18,039	31,164	47,686	73,904	120,791	196,630	282,400
Yillik o'sish %	29	29	28	21	25	28	25	19

O'tgan 15 yil davomida umumiy quvvat deyarli 30 baravar ortgan, yillik o'sish esa, o'rtacha 25% ni tashkil etgan. 2014- yil oxirida jahondagi barcha shamol elektr stantsiyalarining umumiy quvvati 369 GVt bo'lgan bo'lsa, 2016 yil oxiriga kelib bu ko'rsatkich 430 GVt dan ham oshib ketdi (lekin ayrim manbalarda 2016- yil yakunlari bo'yicha umumiy quvvat 486 GVt ko'rsatilgan). Ya'ni sohadagi yillik o'sish 2014-2016 yillarda ham (o'rtacha 16%) davom etib keldi.

So'nggi yillarda bu sohada AQSH, Hindiston, Xitoy, Germaniya, Ispaniya, Angliya, Frantsiya, Kanada kabi davlatlar yetakchilik qilib kelmoqda. SHamol energiyasidan foydalanishda yetakchilik qilayotgan davlat- lardagi o'rnatilgan stantsiyalarning quvvatlari 7.6- jadvalda keltirilgan. Quyosh energiyasidan foydalanish sohasidagi singari bu yerda ham Xitoyning o'zni beqiyos.

7.6- jadval

Davlatlar	Xitoy	AQSH	Germaniya	Ispanya	Hindiston	Angliya	Frantsiya	Kanada	Italiya	Braziliya
Quvvat GVt	114,7	65,87	39,16	22,98	22,46	12,44	9,5	9,69	8,66	5,93

SHamol elektr energetikasi Daniyada paydo bo'lgan bo'lsa, hozirgacha bu davlat sohada yetakchilikni bermay kelmoqda. Garchi mamlakatdagi shamol genertorlarining umumiy quvvati yuqoridagi jadvalda keltirilgan davlatlardagiga nisbatan kam (4,84 GVt) bo'lsada (kichik davlat bo'lgani uchun), shamol energiyasining mamlakat umumiy elektroenergiyasidagi hissasi yuqori. 2014- yil yakunlariga ko'ra bu ko'rsatkich 40 % ortiqroqni tashkil etgan. Bu sohada Daniya boshqa davlatlardan ancha ilgari ketdi. Keyingi o'rinlarni Portugaliya-27%, Nikaragua-21%, Ispaniya-20 %, Irlan- diya - 19%, Germaniya-8% bormoqda.

SHamol elektr stantsiyasining tuzilishi. SHamolning kinetik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi barcha turdagi qurilmalar shamol elektr qurilmasi (SHEQ) deb yuritiladi. SHamol energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun dastlab shamolning oqim kuchi (harakatlanayotgan havo massasining kinetik energiyasi) foydalanish uchun yaroqli ko'rinishdagi mexanik xarakat energiyasiga aylantiriladi. Bunday turdagi mexanik xarakat aylanma yoki tebranma xarakat bo'lishi mumkin. Amalda, asosan aylanma xarakat qo'llaniladi. Buning uchun shamol parraklari ishlatiladi.

Havo oqimi parraklarga urilib uni aylantiradi. Havo oqimining-shamolning tezligi qancha katta bo'lsa, parraklarga ta'sir etuvchi kuch ham katta bo'ladi. Bundan tashqari, quvvat parraklarning konstruksiyasi va o'lchamlariga ham bog'liq. Parraklarning havo bilan to'qnashuvchi yuzalari va yuzaning aylanish o'qidan uzoqligi qancha katta bo'lsa, parrakni aylantiruvchi kuch momenti, demak quvvat ham shuncha katta bo'ladi. SHuning uchun parraklarning uzunligi va yuzalarining katta bo'lishi muhim.

SHamolning parraklarda hosil qiluvchi quvvati umumiy holda quyidagicha aniqlanadi

$$P_0 = C_p \frac{\rho A V_0^3}{2}, \quad (7.4)$$

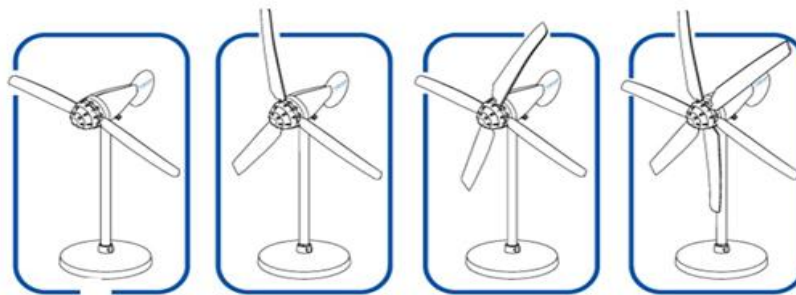
bu yerda A-parrakning shamol bilan ta'sirlashuvchi yuzasi (m^2), V_0 – shamol tezligi (m/s), ρ –havoning zichligi (dengiz sathida o'rtacha $1,225 \text{ kg/m}^3$), S_r – shamolning tezligi va qurilmaning (asosan parrakning) konstruksiyasiga bog'liq koeffitsient bo'lib 0,35 dan 0,5 gacha oraliqda o'zgaradi. Lekin hosil bo'lgan mexanik energiyaning hammasini ham elektr energiyasiga aylantirib bo'lmaydi. Amalda bu R_0 mexanik energiyaning 25% qismi elektr energiyasiga aylanadi $R_{el} = 0,25R_0$. Zamonaviy shamol elektr qurilmalarida turli xil usullar bilan R_{el} elektr quvvatni 40%, hatto 50 % gacha yetkazish mumkin. Bunda aylanuvchi mexanik qismlardagi ishqalanishni kamaytirish, elektr generatorlarining turi va quvvatini to'g'ri tanlash orqali ularning samaradorligini oshirish muxim rol o'ynaydi.

SHamol elektr qurilmalarining f.i.k. ko'p jihatdan shamol parraklariga bog'liq. Amalda qo'llanilayotgan barcha turdagi shamol parraklarini ikki guruhga ajratish mumkin:

aylanish o'qi gorizontal joylashgan parraklar (10-rasm);

aylanish o'qi vertikal joylashgan parraklar (11-rasm).

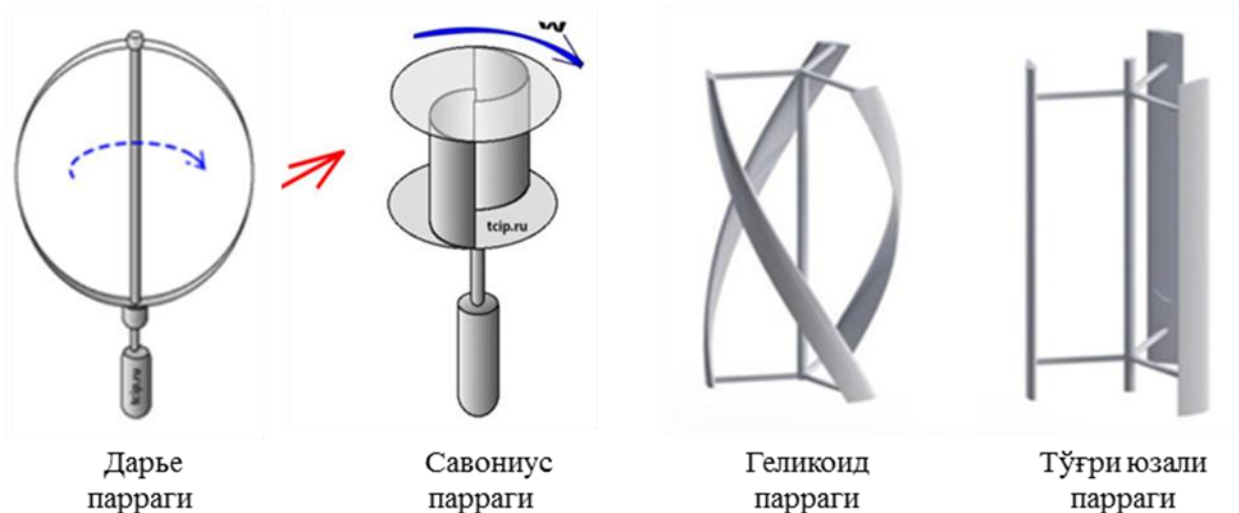
Birinchi turdagi parraklar asosidagi shamol qurilmalari amaliyotda kengroq tarqalgan.



13.10- rasm. Gorizotal o'qli parraklar

Bunday parraklar ikki, uch yoki ko'proq qanotli bo'lishi mumkin. Kam quvvatli SHEQ larda qanotlar ko'proq bo'ladi. Katta quvvatli larda esa qanotlar ikkita yoki uchta bo'lishi mumkin. Uch qanotli parraklar amalda ko'proq uchraydi. Parraklarning o'lchamlariga qarab qurilmalarning quvvati turlicha bo'lishi mumkin.

Vertikal o'qli parraklar kam quvvatli SHEQ uchun ishlatiladi. Ularning turli ko'rinishdagi konstruksiyalari mavjud bo'lib, amalda ko'proq 7.46- rasmda keltirilgan turlari ishlatiladi.



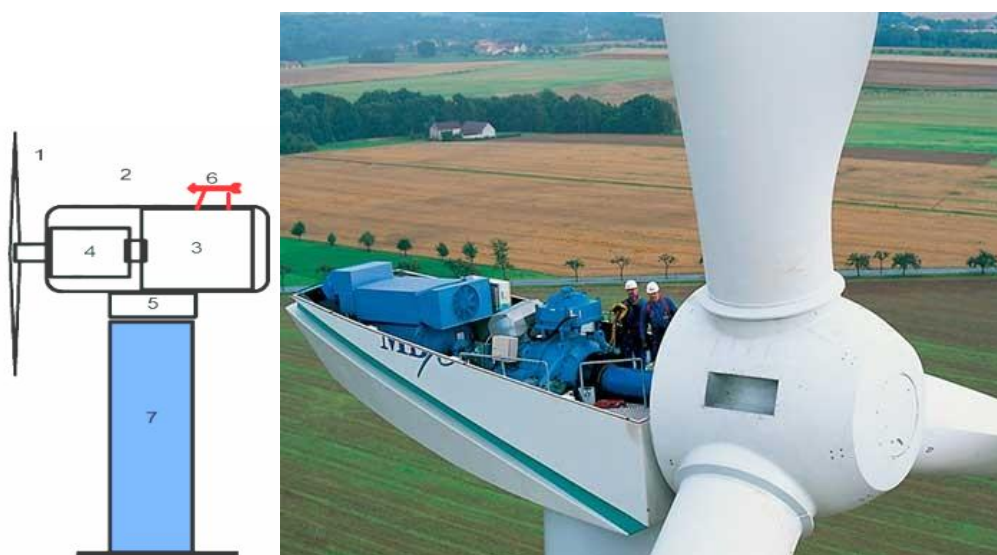
13.11-

rasm. Turli konstruksiyadagi vertikal o'qli parraklar

Ko'rsatilgan konstruksiyalar ichida Savonis parragi muxim ahamiyatga ega. Uning aylanish tezligi shamolning tezligiga kuchsish bog'langan va asosan doimiy tezlik bilan aylanadi. Lekin konstruksiyaning f.i.k. juda kam.

Katta quvvatli va sanoatlashtirilgan SHEQ asosan gorizontall o'qlidir. Gorizontall o'qli SHEQ sxematik tuzilishi va umumiy ko'rinishi 12- rasmda keltirilgan. Barcha qurilma 7-mustahkam ustun asosida ma'lum balandlikka ko'tariladi. Ayrim hollarda, mustahkamlikni ta'minlash uchun qurilma troslar yordamida yon tomonlarga atortib ham qo'yiladi. Qurilmaning asosiy mexanik qismlari 1-shamol parragi, 2-golovka, 4-reduktor va 5-aylanuvchi platformadan iborat.

Parrakning aylanma harakati reduktorda tezlashtirilib 3-elektr generator rotoriga uzatiladi. Kam quvvatli qurilmalarda parrakning aylanma harakati reduktor orqali emas, balki bevosita generator rotoriga uzatilishi ham mumkin. Elektr generatorida o'zgarmas yoki o'zgaruvchan elektr toki ishlab chiqariladi. Kam quvvatli qurilmalarda o'zgarmas tok, katta quvvatli qurilmalarda esa o'zgaruvchan tok ishlab chiqariladi. Katta quvvatli va asosiy elektr tarmoqlariga ulangan SHEQ da kuchaytiruvchi transformatorlari ham bo'lib, ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan kuchlanish yuqori kuchlanishga aylantiriladi (10kV, 22kV, 35 kV va hokazo) va elektr uzatish liniyasiga beriladi. Kam quvvatli qurilmalarda ishlab chiqarilgan o'zgarmas elektr toki inverterlar yordamida o'zgaruvchan elektr tokiga aylantiriladi va iste'molchiga uzatiladi. Odatda kam quvvatli SHEQ alohida iste'molchilar uchun ishlaydi va asosiy elektr tarmog'iga ulanmagan bo'ladi.



13.12- rasm. SHamol elektr qurilmasining tuzilishi va umumiy ko'rinishi.

1-shamol parragi, 2-bosh qism (golovka), 3-elektr generatori, 4-reduktor, 5-aylanuvchi platforma, 6-o'lchov qurilmalari bloki, 7-qurilmaning ustuni.

Katta quvvatli qurilmalar maxsus o'lchov vositalari bilan ham jihozlangan bo'ladi. Bu o'lchov vositalari qurilmaning texnologik parametrlaridan tashqari ob-havo haqidagi ma'lumotlarni (asosan shamol tezligini) ham o'lchaydi. Chunki katta texlikdagi shamolda qurilmaning ishlashi xavfli bo'lib uning parraklari maxsus elektromexanik qurilmalar orqali tormozlab qo'yiladi.

SHEQ ishlab chiqarilishi va qo'llanilishiga qarab uchta asosiy turga bo'linadi:

-sanoatlashgan SHEQ, ular katta quvvatli qurilmalar bo'lib 500 kVt dan bir necha MVt quvvatgacha bo'lishi mumkin va sohaning yetakchi ishlab chiqaruvchilari tomonidan 500kVt; 1 MVt; 1,5MVt; 2MVt; 4MVt quvvatlar da keng ishlab chiqarilmoqda. Hatto 8 MVt quvvatli SHEQ ham yaratilgan. Bunday qurilmalar uchun tegishli standartlar va me'riy hujjatlar shakllangan. Bir yoki bir nechta sanoatlashgan SHEQ shamol elektr stantsiyalari sifatida faoliyat ko'rsatib, elektroenergetikanig alohida yo'nalishi tashkil qiladi. Bunday elektr stantsiyalarini rejalashtirish va qurishni davlat, yoki yirik energetika komplekslari amalga oshiradi. Shamol elektr qurilmalari asosida qurilgan katta elektr stantsiyalarning quvvati 8 MVt gacha boradi ;

- kichik SHEQ ular 1kVt dan 100 kVt quvvatgacha bo'lib, alohida buyurmalar asosida quriladi va ma'lum iste'molchilar guruxining energetik masalalarini yechishga qaratilgan bo'ladi. Masalan fermerlar, o'rmon xo'jaliklari, turli ekspeditsiyalar va boshqa, elektr tarmoqlaridan uzoqda bo'lgan iste'molchilar;

-mikro SHEQ, quvvati 1 kVt gacha bo'lgan iste'molchilar (asosan shaxsiy xo'jaliklar) uchun.

Kichik va mikro SHEQ uchun alohida standartlar va texnik me'yorlar shakllanmagan. Bunday shamol qurilmalari iste'molchining turi va quvvatidan kelib chiqib yakka tartibda rejalashtiriladi va yaratiladi.

Eng katta quvvatli SHEQ 2007 yilda Germaniyada qurilgan Enercon (E-126) SHEQ bo'lib (7.48-rasm) uning quvvati 7,58 MVt, umumiy balandligi 200m, qurilmanning bosh qismi (golovka) yerdan 135m balandlikda joylashgan, parraklarining diametri 126m. Qurilmaning umumiy massasi 6000 tonna bo'lib, parraklarning o'zi 364 tonna.

7.6.3. Geotermal energiyadan foydalanish. Geotermal energiya Yer qobig'ining issiqlik energiyasidir. Geologik tadqiqotlar natijalariga ko'ra Yer shari markazidagi harorat 6000°S va undan ham yuqori bo'lishi mumkin. Yer shari yadrosining bu haroratdagi qismi magma deb ataladi. Bunday katta harorat milliard yillar davomida Yer sharining granit qatlamidagi radioaktiv yemirilishlar, kimyoviy reaksiyalar natijasida shakllangan deb qaraladi. Yer markazida harorat eng baland bo'lib, Yer sirtiga ko'tarilgan sari harorat pasayib boradi. Yer sirtidan 5 km chuqurlikda harorat 125°S, 10 km chuqurlikda 250°S 15 km chuqurlikda harorat 600°S va undan yuqori bo'lishi aniqlangan. Agar Yerning radiusi o'rtacha 6400 km ekanligini hisobga olsak yuqori haroratli qatlamning o'lchamlarini chamalab ko'rish mumkin. Demak Yer sharining asosiy qismi yuqori haroratdagi moddalardan iborat ekan.



13.13- rasm. Issiq suv buloqlari (geyzerlar) va yer ostidan issiq suvni olish.

Geotermal energiyaning asosiy xususiyati shundaki biz undan tabiat bizga imkon yaratgan joylardagina foydalana olamiz. Bunday imkoniyatlar AQSH, Italiya, Islandiya, Meksika, Yapogiya, Yangi Zelandiya, Rossiya, Filippin, Vengriya, Salvador xududlarida mavjud. Bu yerlarda Yerning issiqlik energiyasi issiq suv buloqlari (geyzerlar), bug' aralash qaynoq suv yoki vulqonlar ko'rinishda namoyon bo'ladi. Bu issiq suv quvurlar orqali (13- rasm) iste'molchilarga (elektrostantsiyaga, isitish tizimlari stantsiyasiga yoki alohida xonadonlarga) uzatiladi. Issiqlik harorati va ulardan foydalanish turlariga geotermal energiya manbalari 4 ta asosiy guruhlariga bo'linadi:

er sirti ustki qatlamining issiqligi. Bu issiqlikdan ham amalda foydalanish mumkin, buning uchun issiq qatlamlarga nasoslar orqali havo yuborilib, qizigan havo qayta so'rib olib ishlatiladi;

qaynoq suv va suv bug'lari-tabiiy ravishda yer sirtiga sizib turadi va undan elektr energiyasi ishlab chiqarishda amalda foydalanilmoqda;

erning chuqur qatlamlaridagi granit qobiqning yuqori harorati. Bu haroratdan foydalanish uchun unga suv yuborib, hosil bo'lgan suv bug'ini qaytarib so'rib olib foydalanish mumkin deb taxmin qilinmoqda. Bu soha petrotermal energetika deb ataladi;

vulqonlar ostidagi suyuq magmaning energiyasi.

Ayrim ma'lumotlarga ko'ra Yerning, ustki 10 km qobiqdagi geotermal energiyasining atigi 1% qismi, butun yer sharida mavjud bo'lgan neft va gaz zahiralari energiyasidan 500 marta kattadir, yoki to'liq geotermal energiya yer ehtiyojlarini qondirish uchun 35 mlrd yilga yetishi mumkin. Lekin yuqorida ta'kidlanganidek biz undan faqatgina tabiat imkon bergan hollardagina foydalanmiz.

Geotermal energiyadan issiqlik manbai sifatida foydalanish ancha uzoq tarixga ega va amalda yaxshi samara beradi. Masalan Islandiyaning poytaxti Reykyavik shaxri isitish tizimlari to'liq yer osti issiq suvlariga asoslangan. SHuningdek, geyzerlar ko'p hududlarda alohida shaxsiy xo'jaliklar issiqlik ta'minoti tizimida ham yaxshi samara beradi 7.54- a rasm. CHunki bunday geyzerlar elektr isitish tizimlari o'rnini qoplaydi va elektr energiyasini tejashga olib keladi.

Geotermal energiya asosidagi elektr stantsiyasi birinchi bo'lib 1916 yilda Italiyada qurilgan bo'lib uning quvvati 7,5 MVt bo'lgan. 1990- yillarga kelib jahondagi barcha geotermal elektr stantsiyalarning quvvati 7,3 GVt; 2007 -yilda 9,7 GVt; 2010- yilda esa yaqin 11 GVt bo'lgan. Soha bo'yicha AQSH, Filippin va Indoneziya jahonda yetakchi o'rinlarda turadi.

To'lqin energiyasidan foydalanish. Yer yuzining sosiy qismini okean suvlari qoplab turadi. SHamollar doimiy ravishda okean va dengizlar sirti bilan ta'sirlashib suv to'lqinlarini yuzaga keltiradi. Havo oqimi-shamolning solishtirma quvva- tiiga qaraganda dengiz to'lqinining quvvati ancha katta. CHunki suvning zichligi havoga qaraganda juda katta bo'lib, birlik hajmga to'g'ri keluvchi massa ham katta bo'ladi. Natijada ma'lum tezlikdagi va xajmdagi havodan ko'ra, shuncha tezlik va hajmdagi suvniing ta'sir ancha katta. Nazariy hisob-kitoblarga qaraganda, dengiz ichkarisida, qirg'oqqa qarab kelayotgan 10 balandlikdagi to'lqinning to'lqin fronti bo'ylab 1m kengligi 2 MVt quvvat hosil qiladi. Qirg'oqlarda to'lqinlarning balandligi asosan 2 m gacha boradi va bu to'lqinlarning 1m kengligi o'rtacha 75-80 kVt quvvat hosil qiladi. Bu ko'rsatkich materik iskarisidagi dengizlarda kamroq (masalan Qora dengizda 6-8kVt, Kaspiyda 7-11 kVt) bo'lsa, ochiq dengizlarda (masalan Yapon dengizida 21-31 kVt, Bering dengizida 15-4 kVt) kattaroq bo'ladi. Bu quvvatning qancha qismini foydali quvvatga aylantirish, albatta konstruksmyalarning xususiyatlari bilan aniqlanadi.

To'lqin energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun turli xil konstruksiyalar mavjud bo'lib, shulardan eng keng tarqalgani suzgichli (po'kakli) konstruksiyadir. Bunda suvda qalqib turuvchi suzgich (ichi bo'sh yengil metal, yoki boshqa materiallardan yasalgan konstruksiyalar) dengiz to'lqini ta'sirida vertikal yo'nalishda harakatlanib mexanik energiya hosil qiladi. Suzgich harakatidan mexanik energiya hosil qiluvchi mexanizmlarning turlari juda ko'p. SHulardan ayrimlari 14-rasmda keltirilgan. 14-a rasmda Braziliya qirg'oqlarida qurilgan to'lqinli elektrostantsiyaning suzgich qismi ko'rsatilgan. Dengiz to'lqinida suzgichlar tebranma harakat qilib unga ulangan richagni harakatlantiradi. 14- b rasmda esa Portugaliya qirg'oqlarida qurilgan, quvvati 2,25 MVt bo'lgan to'lqinli elektrostantsiyaning suzg'ichi ko'rsatilgan. Bu konstruksiyaning suzgichi "ilon" (sea-snake) konstruksiyali bo'lib 4 ta sektsiyadan iborat.



a



b

13.14- rasm. Suzgichli va tebranuvchi konstruksiyalar.

Sektsiyalar biri-biri bilan sharnirlar orqali ulangan va dengiz to'liqida butun konstruktsiya sharnirli ulangan joylaridan egilib tebranadi. Egilish joylariga esa suv nasosining porshenlari ulangan. To'liqida konstruktsiya tebranganda nasos porshenlari harakatlanib gidrorubinani aylantiradi, gidrotrubina esa generator rotorini aylantiradi.

Muqobil energetikaning boshqa turlari haqida. Muqobil energetika, energiyaaning muqobil turlarini bevosita elektr energiyasiga aylantirish va elektr toki ishlab chiqarishda yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan organik yoqilg'ilarning muqobil turlarini yaratish kabi ikki asosiy turga bo'linadi.

Diqqatimizni esa bevosita elektr toki hosil qilishning yuqorida ko'rib o'tilgan usullaridan tashqari, kelajakda istiqbolli deb tan olinayotgan ayrim turlariga qaratamiz.

Elektr qurilmalarida, ayniqsa elektron qurilmalarda iste'mol quvvatining kamayishi kelajakda muqobil energiya manbalarining o'ta kam quvvatli turlarini ham amaliyotga tadbqiq etish imkoniyatini yaratadi. SHu jihatdan, kelajak elektr energetikasida nafaqat yangi energiya manbalarini yaratish, balki mavjud elektr va elektron qurilmalarning iste'mol quvvatini kamaytirish ham muhim. Ayniqsa nanotexnologiyalar sohasida, elektr energiyasi hosil qilishning har qanday usuli, o'rni kelsa elektr energiyasi manbai bo'lishi mumkin.

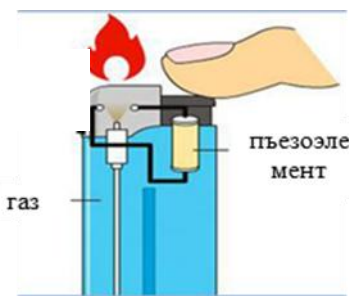
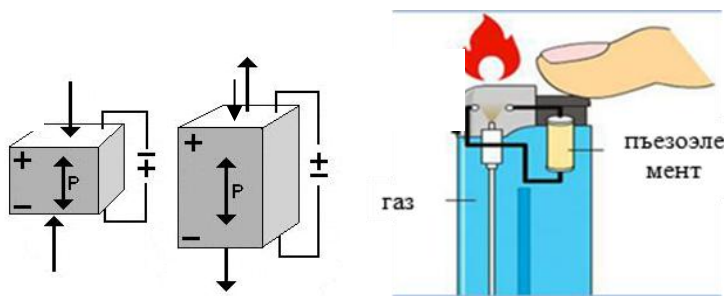
Kosmik quyosh stantsiyalari.

Quyosh nuri energiyasidan samariloq foydalanish uchun quyosh panellarini atmosferadan tashqariga, ochiq kosmosga joylashtirib elektr energiyasi hosil qilish bo'yicha ilmiy dasturlar mavjud.

Bunda hosil bo'lgan energiya mikroto'liqlar ko'rinishida, yoki lazer nurlanishi ko'rinishida yerga uzatilishi mumkin. Hozircha bu usul o'ta qimmat bo'lsada, kosmik texnikaning va elektron texnologiyalarning bugungi taraqqiyoti darajasida yaqin kelajakda real haqiqatga aylanishi mumkin.

P'ezoelektrik generatorlar. P'ezoelektrik effekt 1880 yilda mashhur frantsuz olimlari, aka uka Jan va P'er Kyurilar tomonidan kashf etilgan. Tajribada ular turmalik kristalli sirtini kuch bilan bosganda kristallning yon tomonlarida elektr toki hosil bo'lgan. Bu hodisa fanda p'ezoelektrik (piézō-bosish, qisqis ma'nolarini beradi) effekt nomi bilan mashhur. Bu effekt turmalindan tashqari yana kvarts va bir qator sun'iy kristalllarda ham kuzatiladi. P'ezoelektrik effekt kristall struktura-ning mexanik kuch ta'sirida deformatsiyalanishi oqibatida dielektrlarda qutblanish yuzaga kelishi bilan tushuntiriladi. Deformatsiyalovchi kuch yo'nalishi o'zgarsa, qutblanish yo'nalishi ham o'zgaradi, ya'ni kristall siqilganda va cho'zilganda (7.59- a rasm) sirtlardagi qutblar teskarisiga almashadi. P'ezoelektrik effekt shuningdek qaytuvchalik xususiyatiga ham ega, ya'ni kristallga tashqaridan kuchlanish berilsa kristall panjarada deformatsiyalanish yuzaga keladi. Bu xususiyatlari tufayli p'ezoelektrik effekt elektron texnikada, ayniqsa radiotexnikda va elektr o'lchov qurilmalarida juda keng ishlatiladi.

P'ezoelektrik effektning elektr energiyasi manbai sifatida amalda tadbqiq etishdagi asosiy muammo, p'ezoelektrik jarayonning davomiylik vaqti juda qisqaligidir. Masalan oddiy p'ezoelektrik zanjigalkada, kristallni bosganimizda juda qisqa vaqtda, taxminan nanosekundning ulushlarida 2 MVt quvvatli qisqa impuls yuzaga keladi, hosil bo'lgan energiya esa juda kam bo'lib, bir necha millijoulb atrofida.



Bu hosil bo'lgan energiya miqdorini taxminan chamalab ko'rish uchun yuqoridagi rasimga e'tibor bering. Barmoqlar orasida yengilgina qisilgan kichik p'ezoelektrik kristallda hosil bo'lgan elektr toki, quvvati bir necha mVt bo'lgan svetodiodni yoqish uchun yetarli bo'ladi.

P'ezoelementlar asosida elektr toki ishlab chiqarishda kelajakda odamlar va avtomobillar energiyalaridan foydalanishga ko'proq e'tibor qaratilmoqda. Buning uchun avtomobil yo'llariga, trotuarlarga, binolar ichiga, zinalarga va boshqa serqatnom joylarga maxsus p'ezokatamlar yotqizilib, mexanik kuchlanishlardan hosil bo'lgan o'zgarmas tok akkumulyatorlarga yig'iladi. Avtomobil yo'lining

1 km qismida 5MVt quvvat olish mumkinligi isbotlangan va bu sohada amaliy ishlar olib borilmoqda. SHuningdek egilish, bukilish, silkinish kabi mexanik xarakatlardan ham elektr toki ishlab chiqaruvchi nanogeneratorlar asosida zaryadlanuvchi akkumulyatorlar ishlab chiqarish samarali hisoblanmoqda.

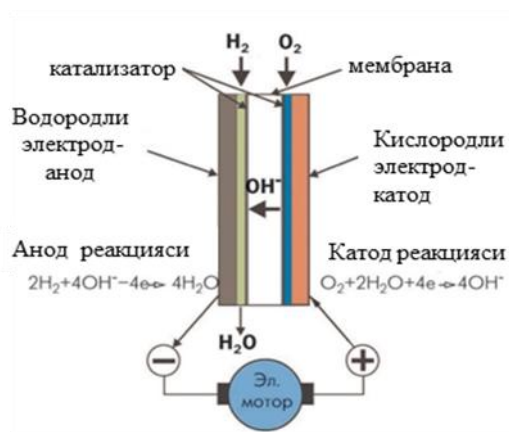


Vodorod generatorlari. Vodorod generatorlari elektromobillar uchun amalda qo'llanilmoqda. Generatorning ishlash printsipi vodorod bilan kislorodning qo'shilib kimyoviy reaksiya paytida elektr toki hosil bo'lishiga asoslangan. Vodorod generatorlari uchun toza holdagi vodorod zarur bo'ladi. Generatorning ishlash printsipi sodda, lekin uning iqtisodiy samaradorligi vodorod ishlab chiqarishga bog'liq. Quyida vodorod generatorining ishlash printsipini ko'rib chiqamiz.

Generator tuzilishi nisbatan ancha sodda, anod, katod va ular orasida joylashgan, polimer materialdan tayyorlangan membranadan iborat. Platinali anod- katalizatorga vodorod kiritiladi va u kimyoviy reaksiya natijasida musbat zaryadli ionlar va elektronlarga ajraladi. Membranadan faqat ionlar o'tadi, elektronlar esa tashqi zanjir orqali (masalan elektr motori orqali) o'tib zanjirda tok hosil qiladi. Katodda ionlar va tashqi zanjir orqali kelgan elektronlar kislorod bilan reaksiyaga kirishib suv hosil qiladi. Bunday usul bilan anod-katod orasida 1,16 V kuchlanish hosil qilish mumkin.

Akkumulyatorlardagi singari, bir qancha plastinkalarni ketma-ket joylashtirib kerakli kuchlanishni hosil qilish mumkin. Sistemaning tok sig'imi esa anod-katod plastinkalari yuzasi bilan aniqlanadi.

Bu usulning texnologik kamchiliklaridan biri, reaksiya natijasida chiqindi sifatida suv hosil bo'lishidir.



SHuningdek vodorodning kimyoviy-fizikaviy xususiyatlari va uni ishlatish bilan bog'liq texnikaviy muammolar ham bu usulda elektr energiyasi ishlab chiqarishning asosiy kamchiligidir.

Lekin shunaga qarmay kelajakda vodorod generatorlaridan transportda foydalanish samarali hisoblanmoqda.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar xonadonda xar birining quvvati 100 Vt bo'lgan 12 ta yoritish lampasi quvvati 35 Vt bo'lgan tejamkor lampalarga almashtirilsa, shu xonadon bir yilda qancha (kVt soatlarda) energiya tejaydi. Yoritish lampalari kuniga 10 soatdan ishlaydi deb qarang.
2. Agar bugungi kunda 100 Vt quvvatli quyosh paneli 800 000 so'm tursa 1-masala shartidagi xonadonni quyosh panellari orqali elektr energiyasi bilan ta'minlash loyiha tuzing. Bu quyosh panellari qancha vaqtda o'zini oqlaydi. 1kVt soat elektr energiyasi 200 so'm deb oling.

Sinov savollari

1. An'anaviy energetikaning afzallik va kamchiliklari nimada? 2. Gidroenergetikaning afzalliklari. 3. Issiqlik ES larning asosiy kamchiliklari. 4. Atom energetikasining ijobiy v salbiy tomonlari.

5. Elektr uzatish liniyalarida quvvat isrofi qanday bartaraf etiladi? 6. Nima uchun mamlakatimizda 750kV kuchlanishli elektr uzatish liniyalari yo'q. Qurish mumkinmi? Nima uchun? 7. Podstantsiyalarning vazifalari nimalardan iborat? 8. Zamonaviy elektr tizimlari qanday bo'lishi kerak? 9. Elektr iste'molchilarning yuklama grafiklari nima va u nima uchun kerak? 10. Elektr energiyasiga haq to'lashda ko'p tarifli tizim nima uchun kerak? 11. Muqobil energiya manbalariga nimalar kiradi? 12. Mamlakatimiz sharoitida muqobil energiyaning qaysi turlari kelajakda rivojlanadi? Nima uchun? 13. Quyosh va shamol energiyasidan foydalanishdagi asosiy muammolar nimadan iborat?

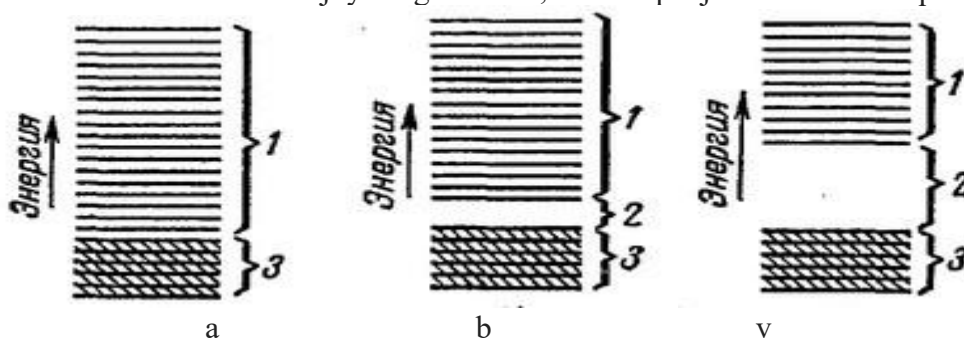
14-MA'RUZA. Elektronikaning element asoslari

Reja

1. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlar xaqida tushuncha.
2. Yarim o'tkazgichli diodlar va tranzistorlar.
3. Tranzistor va tiristorlar.

1. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlar xaqida tushuncha

O'tkazgichlar. Ma'lumki, atomlarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida, qattiq jism atomlari bir-birlaridan ma'lum masofalarda joylashgan holda, kristal panjaralarni tashkil qiladi.



14.1 -rasm. Qattiq jism atomining energetik sathlari.

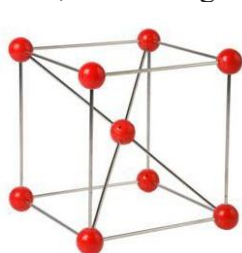
a-o'tkazgichlar; b- yarim o'tkazgichlar; v-dielektriklar.

1-o'tkazuvchanlik zonasini, 2-taqqilgan zona, 3-valentli zona.

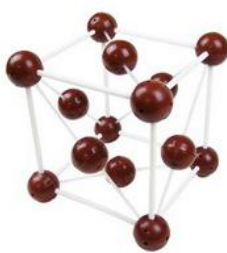
Atomlar orasidagi bu masofa gaz atomlari orasidagi masofaga qaraganda juda kichik bo'lib, qo'shni atomlarning tashqi elektron qobiqlari bir-birlariga tegib turishi, hatto qo'shilib ketishi ham mumkin. Natijada atomning energetik sathlari juda zich joylashgan, mayda energetik sathlarga bo'linib ketadi.

Qattiq moddada elektr o'tkazuvchanlik yuzaga kelishi uchun, o'tkazuvchanlik zonasida bo'sh energetik sathlar bo'lishi zarur. Metallarda o'tkazuvchanlik zonasini qisman elektronlar bilan to'ldirilgan bo'ladi. Tashqi ta'sir natijasida valentli zonadagi elektronlar, o'tkazuvchanlik zonasiga osongina o'tishi mumkin. Lekin bu elektronlarning konsentratsiyasi, valentli zonadagi elektronlar konsentrayasidan juda kam, shuning uchun temperaturaning ortishi o'tkazuvchanlikka deyarli ta'sir etmaydi deb qarash mumkin. Temperatura ortishi bilan metallarda elektr o'tkazuvchanlikning kamayishi esa, elektronlar erkin yugurish yo'lining kamayishi bilan bog'liq. Chunki, temperatura ortsa, atomning kristall panjaradagi tebranish amplitudasi ortib, erkin elektronlarning atomga yutilishi ehtimolligi ortadi. Natijada zaryad tashish jarayonida qatnashayotgan elektronlar konsentratsiyasi kamayadi.

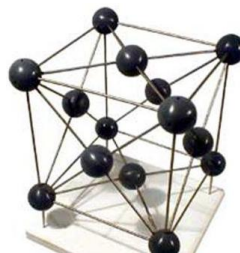
Qattiq jism, masalan metallarda atomlarning bir-birlari bilan o'zaro tasirlashuvidan kristall panjaralar hosil bo'ladi 2-rasm. Bu panjaraning tugunlarida atomlar joylashgan bo'lib, elektronlar o'z atomlari atrofida, o'zlarining orbitalarida harakatlanadi.



temir



mis



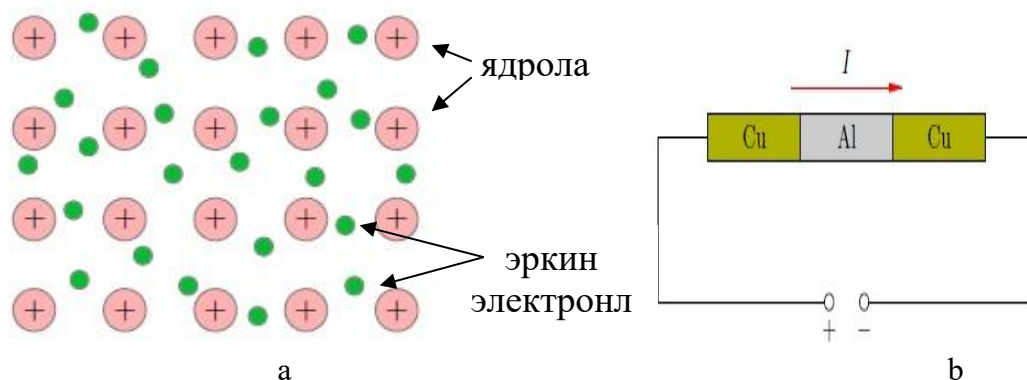
alyumin

14.2- rasm. Metall o'tkazgichlarning kristall panjaralari.

Kristal panjara moddaga qattqlik, elastiklik, issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyatlar bilan birga elektr o'tkazuvchanlik xususiyatini ham beradi. Chunki, metallarning kristall panjarasida atomlar bir-birlariga juda yaqinligi tufayli, atomlarning tashqi elektron qobiqlaridagi elektronlar o'z yadrolarini juda oson tark etadi va butun kristall panjara bo'ylab erkin harakatlanishi mumkin. Metallarda bunday elektronlarning konsentratsiyasi yetarlicha katta ($T = 0^\circ\text{K}$ da konsentratsiya o'rtacha 10^{27} m^{-3}) bo'lib, tashqi tasir natijasida bu elektronlar tartibli harakatga keladi va elektr tokini hosil qiladi 3-a rasm.

Lekin elektronlarning bir tomonlama tartibli harakati modda ko'chishi bilan bog'liq emas. Ya'ni metallardagi elektr o'tkazuvchanlik faqat elektron xususiyatga ega. Metallardan elektr tokining o'tishining faqat elektron o'tkazuvchanlik hisobiga sodir bo'lishini 1901 yilda nemis olimi Karl Viktor Rikke juda oddiy tajriba yordamida amalda isbotlab bergan (Rikke Karl Viktor Eduard, 1845-1915 yillarda yashab ijod qilgan nemis olimi, metallarning elektron o'tkazuvchanlik nazariyasi-Rikke nazariyasi

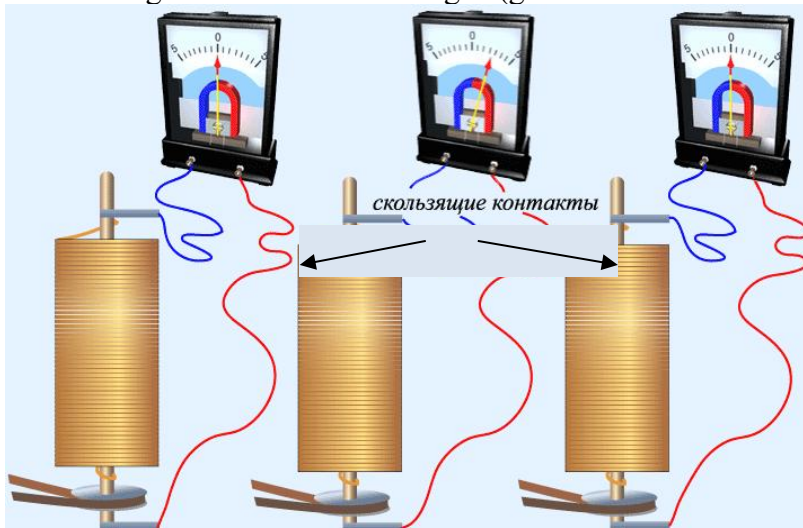
asoschisi). Rikke o'z tajribasida ikkita mis tayoqcha orasiga alyumin tayoqchasini ulab, ulardan bir yil davomida uzluksiz, bir miqdorda o'zgarmas elektr tokini o'tkazib turgan 3-b rasm.



14.3-rasm. Metallarning kristal panjarasi va erkin elektronlari (a),
Rikke tajribasining sxemasi (b)

Tajriba davomida tayoqchalar orqali jami bo'lib 3×10^6 Kl zaryad o'tgan. Shundan so'ng Rikke mis va alyumin tayoqchalarning bir-biriga tegib turgan sirtlarini tekshirib, misda alyumin atomlari va aksincha, alyuminda mis atomlari yo'qligini aniqlagan.

1913 yilda Leonid Mandel'shtam va Nikolay Papaleksi aylanuvchi g'altak orqali o'tkazgan tajribasida ham, elektr o'tkazuvchanlik faqatgina elektronlar bilan bog'liq bo'lib, ionli xarakterga ega emasligini isbotladi. Ular tajribada (fanda bu tajriba Mandel'shtam –Papaleksi tajribasi deyiladi) 500m uzunlikdagi mis simdan g'altak yasab, bu g'altakni o'z o'qi atrofida katta tezlikda aylantirgan va birdan tormozlab to'xtatgan. Tajriba shuni ko'rsatdiki, g'altak tinch turgan holda, va bir xil tezlikda aylanganda, g'altak uchlariga ulangan gal'vanometr nol holatni ko'rsatadi, agar g'altakni birdaniga tormozlab to'xtatsak, qisqa vaqt davomida g'altakda tok hosil bo'lgan (g'altak katta tezlanish bilan harakatlanganda).



14.4- rasm. Mandel'shtam –Papaleksi (Tolmen-Styuart) tajribasi.

L. Mandel'shtam taklif etgan tajribaning ma'nosi quyidagicha. Agar elektron massaga ega bo'lsa, u inertlik xususiyatiga ega bo'lishi kerak. SHunday ekan tarkibida erkin elektronlari ko'p bo'lgan, katta tezlikda harakatlanayotgan o'tkazgich keskin tormozlansa, atomlarga bog'lanmagan elektronlar (3-a rasmga qarang) inertsiya tufayli ma'lum muddat bir tomonga, inertsiya kuchi yo'nalishida harakatlanishi kerak. Elektronlarning bir tomonga harakati esa, bu elektr tokidir.

Tajriba natijasi esa, kutilganday bo'lib chiqdi. Haqiqatan ham, tajribada g'altak keskin tormozlanganida, g'altakda qisqa muddatli tok hosil bo'lgan va bu tok membranada tovush (akustik tebranish) sifatida qayd etilgan.

Keyinchalik, 1916 yilda bu tajriba amerikalik olimlar Richard Tolmen va Styuart tomonidan miqdoriy jihatdan o'rganildi. Ular membrana o'rniga sezgir gal'vanometr ishlatib, inertsiya tasirida hosil bo'lgan elektr zaryadini o'lchashgan.

Tormozlovchi tashqi kuch $F = m a$, yoki

$$F = -m \frac{dv}{dt} \quad (14.1)$$

Bu yerda m –elektron massasi, v - g'altakning chiziqli tezligi.

Maydon kuchlanganligi $Y_{est} = F/q$ (zaryad miqdori sifatida elektron zaryadini olsak $q=e$) ekanligini hisobga olib, tasir etuvchi kuch hosil qilgan maydonning kuchlanganligi uchun quyidagiga ega bo'lamiz

$$E_{\pi} = -\frac{m}{e} \frac{dv}{dt} \quad (14.2)$$

Bu kuchlanganlik ostida l uzunlikdagi simda hosil bo'lgan e.yu.k

$$E = E_{\pi} l = -\frac{m}{e} \frac{dv}{dt} l$$

G'altakdan oqib o'tgan zaryadni topish uchun, tormozlanish vaqti davomidagi tok kuchini vaqt bo'yicha integrallaymiz

$$q = \int I dt = \frac{1}{R} \int E dt = \frac{m l v_0}{e R} \quad (14.3)$$

Bu yerda I - g'altakdagi tok kuchining oniy qiymati, v_0 - g'altakning tormozlanishdan oldingi chiziqli tezligi, R - g'altak simining aktiv qarshiligi.

Tolmen va Styuartlar tajriba yordamida q zaryad miqdorini o'lchab (8.3) ifoda orqali elektronning massasini aniqlagan. Tajriba natijalariga ko'ra elektron massasi $9,1 \times 10^{-31}$ kg bo'lib chiqqan.

SHunday qilib, metallarda elektr o'tkazuvchanlik erkin elektronlarning harakati bilan bog'liq. Metallardan tok o'tganda modda ko'chishi yuz bermaydi. Tok tashuvchi erkin elektronlarning konsentratsiyasi esa metallarning kristall panjara tuzilishiga, atomdagi elektronlarning orbital joylashuviga, kristall panjaraga, yoki atomga tasir etuvchi tashqi kuchlarga bog'liq holda o'zgaradi.

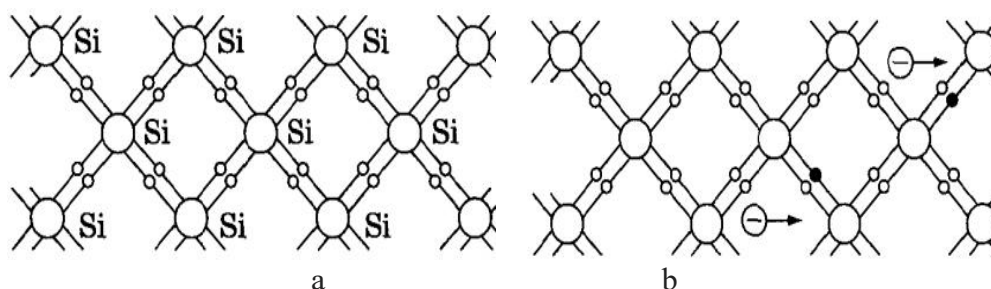
Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgich sifatida eng keng tarqalgan kimyoviy elementlar germaniy (Ge) taqiqlangan zonasi kengligi $\Delta E = 0,67$ eV, kremniy (Si) taqiqlangan zonasi kengligi $\Delta E = 1,12$ eV, arsenid galliy (GaAs) taqiqlangan zonasi kengligi $\Delta E = 1,43$ eV. 2000-2002-yillarda kristallarni sun'iy o'stirish texnologiyalari juda rivojlandi, natijada sun'iy o'stirilgan karbid kremniy (SiC) yarim o'tkazgichlari hosil qilindi. Bu yarim o'tkazgichning taqiqlangan zonasi kengligi, uning turlariga qarab 2,4 eV dan 3,4eV gacha.

Izoh:Elektronning elektr maydondagi potentsial energiyasi $Y_e = eU$, bu yerda $y_e = 1,6 \times 10^{-19}$ KJ- elektron zaryadi, U -elektronga energiya beruvchi maydonning potentsiallari farqi. Demak $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

O'tkazuvchanlik zonasida elektron bir sathdan boshqasiga osongina o'tishi mumkin, chunki bu sathda elektronlarning yo'l qo'yilgan orbitalari bir-biriga juda yaqin joylashgan. Qo'shni sathlarning energiya farqlari 10^{-8} eV dan 10^{-4} eV gacha bo'lishi mumkin. Bu shuni bildiradiki, atomning issiqlik tebranishlari, tashqi maydon ta'sirida elektron tezlanishining ortishi, atomga yorug'lik kvantining yutilishi va boshqa ta'sirlar elektronni yuqori energiyali boshqa orbitaga o'tishiga sabab bo'lishi mumkin. Lekin, modda atomlarida, taqiqlangan zona kengligi bir necha elektron volt bo'lganda, elektronlar tashqi maydon ta'sirida bu zonadan o'ta olmaydi. SHuning uchun, moddaning elektr o'tkazuvchanlik xususiyatini o'zgartirish imkoniyati taqiqlangan zona kengligiga bog'liq.

Dielektrik va yarim o'tkazgich moddalarda esa, qisman to'ldirilgan zonalar yo'q. Absolyut nol haroratda valentli zona elektronlar bilan to'liq band bo'lib, o'tkazuvchanlik zonasida elektronlar deyarli yo'q. O'tkazuvchanlik zonasiga elektronlarni o'tkazish uchun esa, unga taqiqlangan zona kengligidan kattaroq energiya berishga to'g'ri keladi.

Yarim o'tkazgichlarda elektr toki. Elektr o'tkazuvchanlik tushunchasi o'ta nisbiy bo'lib, moddalarni aniq chegara bilan o'tkazgich va dielektriklarga bo'lib bo'lmaydi. Buning ustiga moddalarning o'tkazuvchanlik xususiyatlari tashqi muxit ta'siriga ham kuchli bog'liq. Ayniqsa bu yarim o'tkazgichlarda kuchli namoyon bo'ladi. Qayd etilganidek, yarim o'tkazgichlar elektr tokini metallarga nisbatan yomonroq, dielektriklarga nisbatan esa yaxshiroq o'tkazadi. Ularning o'tkazuvchanligi temperatura ortishi bilan yoki yorug'lik ta'sirida ortishi mumkin. Temperatura ortishi bilan valentli elektronning kinetik energiyasi ortadi, natijada uning energiyasi atomni tark etishga yetarli bo'lib qoladi va erkin elektronga aylanadi. Masalan kremniyda tashqi qobiqda 4 ta elektron mavjud bo'lib (5-a rasm) tashqi ta'sir natijasida bu elektronlardan biri o'z qobig'ini tark etib, erkin elektronga ylanishi mumkin 5 - b rsm. Endi kremniyga tashqi elektr maydon ta'sir qilsa, elektron bu maydon ta'sirida harakatlanadi, ya'ni kremniy elektr tokini o'tkaza boshlaydi. Lekin bunday erkin elektronlarning kontsentratsiyasi juda kam. Tajriba natijalariga ko'ra 300°K da kontsentratsiya 10^{17} m^{-3} bo'lib, temperatura 700°K ga yetganda kontsentratsiya 10^{24} m^{-3} gacha yetadi. Lekin shunda ham, bu ko'rsatkich metallardagi erkin elektronlar kontsentratsiyasidan minglab marta kam.



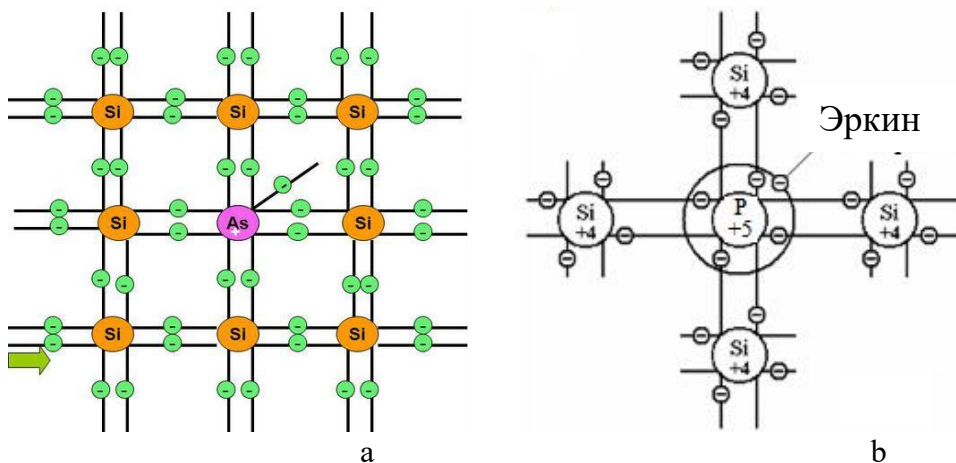
14.5 –rasm. Kremniyda erkin elektronlar hosil bo'lishi.

Bunday o'tkazuvchanlik boshqa yarim o'tkazgich moddalarda ham kuzatiladi. Sof yarim o'tkazgichlardagi bu elektr o'tkazuvchanlik yarim o'tkazgichning **xususiy o'tkazuvchanligi** deb yuritiladi.

Atomdagi elektron o'z o'rnini tashlab kristal bo'ylab erkin harakatlanuvchi elektronga aylanganda, uning joyi bo'sh qoladi. Bu joy **teshik** deb ataladi. Elektronlar kristall bo'ylab harakatlangani singari, teshiklar ham kristall bo'lab, elektron harakatiga teskari tomonga qarab harakatlanadi. Ya'ni, teshikka boshqa elektron kelib tushishi natijasida teshik elektron kelgan tomonga qarab siljiydi. Demak yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi elektron va teshik o'tkazuvchanliklardan iborat bo'ladi.

Donor aralashmalar. Donor so'zi lotincha "donare" so'zidan olingan bo'lib, bermoq, hadya etmoq ma'nolarini bildiradi. Xuddi meditsinadagi donor so'zi kabi. Bu yerda ham, donor so'zi shu ma'noda keladi, ya'ni aralashma sifatida ishlatilayotgan modda, asosiy yarim o'tkazgich moddaga o'zining elektronini hadya qiladi.

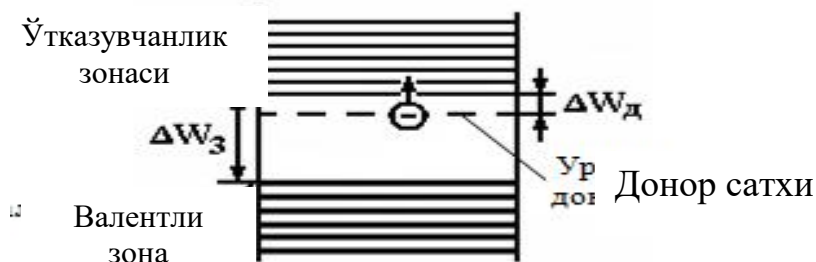
Yarim o'tkazgichlar asosan davriy sistemaning IV gurux elementlari hisoblanadi. Ularga V gurux elementlarini qo'shish yo'li bilan donorli aralashma hosil qilinadi. Masalan Si kremniyga, juda kam miqdorda biror aralashma, masalan As mishyak qo'shiladi. Mishyak davriy sistemaning V guruhida joylashgan va tashqi qobig'ida 5 ta elektron mavjud. Bu elektronlarning 4 tasi, qo'shni kremniy atomining tashqi qobig'idagi 4 ta elektronlar bilan kovalent bog'lanishlar hosil qiladi, 8.11-a rasm. Natijada, mishyakning bitta elektroni kovalent bog'lanishlarda qatnashmay, atomga kuchsiz bog'langan bo'lib qoladi. Ozgina tashqi ta'sir, masalan issiqlik tebranishlari natijasida bu elektron erkin elektronga aylanib, butun kristall bo'ylab siljishi mumkin. Aralashma sifatida kiritilgan atom esa o'zining bitta elektronini yo'qotib musbat zaryadlangan ionga aylanib qoladi. Bu atom kristall panjaradan keta olmaydi, faqatgina tebranma harakatda qatnashadi. SHuning uchun bunday aralashma **elektron o'tkazuvchanlikka** ega bo'lib qoladi va **n tip** o'tkazuvchanlik (elektronga ishora) deb yuritiladi.



14.6-rasm. Donorli aralashmalar.
a-kremniyga mishyak qo'shilgan, b-germaniyga mishyak qo'shilgan.

SHunday aralashmani germaniyga mishyak qo'shib shuningdek, germaniy yoki kremniyga Sb surma yoki R fosfori qo'shib ham hosil qilish mumkin (6-b rasm). Aralashmada asosiy element atomlariga nisbatan donor atomlari juda oz miqdorni (10^6 - 10^8 ta asosiy atomga 1 ta donor atomi to'g'ri keladi) tashkil qiladi, shuning uchun asosiy elementning kristall panjarasi buzilmaydi.

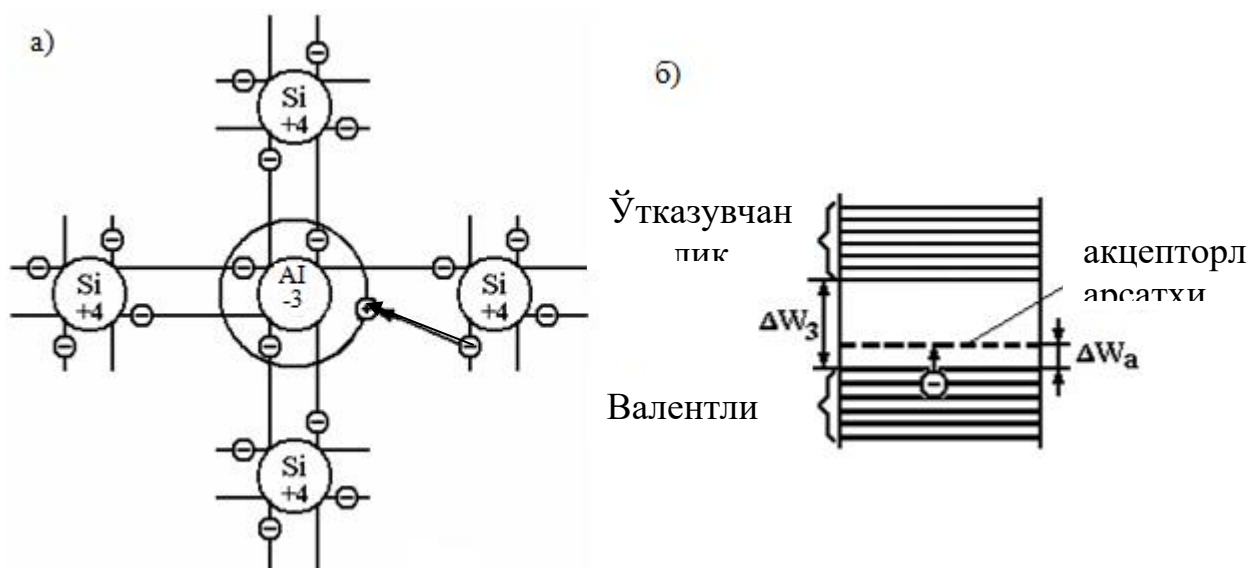
Xulosa qilib aytadigan bo'lsak donor aralashmalar shunday xususiyatga egaki, shunday aralashmaki, uning atomi kristall panjaraga joylashib olib, asosiy element atomi energetik sathining taqiqlangan zonasida elektron hosil qiladi 7-rasm. Atomning uyg'ongan holatida bu elektron o'tkazuvchanlik zonasiga osongina o'ta oladi. Chunki ΔW_D – o'tkazuvchanlik zonasida quyi sathi energiyasi bilan donor elektron sathi energiyasi farqi, ΔW_Z taqiqlangan zona kengligidan juda kichik. Donor aralashmalarda bu asosiy element va donor element turlariga qarab $\Delta W_D = 0,01$ - $0,07$ eV oralig'ida bo'ladi. Donor aralashmali atomning energetik diagrammasi 7-rasmda keltirilgan



14.7-rasm. n tip o'tkazuvchanlikning energetik diagrammasi

Aktseptor aralashmalar. Aktseptor so'zi lotincha "acceptor" so'zidan olingan bo'lib, qabul qiluvchi ma'nosini beradi. Donor aralashmaga teskari o'laroq, bu yerda aralashma sifatida ishlatilgan modda, asosiy moddadan elektron qabul qilib oladi.

Agar, yarim o'tkazgichlarga davriy sistemaning III gurux elementlaridan aralashma sifatida kiritilsa, donorli aralashmada bo'lgan jarayonga teskari jarayon sodir bo'ladi. Masalan, Si kremniyga III guruxdan alyumin Al elementini aralashma sifatida kiritamiz. Bunda ham, aralashmaning miqdori asosiy elementga nisbatan juda kam miqdorda bo'ladi. Alyuminning tashqi qobig'ida 3 ta elektroni bor, bu elektronlar atrofdagi uchta kremniy atomi elektronlari bilan kovalent bog'lanishlar hosil qiladi. SHunda kremniyning bitta elektroni kovalent bog'lanishda qatnashmay qoladi 8-a rasm. Ya'ni alyumin atomi kovalent bog'lanishlari to'lmay qoladi Kovalent bog'lanish hosil qilish uchun alyumin atomi qo'shni kremniy atomidan bitta elektronni tortib oladi. Natijada o'zi manfiy zaryadlangan ionga aylanib qoladi. O'z elektronini aralashma atomiga boy berib qo'ygan qo'shni kremniy atomi esa, musbat zaryadlanib qoladi. Chunki bu kremniy atomida bitta elektronning joyi bo'sh qoladi. SHu bo'sh qolgan joy "kovak" deb ataladi (ayrim adabiyotlarda kovak o'tkazuvchanlik teshik o'tkazuvchanlik deb ham yuritiladi). Endi bu kovak butun kristall bo'ylab ko'chib yurishi mumkin. SHuning uchun ham aktseptor aralashmalar musbat, ya'ni kovak o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Kovak o'tkazuvchanlikni **r tip** (protonga ishora) o'tkazuvchanlik deyiladi.



14.8-rasm. Akseptor aralashma hosil qilish (a) va r-tip o'tkazuvchanlikning energetik diagrammasi (b).

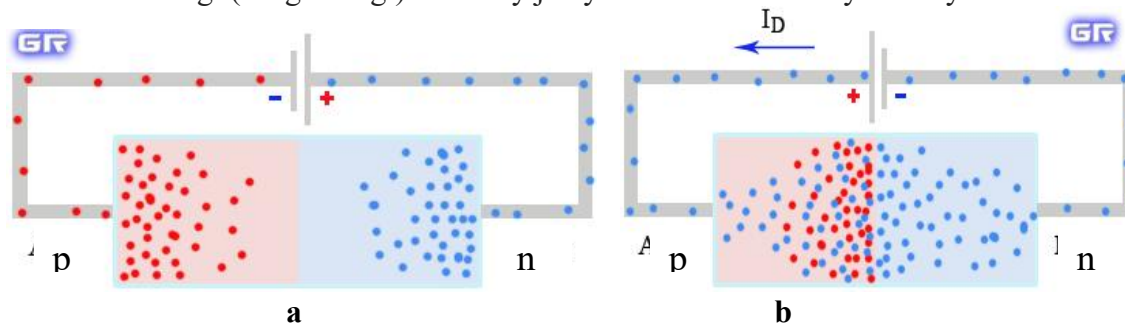
R-tipdagi o'tkazuvchanlikning energetik diagrammasi 8 -b rasmda keltirilgan. Bu yerda ham $\Delta W_A = 0,01-0,07$ eV oralig'ida bo'lib, bu energiya taqiqlangan zona kengligidan ancha kichik. Elektron valentli zonadan akseptorlar sathiga osongina o'ta oladi. Akseptorli aralashmalarda akseptorlar sathi valentli zonadan kelgan elektronlar bilan to'ldirilgan bo'ladi, shuning uchun valentli zonada elektronlar uchun bo'sh joylar "kovaklar" mavjud.

Elektrik o'tishlar. Yarim o'tkazgichlarda turli fizikaviy xususiyatlarga ega bo'lgan qatlamlarning oralig'i elektr o'tishlar deb ataladi. Bunda o'tishlar quyidagicha bo'lishi mumkin:

- r-n o'tish, kovak o'tkazuvchanlik va elektron o'tkazuvchanliklar orasida;
- metallar va yarim o'tkazgichlar orasidagi o'tishlar (metall-r tip, yoki metal- n tip);
- bir xil turdagi o'tkazuvchanlikning ichida, turli konsentratsiyali sohalar orasidagi o'tish;
- taqiqlangan zonasi kengligi turlicha bo'lgan ikkita yarim o'tkazgichlar orasidagi o'tishlar (bu o'tish geteroo'tishlar deb nomlangan).

r-n o'tish. Aksariyat yarim o'tkazgichli qurilmalarning (diodlar, tranzistorlar, tiristorlar va hokazo) ishlashi turli xil o'tkazuvchanlikka ega yarim o'tkazgichlar, yoki yarim o'tkazgich bilan metallar orasidagi elektr o'tishlarga asoslangan. SHunday elektr o'tishlardan biri r-n o'tishdir. r va n tip o'tkazuvchanlikka ega 2 ta yarim o'tkazgich kristallarini birlashtirishdan r-n o'tish hosil bo'ladi. O'tishlar simmetrik va nosimmetrik turlarga bo'linadi. r va n sohalarida elektronlar va kovaklar konsentratsiyalari teng bo'lsa simmetrik o'tish, aksincha bo'lsa nosimmetrik o'tish bo'ladi. Amalda asosan nosimmetrik o'tishlar uchraydi. Bunda r va n sohalaridagi konsentratsiyalar bir-biridan 1000 martagacha farq qilishi mumkin.

r va n o'tkazuvchanlikdan iborat ikkita kristallni birlashtirishdan (kontaktidan) hosil bo'lgan r-n o'tish sohasidagi (chegaradagi) fizikaviy jarayonlar muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.



14.9-rasm. Tashqi maydon ta'sirida o'tishlardagi zaryad tashuvchilar xolati.

a-tashqi elektr maydoni teskari ulangan; b- tashqi elektr maydon to'g'ri ulangan.

Diffuziya natijasida r sohadan ma'lum miqdordagi kovaklar n sohaga o'tadi, aksincha n sohadagi ayrim erkin elektronlar esa r sohaga o'tadi. Natijada zaryadlarning o'zaro kompensatsiyasi-rekombinatsiya oqibatida, o'tish sohasida asosiy zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi, ya'ni

o'tkazuvchanligi kam bo'lgan yupqa qatlam yuzaga keladi. Bu qatlam r va n sohalarini ajratib potentsial to'siq hosil qiladi. Bu potentsial to'siqning kengligi kremniy kristalida $Y_{e_{o'tish}} = 0,4-0,5$ V ni, germaniy kristalida esa $Y_{e_{o'tish}} = 0,25-0,3$ V ni tashkil qiladi.

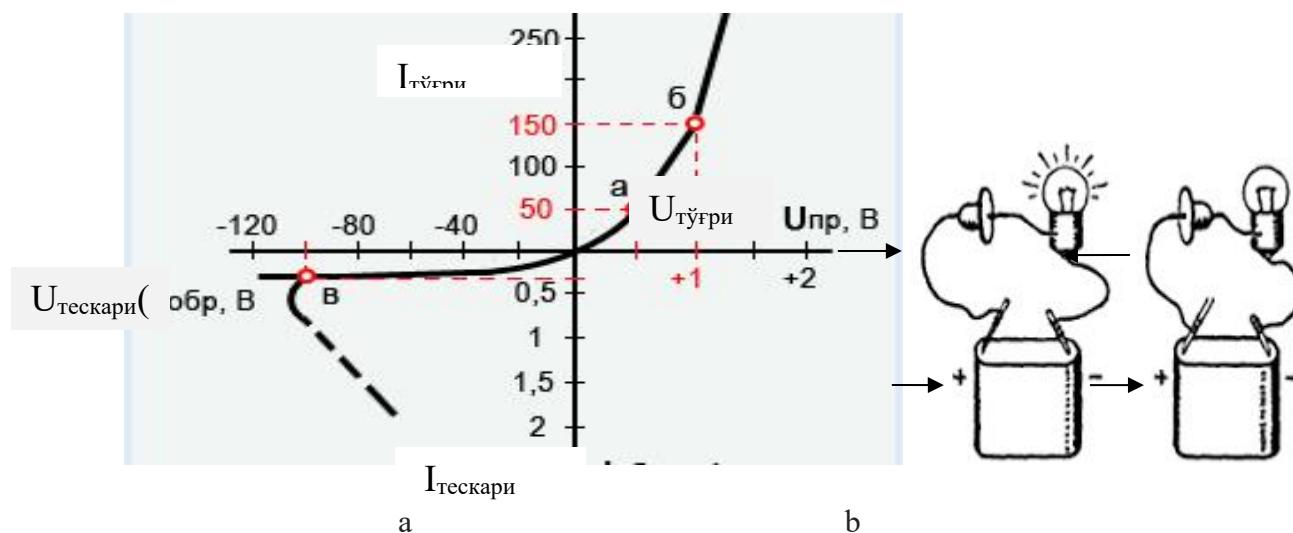
Agar r- n kontaktlarga tashqi elektr maydonini ulasak potentsial to'siq o'zgaradi. 9- a rasmda ko'rsatilganidek, manbaning musbat qutbini n sohaga, manfiy qutbini r sohaga ulasak, manbaning $Y_{e_{tashqi}}$ potentsiali to'siqning $Y_{e_{o'tish}}$ potentsiali bilan qo'shilishi natijasida to'siq yanada kengayadi $Y_{e_{o'tish}} + Y_{e_{tashqi}}$. Natijada r-n o'tish orqali manbaning toki o'ta olmaydi, chunki asosiy zaryad tashuvchilarning energiyasi potentsial to'siqdan o'tish uchun yetarli bo'lmaydi. Yoki boshqacha qilib aytsak, potentsial to'siq hosil qiluvchi yupqa qatlamning o'tkazuvchanligi kamayib ketadi deyish mumkin. Agar manba qutblarini aksincha ulasak, 9-b rasm, potentsial to'siq kichiklashadi, r-n o'tish orqali asosiy zaryad tashuvchilarning o'tishi osonlashadi, chunki manbaning potentsiali va to'siqning potentsiali qarama-qarshi bo'lib natijaviy maydon $Y_{e_{o'tish}} - E_{tashqi}$ kamayadi. Natijada asosiy zaryad tashuvchilarning to'siqdan o'tishi osonlashadi, yoki to'siqning qarshiligi kamayadi deyish mumkin. Bu r-n o'tishning elektr tokini bir tomonlama o'tkazish "ventil" xususiyati deb yuritiladi va amalda juda katta ahamiyatga ega.

2. Yarim o'tkazgichli diodlar

r va n tip o'tkazuvchanliklarning kontaktidan yarim o'tkazgichli diod hosil bo'ladi 10-a rasm. r sohada asosiy zaryad tashuvchilar, musbat zaryadli kovaklar bo'lgani uchun diodning r-tip o'tkazuvchanlikka ega qismi anodga to'g'ri keladi. n tip o'tkazuvchanlikka ega soha esa katodga to'g'ri keladi. Diodning shartli belgisi uchburchakli strelka ko'rinishida bo'lib, strelkaning uchi elektronlar harakatining yo'nalishini ko'rsatadi, 10- b rasm. Amaliyotda keng tarqalgan D226B markali diodning tashqi ko'rinishi 10- v rasmda ko'rsatilgan. Aksariyat hollarda diodning ingichka tomoni anod bo'ladi, ayrim diodlarda tokning musbat yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan bo'ladi 10-v rasm.



14.10- rasm. Yarim o'tkazgichli diodning strukturasi (a), shartli belgisi (b), D226B diodining umumiy ko'rinishi (v) va diodlarda qutblarning belgilanishi.



14.11-rasm. Yarim o'tkazgichli diodning vol'tamper xarakteristikasi (a) va diodning ventil xususiyatini tekshirish (b).

Germaniy yarim o'tkazgichlari asosida yasalgan diodlarda p-n o'tish 0,1-0,2 V kuchlanishdan boshlab ochiladi va to'g'ri yo'nalishda dioddan tok o'ta boshlaydi. Kuchlanishning 0,5-1,0 V oralig'ida

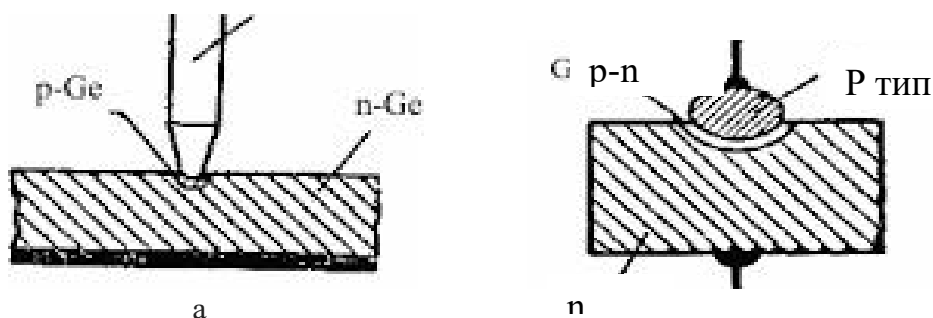
kuchlanishning ortishi bilan tok kuchi chiziqli ortib borad (11 –a rasmdagi ab oraliq). Bu soha diodlar voltamper xarakteristikaning chiziqli qismi deb ataladi. VAX chiziqli qismining qiyaligi p-n strukturaning xususiyatlari bilan aniqlanadi. Kuchlanish 1V dan oshgandan so'ng tok keskin orta boshlaydi. Tok kuchining ortib ketishi kristall panjarada molekulaning energiyasi ortib ketishiga va kristall strukturaning buzilishiga olib kelishi mumkin. SHuning uchun yarim o'tkazgichli diodlarda kuchlanish bo'yicha chegara mavjud.

Kremniy asosidagi yarim o'tkazgichli diodlarda esa VAX ning chiziqli qismi 0,5-0,6 V kuchlanishdan boshlanib, 1,5 V dan keyin tokning keskin ortishi boshlanadi. VAX ning chiziqli qismi 0,5-1,5 V oralig'ida kuzatiladi.

Diodning ventil xususiyatini VAX dan ham ko'rish mumkin. p-n o'tishga teskari kuchlanish qo'yilganda, teskari yo'nalishdagi tok kuchi kuchlanishning ortishi bilan deyarli o'zgarmaydi. Agar to'g'ri yo'nalishda tokning keskin ortishi 1V kuchlanishdan keyin boshlansa, teskari yo'nalishda 100 V kuchlanishda ham tok kuchi deyarli o'zgarmaydi (8.19-a rasmdagi v nuqta). VAX orqali, diodning to'g'ri va teskari yo'nalishdagi qarshiliklarini (xarakteristikaning a va v nutalari) aniqlasak:

$$R_{\text{diod}}(\text{to'g'ri}) = 0,5 \text{ V} / 50 \text{ mA} = 10 \text{ Om}; R_{\text{diod}}(\text{teskari}) = 100 \text{ V} / 0,3 \text{ mA} = 330 \text{ kOm}$$

Yarim o'tkazgichli diodning tuzilishi. Tuzilishiga ko'ra yarim o'tkazgichli diodlar **nuqtaviy** va **yassi** turlarga bo'linadi. Nutaviy diodlarda p-n o'tish sohasining yuzasi juda kichik, yassi diodlarda esa yetarlicha katta bo'ladi.

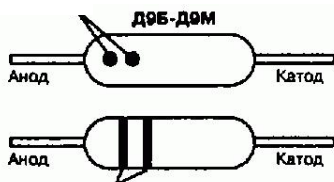


14. 12-rasm. Nuqtaviy (a) va yassi (b) diodlarning tuzilishi.

SHuning uchun nuqtaviy diodlar juda kichik toklarda ishlaydi va kam quvvat li bo'ladi. O'lchamlarning kichikligi tufayli p-n o'tishning elektr sig'imi kichik bo'lgani uchun bu diodlar katta chastotalarda ishlay oladi. Ular aso san kichik quvvatli avtomatika tizimlarida, tok manbalarida va yorug'lik tarqatuvchi diodlar (svetodiod lar) sifatida keng ishlatiladi 13 –b rasm. Bu diodlarda qutblar rangli nuqtalar, yoki xalqalar bilan belgilanadi 13-a rasm. Bunda rangli nuqta yoki xalqa diodning anod tomoniga qo'yiladi.

Рангл

и



Рангли

халка

a



b

14.13-rasm. Nuqtaviy diodlar.

Yassi diodlarda p-n o'tish sohasining yuzasini aniqlovch chiziqli o'lchamlar p-n o'tishning kengligidan ancha katta bo'ladi. O'tishlar hosil qilib turuvchi yuzalar 0,01 mm² dan o'nlab sm² gacha bo'lishi mumkin. Bunday katta o'lchamlarda p-n o'tishning elektr sig'imi ham katta bo'ladi, shuning uchun bu diodlar nisbatan kichik (10 kGts gacha) bo'lgan chastotalar sohaslarida ishlatiladi. O'lchamlarning kattaligi tufayli diodning quvvati bir necha Vt dan bir necha kVt largacha bo'lishi mumkin.

3. Tranzistorlar va tiristorlar

Ikkita p-n (yoki n-p) o'tishdan iborat yarim o'tkazgichli qurilma bipolyar tranzistor deb ataladi. Demak tranzistor uchta yarim o'tkazgich kristallaridan iborat. CHetki kristallardan tashqariga chiquvchi elektrodlar emiter va kollektor, o'rta kristalldan tashqarga chiqarilgan elektrod baza deb ataladi.



14. 14-rasm. Tranzistorning shartli belgisi, tuzilishi (a) va amalda keng tarqalgan tranzistorlardan ayrimlarining umumiy ko'rinishi (b).

Emitter bazaga zaryad tashuvchilarni yetkazib beruvchi elektrod hisoblanadi, kollektor esa, bazadan chiqqan zaryad tashuvchilarni qabul qiluvchi elektrod. Tuzilishiga ko'ra baza plastinkasi p yoki n tip o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi mumkin, shunga qarab tranzistorning shartli belgisida emitterga strelka qo'yiladi. Baza p tip bo'lsa strelka bazadan emitterga, baza n tip bo'lsa, strelka emitterdan bazaga yo'nalgan bo'ladi, 14- a rasmga qarang.

Ishlatilish sohaslariga qarab bipolyar tranzistorlar chastota bo'yicha quyidagicha farqlanadi: past chastotali- 3MGts gacha; o'rta chastotali 3MGts - 30 MGts; yuqori chastotali 30MGts -300 MG; o'ta yuqori chastotali 300MGts dan katta. SHuningdek, quvvati bo'yicha kam quvvatli (0,3 Vt gacha), o'rta quvvatli (0,3 Vt dan 3 Vt gacha), katta quvvatli (3 Vt dan katta) turlarga bo'linadi.

Bipolyar tranzistorlar ko'proq kremniy kristalidan *n-p-n struktura* asosida quriladi. Tranzistorda kollektor, baza va emiter sohaslarining o'lchamlari va zaryad tashuvchilarning kontsentratsiyalari har xil bo'ladi. Masalan *n-p-n tranzistorning* emitterida asosiy zaryad tashuvchilarning kontsentratsiyasi kollektordagidan kattaroq, demak o'tkazuvchanligi yuqoriroq bo'ladi, shuning uchun emitter n^+ deb, kollektor esa n deb belgilanadi. Emitter kollektorga asosiy zaryad tashuvchilarni yetkazib beradi. Baza qarshiligi emitter qarshiligiga nisbatan ancha katta bo'lib, bazada asosiy zaryad tashuvchilar teshiklardir. Emitter va kollektor sohasida esa ular asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar hisoblanadi.

Tranzistorning ishlashi, ish rejimlari va ulanish sxemalari.

Tranzistorni ishlash printsiipi p-n (n-p) o'tishlardagi fizikaviy jarayonlarga asoslangan. Bu o'tishlar emitter o'tishi va kollektor o'tishi deb yuritiladi. Emitter va kollektor elektrodleri tashqi zanjirga ulanadi, bunda kuchlanishning yo'nalishiga qarab o'tishlar to'g'ri yoki teskari yo'nalishlarda ulangan bo'lishi mumkin. O'tishlardagi kuchlanishning to'g'ri yoki teskariligiga qarab o'tishda siljishlar yuzaga keladi va bu siljishlar tranzistorni ish rejimlarini belgilaydi. Emitter va kollektorning ulanishlari kombinatsiyasi, va natijada hosil bo'lgan tranzistorning ish rejimlari 8.1-jadvalda keltirilgan. 8.1. jadval

t/r№	Emitter o'tishi	Kollektor o'tishi	Tranzistroning ish rejimi
1	to'g'ri	teskari	aktiv rejim
2	to'g'ri	to'g'ri	to'yinish rejimi
3	teskari	teskari	yopiq rejim
4	teskari	to'g'ri	invers rejim

Aktiv rejim. Bu rejimda jadvaldan ko'rsatilganidek, emitter o'tishi to'g'ri yo'nalishda siljiydi, kollektor o'tishi teskari yo'nalishda siljiydi. Natijada tranzistorning kuchaytirish xususiyati ko'proq namoyon bo'ladi. SHuning uchun, tranzistorning aktiv rejimi uni kuchaytruvchi element sifatida (elektrovakuum lampalardagi triod singari) ishlatish imkonini beradi.

To'yinish rejimida har ikkala o'tish ham to'g'ri yo'nalishda siljiydi, natijada o'tishlar zaryad tashuvchilar bilan to'yinib, o'tishning qarshiligi kamayib ketadi, natijada chiqish tokini kirish toki orqali

boshqarish mumkin bo'lmay qoladi. Bu rejimda tranzistordan kuchaytiruvchi element sifatida foydalanib bo'lmaydi, lekin uni elektron kalit sifatida ishlatish mumkin.

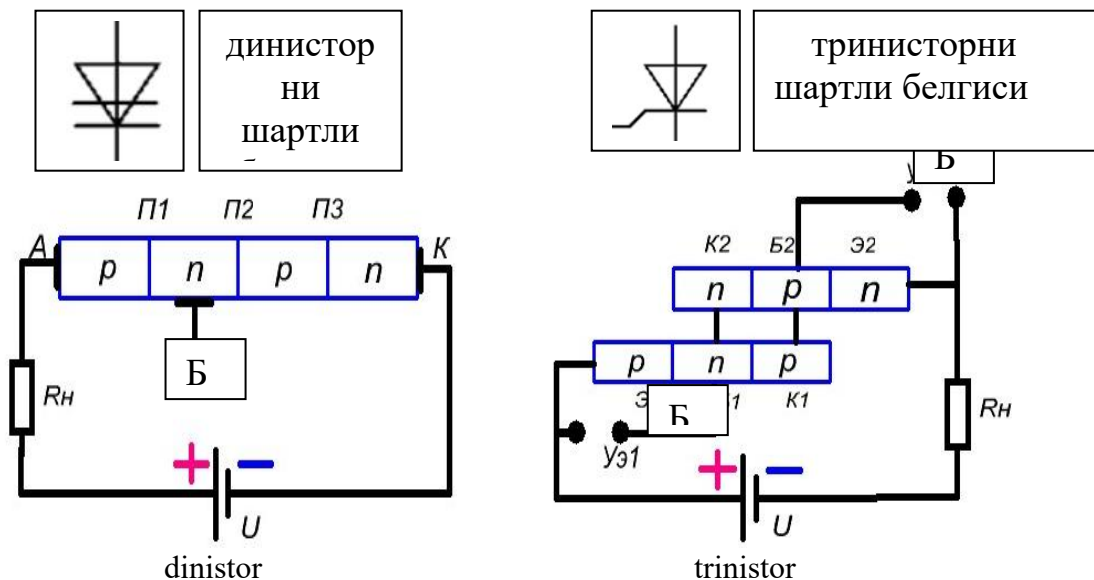
Invers rejimda aktiv rejimga teskari rejim bo'lib, mantiqan olib qaralganda aktiv rejimga nisbatan teskari yo'nalishdagi tokni kuchaytirishi mumkin. Lekin ayrim konstruksion jihatlar va ularning keltirib chiqaruvchi oqibatlari bunga yo'l qo'ymaydi. SHulardan biri emitter o'tishning kollektor o'tishga nisbatan kesim yuzasining kichikligidir. Bu o'z navbatida emitter toki kollektor o'tishdagidan kam bo'lishiga olib keladi. SHuning uchun invers rejim amalda ishlatilmaydi.

Yopiq rejimda ikkala o'tishlar ham teskari kuchlanish ostida bo'ladi. CHiqish toki har doim nolga teng bo'lgani uchun tranzistorning bu rejimidan faqat o'chirish kaliti sifatida foydalanish mumkin.

Qayd etilgan rejimlarning ichida aktiv rejim eng katta ahamiyatga ega. SHu rejimda tranzistorlar kuchaytirgich va generatorlarning asosiy elementi sifatid ishlatilib, elektrovakuum lampalarni o'rnini butunlay egalladi.

Tiristorlar. Tiristorlar to'rtta yoki beshta yarim o'tkazgichli qatlamdan iborat, ikkita (ochiq va yopiq) mustahkam holatga ega elektron qurilma bo'lib, ular avtomatik boshqaruv tizimlarida ishlatiladi. Tiristorlar ma'lum jihatlariga ko'ra tranzistorga o'xshab ketadi. Tiristorning ikkita asosiy xususiyati mavjud: birinchisi uning ochiq holatdagi qarshiligi juda kichik (0,01 Om gacha), yopiq holatdagi qarshiligi esa juda katta (o'nlab million Om gacha); ikkinchi xususiyati u ochiq holatdan yopiq holatga (va aksincha) juda kuchsiz signallar tasirida ham o'tishi mumkin. Aynan shu xususiyatlari tufayli tiristorlar boshqaruv tizimlarida juda keng qo'llaniladi.

Tiristorlar o'tgan asrning 50-yillari oxirida paydo bo'lgan. Barcha yarim o'tkazgich qurilmalar singari ular ham massa va o'lchamlarining kichikligi, ishlash muddatining ko'pligi, foydali ish koeffitsientining yuqoriligi, mexanik va tashqi maydon ta'sirlariga bardoshlilik bilan ajralib turadi. SHuningdek tiristorlar boshqa elektron qurilmalardan farqli ravishda juda katta toklarda (yuzlab Ampergacha) ishlashi mumkin. SHuningdek u to'g'ri yo'nalishda juda kichik va teskari yo'nalishda juda katta kuchlanishlarda ishlashi mumkin.



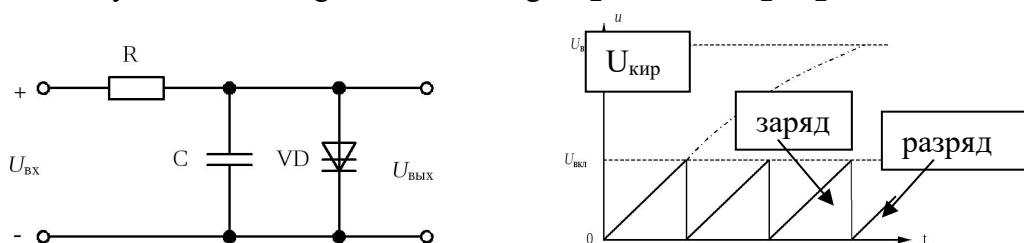
14.15-rasm. Tiristorning umumiy tuzilishi.

Tiristorni umumiy tuzilishi 15-rasmda keltirilgan. Tranzistordan farqli ravishdv tiristorlarda uchta o'tish mavjud (rasmdagi P1, P2 va P3 o'tishlar). Amalda tiristorlarning dinistor, yopiluvchi tiristor va simistor kabi turlari keng ishlatiladi.

Agar tiristorda boshqariluvchi elektrodi bo'lmay, faqat anod va katoddan iborat bo'lsa, bunday qurilma dinistor deb ataladi. p-n-p-n yoki n-p-n-p strukturali ikki elektrodli yarim o'tkazgichli qurilmadir. Elektrodlar dioddagi singari "anod" va "katod" deb ataladi. Uni diodli tiristor deb ham ataladi. Dinistorlarning teshilish kuchlanishi kichik bo'lib, aksariyat dinistorlar uchun 30 V dan oshmaydi. Tok kuchining uzluksiz rejimdagi masimal qiymati 2A, impulsli rejimdagi maksimal qiymati esa 10 A. Ishchi kuchlanishi 10 V dan 200 V gacha bo'lishi mumkin.

Dinistor elektron sxemalarda kalit sifatida ishlatiladi, bunda uning ma'lum kuchlanishda (dinistor turiga qarab) ochilishi va ma'lum tok kuchida yopilish xususiyatidan foydalaniladi. SHu xususiyatlari

asosida ular quvvat rostdash sxemalarida va impulsli generatorlarda keng qo'llaniladi. Masalan 16-rasmda dinistor yordamida tuzilgan arrasimon signal generatorining eng sodda sxemasi keltirilgan.



14.16-rasm. Dinistorli generator va uning chiqish signali.

Sxema kirishiga VD dinistorning ochilish kuchlanishi U_{och} dan bir necha marta katta bo'lgan U_{kir} kuchlanishi beriladi, natijada kondensator zaryadlan boshlaydi (arrasimon impulsning o'sish fronti-zaryad). Kondensatordagi kuchlanish dinistorning ochilish kuchlanishiga yetganda dinistor ochiladi va kondensator juda qisqa muddat ichida razryadlanadi (arrasimon impulsning so'nish fronti-razryad). Bu jarayonning davriy takrorlanishidan arrasimon impuls ketma-ketligi hosil bo'ladi.

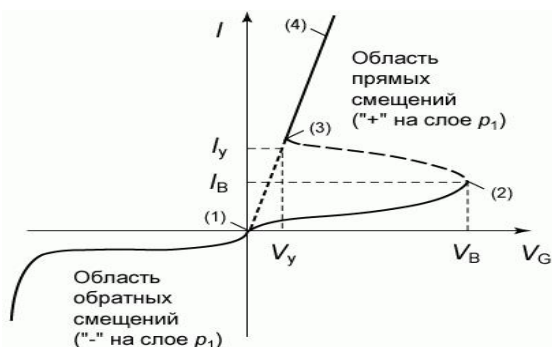
Trinistor. Tiristor deyilganda amalda ko'proq trinistor nazarda tutiladi. SHuning uchun uni ko'proq tiristor deb aytiladi. Trinistor triodli tiristor deb ham yuritiladi. Tiristorning uchinchi elektrodi boshqaruvchi elektrod deb ataladi. Bu jihatdan u xuddi baza signali orqali ochiluvchi bipolyar tranzistorni eslatadi. Tiristor tuzilishi jihatidan ham ikkita o'zaro ulangan tranzistorni eslatadi (15-rasmga qarang). Tiristorlar qaysi elektroddan boshqarilishiga qarab anoddan boshqariluvchi va katoddan boshqariluvchi tiristorlarga bo'linadi.

Tiristorlar katta quvvatli elektron kalit vazifasini bajaradi, ya'ni ular yordamida yuqori kuchlanish (5kV gacha) va katta tok kuchida (5000 A gacha) ishlovchi zanjirlarni 1 kGts gacha tezlikda kommutatsiyalash (o'chirib-yoqish) mumkin. SHuning uchun tiristorlarni katta quvvatli sistemalarni boshqarishda ishlatiladi.



14.16.-rasm. Tiristorlarning umumiy ko'rinishi.

Tiristorlardan foydalanishda, xuddi diod va tranzistorlardagi singari vol'tamper xarakteristika muxim ahamiyat kasb etadi. Tiristorning vol'tamper xarakteristikasi ko'proq stablitrinning xarakteristikasiga o'xshab ketadi. Tiristor ochilgunga xarakteristikada tokning kuchlanishga bog'liqligi xuddi dioddagiday kechadi. Tiristorda 4 ta qatlam mavjud, shuning uchun uni anod va katodga ega diod sifatida qaraladi. Vol'tamper xarakteristikada xam, dioddagi singari to'g'ri va teskari tok soxalari mavjud. Musbat kuchlanish va tok soxasi to'g'ri siljish soxasi deb atalsa, manfiy tok va kuchlanishli soha teskari siljish sohasi deb yuritiladi 17-rasm.

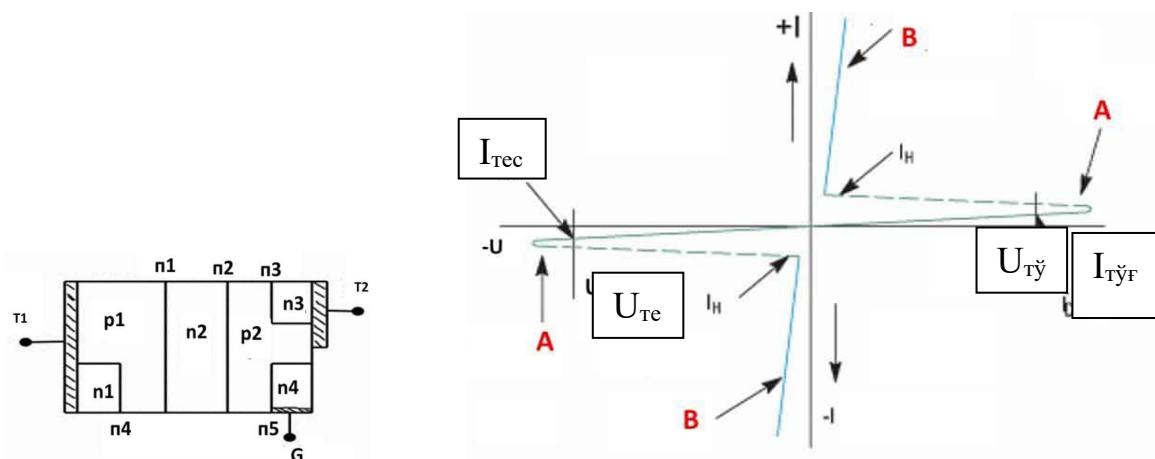


14.17-rasm. Tiristorning vol'tamper xarakteristikasi.

Xarakteristikaning (1) –(2) qismi tiristorning yopiq holatiga mos keladi va bunda tiristorning qarshiligi katta. O'1 v O'2 o'tishlar yopiq, bu qismda xarakteristika p-n o'tish xarakteristikasiga mos. Kuchlanish tiristorning U_{och} - ochilish kuchlanishiga yetganda (shu paytdagi tok kuchi I_{och} ishga tushish toki deyiladi) tirisor qarshiligi keskin kamayadi, xarakteris tikaning (2)-(3) qismi, va u ochiladi. Ochilgan tiristorning vol'tamper xarakteristikasi chiziqli bo'ladi (3)-(4) soha.

Simistor. Simitorda p-n o'tishlar juda ko'p bo'ladi, 18-a rasm. Tuzilishiga ko'ra u qarama-qarshi ulangan ikkita dinistordan iborat. SHuning uchun shartli belgisi ham shunga mos 18- b rasm. Simistorda anod va katod o'z ma'nosini yo'qotadi, chunki u ikki tmomnlama ham tok o'tkazadi. SHuning uchun simistor elektrodleri T1 va T2 deb belgilanadi. Boshqaruvchi elektrod esa "G" (inglizcha gate) deb belgilanadi.

Simistorning yarim o'tkazgichli qatlamlari strukturasi 18-a rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, simistor 5 ta o'tishga (n1-p1; p1-n2; n2-p2; r2-n3; p2-n4), bu o'tishlardan ikkita (p1-n2-p2-n3 va p2-n2-p1-n1 o'tishlar asosida) tiristor hosil bo'ladi. Bu tiristorlarda o'tishlar qarama-qarshi yo'nalgan. SHung mos simistorning vol'tamper xarakteris tikasi ham simmetrik bo'ladi 18- b rasm.



14.18-rasm. Simistorning strukturaviy tuzilishi (a) va vol'tamper xarakteristikasi (b).

Xarakteristkaning qismlarida simistorning holatlari quyidagicha:

A sohada-simistor yopiq;

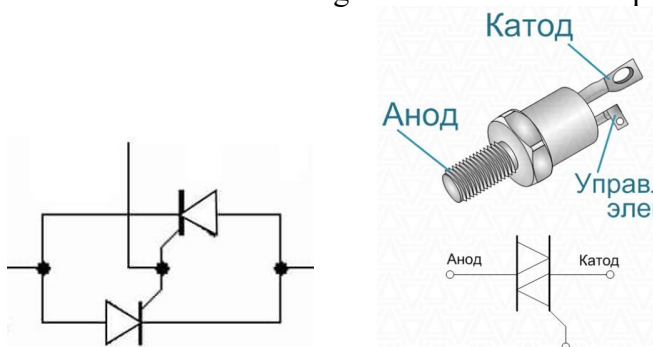
V sohada-simistor ochiq;

$U_{to'g'}$ va $I_{to'g'}$ - to'g'ri yo'nalishdagi maksimal kuchlanish va tok kuchi;

U_{tes} va I_{tes} – to'g'ri yo'nalishdagi maksimal kuchlanish va tok kuchi;

I_n – ishga tushish toki.

V sohada simistorning xarakteristikasi chiziqli bo'lib dinistor va tiristorlarga mos keladi.



14.19-rasm. Simistorning sxemasi va umumiy ko'rinishi.

Tayanch iboralar. elektron, kovak, valentlik, energetik zona, potentsial maydon, diod, tranzistor, tiristor, elektron o'tkazuvchanlik, kovak o'tkazuvchanlik, elektron o'tishlar, simistor, trinistor, vol'tamper xarakteristika, inversiya, to'yinish, to'g'ri tok, teskari tok.

Sinov savollari:

1. Metallarda elektr toki o'tishi faqat elektron o'tkazuvchanlikdan iborat ekanligini qanday isbotlash mumkin?
2. Gazlarda elektr toki qanday o'tkazuvchanlikka asoslangan?
3. Vakuumdan tok o'tish xodisasini tushuntiring.
4. Diodning asosiy xususiyatlari.
5. Tranzistorning tuzilishi va vazifalari.
6. Diodning ventill xususiyati nimaga asoslanadi?
7. Tiristorlarning amalda ishlatilishi.
8. Tiristor, trinistor va simistorlarning farqi nimada?

15-MA'RUZA. Elektron to'g'rilagichlar va invertorlar Reja

1. Elektron to'g'rilagichlar.
2. Invertorlar va ularni muqobil energetikada ishlatilishi.
3. Kuchaytirgich va generatorlar.

1. Elektron to'g'rilagichlar.

O'zgaruvchan elektr tokini o'zgarmas tokka aylantirish to'g'rilash deb ataladi. SHunday maqsadlarda ishlatiluvchi qurilmalar to'g'rilagich deb aytiladi. Bunday to'g'rilagich qurilmalar hozirgi kunda radiotexnika, aloqa vositalari, EXM va boshqa ko'plab elektron qurilmalarni tok bilan taminlovchi manbalarining asosiy qismini tashkil qiladi. CHunki aksariyat elektr va elektron qurilmalarning qismlari odatda o'zgarmas elektr tokida ishlaydi, masalan radio, televizor, komp'yuter va boshqalar. Ularni kerakli miqdordagi kuchlanish bilan ta'minlash uchun tarmoqdan kelayotgan 50 Gts chastotali 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tokning kuchlanishini pasaytirish va uni to'g'rilash kerak bo'ladi.

O'zgaruvchan elektr tokini to'g'rilash, yani uni o'zgarmas elektr tokiga aylantirish jarayoni yarim o'tkazgichli (yoki elektrovakuum) diodlarning ventill (tokni faqat bir tomonga o'tkazish) xususiyatiga asoslanadi. To'g'rilash qurilmalari umumiy xolda transformator, to'g'rilash sxemasi, fil'tr va stabilizatoridan iborat bo'ladi.

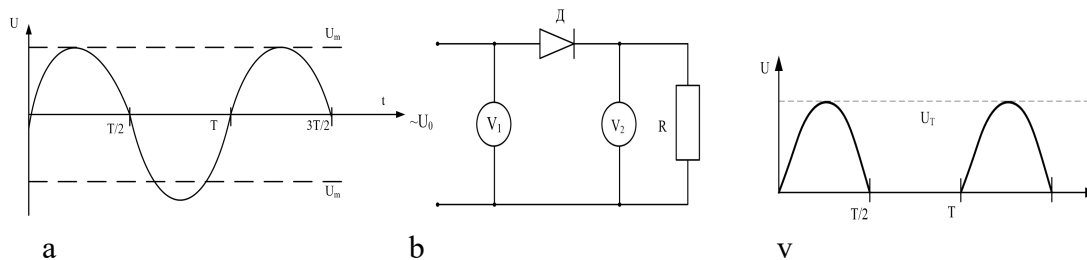


15.1-rasm. Elektron to'g'rilagichning umumiy blok sxemasi.

1-transformator, 2-to'g'rilash elementi, 3-pul'satsiyani tekislovchi fil'tr, 4-kuchlanish stabilizatori, 5 – iste'molchi.

To'g'rilash sxemalari bir yarim davrli yoki ikki yarim davrli bo'lishi mumkin. Bir yarim davrli to'g'rilash sxemalari tokning son qiymati o'zgarishi unchalik ahamiyatsiz bo'lgan qurilmalarda (masalan akkumulyatorlarni zaryadlashda) ishlatiladi. Boshqa ko'plab xollarda ikki yarim davrli to'g'rilagichlar ishlatiladi. Katta aniqlik bilan ishlovchi elektron qurilmalarni tok bilan taminlashda (mikrosxemalar va raqamli texnika elementlari) tokning stabiligi juda yuqori bo'lishi talab qilinadi. Bunday stabillashgan toklar to'g'rilash qurilmalarining chiqishiga tekislovchi fil'trlar va stabilizatorlar ulash bilan xosil qilinadi.

Bir yarim davrli to'g'rilagichlar. Eng sodda to'g'rilagich bir yarim davrli to'g'rilagich bo'lib, unda bitta to'g'rilash elementi-diod ishlatiladi 2- rasm.



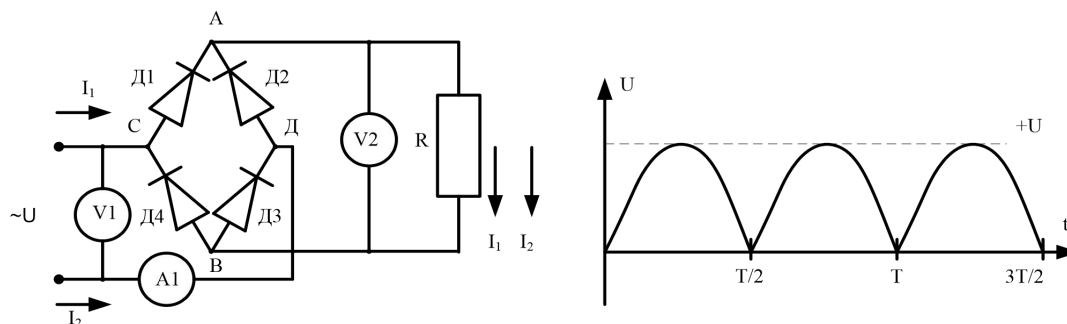
15.2-rasm. Sinusoidal kuchlanish (a), bir yarim davrli to'g'rilagich (b) va to'g'rilangan kuchlanish (v)

Diodning ventil xususiyati tufayli undan sinusoidal kuchlanishning faqat musbat qismi (agar diod teskarisiga ulansa, faqat manfiy qismi) o'tadi, manfiy qism esa o'tmaydi, chunki tokning teskari yo'nalishda o'tgan qismi uchun diod yopiq bo'ladi. Agar sinusoidal kuchlanishning tebranish chastotasi $f = 50$ Gts bo'lsa, yarim tebranish davri $T/2 = 10$ ms bo'ladi, 2- a rasm. Dioddan faqat yarim musbat davrdagi tok o'tadi 2- v rasm. Demak 2- b rasmdagi sxemaning kirishiga sinusoidal kuchlanish berilsa, uning chiqishida xar bir davr ichida uzunligi 10 ms bo'lgan impulslar hosil bo'ladi. Bu bir yarim davrli to'g'rilagich chiqishidagi pul'satsiyali kuchlanish deb ataladi. Amalda bunday pul'satsiyali kuchlanishga ega tok manbalari yaroqsiz hisoblanadi, undan faqat akkumulyatorlarni zaryadlashda foydalanish mumkin, shunda ham uning foydali ish koeffitsienti juda kam bo'ladi.

To'g'rilagich kirishidagi kuchlanishni U_1 , chiqishdagi kuchlanishni U_2 desak

$$U_2 = 0,45 U_1 \quad (15.1)$$

Ikki yarim davrli to'g'rilagichlar. Ikki yarim davrli to'g'rilagichlarda diodlarni ko'priksimon sxemada ulanadi. Buning uchun rombni chizib, rombning to'rt tomoniga to'rtta diodni xammasini bir tmonga qarab o'rnatamiz, 2- rasm

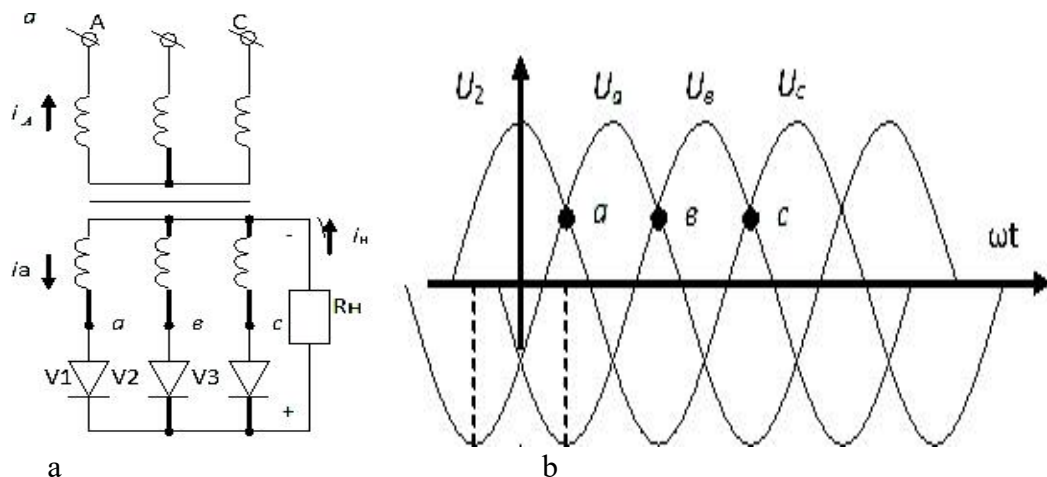


15.3-rasm. Ikki yarim davrli to'g'rilagich va to'g'rilangan kuchlanish.

Ikki yarim davrli to'g'rilagichdagi tokning yo'lini ko'rib chiqamiz. O'zgaruvchan sinusoidal kuchlanishning musbat yo'nalishi deb 1-nutadan boshlangan tokni olaylik, bu tok «1-D1-A tugun-R-V tugun-D4-D tugun-2» kontur orqali yopiladi, bunda R iste'molchidan o'tgan tok I_1 yo'nalishda bo'ladi. Sinusoidal kuchlanishning manfiy davri 2 nuqtadan boshlanib «2-D tugun-D2-A tugun- R-V tugun-D3-S tugun-1» kontur orqali yopiladi, bunda R iste'molchidan o'tgan tok I_2 yo'nalishda bo'ladi. Agar e'tibor bersak har ikki xolda ham R iste'molchidan o'tgan tokning yo'nalishlari bir xil, shuning uchun ham to'g'rilangan kuchlanish faqat musbat (yoki manfiy) yarim davrlardan iborat bo'ladi. Yuqoridagidek kuchlanishni vaqt bo'yicha integrallaymiz, faqat bu yerda integral butun davr bo'yicha olinadi va kuchlanish (1) ifodaga nisbatan ikki marta katta bo'ladi

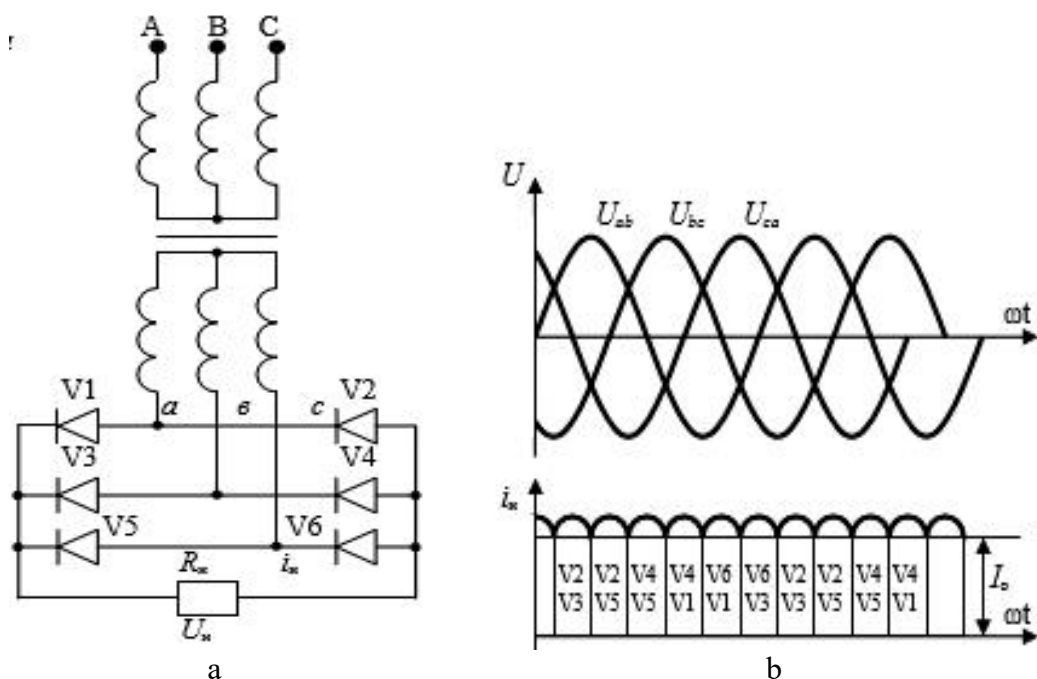
$$U_2 = 0,90 U_1 \quad (15.2)$$

Uch fazali to'g'rilagichlar. Uch fazali tok sistemasida ham to'g'rilash sxemalari bir fazadagi singari bo'lib, har bir fazaga alohida diodlar ulanadi, 3- a rasm. Bunda uch fazali sistemadagi bir yarim davrli to'g'rilash hosil bo'ladi. A, V, S fazalarga ulangan V1, V2 va V3 diodlarning har biri davrning 1/3 qismida navbatma navbat ochiladi. Agar har uchchala faza bitta iste'molchini ta'minlayotgan bo'lsa, davrning har uch dan bir ulushlarida mos fazalardan pul'satsiyalar yuzaga keladi. Natijada bir davr davomida uchta yarim davrli impulslar hosil bo'ladi 4-b rasm. Kuchlanish diagrammalaridan ko'rinib turibdiki a, v va s nuqtalarda tok o'tkazuvchi diodlar almashadi. a nuqtadan v nuqttagacha oraliqda A fazadagi V1 diod ochiq bo'ladi, "vs" oraliqda V fazadagi V2 diod ochiladi, shu tariqa diodlar navbatma-navbat almashinib, pul'satsiyalar hosil qiladi.



15.4-rasm. Uch fazali bir yarim davrli to'g'rilagi (a) va undagi to'g'rilangan kuchlanishning diagrammasi (b).

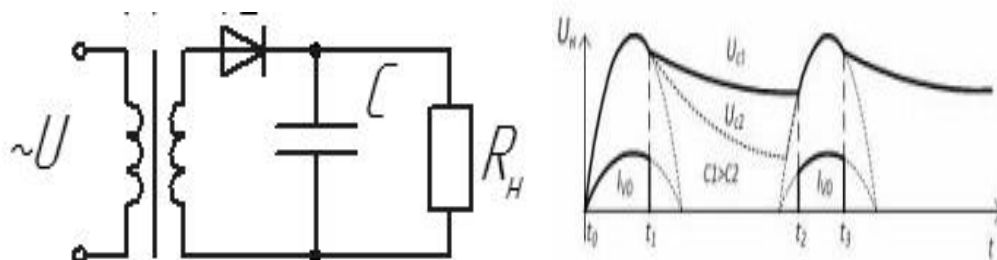
Uch fazali sistemada ko'priksimon to'g'rilagich sxemasi 4-a rasmda keltirilgan. To'g'rilangan kuchlanishning diagrammasi 4- b rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, bu holda pul'satsiya kamayib, kuchlanish diagrammasi o'zgarmaskuchlanishga yaqinlashgan.



15.5-rasm. Uch fazali ko'priksimon to'g'rilagich (a) va undagi to'g'rilangan kuchlanishning diagrammasi.

Lekin baribir to'g'rilangan kuchlanishda pul'satsiyalar mavjud. O'zgaruvchan tokni to'g'rilashning g'ar qanday sxemasida pul'satsiyalar mavjud bo'ladi. Endi bu pul'satsiyalarni to'g'rilash sxemalari orqli emas, to'g'rilagich chiqishiga ulangan qo'shimche sxemalar yordamida kamaytirish mumkin. Bunday sxemalarni tekislovchi fil'trlar deb ataladi.

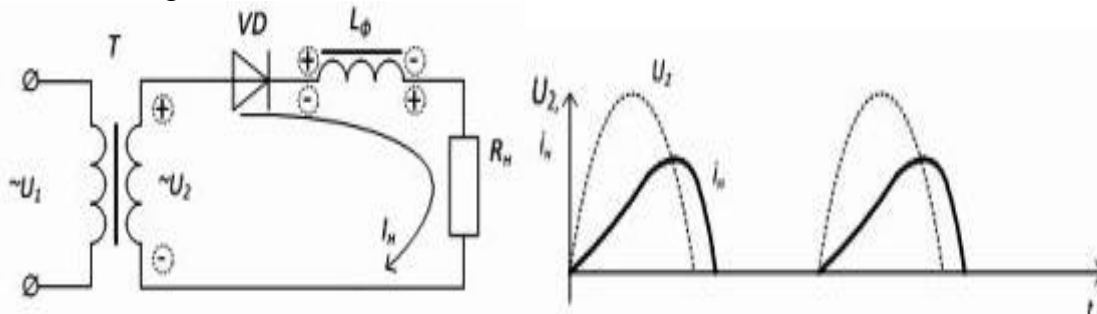
Tekislovchi fil'trlar. To'g'rilangan kuchlanishda pul'satsiyani tekislovchi fil'trlar yordamida kamaytirish mumkin. Amalda tekislovchi fil'tr elementlari sifatida sig'im va induktivlikdan foydalaniladi. Eng sodda fil'tr to'g'rilagich chiqishiga iste'molchi bilanparrel ulangan sig'imdir 8.6- rasm.



15.6- rasm. Sig'imli fil'tr va unda kuchlanishning o'zgarishi.

Kondensator o'zgaras tok uchun juda katta qarshilikka ega, o'zgaruvchan tokda esa qarshiligi tokning chastotasiga bog'liq. Kuchlanishning ortishi bilan kondensator zaryadlan boshlaydi, tashqi kuchlanish kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanishdan kamayganda esa, kondensator razryadlanadi. Aynan shu xususiyati tufyli u tekislovchi fil'itr sifatida ishlatiladi.

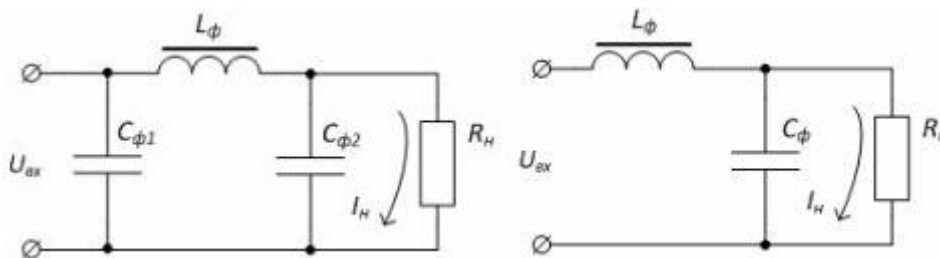
Kondensator R_n iste'molchii bilan paralel ulangan bo'lsin. Kuchlanishning $\frac{1}{4}$ davrida, ($t_0 - t_1$ oraliq) kondensator zaryadlanadi. SHundan keyin $t_1 - t_2$ oraliqda manba kuchlanishi 0 gacha kamayishi kerak, lekin bu paytda kondensator R_n iste'molchi orqali razryadlanadi va kuchlanishning 0 gacha kamayib ketishishiga yo'l qo'ymaydi. O'zgaruvchan kuchlanishning navbavtdvigi musbat pul'satsiyasi kelgan paytdan boshlab kondensator yana zaryadlanadi. Bu zaryad razryad tsikli xuddi o'zgaruvchan kuchlanish davri singari takrorlanadi.



15.7- rasm. Induktiv elementli fil'itr va kuchlanish pul'sining o'zgarishi.

Agar bir yarim davrli to'g'rilagichning chiqishiga R_n iste'molchi bilan paralel qilib induktiv element ulansa, iste'molchidagi kuchlanish pul'sining ko'rinishi o'zgaradi. Ya'ni kuchlanishning amplitudasi kamayib pul'sning davomiyligi davri ortadi. Bunda pul'sning o'sish fronti cho'ziladi. Bu induktivlikdagi o'zinduksiya e.yu.k. blan tushuntiriladi. G'altakdagi o'zinduksiya dastlab manba tokini kamaytiruvchi ta'sir ko'rsatadi, kuchlanish kamayishida esa aksincha ta'sir ko'rsatadi.

Amalda induktiv fil'itrning o'zi ishlatilmaydi, uni sig'im fil'itr bilan turli sxemalarda ulanishidan samarali fil'itrlar hosil qilish mumkin. Amalda ko'proq G simon va P simon fil'itrlar keng ishlatiladi 7- rasm.



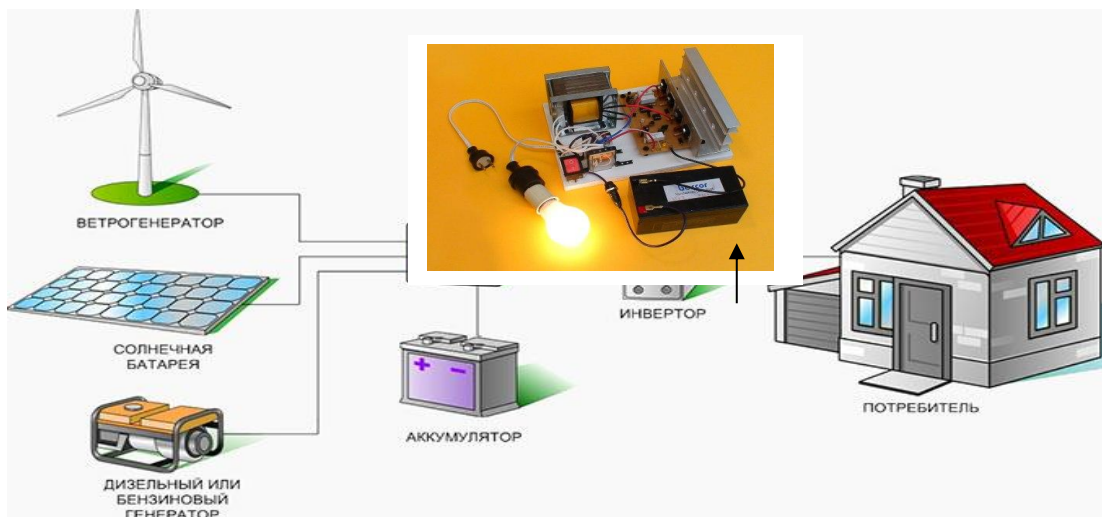
15.8- rasm. P simon va G simon tekislovchi fil'itrlar.

2. Invertorlar

Invertor to'g'rilagichga teskari qurilma bo'lib, o'zgaras elektr tokini o'zgaruvchan elektr tokiga aylantiradi. Bunda o'zgaruvchan elektr toki sinusoidal, yoki boshqa ko'rinishda bo'lishi mumkin. Amalda asosan 50 Gts schastotali sinusoidal o'zgaruvchan tok hosil qiluvchi invertorlar keng ishlatiladi.

Invertorlar aloxida qurilma sifatida yoki muqobil energiya manbalarining tarkibiy qismi sifatida ishlatilishi mumkin. Masalan, quyosh panellaridan foydalanganimizda, paneldan chiqqan 12 V kuchlanishli o'zgaras elektr toki invertorda 220 V kuchlanishli sinusoidal o'zgaruvchan tokka aylantirib beradi. Yoki, 12 V kuchlanishli oddiy akkumulyator orqali 220 V kuchlanishda ishlovchi yoritish lampasini yoqish kerak bo'lsin. Albatta u 12 V kuchlanishda yonmaydi, bu kuchlanishni 220 V o'zgaruvchan tokkka aylantirib keyin lampaga ulanadi 8-rasm.

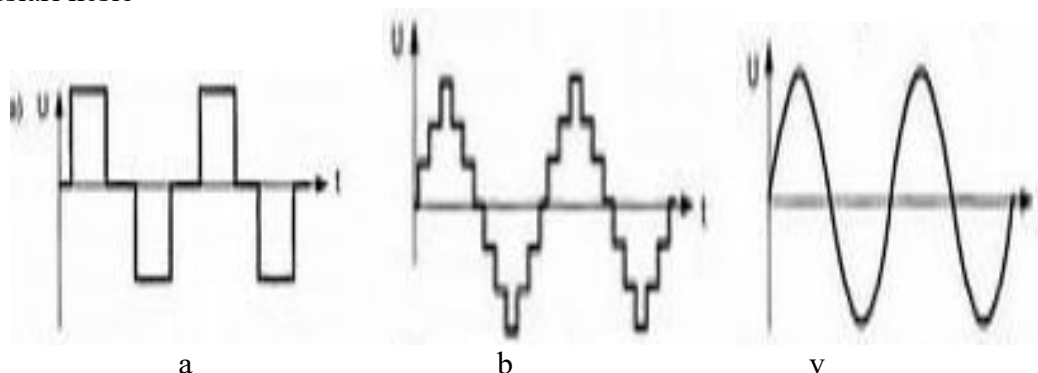
Inverorlar dastlab elektr qurilmalarini zahira tok manbalari bilan (akkumulyatorlar orqali) ta'minlash maqsadlarida ishlatilgan bo'lsa, muqobil energiya manbalarining taraqqiyoti ularni keng iste'molga olib kirdi. Ayniqsa quyosh energiyasidan foydalanishda invertorning o'rni va ahamiyati juda muxim.



15.9-rasm. Invertorning qo'llanilishi.

Bugungi kunda yuzlab Amper tok kuchida ishlovchi yarim o'tkazgichli elektron qurilmalar katta quvvatli invertorlarni yaratish imkoniyatlarini bermoqda va ular quyosh elektr stantsiyalarida ishlatilmoqda.

Invertorning tuzilishi va ishlash printsipti bugungi un raqamli texnikasi nuqtai-nazaridan juda sodda. Buning uchun dastlab o'zgarmas tokdan ma'lum chastotada to'g'ri burchakli kuchlanish impul'slari kesib



15.10-rasm. Invertorda sinusoidal kuchlanishning hosil bo'lishi.

Keyin bu impul'slar ma'lum qonuniyat bilan tegishli invertorlash sxemasidan o'tkaziladi va musbat hamda manfiy impul'slar hosil bo'ladi (8.10- a rasm). Maxsus differentsial qurilmalar orqali bu to'g'ri burchakli impul'slar pog'onasmin ko'rinishda o'sib boruvchi impul'slar ketma-ketligiga aylantiriladi 8.10- b rasm. Diqferentsiallash qadaminig aniqligi impul'slarni sinusoidal formaga yaqinligini belgilaydi. Amalda invertorlar aynan hosil bo'lgan kuchlanishining sinusoidaga qanchalik yaqinligi bilan baholanadi.

Invertorlarning quyidagi turlari sanoatda keng ishlab chiqariladi:

- Invertor 12V 1000Vt TS-1000-212;
- Invertor 12V 1500Vt TN-1500-212V;
- Invertor 12V 3000Vt TN-3000-212B;
- Invertor 24V 3000Vt TN-3000-224B;
- Invertor 48V 3000Vt TN-3000-248B,

Bunda 12V, 24V, 48V ivertor kirishidagi o'zgarmas kuchlanish, keyingi raqamlar invertorning quvvatini va ishlab chiqarilish shartli belgilarini bildiradi.

Kuchaytirgichlar

Aksariyat hollarda elektr signallarini kuchaytirish zaruriyati tug'iladi. Masalan, antennada qabul qilingan yuqori chastotali kuchsiz toklar kuchaytrgichlar yordamida kuchytirilib undan ovoz va tasvirlar ajratib olinadi, yoki, mikrofondagi tovush to'lqinlaridan hosil bo'lgan elektr signali kuchaytirilib, katta quvvatli ovoz signallariga aylantiriladi, telefon qurilmalarida kuchsiz signallar kuchaytirilib ovoz hosil qilinadi va hokazo. Xullas signalni kuchaytirish jarayoni radiotexnikaning asosiy masalalaridan biridir.

Bunda kam quvvatli signal tok manbaining energiyasi hisobiga kuchatiriladi. Bu kuchaytirish jarayonini bajaruvchi qurilma kuchaytirgich deb ataladi.

Elektronika taraqqiyoti aslida ko'p jihatdan signallarni kuchaytirish qurilmalari taraqqiyotidan iborat desak xato bo'lmaydi. Chunki signallarni kuchaytirishga bo'lgan ehtiyoj (dastlab telegraf signallari, keyinchalik simli telefon aloqalar, radioaloqalar, televidenie, radiolokasiya va boshqalar) avval lampalarni yaratilishiga sabab bo'ldi, keyin yarim o'tkazgichli tranzistorlar, so'ngra mikrosxemalar asosidagi operatsion kuchaytirgichlar yaratildi.

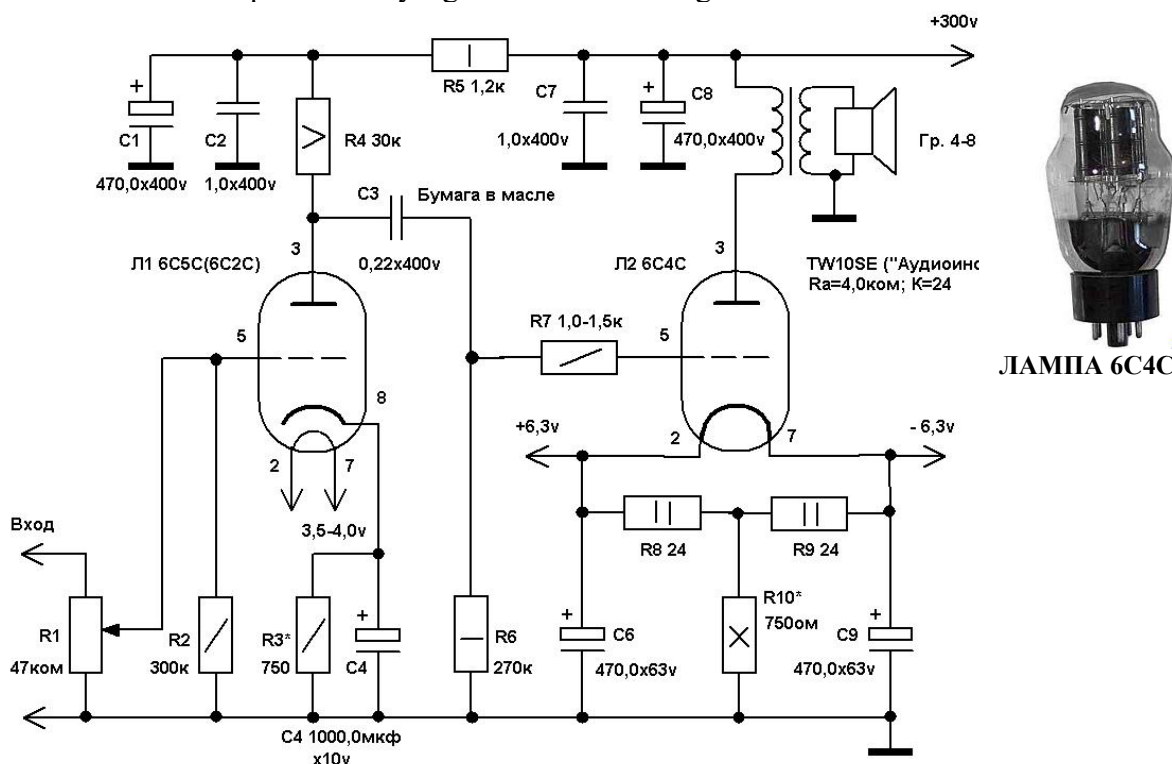
Elektron qurilmalarning massa va o'lchamlariga, quvvat iste'moliga, tezkorligiga, sezgirligiga, ishlash sharoitlarining daxlsizligiga bo'lgan talablar o'z navbatida kuchaytirgichlarga ham tegishlidir. Shuning uchun, kuchaytirgich qurilmalari ham elektronika sanoatining tarkibiy qismi sifatida tezkor suratlarda bilan rivojlanib bomoqda.

Elektronika sanoati texnologiyalari taraqqiyotidan tashqari, yana shu narsa ham muhimki, zamonaviy, yuqori texnologiyali mikrosxemalar va integral sxemalar ishlab chiqarishda elektron qurilmalarning universalligini ta'minlash maxsulotni bozordagi o'rnini mustahkamlaydi (sotilish hajmini ko'paytiradi). Shu jaxatdan ham kuchaytirgich sxemalar (va boshqa yana ko'plab standart sxemalar) ko'plab mikrosxema va integral sxemalar tarkibiga kiritiladi va bu shu mikrosxemaning qo'llanilish sohasi kengaytiradi.

Amalda operatsion kuchaytirgichlar keng ishlatiladi. Uning tarixiy avlodlari esa lampalar asosidagi va tranzistorlar asosidagi elektron kuchaytirgichlardir. Radiotexnikada elektr signallarini kuchaytirishning fizikaviy jihatlari va sxematik asoslarini o'rganishda lampali tranzistorli kuchaytirgichlarni o'rganish muhim rol tutadi.

Elektron kuchaytirgichlar

Elektron kuchaytirgichlarda uch elektrodli elektrovakuum lampa yoki tranzistor kuchaytiruvchi element sifatida ishlatiladi. Avvalgi bo'limlarda lampalar, xususan triodlar elektron qurilmalarda kuchaytiruvchi element sifatida keng ishlatilishi aytilgan edi. O'tgan asrning 70-80-yillarigacha lampali elektron qurilmalar (masalan radio va televizorlar) keng iste'molda bo'lib keldi. Bu qurilmalarda elektrovakuum lampalar kuchaytirgich sifatida ishlatilgan.



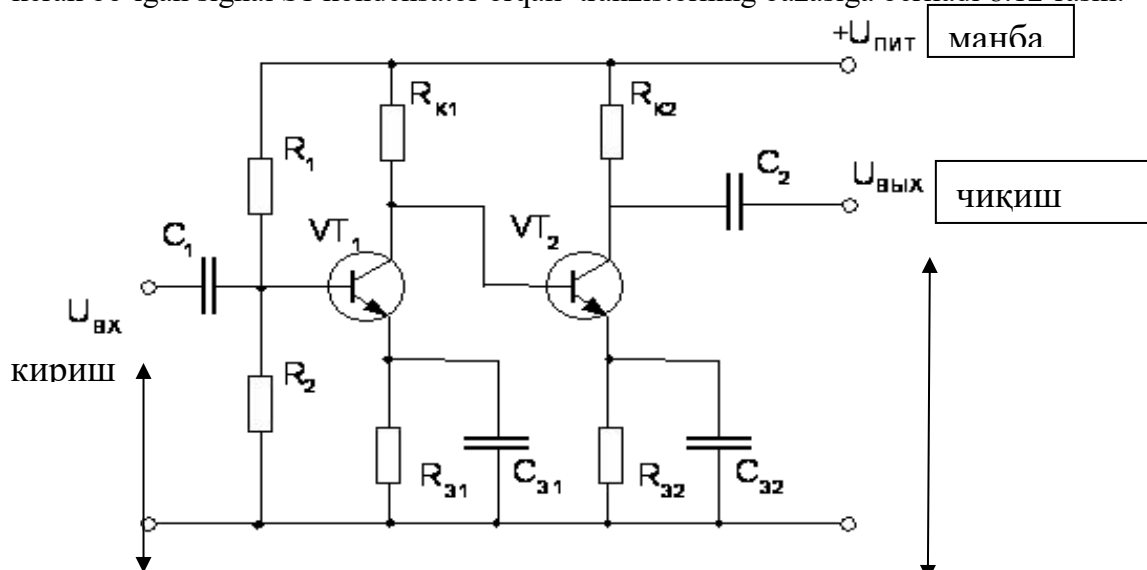
15.11-rasm. Lampali ikki kaskadli kuchaytirgich.

Izoh: 6S4S katta quvvatli triod past chastotali (ovoz diapazonidagi) signallarni kuchaytirishda ishlatiladi. Radio va televizorlarda past chastotali (ovoz) kuchaytirgich sifatida keng ishlatilgan. AQSH da u **6B4G** nom ostida ishlab chiqarilgan.

Keltirilgan sxemada L1 lampa sifatida 6S5S va L2 lampa sifatida 6S4S lampalar qo'llanilgan. Lampaning katod nakallari 6,3 V o'zgarmas kuchlanish manbaidan tok bilan ta'minlangan. Anod

zanjirida esa 30 o'zgarms kuchlanish manbai mavjud. Demak kuchaytirgich 30 V kuchlanishli o'zgarms tok manbai energiyasidan foydalanib kuchaytirilgan signal hosil qiladi. Radiotexnikada buni o'zgarms tok manbai energiyasin kam quvvatli signalga uzatish deb aytiladi.

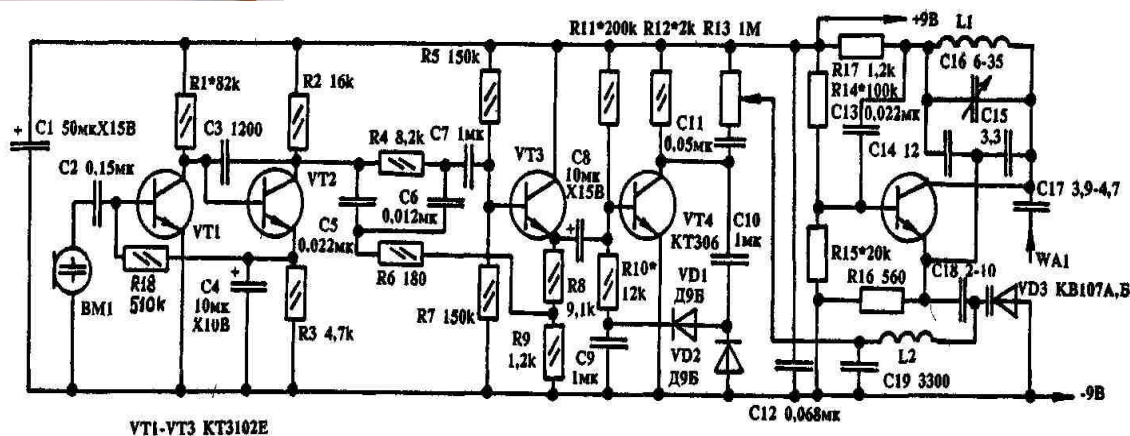
Endi xuddi shunday kuchaytirish jarayonini yarim o'tkazgichli tranzistorlar asosida ko'rib chiqamiz. Avval qayd etilganidek lampa va tranzistorlarda mos elektrodlarining vazifalari ham o'xshash. Lampada kuchaytirilishi kerak bo'lgan signal lampa to'rga berilsa, tranzistorda to'r bazaga mos keladi. Kuchaytirish rejimida ishlashi uchun tranzistorlar umumiy emitter sxemasida ulanadi. Kuchaytirilishi kerak bo'lgan signal S1 kondensator orqali tranzistorning bazasiga beriladi 8.12-rasm.



15.12-rasm. Tranzistorlarda tuzilgan ikki kaskadli kuchaytirgich.

S1 kondensatorning vazifasi bazaga signalning faqat o'zgaruvchan tashkil etuvchisigina o'tkazib, o'zgarms tashkil etuvchini ushlab qolishdan iborat (kondensatorning o'zgarms tokka nisbatan qarshiligi cheksiz kattaligini eslang). Radiotexnika tilida S1 kondensator siljish kuchlanishi fil'tri deb ataladi. Kuchaygan signal VT1 tranzistorning kollektoridan olinadi va yana kuchaytirish uchun VT2 trnazistor bazasiga tushadi. SHu tariqa ikkita kaskaddan kuchayib chiqqan signal S2 kondensator orqali chiqishga uzatiladi.

8.13-rasmda Okean radiopriemniginng elektron sxemasi keltirilgan. Agar sxemaning tuzilishiga e'tibor qaratsak undagi kuchaytiruvchi kaskadlarni ajratishimiz mumkin.

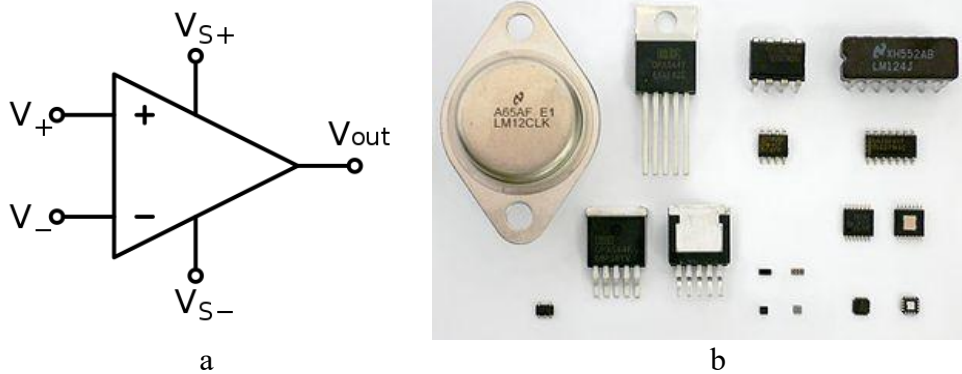


15.13-rasm. Okean radiopriemnigi va uning elektron sxemasi.

Operatsion kuchaytirgichlar

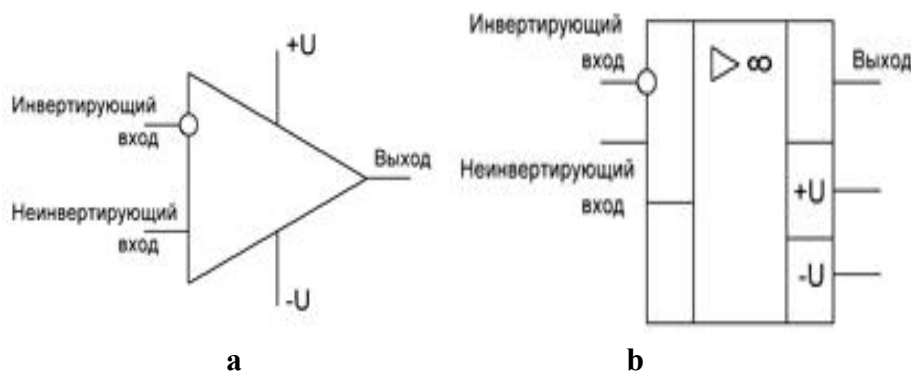
Elektronika elementlarining taraqqiyoti birinchi galda ularning massa va o'lchamlarini kamayishida namoyon bo'lmoqda. Albatta bu o'z navbatida belgilangan hajmda mujassamlashgan elektron qurilmalar miqdorining ko'payishiga, natijada butun qurilmaning imkoniyatlari kengayishiga olib kelmoqda. Uyali aloqa telefon qurilmalarida turli elektron qurilmalar funktsiyalarining (telefon, radio, fotoapparat, kinokamera va boshqa) mujassamlashishi bunga yaqqol misoldir. Bunda operatsion kuchaytirgichlarning (OK) roli katta. Operatsion kuchaytirgich ishlatilishi jihatidan sodda, texnik imkoniyatlari yuqori kuchaytirgich hisoblanadi. Umumiy holda operatsion kuchaytirgichga yuqori kuchaytirish koeffitsientiga ega differentsial kirishli elektron kuchaytirgich deb ta'rif berish mumkin. Differentsial kirish shuni bildiradiki, kuchaytirgich ikkita signalning farqiga ham ishlashi mumkin. Bu kuchaytirgichlarning imkoniyatlarini kengaytiradi.

Standart turdagi operatsion kuchaytirgichlar o'zining soddaligi va bu mikrosxemalarning o'ta arzonligi bilan amaliyotda juda keng tarqalgan. OK ning shartli belgisi va umumiy ko'rinishi 8.14-rasmda keltirilgan.



15.14-rasm. Operatsion kuchaytirgichning shartli belgisi va ayrim turlari.

SHartli belgida kuchaytirgichning kirishlari, chiqishi va manbaga ulanuvchi musbat va manfiy qutblar ko'rsatiladi. OU kirishi invertlovchi va oddiy bo'lishi mumkin. Bunda invertlash deganda signal fazasini 180° ga o'zgartirish tushuniladi.



15.15-rasm. Operatsioe kuchaytirgichning shartli belgilari.

Ayrim belgilashlarda invertlovchi kirish manfiy, invertlamaydiga kirish musbat ishora bilan belgilansa (14- a rasm), aksariyat chet el standartlarida invertlovchi kirishni doira bilan ajratib ko'rsatish qabul qilingan (15- a rasm). So'nggi yillarda OK lar ham raqamli texnika elementlarining shartli belgilariga o'xshab belgilanmoqda 15- b rasm.

Tayanch iboralar: kuchaytirgich, invertor, operatsion kuchaytirgich, kuchaytirish koeffitsienti, kirish signali, chiqish signali, chastotaviy xarakteristika, dinamik diapazon, rezonans kuchatirgich, amplitudaviy xarakteristika, teskari bog'lanish.

Sinov savollari

1. Kuchaytirish deb nimaga aytiladi?
2. Signalni kuchaytirish qanday sodir bo'ladi?
3. Lampali tranzistorli va operatsion kuchaytirgichlarning o'xshash va farqli jixatlari.
4. Lampali tranzistorli va operatsion kuchaytirgichlarning afzalliklari va kamchiliklari.
5. Kuchaytirgichda teskari bog'lanish nima.
6. Invertorning ishlashini tushuntiring.

16- MA'RUZA. Raqamli texnika elementlari

Reja

1. **Triggerlar va ularni turlari, ishlatilishi.**
2. **Registrlar.**
3. **Xotira elementlari va ularning turlari.**
4. **SHifratorlar va deshifratorlar.**

Elektron qurilmalarning tezligini ortishi raqamli elektron texnologiyalarni yaratilishiga olib keldi. Raqamli texnologiya (Digital tech nology) signallarni diskret ko'rinishda tasvirlashga asoslanadi. Uzlaksiz spektrga ega analogli signallar raqamli ko'rinishda standart impulslarning soniga aylantiriladi. Signal amplitudsining o'zgarishi impulslar soni o'zgarishi bilan ifodalanadi. Bunda impulslarning qisqaligi va ularning vaqt birligidagi soni raqamli texnika imkoniyatlarini belgilaydi.

Raqamli elektron qurilmalarning afzalliklari va ularning imkoniyatlarini bugungi kunda tushuntirib o'tirishga hojat yo'q. Raqamli qurilmalar, xuddi elektr energiyasi kabi insoniyat turmush tarziga tobora chuqurroq kirib bormoqda. Ular hayotimizning ajralmas qismiga aylanib ulgurdi.



16.1-rasm. kundalik ehtiyojimizga aylangan raqamli texnika qurilmalari.

Bu qurilmalarning ishlash printsiplarini qisman tasavvur etish uchun raqamli elektron texnikaning tayanch elementlarbo'lgan ayrim elementlar bilan tanishamiz.

Triggerlar. Trigger ikkita mustahkam holatga ega bo'lgan elektron kalitdir. U bir holatdan ikkinchi holatga, uning kirishiga ta'sir ko'rsatish orqali o'tadi. Triggerlar mantiqiy sxemalar asosida hosil qilinadi.

Raqamli texnikada triggerlarning o'rni beqiyos, ular asosida to'g'ri burchakli impulslar hosil qilishning eng soddaxemalari va chastota bo'lish sxemalari quriladi, xotira elementlari, summatorlar, impulshisoblagichlar va boshqa, raqamli texnikaning bir qator qurilmalari yaratiladi.

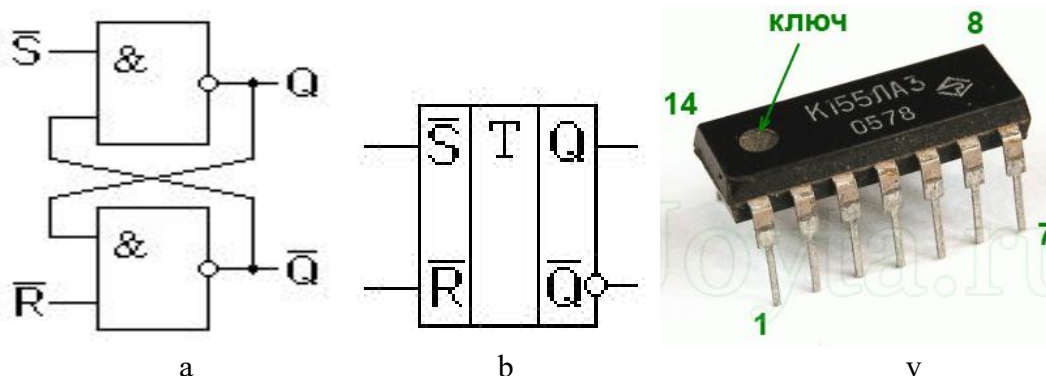
R	S	Q(t)	Q(t+1)	Triggerning holati
0	0	0	0	Ma'lumotni saqlab turish rejimi $R = S = 0$
0	0	1	1	
0	1	0	1	Triggerni "1" holatga o'tishi $S = 1$
0	1	1	1	
1	0	0	0	Triggern "0" holatga o'tishi $R = 1$
1	0	1	0	
1	1	0	*	Taqiqlangan holat $R = S = 1$
1	1	1	*	

RS trigger. Ushbu trigger eng keng tarqalgan triggerlardan hisoblanadi. Uning tuzilishi va ishlashini ko'rib chiqamiz. Bu triggerni ikkita R va S kirishlari va ikkita Q hamda $\bar{Q}$ chiqishlari mavjud.

Q va $\bar{Q}$ chiqishlar bir-biriga nisbatan teskari (agar $Q = 0$ bo'lsa, $S=1$ va aksincha), mos holda to'g'ri va teskari chiqishlar deb ataladi. Trigger mantiqiy elementlar asosida shunday hosil qilinadiki, uning ishlashini quyidagi haqiqiylik jadvali orqali ko'ramiz 1- jadval.

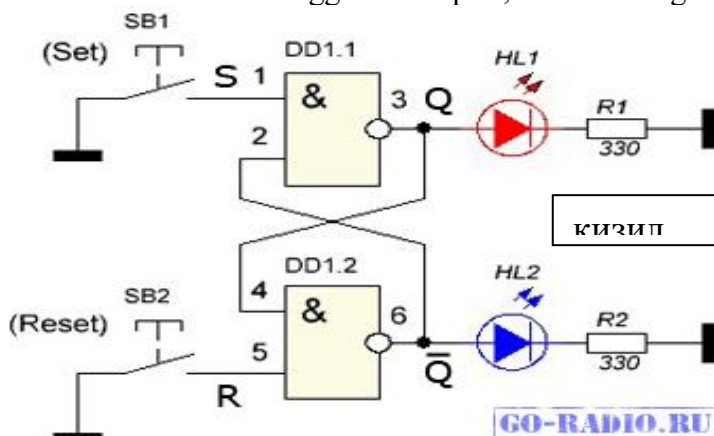
16.1-jadval RS triggerni haqiqiylik jadvali

Jadvaldan ko'rinib turibdiki triggerning R va S kirishlariga signal berilmasa, u o'zining holatini saqlab turadi. Triggerni "1" holatga o'tkazish uchun uning S kirishiga "1" signal berish kerak, triggerni "0" holatga o'tkazish uchun esa, uning R kirishiga "1" signal berish kerak. SHu tariqa biz boshqariluvchi elektron kalitga ega bo'lamiz. Bunday RS triggerni "2YoKI-YO'Q" mantiqiy qurilamada hosil qilish mumkin 2- a rasm. Triggerning shartli belgisi b rasmda keltirilgan. Tarkibida RS triggeri bo'lgan eng keng tarqalgan mikrosxema K155 LA3 mikrosxemasidir.



16.2-rasm RS triggerning tuzilishi, shartli belgisi

K155 LA3 mikrosxemai asosida trigger hosil qilib, biror sxemaga nisbatan qo'llab ko'ramiz 3-rasm.



16.3- rasm. Triggerli kalit.

Buning uchun, mikrosxemaning 14 – kontaktini 5V kuchlanishnli manbaning "+" qutbiga, mikrosxemaning 7-kontaktini manbaning "-" qutbiga ulaymiz. Mikrosxemaning 1- kontaktiga SB1 tugmachali kalitni, 5-kontaktiga esa SB2 tugmachali kalitni ulamiz. Har ikki kalitning ikkinchi kontaktlarini manbaning "-" qutbiga ulaymiz. Mikrosxemaning 3- kontakti bilan manbaning "-" qutblari orasiga yashil svetodiod, mikrosxemaning 6-kontakti bilan manbaning "-" qutblari orasiga qizil svetodiod ulaymiz.

Sxemani manbaga ulaymiz, yashil svetodiod yondi deylik. SB1 (ulash) tugmachasini bir marta bosamiz, yashil svetodiod o'chib, qizil svetodiod yonadi. Endi SB1 tugmachani yana bir marta bosamiz, triggerning holati o'zgarmaydi (yashil o'chgan, qizil yoniq), ya'ni trigger o'z holatini saqlab turibdi. Endi triggerni "0" holatga qaytarish uchun (qizilni o'chirib yashilni yoqish) SB2 tugmachasini bosish zarur. Xuddi avvalgidek, SB2 tugmani qayta bosish sistema holatini o'zgartirmaydi. SHunday qilib biz sistemani "1" holatiga va "0" holatiga alohida kalitlar orqali o'tamiz.

RS trigger sinxron va asinxron turlarga bo'linadi. Agar triggerning ishlashi biror tashqi signal sinxronlashmagan bo'lsa, bunday trigger asinxron trigger hisoblanadi. Demak ko'rib o'tilgan trigger asinxron turga kiradi. Aksariyat sxemalarda qurilmalarning bir holatdna ikkinchi holatga o'tishi uchun signal qabul qilishi ma'lum sinxronlashtiruvchi signalning davomiyligi ichida sodir bo'ladi. Aynan shu sinxronlashtiruvchi signal bo'lmasa triggerlar R va S kirishlaridagi signallardan qat'iy nazar o'z holatini

saqlab turadi. Ana shunday sinronlashtiruvchi signal asosida ishlovchi trigger sinxron trigger deb ataladi. Demak sinxron triggerda yana bitta “S” sinxronizatsiya kirishi paydo bo’ladi.

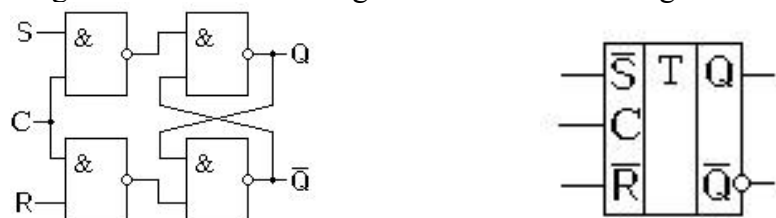
Endi trigger, unig “S” kanalida signal bo’lgan paytdagina o’zini RS trigger kabi tutadi, boshqa paytlarda u holatini saqlaydi, buni sinxron triggerning xaqiqiylik jadvalidan ko’rish mumkin 2-jadval.

Sinxron triggerlar elektron qurilmalarning imkoniyatlarini yanada kengaytiradi.

2-jadval

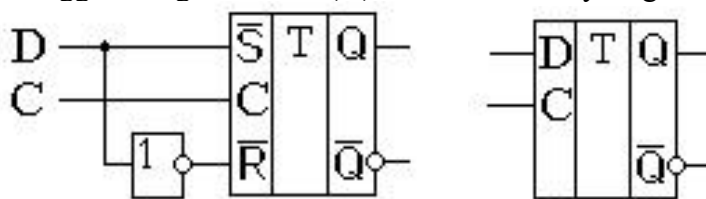
S	R	S	Q(t)	Q(t+1)	Trigger holati
0	x	x	0	0	Saqlash rejimi
0	x	x	1	1	
1	0	0	0	0	Saqlash rejimi
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	1	S=1 holatga o’tish rejimi
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	Trigger “0” holatga o’tishi R=1
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	*	R=S=1 taqiqlangan holat
1	1	1	1	*	

Sinxron triggerning tuzilishi va shartli belgisi 16.4-rasmda keltirilgan



16.4-rasm. Sinxron triggerning tuzilishi va shartli belgisi.

D trigger. (inglizcha delay - kechikish), RS triggerda mantiqiy “1” va mantiqiy “0” holatlarni qabul qilish uchun alohida kirishlar ishlatiladi. Agar mantiqiy “1” ni ham, mantiqiy “0” ni ham ma’lumot sifatida qabul qilib yozib borish zaur bo’lsa, u holda qirishni bitta bo’lgani qulay. Shunday qilib sinxron RS triggerda R va S kirishlarni birlashtirsak, yangi trigger hosil bo’ladi. Bu triggerni D trigger deb ataladi. D triggerda signal kirishi (D) va sinxronizatsiya signali kirishi (S) mavjud bo’ladi.

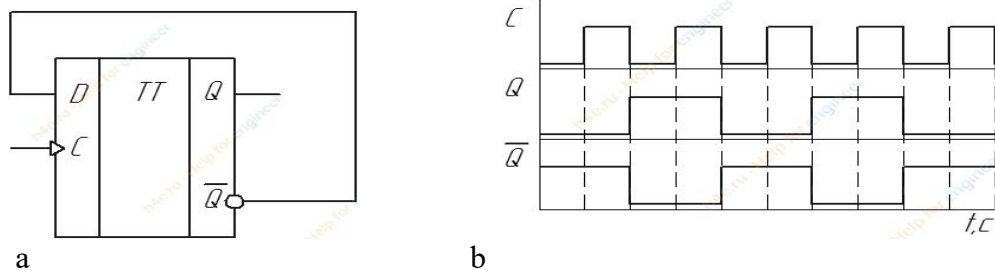


16.5-rasm. D trigger va uning shartli belgisi.

D triggerlar aynan saqlab turish xususiyatiga egaligi tufayli xotira elementlari hosil qilishda ishlatiladi.

T trigger. Agar D triggerning kirishini uning inversiyali chiqishi bilan ulasak T trigger hosil bo’ladi 6- a rasm. T trigger impulslarni sanash imkoniyatini beradi, chunki uning chiqishi kirishga kelgan har bir signal natijasida o’zgarib turadi. Natijada T triggerning kirishidagi impulslarning soni uning chiqishida 2 marta kamayadi, keyingi triggerda yana shu holatni takrorlash natijasida sanash qurilmasini yaratish mumkin.

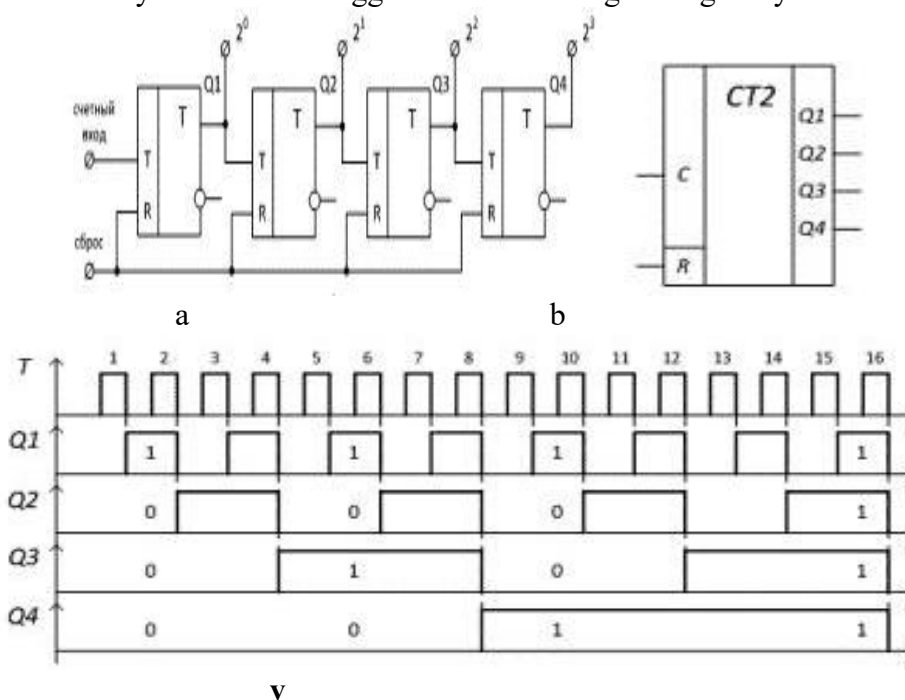
Impulslar ketma-ketligini T triggerdan o’tgandan keyingi to’g’ri va inversli chiqishlardagi holati 6-b rasm keltirilgan.



16.6- rasm. T triggerning shartli belgisi va undan impulsning o'tishi.

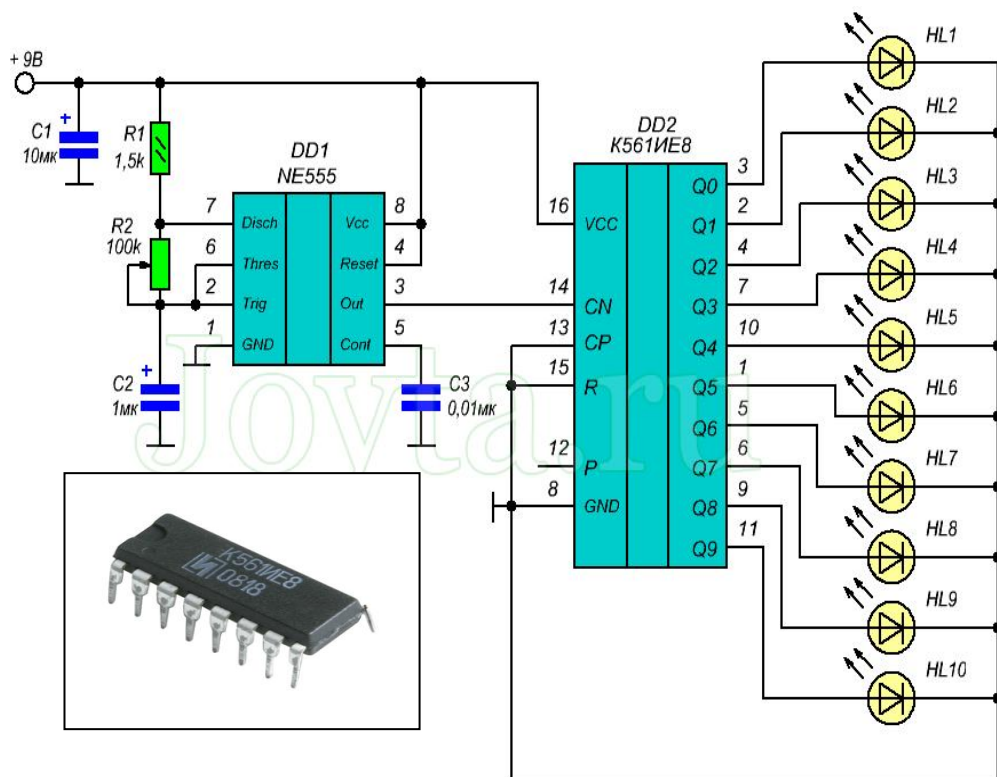
Trigger impulsning so'nish frontida ishga tushadi, 6 –b rasimga qarang. Birinchi impulsning tugash paytida trigger chiqishi “0” dan “1” holatga o'tadi, ikkinchi impulsning tugash paytida trigger yana holatini o'zgartiradi “1” dan “0” holatga o'tadi. Natijada kirishga 4 ta impuls kelsa, chiqishda 2 ta impuls hosil bo'ladi. Triggerlar sonini ko'paytirib sanash imkoniyatini oshirish mumkin.

Triggerlar asosida qurilgan hisoblagichlarning sanash imkoniyati, ya'ni hisoblagich sanashi mumkin bo'lgan impulsning maksimal soni K triggerlar soni bilan aniqlanadi $K = 2^n$, bu yerda n-triggerlar soni. Masalan 7-rasmda keltirilgan 4 ta triggerdan tashkil topgan hisoblagich 16 tagacha impulsni sanash imkoniyatini beradi. Triggerlar soni hisoblagichning razryadi deb ataladi.



16.7-rasm. To'rt razryadli hisoblagich (a), uning shartli belgisi (b), va hisoblagich ishlashining vaqt diagrammasi (v).

Amalda mikrosxemalar tarkibida bir necha o'nlab triggerlarni mujassamlashtirgan hisoblagichlar bo'lishi mumkin. Masalan K561IE8 mikrosxemas (yoki CD4017) 15 razryadli hisoblagich va deshifratör vazifasini bajaradi 8- a rasm. Bu mikrosxema yordamida 10 svetodiodni “yuguruvchi olov” turida yoquvchi sxema 8- b rasmda keltirilgan. Svetodiodlarning yonish vaqtlarini NE555 taymer orqali beriladi. Hisoblagich ma'lum impulslardan keyin tegishli svetodiolarga signal beradi, natijada svetodiodlar belgilangan ketma-ketlik asosida yonib o'chadi. Yonib o'chish vaqtini R2 potentsiometr orqali boshqarish mumkin. Mikrosxemalar sonini ko'paytirib yoki azryadi kattaroq boshqa mikrosxema ishlatib boo'qariulvchi svetodiodlar sonini istalgancha ko'paytirish mumkin. Binolarning chetlari bo'ylab, yo'llar uzra va boshqa joylarda bunday, ma'lum qonuniyat asosida yoki ketma-ket yonib tutuvchi svetodiodli chiroqlarni Siz albatta ko'p uchratasiz.



a

b

16.8- rasm. K561IE8 mikrosxema va uning asosidagi “yuguruvchi olov” sxemasi.

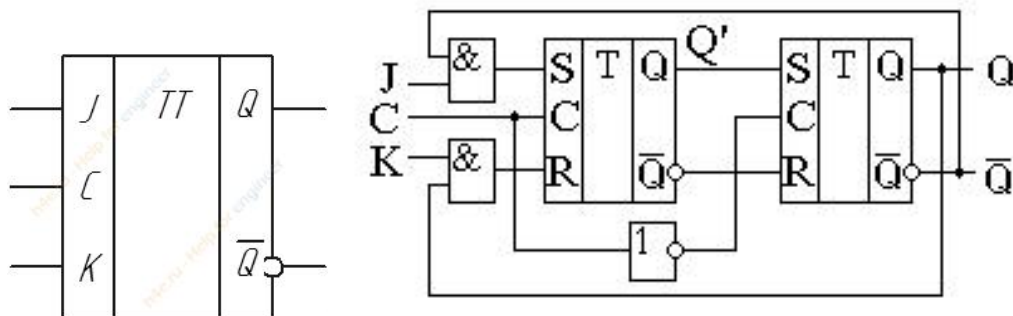
JK trigger. Bu triggerni ma’lum ma’noda hisoblashchi T triggerga o’xshatish mumkin. Faqat u kirishda ma’lum holatlar yuzaga kelgandagina sanaydi. Yoki JK triggerni mukammallashtirilgan RS trigger deb qarash mumkin, yani unda taqiqlangan holat bo’lmaydi, buni uning haqiqiylik jadvalidan ko’rish mumkin, 3-jadval

3-jadval

S	K	J	Q(t)	Q(t+1)	Izox
0	x	x	0	0	Saqlash rejimi
0	x	x	1	1	
1	0	0	0	0	Saqlash rejimi
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	1	“1” holatga o’tish rejimi J=1
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	“0” g’olatga o’tish rejimi K=1
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	1	K=J=1 triggerning hisoblagich rejimi
1	1	1	1	0	

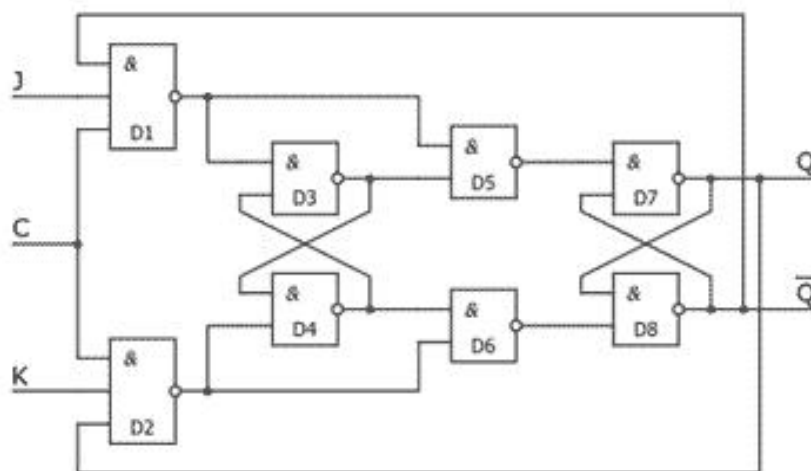


Triggrning shartli belgisi va uning strukturasi 16.10-rasmda keltirilgan. Trigger hisoblagich rejimida ishlashi uchun ikkinchi RS triggrning chiqishi birinchi RS triggrning kirishiga ulangan. Bu esa RS trigger uchun mavjud bo'lgan taqiqlangan holatning JK triggerda bo'lmashini ta'minlaydi. SHunday qilib, J va K kirishlarda mantiqiy "1" bo'lganda trigger hisoblagich rejimida ishlaydi.



16.10-rasm. JK triggrning shartli belgisi va tuzilishi.

JK triggrning to'liq mantiqiy sxemasi 16.11- rasmda keltirilgan.



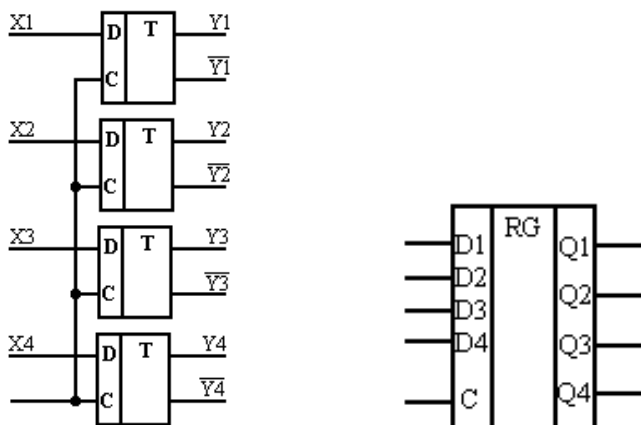
16.11-rasm. JK triggrning mantiqiy sxemasi.

2. Registrlar. Registr aniq miqdordagi (n razryadli) ikkilik signallar uchun ma'lum jarayonlarda o'ziga xos xotira elementi vazifasini bajaradi. Tuzilishiga ko'ra asosan D triggerlar to'plamidan iborat bo'ladi. Xar bir registr raqamli qurilmalarning ma'lum kombinatsiyalaridan tashkil topib, ma'lum axborotlar ustida quyidagi operatsiyalarni bajaradi:

- axborotni registrga qabul qilish;
- axborotni registrdan jo'natish;
- registrdagi axborotni siljitish;
- ketma-ket kodlarni paralelga va aksincha almashtirish;
- registrni boshlang'ich holatga qaytarish.

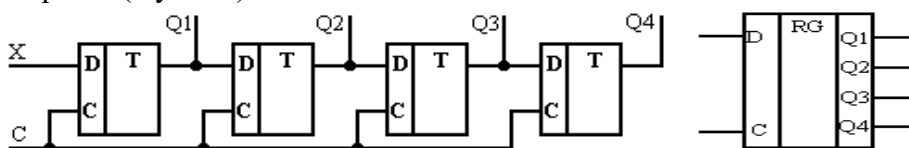
Registrilar yig'uvchi (xotira registri, saqlash registri) va siljituvchi turlarga bo'linadi.

Registrilar triggerlar asosida quriladi, shuning uchun n razryadli ikkilik sonni saqlovchi (qabul qiluvchi, uzatuvchi) registr n ta triggerdan iborat bo'ladi. 8.32-rasmda to'rtta D trigger asosida qurilgan paralel registr ko'rsatilgan. Agar signal yegistrning barcha kirishlariga bir vaqtda berilsa bunday registr paralel yegistr deyiladi. S sinxronizatsiya kanaliga signal berilganda, barcha triggerlarning kirishiga berilgan signallar saqlanadi (eslab qoladi), keyingi sinxronizatsiya impul'si esa, yana sinallarni o'zgartiradi. SHunday qilib registr informatsiyani yangi sinxron impul'sgacha saqlab turadi. Sinxronizatsiya impul'si barcha triggerlarga bir vaqtda beriladi. Bunday registrilar asosida operativ xotiralar quriladi.



16.12-rasm. D triggerlar asosda qurilgan parallel registr va uning shartli belgisi.

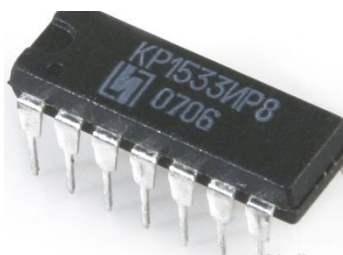
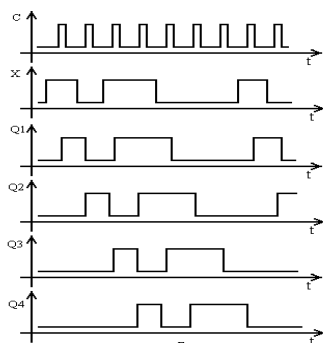
Ketma-ket registrda esa signal navbati bilan triggerlardan o'tib boradi. Triggerning ishga tushishi bunda ham S kanalning sinxronizatsiya impul'si orqali boshqariladi. Ketma-ket registrning sxemasi 12-rasmda ko'rsatilgan. Boshqarish impul'si kelishi bilan, birinchi trigger o'zining kirishidagi signalni eslab qoladi (0 yoki 1).



16.13-rasm. D triggerlarda qurilgan ketma-ket registr va uning shartli belgisi.

Keyingi triggerlar ham shu tarzda ishlaydi. Natijada sinxron impul'sning kelishi triggerlar holatini razryad bo'ylab surib boradi. Ya'ni birinchi triggerning holati keyingi sinxron impul's tairida navbatdagi triggerga ko'chadi. Natijada n ta sinxron impul's shuncha razryad hosil qiladi. Bu 14-rasmdagi diagrammadan yaqqol ko'rinadi. To'rt razryadli 1011 soni to'rtta sinxron impul's kelishi bilan hosil qilinadi.

Barcha triggerlarning holati (1-Q4, 0-Q3, 1-Q2, 1-Q1) keyingi sinxron impul's kelguncha saqlanadi.



16.14-rasm. Sinxron impul'sga mos holda triggerlarning holatlari o'zgarishi va 8 razryadli ketma-ket registr vazifasini bajaruvchi KR153IR3 mikrosxemasi.

Bunday ketma-ket triggerlar asosidagi registr KR153IR8 mikrosxemasida mavjud.

3. Xotira elementlari. Elektron texnologiyalarda xotira elementini hosil qilish, xotraning xajmini kengaytirish juda muxim ahamiyatga ega. Xotira ma'lumotni saqlash demakdir. Xotira hosil bo'lishi uchun ma'lumot xotira elementiga yozilishi, unda saqlanishi ma'lum tarzda murojaat qilinganda qayta tiklanishi zarur. Umuman xolda olib qaralganda xotira elementi juda keng ma'nolidir. Inson kashf qilgan birinchi xotira elementi yozuvdir. Bu xotirada ma'lumot saqlanishi sifati yaxshi, lekin ma'lumotni yozish murakkab jarayon (qo'lda yozish, tipografiya va hokazolar). Keyinchalik fotografiya, plastinkalarga ovoz yozish paydo bo'ldi. Elektronikaning taraqqiyoti magnit lentalariga ovoz va tasvirlarni yozish imkoniyatlarini yaratdi. Raqamli texnika taraqqiyoti esa bu yozuvlarni disk va boshqa yarim o'tkazgichli qattiq kartalarga yozishni yaratdi. Qayd etilgan xotira elementlarida ma'lumotni saqlash sifati idel bo'lib, uni yozish va qayta tiklash jarayoni murakkabdir. Inson miyasi ham xotira elementi hisoblanadi, uning texnik tizimlar orqali hosil qilib bo'lmaydigan absolyut afzalligi va o'ziga yarasha

kamchiliklari bor. Miyaning xotira elementi sifatidagi afzalligi shundaki, unda informatsiyani qayta tiklash tezligi katta va hech qanday vositalarsiz amalga oshadi. Lekin asosiy kamchiligi saqlash sifatining pastligidir. Ya'ni eslab qolingan xamma ma'lumotlar ham qayta tiklanavermaydi. Aksariyati, unga murojaat qilib turilmasa o'chib ketadi. Biz buni esdan chiqarish deymiz. Lekin elektron texnologiyalar qanchalik taraqqiy etmasin, inson miyasi singari ma'lumotni bevosita (bir zumda, qidirmasdan) tiklash tizimini yaratib bo'lmaydi. Har qanday mukammal texnik xotira tizimi ham unga murojaat qilinganda, kerakli ma'lumotni qidirish tizimiga ega bo'ladi.

Zamonaviy, tezkor elektron xotira tizimlari raqamli qurilmalar asosida ishlaydi. Yuqorida qayd etilganidek, triggerlar bunda bosh rol ni o'ynaydi.

Bugungi kunda ko'plab raqamli texnika qurilmalarining xotira elementlari mavjudligini yaxshi bilamiz, hatto xotira hajmi haqida ham tushunchalarga egamiz. Aynan shu xotiralarni hosil qiluvchi standart elektron qurilmalar mavjud. Ular xotira elementlari deb ataladi. Xotira elementlari ikki turga bo'linadi: operatsion xotira va doimiy xotira. Operatsion xotiraning hajmi nisbatan kichik bo'lib, u ma'lumotlarni faqat qayta ishlash jarayonidagina saqlab turadi va keyin (masalan tegishli operatsiyalar bajarilgach) o'chiradi. Doimiy xotirada esa ma'lumotlar uzoq vaqt saqlanib turadi.

Birinci xotira elementi 1834 yilda ingliz injeneri CHarlbz Bebbidj tomonidan yaratilgan. Bu mexanik tizimli hisoblash mashinasi bo'lib, unda matematik informatsiyalar ustida amallar bajarish va ma'lumotni saqlash mumkin edi 8.35- a rasm. Keyinchalik magnit barabanli xotira elementlari yaratildi 8.35- b rasm. Texnologiyalarning rivojlanishi natijasida magnitli xotira elementlari takomillaib borib, hammamizga yaxshi tanish bo'lgan magnit lentalar yaratildi, 8.35 v rasm. Magnit lentalar uzoq yillar ma'lumotlarni yozish saqlash va qayta tiklashning asosiy elementi bo'lib xizmat qilib keldi.



16.15-rasm. Mexanik sistemali (a), magnit barabanli (b) va magnit lentali (v) xotira elementlari.

Raqamli elektron qurilmalarning taraqqiyoti xotira elementlarini ham raqamli qurilmalar asosida yaratish imkoniyatini berdi. Natijada xotira elementlarining asosiy ko'rsatkichlari (xotiraning hajmi, ma'lumotlarni yozish va qayti tiklash tezligi) so'nggi yillarda mislsiz daraja o'sib bordi. Bunda magnetizm sohasidagi yangiliklar, ayniqsa gigant magnitik qarshilikning yaratilishi muhim rol o'ynadi.

Xotiraning elektron elementlari (komponentlari) bugungi kunda juda keng turlarda ishlab chiqariladi. Yangi avlod elektron qurilmalarda SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory - ixtiyoriy kirishli sinxron dinamik xotira) keyinchalik esa uning tezkor varianti DDR (Double Data Rate – ikkilangan tezlikda uzatish) tizimlari yaratildi.

Informatsion texnologiyalar sohasida keng amaliyotga kirib kelgan xotira elementlari hammamizga yaxshi tanish 16- a rasm. Bular komp'yu terlarning qattiq diskleri (b rasm), turli ko'rinishdagi va hajmdagi tashqi xotira elementlari –fleshkalardir (v rasm).



16.16- rasm. Raqamli xotira elementlrining turlari (a), komyu'terning xotirasi-qattiq diski b), tashqi xotira elementlari-fleshkalar (v)

Fleshka inglizcha flash (lahza, bir zum ma'nosini bildiradi) so'zidan olingan, informatsion texnologiyalar sohasida ma'lumot yig'uvchi ma'nosiga aylanib keng iste'molga kirib ketgan.

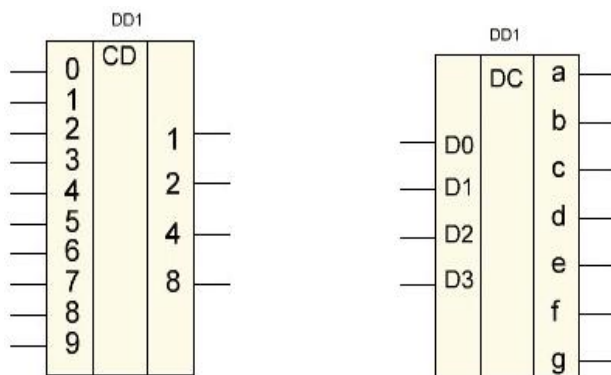
Xotir elementlari raqamli signallar asosida ishlagani uchun xotiraning hajmi ham signallarni raqamli ko'rinishda ifodalash xususiyatlaridan kelib chiqadi. Informatika fanidan ma'lumki, informatsiyaning engkichik o'lchami "bit" bo'lib u "0" yoki "1" qiymatlarni qabul qiladi. SHuning uchun bu signalni biz binar signal deb ataymiz. Kom'yuter, yoki boshqa raqali qurilmaning bitta operatsiya davomida bajaradigan "bit" lari miqdori "bayt" (byte) deb ataladi. 1 "bayt" 8 "bit"ga teng. SHuning uchun 1 bayt $2^8 = 256$. Demak xotiraning 1 bayt = ajmiga 0 dan 256 gacha bo'lgan ixtiyoriy sonni yozish mumkin. Ikkilik sanoq sistemasida bu yozuvning kombinatsiyalari 17-rasmda keltirilgan.



16.17- rasm. Ma'lumotlarni ikkilik sanoq sistemasida ifodalash va xotira hajmining hosil bo'lishi.

4. SHifratorlar va deshifratorlar. SHifrator (radioelektro nikada "koder" deyiladi) ma'lumotlarni bir sanoq sistemasidan boshqa sanoq sistemasiga aylantirib beruvchi qurilmadir. Boshqacha aytganda shifrator go'yoki "tarjimon"dir. SHifrator s ma'lumotlarni ikkilik sanoq sistemasiga aylantirish uchun xizmat qiladi. Uning shartli belgisi 18- a rasmda ko'rsatilgan. SHifrator kirishidagi xar bir signalga uning chiqishida ma'lum kombinatsiya mos keladi.

SHifratorlar raqamli qurilmalarning asosiy elementlridan birini tashkil qiladi. Masalan kompyu'yuterlarning klaviaturalari, mikrokal'kulyatorlar bilan ishlaganimizda biz yonli sistemadagi ma'lumotlar orqali ularga murojaat qilamiz, qurilmaning shifratorlari bu ma'lumotlarni ikkilik sistemaga aylantirib qabul qiladi.



16.18- rasm. SHifrator (a) va deshifrator (b).

Deshifratorlar esa 18- b rasm, shifratonga teskari bo'lib, ikkilik signallarning kombinatsiyalarini o'lik sistemaga aylantirib beradi. SHuning uchun ularning tuzilishi ham bir-birini teskarisiga ifodalaydi.

Mikrokontrollorlar. O'tgan asrning 70-yillaridan boshlab sanoatga mikroprotsessorlar bilan bir vaqtda mikrokontrollorlar ham kirib kela boshladi. Mikrokontroller ham aslida mikrosxema bo'lib u biror bir aniq dasturlangan vazifani bajarishga qaratilgan. Bunda uning vazifasi ma'lum ketma-ketliklardan iborat signallarni rejalashtirilgan tarzda tartibga solib, boshqarib turishdan iborat bo'ladi.

Ya'ni mikrokontrollor elektron qurilmalarning ishini boshqarib turuvchi elementdir. SHuning uchun mikrokontrollorlarni avtomatlashtirilgan qurilma deyish mumkin.

Tuzilishi jihatidan mikrokontrollor o'zida protsessorni, operativ va doimiy xotirani birlashtiradi. Aniq vazifani bajarishga qaratilganligi bois mikrokontrollorlar ishlab chiqarishda protsessordan ko'ra kengroq o'rinni egallaydi va ularni ishlab chiqarish hajmi tinimsiz ortib bormoqda. Sanoatda asosan 32 bitli, 16 bitli va 8 bitli mikrokontrollorlar ishlab chiqariladi. Ular turli xil avtomatik tizimlarning, stanoklarning, uy-ro'zg'or elektr buyumlarining, elektron o'yinlarning va boshqa ko'plab elektron jihozlarning asosiy elementlaridan biri hisoblanadi.

Dastlabki mikrokontrollorning yaratilishi 1971 yilda amerikalik injenerlar M. Kochrenu va G. Bunular tomonidan mikroEHM ning yaratilishi bilan bog'liq. CHunki bu mikro EHM bitta mikrosxemaning ichida protsessor va xotira elementlarini joylashtirib hosil qilingan edi. SHundan keyin bitta mikrosxemani ichida xotira va protsessorni yig'ish va unga ma'lumotlarni kiritish imkoniyati yaratildi. Bu esa, protsessorlar va mikroprotsessorlar ishini boshqarishning imkoniyatlarini ishlab chiqarish jarayonlaridagi boshqaruv tizimlariga qo'llashni keng avj olib ketishiga olib keldi. 1976 yilda Intel firmasi [i8048](#) tipli mikrokontrollorni seriyali ishlab chiqara boshladi, 1978 yilda Motorola firmasi o'zining MC6800 mikroprotsessori asosida MC6801 mikrokontrollorini ishlab chiqarishga qo'ydi.



16.19-rasm. Intel firmasining [8051](#) tipli mikrokontrollori.

1980 yilda ishlab chiqarishga qo'yilgan i8051 mikrokontrollori ayniqsa juda keng amaliy tadbiq topdi. Unda bitta kristall ichida 28000 tranzitorning imkoniyatlari mujassamlashtirilgan. Keyingi yillarda shu turdagi mikrokontrollorlarning 200 dan ortiq turli modellari yaratildi va keng ishlab chiqarilmoqda.

So'nggi yillarda mikrokontrollorlar ishlab chiqaruvchilar orasidagi raqrbatda mikrokontrollorlarning tezligi emas, asosan ularning narxi bosh mezonga aylanib bormoqda. CHunki mikrokontrollorlarning kichikroq tezlikdagi variantlarining imkoniyatlari ham sanoatda mavjud bo'lgan elektron qurilmalar uchun yetarlidir.

Tayanch iboralar: mantiqiy signal, mantiqiy qurilma, mantiqiy operatsiya, trigger, operatsion, Digital tech nology, kalit, mikrokontrollor, xotira, registr, flash, raqamli xotira, shishrator, deshifrator, operativ xotira, xotira xajmi, bit, bayt, elektron qurilmalarda tezlik, sinxronlash.

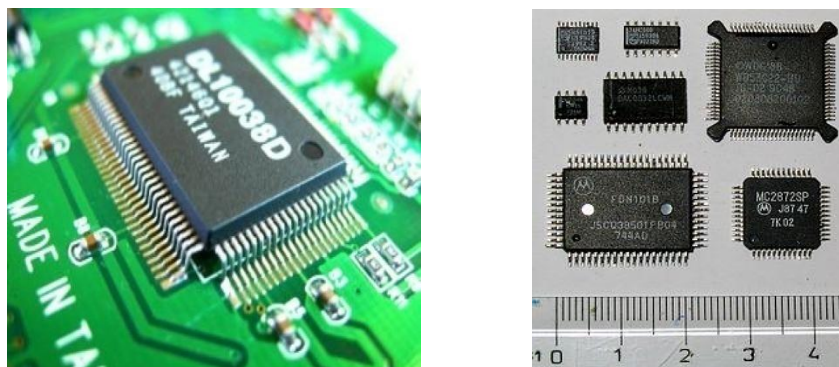
Sinov savollari

Trigger nima va u qanday ishlaydi?

1. Raqamli texnika asosiy elementlari nimalardan iborat?
2. Raqamli texnikaning afzallik va kamchilik tomonlari.
3. Raqamli qurilmalardagi signallarning ko'rinishi.
4. Analogli texnikadan raqamli texnikaga o'tishning asoslari.
5. Rtigterlarning turlari va ularni ishlatilishi.

17-MA'RUZA. Mikrosxemalar va integral sxemalar. Nanotexnologiya elementlari. Reja

1. Mikrosxemalarning paydo bo'lishi.
2. Mikrosxemalarni klassifikatsiyalash va integrallash darajalari.
3. Analogli va raqamli mikrosxemalar.
4. Nanotexnologiya elementlari. Integral sxemalar va optoelektron qurilmalar.



17.1-rasm. Integral mikrosxemalarning umumiy ko'rinishlari.

Mikrosxemalarning yaratilishi ingliz radiotexnigi Jeffri Dammer nomi bilan bog'liq. U 1952 yilda bitta yarim o'tkazgich kristallida bir necha elektron komponentalarni joylashtirish mumkinligini nazariy asosladi. Lekin shu dvrdagi texnologiya bunga qodir emas edi. Ya'ni kristall ichida elektron komponentlarni o'zaro joylashtirish, ularni elektr izolyatsiyalash va ularga elektr kontaktlarni ulash masalalari hal etilmagan edi. Faqatgina 1958 yilga kelib bu uch asosiy muammo hal etilib integral mikrosxemalar ishlab chiqarila boshlandi.

Elektronikada elektron komponenta atamasi keng tarqalgan. Bunda komponenta deganda biror funktsiyani bajaruvchi elektron element nazarda tutiladi.

Mikrosxema atamasi keyingi paytlarda integral mikrosxema ma'nosini beradi, chunki xar qanday mikrosxema ichida ma'lum miqdordagi elektron komponentalar mujassamlashgan.

Elektronikada integral sxemalar (IS) va integral mikrosxemalar (IMS) keng ishlatiladi. Bugungi kunda jahon elektronika sanoati minglab IS va IMS turlarini ishlab chiqarmoqda. IS yoki IMS deb bitta yarim o'tkazgichli asosda yig'ilgan istalgan murakkablikdagi elektron sxemaga aytiladi. Bugungi kunda bir necha vazifani bajaruvchi IMS lar, boshqariluvchi IMS lar keng ishlab chiqarilmoqda.

Mikrosxemalarning integratsiya ko'rsatkichi (mikrosxem tarkibidagi elementlar miqdori) uning murakkablik darajasi va imkoniyatlarini belgilovchi asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. Integratsiya ko'rsatkichi mikrosxema tarkibidagi elementlar soni bilan aniqlanadi va quyidagi turlarga bo'linadi:

- kichik integral sxemalar - 100 tagacha element;
- o'rta integral sxemalar – 1000 taga element;
- katta integral sxemalar – 10 000 tagacha element;
- o'ta katta integral sxemalar – 1mln. tagacha element;
- ultra katta integral sxemalar – 1mlrd. tagacha element;
- gigointegral (yoki gigokatta) sxemalar – 1mlrd. dan ortiq element.

SHuningdek mikrosxemalar tayyorlanish texnologiyalari va asosiy materiallarning turlariga qarab ham farqlanadi. Bunda asosan uch xil texnologiya mavjud:

yarim o'tkazgichli mikrosxemalar-barcha elementlar va elementlararo bog'lanishlar bitta yarim o'tkazgich kristall ichida joylashgan bo'ladi. Mikrosxemalar tayyorlashda asosan asosan germaniy, kremniy va arsenid-galliy kristallari ishlatiladi;

plyonkali mikrosxema-barcha elementlar va ular orasidagi bog'lanishlar plyonka qatlamda bo'lib, bu plyonklar yupqa va qalin turlarga bo'linadi. SHunga qarab yupqa qatlamli va qalin qatlamli integral sxemalar deb yuritiladi;

gibrid mikrosxemalar-tarkibida yarim o'tkazgich kristallardan tashqari alohida diodlar, tranzistorlar va boshq elektron komponentalar ham bo'lishi mumkin. Bunda alohida komponentalarning korpuslaribo'lmaydi, faqat kristall strukturalari bo'ladi.

Mikrosxemalar qanday signallarda ishlashiga qarab analogli, raqamli va analog raqamli turlarga bo'linadi. Analogli signallar asosida ishlovchi mikrosxemalarning kirish va chiqish signallari vaqt davomida uzluksiz funktsiya ko'rinishida bo'ladi. Raqamli mikrosxemalarda signallar mantiqiy "0" va mantiqiy "1" ko'rinishida bo'lib, bu mantiqiy signalga kuchlanishning ma'lum diapazonlari mos keladi. Masalan 5 V kuchlanishda ishlovchi, tranzistor-tranzistor asosida tuzilgan mikrosxema, 0 dan boshlab 0,4 V gacha qiymatdagi kuchlanishni "0" deb, 2,4V dan boshlab 5V gacha qiymatdagi kuchlanishni "1" deb qabul qiladi.

Ayrim mikrosxemalar analogli va raqamli mikrosxemalar va qurilmalar orasida vositachilik vazifasini bajaradi. Bunday qurilmalar analog-raqamli va raqam-analogli mikrosxemalar deyiladi. Ular nomlanishiga qarab raqamli signal analogli signalga va aksincha, analogli signalni raqamli signalga aylantiradi.

Integral mikrosxemalar tugallangan, yagona korpusda mujassamlashtirilgan, ma'lum murakkablik darajasidagi elektron qurilma bo'lib, ayrim hollarda ular biror mustaqil elektron qurilma darajasida bo'lishi ham mumkin. Raqamli qurilmalarda bunday mikrosxemalarni ko'p uchratamiz, masalan kalkulyatorlar, mikrokompyuterlar shular jumlasidandir.

Mikrosxemalarning taraqqiyoti kompyuterlar rivojlanish bosqichlarida yaqqol namoyon bo'ladi. Dastlabki (1980-90- yillarda) mantiqiy qurilmalar asosidagi kompyuterlar o'rnini, keyinchalik (1990-2000-yillar) yuqori integratsiyali mikrosxemalar asosida mikroprotsessorli kompyuterlar egalladi. Mikroprotsessorli kompyuterlarning yaratilish bosqichlarida "mikrokompyuter" "mikro EVM" atamaları mavjud edi. Keyinchalik, mikroprotsessorlarning tezkor taraqqiyoti natijasida bu atamalar o'z kuchini yo'qotdi.

Mikrosxemalar asosidagi elektron qurilmalar analogli yoki raqamli signallar bilan ishlovchi quyidagi turlarga bo'linadi:

Analogli mikrosxemalar:

operatsion kuchaytirgichlar;
signal generatorlari;
signal filtrlari;
analogli ko'paytirgichlar;
boshqariluvchi kuchaytirgich va atenuatorlar (so'ndiruvchi qurilma);
stabilizatorlar;
impulsli tok manbalarining boshqaruv sxemalari;
signal o'zgartirgichlar;
sinxronizatsiya sxemalari;
turli kattaliklarning sezgir elementlari (datchiklar).

Raqamli sxemalar: mantiqiy elementlar; triggerlar; hisoblagichlar; registrlar; bufer o'zgartirgichlar; xotira elementlari; shifratlar; deshifratlar; mikrokontrollorlar; mikroprotsessorlar; programmalashgan mantiqiy integral sxemalar.

Optoelektronika elementlari. Optik, infraqizil va ultraviolet nurlar diapazonidagi elektromagnitik to'lqinlarga sezgir, yoki tarkibida shunday nurlanishlar asosida ishlovchi qurilmalari mavjud bo'lgan elektron qurilmalar, optoelektron qurilma deb ataladi. Optoelektron qurilmalar optik diapazondagi nurlarning moddalar bilan ta'sirlashuvi, yoki turli moddalarda bu nurlarning tarqalishiga asoslanadi. Ishlash printsipi esa, shu jarayonlardagi fizikaviy qonuniyatlardan kelib chiqadi.

Optoelektron qurilmalarning elektron qurilmalarga nisbatan afzalliklari, optik nurlanishning qator xususiyatlari bilan bog'liq. Bular birinchi navbatda optik nurlanish chastotasining o'ta yuqoriligi tufayli informatsion sig'imning va informatsiya uzatish tezligining kattaligi va optik nurlarning elektromagnitik maydonga nisbatan daxlsizligidir. SHuningdek, optik sohadagi generatorlar (lazerlar) nurlanishining kogerentligi ham optoelektron qurilmalarning o'ziga xos afzalliklarini ta'minlaydi.

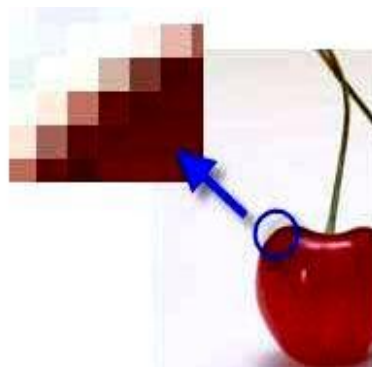
Kundalik hayotimizda yorug'likning ta'sirini doimo sezib turamiz, uni kuzatamiz. Masalan, uzoq vaqt quyoshda yotgan oppoq qozog' sarg'ayib qoladi, demak yorug'lik unga kimyoviy ta'sir ko'rsatadi, yorug'lik ta'sirida o'simliklar yashil tusga kiradi, bu esa yorug'likning biologik ta'siri. Masalan metall sirtga yorug'lik tushib turibdi deylik, biz bunda faqat metall sirti qizishi-yorug'likning issiqlik ta'sirini kuzatamiz. SHuningdek yorug'lik nuri moddalarga ta'sir etganda moddaning nafaqat kimyoviy, biologik,

balki elektrik jihatdan xususiyatlari ham o'zgaradi. Yorug'lik ta'sirida moddaning elektrik xususiyatlarini o'zgarishi fotoeffekt deb ataladi.

Fotoeffekt xodisasini birinchi bo'lib 1887- yilda nemis olimi Genrix Gerts kashf etgan. U fotoeffektga doir aniq tajribalar o'tkazmagan bo'lsa ham, ultrabinafsha nurlar bilan yoritilgan elektrodlar orasi razryad hosil bo'lishi osonlashganini payqagan. Buni u nurning ta'siri deb baholagan. Keyinchalik, 1888-1890 yillarda rus olimi A.G. Stoletov fotoeffekt qonunlarini tajribada o'rganib, birinchi fotoelementni yaratgan. SHu fotoelement asosida, fototokning tushayotgan yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsional ekanligini aniqlagan. Fotoeffektning to'liq nazariyasi esa 1905 yilda mashhur olim A. Eynshteyn tomonidan yaratildi. Uning nazariyasiga ko'ra moddaga tushgan yorug'lik kvantining energiyasi moddadan fotoelektronni urib chiqarishga, va hosil bo'lgan fotoelektronga kinetik energiya berishga sarflanadi

$$h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

Zamonaviy fotoelektron qurilmalarning asosini PZS matritsa tashkil qiladi. U tasvirni elektron shaklga o'tkazib beradi va tasvir koordinatalari bo'yicha taqsimotidan signallar ketma-ketligiga aylantirilib xotoirada yozib olinadi.



17.2-rasm. Tasvirni elektron shaklga o'tkazib beruvchi matritsa PZS.

PZS (ruschada pribor zaryadovoy svyazi) matritsa nafaqat aloxida mikro fotoelementlardan tuzilgan, balki bu elementlar o'zaro bog'lanishda bo'lib ulardagi "0" va "1" signallarning kombinatsiyalari tegishli yacheykani bildiradi. SHunday qilib PZS matritsada uning chiqish oyoqlari soni yacheykalar sonidan juda kam bo'lishi ta'minlanadi. Aks xolda 1mm da joylashgan yuzlab aloxida yacheykalarga qattiq kontak simlarini kritish mumkin emas. SHuning uchun xam mikroelektronika elementlari xisoblash texnikasiga va dasturlashga tayanadi.

3-rasmda keltirilgan analogli va raqamli qurilmalarni sifat darajalari xammaga ma'lum. SHunga qaramay yana bir muxim ko'rsatkichni misol tariqasida ko'ramiz. Masalan analogli qurilmada biror ma'lumotni (masalan video yozuvning ma'lum qismini) qidirib topish uchun magnit lentasini kerakli qismi aylantirib topiladi, Bunda yetarlicha ko'p vaqt talab qilinishini bilamiz. Raqamli yozuvda esa butun yozuvning xoxlagan qismini bir laxzada topiladi. Albatta bu jarayonda xisoblash texnikasi elementlari (masalan operativ xotira kabi) ishlatilishi natijasidir.



17.3- rasm. Analogli va raqamli elektron qurilmalar.

Zamonaviy elektronikaning taraqqiyoti va ularni, masalan fotomatrikslarni ajrata olish qobiliyati masofani o'lchash aniqligi bilan xarakterlanadi. Fan va texnikaning taraqqiyoti natijasida o'lchov aniqligi yillar davomida oshib boradi va bu elektronika taraqqiyotida xam o'z izini qoldirib boradi. Fundamental kattaliklarni o'lchashlarning aniqlik darajasi ortib borgan singari elektron qurilmalarning o'lchamlari kichrayib, imkoniyatlari kengayib boradi. Chunki bitta kristalda joylashgan elementlarning integratsiya darajasi ortib, funktsional imkoniyatlari kengayib boradi. Masalan, o'tgan so'nggi 40 yil ichida masofani o'lchash (texnologik jarayonlarda masofani ajratish aniqligi) bir necha 2-8 mkm dan 0,02 mkm gacha yetib keldi (ya'ni aniqlik 100 marta oshgan).

SHu o'tgan yillar davomida aniqlikning ortib borishi quyidagicha:

1970 - yillarda IS lardagi minimal o'lcham 2-8 mkm,

1980 – yillarda bu o'lcham 0,5-2 mkm. gacha keltirildi .

1990 – yillarda 0,5-0,6 mkm (500-600 nm) dan 80 nm gacha

2010 – yilda 32-nm aniqlikdagi IMS lar paydo bo'ldi

2012 - yilda 22- nm o'lchamga keltirildi

2014 yilda 14 nm gacha keltirildi.

10 nm aniqlikdagi texnologiyalar 2018 yilda kutilmoqda.

Demak nanotexnologiya o'lchamlari 1 nm bo'lgan ob'ektlar ustida ishlash demakdir. Zamonaviy fan va texnika tilida nanotexnologiyaga ta'rif bersak "Nanotexnologiya –bu ilm, fan va texnikaning shunday sohasiki, bunda ishlab chiqarish aloxida atomlar va molekulalarni boshqarish orqali amalga oshadi va nazorat qilinadi. Bunday ishlab chiqarish nazariy jixatdan fundamental asoslangan va amaliy isbotlangan bo'ladi. Nanotexnologiya bugungi kunda shakllanish bosqichida bo'lib uni amaliyotga tadbqiq etish etish, tegishli me'yor va tushunchalarini ishlab chiqish jarayoni endi boo'lanmoqda. Masalan Rossiyada nanotexnologiya va uning tushunchalari " GOST R 55416-2013 **Nanotexnológiya**" me'yoriy xujjati orqali tartibga solingan.

Tayanch iboralar: matriksa, xotira, operativ(tezkor) xotira, fotoelement, fotomatriksa, kvant, foton, fotoeffekt, fotoelektron, fotorezistor.

Sinov savollari:

1. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi ma'nosi.
2. Ichki va tashqi fotoeffektlarning farqi.
3. Fotonning energiyasi nimalarga bog'liq.
4. Tashqi fotoeffekt asosida ishlovchi qurilmalarni ayting.
5. Fotmatriksada yacheykalar bir-biri bilan qanday bog'lanadi?
6. Fotomatriksaning assiy ko'rsatkichi (piksel) nimani bildiradi?

18-MA'RUZA. Elektr yuritma elementlari va robotlar

Reja:

1. Elektr dvigatellarning qizishi.
2. Dvigatellarning ish rejimlari.
3. Dvigatellarning quvvatini hisoblash

Ish jarayonlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish uchun qo'llaniladigan elektromexanik tizimga elektr **yuritma** deyiladi. Elektr yuritma boshqaruvchi va uzatish qurilmalaridan, dvigatelning o'zidan va ishchi mexanizmdan iborat. Boshqaruvchi qurilma elektr yuritmaning ishini boshqaradi. Masalan, kuchlanish qiymatini va chastotasini, ishchi mexanizmi quvvatini, dvigatelning aylanish yo'nalishini. Uzatish mexanizmi ishchi mexanizmning aylanish tezligini o'zgartirib beradi. Lekin u reduktor si-fatida ham tayyorlanishi mumkin. Bunda uzatish mexanizmi yordami bilan yuritmaning tezligini o'zgartirish mumkin emas.

Hozirgi vaqtda elektr yuritmalar uchta guruhga bo'linadi: 1) guruhli, 2) yakka, 3) ko'p dvigatelli. Guruhli yuritmada bitta dvigatel uzatish qurilmalari yordamida ko'p mexanizmlarni harakatga keltiradi. Yakka yuritmalarda ishchi mexanizm shaxsiy dvigatel yordamida harakatga keltiriladi. Lekin ishchi mexanizmning elementlari uza-tishlar orqali o'sha dvigatel bilan ulanadi. Ko'p dvigatelli yuritmalarda ishchi mexanizmning har bir elemen-tini harakatga keltirish uchun alohida dvigatellar o'rnatilgan. Masalan, universal dastgohlarda shpindel, support va boshqa elementlar bitta dvigatel orqali harakatga keltiriladi. Og'ir dastgohlarda har bitta mexanizm uchun alohida dvigatel o'rnatilgan.

Elektr dvigatellarning qizishi va sovitilishi

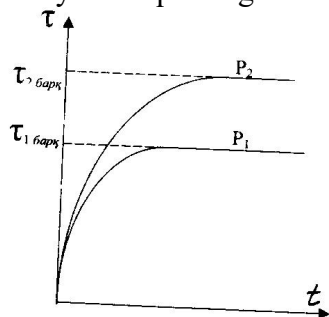
Har qanday elektr dvigatelning ishi elektr energiya-ning isroflanishi bilan o'tadi. Isroflar o'zgaruvchan va o'zgarmas qismlardan iborat. O'zgarmas isroflar dvigatelning kylanishiga bog'liq emas - bu podshipniklarning ishqalanishiga, ventilyatsiyaga, o'zaklarga sarflanadigan isroflar. O'zgaruvchan isroflar dvigatelning yuklanishiga bog'liq - bu chulg'amlarning qizishiga sarflanadigan isroflar, chunki yuklanish o'zgarganda chulg'amlardan o'tayotgan tok ham o'zgaradi. Umuman, yuklanish ko'paygan sari dvigatelning temperaturasi ham oshadi. Dvigatelning va uning atrofidagi muhitning temperaturalari orasidagi farq o'ta qizish temperaturasi deyiladi;

$$\tau = t - t_0 \quad (18.1)$$

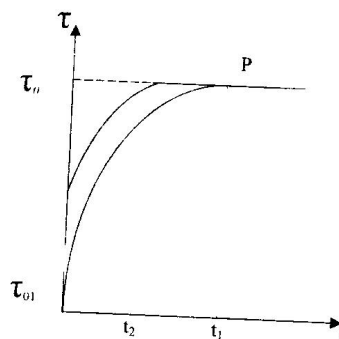
Bunda: τ - o'ta qizish temperaturasi, t - dvigatelning temperaturasi, t_0 - muhitning temperaturasi. Hisoblashlarda atrof muhitning temperaturasi $t_0 = 40^\circ C$ ga teng deb olinadi.

Dvigatelning o'ta qizish temperaturasi asosan chulg'amlar uchun ishlatiladigan izolyatsiyaga bog'liq. Masalan, sintetik organik pardalar uchun o'ta qizish temperaturasi $80^\circ S$ ga, paxta-qog'ozli izolyatsion materiallar uchun $65^\circ S$ ga teng bo'ladi. XIII.1- rasmda dvigatelning ish vaqtidagi qizish egri chizig'i ko'rsatilgan. Dvigatel ulangan paytda ($t = 0$) uning barcha qismlari temperaturasi muhitnikiga teng. Dastlabki vaqtda dvigateldan atrof muhitga issiqlik kam uzatiladi, chunki hamma issiqlik dvigatelni qizitish uchun sarflanadi. Egri chiziq tez yuqoriga ko'tariladi. Dvigatel qancha ko'p qizisa muhitga shuncha ko'p issiqlik uzatiladi va dvigatelning qizishi sekinlashadi.

Ma'lum vaqtdan keyin issiqlikning kelishi, uning muhitga uzatilishiga teng bo'lib qoladi.

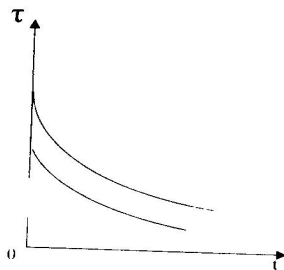


18.1-расм. Двигателнинг қизиш эгри чизиқлари.



18.2-расм. Двигателнинг ҳар хил (бошланғич) температурадаги қизиш эгри чизиқлари.

Dvigatel temperaturasi barqarorlashadi ($t_{\text{барк}}$) va o'zgarmas yuklanishda to'xtaydi. Har qanday yuklanishga o'zining barqarorlashgan temperaturasi to'g'ri keladi. Yuklanish qancha ko'p bo'lsa, qizish egri chizig'i shuncha yuqori bo'ladi. Boshlang'ich temperaturasi qancha yuqori bo'lsa, dvigatel shuncha tez qiziydi (18.2- rasmda).



18.3-rasm. Dvigatelning sovutilish egri chiziqlari

Dvigatelning sovutilish vaqti uning ventilyatsiya usullariga va massasiga bog'liq. Odatda rotor o'qiga dvigateldan qizigan havoni so'rib oluvchi ventilyator o'rnatiladi. Mustaqil ventilyatsiyali dvigatellarda sovutuvchi havo dvigatelga tashqi ventilyatordan beriladi. Bu usul faqat katta quvvatli dvigatellarda qo'llaniladi. XIII.3-rasmda sovutilish egri chiziqlari ko'rsatilgan.

Dvigatellarning ish rejimlari va ularning quvvatini hisoblash

Ishchi mexanizmدا yuklamaning o'zgarish tabiati dvigatelning ish rejimini aniqlaydi. Bu o'zgarishlarni hisobga olish uchun yuklanishli diafamma quriladi. Dvigatel aylantiruvchi momentining yoki quvvatining vaqt bo'yicha o'zgarishi yuklanishli diagramma deyiladi. Elektr dvigatellar quyidagi rejimlarda ishlashi mumkin:

- 1) uzoq muddatli;
- 2) qisqa muddatli;
- 3) takroriy qisqa muddatli.

Uzoq muddatli rejim

Bu rejimni doimiy va o'zgaruvchan yuklanishda qo'rib chiqamiz. Doimiy yuklanishda dvigatelning o'ta qizish temperaturasi asta-sekin barqaror qiymatga yetadi. Bu rejimda ventilyatorlar, nasoslar, kompressorlar va ba'zi bir dastgoxlar ishlaydi.

Agar dvigatelning yuklanishi o'zgarmas bo'lsa, u vaqtda dvigatelning quvvatini ma'lumotnomalarda turli mexanizmlar uchun berilgan tenglamalarga ko'ra aniqlash mumkin. Bunda quyidagi shartni bajarish kerak.

$$P_H \leq P_{mex}$$

P_H - dvigatelning nominal quvvati, P_{mex} - mexanizmning quvvati.

Masalan, ventilyatorni aylantiradigan dvigatelning quvvati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$P_x = \frac{Q}{\eta_b} \frac{H}{\eta_y} \cdot 10^{-3} \text{ kBT} \quad (18.2)$$

Bunda: Q - ventilyatorning ish unumi (m^3/s), H - to'liq bosim (Pa), η_b - ventilyatorning

foydali ish koefitsienti, η_y - uzatish koefitsienti (ventilyator dvigatelning o'qiga o'rnatilgan), R_H - dvigatelning hisoblangan quvvati.

Endi kataloglardan kerakli dvigatelni tanlaymiz. Uning quvvati R_x ga teng yoki undan sal kattaroq bo'lishi kerak.

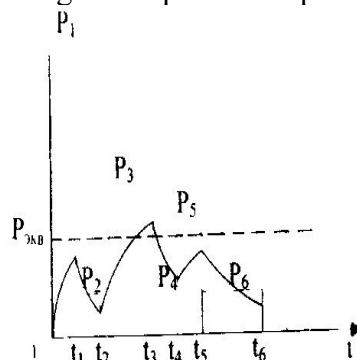
Markazdan qochma nasosni ishlatadigan uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning quvvati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$P_x = \frac{\gamma}{\eta_H} \frac{Q}{\eta_y} \frac{H}{\eta_y} \cdot 10^{-3} \text{ kBT} \quad (18.3)$$

Bunda: Q - nasosning ish unumi (m^3/sek), N - nasosning bosimi, η_H - nasosning foydali ish

koefitsienti, η_y - uzatish koefitsienti, γ - suvning zichligi. Elektrodvigatel uzoq muddatli o'zgaruvchan yuklanish bilan ishlayotgan bo'lsa, uning quvvatini aniqlash uchun yuklanish grafigi bo'lishi kerak (XIII.4-rasm). Bunda o'rtacha yo'qotishlar usuli keng qo'llaniladi. Uning mazmuni

shundaki, grafik bo'yicha ishlayotgan dvigateldan atrof muhitga sochilgan issiqlik o'sha dvigatel nominal quvvat bilan ishlayotganda sochilgan issiqlikdan ko'p bo'lmaydi:



18.4-rasm. Dvigatelning uzoq muddatli o'zgaruvchan yuklanishdagi ish grafigi.

$$\Delta P_{yp} \quad \Delta P_n \quad \Delta P_{yp} = \frac{\Delta P_1 t_1 + \Delta P_2 t_2 + \dots \Delta P_n t_n}{t_u} \quad (18.4)$$

Bunda: $\Delta P_1, \Delta P_2 \dots \Delta P_n - t_1, t_2 \dots t_n$ vaqt davomida dvigatel quvvatlari yo'qotishlari,

ΔP_{yp} - tsikl vaqti davomida dvigateldagi o'rtacha quvvat yo'qotishlari, ΔP_n - tsikl vaqti davomida nominal quvvat bilan ishlayotgan dvigatelning quvvat yo'qotishlari.

Bu usulni o'zgaras va o'zgaruvchan tok dvigatellarini tanlashda ishlatish mumkin.

Dvigatellarning quvvatini ekvivalent kattaliklar usuli bilan tanlash mumkin. Masalan, dvigatel quvvatini ekvivalent tok usuli yordamida tanlash mumkin. Buning uchun tsikl t_u davomida o'zgarib turadigan tokni shunday o'zgaraydigan tok bilan almashtiriladiki, uning shu vaqt ichidagi issiqlik ta'siri o'zgaruvchan tokning issiqlik ta'siriga teng kuchli bo'ladi. Bu tok ekvivalent tok $I_{\text{экв}}$ deyiladi va uning qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$I_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{I_{\text{ю}}^2 t_{\text{ю}} + I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n + I_m^2 t_m}{K_1(t_{\text{ю}} + t_m) + t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (18.5)$$

Bunda: $I_1, I_2 \dots I_N \quad t_1, t_2 \dots t_N$ va h.k. vaqtlar davomida o'tayotgan toklarning qiymatlari;

$t_{\text{ю}}, t_m$ - dvigatelning yurgizish va tormozlash vaqtlari; K_1 - dvigatelni yurgizish va tormozlash vaqtida issiqlik chiqishi sharoitining yomonlashishini hisobga oladigan koeffitsient (o'zgaras tok dvigatellari uchun $K_1 = 0,75$, asinxron dvigatellar uchun $K_1 = 0,5$).

Ekvivalent tok tanlanadigan dvigatelning tokiga teng yoki undan kichik bo'lishi kerak:

$$I_n \quad I_{\text{экв}}$$

Bu usul chuqur va ariqchasi ikki qatlamli bo'lgan asinxron dvigatellarni hisoblashda qo'llanilmaydi, chunki ularda rotor chulg'aming qarshiligi yurgizish va tormozlash rejimlarida ancha o'zgaradi.

Parallel qo'zg'atishli o'zgaras tok dvigatellarida va o'zgaras qo'zg'atish oqimida ishlovchi sinxron dvigatellarda:

$$M = c_m \Phi I \quad I^2$$

SHuning uchun ekvivalent tok tenglamasini ekvivalent aylantiruvchi moment tenglamasi bilan almashtirish mumkin:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{M_{\text{ю}}^2 t_{\text{ю}} + M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n + M_m^2 t_m}{K_1(t_{\text{ю}} + t_m) + t_1 + t_2 + \dots + t_n}} \quad (18.6)$$

Dvigatel shu momentga ko'ra tanlanadi. Dvigatelning nominal quvvati:

$$P_H = \frac{M_{\text{экс}} n_H}{9550}$$

n_H - dvigatelning nominal aylanish tezligi. Agar dvigatel qattiq mexanik tavsifga ega bo'lsa, $P = M\omega \approx M$.

SHuning uchun dvigatelning ekvivalent quvvatini quyidagi tenglamaga ko'ra tanlash mumkin:

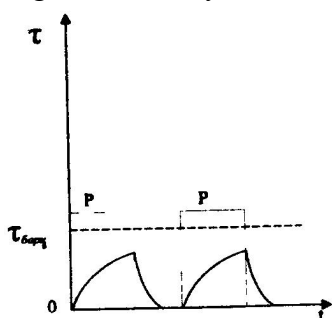
$$P_{\text{экс}} = \sqrt{\frac{P_{10}^2 t_{10} + P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n + P_m^2 t_m}{K(t_{10} + t_m) + t_1 + \dots + t_n}} \quad (18.7)$$

Ekvivalent quvvat dvigatelning nominal quvvatiga teng yoki kichik bo'lishi kerak:

$$P_H \leq P_{\text{экс}}$$

Qisqa muddatli ish rejimida dvigatel quvvatini tanlash

Bu rejimda dvigatelning ish vaqti qisqa bo'lgani uchun uning temperaturasi barqaror qiymatga erishib ulgurmaydi (XIII.5- rasm). So'ngra, tanaf-fus vaqtida u muhit temperaturasigacha sovishga ulguradi. Bu rejimda dastgohlarning qisuvchi moslamalari, ajraluvchi ko'priklar, shlyuz qurilmalari dvigatellari ishlaydi.



18.5-rasm. Dvigatelning qisqa muddatli rejimdagi yuklanish grafigi.

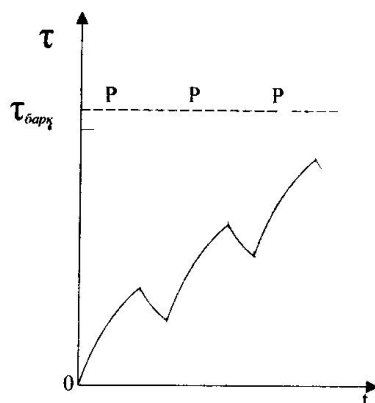
Qisqa muddatli rejimda ishlaydigan dvigatellar 10, 30, 60 va 90 min. standartli vaqt davomida ishlashi uchun mo'ljallab ishlab chiqariladi.

Dvigatelning ishlash vaqtidagi elektr energiya isroflari nominal (pasport bo'yicha) ishlash vaqtidagi elektr energiya isroflaridan kichik bo'lishi kerak.

Agar yuklanish grafigi bir necha bosqichli bo'lsa, ekvivalent tok, moment yoki quvvat ishi grafik bo'yicha topiladi, dvigatel esa aylanish tezligi va ishlash vaqtiga ko'ra katalogdan tanlanadi. Hamma hollarda quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

$$P_{\text{экс}} \leq P_H, \quad M_{\text{экс}} \leq M_H, \quad I_{\text{экс}} \leq I_H$$

Takroriy qisqa muddatli ishlash rejimida dvigatel quvvatini tanlash



18.6-rasm. Dvigatelning takroriy qisqa muddatli rejimdagi yuklanish grafigi

Bu rejimda kranlar, liftlar, ko'targichlar, prokat tsexlarining qator dvigatellari ishlaydi. Dvigatellarning pasportlarida ulanishning nisbiy davom etishi (ruscha PV) ko'rsatilgan:

$$D = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_0} \cdot 100\% \quad (18.8)$$

Bunda: $t_1 + t_2 + \dots + t_n$ - ish vaqtlari yig'indisi, t_0 - tanaffus vaqti, $t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_0$ - tsikl vaqti.

Hisoblash uchun (XIII.7) tenglama bo'yicha ekvivalent quvvati topiladi. So'ngra, berilgan D uchun kran dvigatellar katalogidan nominal quvvat topiladi. Topilgan D standartga mos kelmasa $R_{\text{экс}}$ ni standart D ga qayta hisoblanadi:

$$P_{\text{экв}2} = P_{\text{экв}1} \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \quad (18.9)$$

Bunda: D_1 - berilgan ulanishning davom etishi, D_2 - Standart ulanishning davom etishi.

Tayanch so'z va iboralar.

Dvigatellarning qizishi, qizish egri chizig'i, uzoq muddatli ish rejimi, qisqa muddatli ish rejimi, takroriy qisqa muddatli ish rejimi.

Sinov savollari.

1. Nima uchun elektr dvigatellar ishlagan vaqtida qiziydilar?
2. Dvigatellarning qizish egri chizig'ini chizi ko'rsating?
3. Dvigatellarning qanday ish rejimlari mavjud?
4. Elektr yuritmada ishlatiladigan dvigatellar quvvatlari bo'yicha tanlanadi?

1.2. Amaliy mashg'uloti materiallari

Amaliy mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt – 2 soat	Talabalar soni 25-30 nafar
O'quv mashg'ulotining shakli	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy mashg'ulot
Amaliy mashg'ulot rejasi	1. “Elektrik injineri” fanini ta’rifi, mohiyati va o’qitish maqsadi va vazifalari. 2. Fan haqida umumiy tushunchalar 3. Jamiyatning rivojlanishida fanning roli. 4. Mamlakatimizda olib borilayotgan amaliy ishlarda fanning roli.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Elektrotexnika, elektronika va elektr yuritmalar borasidagi bilimlarni mustahkamlash va chuqurlashtirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish va mustahkamlash; - mavzu bo'yicha bilimlarni tizimlashtirish, taqqoslash, umumlashtirish, tahlil qilish jarayonini tashkil qilish; - kommunikativ ko'nikmalarni, guruhlarda ishlash ko'nikmasini rivojlantirish.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - mavzudagi asosiy tushunchalar, fanni ta’rifi, mohiyati va o’qitish maqsadi va vazifalarini biladilar; - fan tarkibiy kismini guruhlay oladi, tizimlashtiradi; - fanning evolyutsiyasi va ularni rivojlanish bosqichlarini sanab beradi; - soxa rivojida fan to'g'risida aniq bilimga ega bo'ladi.
<i>O'qitish usul va texnikalari</i>	Amaliy, savol-javob
<i>O'qitish vositalari</i>	Ma'ruza matnlari, , marker, skoch, flipchart, konspektlar, grafik organayzer: klaster.
<i>O'qitish shakllari</i>	Jamoadi, individual
<i>O'qitish sharoitlari</i>	Oddiy auditoriya
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: savol-javob Yozma nazorat: yozma shaklda vazifani bajarish

Amaliy mashg'ulotning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqti	Faoliyat mazmuni	
	o'qituvchi	talaba
1-bosqich. Kirish (10 min.)	1.1. O'quv mashg'ulotning mavzusi, maqsadi va rejalashtirilgan o'quv natijalarini e'lon qiladi. Talabalar bilimni foallashtirish maqsadida savollar beradi: Gidrogazodinamika fani nimani o'rganadi? Gidrogazodinamika fani qanday asosiy vazifalarni yechadi?	Mavzuni yozadilar va savollarga javob beradilar
2-bosqich. Asosiy	2.1. O'quv mashg'ulotining baholash mezonlarini e'lon qiladi. Klaster tuzish qoidasini eslatadi (1-ilova). Talabalarga individual tarzda “Gidravlika	Tinglashadi.

(60 min.)	gidravlik mashinalar” mavzusida klaster tuzish vazifasini beradi. Talabalarni klaster tuzish jarayonida, maslaxatchi, yo’lantiruvchi sifatida faoliyat yuritadi. 2.2. Klaster tuzish jarayoni tugashi haqida e’lon qiladi. Ihtiyoriy tarzda ikkita talabani klasterini tekshiradi izohlaydi. 2.3. Doskada talabalar yordamida klasterning o’zini variantini chizadi (2-ilova). Talabalarga daftarga klasterini ko’chirib olishligini taklif qiladi.	Individual tarzda klaster tuzishadi. O’qituvchi bilan klasterni birgalikda tuzishadi, klasterini daftarga ko’chirishadi.
3-bosqich. Yakuniy (10 min.)	3.1. Mashg’ulotni yakunlaydi, talabalarni baholaydi va faol ishtirokchilarni rag’batlantiradi. 3.2. Mustaqil ish sifatida keyingi mavzu materiallarini o’qib kelishni taklif qiladi.	Eshitadilar. Topshiriqni oladilar.

FANNI O’QITISH TEXNOLOGIYASI

O’qituvchi tomonidan fanning shaxsga yunaltirilgan va rivojlantiruvchi ta’limga asoslangan o’qitish texnologiyasi bo’yicha metodik qo’llanma ishlab chiqiladi. Fanni o’qitish texnologiyasi ta’lim jarayonini loyihalashtirish, tashkil etish, o’tkazish, bilim va ko’nikmalarni baholash jarayonini o’z ichiga oladi. Har bir mashg’ulot uchun texnologik xaritalari ishlab chiqiladi. Texnologik xaritani loyihalash pedagogik mahorat cho’qqisi hisoblanadi, chunki mashg’ulot davomida bajariladigan amaliy ish jarayoni texnologik xaritada ketma-ketlik qoidasi asosida tasvirlanadi.

Quyidagi sxemalarda metodik qo’llanmani ishlab chiqishda fanni o’qitish texnologiyasining umumiy namunaviy tuzilmasi tavsiya etilgan.

Umumiy o’quv maqsadlari. O’quv maqsadlari muayyan ta’lim jarayoni yakunida ta’lim oluvchi tomonidan o’zlashtirilishi, yangi hosil qilinishi lozim bo’lgan bilim, hatti-harakat bilan bog’liq bo’lgan amaliy topshiriqni uddalay olish mahorati, shaxsiy fazilatlar va xulqni belgilaydi.

Har bir fanning o’quv maqsadlari to’g’ri belgilanishi muhim aha-miyatga ega. Umumiy o’quv maqsadlarning mazmuni yo’naltiruvchi maqsad-lardan kelib chiqib belgilanadi. Umumiy o’quv maqsadlari yo’naltiruvchi maqsadlarni aniqlashtiradi. Umumiy o’quv maqsadlari ta’lim oluvchi muayyan fan bo’yicha egallashi lozim bo’lgan bilim, ko’nikma, malaka haqida umumiy tasavvurni beradi.

Nazariy va amaliy mashg’ulotlar

O’qituvchi tomonidan nazariy va amaliy mashg’ulotlarni o’tkazish texnologiyasi, dars ishlanmasi va texnologik xaritasi ishlab chiqiladi. Har bir mashg’ulot bo’yicha dars ishlanmalari va texnologik xaritalarni (keyingi betda texnologik xaritaning namunaviy tuzilmasi keltirilgan) ishlab chiqish o’quv jarayonini to’laqonli loyihalashtirish hamda samarali tashkil etish imkonini beradi.

Mustaqil ish

Mustaqil ishlar talabani umumiy rivojlanishiga va kasbiy mahoratini o’stirishga xizmat qilishi kerak. SHuningdek talabalarning mustaqil va ijodiy ishlarini tashkil qilish tarbiyaviy, ta’limiy ahamiyatga ham ega bo’lishi kerak. Tarbiyaviylik ahamiyati shundaki talaba o’z bilimini oshirish va mustahkamlash uchun o’zini-o’zini tarbiyalab boradi. Ta’limiy ahamiyati esa talaba bo’sh vaqtdan samarali foydalangan holda mustaqil bilim olish jarayonining shakllanishiga olib keladi.

Mustaqil ishlarning turlari, shakllarini tanlashda «oddiydan-murakkabga» hamda «umumiydan-xususiyyga», «mavhumdan-aniqlikka» tamoyillariga amal qilish lozim. Mustaqil va ijodiy ish topshiriqlarini ishlab chiqishda har bir talaba shaxsiy imkoniyatlari, tushunuvchanlik, o'quv materialini o'zlashtirish darajasi inobatga olinishi, shaxsga yo'naltirilgan o'qitish texnologiyalarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.



Mashg'ulotlarni tashkil etish shakllari

Nazariy, amaliy va mustaqil ish mashg'ulotlar jamoaviy kichik guruhlarda hamda individual shaklda olib boriladi. Individual shakl asosan ijodiy topshiriqlarni bajarishga yo'naltiriladi. Har bir talaba o'zining individual (jismoniy, psixik va b.) xususiyatlariga egaki, bu uning o'quv faoliyatiga katta ta'sir etadi. Pedagogning bu xususiyatlarni o'rganishi va inobatga olishi o'qitish sifatini oshirish hamda har bir talabaning ijodiy qobiliyat-larini rivojlantirish uchun sharoit yaratadi.

Kichik guruhlarda ishlash maxsus bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko'nikmalar o'rganilishi kerak bo'lganda, shuningdek talabalarda mustaqil ishlash qobiliyatlarini rivojlantirish uchun qo'llaniladi.

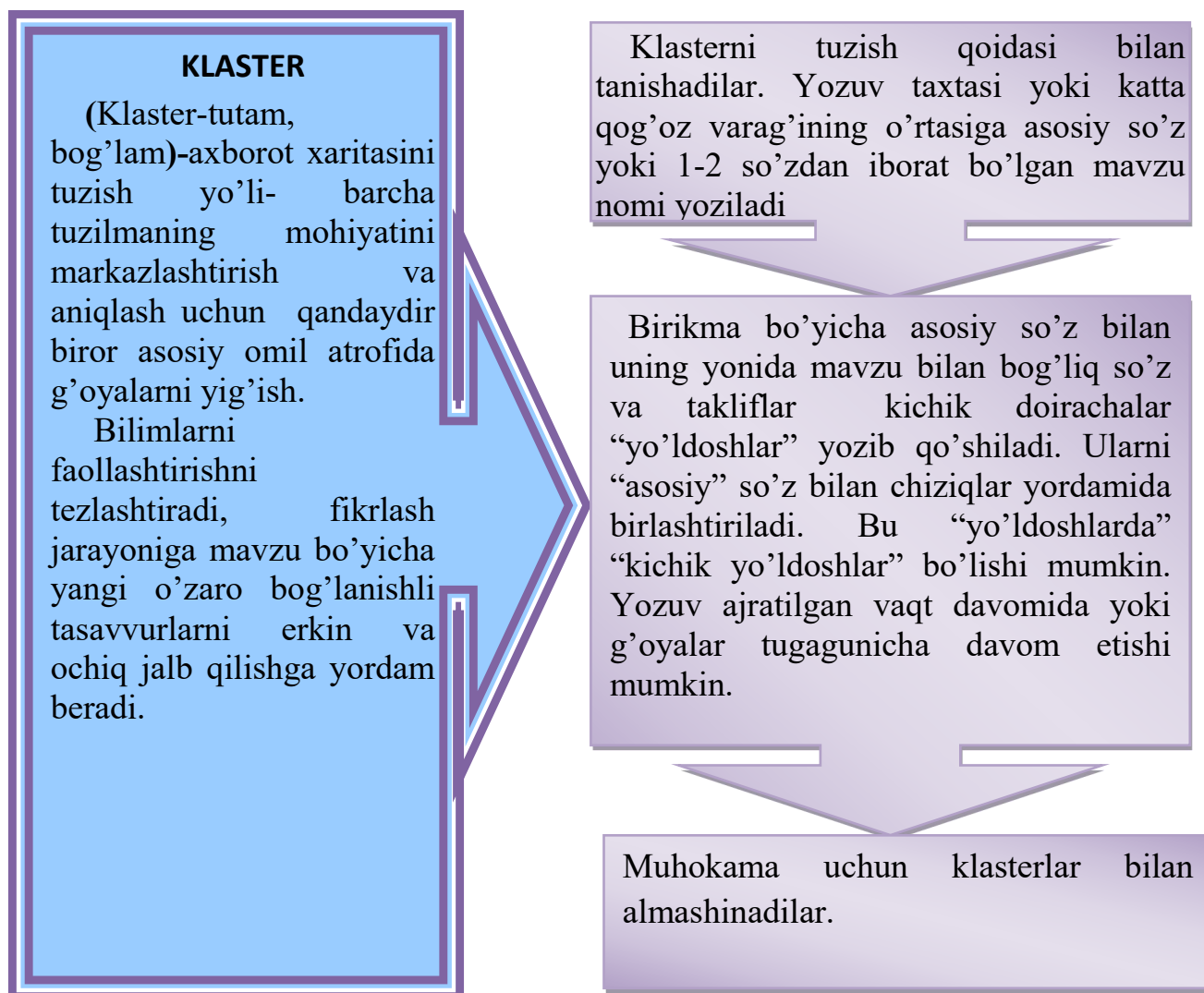
Didaktik vositalar va materiallar.

O'quv-didaktik materiallarga o'qitilishi va o'rganilishi lozim bo'lgan bilimlarni beruvchi har qanday axborot tashuvchilar tushuniladi. Nazariy va amaliy mashg'ulotlarda o'quv-didaktik materiallar sifatida qullaniladigan matnli - vizual vositalar, amaliy

mashg'ulotlarda kurs materiallari, uslubiy qo'llanmalar, jadvallar, jihoz yoki asbobni ishlatish bo'yicha ko'rsatmalar hamda elektron ta'lim resurslari ruyhati beriladi.

Amaliy mashg'ulot texnologik xaritasi

№	Bosqichlar	Vaqt (daq)	Ta'lim beruvchi faoliyati	Ta'lim oluvchi faoliyati	Ta'lim vositala-ri	Ta'lim metod-lari
1	Motivatsiya	10	Amaliy mashg'ulot maqsadi va vazifalari bilan tanishtiradi. Talabalarni faollashtiradi. Muammoni bayon etadi.	Tinglaydilar. Savollar bilan murojaat qilishadi	Tarqatma material	Aqliy hujum
2	Kichik guruhlariga ajratish	5	Kichik guruhlarini tashkil etadi va muammoli topshi-riqlar beradi	Rangli kartochkalar orqali kichik guruhlar tashkil etishadi	Raqamli vositalar	Guruhiy ishlash
3	Kichik guruhlarda muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish va oqibatlari to'g'risida fikr yuritish	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi.	Har bir kichik guruh muammo-ning kelib chiqish sabablarini tahlil qiladilar, oqibatlarini to'g'ri-sida fikr yuritadilar va kartochkalarga yozadilar .	Flipchart qog'ozi, marker-lar, Rangli kartochka-lar	Muammoli vaziyat, munozara
4	Kichik guruhlarda muammo yechimi bo'yicha ishl	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi, maslahatlar beradi.	Har bir kichik guruh muammoni yechimini ishlab chiqadilar.	Rangli kartochka-lar, markerlar	Munozara
5	Kichik guruhlar taqdimoti	15	Guruhni boshqaradi	Gurux ishini taqdimot qiladilar. Muammo yechimi bo'yicha fikr yuritadila	Pinbord va magnitli doska	Namoyish, muzokara
6	Kichik guruhlar ishini baholash	5	Kichik guruhlar ishini tahlil qiladi va baholaydi.	Kichik guruhlar bir birining ishini tahlil qiladi baholaydi, fikrlari ni bayon etadi.	Pinvand, doska, magnit	O'zaro baholash
7	Yakuniy qism	5	Natijalarni tahlil qiladi. Kamchiliklar bo'-yicha tavsiyalar be-radi. Mustaqil ish-lash uchun topshi-riqlar beradi va amaliy mashg'ulotga yakun yasaydi	Savollar beradi. Mustaqil ish topshiriqlarini yozib oladilar		Munozara



Klasterni tuzish qoidasi

1. Aqlingizga nima kelsa, barchasini yozing. G'oyalari sifatini muhokama qilmang faqat ularni yozing.
2. Xatni to'xtatadigan imlo xatolariga va boshqa omillarga e'tibor bermang.
3. Ajratilgan vaqt tugagunicha yozishni to'xtatmang. Agarda aqlingizda g'oyalar kelishi birdan to'xtasa, u holda qachonki yangi g'oyalar kelmagunicha qog'ozga rasm chizib turing.

Amaliy mashg'ulot texnologik xaritasi

№	Bosqichlar	Vaqt (daq)	Ta'lim beruvchi faoliyati	Ta'lim oluvchi faoliyati	Ta'lim vositala-ri	Ta'lim metod-lari
1	Motivatsiya	10	Amaliy mashg'ulot maqsadi va vazifalari bilan tanishtiradi. Talabalarni faollashtiradi. Muammoni bayon etadi.	Tinglaydilar. Savollar bilan murojaat qilishadi	Tarqatma material	Aqliy hujum
2	Kichik guruhlariga ajratish	5	Kichik guruhlarini tashkil etadi va muammoli topshi-riqlar beradi	Rangli kartochkalar orqali kichik guruhlar tashkil etishadi	Raqamli vositalar	Guruhiy ishlash
3	Kichik guruhlarda muammoning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish va oqibatlarini to'g'risida fikr yuritish	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi.	Har bir kichik guruh muammo-ning kelib chiqish sabablarini tahlil qiladilar, oqibatlarini to'g'ri-sida fikr yuritadilar va kartochkalarga yozadilar .	Flipchart qog'ozi, marker-lar, Rangli kartochka-lar	Muammoli vaziyat, munozara
4	Kichik guruhlarda muammo yechimi bo'yicha ishl	20	Ko'rsatmalar beradi va yo'naltiradi, maslahatlar beradi.	Har bir kichik guruh muammoni yechimini ishlab chiqadilar.	Rangli kartochka-lar, markerlar	Munozara
5	Kichik guruhlar taqdimoti	15	Guruhni boshqaradi	Gurux ishini taqdimot qiladilar. Muammo yechimi bo'yicha fikr yuritadilar	Pinbord va magnitli doska	Namoyish, muzokara
6	Kichik guruhlar ishini baholash	5	Kichik guruhlar ishini tahlil qiladi va baholaydi.	Kichik guruhlar bir birining ishini tahlil qiladi baholaydi, fikrlari ni bayon etadi.	Pinvand, doska, magnit	O'zaro baholash
7	Yakuniy qism	5	Natijalarni tahlil qiladi. Kamchiliklar bo'-yicha tavsiyalar beradi. Mustaqil ish-lash uchun topshi-riqlar beradi va amaliy mashg'ulotga yakun yasaydi	Savollar beradi. Mustaqil ish topshiriqlarini yozib oladilar		Munozara

-AMALIY MASHG'ULOT

ORGANIK YOQILG'ILAR VA O'ZGARMAS TOK MANBAI (AKKUMULYATORLARNING) ENERGIYALARINI HISOBLASH.

Elektr maydon va kondensatorlar

Elektr maydon kuchlanganligi $E = \frac{F}{q} \cdot \left(\frac{H}{K}\right)$

Ikki nuqta zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchi Kulon qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2 \epsilon \epsilon_0}, \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Kl}^2}{\text{H M}^2}$$

Berilgan nuqtada nuqtaviy sinov zaryadining elektr maydondagi kuchlanganligi:

Potentsial va kuchlanish

Elektr maydonining berilgan nuqtada q zaryad potentsial energiyasining o'sha zaryadga nisbatiga shu nuqtaning potentsiali deyiladi.

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

Zaryadlar ko'chirilganda bajarilgan ish maydoni potentsial energiyasining o'zgarishiga teng bo'ladi: $A = W_1 - W_2 = q\varphi_1 - q\varphi_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2); \quad U = \varphi_1 - \varphi_2$

$$A = qU.$$

Elektr toki

Elektr maydonida elektr zaryadlarining bir xil yo'nalishdagi xarkatiga **elektr toki** deyiladi.

Jismning elektr maydoni ta'sirida elektr tokini xosil qilish xususiyatiga **elektr o'tkazuvchanlik** deyiladi.

Elektr sig'imi. Kondensatorlar

Kondensator qoplamalaridagi zaryad q ni va ular orasidagi kuchlanish U ni bog'laydigan kattalikka **elektr sig'imi** deyiladi.

Kondensatorning sig'imi quyidagi formuladan aniqlanadi: $C = \frac{q}{U}$

bunda C - kondensatorning sig'imi, F.

q - elektr zaryad miqdori, K.

U - kondensator plastinalaridagi kuchlanish, V.

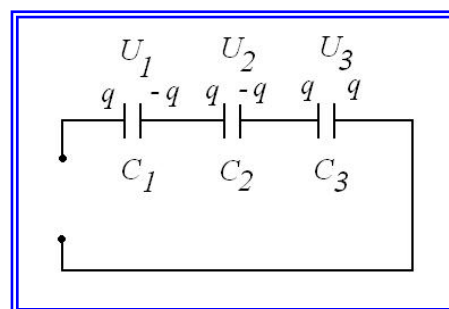
Kondensatorlarni ketma-ket ulash.

Xar bitta kondensatordagi kuchlanish
quyidagiga teng :

$$U_1 = \frac{q}{C_1}; \quad U_2 = \frac{q}{C_2}; \quad U_3 = \frac{q}{C_3}$$

Zanjirning uchlaridagi kuchlanish:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$



1.1-rasm

Kuchlanishni zaryadlar sig'imiga nisbati orqali ifodalasak, qo'yidagini

olamiz: $\frac{q}{C_{um}} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$ yoki q ga qisqartirilsa: $\frac{1}{C_{um}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

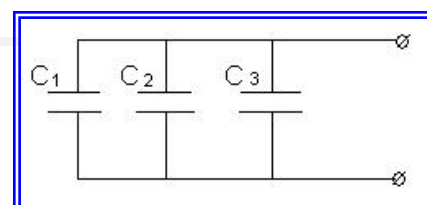
Ketma-ket ulangan bir xil sig'imli n ta kondensatorning umumiy sig'imi: $C_{um} = \frac{C_n}{n}$

Kondensatorlarni parallel ulash

Kondensatorlar parallel ulanganda ulardagi kuchlanish bir xil, $U = U_1 = U_2 = U_3$

zaryadlar esa turlicha bo'ladi: $q_1 = C_1 U, \quad q_2 = C_2 U, \quad q_3 = C_3 U$

Bu zanjirda kondensatorlarda yig'ilgan umumiy zaryad ayrim



kondensatorlardagi zaryadlar yig'indisiga teng, ya'ni:

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$C_{um}U = C_1U + C_2U + C_3U.$$

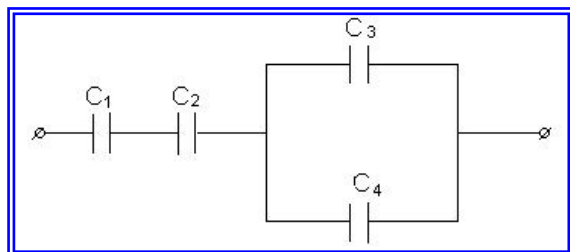
Tenglamani U ga qisqartirsak, $C_{um} = C_1 + C_2 + C_3$

Parallel ulangan kondensatorlarning sig'irlari teng bo'lsa, ularning umumiy sig'imi:

$$C_{um} = C_n \cdot n$$

1.2-rasm

Kondensatorlarning aralash ulash



Kondensatorlarning aralash ulanganda ularning sig'imi:

$$C_{um} = C_3 + C_4 + \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}, \quad \text{bo'ladi.}$$

1.3- rasm

Masalalar

1.1-masala. $q = 16 \cdot 10^{-8}$ Kl zaryadga $F = 2,4 \cdot 10^{-3}$ H kuch ta'sir qiladi. Berilgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini toping. Bu nuqtadan $r = 0,3$ m uzoqlikdagi maydonni hosil qilgan zaryad q_o ni aniqlang.

1.2-masala Xavoda bir-biridan $1m$ uzoqda joylashgan va har qaysisining zaryadi $1k$ bo'lgan ikki nuqtaviy zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini aniqlang.

1.3-masala. Kuchlanishi 500 v bo'lgan tok manbaidan zaryadlangan kondensatorning sig'imi aniqlansin. Kondensatorning zaryadi $0,005$ Kl ga teng.

1.4-masala Xar birining sig'imi 250 pF bo'lgan to'rtta kondensator parallel ulangan. Ularning umumiy sig'imi aniqlansin.

1.5-masala Parallel ulangan kondensatorning xar birining sig'imi 300 pF. Ularning umumiy sig'imi 2100 pF bo'lsa, kondensatorlarning soni aniqlansin.

1.6-masala Umumiy sig'imi $2,25$ mkF bo'lishi uchun sig'irlari mos ravishda : $C_1 = 2$ mkF; $C_2 = 0,2$ mkF; $C_3 = 0,05$ mkF bo'lgan kondensatorlarni qanday ulash kerak?

1.7-masala Xar birining sig'imi 200 pF bo'lgan to'rtta kondensator ketma-ket ulangan. Ularning umumiy sig'imi aniqlansin.

1.8-masala Ketma- ket ulangan kondensatorlarning har birining sig'imi 400 pF. Ularning umumiy sig'imi 50 pF. O'zaro ulangan kondensatorlarning soni aniqlansin.

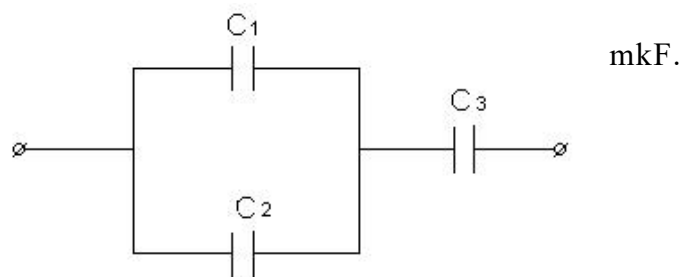
1.9-masala Beshta kondensatorning a) ketma-ket; b) parallel ulangan vaqtdagi umumiy sig'imi Aniqlansin. Har bir kondensatorning sig'imi 1000 pF ga teng.

1.10-masala Sig'irlari mos ravishda (1.4- rasm) $C_1 = 2$ mkF, $C_2 = 4$ mkF va $C_3 = 3$ mkF bo'lgan uchta kondensator aralash ulangan bo'lsa, ularning umumiy sig'imi aniqlansin.

Echish: C_1 va C_2 kondensatorlar parallel ulangan
Ularning umumiy sig'imi $C_{12} = C_1 + C_2 = 2 + 4 = 6$
 C_3 kondensator C_1 va C_2 kondensatorlarga ketma-ket ulangan. Shunda umumiy sig'im quyidagiga teng bo'ladi:

$$C_{123} = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \text{ mkF}.$$

1.4- rasm



1.11-masala Ikkita kondensator o'zaro ketma-ket ulanib, ularga $U = 400$ v kuchlanish berilgan. Kondensatorlardan birining sig'imi $C_1 = 500$ mkF, uning plastinalaridagi kuchlanish 300 v. Ikkinchi kondensatorning sig'imi va kondensatorlarning umumiy sig'imi aniqlansin.

Echish: Kondensatorlardagi umumiy kuchlanish $U_{um} = 400$ v, demak, ikkinchi kondensatoridagi kuchlanish $U_2 = U_{um} - U_1 = 400 - 300 = 100$ v.

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{u_2}{u_1} \text{ formuladan } C_2 = \frac{C_1 U_1}{U_2} = \frac{500 \cdot 300}{100} = 1500 \text{ pF ni topamiz.}$$

Shunda ketma-ket ulangan ikki kondensatorning umumiy sig'imi:

$$C_{um} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{500 \cdot 1500}{500 + 1500} = \frac{750000}{2000} = 375 \text{ nF}$$

1.12-masala Radiopriyomnik sxemasi uchun sig'imi $C = 600$ pF bo'lgan kondensator kerak. Radiomontajchida 200, 100, 300, 500 pF sig'imli kondensator bor. Zarur sig'imni olish uchun kondensatorlarning qaysilarini tanlash va ularning qanday ulash kerak?

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Sig'imlari $C_1 = 40 \text{ mKf}$, $C_2 = 60 \text{ mKf}$ va $C_3 = 120 \text{ mKf}$ bo'lgan uchta kondensator kuchlanishi $U = 300 \text{ B}$ li manbaga ketma-ket ulangan. Kondensatorlarda kuchlanishning taqsimlanishi va ularning ekvivalent sig'imi hamda uchala kondensatorida jamlangan energiyaning aniqlang.

2-masala. $Q_1 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ va $Q_2 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ zaryadlar orasidagi itarish kuchlari $F = 3,2 \text{ H}$ bo'lish uchun orasidagi masofani xona xaroratdagi suvda va kerosinda aniqlang

J: $r_1 = 6,7 \text{ sm}$; $r_2 = 41,5 \text{ sm}$

3-masala Ikki Q_1 va Q_2 zaryadlar havoda bir-biridan $r = 10 \text{ sm}$ masofada joylashgan va ular orasidagi ta'rif kuchi $F = 1,2 \text{ N}$. Agar $Q = 6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ bo'lsa, Q_2 zaryadni aniqlang.

J: $Q_2 = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$.

4-masala $Q = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$ zaryadga $F = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ kuch bilan ta'sir qilgan elektr maydon kuchlanganligini toping.

J: $E = 0,3 \text{ V/m}$

5-masala. Sig'imi $S = 0,25 \text{ mkf}$ bo'lgan kondensatorga $U = 400 \text{ B}$ kuchlanish berilgan. Kondensator elektr maydonining energiyasini toping.

J: $W = 0,02 \text{ j}$

6-masala. Kondensatorlar rasmda (rasm) kursatilgandek aralash usulida ulangan. Bu yerda $S_1 = S_2 = 1 \text{ mkf}$, $S_3 = 2 \text{ mkf}$ ga teng Zanjirning umumiy sig'imini aniqlang.

J: $S = 0,75 \text{ mkf}$.

7-masala. Sig'imlari $S_1 = 0,18 \text{ mkf}$, $S_2 = 0,7 \text{ mkf}$ va $S_4 = 0,5 \text{ mkf}$ bo'lgan kondensatorlar paralel ulangan. Umumiy sig'imini toping.

J: $S = 1,54 \text{ mkf}$.

8-masala. Bir xil sig'imli $S_1 = S_2 = S_3 = 12 \text{ mkf}$ uchta kondensator ketma-ket ulangan. Ularning umumiy sig'imini aniqlang.

J: $S = 4 \text{ mkf}$.

9-masala. Yassi kondensator $U = 800 \text{ B}$ kuchlanish berilganda $Q = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ zaryadga ega buldi. Kondensatorning sig'imini va elektr maydon energiyasini aniqlang.

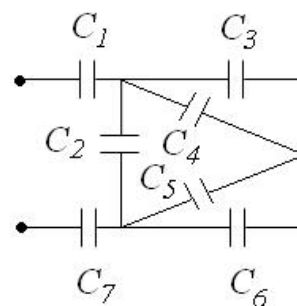
J: $S = 0,025 \text{ mkf}$, $W = 8 \cdot 10^3 \text{ Ж}$

10-masala. Rasmda tasvir etilgan zanjirdagi kondensatorlarning ekvivalent sig'imi aniqlang.

$S_1 = S_2 = 4 \text{ mkf}$, $S_3 = 1 \text{ mkf}$, $S_4 = 1,4 \text{ mkf}$, $S_5 = 0,6 \text{ mkf}$, $S_6 = 1 \text{ mkf}$ (1.5-rasm)

J: $S_{ekv} = 1 \text{ mkf}$

11-masala. Agar 1 km uzunlikdagi kabelning sig'imi $S = 2 \frac{\text{mKf}}{\text{км}}$ ni tashkil etsa, $l = 10 \text{ km}$ uzunlikdagi kabel liniyasining ekvivalent sig'imini aniqlang.



1.5-rasm

$$J: S_{EKV}=2mkf$$

Elektr qarshilik

Ma'lumki, elektr zaryadlarning yo'nalgan xarakatiga **elektr toki** deyiladi. Elektr zaryadlari o'z xarakatida boshqa zaryad, atom va molekulalar bilan to'qnashadilar. Bunda zaryadlarning tezligi va kinetik energiyasi kamayadi. Lekin elektr maydon ta'sirida zaryadlarning tezligi yana oshadi. Yangi to'qnashishda esa tezligi yana kamayadi. Natijada o'tkazgichda zaryadlarning bir tekis xarakati o'rnatiladi. SHunday qilib o'tkazgich zaryadlarning xarakatiga qarshilik ko'rsatadi.

Qarshilikka teskari kattalik **elektr o'tkazuvchanlik** deyiladi va g bilan belgilanadi.

$$g = \frac{1}{R} = \frac{1}{\text{om}} = \text{суменс(см)}$$

O'tkazgichning materiali, uzunligi va ko'ndalang kesimi ma'lum bo'lsa, uning **qarshiligi** quyidagicha aniqlanadi.

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

Bunda R - qarshilik, Om;

ρ - solishtirma qarshilik, $\frac{\text{om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$;

ℓ - o'tkazgichning uzunligi, m.

S - o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi, mm^2 ;

Solishtirma qarshilik ρ solishtirma o'tkazuvchanlikka teskari bo'lgan kattalikdir. $\gamma = \frac{1}{\rho}, \frac{\text{m}}{\text{om} \cdot \text{mm}^2}$

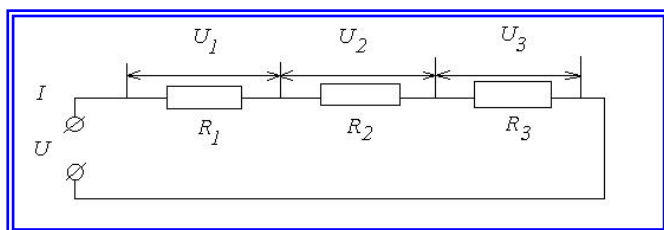
Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi

$$R = R_1 + R_1 \alpha(t_2 - t_1) \text{ yoki } R = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

Elektr qarshilik omlarda, kiloomlarda va megoomlarda o'lchanadi.

1 kOm = 1000 Om; 1 MOm = 1000 kOm = 1000000 Om.

Qarshiliklarni ketma – ket ulash



$$U_1 = IR_1, \quad U_2 = IR_2, \quad U_3 = IR_3$$

Tok kuchi zanjirning barcha qismlarida bir xil $I = I_1 = I_2 = I_3$ bo'lgani uchun,

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}, \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_3} \text{ bo'ladi.}$$

1.6-rasm

Qarshiliklardagi kuchlanishlarni ularning qisqichlaridagi potentsiallar ayirmasi bilan ifodalash mumkin:

$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B \quad U_2 = \varphi_B - \varphi_C \quad U_3 = \varphi_C - \varphi_D \quad U = \varphi_A - \varphi_D$$

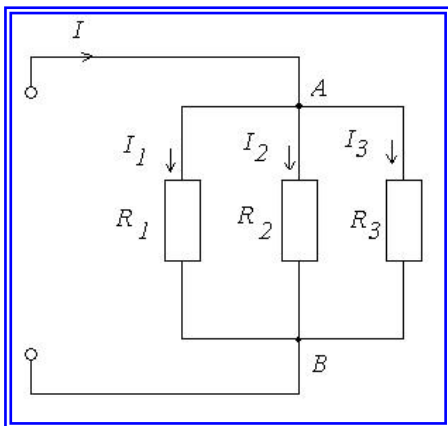
$U_1 + U_2 + U_3 = U$ tenglamani hadma – had tokka bo'lsak, quyidagini topamiz:

$$\frac{U}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} + \frac{U_3}{I} \text{ yoki } R = R_1 + R_2 + R_3 - \text{zanjirning umumiy qarshiligi}$$

Agar qarshiliklari bir xil bo'lgan n ta o'tkazgich ketma-ket ulangan bo'lsa, ularning umumiy qarshiligi: $R_{um} = R_n \cdot n$ bo'ladi.

Qarshiliklarni parallel ulash

Parallel ulanganda shaohbchalarning qarshiliklaridagi kuchlanishlari bir xil bo'ladi. Ya'ni, $U = U_1 = U_2 = U_3$



1.7 – rasm

Kirxgofning birinchi qonuniga binoan; $I = I_1 + I_2 + I_3$ yoki

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

tenglamani U ga qisqartirib,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ yoki } g = g_1 + g_2 + g_3$$

bunda g - ekvivalent o'tkazuvchanlik.

Parallel ulangan qarshiliklarning umumiy o'tkazuvchanligi:

$g_{um} = g_1 + g_2 + \dots + g_n$ bo'ladi, bunda $g_1 + g_2 + \dots + g_n$ xar bir qarshilikning o'tkazuvchanligi, sim.

Ikki qarshilik parallel ulanganda ularning umumiy qarshiligi

$$R_{ym} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ bo'ladi.}$$

Qarshiliklari teng bo'lgan n ta o'tkazgichni parallel ulaganda ularning umumiy qarshiligi quyidagiga teng: $R_{um} = \frac{R_n}{n}$.

Masalalar

1.13-masala Xar biri 200 om dan bo'lgan beshta qarshilik ketma-ket ulangan. Ularning umumiy qarshiligi hisoblansin.

1.14-masala Uchta telefon relesining chulg'amlari ketma-ket ulangan bo'lib, ulardan birining qarshiligi 600 om ga, ikkinchisining qarshiligi 800 om ga teng. Ularning umumiy qarshiligi 2100 om ga teng bo'lsa, uchinchi rele chulg'aminin qarshiligi aniqlansin.

1.15-masala 200 om li bir necha qarshilik ketma-ket ulangan. Umumiy qarshilik 800 om bo'lsa, qancha qarshilik ulangan.

1.16-masala Uchta qarshilik parallel ulangan. Ulardan biri 20 om, ikkinchisi 30 om, uchinchisi esa 60 om. Shu qarshiliklarni umumiy o'tkazuvchanligi aniqlansin.

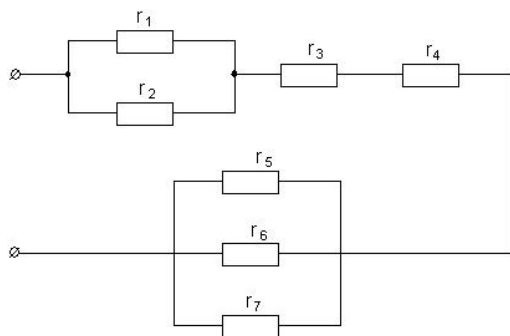
1.17-masala $R_1=540$ om, $R_2=270$ om va $R_3=135$ om qarshiliklar zanjirga a) ketma-ket b) parallel ulanganda ularning umumiy qarshiligi hisoblansin.

a) $R_{um}=R_1+R_2+R_3$; b) $g_{um}=g_1+g_2+g_3$;

1.18-masala RPN rele chulg'aminin qarshiligi 600 Om . o'zakka o'ralgan mis simning diametri 0,15 mm. Shunday relelarning beshtasini yasash uchun necha metr kerak bo'ladi.

1.19-masala Elektromagnit g'altagiga o'ralgan mis simning qarshiligi 300 Om, diametri 0,1mm. Shu simning uzunligini aniqlang.

1.20-masala Yettita qarshilik aralash ulangan. Agar $R_1=8$ om, $R_2=4$ om, $R_3=10$ om, $R_4=30$ om, $R_5=15$ om, $R_6=75$ om, $R_7=25$ om bo'lsa, ularning umumiy qarshiligi aniqlansin. (1.8-rasm)



1.8-rasm

Echish: Qarshiliklar uch gruppaga birlashtirilgan. Birinchi gruppaning umumiy qarshiligi:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \cdot 4}{8 + 4} = \frac{32}{12} = 2,66 \text{ Om.}$$

Ikkinchi gruppaning umumiy qarshiligi

: $R_{34} = R_3 + R_4 = 10 + 30 = 40 \text{ om.}$

Uchinchi gruppaning umumiy qarshiligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\frac{1}{R_{567}} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{15} + \frac{1}{75} + \frac{1}{25} = \frac{9}{75} \text{ sim.}$$

$$\text{bundan } R_{567} = \frac{75}{9} = 8,33 \text{ Om.}$$

1, 2, 3- gruppalar ketma-ket ulangan, shuning uchun:

$$R_{um} = R_{12} + R_{34} + R_{567} = 2,66 + 40 + 8,33 = 50,99 \text{ om.}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1 – masala.

1.13-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirdagi G_2 va G_3 elektr o'tkazuvchanlikni aniqlang. Agar $G_1=0,05 \text{ om}^{-1}$; $G_4=0,2 \text{ om}^{-1}$; $G_5=0,1 \text{ om}^{-1}$ va $G_1=0,17 \text{ om}^{-1}$; $G_2=G_3$

$$\text{J: } G_2=G_3=0,4 \text{ om}^{-1}$$

1.13-

Rasm

2 – masala.

1.14-rasmda ko'rsatilgan zanjirning AV qisqichlaridagi ekivalent qarshiligini toping, agar $R_1=0,5 \text{ om}$, $R_2=5 \text{ om}$, $R_3=9 \text{ om}$ bo'lsa.

$$\text{J: } R_{AV}=3,7 \text{ om}$$

1.14- Rasm

3 – masala.

1.15-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirning ekivalent qarshiligini aniqlang, agar $R_1=2,5 \text{ om}$, $R_2=6 \text{ om}$, $R_3=2 \text{ om}$, $R_4=1,5 \text{ om}$, $R_5=3 \text{ om}$.

$$\text{J: } R_{EK}=4,5 \text{ om}$$

1.15-rasm

4 – masala.

1.16-rasmda ko'rsatilgan zanjirning qarshiliklari $R_1=R_5=3 \text{ om}$, $R_2=2,8 \text{ om}$, $R_3=1 \text{ om}$, $R_4=6,2 \text{ om}$, $R_6=2 \text{ om}$ ga teng. Elektr zanjirning ekivalent qarshiligini aniqlang.

$$\text{J: } R=2,1 \text{ om.}$$

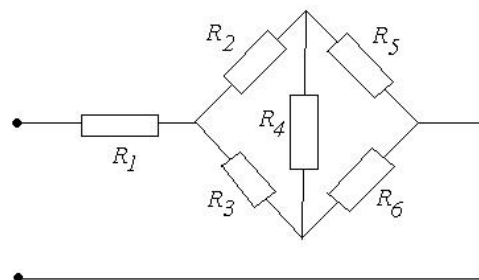
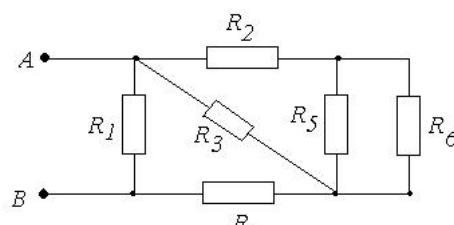
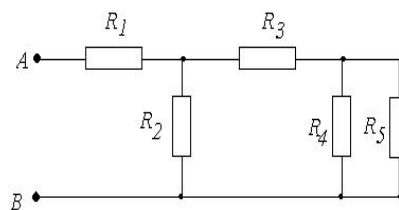
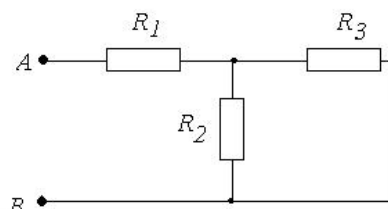
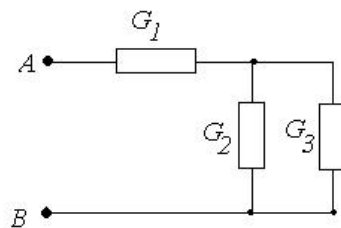
1.16-Rasm

5 – masala.

Qarshiliklari $r_1=0,25 \text{ om}$; $r_2=4,5 \text{ om}$; $r_3=1,5 \text{ om}$; $r_4=3 \text{ om}$; $r_5=1,5 \text{ om}$ va $r_6=2,5 \text{ om}$ bo'lgan elektr zanjirining ekivalent qarshiligini aniqlang (1.17-rasm).

$$\text{J: } R_{EK}=2,5 \text{ om}$$

1.17-rasm



2-Amaliy mashg'ulot

Elektr zanjirlaridagi asosiy shartli belgilar va elektr zanjir lari sxemalarining asosiy turlari.

Om qonuni

Berk zanjirda tok qiymati elektr yurituvchi kuch qiymatiga to'g'ri proporsional, ichki va tashqi qarshiliklarning yig'indisiga teskari proporsional bo'ladi:

$$I = \frac{E}{R + r_0} \text{ yoki } E = I(R + r_0) = IR + Ir_0 = U + U_0 \text{ Agar } R=0 \text{ bo'lsa } E = U_0 + U = I\tau_0$$

bunda I - tok kuchi, A;

E -elektr yurituvchi kuch, V;

R - tashqi zanjirning qarshiligi, Om;

r_0 - elektr energiya manbaining ichki qarshiligi, Om;

Yuqoridagi formuladan zanjirga ulangan elektr energiya manbaining elektr yurituvchi kuchi:

$$E = I(R + r_0) \quad \text{ekanligi, elektr zanjirning to'la qarshiligi esa: } (R + r_0) = \frac{E}{I}; \quad \text{ekanligi kelib chiqadi.}$$

Zanjir qismidagi tok kuchi zanjir qisqichlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional bo'lib, zanjirning shu qismi qarshiligiga teskari proporsionaldir: $I = \frac{U}{R}$;

Bunda I - zanjirning ma'lum qismidan o'tayotgan tok kuchi, a;

U -zanjir qismalaridagi kuchlanish, v;

R - zanjirning ma'lum qismidagi qarshilik, Om.

Yuqorida aytib o'tilgandan ma'lum bo'ladiki, $E = IR + Ir_0$

bu yerda IR - zanjirning tashqi qismidagi kuchlanishning tushishi, ya'ni elektr energiya manbai qismalaridagi kuchlanish, v;

Ir_0 - elektr energiya manbaining ichidagi kuchlanishtushishi, v;

Masalalar

2.1-masala Zanjirning tashqi qismidagi qarshiligi 27 om, elektr energiya manbaining ichki qarshiligi 3 om. Butun zanjirning qarshiligi aniqlansin.

2.2-masala Elektr energiya manbaining ichki qarshiligi 6,5 om. Zanjirning umumiy qarshiligi 700 om bo'lsa, zanjirning tashqi qismidagi qarshilik hisoblansin.

2.3-masala Zanjirga elektr yurituvchi kuchi $E = 60$ v elektr energiya manbai ulangan. Agar zanjirning tashqi qismidagi qarshilik $R = 26$ om, ichki qarshiligi $r_0 = 4$ om bo'lsa, shu zanjir orqali o'tayotgan tokning kuchi aniqlansin.

2.4-masala Elektr zanjirga $r = 980$ om qarshilik ulanib, u orqali 0,05 a tok o'tayotir. Agar tok manbaining ichki qarshiligi 20 om bo'lsa, uning elektr yurituvchi kuchi hisoblansin.

2.5-masala Elektr yurituvchi kuchi $E = 50$ om v ichki qarshiligi $r_0 = 0,6$ om bo'lgan elektr energiya manbai $R = 19,4$ om qarshilikka ulangan. Elektr energiya manbaining kuchlanishi va tok kuchi aniqlansin.

2.6-masala Kuchlanishi 60 v ichki qarshiligi 10 om bo'lgan elektr energiya manbai simdan tayyorlangan uchta: $R_1 = 150$ om, $R_2 = 100$ om, $R_3 = 40$ om qarshilikka ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchi va har bir qarshilikdagi kuchlanish tushuvi aniqlansin.

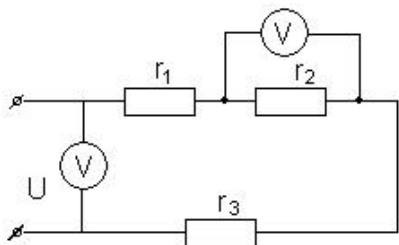
2.7-masala $R_1 = 25$ om, $R_2 = 15$ om, $R_3 = 30$ om uchta qarshilik o'zaro rasmda ko'rsatilganday ulangan. Ikkinchi qarshilikdagi kuchlanish 30 v. Generatorning ichki qarshiligi $r_0 = 2$ om bo'lsa, qolgan qarshiliklarning uchlaridagi kuchlanish va generatorning elektr yurituvchi kuchi hisoblansin. Generatorga ulangan vol tmetrning ko'rsatishi qancha ekanligi aniqlansin. Vol tmetrning toki e'tiborga olinmasin.

Echish: Masalaning shartiga ko'ra ikkinchi qarshilikning uchlaridagi kuchlanish 30 v. Demak, bu qarshilik orqali o'tayotgan tokning kuchi

$$I = \frac{U_2}{R_2} = \frac{30}{15} = 2 \text{ a ekan.}$$

2.1- rasm

Qarshiliklar ketma-ket ulangani uchun ular orqali bir xil, ya'ni $I = 2$ a tok o'tadi.



Shuning uchun birinchi qarshilikdagi kuchlanish $U_1 = IR_1 = 2 \cdot 25 = 50$ v;

uchinchi qarshilikdagi kuchlanish $U_3 = IR_3 = 2 \cdot 30 = 60$ v;

elektr energiya manbai ichida kuchlanish tushishi $U_0 = Ir_0 = 2 \cdot 2 = 4$ v ga teng.

Elektr yurituvchi kuch $E = U_1 + U_2 + U_3 + U_0 = 50 + 30 + 60 + 4 = 144$ v.

Generatorga ulangan vol tmetr $U = E - U_0 = 144 - 4 = 140$ v ni ko'rsatadi.

2.8-masala G'altakning qarshiliklari $R_1 = 100$ om, $R_2 = 60$ om, $R_3 = 120$ om, $R_4 = 240$ om bo'lgan to'rtta releni ketma-ket ulab tuzilgan zanjirning uchlaridagi kuchlanish 60 v ga teng. Shu relelar orqali o'tayotgan tokning kuchi va xar bir relening qisqichlaridagi kuchlanish hisoblansin.

2.9-masala Elektr lampochka 127 v kuchlanishli elektr tarmog'iga ulangan. Agar simlarning qarshiligi 4 om, lampochkaning qarshiligi 250 om bo'lsa, lampochkada va simlarda kuchlanish tushishi hisoblansin.

2.10-masala Elektr zanjirga ulangan milliampermetr 60 ma, vol tmetr esa 30 v ko'rsatmoqda. Bu asboblarning ulangan zanjirning qarshiligi qancha ekan?

2.11-masala Zanjirda ikkita $R_1 = 120$ om, $R_2 = 60$ om o'zgarmas qarshilik va $R_3 = 300$ om li reostat ketma-ket ulangan. Ularga kuchlanishi $U = 60$ v o'zgarmas tok manbai ulangan. Zanjirga ulangan qarshiliklarning har birida kuchlanish tushishi hisoblansin.

2.12-masala Milliampermetr elektr energiya manbai va $R_1 = 1200$ om, $R_2 = 400$ om ikkita qarshilikka ketma-ket ulangan. Birinchi qarshilikka ulangan vol tmetr 12 v kuchlanishni ko'rsatib turibdi. Ikkinchi qarshilikka ulangan vol tmetr ko'rsatayotgan kuchlanish va elektr energiya manbaining kuchlanishi topilsin. Milliampermetr va elektr energiya manbaining qarshiligi, vol tmetrlarning toki hisobga olinmasin.

2.13-masala Ichki qarshiligi 0,25 om bo'lgan generator 115 v e.yu.k. vujudga keltiradi. Agar vol tmetrning qarshiligi 4000 om bo'lib, elektr energiya iste'molchisining qarshiligi 10 om bo'lsa, generator qisqichlaridagi kuchlanish aniqlansin.

2.14-masala 100 v kuchlanishli tok manbai $r = 100$ om qarshilikka va qarshiligi 250 om reostatga ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchi va reostatdagi kuchlanish tushishi aniqlansin.

2.15-masala Zanjirga ulangan ampermetr 0,5 a ni kvrsatib turibdi. Agar asbobning qarshiligi 0,02 om bo'lsa, asbobda kuchlanish tushishi qancha bo'ladi.

2.16-masala Kuchlanish taqsimlagich o'zaro ketma-ket ulangan to'rtta $R_1 = 15$ om, $R_2 = 21$ om, $R_3 = 9$ om, $R_4 = 35$ om qarshilikdan iborat. Taqsimlagich qisqichlariga 120 v kuchlanish berilsa, har bir qarshilikda kuchlanish tushishi qancha bo'ladi?

2.17-masala $R = 50$ kom qarshilikka ulangan vol tmetr 100 v ni ko'rsatayotgan bo'lsa, qarshilik orqali o'tayotgan tok kuchi aniqlansin. Bunda vol tmetrning toki hisobga olinmasin.

2.18-masala 96 v kuchlanishni ko'rsatayotgan vol tmetr chulg'aming qarshiligi 12000 om bo'lsa, chulg'amdan o'tayotgan tok kuchi aniqlansin.

Ish, energiya va quvvat

Iste'molchidagi zaryadlarni ko'chirishda bajarilgan ish quyidagicha topiladi:

$$A = E I t, \quad E = U_0 + U, \quad A = I t(U_0 + U) = ItU_0 + ItU = W_0 + W$$

ekanligini topamiz. Bunda; $W_0 = U_0 It$ - manbada issiqlikka aylangan energiya $W = UI t$ tashqi zanjirda sarf qilinadigan energiya.

Ishning bajarish tezligi quvvat deyiladi.

$$P = \frac{A}{t} = EI \text{ (Vt)-manbaning quvvati.}$$

$$P = \frac{W}{t} = UI \text{ (Vt) - iste'molchining quvvati.}$$

$$P = \frac{W_0}{t} = U_0 I \text{ (Vt) - isrof bo'lgan quvvat.}$$

Joult - Lents qonuni

Issiqlikka aylanuvchi elektr energiya;

$$W = A I^2 R t \text{ (j) yoki } Q = 0,24 I^2 R t \text{ (kal).}$$

Kirxgof qonunlari

Kirxgofning birinchi qonuni

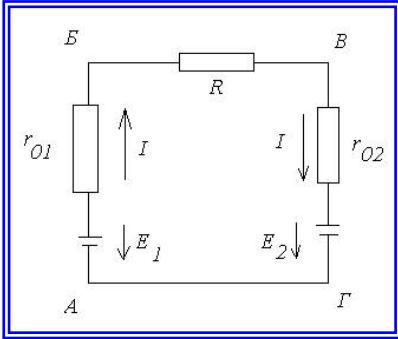
Tugunchaga qarab yo'nalgan toklar yig'indisi undan chiqayotgan toklar yig'indisiga teng.

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \text{ yoki } I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Umumiy ko'rinishda; $I = 0$ ya'ni tugundagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

Tok manbaining ikki ish rejimi

Amalda ikki tok manbai bilan elektr zanjirlari ko'p ishlatiladi. Bunda bitta manba generator sifatida, boshqasi iste'molchi sifatida ishlatilishi ham mumkin.



Zanjirdagi tok

$$I = \frac{E_1 - E_2}{r_{01} + R + r_{02}} = \frac{E_1 - E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

B nuqtaning potentsiali

$$\varphi_B = \varphi_A + E_1 - I r_{01}$$

$$\text{yoki } \varphi_B - \varphi_A = \varphi_{BA} = E_1 - I r_{01}$$

2.2 - rasm

G nuqtaning potentsiali $\varphi_\Gamma = \varphi_B - I r_{02} - E_2$

$$\text{yoki } \varphi_B - \varphi_\Gamma = E_2 + I r_{02}$$

Kirxgofning ikkinchi qonuni

Elektr zanjir bir necha EYuK manbalaridan va rezistorlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin.

V va A nuqtalar orasidagi kuchlanishni quyidagicha aniqlash mumkin.

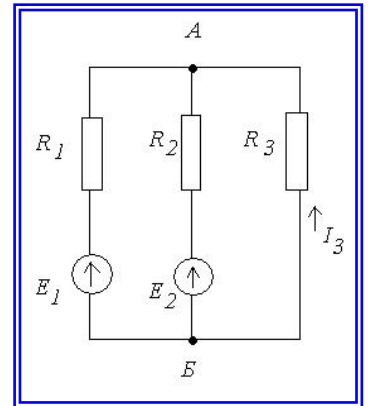
$$U_{BA} = E_1 - I_1 R_1 \quad U_{BA} = E_2 - I_2 R_2$$

$$\text{yoki } E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2$$

Bundan

$$E_1 - E_2 = I R_1 - I_2 R_2$$

2.3 – rasm



Murakkab elektr zanjirlarini xisoblash.

Superpozitsiya yoki ustma – ust qo'yish usuli.

Bu usul ishlatilganda zanjirning har bir sharoitidagi tok mustaqil ravishda ishlovchi manbalar hosil qilgan toklarning algebraik yig'indisi sifatida aniqlanadi. Masalan; 2.3-rasmda keltirilgan zanjirda

bitta birinchi manba mavjud bo'lganda zanjirdagi tok quyidagicha aniqlanadi; $I_1 = \frac{E_1}{r_{01} + R + r_{02}}$

Zanjirda bitta ikkinchi manba mavjud bo'lganda zanjirning toki quyidagicha aniqlanadi.

$$I_2 = \frac{E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Agar manbalarining EYuK lari bir xil yo'nalgan bo'lsa, zanjirdagi umumiy tok;

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E_1 + E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Agar manbalarining EYuK lari qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa, zanjirdagi umumiy tok.

$$I = I_1 - I_2 = \frac{E_1 - E_2}{r_{01} + R + r_{02}}$$

Masalalar

2.1-masala. Parallel ulangan qarshiliklardagi toklarning qiymatlari $I_1=40$ mA,

$I_2=12$ mA, $I_3=48$ mA. Umumiy tok kuchi hisoblansin.

2.2-masala. Qarshiliklari $r_1=20$ om, $r_2=60$ om, $r_3=30$ om, $r_4=48$ om bo'lgan to'rtta qarshilik parallel ulangan. Zanjirning har bir tarmog'idagi tok kuchi va umumiy tok kuchi topilsin.

2.3-masala. $r_1=200$ om, $r_2=50$ om, $r_3=20$ om uchta qarshilik parallel ulangan. Agar umumiy tok kuchi 0,5 a bo'lsa, zanjirning umumiy o'tkazuvchanligi, umumiy qarshilik, qisqichlardagi kuchlanish va qarshiliklarning har biridan o'tayotgan tok kuchi aniqlansin.

Echish: Umumiy o'tkazuvchanlik: $g = \frac{1}{r_{ym}} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{200} + \frac{1}{50} + \frac{1}{20} = 0,075$ sim.

Umumiy qarshilik: $r_{ym} = \frac{1}{g_{ym}} = \frac{1}{0,075} = 13,3$ Om.

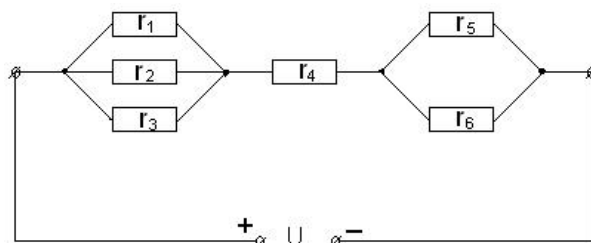
Parallel ulangan qarshiliklarning qisqichlaridagi kuchlanish bir xil bo'ladi:

$$U = Ir_{um} = 0,5 \cdot 13,3 = 6,65 \text{ v.}$$

Om qonuniga binoan tok $I = \frac{U}{r}$. Shuning uchun birinchi qarshilikdan o'tayotgan tok kuchi

$$I_1 = \frac{6,65}{200} = 0,033 \text{ a; } I_2 = \frac{6,65}{50} = 0,133 \text{ a; } I_3 = \frac{6,65}{20} = 0,332 \text{ a.}$$

2.4-masala. $r_1 = 16$ om, $r_2 = 24$ om, $r_3 = 48$ om, $r_4 = 56$ om, $r_5 = 14$ om, $r_6 = 10$ om qarshiliklar 2.4- rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Elektr energiya manbaining e.yu.k. 60 v bo'lsa, zanjirdagi umumiy tok kuchi va zanjirning har bir qismi uchlaridagi kuchlanish aniqlansin.



2.4- rasm

2.5-masala $r_1 = 30$ om qarshilik 0,09 a tok o'tayotgan

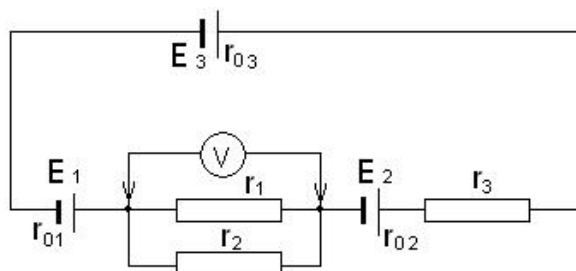
boshqa $r_2 = 90$ om qarshilik bilan parallel ulangan bo'lsa, birinchi qarshilikdan o'tayotgan tok kuchi aniqlansin.

yechish: Parallel ulangan qarshiliklarda $\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{r_1}$.

$$\text{Bundan } I_1 = \frac{I_2 r_2}{r_1} = \frac{0,09 \cdot 90}{30} = 0,27 \text{ a.}$$

2.6-masala r_1 qarshilik $I_2 = 60$ ma tok o'tayotgan $r_2 = 25$ om qarshilikka parallel ulangan. Umumiy tok kuchi 185 ma bo'lsa, r_1 qarshilikning kattaligi hisoblansin.

2.7-masala Elektr yurituvchi kuchlari $E_1 = 6$ v, $E_2 = 9$ v, $E_3 = 7$ v, ichki qarshiliklari $r_{01} = 4$ om, $r_{02} = 5$ om, $r_{03} = 6$ om bo'lgan uchta batareya zanjirga 2.5- rasmda ko'rsatilganday ulangan. Zanjirga $r_1 = 70$ om, $r_2 = 30$ om, $r_3 = 250$ om qarshiliklar ulangan. Zanjirdagi tok kuchi va yo'nalishi hamda r_1 va r_2 qarshiliklarning uchlaridagi kuchlanish hisoblansin.



2.5-rasm

Echish: E_1 va E_2 elektr yurituvchi kuchlarning yo'nalishlarini musbat yo'nalish deb qabul qilamiz.

Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan

$$E_1 + E_2 - E_3 = Ir_{01} + Ir_{02} + Ir_{03} + I \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = 6 + 9 - 7 = I \cdot 4 + I \cdot 5 + I \cdot 6 + I \cdot \frac{30 \cdot 70}{30 + 70}.$$

Shunday qilib, $8 = 286 I$.

Bundan zanjirdagi tok kuchi $I = \frac{8}{286} = 0,028$ a va tokning yo'nalishi batareyalar e.yu.k. lari ye_1 va

ye_2 ning yo'nalishiga mos tushadi.

r_1 va r_2 qarshiliklarning uchlaridagi kuchlanish bir xil bo'ladi. Om qonuniga binoan

$$U_{1,2} = I \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = 0,028 \frac{30 \cdot 70}{30 + 70} = 0,588 \text{ v.}$$

2.8-masala. Uzunligi 10m, diametri 0,4mm bo'lgan nixromdan yasalgan elektrik pechka spiralinig ishlash temperaturasi 300° . Tarmoq kuchlanishi 220 V. Spiraldagi zichlikni aniqlang.

2.9-masala. 12 v li avtomobil lampochkasidan nominal kuchlanishda 4a tok o'tadi, agar uni batareyaga ulansa, lampochka kuyadimi? Batareyadagi E.Yu.K. 90v. Ichki qarshiligi 42 om. Lampochka qarshiligini bog'liq bo'lmagan doimiy kattalik deb qarang.

2.10-masala. Kuchlanish $U=110v$ bo'lgan elctr tarmoqqa qarshiligi $r=200\ Om$ cho'g'lanma lampa ulangan. Lampadagi tok kuchini aniqlang.

2.11-masala. Agar isitish asbobidagi tok kuchi $I=5a$, uning qarshiligi $r=45om$ bo'lsa, uning qisqichlaridagi kuchlanishni aniqlang.

2.12-masala. Agar simlarning ko'ndalang kesimi $S=10mm^2$ va liniyaning uzunligi 200m bo'lsa, havo liniyasi simlarining $+20^{\circ}S$ va $-10^{\circ}S$ temperaturadagi qarshiligini toping.

2.13-masala. Elektr kavsharlagich 5A tokda 12V ga muljallangan. Kavsharlagich 30 min. ishlaganda undan qancha issiqlik ajraladi?

2.14-masala. Quvvati 2kVt li elektr dvigatel 6 A tok iste'mol qiladi. Uning cho'lg'amlari qarshiligi 2 Om. Dvigatelda 2 soatda ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini hisoblang.

2.15-masala. Kuchlanishi $U=220V$ bo'lgan tarmoqqa quvvati $P=5kVt$ bo'lgan elektr dvigatel ulangan. Elektr dvigateldan oqayotgan tok kuchini aniqlang.

2.16-masala. Kuchlanish $U=225V$ bo'lgan tarmoqqa $I=4A$ tok oluvchi isitgich asbobi ulangan. Asbobning kuvvati va asbob 2 soat ichida iste'mol qilgan energiyaning bahosini toping. 1kvt soat elektr energiya 23 so'm turadi.

2.17-masala. Agar isitgich asbobining qarshiligi 22 Om, tarmoqning kuchlanishi 110V bo'lsa, bu asbobda 15 minutda ajralib chiqqan issiqlik miqdorini toping.

2.18-masala. Mis simning diametri $d=0,3mm$, qarshiligi $R=82Om$. Simning uzunligini toping.

2.19-masala. Manbaning qisqa tutashtirilgan toki $I_q=48A$. Agar shu manbaga qarshiligi $R=19,5\ Om$ bo'lgan rezistor ulansa, tok 1,2 amperga kamayadi. Manbaning E.Yu.K.ni va ichki qarshiligini aniqlang.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1 – masala. O'tkazgich orqali 0,5 soat ichida $Q=2700\ Kl$ zaryad o'tadi. Elektr zanjirdagi tokni aniqlang.

J; $I=1,5A$

2 – masala. Tokning qiymatlari 1) $I=0,5A$; 2) $I=0,03A$; 3) $I=2mA$; 4) $I=15A$; 5) $I=50MA$ 6) $I=2A$ bo'lganda $Q=0,6Kl$ zaryadning utish vaqtini aniqlang.

J; $t=1,2s$

3 –masala. Ko'ndalang kesimining yuzi $S=2,5\ mm^2$ bo'lgan o'tkazgichdan $t=0,04sek$ vaqt davomida $Q=20\cdot 10^{-3}Kl$ zaryad oqib o'tadi. O'tkazgichdagi tok zinchligini aniqlang.

J; $j=0,2\ A/mm^2$

4 – masala. Ko'ndalang kesim yuzi $S=0,24\ mm^2$ bo'lgan o'tkazgichdan zinchligi $j=5\ A/mm^2$ bo'lgan tok o'tadi. O'tkazgichdan quyidagi vaqtlarda (1) 0,005 sek 2) 1 sek 3) 100 mks 4) 20 msek 5) 0,4sek 6) 5sek) o'tgan tok va zaryad miqdorini aniqlang.

J; $I=1,2A$; $Q=6\cdot 10^{-3}kl$;

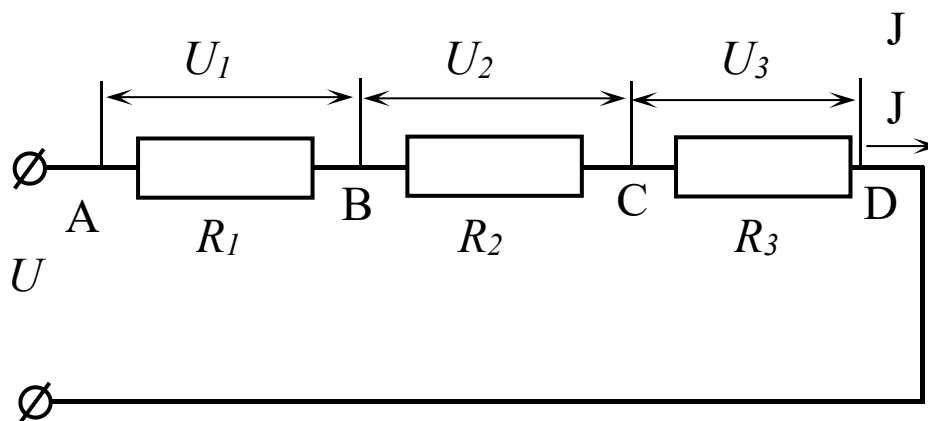
5 – masala. Elektr yurituvchi kuchi $E=1,5V$ va ichki qarshiligi $r=2,5om$ bo'lgan o'zgarmas tok zanjiriga qarshiligi $R=10\ om$ bo'lgan rezistor ulangan. Zanjirdagi tokni va manbaning kuchlanish tushuvini aniqlang.

3-Amaliy mashg'ulot

Tarmoqlanmagan va tarmoqlangan elektr zanjirlarini qurish.
O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash

Om va Kirxgof qonunlari

1.1



1.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$U=125V; \quad R_1=100 \text{ Om}; \quad R_2=30 \text{ Om}; \quad R_3=120 \text{ Om}$$

1.1. –sxema uchun topshiriqlar:

1.1.1. Sxemada qanday tok zanjiri va ulanishi tasvirlangan?

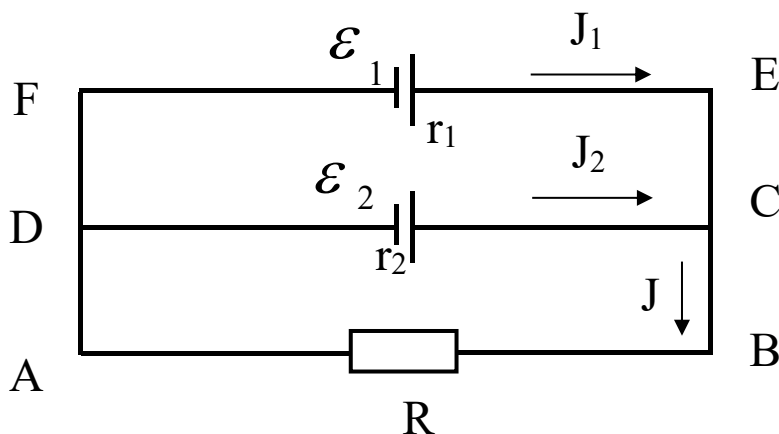
1.1.2. Xuddi shu qarshiliklar parallel ulangan zanjirni chizing.

1.1.3. Zanjirdagi tok kuchini toping (1.1.-zanjir).

1.1.4. U_1 , U_2 va U_3 (kuchlanish tushuvlari) ni hisoblang (1.1.-zanjir).

1.1.5. P_1 , P_2 va P_3 (quvvatlar) ni hisoblang (1.1.-zanjir).

1.2.



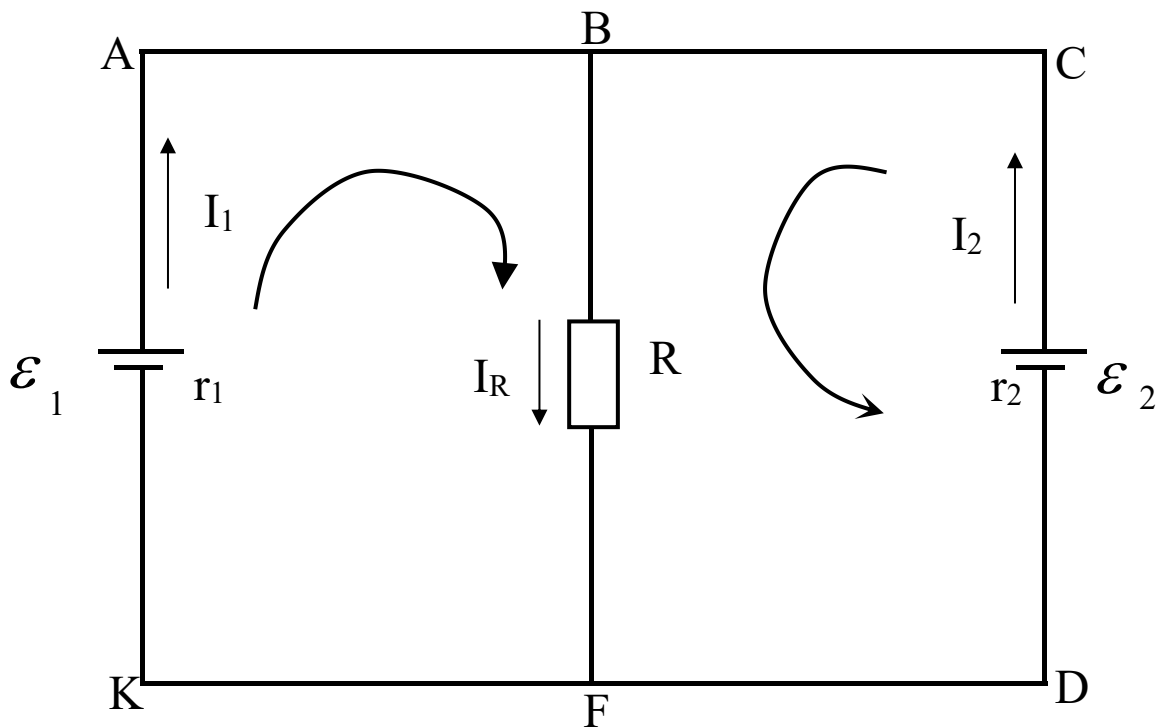
1.2.-sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$I_1=0,14A; \quad I_2=0,18A \quad R=1\text{ Om}; \quad r_1=0,8\text{ Om}; \quad r_2=0,2\text{ Om}$$

1.2. –sxema uchun topshiriqlar:

- 1.2.1. Sxemada Kirxgofning birinchi qonunini tadbqiq qilish mumkin bo'lgan tugunlarni belgilang
- 1.2.2. S tugun uchun Kirxgofning birinchi qonuni ifoda-sini yozing va R qarshilikdan o'tayotgan tok kuchini toping.
- 1.2.3. Zanjirning ABCD tarmog'i uchun Kirxgofning ik-kinchi qonuni ifodasini yozing.
- 1.2.4. Zanjirning ABEF tarmog'i uchun Kirxgofning ikkinchi qonuni ifodasini yozing.
- 1.2.5. $\mathcal{E}_1$ va $\mathcal{E}_2$ -EYuK larni toping.

1.3.



1.3.-sxema uchun berilgan kattaliklar:

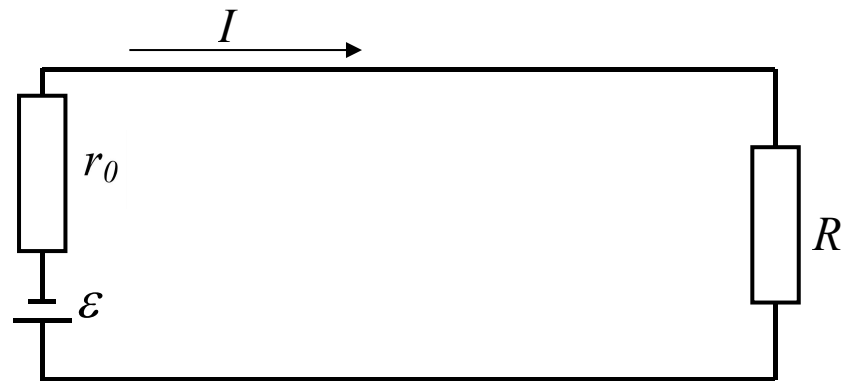
$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2\text{ B} \quad I_1=1\text{ A}; \quad r_1=1\text{ Om}; \quad r_2=2\text{ Om}$$

1.3. –sxema uchun topshiriqlar:

- 1.3.1. Sxemadagi tugunlarni belgilang.
- 1.3.2. V tugun uchun Kirxgofning birinchi qonuni ifodasini yozing.
- 1.3.3. ABFKA tarmoq uchun Kirxgofning ikkinchi qonuni ifodasini yozing.
- 1.3.4. ABCDFK tarmoq uchun Kirxgofning ikkinchi qonuni ifodasini yozing.
- 1.3.5. Zanjirdagi I_2 , I_R va R larning qiymatini toping.

4-Amaliy mashg'ulot
O'zgarmas tok zanjirlarini tahlil qilish va hisoblash usullari.
2. O'zgarmas tok va murakkab zanjirlarni hisoblash

2.1.



2.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$I=2\text{ A}; \quad r_0=1\text{ Om} \quad R=6\text{ Om};$$

2.1. –sxema uchun topshiriqlar:

2.1.1. U_0 – tok manbaning ichki qarshiligida kuchlanish-ning tushishi topilsin.

2.1.2. U – tok manbaining qisqichlari orasidagi kuchlani-shi topilsin.

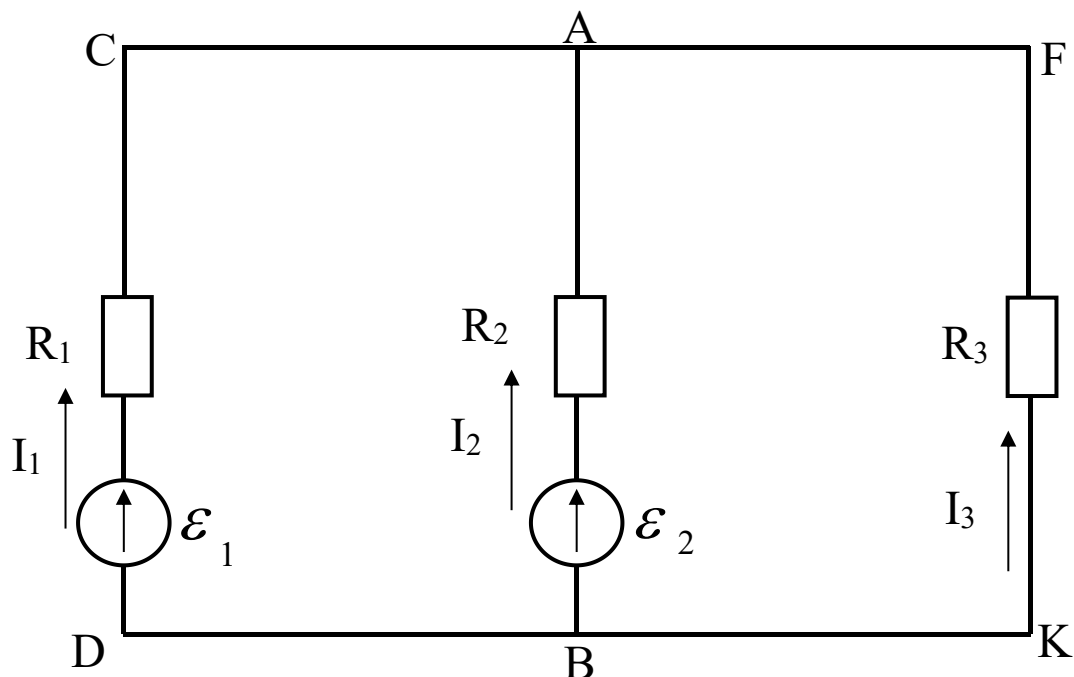
2.1.3. $\mathcal{E}$ – EYuK qiymati toping.

2.1.4. P_m – manbaning quvvati qiymati topilsin.

2.1.5. P_n – iste'molchining quvvati qiymati topilsin.

2.1.6. P_0 – isrof bo'lgan quvvat qiymati topilsin.

2.2.

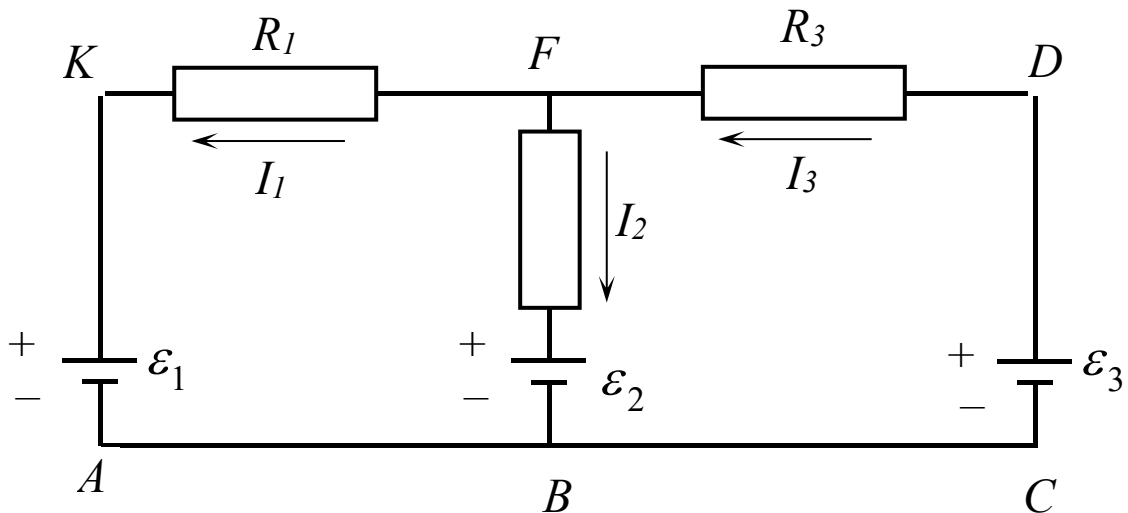


2.2. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= 120 \text{ B} & g_1 &= \frac{1}{R_1} = 0,5 \text{ } \Omega^{-1} \text{ ёки } \frac{1}{\Omega} \\ \varepsilon_2 &= 110 \text{ B} & g_2 &= \frac{1}{R_2} = 0,5 \text{ } \Omega^{-1} \text{ ёки } \frac{1}{\Omega} \\ & & g_3 &= \frac{1}{R_3} = 0,25 \text{ } \Omega^{-1} \text{ ёки } \frac{1}{\Omega}\end{aligned}$$

2.2. –sxema uchun topshiriqlar:

- 2.2.1. DC, BA, KF tarmoqlar uchun tok ifodalarini yozing.
 2.2.2. A tugun uchun Kirxgof birinchi qonuni ifodasini yozing.
 2.2.3. V va A tugunlar o'rtasidagi kuchlanishni toping.
 2.2.4. Tarmoqlardagi tok I_1 , I_2 , I_3 lar qiymatlarini hisoblang.
 2.2.5. Natijaning to'g'riligini tarmoqlar toklari qiymatidan foydalanib tekshiring.
- 2.3.



2.3. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= 2 \text{ B} & R_1 &= 4 \text{ } \Omega ; \\ \varepsilon_2 &= 4 \text{ B} & R_2 &= 6 \text{ } \Omega \\ \varepsilon_3 &= 6 \text{ B} & R_3 &= 8 \text{ } \Omega\end{aligned}$$

2.3. –sxema uchun topshiriqlar:

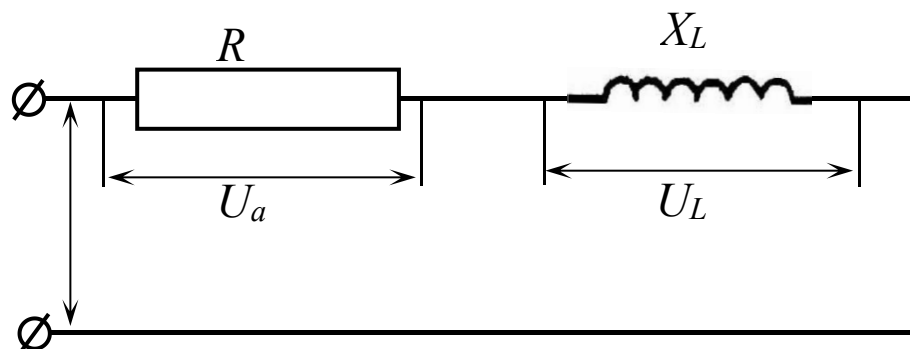
- 2.3.1. ABCDFKA tarmoq uchun Kirxgof ikkinchi qonunining ifodasini yozing.
 2.3.2. BCDFV tarmoq uchun Kirxgof ikkinchi qonunining ifodasini yozing.
 2.3.3. F tugun uchun Kirxgofning birinchi qonuni ifodasini yozing.
 2.3.4. B tugun uchun Kirxgofning birinchi qonuni ifodasini yozaolasizmi?
 2.3.5. I_1 , I_2 , I_3 larning qiymatini hisoblang.

5-Amaliy mashg'ulot.

Aktiv induktiv va sig'im elementlar ketma-ket va parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjirlari hisoblash va vektor diagrammalarini qurish.

O'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash

3.1.



3.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$R=6 \text{ Om}$$

$$L=2 \cdot 10^{-2} \text{ Gn};$$

$$U=30 \text{ B}$$

$$f=150 \text{ Gts}$$

3.1. –sxema uchun topshiriqlar:

3.1.1. Reaktiv (induktiv) qarshilikni hisoblang.

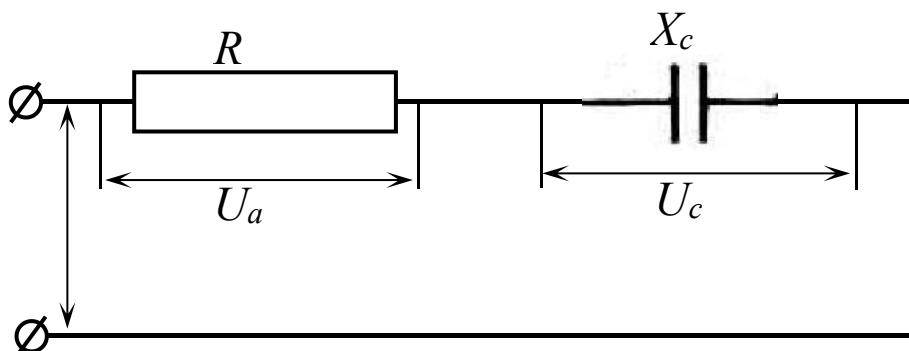
3.1.2. Zanjirdagi to'la qarshilikni hisoblang.

3.1.3. Tokning amaliy qiymatini hisoblab toping.

3.1.4. Tokning amplituda qiymatini toping va o'zgarish qonunini yozing

3.1.5. Reaktiv quvvatni hisoblang.

3.2.



3.2. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$U=180 \text{ B}$$

$$\omega = 8792 \frac{1}{c}$$

$$I=0,4 \text{ A}$$

$$C=1,8 \cdot 10^{-7} \text{ f}$$

3.2. –sxema uchun topshiriqlar:

3.2.1. Rezistorning aktiv qarshiligi - R topilsin.

3.2.2. Tokning chastotasi – f hisoblansin.

3.2.3. Kondensatorning reaktiv qarshiligi - X_s hisoblan-sin

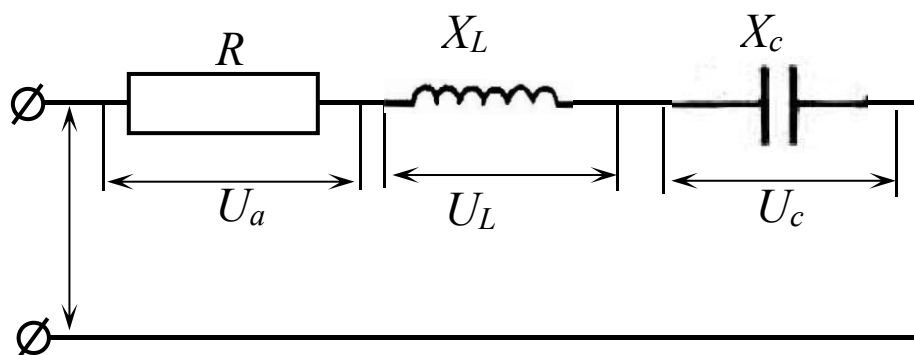
3.2.4. Zanjirning to'la qarshiligi - Z hisoblansin

3.2.5. Kondensatordagi kuchlanish - U_c ifodasi yozilsin.

3.

O'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash

3.3.



3.3. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$R=6,5 \text{ Om}$$

$$L=2 \cdot 10^{-2} \text{ Gn};$$

$$S=3 \cdot 10^{-5} f$$

$$U=30 \text{ B}$$

$$f=150 \text{ Gts}$$

3.3. –sxema uchun topshiriqlar:

3.3.1. Zanjirdagi induktiv qarshilikni hisoblang.

3.3.2. Zanjirdagi sig'im qarshilikni hisoblang.

3.3.3. Zanjirning to'la qarshiligini hisoblang.

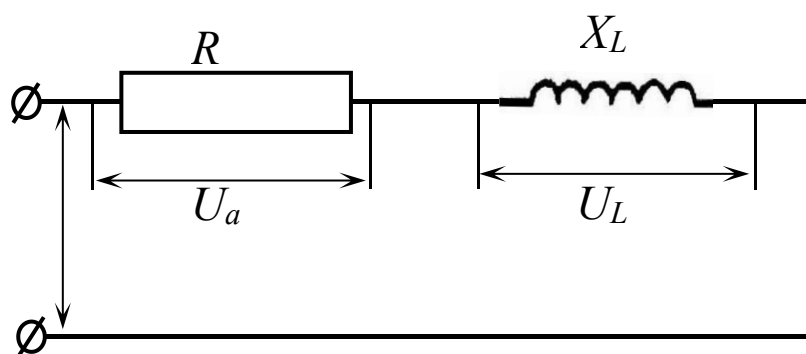
3.3.4. Tokning amaliy qiymatini toping.

3.3.5. Zanjirdagi to'la quvvatni hisoblang.

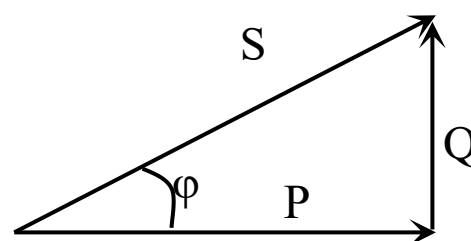
3.3.6. U_a , U_L va U_s ni hisoblang

4. Quvvatlar balansi (uchburchagi).

4.1.



4.1.^a- pacm



4.1.⁶- pacm

4.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$U=30 \text{ B}$	-	kuchlanishning amaliy qiymati
$I=1,73 \text{ A}$	-	tok kuchining amaliy qiymati
$\varphi = \frac{\pi}{6}$	-	tok va kuchlanish orasidagi faza siljishi, $\cos = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

4.1. –sxema uchun topshiriqlar:

4.1.1. R – aktiv quvvatni hisoblang.

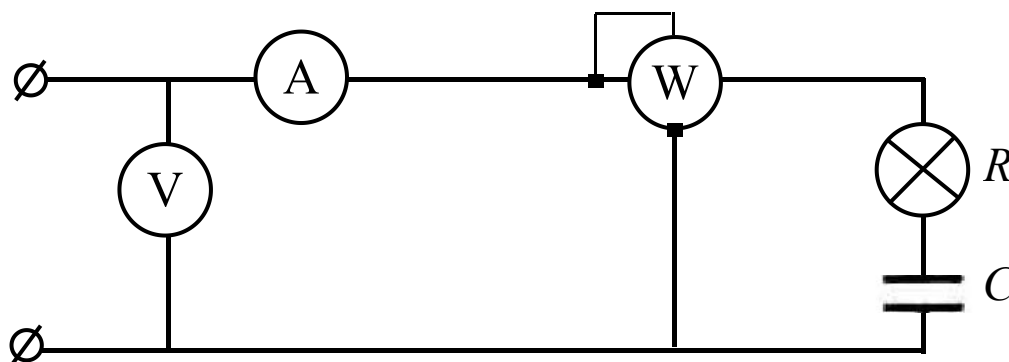
4.1.2. Q – reaktiv quvvatni hisoblang.

4.1.3. S – to'la quvvatni hisoblang.

4.1.4. To'la quvvatni 4.1.^b – rasm bo'yicha hisoblang va 4.1.3 – ning natijasiga solishtiring.

4.1.5. Quvvat uchburchagidan foydalanib $\varphi = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$ ekanini isbotlang.

4.2.



4.2. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$U_{\text{nom}}=127 \text{ B}$	-	elektr lampaning nominal kuchlanishi
$P_{\text{nom}}=40 \text{ Wt}$	-	Elektr lampaning nominal quvvati
$U=220 \text{ B}$	-	tarmoq kuchlanishi

4.2. –sxema uchun topshiriqlar:

4.2.1. Lampochkani tarmoqqa ulash uchun unga ketma-ket ulanish kerak bo'lgan kondensator sig'imi – S ni toping.

4.2.2. Zanjirning reaktiv quvvatini hisoblang.

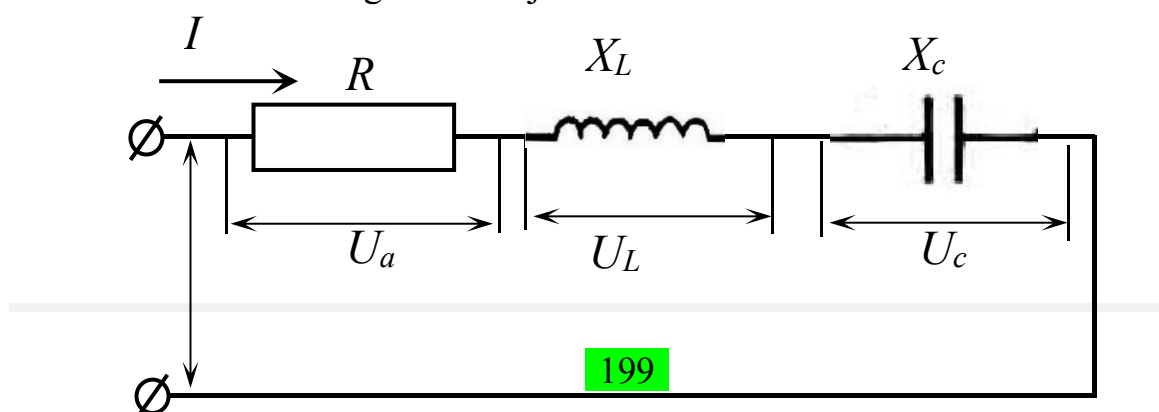
4.2.3. Zanjirning to'la quvvatini hisoblang.

4.2.4. Zanjirning quvvat koeffitsientini toping.

4.2.5. Quvvatning vektor diagrammasini chizing.

Rezonansli zanjirlarni hisoblash

6.1. Kuchlanishlar rezonansiga doir zanjir sxemasi:



6.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$U=220 \text{ B} \quad R=110 \text{ Om}; \quad S=1 \cdot 10^{-6} f$$

$$f=50 \text{ Gts} \quad X_L=X_C - \text{rezonans hodisasi sharti}$$

6.1. –sxema uchun topshiriqlar:

6.1.1. L - g'altak induktivligi topilsin.

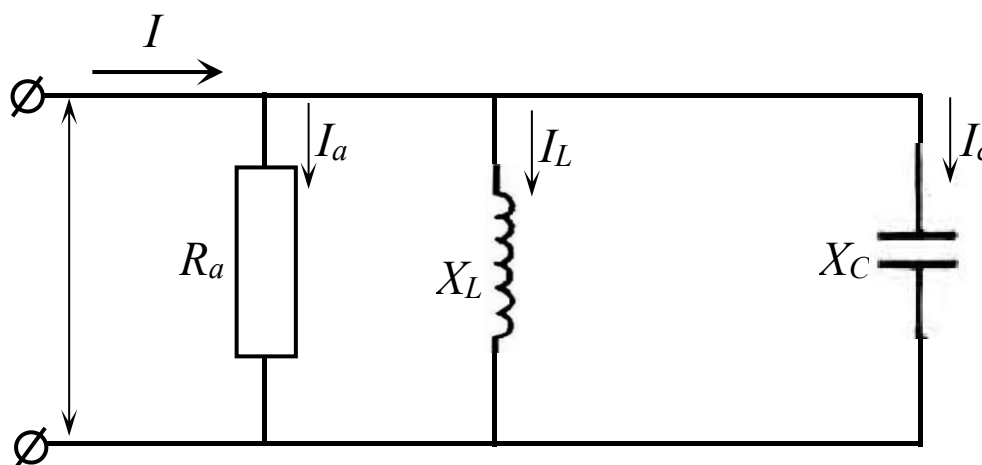
6.1.2. X_L va X_C – induktiv va sig'im qarshiliklar hisoblansin va solishtirilsin.

6.1.3. I – tok ifodasi va $\cos \varphi$ – quvvat koeffitsienti hisoblansin.

6.1.4. U_L va U_C – induktiv va sig'im qarshilikdagi kuchlanish tushuvi topilsin va ular U bilan solishtirilsin.

6.1.5. Kuchlanishlar rezonansiga doir vektor diagrammasi chizilsin.

6.2. Toklar rezonansiga doir zanjir sxemasi:



6.2–sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$I=2 \text{ A} \quad g_a = \frac{1}{R_a} = 0,01 \frac{1}{\text{Om}}; \quad L=10 \text{ mH}; \quad f=50 \text{ kHz}$$

$$v_L=v_s - \text{rezonans hodisasi sharti} \quad \mathcal{E}_L = \frac{1}{X_L}; \quad \mathcal{E}_C = \frac{1}{X_C}$$

6.2. –sxema uchun topshiriqlar:

6.2.1. S – rezonans paytidagi kondensator sig'imi hisoblansin.

6.2.2. v_L va v_C – o'tkazuvchanliklar topilsin va solishtirilsin.

6.2.3. U – kuchlanish qiymati va $\cos \varphi$ – quvvat koeffitsienti hisoblansin.

6.2.4. I_L va I_C – hisoblansin va I bilan solishtirilsin.

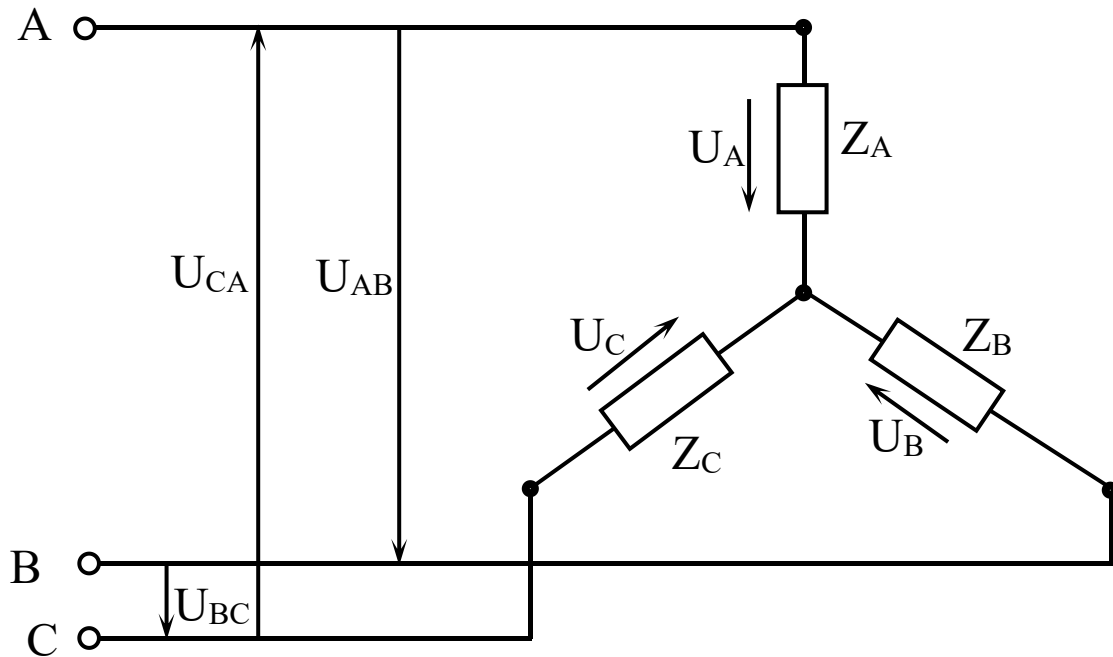
6.2.5. Toklar rezonansiga doir vektor diagrammasi chizilsin.

6-Amaliy mashg'ulot.

Iste'molchilari yulduz va uchburchak sxemalarda ulangan uch fazali zanjirlarni hisoblash

5. Uch fazali zanjirlarni hisoblash

5.1.



5.1. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$R=16 \text{ Om}$	-	uchta iste'molchi har birining aktiv qarshiligi;
$X_L=12 \text{ Om}$	-	ular har birining induktiv qarshiligi
$P_f=1,2 \cdot 10^3$	-	bitta fazaning aktiv quvvati

5.1. –sxema uchun topshiriqlar:

5.1.1. Fazaning to'la qarshiligi topilsin.

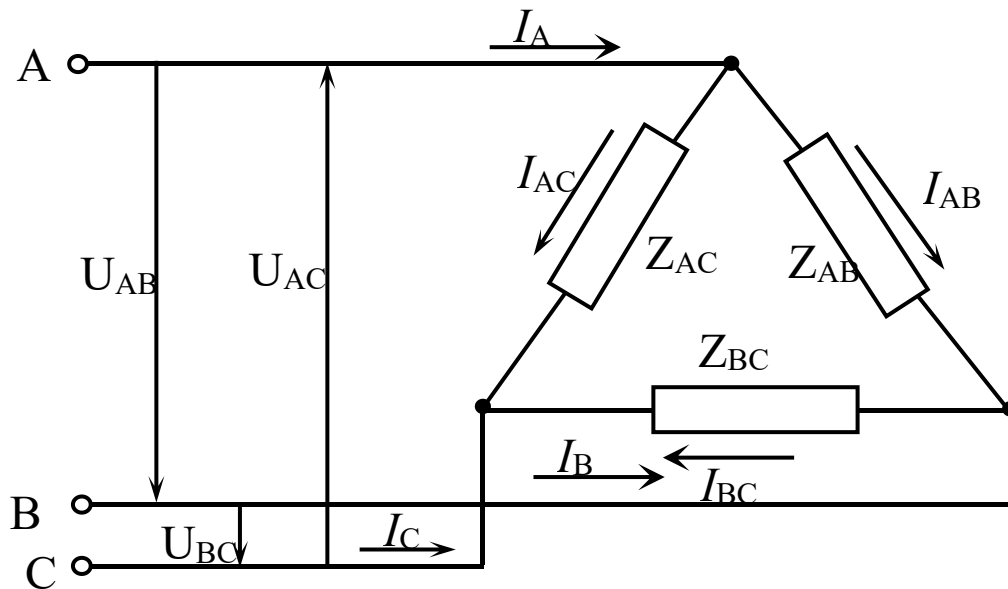
5.1.2. Fazaning quvvat koeffitsienti topilsin.

5.1.3. faza kuchlanishi hisoblansin.

5.1.4. Faza toki topilsin.

5.1.5. To'la quvvat hisoblansin.

5.2.



5.2. –sxema uchun berilgan kattaliklar:

$$R_{AB}=80 \text{ Om} ; \quad X_L^{AB}=120 \text{ Om} ;$$

$$R_{BC} =90 \text{ Om} ; \quad X_L^{BC}=110 \text{ Om} ;$$

$$R_{CA} =100 \text{ Om} ; \quad X_L^{AC}=100 \text{ Om} ; \quad U_l=120 \text{ B}$$

5.2. –sxema uchun topshiriqlar:

5.2.1. Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{CA} – fazalarning to'la qarshiliklari hisoblansin.

5.2.2. I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} – faza toklari hisoblansin.

5.2.3. P_{AB}, P_{BC}, P_{CA} – fazalarning aktiv quvvatlari hisoblansin.

5.2.4. P – yuklanishning aktiv quvvati topilsin.

7-Amaliy mashg'ulot

Elektr o'lchovlar, o'lchov qurilmalarining xatoliklari, o'lchovlarda shuntlardan foydalanish.

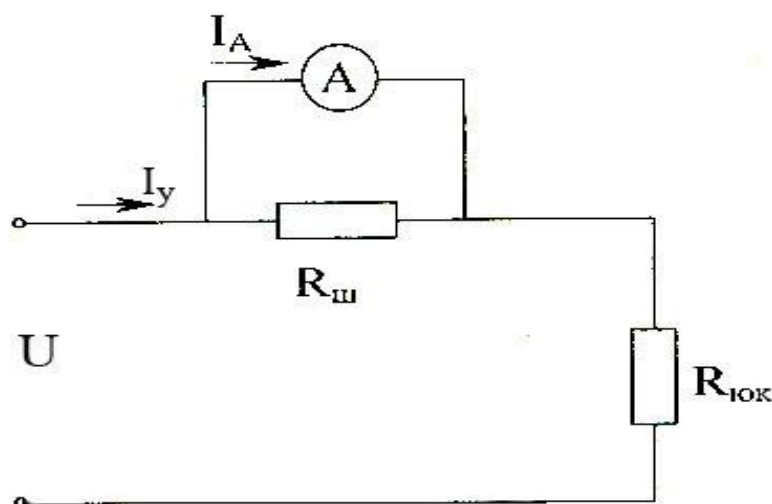
O'lchash usullari va xatoliklari
Ampermetrlarning ko'rsatishi ularni harakatchan qismidan o'tayotgan tok qiymatiga bog'liq. SHuning uchun elektr zanjirlarda ampermetrlar iste'molchiga (generatorga) ketma-ket ulanadi. SHuning uchun uning qarshiligi iste'molchi qarshiligiga nisbatan ancha kichik bo'lishi kerak.

Vol'tmetrning ko'rsatishi uning qisqichlari orasidagi kuchlanishga bog'liq. SHuning uchun vol'tmetrni zanjirga parallel ulash kerak. Uning qarshiligi iste'molchi yoki zanjir tarmog'ining Ampermetr o'lchash chegarasini kengaytirish uchun uning chulg'amiga parallel qilib nisbatan kichik qarshilik ulanadi, uni **shunt** deb ataladi (rasmga qarang). SHunt qarshiligini aniqlash formulasi:

$$R_{sh} = \frac{R_A}{m-1} \quad (1)$$

$m = \frac{I_y}{I_A}$ - chegarani kengaytirish koeffitsienti,

R_A - ampermetr qarshiligi. qarshiligidan ancha katta bo'lishi kerak.



4-rasm. O'zgarmas tokni shunt bilan o'lchash sxemasi

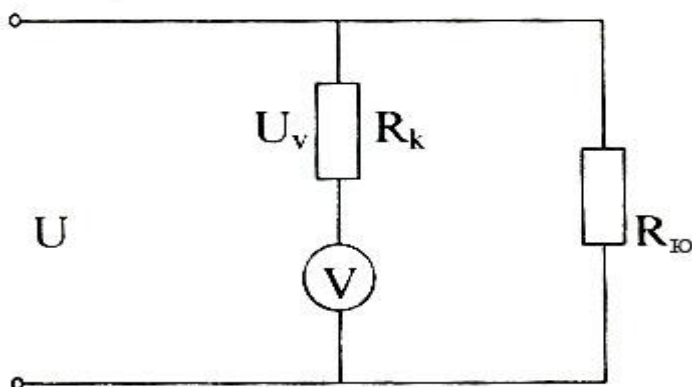
Masalan, $I_A = 5A$ tokni o'lchaydi, ammo bizga $I_y = 75A$ tokni o'lchash kerak. Demak, ampermetr o'lchash chegarasini $\frac{75}{5} = 15$ marta kengaytirish kerak.

Agar $R_A = 0,1 \text{ OM}$ bo'lsa, shunt qarshiligi:

$$R_{sh} = \frac{R_A}{m-1} = \frac{0,1}{15-1} = \frac{0,1}{14} = 0,007 \text{ OM}$$

bo'lishi kerak ekan.

Vol'tmetrning o'lchash chegarasini kengaytirish uchun uning chulg'amiga ketma-ket qilib ko'p Om li qo'shimcha qarshilik ulanadi.



5-rasm. Kuchlanishni qo'shimcha qarshilik bilan o'lchash sxemasi.

Bunda kuchlanishning katta qismi qo'shimcha qarshilikda tushadi, chunki vol'tmetrning qarshiligi qo'shimcha qarshilikdan ancha kichik bo'ladi. Rasmdagi sxemaga muvofiq

$$U = I_v (R_v + R_k); \quad U_v = I_v R_v \quad (2)$$

Bunda U - o'lchanayotgan kuchlanish, I_v - vol'tmetrdan o'tayotgan tok, R_v - vol'tmetrning qarshiligi, R_k - qo'shimcha qarshilik, U_v - vol'tmetr o'lchaydigan kuchlanishning maksimal qiymati. Vol'tmetrning o'lchash chegarasini kengaytirish koeffitsienti:

$$m = \frac{U}{U_v} = \frac{R_k + R_v}{R_v} \text{ bundan qo'shimcha qarshilikning qiymati}$$

$$R_k = R_v (m - 1) \quad (3)$$

Masalan, vol'tmetr $U_v = 250 \text{ B}$ kuchlanishni o'lchashga mo'ljallangan. Lekin

$$U = 1000 \text{ B} \text{ kuchlanishni o'lchash kerak, demak } m = \frac{U}{U_v} = \frac{1000}{250} = 4.$$

Bu holda qanday miqdordagi qo'shimcha qarshilikni ulash kerakligini topaylik, vol'tmetr chulg'ami qarshiligi - $R_v = 10 \text{ OM}$

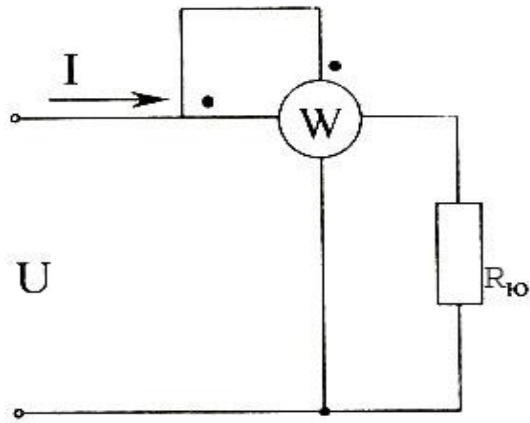
$$R_k = R_v (m - 1) = 10 (4 - 1) = 30 \text{ OM}.$$

O'zgaruvchan tok va kuchlanishlarni o'lchash chegarasini orttirish usulini "Transformatorlar" mavzusida ko'rib chiqamiz.

Quvvatni o'lchash. O'zgarmas tok zanjirida tok va kuchlanishni o'lchab, quvvatni aniqlash mumkin:

$$P = I U \quad (4)$$

Uni elektrodinamik vattmetr yordamida o'lchash mumkin.



6-rasm. Vattmetrni ulash sxemasi.

Vattmetrning qo'zg'almas g'altagi tokli g'altak bo'lib, iste'molchiga ketma-ket ulanadi. Harakatchan g'altak kuchlanish g'altagi bo'lib, iste'molchiga parallel ulanadi. Harakatchan qismining burilish burchagi:

$$\alpha = k_1 I_1 I_2 \quad (5)$$

Harakatchan g'altakdagi tok kuchlanishga proportsionaldir:

$$I_2 = \frac{U}{R_2} \quad (6)$$

Demak:

$$\alpha = k_1 I_1 I_2 = k_1 I_1 \frac{U}{R_2} = \frac{k_1}{R_2} I U = k_2 P.$$

bunda I_1 - qo'zg'almas g'altak toki. Ketma-ket ulangan zanjirda $I_1 = I$ - iste'molchi toki, $I_1 = I$; $\frac{k_1}{R_2} = k_2$ - doimiy koeffitsient, P - quvvat.

Demak, harakatchan qismining burilish burchagi shkalada yozilgan quvvatga proportsional.

O'lchash xatoliklari. Har qanday o'lchashning natijasi o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatidan bir oz farq qiladi. Kattalikning **o'lchab** olingan qiymati bilan **haqiqiy** qiymati orasidagi farq o'lchashning **mutlaq** (absolyut) xatoligi deyiladi:

$$\Delta A = A_y - A_x \quad (7)$$

Mutlaq xatolikning haqiqiy qiymatiga nisbati **nisbiy** xatolik deyiladi va u foiz orqali ifodalanadi:

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_x} 100 \% \quad (8)$$

Mutlaq xatolikni asbobning maksimal qiymatiga nisbati **keltirilgan** xatolik deyiladi:

$$\beta_{kel} = \frac{\Delta A}{A_{mak}} 100 \% \quad (9)$$

A_{mak} - shkalaning maksimal qiymati.

8-Amaliy mashg'ulot

Bir fazali, uch fazali transformatorlar, o'lchov va payvandlash transformatorlari. Transformatorlarning ish rejimlari. Transformatorlarni parallel ishlashi.

Bir fazali transformatorlar

Bir xil chastotali o'zgaruvchan tok kuchlanishining qiymatini o'zgartirib beruvchi elektrostatik apparat transformator deyiladi.

Transformator bitta o'ramidagi EYuK ning amplituda qiymati $E_M = \omega \Phi_M$, amaliy qiymati.

$$E = \frac{E_M}{\sqrt{2}} = \frac{\omega \phi_M}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f \phi_M}{\sqrt{2}} = 4,44 \Phi_M f$$

Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar o'ramlar soni W_1 va W_2 teng. Cho'lg'amlardagi amaliy EYuKlar:

$$E_1 = 4,44 W_1 f \Phi_M \quad E_2 = 4,44 W_2 f \Phi_M$$

Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar EYuKlarning yoki o'ramlar sonining bir-biriga nisbati transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti deyiladi: $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$

Toklar tenglamasi quyidagicha $I_x = I_1 + I_2 \frac{W_2}{W_1}$

bunda I_x - transformatorning salt ishlash toki, I_1 va I_2 birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amidagi o'ramlar soniga teskari proporsional. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$

Transformator iste'molchiga uzatayotgan R_2 quvvatning manbadan olayotgan R_1 quvvatiga nisbati transformatorning foydali ish koeffitsienti deyiladi: $\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\%$

$$\text{yoki } \eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x} = 1 - \frac{P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}{P_2 + P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_x}$$

Bunda: R_2 - transformator iste'mol yuklamasining aktiv quvvati; R_1 -tarmoqdan transformatorning birlamchi cho'lg'amiga keluvchi aktiv quvvat;

R_q va R_s - qisqa tutashuv va soat ishlashdagi quvvat isrofi; R_1 va R_{e2} -birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amdagi energiya isrofi;

Har qanday yuklamadagi f.i.k. quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\eta = \frac{\beta S_{HOM} \cos \varphi_2}{\beta S_{HOM} \cos \varphi_2 + P + \beta^2 P}$$

bu yerda: $\beta = \frac{I_2}{I_{HOM}}$ - yuklama koeffitsienti;

$S_{HOM} = U_{1HOM} I_{1HOM}$ - to'liq quvvat, $\cos \varphi_2$ - ikkilamchi cho'lg'amdagi quvvat koeffitsient.

Masalalar

7.1-masala. Transformatorning amaliy magnit oqimi $f=2 \times 10^{-3} \text{ Vb}$, tok chastotasi $f=50 \text{ Gts}$ va ikkilamchi cho'lg'amdagi E.Yu.K $E_2=220 \text{ V}$. Ikkilamchi cho'lg'amning o'ramlari sonini aniqlang.

7.2-masala. Transformatorning birlamchi cho'lg'amiga berilgan o'zgaruvchan tok kuchlanishi $U=220 \text{ V}$, chastotasi $f=50 \text{ Gts}$. Transformator o'zagining aktiv kesim yuzasi $S=7,6 \text{ sm}^2$, magnit induksiyaning amplituda qiymati $V_m=0,95 \text{ tL}$, ikkilamchi cho'lg'am o'ramlari soni $W=40$. Transformatsiya koeffitsientini aniqlang.

7.3-masala. Quvvati $S=15 \text{ kVA}$ bo'lgan transformatorning birlamchi cho'lg'ami kuchlanishi $U=3 \text{ V}$ doimiy tok tarmog'iga ulangan. Bunda ampermetrning ko'rsatishi $I=25 \text{ A}$. Keyin transformator kuchlanishi 220 V va chastotasi 50 Gts bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulandi. Bunda salt yurishda ampermetrning ko'rsatishi $I=6 \text{ A}$, vattmetrniki $R_s=90 \text{ vt}$. Ikkilamchi cho'lg'amda kuchlanish $U_2=36 \text{ V}$.

Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amdagi isroflar bir-biriga teng: $\cos \varphi = 0,9$.

Quyidagilarni aniqlang:

- birlamchi cho'lg'amning aktiv qarshiligi;
- birlamchi cho'lg'amning to'la va induktiv qarshiliklari;
- foydali ish koeffitsienti.

7.4-masala Transformatorlarning salt yurishida birlamchi cho'lg'amning kuchlanishi $U_1=220V$, tok $I_c=1.2 A$, isroflari $R_s=150 Vt$. Salt yurishdagi reaktiv qarshilikni aniqlang.

7.5-masala. Uch fazali transformator o'ramlari soni $W_1=1836$ va $W_2=135$. birlamchi cho'lg'amning liniya kuchlanishi $U_1=300 V$. Transformator cho'lg'amlari yulduz-yuluz (Y/Y) va yulduz-uchburchak (Y/Δ) usulida ulanganda transformatsiya koeffitsienti va ikkilamchi kuchlanishlarini aniqlang.

7.6-masala. Uch fazali transformator quyidagi kattaliklarga ega: nominal quvvat $S_H = 1000 \text{ kVA}$, birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlar kuchlanishi $U_{1H}=10kV$ va $U_{2H}=400V$, o'zakning kesim yuzasi $Q=450 \text{ cm}^2$, magnit induksiyaning amplituda qiymati $V_M=1,5 \text{ Tl}$, tok chastotasi $f=50 \text{ Gts}$. Elektr energiya isrofi? O'zakda $R_o=2,45 \text{ kV}\cdot\text{m}$, cho'lg'amlarda esa $R_4=12,2 \text{ kV}\cdot\text{m}$. Iste'molchining quvvati $R_2=810 \text{ kV}\cdot\text{m}$, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 0,9$. Cho'lg'amlarni biriktirish usuli Δ/Y (uchburchak-yulduz).

Quyidagilarni aniqlang:

1. Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlardagi haqiqiy toklar.
2. Cho'lg'am o'ramlari soni.
3. Haqiqiy va nominal yuklanishlarga muvofiq foydali ish koeffitsienti.

7.7-masala. $TM-100/10$ tipidagi uch fazali transformatorning pasportida quyidagi texnikaviy ma'lumotlar ko'rsatilgan:

-nominal to'la quvvati $S_{HOM} = 100kVA$, yuqori kuchlanishi $U_{1HOM}=10 kV$;

-Past kuchlanishi $U_{2HOM}=0,4 kV$;

-salt ishlangandagi quvvat isrofi (nominal kuchlanishda) $R_P=365 V$;

-qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi $R_{Q.T.}=1970 \text{ V}\cdot\text{m}$, qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{K.T.}=4,5\%$ (nominal kuchlanishga nisbatan);

-cho'lg'amlarni biriktirish usuli Δ/Y -12.

Quyidagilarni aniqlang.

1. Transformatsiya koeffitsienti K ;
2. Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlardagi nominal toklar;
3. Transformator cho'lg'amlarining qismlardagi kuchlanish;
4. Transformator cho'lg'amlarining nominal tokiga to'g'ri kelgan aktiv qarshiliklari;
5. Transformatorning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 0,8$ bo'lib (yuklanish aktiv-induktiv xarakterga

ega), yuklash koeffitsienti $\beta = 0,25; 0,5; 0,75$ va 1 bo'lgandagi ish koeffitsientlari;

6. Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 0,8$ bo'lib, yuklashi nominal bo'lganda ($\beta = 1$) kuchlanish ΔU ning o'zgarishi.

7.8-masala. Bir fazali transformatorning birlamchi chulg'amidagi tok kuchi $30 A$, tok manbaidan iste'mol qilayotgan quvvat $R_1=5kVt$. Agar tok bilan kuchlanish orasidagi fazalar siljish burchagining kuchlanish U_1 aniqlansin.

7.9-masala. Bir fazali transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti $n=60$: birlamchi kuchlanishi $U_1=6600V$; birlamchi chulg'amdagi salt ishlash toki $I_1=10A$; tok bilan kuchlanish orasidagi fazalar siljish burchagi $\cos \varphi_0,3$. transformator salt ishlaganda iste'mol qilayotgan quvvat va ikkilamchi chulg'amning uchlaridagi kuchlanish aniqlansin.

7.10-masala. Bir fazali transformatorning birlamchi chulg'ami iste'mol qilayotgan quvvati $5kVt$. Yuklama toki $I_2=50A$; I_2 tok bilan kuchlanish orasidagi fazalar siljish burchagi $\cos \varphi_2=0,9$. agar transformatorning foydali ish koeffitsienti $\eta=0,94$ bo'lsa, U_{κ} kuchlanish aniqlansin.

7.11-masala. Bir fazali transformator o'ramlarining soni $\omega_1=1000$ bo'lgan birlamchi chulg'ami $U_1=220V$ kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Ikkilamchi chulg'amdagi o'ramlar soni 50 . transformatsiyalash koeffitsienti η va ikkilamchi chulg'am uchlaridagi kuchlanish aniqlansin.

7.12-masala. Ko'r chulg'amli transformatorning 220 V ga mo'ljallangan birlamchi chulg'amining o'ramlar soni $\omega_1 = 1100$. Ikkinchi chulg'amlaridan tegishli 6V, 24V va 120V kuchlanishlar olinadi. Shu chulg'amlarning o'ramlar soni aniqlansin.

7.13-masala. Tarmoq kuchlanishi ikkita transformator yordamida 3000V dan 400 V gacha, so'ngra 400V dan 40V gacha pasaytiriladi. Transformatorning foydali ish koeffitsientlari $\eta_1 = 0.85$ va $\eta_2 = 0.6$. Ikkinchi transformatoridan iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat $P = 5.1$ kVt bo'lsa, birinchi transformatorning kirish tomonidagi aktiv quvvat aniqlang.

7.14-masala. Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari tegishli $I_{1HOM} = 600$ A va $I_{2HOM} = 5$ A tok kuchlariga mo'ljallangan. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining magnitlovchi kuchlari teng bo'lsa, ikkilamchi chulg'amining o'ramlar soni aniqlansin.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Bir fazali transformatorning maksimal magnit oqimi $\Phi_M = 12 \cdot 10^{-4}$ Bb.

Cho'lg'amlarning o'ramlar soni tegishli $W_1 = 1000$ va $W_2 = 100$. Agar tarmoq tokining chastotasi $f = 50$ Gts bo'lsa, transformatorning birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlarida magnit oqim induktsiyalangan elektr yurituvchi kuch miqdorlari va transformatorning transformatsiya koeffitsientini aniqlang.

J: $Y_{e1} = 266,4$; $Y_{e2} = 23,4$; $K = 16$

2-masala. To'la quvvati $S_{HOM} = 2$ kBA bo'lgan transformator cho'lg'amlarining kuchlanishlari tegishli $U_{1HOM} = 800$ B. Transformatorning maksimal magnit oqimi $\Phi_M = 22,5 \cdot 10^{-4}$ Bb. Birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlarining nomiinal toklari, o'ramlar soni va to'la qarshiliklarini aniqlang.

J: $I_H = 2.5$ A; $I_{2H} = 20$ A; $W_1 = 1600$; $W_2 = 200$; $Z_1 = 320$ Ohm; $Z_2 = 5$ Ohm

3-masala. Ko'p cho'lg'amli transformatorning 220 V ga mo'ljallangan birlamchi cho'lg'amning o'ramlar soni $W_1 = 1100$. Ikkilamchi cho'lg'amlardan tegishli 6V, 24V va kuchlanishlar olinadi. SHu cho'lg'amlarning o'ramlar sonini aniqlang.

J: $W_2 = 30$; $W_3 = 120$; $W_1 = 600$

4- masala. Tarmoq kuchlanishi ikkita transformator yordamida 3000 volt dan 400 volt gacha pasaytirildi. So'ngra 400 volt dan 40 volt gacha pasaytirildi.

Transformatorlarning foydali ish koeffitsientlari tegishli $\eta_1 = 0,85$ va $\eta_2 = 0,6$ Ikkinchi transformatoridan iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat $r = 5,1$ kVt bo'lsa, birinchi transformatorning kirish tomondagi aktiv quvvatini aniqlang,

J: $R_1 = 10$ kVt

5-masala. Cho'lg'amlarning ulanish sxemasi Y/Y bo'lgan uch fazali transformator birlamchi cho'lg'amning liniya kuchlanishi $U_{1L} = 380$ V, ikkilamchi cho'lg'am liniya kuchlanishi $U_{2L} = 220$ V, transformator cho'lg'amlarining ulanish sxemalari:

1) Δ/Δ 2) Y/Δ 3) Δ/Y bo'lganda, ikkilamchi cho'lg'amning liniya kuchlanishlarini aniqlang. J: 380/220 V bo'ladi.

6-masala. Birlamchi cho'lg'amli $U_1 = 220$ B kuchlanishga mo'ljallangan avtotransformatorning o'ramlar soni $W_1 = 880$. Ikkilamchi cho'lg'amdan 110V; 55V; 36V; 12V kuchlanish olish uchun nechanchi o'ramlardan so'ng chiqqanlarni chiqarish kerak?

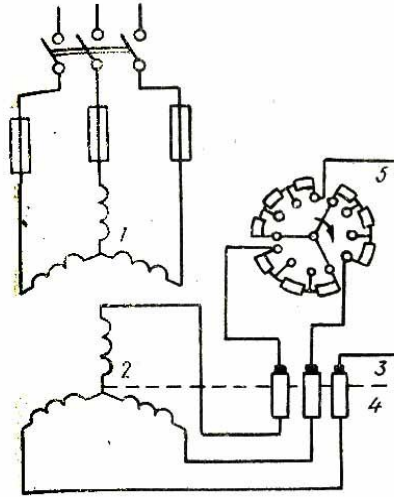
J: $W_2 = 440$. 220. 144 va 48

9-Amaliy mashg'ulot

Asinxron va sinxron mashinalar, o'zgaras tok mashinalari.

Asinxron va sinxron mashinalarning parametrlarini hisoblash

8.1 Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motor (dvigatel) sxemasi



8.1–sxema uchun berilgan kattaliklar:

$U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{1\text{HOM}} = 380 \text{ B}$ - liniya kuchlanishi; $f=50 \text{ Gts}$ - liniya chastotasi;

$R_{\text{nom}}=22 \text{ kVt}$ – dvigatel o'qidagi foydali quvvat; $n_2=1470 \text{ ayl/min}$ – rotorning aylanish tezligi; $\eta_{\text{nom}}=0,9$ – FIK; $\cos\varphi_1=0,9$ – stator zanjiridagi quvvat koeffitsienti; $R=2$ – juft qutblar soni;

$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{HOM}}} = 2,3$; $\frac{M_{\text{ю}}}{M_{\text{HOM}}} = 1,4$ - maksimal va yurgizish momentlarining nominal

momentga nisbatlari;

$\frac{I_{\text{ю}}}{I_{\text{H}}} = 6,5$ - yurgizish tokining nominal tokka nisbati;

8.1. –sxema uchun topshiriqlar:

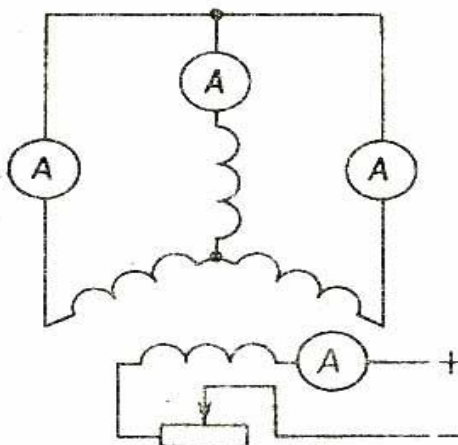
8.1.1. Rotorning nominal sirpanishi topilsin.

8.1.2. Dvigatelning nominal, yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari hisoblansin.

8.1.3. Dvigatelning tarmoqdan iste'mol qiladigan quvvati aniqlansin.

8.1.4. Dvigatelning nominal va yurgizish toklari hisoblansin.

8.2. Uch fazali qisqa tutashgan sinxron dvigatel sxemasi



8.2–sxema uchun berilgan kattaliklar:

$R_{nom}=250 \text{ kVt}$ – nominal quvvati;

$U_{nom}=0,38 \text{ kV}$ – nominal kuchlanishi; $f=50 \text{ Gts}$ - chastotasi; $\eta_{nom}=93,2$ – FIK;

$\cos\varphi_{nom}=0,9$ – quvvat koeffitsienti; $n_{nom}=1000 \text{ ayl/min}$ – rotorning aylanish tezligi;

$R=2$ – juft qutblar soni;

$\frac{M_{max}}{M_{HOM}}=1,7$; $\frac{M_{IO}}{M_{HOM}}=1,2$ - maksimal va yurgizish momentlarining nominal momentiga nisbatlari;

$\frac{I_{IO}}{I_H}=5,5$ - yurgizish tokining nominal tokka nisbati;

8.2. –sxema uchun topshiriqlar:

8.2.1. Dvigatelning juft qutublari soni hisoblansin.

8.2.2.Dvigatelning nominal, yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari hisoblansin.

8.2.3.Dvigatelning tarmoqdan iste'mol qiladigan quvvati aniqlansin.

8.2.4.Dvigatelning nominal va yurgizish toklari hisoblansin.

8.2.5. Dvigatelning quvvatlari topilsin.

1.3.Laboratoriya mashg'uloti materiallari

Laboratoriya mashguloti - OUYu ta'limni tashkillashtirish shakli

Laboratoriya mashguloti - bu ta'lim beruvchini ta'lim oluvchilar bilan faol amaliy xarakatga kirishishiga yo'naltirilgan, nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda tadqiq qilish va amalga oshrish uchun sharoitni ta'minlovchi, o'quv mashg'ulotini olib borish shaklidir.

Laboratoriya mashguloti quyidagi maqsadlarga erishish uchun qo'llaniladi:

Nazariy materialni tartibga solish.

Ko'nikmalarni hosil qilish.

Amaliy malaka xosil qilish.

Bilimlarni nazorat qilish.

Ta'lim beruvchi Laboratoriya mashgulotini samarali o'tkazish uchun quyidagilarni hisobga olish zarur:

o'zining tayyorgarligi, bunda savol va javob texnikasiga ega bo'lishi;

o'quv guruhining holati: uning motivatsiyasi, uning tashkil etish xususiyati;

o'quv jarayonining texnik jihozlanishi.

Laboratoriya mashguloti shaklidagi mashg'ulotga o'tish o'zaro mulokot sxemasidan muloqotli xarakatga o'tishni, monologdan dialogga, dialogdan amaliy xarakatga o'tishni anglatadi.

Tayyorgarlik va Laboratoriya mashgulotini olib borish bir qator savollarga javob berishni talab etadi:

1. *Nima uchun?* - Vazifa va Laboratoriya mashgulotini olib borish umumiy qilib olganda ta'lim berish maqsadlariga mos bo'lishi kerak.

2. Laboratoriya mashguloti shaklida olib borish texnologiyasini *Qanday qilib?* - ishlab chiqish kerak

3. Laboratoriya mashguloti vaqtida muhokama qilish kerak bo'lgan, material mazmunida - *Nimani?* ishlab chiqish zarur.

4. Laboratoriya mashgulotini olib borish vaqtida, ya'ni hisobga olish muhim bo'lgan omillar- *Nimani hisobga olgan holda?* yelgilanishi zarur.

5. Laboratoriya mashgulotini boshqarish uchun uning samaradorligini ta'minlash maqsadida undan foydalanish mumkin bo'lgan, ta'sir etish vositasini- *Qanday yo'l bilan?* aniqlash mumkin.

O'quv dasturining maqsad va qo'llanish sohalariga muvofiq asosiy **uch turdagi Laboratoriya mashgulotilarni** ajratib ko'rsatish mumkin:

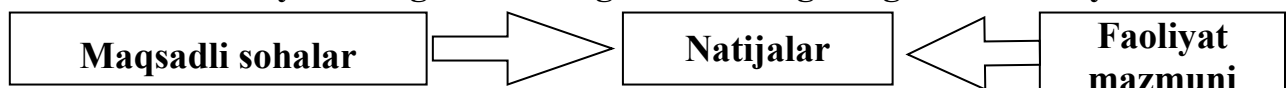
1) ta'limiy - asosan quyidagilarga yo'naltirilgan bo'ladi:

nazariy bilimlarni tartibga solish, faollashtirish yoki ularni mustaqil rivojlantirishga; o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishga.

2) shakllantiruvchi-kasbiy taergarligi buyicha malaka va kunikmaga ega bulishi:

3) rivojlantiruvchi - ta'lim oluvchilarda muammoli ko'rish, tahliliy qobiliyatlar hamda bashorat qila olish ko'nikmalarini shakllantirishga yo'naltirilgan.

Laboratoriya mashg'uloti mashg'ulotlarining o'ziga xos xususiyatlari



Talabalarining nazariy bilimlarini tizimlashtirish va tarkiblashtirish, mustamkamlash hamda kengaytirish.

Avval ыzlashtirilgan bilimlarni mustamkamlash, kengaytirish va tarkiblashtirish, mavzuning nazariy tushunchalarini ichki ыzaro bog'liqligini va mavzuni kursning boshqa mavzulari yoki boshqa fanlar bilan bog'liqligini aniqlash

Фаолият мазмуни	
talabalarning	o'qituvchining
Referatlar taqdimoti, ma'ruzalarni muhokama qilish	Referatlar ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Mavzu bo'yicha savollarni muhokama qilish	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish
Mavzuni boshi fan mavzulari bilan bog'liqligini savollarni muhokama qilish	Savollarni tuzish. qo'shimcha o'quv ma'lumotini tayyorlash.

Maxsus (kasbiy) va umum o'quv ko'nikmalarni yaxshi o'rganish hamda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish

Amaliy vaziyatlarda harakat izchilligini aniqlash imkonini bilan ыzlashtirgan nazariy bilimlarni amaliy qo'llash bilan bog'liq bo'lgan o'ziga xos ko'nikmalarni yaxshi o'rganish

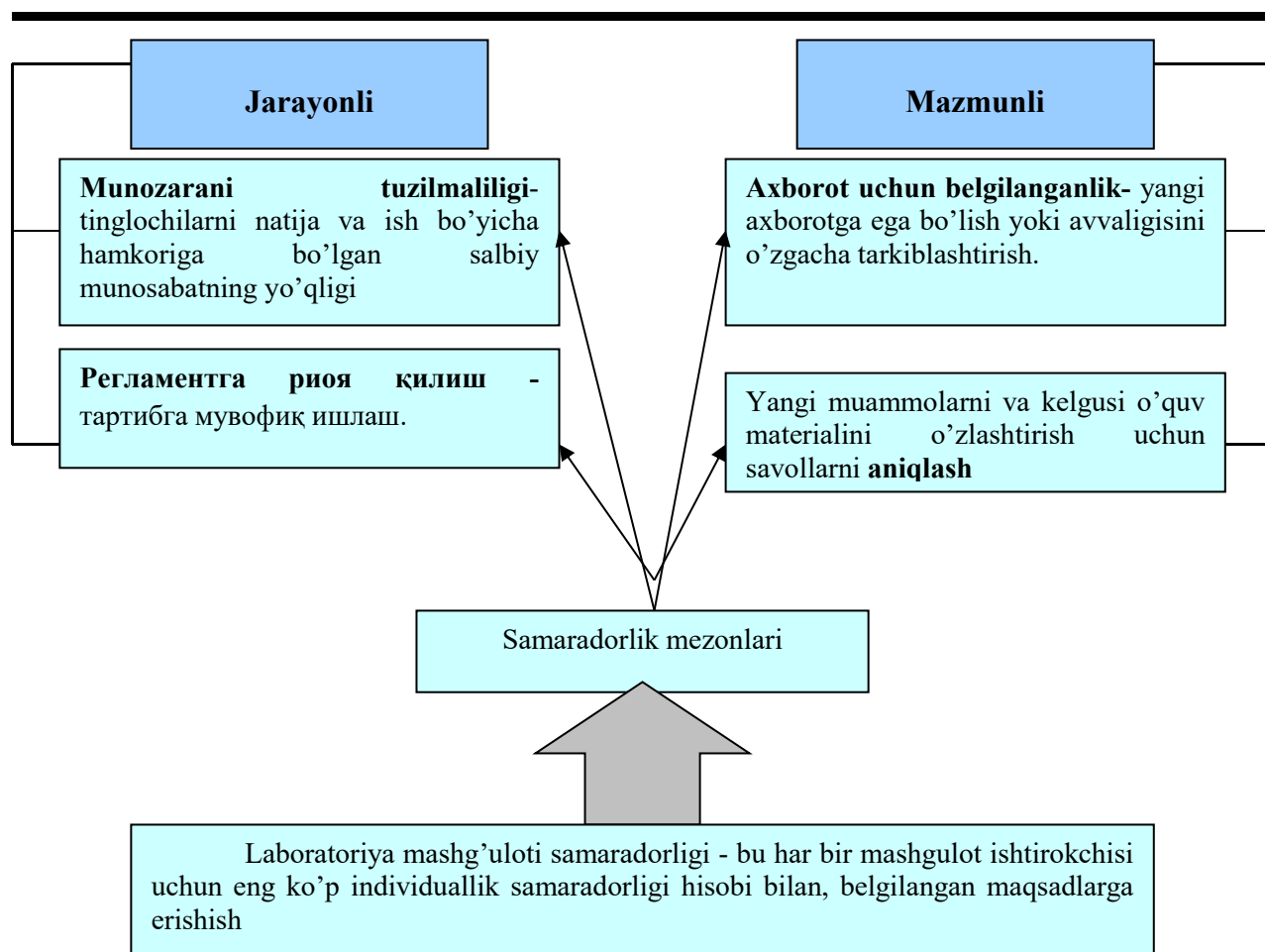
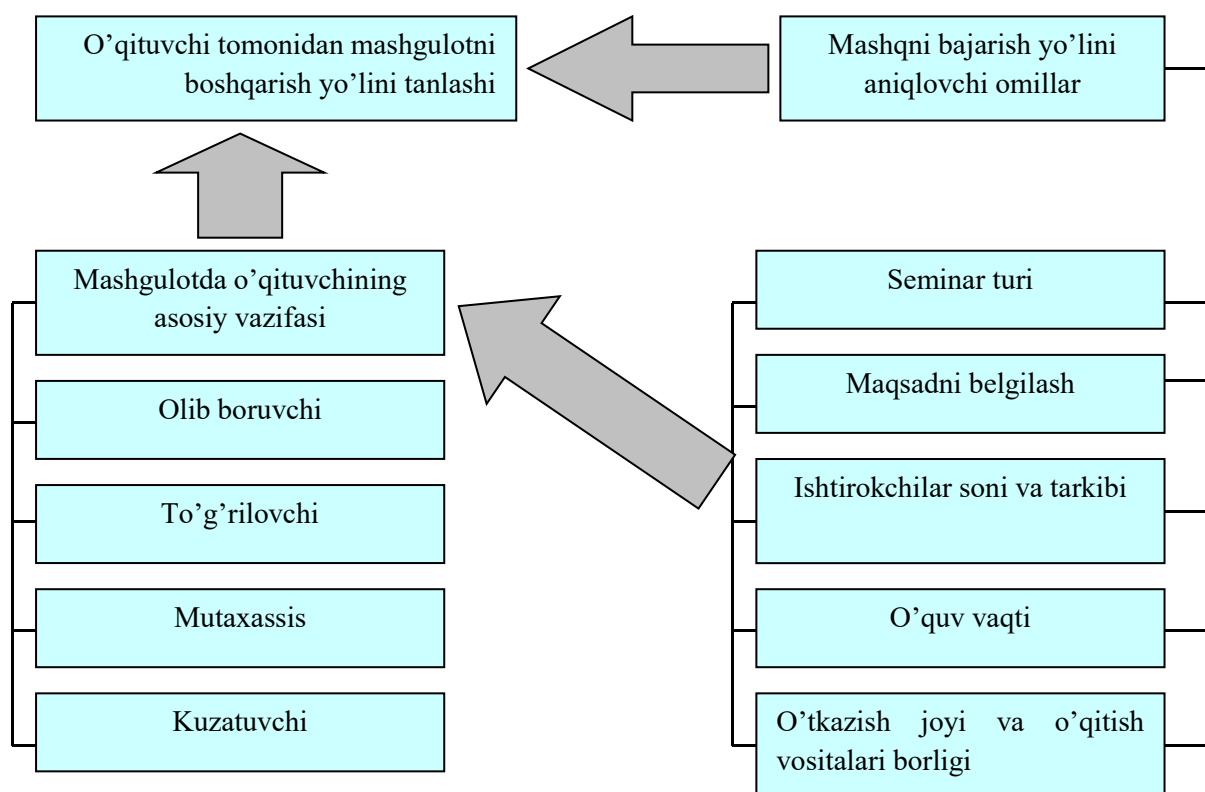
Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Muammoli topshiriqlarni, keys-stadini yechish, o'rgatuvchi ыyinlarda ishtirok etish.	Referat/ma'ruzalar uchun mavzularni ifodalash
Topshiriqni yechish ыyicha mashq qilish.	Muhokama uchun savollarni ishlab chiqish

Talabalar bilim va ko'nikmalarini nazorat qilish

Talabalarining nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini baholash

Faoliyat mazmuni	
talabalarning	o'qituvchining
Nazorat savollariga javob berish va nazorat topshiriqlarini bajarish	Ma'lumotni harqiqiy bilishini, muammoni ifodaly olishini aloqida nazariy ыolatlar ыrtasidagi qarama-qarshiliklarni topishni uddalashiga ыылjallangan savollar ыыplamini tuzish
Maxsus topshiriqlarni bajarish ыyicha mashqlar	Avvalgi mashg'ulotlardan talabaga ma'lum yechish izchilligini qillash talab etiladigan, maxsus topshiriqlarni ishlab chiqish yoki berilgan topshiriqlarni mustqil yechishning ыyillarini ishlab chiqish; faoliyatning maqsad, sharoitlari davomiyligini, natijalarni taqdim etish shakli va vaqtini bayon etish.

Laboratoriya mashg'ulotini pedagogik boshqarish, uning samaradorligini baholash



Laboratoriya mashg'ulotlarida ta'lim berish texnologiyasini loyihalashtirish va rejalashtirish

Xisobli turdagi laboratoriya mashg'uloti ta'lim texnologiyasi

Bunday mashg'ulotlarni o'tkazishning asosiy yo'li ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi tomonidan berilgan topshiriq va ma'lumotlarni guruhda texnik vositalardan foydalanib bajarishdan iborat bo'ladi.

Bunday **mashg'ulotlar samaradorligi** ta'lim oluvchilarni mashg'ulotga tayyorlanish sifati bilan aniqlanadi. Yangiliklar bilan chiquvchi, ta'lim oluvchilarning tayyorgarligi ahamiyatga ega bo'ladi.

1. Tayyorgarlik bosqichi

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Oldindagi Laboratoriya mashg'uloti uchun ma'ruza/yangiliklar mavzular (topshiriqlar) ro'yxatini taklif etadi. O'quv fanini bundan keyin o'zlashtirishda, zamonaviy ijtimoiy/iqtisodiy va boshqa kelgusidagi kasbiy faoliyatlaridagi muammolarda to'liq yo'nalish olishda ularning muhimligini tushuntiradi. Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanish uchun adabiyotlar ro'yxatini taviya etadi. Tanlangan topshiriq bo'yicha referatning batafsil rejasini tuzib chiqish vazifasini beradi. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilariga: Laboratoriya mashg'uloti mavzusiga bog'liq bo'lgan ma'ruza mazmunini va qo'shimcha materiallarni o'rganish vazifasini beradi, o'zlashtirilgan bilimlar va bajarilgan topshiriq muhokamasini nazorat qilishga tayyor bo'lishlarini aytadi.	Laboratoriya mashg'ulotiga tayyorlanadilar. Referat (Topshiriq) rejasini tuzadilar
Referat (Topshiriq) rejasini muhokama qiladilar	
	Tezlikda boshlang'ich g'oyaga o'zgartirish, aniqliklar, to'ldirishlarni kiritadi.
Tayyorlangan referat (Topshiriq) mazmuni bilan tanishadi. Lozim bo'lgan holda talabalar referatni to'ldirishlari uchun savollar beradi.	
Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruza qilishning tuzilishi va usulini muhokama qiladi	

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar



F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashgulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhokamasini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza material bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni <i>faollashtiradi</i>. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashgulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarliligini va ularni muhokamadagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar, savollar beradilar
2. Asosiy qism. 2.1. Talabalarni topshiriqni bajarish va natijalarni taqdimotini tashkillashtiradi. Ma'ruza yoki yangiliklar mazmuni tinglovchilarni qiziqitirmay qo'ygan holda, yoki aksincha, ma'ruza vaqtida ko'tarilgan savol yuqori qiziqishni uyg'otsa, ma'ruzachini ma'lum vaqtgacha xushmuomalalik bilan to'xtadi va Laboratoriya mashgulotida olingan natijalarni jamoaviy muhokama yo'lida o'tkazadi. 2.2. Laboratoriya mashgulotini tajriba usulida o'tkazishni tashkillashtiradi <i>Laboratoriya mashgulotini sekin-asta tashkillashtirilgan munozara shakliga o'tkazadi.</i> Har bir guruhcha sardorlari ma'ruzasi muhokamasini qisqa umumlashtirish, ma'ruzaning asosiy holatlari va muhokama (munozara) natijalarini qayd etish bilan tugatadi	Talabalar berilgan topshiriqni bajaradilar: kuzatadilar, tuzadilar, hisoblaydilar, xulosa qiladilar. Olingan natijalarni muhokama qiladilar va taqdimotini tayyorlaydilar. Ish mazmunini jamoaviy muhokama qiladilar, bahslashadilar

Ish mazmuni bo'yicha savollarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

Mazmunni aniqlashtirishga yo'naltirilgan, savollar: ma'ruzani ayrim bayonini takrorlash talab etiladi;

Mazmunni kelgusi rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan, savollar: ma'ruzani to'ldirishni talab etadi.

O'qituvchi avvalo 1-chi guruhdagi savollar muhokamasini, so'ngra jamoaviy 2-chi guruh savollariga javoblarni topishni tashkillashtiradi.

Laboratoriya mashg'ulotida munozarani tashkillashtirish quyidagilarni nazarda tutadi:

1. Mashg'ulot jarayonida berilgan savollarga erkin fikr aytishlari va talabalar tomonidan o'zlarining javoblarni asoslab berishlarini ta'minlash;
2. boshqa talabalar tomonidan mos javoblarning tushunishni ta'minlash;
3. aniqlik kiritish, to'ldirish, o'zgartirishlarni tushunishni ta'minlash;
4. berilgan savollarga tasdiqlovchi javoblar berishni tashkillashtirish.

3. Yakuniy bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: Bajarilgan ishni muhokama qilishda javoblardan iborat bo'lgan xulosalarni ifodalaydi; Laboratoriya mashg'ulotida ma'ruzachi va ishtirokchilari tayyorgarligini, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi; Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi;	Savollar beradilar, baholar bilan tanishadilar, muammo bilan tanishadilar

Jarayonli turdagi laboratoriya mashg'ulotida ta'lim texnologiyasi

Laboratoriya mashg'ulotida jarayonlar vizual kuzatiladi va bu jarayonlar ma'ruzada berilgan ma'lumotlar asosida tadqiq qilinadi va xulosa beriladi.

1. Tayyorgarlik bosqich

Faoliyat	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1.1. Mavzu bilan tanishtiradi. 1.2. Qurilmaning sxemasi bilan tanishtiradi 1.3. Ishni bajarish vositalari bilan tanishtiradi 1.4. Mashg'ulotni bajarishda ishtirok etishi uchun muhim bo'lgan talabalar bilimini faollashtirish uchun savol va topshiriqlar ro'yxatini tuzadi. 1.5. Talabalarning bilimlarini faollashtirish asosida ularni jarayonga "olib kirish" yo'llari va vositalarini aniqlaydi	

Mashg'ulot savollari va topshiriqlar tizimini ishlab chiqish talabalarni puxta o'ylagan va imkonli javoblarini hisobga olishni nazarda tutadi. Yaxshi loyihalangan texnologiyada ham, mashg'ulot vaqtida vaqtida dastlabki rejadani, talabalarning alohida xususiyatlari ulardagi o'zaro bog'langan bilimlarning daraja va hajmi turlichaligi sababli, chetga chiqishlar bo'lishi mumkin.

2. Amalga oshiruvchi bosqich: seminar

Faoliyat	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1. Laboratoriya mashg'ulotiga kirish. 1.1. Mavzu muhimligini eslatadi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini, ma'ruza materialini bilan bog'liqligini asoslaydi. 1.2. Ta'lim oluvchilarni materialga mos ravishda: (1) avvaldan tayyorlangan savollar bo'yicha, mazmunli aniq javoblarni nazarda tutuvchi, suhbatli shaklda, (2) matnni to'g'rilovchi nazorat yordamida bilimlarni faollashtiradi. Bilimlarni faollashtirish jarayonida Laboratoriya mashg'ulotida keyingi ma'ruzalarni tushunishlari uchun talabalar tomonidan o'zlashtirilgan bilimlarning yetarilishini va ularni muhimlikdagi ishtiroklarini aniqlaydi. Bilimlar yetarlicha to'liq bo'lmaganida zarur bo'lgan bilimlarni ularni shaxsiy bayon etish/talabalar bilan suhbat shaklida o'zlashtirish/aniqlashtirish/o'zgartirishlarni (ikkinchi variant samaraliroq hisoblanadi) tashkillashtiradi.	Savollarga javob beradilar. Topshiriqni bajarishga tayyorlanadilar

2. Asosiy qism. 2.1. Faollashtirilgan bilimlar asosida talabalarni mashg'ulotda hal etiladigan topshiriqqa "olib kiradi" va uni ifodalaydi. 2.2. Tajribani boshlashdan avval, talabalar belgilangan topshiriqni qabul qila olishlarini ta'minlash maqsadida, uni dastlabki yechib ko'rishni tashkillashtiradi. Talabalar bilan birgalikda tajribani bajarish tartibini muhokama qiladi, ularda paydo bo'lgan qiyinchiliklarni aniqlaydi va tahlil qiladi. 2.3. Topshiriqni yechish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: tajriba usuli yoki koop-koop usulidan foydalanish maqsadga muvofiq. 2.4. Yakuniy xulosani ifodalaydi.	Tinglaydilar. Kuzatadilar. Ishni bajaradilar: kuzatadilar, o'lchaydilar, hisoblaydilar, tahlil qiladilar va xulosa beradilar. Olingan natijalar bo'yicha munozara qiladilar va guruh sardorlari natijalarni taqdimotga tayyorlaydilar.
--	---

3. Yakuniy bosqich

F a o l i y a t	
ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
Laboratoriya mashg'ulotini yakunlash: Laboratoriya mashg'uloti mavzusi mazmuni bo'yicha yakun yasaydi: 3.1. Talabalar tomonidan bajarilgan, ish natijalarini baholaydi. 3.2. Laboratoriya mashg'uloti ishtirokchilari tayyorgarligi, ularni munozara vaqtidagi faolligini baholaydi. 3.3. Laboratoriya mashg'uloti natijaviyligining umumiy bahosini beradi. 3.4. Qatnashchilarni baholaydilar	Savollar beradilar. O'z-o'zini baholaydilar.

Berilgan savolga javob izlashni tashkillashtirish izchilligi:

1. berilgan savolga javoblarni izlash va asoslash bo'yicha talabalarning fikrlash harakatlarini tashkillashtirish;
2. javoblarning tanqidiy tahlil qilish, ularning kuchli va kuchsiz tomonlarini aniqlashni tashkillashtirish;
3. mos keluvchi tomonlarni ishlab chiqish-eng to'g'ri javoblarni tuzib chiqish maqsadida o'zlari o'rtasida javoblarni taqqoslashni tashkillashtirish.

TAJRIBA USULI

Tajriba usuli -bu shunday usulki, bunda ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi rahbarligi ostida va oldindan tayyorlangan reja bo'yicha tajribalar o'tkazadilar yoki amaliy topshiriqlarni bajaradilar, shu jarayonda yangi bilimlarni qabul qiladilar va anglab yetadilar.

Usulning asosiy vazifalari - o'rgatish va rivojlantirish. Bu usul ta'lim oluvchilarga quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

- jihoz bilan ishlash malaka va ko'nikmalarini egallash;
- ma'lum bo'lganlarni tekshirish va mustaqil tadqiqotning yo'llarini tanlash;
- amaliy malakalarni egallash: o'lchash va hisoblash; natijalarni qayta ishlash va avvalgilari bilan solishtirish.

Tajriba usuli murakkabdir. U maxsus, qimmatli jihozlarni bo'lishi, nafaqat sizni, balki ta'lim oluvchilarning ham puxta tayyorgarligini talab etadi. Undan foydalanish kuch va vaqtni sarflash bilan bog'liq. SHuning uchun, tajriba usulini rejalashtirayotganda, mustaqil tadqiqotning ta'lim samaradorligini oshirishiga bo'lishiga ishonch hosil qilish zarur.

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli va texnologik xarita

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashg'uloti
<i>O'quv mashg'ulot rejasi</i>	1. 2. 3.
<i>O'quv mashg'ulot maqsadi:</i> ...bo'yicha bilimlarni mustahkamlash, ... to'g'risida muammoli vazifalarni yechish malakalarini rivojlantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to'g'risida ma'lumotlarni tizimlashtirishni o'rgatish; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o'rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o'rgatish.	<i>O'quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma'lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya topshirig'ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta'limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, A32 o'lchamdagi qog'ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar, o'quv materiallar.
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo'ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: tezkor-so'rov Ezma nazorat: takdimot

Jarayonli laboratoriya mashg'ulotining texnologik xaritasi

Ish bosqic hlari va vaqti	<i>Faoliyat mazmuni</i>	
	ta'lim beruvchi	ta'lim oluvchilar
1 - bosqich. O'quv mashg'ul otiga kirish (15 daq.)	1. Mavzuning nomi, maqsad va kutilayotgan natijalarni yetkazadi. Mashg'ulot jaraenli Laboratoriya mashguloti shaklida borishini ma'lum qiladi. 1.2. Talabalar bilimini suhbat shaklida faollashtiradi (№ ilova). Bilimlarni faollashtirish jarayonida laboratoriya mashgulotini bajarish bo'yicha izlanuvchilik faoliyatida faol ishtirok etishlari uchun talabalarning egallagan bilimlarini yetarliligini aniqlaydi. Talabalarni guruxlarga ajratadi.	Tinglaydilar, yozib oladilar
2 - bosqich. Asosiy (55 daq.)	2.1. talabalarga mashg'ulot topshirig'ini o'qib beradi. 2.2. Mashg'ulot topshirig'ini bajarish yo'llarini izlashni tashkillashtirishga o'tadi: 2.3. Talabalarni kichik 3 gurhlarga bo'ladi, topshiriqni yechish vazifasini beradi. O'quv materiallari, baholash ko'rsatkichlari va mezonlarini tarqatadi (№ ilova). Taqdimot uchun qog'ozlarni, markerlarni tarqatadi, aqliy hujum qoidasini eslatadi. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi. 2.4. Taqdimot boshlanganligini ma'lum qiladi, guruhlar chiqishlarini boshqaradi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'g'ri yechimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'liqligini baholaydi, savollarga javob beradi.	Savollarga javob beradilar. Muammoni yechish bo'yicha o'z fikrlarini beradilar. Kichik muammoni yechish bo'yicha fikrlar bildiradilar, munozara qiladilar, tahlil qiladilar, xulosa chiqaradilar. Guruh vakillari taqdimot qiladilar, yakuniy xulosani beradilar. Tinglaydilar
3 bosqich. Yakuniy (10 daq.)	3.1. Taqdimot yakunlaydi, muammoni yechishda yuzaga kelgan qiyinchiliklarni ko'rsatadi 3.2.Mavzu bo'yicha yakun qiladi, qilingan ishlarni kelgusida kasbiy faoliyatlarida ahamiyatga ega ekanligi muhimligiga talabalar e'tiborini qaratadi. 3.3. Talabalarni baholaydi.	Tinglaydilar. Topshiriqni yozadilar

“Elektrik injineriing” fanidan jarayonli laboratoriya mashg'ulotida ta'lim berish texnologiyasi modeli

Mavzu: **O'zgarmas tok zanjirlarida om va Kirxgof qonunlarini tekshirish**

<i>Vaqt: 2 soat</i>	<i>Talabalar soni: 12-14 ta</i>
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	jaraenli laboratoriya mashg'uloti
<i>O'quv mashg'ulot rejasi</i>	-Zanjirdagi tok va kuchlanish o'zgarishini o'lchash asboblari o'lchashni Om qonuni asosida o'rganish. -Alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini aniqlash (Om qonuni asosida) -Aralash ulangan o'zgarmas tok elektr zanjirlarini yig'ishni va ularni hisoblashni o'rganish.
<i>O'quv mashg'ulot maqsadi:</i> Suyuqlik harakat rejimi bo'yicha nazoriy bilimlarni mustahkamlash, suyuqlik harakat rejimini o'lchash bo'yicha ko'nikmaga ega bo'lish, suyuqlik harakat rejimi mohiyatini tushunish bo'yicha bilim va malakalarini rivojlantirish	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -... to'g'risida ma'lumotlarni tizimlashtirishni o'rgatish; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni, tahlil qilishni o'rgatish; - ... imkoniyatlarni ilgari surish, ularni baholash, yakuniy xulosalar qilishni o'rgatish.	<i>O'quv faoliyat natijalari:</i> - ... ma'lumotlarni tizimga soladilar; - ... bo'yicha jarayonli laboratoriya topshirig'ini bajaradilar, tahlil qiladilar; - ... imkoniyatlarni ilgari suradilar, ularni baholaydilar, yakuniy xulosalar qiladilar.
<i>Ta'lim usullari</i>	tajriba usuli, suhbat, munozara, koop-koop
<i>Ta'limni tashkillashtirish shakli</i>	guruhli.
<i>Ta'lim vositalari</i>	Ma'ruza matni, A32 o'lchamdagi qog'ozlar, markerlar, skoch, maxsus jixoz va kurilmalar, o'quv materiallar.
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	Guruhlarda ishlashga mo'ljallangan maxsus xona.
<i>Monitoring va baholash</i>	Og'zaki nazorat: tezkor-so'rov Ezma nazorat: takdimot

3. AQLIY HUJUM METODI

Aqliy hujum (breynstroming-aqlar to'zoni) – amaliy yoki ilmiy muammolar yechish g'oyasini jamoaviy yuzaga keltirishda qo'llaniladigan metod.

☞ Metod chegaralangan vaqt oralig'i ichida aniq muammo (savol, masala)ni yechishning noan'anaviy yo'llarini izlash bo'yicha o'quvchilarni aqliy faoliyatini yo'naltirishga asoslangan.

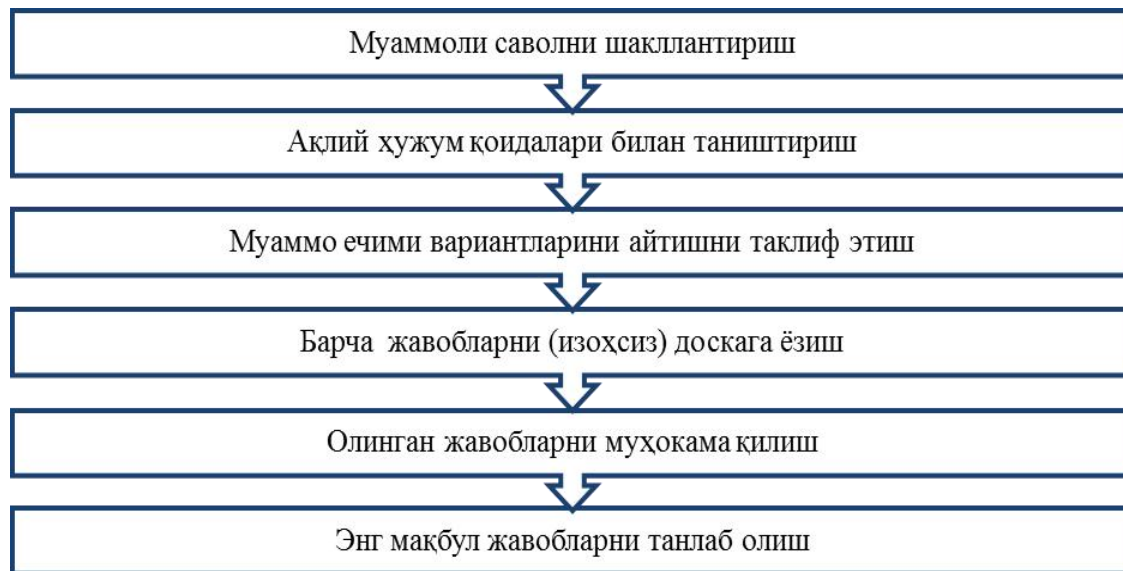
☞ O'quv mashg'ulotidagi aqliy hujum uchun muammoni tanlash quyidagi tamoyillar bo'yicha amalga oshiriladi:

- tanlangan muammo nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lishi hamda o'quvchilarda faol qiziqish uyg'otishi kerak;

- ko'p har xil ma'nodagi yechim variantlariga ega bo'lishi kerak.

O'qitish texnologiyasini ishlab chiqishda aqliy hujum metodi o'quv mashg'ulotining bir lavhasi yoki butun mashg'ulotni o'tkazish asosi sifatida rejalashtirilgan bo'lishi mumkin.

Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi

INSERT TEXNIKASI

INSERT (inglizcha soʻzdan olingan boʻlib - **INSERT** – Interaktiv- interfaol Noting – belgilash System - tizim for-uchun Effective – samarali Reading – oʻqish and– va Thinking – fikrlash degan maʼnoni anglatadi).

1) Samarali oʻqish va fikrlash uchun matnda belgilar qoʻyishning interfaol tizimi hisoblanadi.

Matnni belgilash tizimi:

(√) - mening bilganimni tasdiqlovchi axborot;

(+) - men uchun yangi axborot;

(-) - menning bilganlarimga, zid axborot;

(?) - meni oʻylantirib qoʻydi. Bu boʻyicha menga qoʻshimcha axborot kerak.

PINBORD TEXNIKASI

Pinbord–(inglizchadan: *pin*- mahkamlash, *board* – yozuv taxtasi) – oʻquvchilarni tizimli va mantiqiy fikr bildirishga oʻrgatadigan metod.

Pinbord texnikasi:

1) muammoli masalalar va vaziyatlar, aqliy hujum va amaliy oʻqitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) muammoni yechish variantlarini baholash hamda ular ichidan eng yaxshisini tanlash imkonini beradi;

2) aqliy hujum va amaliy oʻqitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) toifali sharh oʻtkazish imkonini beradi.

KEYS–STADI METODI

KEYS – (ingl. case – toʻplam, aniq vaziyat) – nazariy bilimlarni amaliy vazifalarni yechish jarayonida qoʻllash imkonini beruvchi *oʻqitish vositasi*.

Keysda bayon qilingan vaziyatni oʻrganib va tahlil qilib, oʻquvchilar oʻzining kelgusidagi kasbiy faoliyatida oʻxshash vaziyatlarda qoʻllashi mumkin boʻlgan tayyor yechimni oladi.

Keysda bayon qilingan vaziyatlar (kasbiy), amaliy mashgʻulotlarda yechiladigan vaziyatli masalalardan tubdan farq qilinadi. Agar vaziyatli masalalarda har doim shart (nima berilgan) va

talab (nimani topish kerak) berilgan bo'lsa, keysda, qoidaga ko'ra, bunday parametrlar mavjud emas.

O'quvchiga taqdim etilgan ixtiyoriy keysda:

- keysning belgilanishi va topshiriq, savollar aniq ifodalangan bo'lishi kerak;
- bayon qilingan muammoli vaziyatni yechish uchun kerakli va yetarli xajmda ma'lumotlarni o'z ichiga olishi kerak
- keysni yechish uchun *uslubiy ko'rsatmalar* bo'lishi kerak.

Keys–stadi (ingl.case– to'plam, aniq vaziyat, stadi-o'qitish)–amaliy o'qitish vaziyatlarimetodi.

Keys-stadi - o'qitish, axborotlar, kommunikatsiya va boshqaruvning qo'yilgan ta'lim maqsadini amalga oshirish va keys-stadida bayon qilingan amaliy muammoli vaziyatni hal qilish jarayonida prognoz qilinadigan o'quv natijalariga kafolatli yetishishni vositali tarzda ta'minlaydigan bir tartibga keltirilgan optimal usullari va vositalari majmuidan iborat bo'lgan o'qitish texnologiyasidir.

Ushbu metod o'quvchilarni quyidagilarga undaydi:

- muammoni shakllantirishga;
- amaliy vaziyatni tahlil qilish va baholashga;
- muammo yechimini eng maqbul variantini tanlashga.

O'quv mashg'ulotning o'qitish texnologiyasini tanlashni ikki asosiy dalil belgilaydi:

1. Keysning hajmi (qisqa, o'rtacha miqdordagi, katta)
2. O'quv topshirig'ini taqdim etish usuli:
 - savolli (savollar keysdan keyin keltiriladi)
 - topshiriqli (topshiriq keys kirish qismining oxirida keltiriladi)

O'QUV LOYIHA METODI

Ushbu metodning mohiyati shundan iboratki, ma'lum muddat ichida (bitta o'quv mashg'ulot doirasidan 2-3 oy muddat ichida) ta'lim oluvchi guruhli yoki yakka tartibda berilgan mavzu yuzasidan loyiha topshirig'ini bajaradi. Uning vazifasi – muayyan foydalanuvchiga yo'naltirilgan yangi ma'lumot olish, belgilangan muddat ichida berilgan u yoki bu muammoni ilmiy, texnikaviy yechimidan iborat.

O'quv loyihasi tushunchasi:

- muayyan iste'molchiga mo'ljallangan, muammolarni izlash, tadqiq qilish va yechish, natijani noyob (moddiy yoki intellektual) mahsulot ko'rinishida rasmiylashtirishga qaratilgan. Talablarning mustaqil o'quv faoliyatini tashkil qilish *usuli*;
- nazariy bilimlar orqali amaliy vazifalarni yechishga qaratilgan o'quv *vosita va qurollari*;
- rivojlantiruvchi, ta'lim-tarbiya hamda bilimlarni kengaytirish, chuqurlashtirish va malakalarni shakllantirishga qaratilgan *didaktik vosita*.

GRAFIK TASHKIL ETUVCHILAR

KLASTER (klaster-tutam, bog'lam)-axborot xaritasini tuzish yo'li- barcha tuzilmaning mohiyatini umumlashtirish va aniqlash uchun qandaydir biror asosiy omil atrofida g'oyalarni yig'ish asosida aniq biror mazmunni keltirib chiqaradi.

Bilimlarni faollashtirishni tezlashtiradi, fikrlash jarayoniga mavzu bo'yicha yangi o'zaro bog'lanishli tasavvurlarni erkin va keng jalb qilishda yordam beradi.

Klasterni tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

1. Katta qog'oz varag'i markazida kalit so'z yoki 1-2 so'zdan iborat mavzu nomini aylana ichiga yozing.
2. Kalit so'z bilan birlashdigan yon tomoniga kichkina hajmdagi aylana- "yo'ldoshcha" ichiga mavzu bilan aloqador so'z yoki so'z birikmasini yozing. Ularni chiziq bilan "bosh" so'zga bog'lang.
3. Ushbu "yo'ldoshcha"larda "kichik yo'ldoshlar" ham bo'lishi mumkin, ular ichiga yana so'z yoki iboralar yozib ajratilgan vaqt tugagunga qadar yoki g'oyalar tugamagunga qadar davom ettiriladi.

«NIMA UCHUN?» SXEMASI –muammoning dastlabki sababini aniqlash bo'yicha fikrlar zanjiri bo'lib,tizimli, ijodiy, tahliliy mushohada qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

«Nima uchun?» sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammosababini aniqlash uchun:

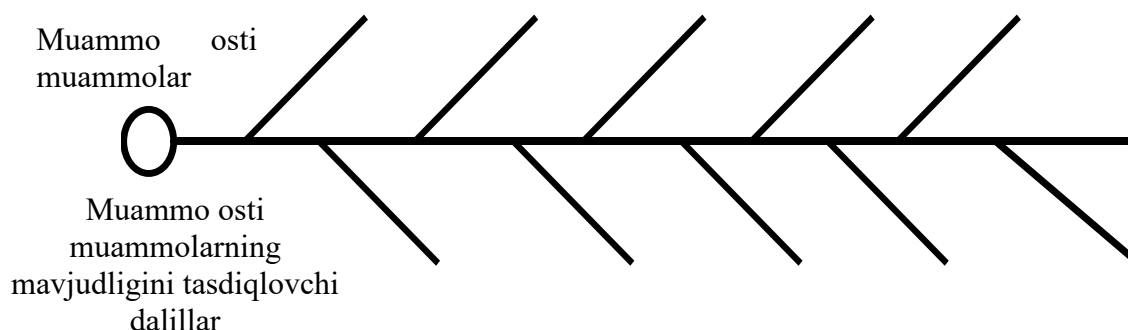
- 1) Muammoni yozing va strelka chizig'ini chiqarib «Nima uchun?» so'rog'ini yozing.
- 2) Savolga javob yozib nima uchun so'rog'ini takror yozib boravering. Bu jarayonni muammoning dastlabki sababi aniqlanmagunicha davom ettiring

«BALIQ SKELETI» CHIZMASI – bir qator muammolarni tasvirlash va uni yechish imkonini beradi. Tizimli fikrlash, tuzilmaga keltirish, tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

“Baliq skeleti” sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammo maydonini tavsiflash uchun:

- 1.«Baliq skeletini” chizing:



2. «Suyak»ning chap qismida (yoki yuqori suyakda) muammo osti muammoni yozing, o'ng qismida (pastki suyakda) – muammo osti muammoni amalda mavjud ekanligini tasdiqlovchi dalillarni yozing.

1- TAJRIBA ISHI.

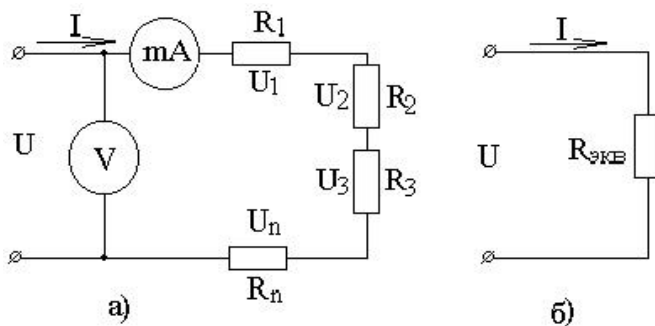
O'ZGARMAS TOK ZANJIRLARIDA OM VA KIRXGOF QONUNLARINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: -Zanjirdagi tok va kuchlanish o'zgarishini o'lchash asboblari o'lchashni Om qonuni asosida o'rganish.
-Alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini aniqlash (Om qonuni asosida).
-Aralash ulangan o'zgarmas tok elektr zanjirlarini yig'ishni va ularni hisoblashni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Elektr zanjiri deb, elektr tokini elektr energiya manbaidan elektr toki iste'molchilarigacha shu energiyani yetkazadigan yopiq yo'lni tashkil qiluvchi qurilma va elementlarga aytiladi. Zanjirning asosiy elementlariga (generator) ulovchi simlar va iste'molchilar kiradi. Iste'molchilarni manbaga ulashda ketma-ket, parallel va aralash ulash qo'llaniladi.

Birinchi xolatda rezistorlar R_1, R_2, R_n kuchlanish manbai bilan U yakka kontur xisoblanadi.



(Rasm-1.1) va bu zanjirda bir xil tok I oqadi. Bu xolatda har bir qarshilikda Om qonuniga asosan kuchlanishlar tushuvi hosil bo'ladi:

$$U_k = I \cdot R_k$$

$$U_1 = I \cdot R_1$$

$$U_2 = I \cdot R_2$$

$$U_3 = I \cdot R_3$$

$$U_n = I \cdot R_n$$

tushuvi hosil bo'ladi. (K-qarshiliklar tartib nomeri).

Boshqa tomondan Kirxgofning II- qonuniga asosan barcha kuchlanishlar yig'indisi kirish

Pasm-1.1

kuchlanishiga teng bo'ladi, ya'ni

$$U_k = U_1 = U_2 = \dots = U_n = I \cdot R_1 = I \cdot R_2 = \dots = I \cdot R_n = I \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n) = I \cdot R_{ekv}$$

Bu yerda

$$R_{ekv} = R_1 + R_2 + \dots + R_n.$$

Ekvivalent yoki yig'indi qarshilik shunday bir qarshilikki, kuchlanish manbai U ga ulanganda, xuddi ketma-ket ulangan qarshiliklardagi tokka teng bo'lgan tok hosil bo'ladi. Elektr zanjiridagi tok quyidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$I = U_1 / R = U_2 / R_2 = U_3 / R_3; \quad [A]$$

Xar bir elektr energiya iste'molchisidagi aktiv quvvat quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_1 = U_1 \cdot I;$$

$$R_2 = U_2 \cdot I;$$

$$\dots;$$

$$R_n = U_n \cdot I; \quad [W]$$

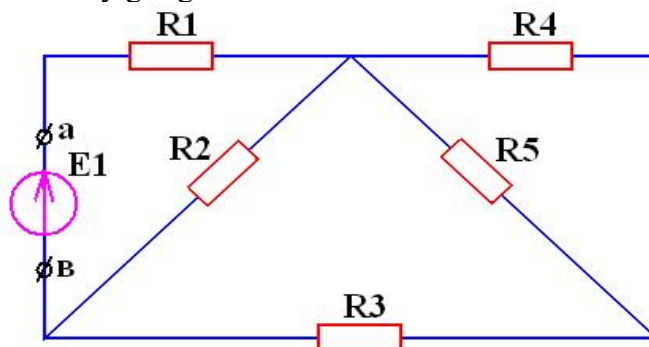
Elektr zanjirning aktiv kuvvati quyidagiga teng:

$$R = U \cdot I = U_1 \cdot I = U_2 \cdot I = U_3 \cdot I = \dots = U_n \cdot I \quad [W]$$

O'zgarmas tok elektr zanjirlari umumiy xolatda elektr energiya manbalari, elektr energiya iste'molchilari, o'lchash asboblari, kommutatsion apparatlar, ulagich sim va o'tkazgichlardan iborat bo'ladi. Zanjirning asosiy elementlari (generator) ulagich simlar va iste'molchilar hisoblanadi. Elektr energiya manbalarida boshqa tur energiyasi (gidro, yonilgi, atom va xokazo) elektr energiyasiga aylantiriladi. Elektr energiya iste'molchilarida manbalarining elektr energiyasi, boshqa bir xolatga, misol uchun mexanik energiya, issiklik energiyasiga va kimyoviy energiyalarga o'zgartiriladi.

Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-1.2 da keltirilgan sxemani yig'ing.



Rasm-1.2

2. Kerakli asboblari:

- E_1 - 50 V li kuchlanish manbai;

- R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 - PEV-7,5-200 Ω li rezistorlar;

- V - $0-50\text{ V}$ gacha bo'lgan o'zgarmas tok voltmetri.

3. Sxemani «a» va «v» uchlarini 50 V li kuchlanish manbaiga ulang.

4. Zanjirdagi har bir elementdagi kuchlanishlar tushuvini voltmetr yordamida o'lchang va **1.1-jadvalga** yozing.

5. O'lchash natijalariga asoslanib, har bir tarmoqdagi toklarni xisoblang va **1.1-jadvalga** yozing.

6. . $E_1 = 50\text{ V}$, $R_1 = 220\ \Omega$ va $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 200\ \Omega$ ga teng bo'lsa, o'zgarmas tok murakkab zanjirlarini xisoblash usullaridan foydalanib, har bir tarmoqdagi toklarni xisoblab toping.

7. 5 chi va 6 chi bandlarda aniqlangan toklarni taqqoslang va o'z xulosalaringizni daftarga yozing.

1.1-jadval

№	O'lchangan						Hisoblangan				
	E	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
	V	V	V	V	V	V	A	A	A	A	A
1											
2											
3											

Tekshirish uchun savollar

- Om qonunini ifodalang va uni qo'llashga misollar keltiring?
- Zanjirni ekvivalent qarshiligi nima?
- Zanjirni bir qismi va butun zanjir uchun Om qonunini yozing, ichki va tashqi zanjirlar uchun?
- Tok manbai, o'chirgich, saqlagich va 2 ta lampochka parallel ulangan elektr zanjiri sxemasini chizing?
- Bir nechta EYuK li yopiq kontur uchun Kirxgofning ikkinchi qonunini ifodalang? Bu holatda konturlardagi har bir EYuK ning ishorasi qanday aniqlanadi?
- Qanday zanjir murakkab zanjir deb ataladi? Ularni hisoblashda qaysi qonunlardan foydalaniladi?

2- TAJRIBA ISHI

AKTIV, SIG'IM VA INDUKTIV ELEMENTLI O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRI

Aktiv, induktiv qarshilikli o'zgaruvchan tok elektr zanjirini tekshirish

Ishning maqsadi: -Aktiv qarshilik R induktivlik L va sig'im S dan iborat bo'lgan bir fazali

o'zgaruvchan tok zanjirini tajriba yo'li bilan tekshirish.

-O'zgaruvchan tok zanjirida Om va Kirxgof qonunlarini tekshirish.

-Zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarini topish, hamda

kuchlanish va tok orasidagi faza siljish burchagini aniqlash.

Nazariy ma'lumotlar

R, L, C elementlar amaliy jixatdan aktiv qarshilik, induktivlik g'altagi va sig'im ko'rinishida ifodalanadi. Bu elementlar bir-biridan farqlanadi va ketma-ket ulanadi. Umumiy xolda o'zgaruvchan tok elektr zanjiridagi **to'la qarshilik** quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

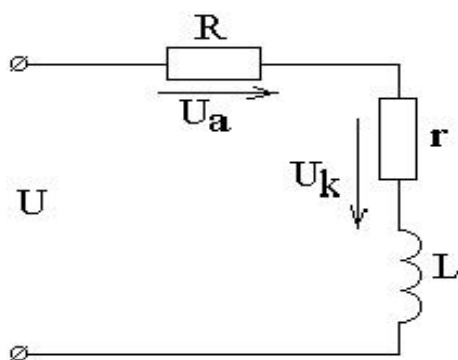
$$Z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}, \quad \text{Om}$$

Bu yerda $X_L = \omega \cdot L$ -g'altakning induktiv qarshiligi (Om)

ω - burchak chastotasi (R)

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ - kondensatorning sig'im qarshiligi (Om).

Tok Om qonuni asosida aniqlanadi. $I = \frac{U}{Z}$, A



Tok va kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi quyidagiga teng:

$$\varphi = \arctg X_L / R$$

Zanjirning kirishdagi umumiy kuchlanish vektori zanjirning aloxida qismlaridagi kuchlanishlar tushuvini geometrik vektorlar yig'indisi kabi aniqlanadi.

Shunday qilib, umumiy holat uchun o'zgaruvchan tokning tarmoqlanmagan zanjiri uchun Kirxgofning II-qonunini qo'llash faqat vektor ko'rinishida bo'ladi:

$$U = IZ_1 + IZ_2 + \dots + IZ_n + U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

(O'zgarmas tok zanjirida bo'lgani kabi, o'zgaruvchan tok zanjirida ham manba kuchlanishi kuchlanishlar tushuvi algebratik

yig'indisiga teng bo'lmaydi).

Bu xol o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning II-qonunini qo'llash afzal hisoblanadi.

Umumiy holatda o'zgaruvchan tok zanjirlaridagi umumiy kuchlanish va tok faza bo'yicha φ burchakka siljigan bo'ladi, ya'ni $U = U_m \sin \omega t$, $i = I_m \sin(\omega t \pm \varphi)$

To'liq bir davrdagi quvvatning o'rtacha qiymati **aktiv quvvat** deyiladi va quyidagiga teng, ya'ni

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$S = U \cdot I$ **umumiy quvvat** hisoblanadi va voltamper yoki qilovoltamper (VA), (kVA) larda o'lchanadi.

Shunday qilib,

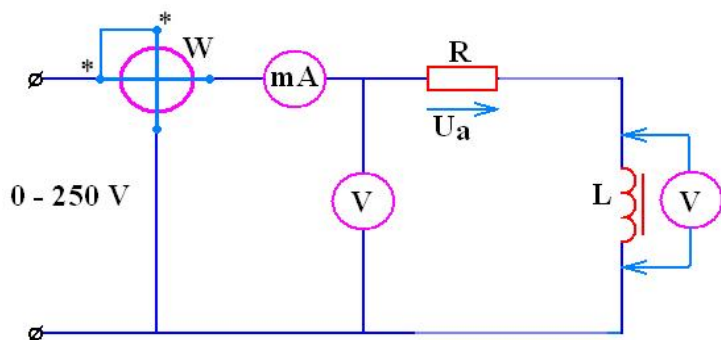
$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$$

Bu yerda, $\cos \varphi$ -**quvvat koeffitsienti** bo'lib, bu kattalik to'liq iste'mol qilinayotgan quvvatning qancha qismi ishchi aktiv quvvat ekanligini ko'rsatadi.

Bu quvvat $\pm Q = U \cdot I \sin \varphi$, (VAR, kVAR, MVAR) voltamperlarda o'lchanadi, **reaktiv quvvat** deb ataladi. «+Q» ishorasi **reaktiv induktiv quvvat**, «-Q» ishorasi esa **reaktiv sig'im quvvat** ekanligini bildiradi.

Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba stendi bilan tanishish, uning asosiy elementlari qarshilik, induktivlik va ularni sozlashni o'rganing.
2. Rasm-2.2.dagi sxemani yig'ing.



Rasm-2.2.

3. Kerakli asboblari:

- O'A1-0,6 kVt li vattmetr;
- O'A2-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- O'A3-250V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
- R1-PEV-7,5-750 Om qarshilikli rezistor;
- L o'zakli induktivlik g'altagi.

4. LATR kalitini «~0-250V» holatga keltiring.

5. Zanjir uchlarini tok ta'minoti «~0-250V» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.

6. O'zak yordamida g'altakning induktivligini o'zgartirib, zanjirdagi I tokni, aktiv va induktiv qarshiliklardagi U_R , U_L kuchlanishlarni hamda aktiv quvvat P ni vattmetr yordamida o'lchang va 2.1-jadval ga yozing.

2.1-jadval

№	O'lchangan					Hisoblangan								
	U_n	I	P	U_R	U_L	R	Z_L	X_L	r_L	L	$\cos \varphi$	Z_N	S	Q
	V	A	Vt	V	V	Om	Om	Om	Om	Gn		Om	VA	Var
1-o'zakli														
2-o'zaksiz														

7. O'lchash natijalariga asoslanib, quyidagi kattaliklarni hisoblab toping.

Zanjirning aktiv qarshiligi $R = \frac{U_R}{I}$, Om

G'altakning to'la qarshiligi $Z_L = \frac{U_L}{I}$, Om

G'altakning induktiv qarshiligi $X_L = \sqrt{Z_L^2 - r_L^2}$, Om

G'altakning aktiv qarshiligi $r_L = r_N - R$, Om $r_H = \frac{P}{I^2}$, Om

G'altakning induktivligi $L = \frac{X_L}{\omega}$, Gn

Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = \frac{P}{S}$

Zanjirning to'la qarshiligi $Z_H = \frac{U_H}{I}$, Om

Zanjirning to'la quvvati $S = U_n \cdot I$, V.A

Zanjirning reaktiv quvvati $Q = S \cdot \sin \varphi$ VAr

Eslatma: Vattmetr ko'rsatkichini 0,1 ga ko'paytirish kerak.

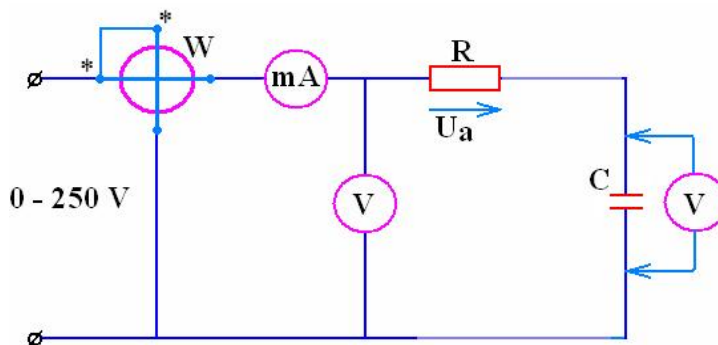
AKTIV, SIG'IM QARSHILIKLI O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRINI TEKSHIRISH

Ishning maqsadi: -Aktiv qarshilik va sig'im elementlardan tashkil topgan o'zgaruvchan tok zanjirini tekshirish.

-O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om va Kirxgof qonunlarini qo'llashni o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba stendi bilan tanishing, uning asosiy elementlari qarshilik, sig'im va ularni sozlashni o'rganing.
2. 3.1-rasmdagi sxemani yig'ing.



3.1-rasm

3. Kerakli asboblari:

- O'A1-0,6 kVt li vattmetr;
- O'A2-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- O'A3-250V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
- R1-PEV-7,5-750 Om qarshilikli rezistor;
- C1,C2,C3- 4mkF -400V li kondensatorlar .

4. LATR kalitini «~0-250V» holatga keltiring.

5. Zanjir uchlarini tok ta'minoti «~0-250V» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.

6. Kondesatorlarni har xil ulash yo'li bilan, sig'imni o'zgartirib, zanjirdagi tok kuchi I , aktiv qarshilik va sig'im qarshilikdagi U_R , U_C kuchlanish pasayishlarini hamda aktiv quvvat P ni vattmetr yordamida o'lchang va **3.1-jadval** ga yozing.

3.1-jadval

№	O'lchangan					Hisoblangan						
	U_n	I	P	U_R	U_C	R	Z_N	X_C	C	$\cos \varphi$	S	Q
	V	A	Vt	V	V	Om	Om	Om	F		VA	VAr
1												
2												

7. O'lchash natijalariga asoslanib, quyidagi kattaliklarni hisoblab toping.

Zanjirning aktiv qarshiligi $R = \frac{U_R}{I}$, Om

Zanjirning to'la qarshiligi $Z_H = \frac{U_H}{I}$, Om

Sig'im qarshilik $X_C = \frac{U_C}{I}$, Om

Kondesator sig'imi $C = \frac{1}{(\omega X_C)}$, F

Zanjirning to'la quvvati $S = U_n \cdot I$, V.A

Zanjirning reaktiv quvvati $Q = S \cdot \sin \varphi$ VAr

Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = \frac{P}{S}$.

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok uchun Om qonunini yozing. O'zgaruvchan va o'zgarmas toklar uchun Om qonunlari qanday farq qiladi?
2. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari uchun Kirxgof qonunlarini qo'llashning afzalliklari nimalardan iborat?
3. Aktiv qarshilik nima va u qanday aniqlanadi?
4. To'la va induktiv qarshiliklar qanday aniqlanadi?
5. Aktiv, reaktiv va to'la quvvat nima? Ular nimani xarakterlaydi? Ular qanday birliklarda o'lchanadi?
6. Quvvat koeffitsienti nima va u nimani ko'rsatadi?
7. Eng oddiy o'zgaruvchan tokning elektr zanjirlari uchun vektor diagrammalar qanday tuziladi?

3-TAJRIBA ISHI

UCH FAZALI ELEKTR ZANJIRIDA ISTE'MOLCHILARNI ULASH UCH FAZALI TOK ISTE'MOLCHILARINI YULDUZ USULIDA ULASH

Ishning maqsadi: -Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirida quvvat va quvvat koeffitsientini tajriba yo'li bilan aniqlashni o'rganish;
-Uch fazali tok zanjiri elementlarini yulduz usulida ulashni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

O'zgaruvchan tok zanjirida quvvatni ampermetr va voltmeter bilan o'lchab bo'lmaydi, chunki o'zgaruvchan tok zanjirining quvvati tok va kuchlanishdan tashqari quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ga xam bog'liqdir.

Shuning uchun o'zgaruvchan tok zanjiridagi quvvatni faqat elektrodinamik va ferrodinamik vattmetrlar bilan o'lchanadi.

Agar iste'molchi yulduz shaklida ulangan bo'lib, simmetrik bo'lsa:

$$I_A = I_B = I_C = 0 \quad \text{bundan} \quad I_C = -I_A - I_B$$

Demak, ikkita vattmetr ko'rsatgan quvvatlarning algebraik yig'indisi uch fazali zanjirning aktiv quvvatiga teng bo'ladi:

$$P = P_{W1} = P_{W2}$$

Ikki vattmetr usuli to'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni o'lchash uchun yaroqsizdir. Notekis nagruzkali to'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni o'lchash uchun uchta vattmetrdan foydalaniladi. Bunda xar bir vattmetr ayrim fazaning aktiv quvvatini o'lchaydi, ya'ni:

$$P_{AW} = U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A; \quad P_{BW} = U_B \cdot I_B \cdot \cos\varphi_B; \quad P_{CW} = U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati uchchala vattmetr ko'rsatgan quvvatlarning algebraik yig'indisiga teng: $P = P_{AW} + P_{BW} + P_{CW}$

Amalda bir vaqtning o'zida ikkita va uchta vattmetrlarning ko'rsatishini kuzatish juda qiyin, shuning uchun sanoatimizda uch simli zanjirlar uchun ikki elementli, xamda to'rt simli zanjirlar uchun uch elementli uch fazali vattmetrlar ishlab chiqariladi.

Bir fazali tok zanjirida ko'rilgan aktiv, reaktiv va to'la quvvat tushunchalari uch fazali tok zanjirida ham o'z ma'nosini to'la saqlaydi.

Yuk simmetrik va nosimmetrik bo'lganda yulduz usulida ulangan iste'molchilarning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarini hisoblash (aniqlash) formulalari quyidagicha:

1. Yuk nosimmetrik bo'lganda xar bir fazaning quvvati aloxida hisoblab topiladi.

$$\text{Aktiv quvvatlar: } P_A = U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A \quad P_B = U_B \cdot I_B \cdot \cos\varphi_B \quad P_C = U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati, aloxida fazalar aktiv quvvatlar yig'indisiga teng, ya'ni

$$P = P_A + P_B + P_C$$

Reaktiv quvvatlar: $Q_A = U_A \cdot I_A \cdot \sin\varphi_A;$

$$Q_B = U_B \cdot I_B \cdot \sin\varphi_B;$$

$$Q_C = U_C \cdot I_C \cdot \sin\varphi_C$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati aloxida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

Uch fazali zanjirning to'la quvvati:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

2. Yuk simmetrik bo'lganda

$$\begin{array}{ll} P_A = P_B = P_C = P_F & Q_A = Q_B = Q_C = Q_F \\ S_A = S_B = S_C = S_F & S_L = 3 \cdot S_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \end{array}$$

ga teng bo'ladi.

Iste'molchi yulduz usulida $I_L = I_F$ va $U_L = \sqrt{3} \cdot U_F$ ekanligini hisobga olib aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni aniqlashning quyidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi_F \quad Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

Ishni bajarish tartibi

1. Rasm-6.1 da keltirilagan sxemani yig'ing.

- Kerakli asboblari:
 - $O'A$ $1-0.6$ KVt li vattmetr;
 - $O'A_2$, $O'A_3$, $O'A_4-300$ mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
 - $L1-L9$ chug'lanma lampalar (25 220 V)

- $O'A_5$ -250 V li voltmetr;
 - $U1, U2$ -ulagichlar.

- Sxemani A, B, C, O uch fazali manbaaning "3~220V" "bog'ichlariga ulang.

- Simmetrik ($U2$ -ulanagan, $U1$ -ulanmagan) yuk uchun, nol sim ulangan va ulanmagan holatlar uchun o'lchash asboblari ko'rsatishini yozing.

- Nosimmetrik ($U1$ -ulanmagan, $U2$ -ulanagan)

yuk uchun yuqoridagi ishlarni bajaring, so'ngra sxemani manbadan uzib qo'ying.

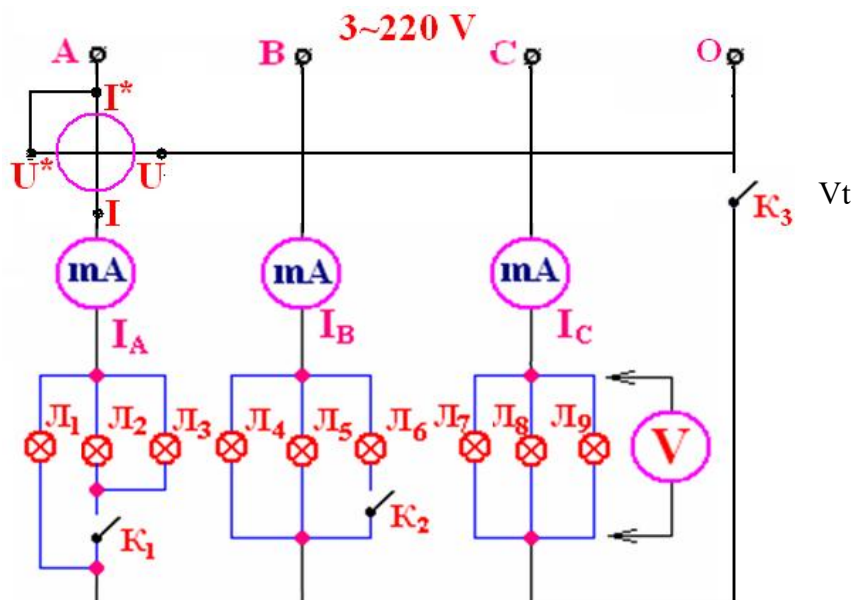
- Olingan natijalarga asoslanib, bitta faza uchun va butun zanjir uchun aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarni hamda aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni hisoblang va **6.1** va **6.2-jadvallarga** yozing..

- Nosimmetrik holat uchun tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini chizing.

$$S_f = U_f I_f; \cos \varphi_f = P_f / S_f; Q_f = S_f \sin \varphi_f$$

Simmetrik yuklar uchun: $S = 3 \cdot S_f; P = 3 \cdot P_f; Q = 3 \cdot Q_f$

Nosimmetrik yuklar uchun: $S = S_{f1} = S_{f2} = S_{f3} \quad P = P_{f1} = P_{f2} = P_{f3} \quad Q = Q_{f1} = Q_{f2} = Q_{f3}$



Rasm-6.1

6.1- jadval

Yuklama turi	$P_A, (Vt)$	$P_B, (Vt)$	$I_A, (A)$	$I_B, (A)$	$I_C, (A)$	$U_{AB}, (v)$	$U_{AC}, (v)$	$U_{BC}, (v)$
Simmetrik								
Nosimmetrik								

6.2- jadval

Yuklama turi	P_C	Q_A	Q_V	Q_C	S_A	S_V	S_C	P	Q	S
Simmetrik										
Nosimmetrik										

Sinov savollari

- Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjiridagi foydali quvvatlarni o'lchashning qanday usullari bor?
- Qanday xollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari bitta vattmetr usuli bilan o'lchanadi?
- Qanday xollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari ikki vattmetr usulida o'lchanadi?
- Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?
- Nol (0)simning vazifasi nimalardan iborat?

UCH FAZALI TOK ISTE'MOLCHILARINI «UCHBURCHAK» USULIDA ULASH

Ishning maqsadi: Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirida iste'molchilarni "Uchburchak" usulida ulanganda tekis va notekis yuklamalarda faza hamda liniya toklarini o'zgarishini o'rganish.

Ishni bajarish tartibi

- 7.1-rasmga asosan sxemani yig'ing.

- Kerakli asboblari:

- $O'A$ $1-0.6$ KVt li vattmetr;
- $O'A_2$, $O'A_3$, $O'A_4-300$ mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- $L1-L9$ chug'lanma lampalar (25 Vt 220 V)

- **0'45 -250 V** li voltmetr;

- **U1,U2**-ulagichlar.

3. Sxemaning manbaning **A B C** bog'ichlaridagi "**3-220V**" bog'ichlarga ulang.

4. Simmetrik (ulagich **U1** ulangan, **U2** ulanmagan) yukda o'lchov asboblarni ko'rsatkichlarini jadvalga yozing.

5. Ulagichlar **U1** ulanmagan, **U2** ulangan holatlar, ya'ni nosimmetrik yukda o'lchov asboblarni ko'rsatkichlarini jadvalga yozing.

6. O'lchash natijalari asosida zanjir fazalaridagi aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni (**P_f**, **Q_f**, **S_f**) hisoblang va **7.1-jadval**ga yozing.

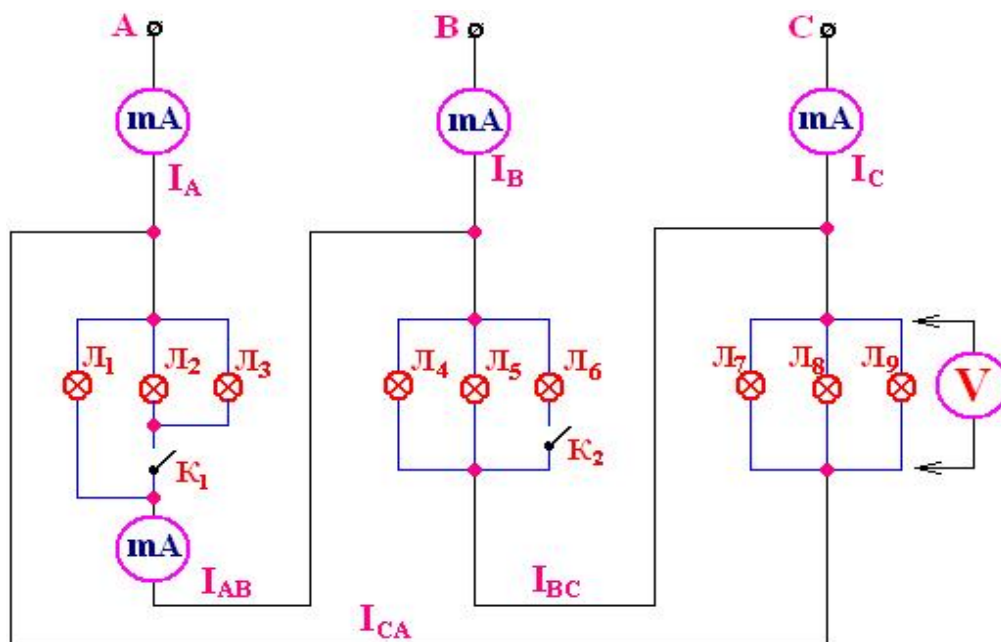
7. Sungra uch fazali zanjirining umumiy aktiv quvvatni **P** ni, reaktiv quvvatni **Q** ni va to'la quvvat **S** ni hisoblang **7.2-jadval**.

7.1- jadval

Yuklama turi	P _A (Vt)	P _B (Vt)	I _A (A)	I _B (A)	I _C (A)	U _{AB} (V)	U _{AC} (V)	U _{BC} (V)
Simmetrik								
Nosimmetrik								

7.2- jadval

Yuklama turi	P _C	Q _A	Q _V	Q _C	S _A	S _V	S _C	P	Q	S
Simmetrik										
Nosimmetrik										



7.1-rasm

Sinov savollari

1. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjiridagi foydali quvvatlarni o'lchashning qanday usullari bor?
2. Qanday xollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari bitta vattmetr usuli bilan o'lchanadi?
3. Qanday xollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari ikki vattmetr usulida o'lchanadi?
4. Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?
5. Nol simning vazifasi nimalardan iborat?
6. To'la quvvat deganda nimani tushunasiz?

4- Tajriba ishi.

Elektr o'lchov qurilmalarining xatoliklarini aniqlash

1. Ishning maqsadi

- Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirida bajarilgan quvvat va energiyani o'lchash usullari bilan tanishish.
- O'zgaruvchan tok zanjirlaridagi foydali quvvatni o'lchaganda paydo bo'ladigan xatoliklarni hisoblashni o'rganish.

2. Nazariy ma'lumotlar

Elektr ulchov asboblarning ko'rsatishi A_x har doim o'lchanayotgan miqdorning xaqiqiy qiymati A_o dan farq qiladi, bu farq mutlak (absalyut) xatolik deyiladi:

$$\Delta A = A_x - A_o$$

Mutloq xatolikka teskari ishora bilan olingan miqdor tuzatma deyiladi. Absalyut xatolik ΔA ning o'lchanayotgan miqdorining xaqiqiy qiymatini A_o ga nisbati nisbiy xatolik deyiladi:

$$\alpha = \Delta A / A_o \cdot 100\%$$

Ko'pincha A_x bilan A_o juda kam farq qiladi, shuning uchun

$$\alpha \approx \Delta A / A_x \cdot 100\%$$

deb olish mumkin. Absalyut xatolikning ayni asbobning chekka qiymatiga nisbati keltirilgan xatolik deyiladi:

$$\gamma = \Delta A / A_{\text{chek}} \cdot 100\%$$

Tekshirilayotgan o'lchov asbobini tekshirish sifati asosan uni tekshirish uchun tanlangan namuna asbobning aniqlik darajasiga bo'lgan, shuning uchun namuna asbob sifatida aniqlik sinfi yuqori bo'lgan asboblarda ishlatiladi.

O'lchash asboblarning ko'rfasi (variasiyasi) qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\gamma_{\text{kur}} = \Delta X / X_{\text{ek}} \cdot 100\% = (X_{\text{ort}} - X_{\text{kam}}) / X_{\text{ek}} \cdot 100\%$$

X_{ort} va X_{kam} - o'lchanayotgan kattalikning ortuvchan va kamayuvchan tomon buyicha qiymatlarining eng katta farqi.

X_{ek} - o'lchash kattaligining eng katta qiymati.

3. Ishni bajarish tartibi

1. *Magnitoelektrik tizimdagi voltmetrni tekshirish.*

a) Rasm-1.1da keltirilgan sxemani yig'ing.

b) Kerakli asboblarda:

R_n - reostat;

V_n - namuna voltmetr (0-100 V);

V_x - tekshirilayotgan voltmetr (0-100 V)

v) Sxemani manbaga ulang va reostat R_n orqali V_x - ni ko'rsatishini 10 V dan 90 V gacha o'zgartiring va har 10 V dan keyin V_n - ni ko'rsatishini yozib boring.

g) Reostat R_n orqali V_x ni ko'rsatishini 90 V dan 10 V gacha kamaytiring va har 10 V dan keyin V_n -ni ko'rsatishini yozib boring.

d) O'lchash natijalari asosida xatoliklarni hisoblang.



Rasm-1.1.

1.1-Jadval

№	U_x	$U_{N(\text{oshir})}$	$U_{N(\text{kamay})}$	Δ_{oshir}	Δ_{kamay}	γ	γ (Ko'rfasi)
	U	U	U	U	U	%	%
1							
2							
3							

Voltmetr qarshiligini o'lchash

- Voltmetrni qarshiligini o'lchash uchun 1.1-rasmda ko'rsatilgan sxemani yig'ing va zanjirdagi V_x voltmetrga ketma-ket qilib milliampermetr mA ulanadi.
- LATR yoki R_n reostat orkali V_x ga 5-6 xil qiymatga ega kuchlanish bering va yozib oling.
- Zanjirning bir qismi uchun Ohm qonunidan foydalanib V_x ni qarshiligini va quvvatni hisoblang.

1.2-Jadval

N _o	U_x (B)	A (mA)	R_v (Om)	P_v (Vt)
1				
2				
3				

Ampermetrni tekshirish

- Rasm-1.2da ko'rsatilgan sxemani yig'ing.
- Sxemani manbaga ulang va reostat R_n yordamida 1 A dan 6 A gacha A_x ni o'zgartiring va har 1A dan so'ng A_n ni ko'rsatishini yozib boring.
- Reostat R_n orqali A_x ni ko'rsatishini 6 A dan 1 A gacha o'zgartiring va har bir 1A dan so'ng A_n ni ko'rsatishini yozing.
- O'lchash natijalari asosida xatoliklarni hisoblang.



Rasm-1.2.

1.3-Jadval

N _o	I_x	I_N (oshir)	I_N (kamay)	Δ (oshir)	Δ (kamay)	γ	γ (kurfasi)
	A	A	A	A	A	%	%
1							
2							
3							

Ampermetr qarshiligini o'lchash.

- Ampermetrning qarshiligini o'lchash uchun 1.2-rasmda berilgan sxemani yig'ing va shu zanjirdagi ampermetr A_x ga parallel qilib millivoltmetr mV ni ulang.
- R_n reostat yordamida ampermetr A_x dan 4-5 xil qiymatga ega tok kuchini o'tkazib, A_x va mV ko'rsatgan natijalarni yozing.
- O'lchash natijalari asosida xatoliklarni hisoblang.

1.4-Jadval

N _o	I_x (A)	U (mB)	R_A (Om)	P_A (Bt)
1				
2				
3				

Sinov savollari

- Tuzatma deganda nimani tushinasizh
- Mutloq, nisbiy va keltirilgan xatoliklar nimah
- Asbob ko'rsatishining ko'rfasi qanday aniqlanadih
- Ampermetr va voltmetr qanday qarshiliklarga ega bo'lishi kerak va nima uchunh
- Ampermetr va voltmetrlarni qanday turlari mavjudh
- Ampermetr va voltmetrlarni o'lchash chegaralari qanday qilib kengaytiriladih

5- Tajriba ishi.

BIR FAZALI TRANSFORMATORNIQISQA TUTASHUV REJIMIDA TEKSHIRISH

1.Ishning maqsadi

- ◆ Transformatorni tuzilishi va ish rejimlari bilan tanishish;
- ◆ Transformatorning asosiy ish tavsiflarini o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Transformator bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr energiyasini, chastotasini o'zgartirmay, boshqa xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirib beradigan elektromagnit apparatdir. Bir fazali transformator po'lat o'zakdan va ikkita chulg'amdan iborat. Manbaga ulanadigan chulg'am birlamchi, iste'molchiga ulanadigani esa ikqilamchi chulg'am deyilib, ularning o'ramlar soni tegishli ω_1 va ω_2 xarflari bilan belgilanadi.

Xar bir transformator to'la quvvatining nominal qiymati S_{NOM} (VA, kVA), chulg'amlarning o'ramlar soni ω_1 va ω_2 , nominal kuchlanishlar U_{1NOM} va U_{2NOM} (V, kV) bilan xarakterlanadi. Transformator xaqida to'larok ma'lumotga ega bo'lish uchun uning salt ishlash, qisqa tutashuv va yuklama rejimlaridan olingan xarakteristikalarini bilish kerak bo'ladi. Biz quyida bu rejimlardan ikkitasini tajribada ko'ramiz.

3.Ishni bajarish tartibi

1.Rasm-9.1 dagi sxemani yig'ing.

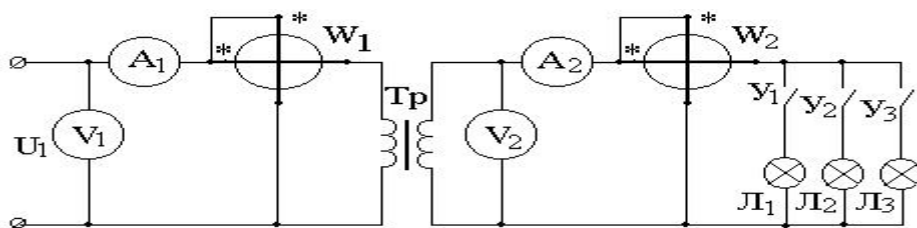


Рис-9.1.

2.Kerakli asboblari:

- ◆ V1-250V li o'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- ◆ A1-300 mA li o'zgaruvchan tok ampermetri;
- ◆ W1; W2-0,6 kVt li vattmetr;
- ◆ V2-150V li o'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- ◆ A2-1A li o'zgaruvchan tok ampermetri;
- ◆ Tr-bir fazali transformator;
- ◆ U1; U2; U3- ulagichlar;
- ◆ L1; L2; L3-25Vt, 220V li chug'lanma lampalar.

3. Sxemani "0-250V" bog'ichlarga ulang, ulagichlar U1, U2 va U3 lar uzilgan holat uchun, ya'ni salt ishlash rejimi uchun transformatorni tekshiring.

4. LATR yordamida transformatorning birlamchi chulg'amidagi kuchlanishni 250 V ga keltiring va o'lchov asboblari ko'rsatishini yozing.

5. O'lchash natijalari asosida quyidagilarni hisoblang:

Transformatsiya koeffitsienti $K = \frac{U_{1n}}{U_2}$

Transformatorning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarini:

$$Z_0 = \frac{U_{1n}}{I_0}; \quad r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}; \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}.$$

6. Sxemani manbadan uzmagun xolda ulagichlar U1, U2 va U3 lar yordamida L1, L2 va L3 larni birlamchi ulang va o'lchash asboblari ko'rsatishlarini yozing.

7. Sxemani manbadan uzing va o'lchash natijalari asosida ko'rsatilgan kattaliklarni hisoblang.

8. Transformatorning tashqi xarakteristikasini, ya'ni $U_2=f(I_2)$ bog'lanish grafigini chizing.

O'lchash natijalari				Hisoblash natijalari			
$U_{1n}(V)$	$U_{20}(V)$	$I_0(A)$	$P_0(Vt)$	$Z_0(Ohm)$	$r_0(Ohm)$	$X_0(Ohm)$	K_{tr}

Sinov savollari

1. Transformatorni ishlash printsipini va tuzilishini tushuntiring.
2. Transformatsiya koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?
3. Transformatorning tashqi xarakteristikasi nima?
4. Transformatorning qanday turlarini bilasiz?
5. Transformatorning axamiyati nimadan iborat?

6-TAJRIBA ISHI

ASINXRON DVIGATELNI YURGIZISH VA REVERSLASH

Ishning maqsadi: -Asinxron dvigatelni ishlash printsipini va ishga tushirishni o'rganish;
-Asinxron dvigatelni reverslashni va to'xtatish usullarini o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Asinxron mashinani tuzilishi stator va rotordan iborat. Asinxron mashinani rotori sinxron bo'lmagan chastota bilan aylanadi. Rotorning tuzilishiga ko'ra asinxron motorlar:

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli
2. Faza rotorli asinxron motorlarga bo'linadi.

Asinxron dvigatelni yurgizish uchun uning stator chulg'ami uch fazali tok tarmog'iga ulanishi lozim.

Asinxron dvigatelda stator zanjiri rotor zanjiri bilan elektr jihatdan o'zaro bog'lanmagan. Stator chulg'amlari tarmoq kuchlanishiga ulanganda chulg'amlardan o'tadigan uch fazali tok energiyasi rotorga magnit maydoni vositasida uzatiladi.

Stator chulg'amiga tarmoqdan uch fazali kuchlanish berilsa, uning ta'sirida stator chulg'amidan tok o'tib, aylanuvchi magnit maydon hosil qiladi. Aylanuvchi magnit maydon stator va rotor chulg'amlarini kesib o'tib, ularda y_{e1} va y_{e2} eyuk larni induktsiyalaydi. Har qanday berk zanjirda eyuk uyg'otilsa unda tok paydo bo'ladi. Demak, EYuK ta'sirida rotor chulg'amida tok paydo bo'ladi. Tok bilan magnit maydon o'zaro ta'sirlashib elektromagnit kuchlarni vujudga keltiradi. Rotor chulg'amlariga ta'sir etuvchi kuchlar uni aylantiradigan elektromagnit momentni hosil qiladi. Natijada rotor ham qandaydir n_2 tezlik bilan aylanma magnit maydon yo'nalishida aylana boshlaydi. Demak, *asinxron dvigatelning ishlash printsipi aylanma magnit maydoni bilan rotorning qisqa tutashtirilgan chulg'amida hosil bo'ladigan toklarning o'zaro ta'siriga asoslangan ekan.*

Ayrim fazalari bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan stator chulg'amlarining toki, fazoda bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan magnitlovchi kuchlarni va stator ichida ma'lum bir tezlikda aylanadigan aylanma magnit maydonini hosil qiladi.

Chulg'amlarni tarmoqqa ulaydigan uchta simdan ikkitasining o'zni o'zgartirilsa, aylanma magnit maydonining aylanish yo'nalishi o'zgaradi.

Statorda hosil bo'ladigan magnit maydonining aylanish chastotasi o'zgaruvchan tok chastotasining qiymatiga to'g'ri proporsional va juft qutblar soniga teskari proporsional bo'ladi. Aylanma magnit maydonining aylanish chastotasi n_1 bilan belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi:

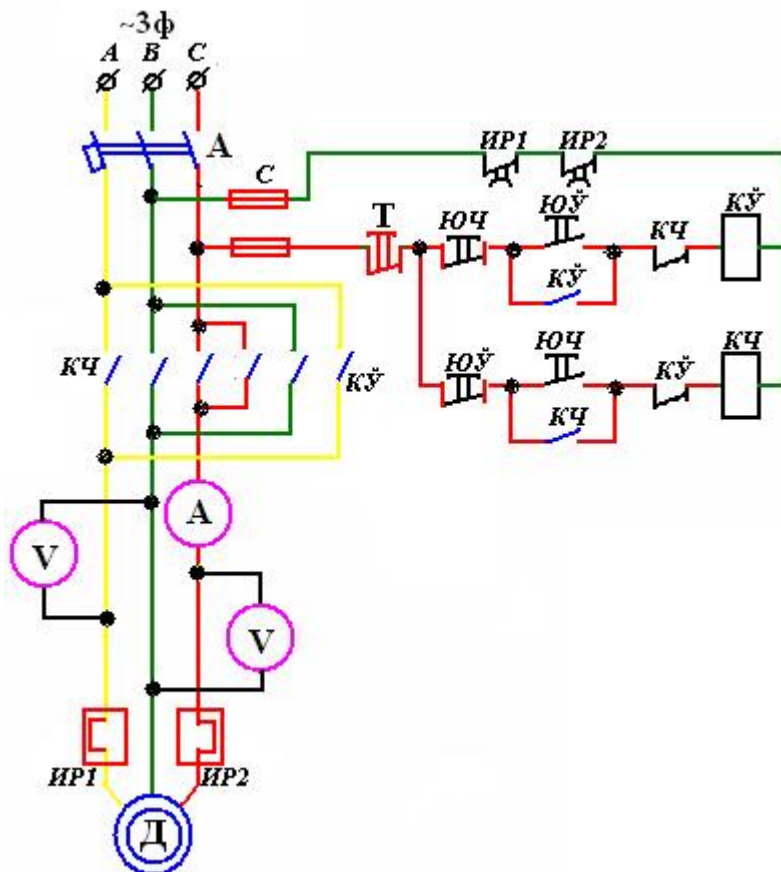
$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

Asinxron dvigatelning stator chulg'amlari tarmoqqa ulanganda uning rotori aylana boshlaydi. Rotorning tezligi n_2 asta sekin o'sib boradi, lekin magnit maydonining tezligiga yeta olmaydi. *Asinxron dvigatelda rotorning aylanish tezligi magnit maydonining aylanish tezligidan doimo kichik ($n_2 < n_1$) bo'ladi.* Bu xususiyat faqat asinxron dvigatellarga xos bo'lgan xususiyatdir.

Asinxron dvigatelni avtomatik tormozlash induktsion tipdagi tezlik relesi asosida amalga oshiriladi. AD ishlab turgan paytda aylanish yo'nalishiga qarab tegishli kontaktlar ulangan bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. 8.1-rasmdagi sxemani yig'ing.



8.1-rasm

2. Sxemani ishga tushirish uchun birinchi navbatda *A* avtomat o'chirgich orqali uni uch fazali tarmoqqa ulanadi.
3. Dvigatelni yurgizish uchun boshqarish sxemasidagi *YuO* tugmasi bosiladi.
4. Bunda *KO'* magnit ishga tushurgichni g'altagi kuchlanish olib, o'zini "*blok*" kontakti va asosiy kontaktlari *KO'* larni yopadi. Yopiq bo'lgan *KO'* kontaktlarni ochadi.
5. Dvigatel ishga tushganda *KO'* g'altagi kuchlanish olganligi sababli, kuch zanjiridagi *KO'* larni yopganligi sababli, *KO'* asosiy kontaktlar orqali dvigatel bir tomonga yo'nalish olib aylanadi.
6. Dvigatel to'xtatish uchun "*T*" to'xtatish tugmasi bosiladi. Dvigatel tarmoqdan uzilgandan keyin dvigatelni tezligi birdan pasayishi natijasida *K2* kontakti yopiladi. Natijada *KCH* asosiy kontaktlar yopilib dvigatelni reverslaydi, ya'ni statorda hosil qilingan elektromagnit maydon teskari yo'nalishda aylana boshlaydi. Bunda tormozlovchi elektromagnit moment yuzaga keladi. Rotor aylanishi nolga yaqinlashgach *RKS* relesi kontaktlari uzilib *2KCh* chulg'amli tokdan uziladi va dvigatel to'xtaydi.

Sinov savollari

1. AD ni ishlash printsipini tushuntiring?
2. Berilgan AD ni texnik ko'rsatkichlarini ayting?
3. Reverslash usuli bilan tormozlashni tushuntiring?
4. Bu usulni kamchiliklari va afzalliklari nimalardan iborat?
5. AD ni avtomatik tormozlash sxemasini tushuntirib bering.

7-Tajriba ishi.

Mavzu: Asinxron dvigatelni quvvat koefitsientini oshirish

Tajriba ishini maqsadi: Asinxron dvigatelni quvvat koefitsientini oshirish va tahlil qilish.

Nazariy ma'lumotlar.

Reaktiv quvvatni o'rnini qoplash to'g'risida umumiy ma'lumotlar va reaktiv quvvat o'rnini qoplash vazifalari:

Reaktiv quvvatning bir qismini generatorlardan, qolgan qismini korxonalarga o'rnatiladigan mahalliy manbalardan olish mumkin. Iste'molchilar uchun reaktiv quvvatni korxonalardagi mahalliy manbalarda olishga reaktiv quvvatni o'rnini qoplash (kompensatsiyalash) deyiladi (RQO'Q). RQO'Q elektr ta'minot sistemasining iqtisodiy va texnik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi. Elektr tarmoqlarda elektr energiyasini uzatish jarayonini ko'rib chiqamiz.

Uzatilayotgan to'la quvvat:
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5.1)$$

va o'tayotgan tok
$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} U_n} \quad (5.2)$$

(5.1) va (5.2)-larda reaktiv quvvat to'la ravishda liniya boshidagi manba energosistemaning rayon podstantsiyasidan olinadi deb faraz qilinadi. Liniya oxirida (korxonada) quvvati Q_k bo'lgan mahalliy reaktiv quvvat manbalari o'rnatilganda to'la quvvat va tok quyidagicha bo'lishi mumkin:

$$S = \sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2} \quad (5.3)$$

va tok
$$I = \frac{\sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}}{\sqrt{3} U_n} \quad (5.4)$$

bu yerda Q_k -o'rnini qoplash qurilmasi bo'lgan mahalliy manbaning quvvati. $S' < S$ bo'lgani uchun mahalliy manbalardan foydalanish ETS-dagi transformatorlar soni yoki quvvatini kamaytirish mumkin; $I' < I$ bo'lgani uchun elektr uzatish liniyasining kesim yuzasi kamayadi yoki o'tkazish qobiliyati ortadi, liniyadagi reaktiv quvvat uzatishda hosil bo'ladigan qo'shimcha aktiv quvvat yo'qotishlari kamayadi.

Reaktiv quvvat iste'molini kamaytirish usullari:

Reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilari quyidagilar:

1. Asinxron motorlar (AD)-ular umumiy reaktiv quvvatning 60% iste'mol qiladi.
2. Kuch transformatorlari reaktiv quvvatning taxminan 20% iste'mol qiladi.
3. Boshqariluvchi to'g'rilagichlar, induksion pechlar va boshqalar taxminan 15-20% iste'mol qiladi.

Korxona va tsexlar bo'yicha sistemadan olinadigan reaktiv quvvat iste'molini kamaytirish uchun kuchlanishi 1000-gacha va 1000-dan yuqori kondensator batareyalari (KB), yuqori kuchlanishli sinxron motorlar (SM), sinxron kompensatorlar va reaktiv quvvatning statik manbalari ishlatiladi. Bundan tashqari texnologik mexanizmlarning va elektr qurilmalarining ishlash jarayoniga va tuzilishiga ta'sir qilib, reaktiv quvvat iste'molini kamaytirish mumkin. ETS-ni loyihalash va ishlatishda reaktiv quvvat o'rnini qoplash uchun ikki xil tadbirlar ishlatiladi:

1. Maxsus reaktiv quvvat manbasi ishlatilgan holda uni qoplash;
2. Maxsus manba ishlatmasdan texnologik jarayonga, elektr qurilmasi konstruktsiyasiga va parametrlariga ta'sir qilib o'rnini qoplash tadbirlari.

SHu tadbirlarini ko'rib chiqamiz:

1. Mexanizm yoki stanokdagi asinxron motorning salt yurish vaqtini cheklash. Chunki, AD salt yurganda asosan reaktiv quvvatni iste'mol qiladi va uning quvvat koefitsienti so'g' kichik qiymatga ega. SHuning uchun salt yurish vaqti 10 soniyadan ortiq bo'lgan motorni tarmoqdan avtomatik uzuvchi moslama o'rnatiladi.
2. Mexanizm konstruktsiyasi imkon bersa, yuklash koefitsienti kichik bo'lgan AD-larni kichikroq quvvatli motorga almashtirish. Bunda motorning yuklanish koefitsienti $K_{yu} < 0,45$ bo'lsa, katta

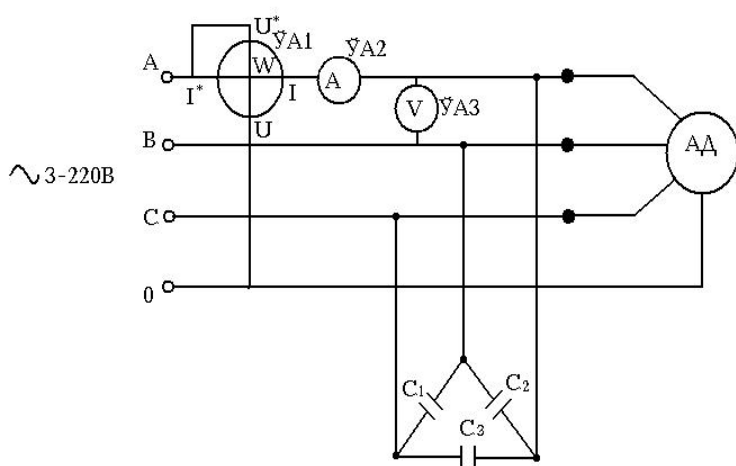
quvvatli motorni kichik quvvatli bilan iqtisodiy hisoblar bajarmasdan almashtirish mumkin. Agar $0,45JK_{yu} < 0,7$ bo'lsa, texnika-iqtisodiy hisoblar asosida almashtirish mumkin.

3. Kam yuklangan AD va SM-larni stator cho'lg'amlariga beradigan kuchlanishni cho'lg'amlarni uchburchakdan yulduzga qayta ulash orqali kamaytirishi bilan reaktiv quvvat iste'molini qisqartirish. Buni nominal kuchlanishda cho'lg'amlari uchburchak usuliga ulanadigan 4A seriyasidagi motorlar uchun qo'llash mumkin.
4. Imkoni boricha doimiy ish rejimiga ega mexanizmlarda o'rnatilgan AD-larni SM-lar bilan almashtirish (nasoslar, kompressorlar, ventilyatorlar). CHunki SM reaktiv quvvatni iste'mol qilmasdan, o'zi ishlab chiqarib, tarmoqqa berishi mumkin.
5. O'zgaras ish rejimli mexanizmlar uchun (katta quvvatli nasoslar, kompressorlar, ventilyatorlar uchun) yangidan loyihalash davrida SM o'rnatishni ko'zda tutish.

Yuqoridagi tadbirlarni bajarish uchun kapital mablag'lar kam sarflanadi. SHuning uchun ularni birinchi navbatda bajarib, so'ngra zarur bo'lsa reaktiv quvvatning maxsus manbalarini qo'llash mumkin.

3. Ishni bajarish tartibi.

1. Tajriba stendi bilan tanishing, rasm-3.3 dagi sxemani yig'ing.



3.3-rasm. Reaktiv energiyani kompensatsiya qilish sxemasi.

3. Kerakli asboblari:

- UA1-0,6 kVt li vattmetri;
- UA2-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- UA3-250V li o'zgaruvchan tok voltmetri;

-S1,S2,S3 kondensatorlar;

-L-L1 O'zakli induktivlik galtagi.

4. Sxemani ~3*220Vli kuchlanish manbaiga ulang.

5. O'lchash natijalariga asoslanib (sig'imlar kompensatsiya qurilmasi ulanganda va ulanmagan xolatida) S,P,I,V kattaliklarini hisoblang va jadvalga kiriting.

3.1-jadval

№	O'lchash natijalari			Xisoblash natijalari		
	P, Vt	U, V	I, A	S, VA	Cos φ	tgφ
Sig'imlar ulanmaganda						
Sig'imlar ulanganda						

Sinov savollari

1. Reaktiv va aktiv quvvat nima?
2. Reaktiv quvvatni elektr energiya tizimiga ta'siri nimalar bilan belgilanadi?
3. Reaktiv quvvatni kamaytirish usullarini keltiring.
4. Reaktiv quvvatni aniqlash usullarini ayting.
5. Quvvat koeffitsienti nima?

Tajriba ishi №8

Uch fazali sinxron generatorni tekshirish

Ishning maqsadi:

Sinxron dvigatelni ishga tushirish, ishdan to'xtatish sxemalari va uning elementlarini o'rganish. Sinxron dvigatelni boshqarish bo'yicha ko'nikmalar xosil qilish.

I. Ishni bajarish tartibi

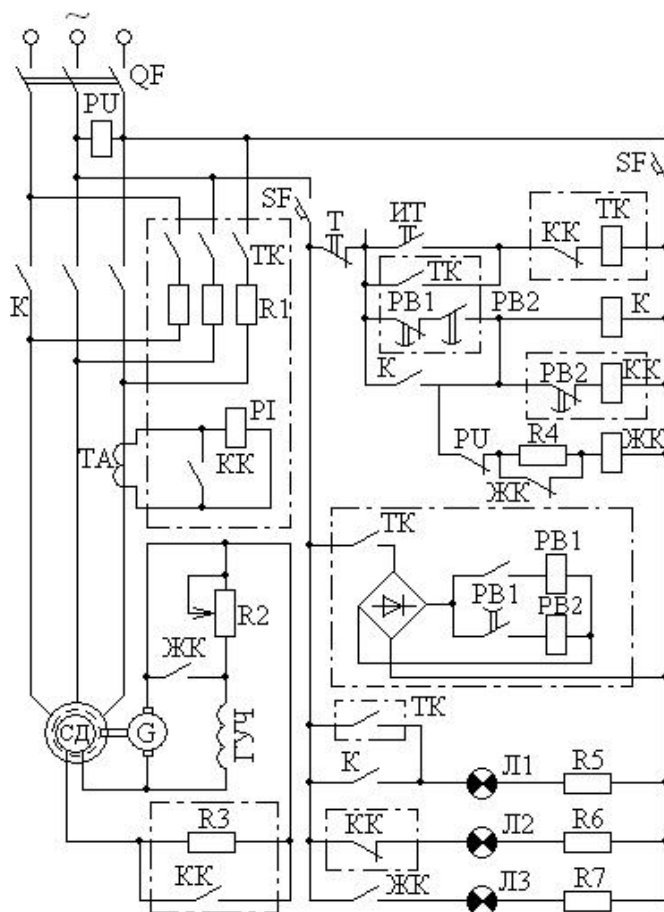
Tajriba ishini bajarishdan oldin talaba tajriba ishi to'g'risidagi nazariy ma'lumotlar bilan tanishadi. Tajriba ishi nasos stantsiyalari, energetika va aloqa boshqarmasining laboratoriyasida mutaxassis nazorati ostida bajariladi.

II. Tajriba ishi to'g'risida nazariy ma'lumotlar

Sinxron dvigatellarni boshqarish. Sinxron dvigatellarni PN 7401 rusumli boshqarish stantsiyasini sxemasi rasm-1 da keltirilgan. Bunday stantsiyalar quvvati 50 dan 400 kVt, kuchlanishi 220, 380 va 500 V bo'lgan sinxron dvigatellarni ishga tushirish va to'xtatishda foydalaniladi.

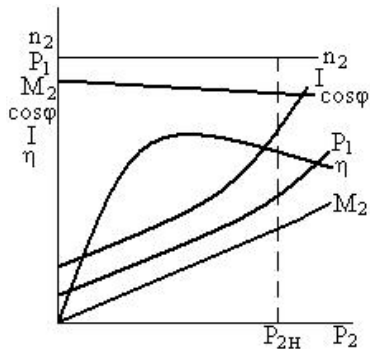
SD ni ishga tushirish IT knopkasini bosish bilan amalga oshiriladi, bunda tezlashtirish kontaktori TK ulanadi va SD energiya tarmog'iga R1 rezistor orqali ulanadi. Ishga tushirish toki ta'sirida rele (RT) ishga tushadi, o'z navbatida u liniya kontaktori zanjirini ulashga tayyorlovchi vaqt relelarini (RV1, RV2) ulaydi. SD harakatga keladi, uni qo'zg'atish chulg'ami zanjiriga rezistor (R3) orqali qo'zg'atish toki beriladi. SD stator chulg'ami zanjiridagi tok rele PI ni sozlash tokidan kamayganda rele yakorini qo'yib yuboradi va RV1 vaqt rele si energiya ta'minotidan uziladi. Buning natijasida ma'lum vaqtdan so'ng (releni kutish vaqti) kontaktor (K) ulanadi va SD ni elektr tarmog'iga to'g'ridan-to'g'ri ulanishini ta'minlaydi.

RV2 vaqt rele si ma'lum kutish vaqti bilan qo'zg'atish kontaktorini (KK) ulaydi. Uni KK kontakti SD ni qo'zg'atish zanjiridagi R3 rezistorni shuntlaydi va SD sinxronlashga tortadi. Bir vaqtni o'zida qo'zg'atish kontaktori (KK) tezlashtirish kontaktori (TK) va PI releni uzadi.



Rasm-1. Sinxron dvigatellarni PN 7401 boshqarish stantsiyasi yordamida ishga tushirish sxemasi.

Sinxron dvigatelning ish xarakteristikalar



n , R_1 , $\cos \varphi$, I , η va M_2 qiymatlarining dvigatel validagi foydali quvvat R_2 ga bog'lanishini ifodalovchi grafiklar sinxron dvigatelning ish xarakteristikalarini deb ataladi.

Bunda n -dvigatel valini aylanish tezligi.

Rasm-2 . Sinxron dvigatelning ish xarakteristikalarini.

Uning qiymati yuklamaga bog'liq bo'lmay, o'zgarmas, ya'ni $n = \text{const}$ bo'ladi; $R_1 = R_2 + \Delta R$ —dvigatelga berilgan quvvat; $\cos \varphi$ —quvvat koeffitsientining qiymati bo'lib, yuklamaning ko'payishi bilan bir ozgina kamayadi; I —stator chulg'amidagi tok bo'lib, yuklama ko'payishi bilan $\cos \varphi$ bir oz kamaygani uchun uning qiymati R_1 ga nisbatan tezroq o'zgaradi; η —foydali ish koeffitsienti, uning eng yuqori qiymati nominal yuklamaning (0,5÷0,75) R_n qiymatida sodir bo'ladi; $M_2 = \frac{P_2}{\omega}$ dvigatel validagi aylantiruvchi foydali moment bo'lib, uning qiymati $\omega = \text{const}$ bo'lgani uchun R_2 ga mutanosib ravishda o'zgaradi. Rasmda sinxron dvigatelning ish xarakteristikalarini ko'rsatilgan.

Nazorat savollari

1. SD qanday qismlardan iborat.
2. SD ni ishlash printsiplarini ayting.
3. SD ni ish xarakteristikalariga tushuncha bering.
4. SD ni tormozlash usullarini ayting.
5. SD ni ishga tushirish sxemasini tushuntiring.
6. SD ni ishga tushirish sxemasida qanday ximoya tizimlari qo'llanilgan.
7. SD li EYu ga mosillar keltiring.

9-Tajriba ishi.

BIR VA IKKI YARIM DAVRLI TO'G'RILAGICHNI TEKSHIRISH

1.Ishning maqsadi

- **p-n** o'tishni o'rganish;
- yarim o'tkazgichli diodni TKECH (VAX) ni olishni o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Yarim o'tkazgichli diodlar deb ikkita elektrod va bitta r-p o'tishlarga ega asboblarga aytiladi. Real diodni VAX —i ideal r-p o'tish xarakteristikalaridan bir oz farq qiladi. Dioddagi to'g'ri kuchlanishning tushuvi r-p o'tish kuchlanishidan katta. Bu tokni yarim o'tkazgich qatlamlarini kalitligidan o'tishiga bog'liq. r-p o'tishli ikki qatlamli yarim o'tkazgichli asbob yarim o'tkazgichli diod diod deyiladi.

Agar elektr energiyasi manbaning musbat qutbi yarim o'tkazgichli diodning r-soxasi bilan biriktirilsa, bu xolda manbaning elektr maydoni fazoviy zaryad ta'sirini kichik mikdorgacha kuchsizlantiradi, diodning potentsial bar'eri pasayadi, natijada diffuziya va u bilan birga r-p o'tishi orkali o'tayotgan tok keskin ortadi. Yarim o'tkazgichli diodni bunday ulash to'g'ri ulash deb ataladi. Yarim o'tkazgichli diodni teskari ulangan, ya'ni kuchlanish manbaining minusi r soxa bilan, plyusi esa p soxa bilan ulansa, tashki maydon fazoviy zaryad maydonini kuchaytiradi va o'tishning ikki tomonidagi zaryad tashuvchilar uzoklashadi. r-p o'tish orkali bu xolda fakat juda kichik tok vujudga keladi, u asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning xarakati natijasida xosil bo'ladi. Lekin shu tok tufayli yarim o'tkazgichli diodning teskari qarshiligi chegaraviy kattalik bo'ladi.

Agar teskari kuchlanish chegaraviy qiymatidan oshib ketsa, ventily teshiladi, natijada diodning ventilli ta'siri tugaydi, chunki uning teskari qarshiligi to'g'ri qarshilik qiymatigacha kamayadi.

Diod ulchamlari ruxsat etilgan urtacha to'g'rilangan tokka bog'liq, demak ushbu diodlar to'g'ri ruxsat etilgan tok zichligi bog'liq. Tok zichligini shunday tanlash kerakki, bunday diod ortikcha kizib ketmasin. Diodning kizishi uning to'g'ri va teskari qarshiliklari bilan aniklanadi. To'g'ri qarshilik qancha kichik, teskari qarshilik qancha katta bo'lsa, diod shuncha kam qiziydi, ammo teskari tok kichik bo'lgani uchun teskari qarshilik qizishiga uncha ta'sir etmaydi.

Vol'tamper xarakteristika diodning asosiy xarakteristikasi bo'lib, r-p o'tishning xarakteristikasiga uxshaydi. Diodlarning asosiy parametrlari: ruxsat etilgan maksimal to'g'rilangan toki $I_{\text{tug.m}}$ va diodda kuchlanishning tushuvi U_{tug} , ruxsat etilgan maksimal teskari kuchlanish $U_{\text{tes.m}}$ va maksimal teskari toki $I_{\text{tes.m}}$, maksimal ruxsat etilgan quvvatning sochilishi $R_{\text{soch.m}}$, elektrodlar orasidagi sig'im, maksimal ruxsat etilgan chastota va ish haroratining diapazoni.

Vazifasi buyicha yarim o'tkazgichli diodlar to'g'rilagichli, yuqori chastotali, impulsli, tayanchli (stabilitronlar) va xokazo diodlarga ajraladi.

To'g'rilagichli diodlar o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka o'zgartirish uchun qo'llaniladi.

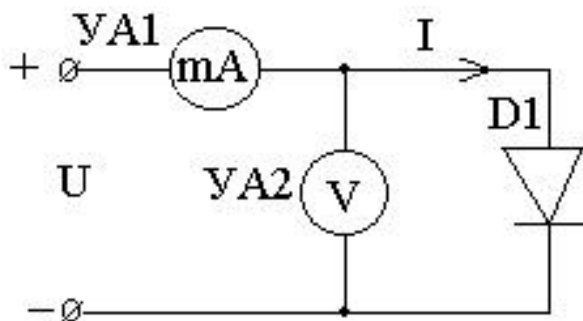
Yuqori chastotali diodlar tebranishlarini detektorlash va modulyatsiya qilish uchun ishlatiladi.

Impulsli diodlar impulsli sxemalarda ishlatiladi. Bu diodlarning asosiy xususiyati shundaki, kuchlanishning qutblari almashtirilganda zaryad tashuvchilarning yangidan taqsimlanishi juda tez, sekundning undan bir necha qismlarida o'tadi.

Yarim o'tkazgichli stabilitronlar sxemalarda doimiy kuchlanishlarni stabillashtirish uchun qo'llaniladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-1 dagi sxemani yig'ing.



Rasm-12.1

2. Kerakli asboblari:

- UA1-50 mA li o'zgarmas tok milliampermetri;
- UA2-3V li o'zgarmas tok vol'tmetri;
- D1-D104 A yoki KD105 B rusumli diod.

3. Tok taminoti blokidagi kalitni «0-6,3 V» dan

«_» holatiga keltiring.

4. Zanjir uchlarini «0-6,3 V» bog'ichlarga ulang.

5. Kuchlanishni 0 dan 1V gacha o'zgartirib, diod to'g'ri ulangandagi tokni o'lchang va o'lchash natijalarini 14.1-jadvalga yozing.

6. O'lchash natijalariga asoslanib, $I_{\text{tug}} = f(U_{\text{tug}})$ bog'lanish grafigini chizing.

7. Yuqoridagi ishlarni KD105B diod uchun xam bajaring.

S i n o v s a v o l l a r i

1. Yarim o'tkazgichli diod nima?
2. p-n-o'tish nima?
3. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
4. Diodlarni qaerlarda ishlatiladi?
5. Diodni vol'tamper xarakteristikasini chizing.
6. Diodlarni kanday turlarini bilasiz?

1.4. Keyslar to'plami

MAVZU BO'YICHA KEYS

“O'zgarmas tok elektr zanjirlari” mavzusi bo'yicha keys-stadi

Pedagogik annotatsiya

1.O'quv predmeti: “Elektrik injinering”.

Mavzu: “O'zgarmas tok elektr zanjirlari ”.

2. O'qitish maqsadi: Fanini o'qitishdan maqsad – talabalarda mantiqiy, algoritmik, abstrakt fikrlash, gidroenergetik taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda suv manbalaridan kompleks foydalanishni, suv energiyasidan foydalanishni, gidroenergetik qurilmalarni elektroenergetika tarmog'idagi o'rni, gidroenergetik qurilmalarda energiyani o'zgartirish, yig'ish va uzatish usullari hamda hozirgi zamon elektron hisoblash mashinalari yordamida virtual laboratoriyadan foydalanish bo'yicha egallagan bilimlar bo'yicha, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

Fanning vazifasi- talabalarga gidravlikaning nazariy va amaliy qonuniyatlarini egallashga va uni aniq muhandislik masalalarini yechishda qo'llanish usullarini o'rganishdan iborat.

Rejalashtirilayotgan o'quv natijalari:

- elektr zanjiri uchun ishlatiladigan qarshilik (rezistor) lar materiallari va ularning xossalarini fizika kursi-dan eslaydi;
- qarshiliklarni ketma-ket, parallel va aralash ulash qoi-dalarini fizikadagi qoldiq bilimlari asosida qayta tiklaydi;
- Om qonunlari, Joul-Lents qonuni, Kirxgof qonun-larini o'zlashtiradi va aytib beradi;
- Ish, energiya va quvvat tushunchalarining elektrotexnik ifodalarini biladi;
- Murakkab elektr zanjirlarini hisoblash ko'nikmasiga ega bo'ladi.
- o'z fikr-mulohaza va xulosalarini asosli tarzda aniq bayon eta olish malakalariga ega bo'lishi kerak.

3.Keysni muvaffaqiyatli yakunlash uchun zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalar tarkibi:

- Elektrik injinering fanini o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot - kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi tavsifiya etiladi;
- Elektrik injinering nazariy asoslari bo'limiga tegishli ma'ruza darslarida zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalaridan foydalanish;
- Elektrik injinering mavzularida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy xujum, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalardan foydalanish;
- Elektrik injinering mavzularini o'tkaziladigan tajriba mashg'ulotlarida kichik guruxlar musobaqalari, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

4. Keys respublikada elektr energiyasiga bo'lgan extiyojlarni holatini aks ettiradi.

5. Axborotlardan foydalanish manbai:

1. Sayt: <http://www.raise.ru>
2. Sayt: <http://marketgid.com>
3. Sayt: <http://ru.wikipedia.org>
4. Sayt: <http://www.Diff protection.svg>
5. Sayt: <http://www.rele.ru>
6. Sayt: <http://www.TOPREF.RU>
7. Sayt: <http://www.ru.all.biz>

8. **Sayt:** <http://www.electrovideo.ru>

9. **Sayt:** <http://www.ziyonet.uz>

1. Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 448p.

2. Chapman S. J. Electric machinery fundamentals Mc. Graw Hill Education New York. NY10020. 2005 , 746p.

3. Rizzoni G. Fundamentals of electrical engineering. McGraw-Hill Education 2010 g. 996 r.

4. Karimov A.S. va boshqala. Elektrotexnika va elektronika asoslari T. O'qituvchi 1995 y. 466 c.

5. Karimov A.S. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Masalalar to'plami va laboratoriya ishlari T. O'qituvchi. 1991 y.

6. Tipologik belgiga asosan keysga tavsifnoma:

Ushbu keys syujetsiz bo'lib, kabinetli toifaga kiradi.

Keysning ob'ekti- O'zbekiston Respublikasida elektr energiyasiga bo'lgan talabni to'la qonli o'rganish yangi elektr energiya manbalarini joriy etish. **sub'ektlari-** Elektr energiya tejovchi lampalar jotiy etish va uni xalq is'temoliga kiritish asosida tuzilgan.

Keysni didaktik maqsadi –analitik axborotga asoslanib, analitik ko'nikma va bilimlarni mustaxkamlash, elektr yorititshdagi muammolarni tahlil qilish asosida ularning kelgusidagi holati va ulardan samarali foydalanish bo'yicha bilimlarini chuqurlashtirish va kengaytirishga qaratilgan. Shu maqsadda keysda vazifalar va algoritm yechimi , qo'shimcha axborotlar mavjud, mavjud xolatni yechimini tavsiflovchi nazariy asoslar ochib beriladi va muammolar shakllantiriladi.

7.Ushbu keys talabalar tomonidan ma'ruza darsida **“Elektrik injinering”** fanlarini o'rganish jarayonida, Energetika fanlarida qo'shimcha material sifatida ishlatilishi mumkin.

Kirish

Keysning dolzarbligi - **“Elektrik injinering”** fani fani sanoatda kimyo texnologiya, muqobil energiya manbalari, ular asosida issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq. Fan o'zlashtirilishi natijasida muqobil energiya manbalari uchun energetika qurilmalarining tuzilishi, ishlashi, ko'rsatkichlari, muammolari va istiqbollari masalalarini tahlil qilish uchun zaruriy bilimlar shakllantiriladi.

Keysning maqsadi – talabalarning nazariy hamda amaliy baza bo'lib, issiqlik va elektr energiyalarini ishlab chiqarishda ularni iste'molchilarga uzatishda asosiy hisoblarni olib borish uchun, hamda shu sohada masalalarni yechish uchun keng qo'llaniladi.

Ushbu keysni yechimi orqali quyidagi o'quv natijalariga erishiladi:

- o'rganilgan mavzu bo'yicha bilimlarni mustaxkamlash;
- muammoni guruxlarda va individual holda tahlil etish va qaror qabul qilish bo'yicha ko'nikmalar shakllantiriladi ;
- mustaqil tahlil etish ko'nikmalariga ega bo'lish;
- mavzu bo'yicha o'quv ma'lumotlarini o'zlashtirish natijalari aniqlanadi .

Keys. O'zgaras tok elektr zanjirlari

Elektr qarshiligi. Fizika kursidan ma'lumki, elektr toki bu - elektr zaryadlarining tartibli harakati-dir. Bunda zaryadlar kristall panjara tugunlari bilan to'qnashadilar va energiyalarining bir qismini yo'qotadi-lar, lekin tashqi maydon ta'sirida zaryadlarning tezligi ortadi. Oqibatda zaryadlarning bir tekis-statsionar harakat holati o'rnatiladi. O'tkazgichning elektr zaryadlari haraka-tiga to'sqinlik qilish qobiliyati elektr qarshiligi deyiladi. Uni R harfi bilan belgilanadi, o'lchov birligi – Om. Qarshilikka teskari bo'lgan miqdor elektr o'tkazuvchanlik deyiladi:

$$g = \frac{1}{R} = \frac{1}{O_M} = \text{сумечс (сум)}. \quad (1)$$

Agar o'tkazgichning materiali, geometrik o'lchamlari ma'lum bo'lsa, uning qarshiligini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{Om} \quad (2)$$

Bu yerda l - o'tkazgich uzunligi, m; S - o'tkazgich ko'ndalang kesimi, m^2 ; ρ - solishtirma qarshilik, $\text{Om} \cdot m$;

Qarshiliklarning turlari: elektr zanjiri simlari, o'tkazgichlar, iste'molchilar, rezistorlar (elektr zanjirida tokni kamaytirishga moslashtirilgan qurilma), reostatlar (elektr zanjirida tokni qiymatini o'zgartirishga moslangan o'zgaruvchan qarshilik).

Qarshilikning temperaturaga bog'lanishi. Metall o'tkazgichning temperaturasi orttirilsa undagi zarrachalar-ning issiqlik harakati tezligi ortadi va ularning kristall panjara tugunlari bilan to'qnashishlari soni ortadi:

$$\frac{\Delta R}{R_1} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} = \alpha(t_2 - t_1)$$

Bundan
$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha(t_2 - t_1),$$

yoki
$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)], \quad (3)$$

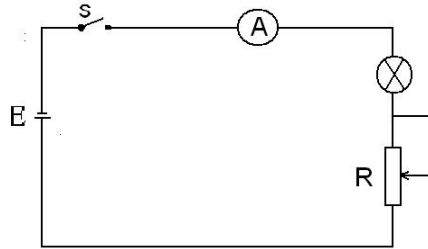
bu yerda R_1 va R_2 - temperaturalar t_1 va t_2 bo'lgandagi qarshiliklar,

α - qarshilikning temperatura koeffitsienti, u son jihatdan o'tkazgichni bir gradusga qizdirilganda qarshilikning nisbiy ortishiga teng.

O'tkazgichli materiallar. Elektrotexnikada qattiq, suyuq va gazsimon o'tkazgichlar ishlatiladi. Qattiq o'tkazgichlar – metallar, grafit; suyuq o'tkazgichlar - bu elektrolitlar va eritilgan metallar. Ionli asboblarda o'tkazgich sifatida gazdan foydalaniladi. Metall o'tkazgichlar 2 guruhga bo'linadi: 1) solishtirma qarshiligi past; 2) solishtirma qarshiligi yuqori bo'lgan. Birinchi guruhga kimyoviy sof bo'lgan metallar – mis va alyuminiy kiradi. Misdan ulash simlarida, elektr mashinalarining o'ramlarida, elektromagnit asbob-uskunalarda foydalani-ladi. Alyuminiy o'tkazuvchanligi misnikidan past bo'lishiga qaramay u yengil va nisbatan arzon bo'lgani uchun keng foydalaniladi. Elektr uzatish liniyalarida alyuminiy quymasi (aldrey) ishlatiladi. Temir yetarlicha yuqori qarshilikka ega bo'lishiga qaramay u karroziyaga chidamli bo'lgani uchun shahar radiosetlarida keng foydalanilgan. Ikkinchi guruh – yuqori solishtirma qarshilikka ega bo'lgan metallar:

nixrom, fexralʼ, manganin, konstantan. Nixrom va fexralʼ isitish asboblari oʻramlarida va reostatlarda, manganin va konstantan shunt qarshiliklari va namuna katushkalar sifatida foydalaniladi. Elektrotexnik koʻ-mirdan elektr mashinalarining kontakt qatqasi sifatida foydalaniladi.

Elektr zanjiri va uning elementlari. Elektr energiya manbai, elektr isteʼmolchilari va ularni ulovchi simlardan tuzilgan zanjir elektr zanjiri deyiladi. Elektr zanjiri tarkibida kommutatsion apparat va elektr oʻlchash asboblari ham boʻlishi mumkin (1-rasm)



1-rasm

Tok manbai tomonidan yopiq zanjirda alohida zaryadni koʻchirishda bajarilgan ishga elektroyurituvchi kuch (EYuK) deyiladi.

EYuK oʻlchov birligi – Volʼt (V)

$$1 B = \frac{1 \text{ Ж}}{1 \text{ Кл}}$$

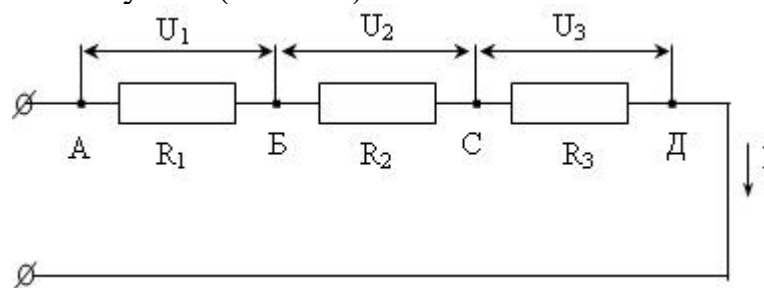
EYuK manbalari: galʼvanik elementlar; akkumulya-torlar; elektr generatorlari; yarimoʻtkazgichli fotoelement-lar (quyosh batareyalari).

Elektr energiyasi isteʼmolchilari: elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi elektrodvigatellar; yoritish lampalari; isitgich asboblari va boshqalar.

Kommutatsion apparatlar: oʻchirgichlar; knopkalar; relelar; avtomatik oʻchirgichlar va saqlagichlar.

Oʻlchov asboblari: ampermetrlar; volʼtmetrlar; hisob-lagichlar (schetchiklar) va b.

Qarshiliklarni ketma-ket ulash. Agar birinchi qarshilik oxiri ikkinchi qarshilik boshiga, ikkinchi qarshilik oxiri uchinchi qarshilik boshiga va h.z.o. ulansa bunday ulashga ketma-ket ulash deyiladi (2 - rasm).



2-rasm

Bunda qarshilikdan bir xil – I tok oʻtadi. Fizika kursidagi Om qonunidan qarshiliklardagi kuchlanish tushuvlari:

$$U_1 = I R_1; \quad U_2 = I R_2; \quad U_3 = I R_3$$

Bundan $U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3$

Demak, **ketma-ket ulangan qarshiliklarda kuchlanish tushuvlari qarshilik qiymatlariga proporsional boʻladi.**

Qarshiliklardagi kuchlanishlarni ularning qis-qichlaridagi potentsiallar farqi orqali ifodalash mumkin (2 - rasm)

$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B; \quad U_2 = \varphi_B - \varphi_C; \quad U_3 = \varphi_C - \varphi_D.$$

Ushbu tenglamalarning chap va o'ng tomonlarini hadma-had qo'shsak:

$$U_1 + U_2 + U_3 = \varphi_A - \varphi_B + \varphi_B - \varphi_C + \varphi_C - \varphi_D = \varphi_A - \varphi_D = U \quad (4)$$

Demak, ketma-ket ulangan qarshiliklarda kuchlanish tushuv-lari yig'indisi zanjir qisqichlaridagi kuchlanishga teng bo'lar ekan.

(4) ifodaning chap va o'ng tomonlarini tokka bo'lsak

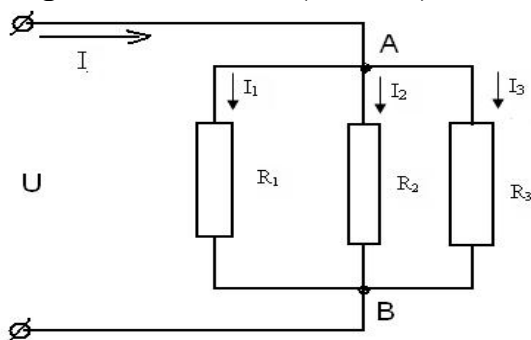
$$\frac{U_1 + U_2 + U_3}{I} = \frac{U}{I} \quad (5)$$

Yoki $R_1 + R_2 + R_3 = R_9 \quad (6)$

bu yerda R_9 - zanjirning umumiy (ekvivalent) qarshiligi.

SHunday qilib, qarshiliklarni ketma-ket ulanganda uning umumiy qarshiligi alohida qarshiliklar yig'in-disiga teng bo'ladi.

Qarshiliklarni parallel ulash. Ikki va undan ortiq qarshiliklar parallel ulanganda ularning uchlari ikkita qisqichga birlashtiriladi (3- rasm)



3-rasm

Bu holda $U_1 = U_2 = U_3 = U$

Fizika kursidagi Kirxgofning I qonuniga ko'ra A qisqich uchun unga kirayotgan I tok undan chiqayotgan I_1, I_2, I_3 toklar yig'indisiga teng:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (7)$$

yoki

$$\frac{U}{R_9} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}, \quad (8)$$

bu yerda R_9 - ekvivalent qarshilik.

(8) tenglamani U ga bo'lsak:

$$\frac{1}{R_9} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (9)$$

yoki

$$g_9 = g_1 + g_2 + g_3 \quad (10)$$

Qarshiliklar parallel ulanganda ularning ekvivalent (umumiy) o'tkazuvchanligi har bir tarmoq o'tkazuvchanliklari yig'indisiga teng bo'ladi.

(9) dan R_9 ni topamiz:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2}{R_1} \frac{R_3 + R_1}{R_2} \frac{R_3 + R_1}{R_3} \frac{R_2}{R_3}$$

$$R_3 = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}$$

Agar tarmoqlardagi qarshiliklar teng bo'lsa,

$$R_3 = \frac{R}{n}, \quad (11)$$

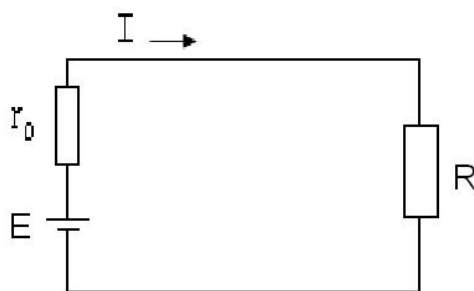
bu yerda n - tarmoqlar soni.

Om qonuni. Yopiq zanjir uchun Om qonuni: har qanday yopiq zanjirda tok EYuK ga to'g'ri va ushbu tarmoq ichki va tashqi qarshiliklari yig'indisiga teskari proportsional bo'ladi.

$$I = \frac{E}{R + r_0} \quad (12)$$

yoki

$$E = I R + I r_0 = U + U_0$$



4-rasm

(12) da r_0 - tok manbaining ichki qarshiligi;

R - zanjirning tashqi qarshiligi;

$U_0 = I r_0$ - tok manbaining ichki qarshiligidagi kuchla-nish tushuvi;

$U = I R$ - tok manbai qisqichlari o'rtasidagi kuchla-nish tushuvi;

I - tok kuchi.

Elektr zanjiri uzilsa $I = 0$ va unda $E = U$,

Agar qarshilik $R = 0$ bo'lsa $U = I R = 0$, bunda $E = U_0 + U = U_0$ bo'lib, qisqa tutashuv sodir bo'ladi.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni:

$$I = \frac{U}{R} \quad (13)$$

Ish, energiya va quvvat. Elektr zanjirida zaryadlarni ko'chirishda bajarilgan ish:

$$A = E I t \quad (14)$$

Bunga E ning qiymatini (12) dan qo'ysak,

$$A = I t(U + U_0) = U I t + U_0 I t = W + W_0, \quad (15)$$

bu yerda $W_0 = I U_0 t$ - manbada uni qizishiga sarf bo'ladigan energiya;

$W = I U t$ - tashqi zanjirda sarflanadigan energiya.

Ishning bajarilish tezligiga quvvat deyiladi:

$$P = \frac{A}{t} = E I(Bm) - \text{manba quvvati}$$

$$P = \frac{W}{t} = U I(Bm) - \text{elektr energiyasi iste'molchisi quvvati.}$$

$$P = \frac{W_0}{t} = U_0 I(Bm) - \text{isrof bo'lgan quvvat.}$$

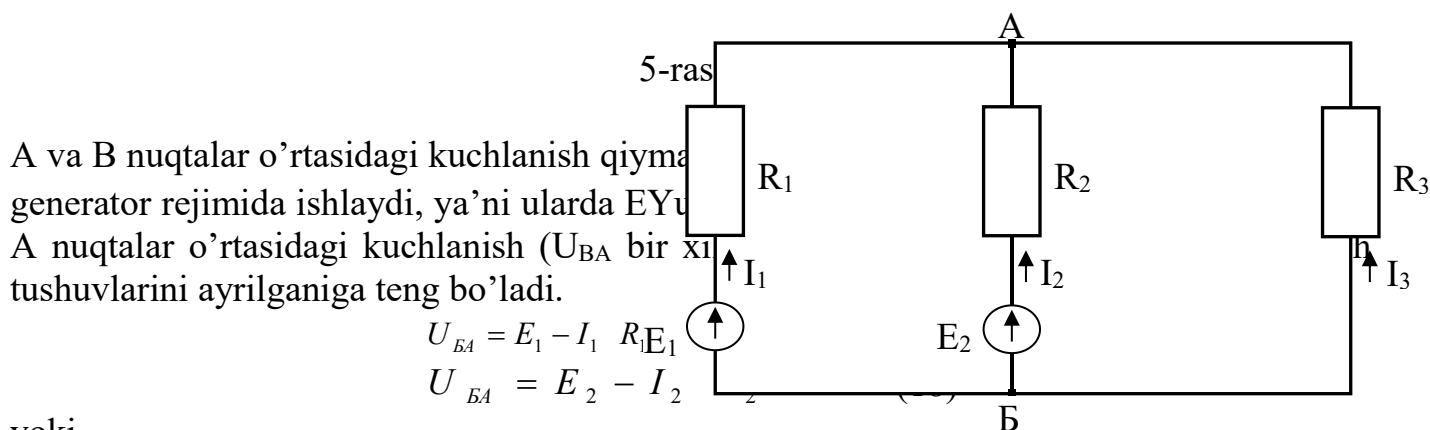
Joul-Lents qonuni. Elektr zaryadlari o'tkazgichda harakatlanganda moddaning ionlari va molekullari bilan to'qnashadi va o'zining kinetik energiyasi bir qismini uzatadi, natijada o'tkazgich qiziydi. Biror t vaqtda issiqlikka aylangan elektr energiyasi miqdori

$$W = I^2 R t (\mathcal{J})$$

Yoki $Q = 0,24 I^2 R t (\text{kcal}), \quad (16)$

bu Joul-Lents qonuni ifodasidir.

Kirxgofning ikkinchi qonuni. 5- rasmda EYuK manbalari E_1 va E_2 ning yo'nalishi bir xil.



yoki

$$E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2 \quad (19)$$

Bundan

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \quad (20)$$

Umumiy ko'rinishda: $E = I R \quad (21)$

bu Kirxgof qonuni ifodasidir.

2. Keys uchun savollar va topshiriqlar.

1. Elektr toki metalda, suyuqlikda va gazda qanday hosil bo'ladi?
2. Tok kuchi va tok zichligining farqi nimada va ular qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Qarshiliklar turini sanab chiqing, solishtirma qarshi-lik va o'tkazuvchanlik, solishtirma o'tkazuvchanlik-larning farqini ayting hamda o'lchov birliklarini yozing.
4. Ketma-ket va parallel ulangan qarshiliklarning natijaviy qarshiliklarini solishtiring va tahlil qiling.
5. Mexanikadagi va elektrotexnikadagi ish, energiya va quvvat tushunchalarining umumiy va farqlanadigan tomonlarini qanday tasavvur qilasiz?
6. Elektr zanjirlarining qanday qonunlarini o'rgandingiz?
7. Kuchlanish bilan EYuK ning umumiy va farqlanuvchi tomonlarini ayting.

8. Tarmoqlangan zanjirni hisoblashda tenglamalar tuzish uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
9. Tok manbalarini ketma-ket va parallel ulanganda EYuK va ichki qarshiliklar nimaga teng bo'ladi?
10. Tok manbalarini ketma-ket va parallel ulashlardan qanday zanjirlarda foydalanasiz?
11. Elektr tarmog'ida kuchlanish yo'qotishi deganda nimani tushunasiz?
12. Elektr uzatish tarmog'idagi kuchlanishning qiymati simdagi quvvat yo'qotilishiga qanday ta'sir qiladi?
13. SHuntlash deganda nimani tushunasiz?

3. Keys manbasi

Axborotlardan foydalanish manbai;

<http://www.Diff.protection.svg>

<http://www.rele.ru>

<http://www.TOPREF.RU>

<http://www.ru.all.biz>

<http://www.electrovideo.ru>

II. Talaba uchun uslubiy qo'llanma. Keys bilan mustaqil ishlash uchun yo'riqnoma

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
1. Keys bilan tanishuv.	Avval keys bilan tanishing. Keysni o'qishingiz bilan darhol kuzatilayotgan xolatni tahlil etishga shoshilmang.
2. Tavsiya etilayotgann holat bilan tanishuv.	Berilgan axborotni yana bir karra diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muxim sanalgan abzatslarni ajratib oling. O'rganilayotgan xolatga ta'sir etayotgan omillarni sanab (o'rganib)-o'rganilayotgan xolat bo'yicha sub'ektlarga aniqlik kiriting. O'rganilayotgan xolatni tasvirlab berishga xarakat qiling. O'rganilayotgan xolatingizni qaysi biri asosiy va qaysi biri 2-darajali o'rganishini aniqlang. Tavsiya etilgan axborotlarni o'rganishda xolatni ichiga "sho'ng'ib ketmang", asosiy jixatlarini ajratib ko'sating.
3. Asosiy va qo'shimcha muammolarni aniqlash, shakllantirish va asoslash.	Asosiy muammo nimalardan iborat? Ushbu holat bo'yicha yana qanday muammolarni ajratib ko'rsata olasiz. Asosiy muammoni va muammolarni shakllantiring. O'z qaroringizni asoslab bering. *O'rganilayotgan holatni tor doirada qisqa kelajak uchun o'rganmang: bunda o'rganilayotgan holat asoslab berilmay qoladi yoki umuman yo'qolib qolishi mumkin.
4. Holatni tahlili.	Savollarga javob qaytarish o'rganilayotgan holatni tahlil etishga yordam beradi. Aniqlik kiriting, o'rganilayotgan muammo hozirda qay darajada. Savollarga javob qaytaring. Hozir tahlil etilayotgan sharoitda shu masalani yechimi bormi?
5. Muammoni asoslash uslublarini va yechish vositalarini tanlash.	Axborot xati tayyorlashda ushbu holatda muammoni yechishni mumkin bo'lgan usullarini va muammoni yechish vositalarini aniqlashga harakat qiling. Muammoni yechish jarayonida vujudga keladigan yoki vujudga kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklarni ko'rsating (huquqiy, ma'naviy, etik). *Muammoli holatni yechish jarayonida nazariy bilim va amaliy bilishdan foydalanish lozim.

Keysni guruhlarda ishlash bo'yicha yo'riqnoma

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
-----------------	------------------------

Holat va muammolarni taqdim etishni kelishish.	Guruh a'zolari o'rtasida o'rganilayotgan muammo, muammocha holatlarini tahlil etib, o'rganib keling.
Axborot xatidagi taqdim etilgan variantlarni tahlil etish va baholash.	Axborot xatidagi mumkin bo'lgan variantni muhokama qiling va baholang.
Axborot xatidagi eng muvofiq yechimini ishlab chiqish va ishlatish uchun dastur.	Muammoni eng muvofiq variantini ishlab chiqish va uni ishlatish bo'yicha dastur: 1. Tanlab olingan muammoni asoslab uni yechish usuli va vositasini aniq va ravon tasvirlang. 2. Muammoni yechimini dastlabki qadamlarini asoslang.
Prezentatsiyaga tayyorgarlik.	Ish natijalarni guruh a'zolari tomonidan og'zaki prezentatsiya ko'rinishida ifodalash. Guruh ishi natijalarini kim tomonidan tavsiflab berilishini tahlil etib savol yechimini toping: muammomni yechish jarayonida quyilgan vazifaga asoslangan holda guruh lideri va boshqa a'zolari o'rtasida taqsimlang (asosiy va ikkilamchi javob beruvchilar ko'rinishida). Prezentatsiya qiladigan ma'lumotlarni plakatlari, slaydlar yoki mul'timediya ko'rinishida tayyorlang.

Keys bo'yicha yozma ishni baholash mezoni va ko'rsatkichi

Baholash ko'rsatkichlari	Faoliyat mazmuni	Baholash mezoni, ball
1. Asosiy muammoni va muammochani to'g'ri aniqlash, shakllantirish va asoslash.	1. Asosiy muammo va muammochani shakllantirish. 2. Mintaqalardagi holatni tahlil etish.	Maks: 6.0
2. Axborot xatini alohida paragraflarini tayyorlash va yozish.	1. Axborot xatini 1-2 paragraflarini tayyorlash va yozish. 2. Axborot xatini 3-4 paragraflarini tayyorlash va yozish. 3. Axborot xatini 5 paragraflarini tayyorlash va yozish.	Maks: 2.0 Maks: 2.0 Maks: 1.5 Jami: 5.5
3. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash to'g'risidagi axborot xatini oxirgi variantini tayyorlash.	1. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash va uni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish. 2. Axborot xatini to'ldirish va jamlash.	Maks: 2.0 Maks: 2.5 Ja'mi: 4.5
4. Qo'yilgan nazorat savollariga to'g'ri va aniq javoblar uchun	1. 1-2 savollarga javoblar. 2. 3-4 savollarga javoblar. 3. 5-6 savollarga javoblar.	Maks: 1.0 Maks: 1.0 Maks: 2.0
Jami :		Maks: 20

Elektrik injiniring fanining ilmiy tadqiqot metodlari bo'yicha keys

Muammo: Zaiflik, kuchsizlik, ilojsizlik «boshqa iloji yuk», «doim shunday» hislariga ko'milib yurgan talaba vaziyat yaxshi tomonga hech qachon o'zgarmasligiga ishonch hosil qilgan. Hayot uning uchun dahshatli, «hammaga baribir» iborasida aks etgan.

Muammoning yechimi:

1. Kuzatish metodi orqali batafsil muammolarni o'rganish lozim
2. Suhbat metodlari bilan muammoga yo'l toping
3. "O'z-o'zini baholash" anketasini o'tkazing

Muammo: Ko'p yoshlar o'zhissiyotlarini sir tutishga o'rinishadi yoki jilovlay olmasdan «portlab» ketishlarini ko'rsatishadi. Ota-onalar bu holatga «yuragi tor», «injiq» deb baho beradilar.

Muammoning yechimi:

1. Aslida, ulardan yutuqlari, quvonchlari, baxtli holatlari, hayajonlari hakida so'rashlari kerak
2. Ular bilan dustlashish kerak, sirlashish kerak.
3. Talaba psixolog mutaxassislarga uchrab maslahat olishlozim

3-Muammo: Hozirda talabalar o'z xotirasidan ko'p shikoyat qilada, yoki ma'lumotlar ko'p barchasini esda saqlab hololmaslik tabiiy hol deb tushunmoqda.

Muammoning yechimi:

4. Talaba zarur ma'lumotlarni tez-tez takrorlab turishi lozim
5. Talaba o'z vaqtida mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish lozim
6. Talaba o'z ustida ko'p ishlashi kerak.

<i>Muammoning turi</i>	<i>Muammoning kelib chiqish sabablari</i>	<i>Muammoni yechishda Sizning harakatlaringiz</i>	<i>Muammoni yechishda uchraydigan to'siqlar</i>
Guruxda o'qiydigan Islomjon sportning tekvondo turiga juda qiziqadi. U 2 oy davomida sport musobasalarida qatnashdi va mashg'ulotlarga bo'lgan qiziqishi yanada ortdi. Lekin o'sha paytda dars jarayonlariga to'liq qatnashmaganligi sababli darslarga bo'lgan qiziqishi sustlashdi. Qizning ota-onasi unga sport mashg'ulotlariga boshqa qatnashmasligini aytdi. Lekin Islomjon darslarni koldirib bo'lsa ham, ota-onasidan yashirincha sportga bordi. Ushbu holatga izoh bering, va o'z tavsiyalarinigizni ayting.			

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash tizimi mavzusi bo'yicha keys:

Iste'molchilarning toifalari		Elektr tarmoqlariga qo'yiladigan asosiy talablarni ating.	
Muammolar	Echimi	Muammolar	Echimi

Havo liniyalarining klassifikatsiyalari		
<i>Muammolar</i>	<i>Muammoning sabablari</i>	<i>Muammoning</i>

II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mazmuni.

" **Elektrik injineri**ng" fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

Amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan qo'rsatma va tavsiyalar, masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy masala va misollar yechish uslubi va mustaqil yechish uchun masalalar keltirildi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

1-jadval

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1	Elektr energiyasi, uni hosil qilishning usullari. Sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi va rivojlanish bosqichlari. Zamonaviy ishlab chiqarishning energetika menejmenti. Muhandislik ishida elektr energiyaning o'rni. Asosiy elektrik kattaliklarning o'lchov birliklari. O'lchovlarning ulushli va karrali birliklari.
2	Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi. O'ta o'tkazuvchanlik haqida tushuncha. O'zgarmas elektr toki va uning kimyoviy manbalari, manbaning elektr yurituvchi kuchi. Elektr zanjirlarida rezonans, tok va kuchlanishlar rezonansi. Rezonansning texnikadagi ahamiyati. Simmetrik va nosimmetrik sistemalar. Uch fazali sistemada nol simning ahamiyati.
3	Elektromagnitik qurilmalar va ularning ishlatilishi (relelar, kontaktorlar).
4	Transformatorning tashqi xarakteristikasi va undagi kuchlanishning o'zgarishi. Transformatorlarning paralel ishlashi.
5	Elektr o'lchov tizimlarining afzalliklari va imkoniyatlari. Ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarning asosiy kattaliklari.
6	Dvigatelning elektromagnitik quvvati, aylantiruvchi momenti va foydali ish ko'effitsienti. Generatorni uyg'otish sxemalari. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi, foydali ish ko'effitsienti va uyg'otish usullari.
7	Elektr energiyasini uzatishning samaradorligi va uni oshirish usullari. Energiya samarador texnologiya- lar haqida tushuncha. Korxonalar energiya auditori. Muqobil energiya manbalarining jahon va mamalakatimiz miqyosida rivojlanishining ustivor yo'nalishlari.
8	Vakumda, gazlarda va suyuqliklarda elektr toki. Elektron qurilmalarning paydo bo'lishi va rivojlanish tarixida elektrovakum lampalarning o'rni. Elektr yoritish tizimlarining lampalari. Maydon tranzistorlarining tuzilishi va ularning qo'llanilishi. Invertorlarning elektr ta'minoti tizimlarida qo'llanilishi. Elektr tokining kimyoviy, biologik va fiziologik ta'sirlari.

Eslatma: Mavzu bo'yicha konspekt qilish, test savollari tuzish va prezentatsiyalar tayyorlash

2.1.Kurs ishi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

Kurs ishini bajarish uchun asosiy baza bo'lib Fizika, Matematika va Elektrik injineri fanlarni o'qitish davrida talabalar olgan bilim va ko'nikmalardan yig'ilgan materiallar xizmat qiladi.

Kurs ishi oldidan talabaga kurs ishi raxbari bo'lgan o'qituvchi va kafedra mudiri qo'l qo'ygan topshiriq varaqasi beriladi (1-ilova).

Kurs ishini bajarish davrida kurs ishi raxbari, kurs ishining bo'limlari bo'yicha amaliy darslar o'tkazadi va darsdan tashqari maslaxatlar beradi. Kurs ishi raxbari bajarilgan ishni yoki uni bir qismini tez-tez tekshirib turadi, talabaning bir etapni bajarganini tekshirib, qo'l qo'yadi va keyingi etapni bajarishga ruxsat beradi. Kurs ishi tayyor bo'lgandan so'ng talaba qo'l qo'yadi va raxbarga topshiradi. Raxbar tekshirib xatolarini tuzatilgandan keyin himoyaga ruxsat beradi.

Kurs ishining tuzulishi

Kurs ishida asosan berilgan elektr zanjirning tarmoqlardagi toklar va kuchlanishlar pasayishi kontur toklar usuli bilan aniqlash loyixasi ishlab chiqiladi.

Kurs ishi tarkibi qo'yidagilardan iborat:

1. Kirish. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash usullari hamda hisoblash uchun berilganlar.
2. Berilgan sxemani mustaqil konturlarga ajratish
3. Konturlardagi EYuK lar, konturlarning qarshiliklari va yondosh tarmoqlarning qarshiliklarini hisoblash
4. Tenglamani yechish uchun aniqlovchilar usulini qo'llash
5. Kontur toklarini aniqlash
6. Tarmoqlardagi toklarni aniqlash
7. Tarmoqlardagi kuchlanishlar pasayishini aniqlash
8. Echimlarni Kirxgofning ikkinchi konuniga muvofik tekshirish
9. Quvvatlar balansini hisoblash
10. Xulosa
11. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Kurs ishi tushuntirish xati va grafik qismlardan iborat bo'ladi.

Tushuntirish xatida topshiriq varaqasi, barcha hisoblar, jadvallar, grafiklar, xulosa va adabiyotlar ro'yxati keltiriladi.

Grafik qismida berilgan elektr zanjir sxemalari keltiriladi.

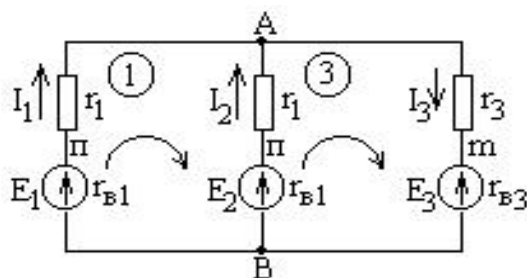
Kurs ishini bajarish.

Bu qismda kurs ishini bajarish tartibi, ishlatiladigan ifodalar bo'limlar bo'yicha keltiriladi.

Kirish. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash usullari hamda hisoblash uchun berilganlar qismida:

O'zgarmas tok murakkab zanjirlarini hisoblash

1. Kirxgof va Om qonunlarini bivosita qo'llash usuli.
2. Kontur toklar usuli.
3. Tugun potentsiallar usuli.
4. Ustma-ust usuli.



Rasm-1.1

5. Ekvivalent generator usuli.

Kirxgof va Om qonunlarini bivosita qo'llash usuli

Ikki va undan ortiq manbaga ega elektr zanjiri murakkab hisoblanadi. Bunday murakkab zanjirlarni bir necha usulda o'rganish mumkin, masalan, Kirxgof qonunlarini bevosita qo'llash usulida I va II -qonunlar asosida elektr zanjirini tugunlari va konturlari uchun tenglamalar tuziladi va bu tenglamalar yechilib noma'lum toklar topiladi. Tenglamalarni umumiy soni noma'lum toklar soniga teng bo'lishi kerak. Kirxgofning I-qonuni asosida tuzilgan

tenglamalar soni zanjir tugunlari sonidan bitta kam bo'lishi kerak. qolgan tenglamalar Kirxgofning II-qonuni asosida tuziladi. Masalan, Rasm-1.1 da keltirilgan zanjirda tugunlar soni 2-ta, demak I-qonun bilan bitta tenglama tuzamiz.

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Zanjirda uchta noma'lum tok kuchi bor, demak yana ikkita tenglamani Kirxgofning II-qonuniga binoan tuzamiz, masalan I va II belgilangan konturlar uchun:

$$I_1 (r_1 + r_{u1}) - I_2 (r_2 + r_{u2}) = E_1 - E_2$$

$$I_2 (r_2 + r_{u2}) + I_3 (r_3 + r_{u3}) = E_2 - E_3$$

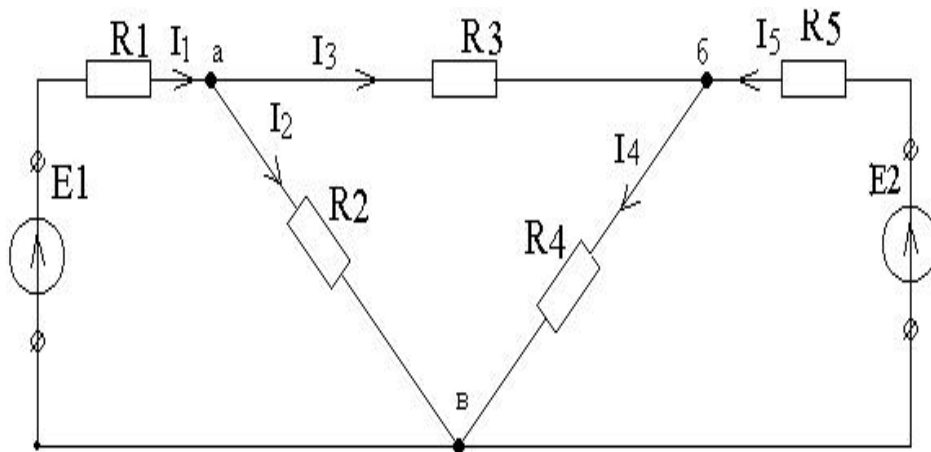
Konturlarni aylanish yo'nalishini (rasmda ko'r-satilgan) soat ko'rsatkichini aylanishi yo'nalishida oldik. Tuzilgan uch tenglamani yechib, noma'lum tok kuchlarini topami, masalan:

$$I_1 = \frac{(E_1 - E_2)(R_2 + R_{U2} + R_3 + R_{U2}) + (E_2 - E_3)(R_2 + R_{U2})}{(R_1 + R_{U1})(R_2 + R_{U2}) + (R_2 + R_{U2})(R_3 + R_{U3}) + (R_3 + R_{U3})(R_1 + R_{U1})}$$

$$I_2 = \frac{I_1(R_1 + R_{U1}) - E_1 + E_2}{R_2 + R_{U2}}; \quad I_3 = I_1 + I_2$$

Toklarni topib, boshqa kerak bo'lgan kattaliklarni ham topish mumkin.

Kontur toklar usuli



Rasm-1.2

Kontur toklar usulida tenglamalar faqat Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan tuziladi, buning uchun konturlarning kerakli soni tanlanadi. Har bir konturda kontur toki mavjudligi ko'zda tutiladi, tokning musbat yo'nalishi ixtiyariy ko'rsatib qo'yiladi. Ustama prinsipidan kelib chiqib, hisoblanadiki, xar bir konturda kontur toklari oqadi va ulardan tarmoq toklari hosil bo'ladi. Tenglamalar har bir kontur uchun tuziladi, konturni o'zini kontur toki yo'nalishida aylaniladi va har bir kontur tokdan hosil bo'lgan kuchlanish tushuvi hisobga olinadi. Bunda mazkur tok konturni aylanish yo'nalishi bilan to'g'ri kelsa, qo'shiladigan qiymatlarni musbat hisoblanadi va yo'nalishlar teskari bo'lsa, manfiy hisoblanadi. Mazkur konturning qarshiliklarini yig'indisini konturning o'zini qarshiligi deyiladi. Ikkita kontur tarkibiga kiradigan qarshiliklarni yig'indisi o'zaro qarshilik deyiladi. Qaysidir konturda harakatlanayotgan hamma EYUK-larni algebraik yig'indisi kontur EYUK-si deyiladi. Tuzilgan tenglamalarni har qaysi kontur toki I_K -ga nisbatan yechib, uning qiymati topiladi. Har bir rezistordagi tok kuchi kontur toklarning algebraik yig'indisiga teng.

Rasm-1.2 da berilgan zanjir uchun I, II va III konturlardan faqat kontur toklar I_{11} , I_{22} va I_{33} o'tayotgin va bu toklar qarshiliklarda kuchlanishlar tushuvini xosil qilayotgan bo'lsa, u xolda tarmoqdagi xaqiqiy toklar bilan kontur toklar quyidagicha bog'langan bo'ladi:

$$I_1 = I_{11} \quad I_2 = I_{11} - I_{22} \quad I_3 = I_{22} \quad I_4 = I_{22} + I_{33} \quad I_5 = I_{33}$$

Berilgan zanjir uchun Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan tenglamalar tuzish mumkin, ya'ni: Bu tenglamalar kontur toklar tenglamalari deb ataladi.

$$\begin{cases} I_{11} R_{12} - I_{22} R_2 = E_1 \\ -I_{11} R_2 + I_{22} R_{234} + I_{33} R_4 = 0 \\ I_{22} R_4 + I_{33} R_{45} = E_2 \end{cases}$$

Bu yerda: R_{nn} - n chi konturning xususiy qarshiligi bo'lib, miqdor jixatidan shu konturga kiruvchi

$$\left\{ \begin{array}{l} I_I R_{11} + I_{II} R_{12} + I_{III} R_{13} \dots\dots + I_n R_{1n} = E_{11} \\ I_I R_{21} + I_{II} R_{22} + I_{III} R_{23} \dots\dots + I_n R_{2n} = E_{22} \\ I_I R_{31} + I_{II} R_{32} + I_{III} R_{33} \dots\dots + I_n R_{3n} = E_{33} \\ \\ I_I R_{n1} + I_{II} R_{n2} + I_{III} R_{n3} \dots\dots + I_n R_{nn} = E_{nn} \end{array} \right.$$

Yuqoridagi tenlamalar sistemasiga aniqlovchilar va minorlarni tadbiq qilib, kontur toklarni topish mumkin.

Yechilishi:

$$I_1=I_I \quad I_2=I_I-I_{II} \quad I_3=I_{II} \quad I_4=I_{II}+I_{III} \quad I_5=I_{III}$$
$$E_1 = I_I R_{11} - I_{II} R_{12}$$

$$0 = -I_I R_{21} + I_{II} R_{22} + I_{III} R_{23}$$

$$E_2 = I_{II} R_{32} + I_{III} R_{33}$$

$$R_{11}=(R_1+R_2)=4\text{ Om}, \quad R_{12}=R_{21}=R_2=2\text{ Om}, \quad R_{22}=(R_2+R_3+R_4)=4\text{ Om}.$$

$$R_{23}=R_{32}=R_4=1 \text{ Om}, \quad R_{33}=(R_4+R_5)=2 \text{ Om}, \quad R_{13}=R_{31}=0$$

Berilgan **zanjir** uchun yuqorida tuzilgan tenglamalar uchun aniqlovchilar va minorlarni aniqlaymiz:

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_{12} & R_{13} \\ -R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{vmatrix} = 20$$

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} R_{22} & R_{23} \\ R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 7$$

$$\Delta_{12} = \Delta_{21} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} -R_{21} & R_{23} \\ R_{31} & R_{33} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 2 \end{vmatrix} = 4 \quad \Delta_{13} = \Delta_{31} = \begin{vmatrix} -R_{21} & R_{22} \\ R_{31} & R_{32} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -2 & 4 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = -2$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} \mathbf{R}_{11} & \mathbf{R}_{13} \\ \mathbf{R}_{31} & \mathbf{R}_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{vmatrix} = 8$$

$$\Delta_{23} = \Delta_{32} = (-1)^{2+3} \begin{vmatrix} R_{22} & R_{23} \\ R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 4$$

$$\Delta_{33} = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & R_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = 12$$

$$E_{11} = E_1 = 40 \text{ B} \quad E_{22} = 0 \quad E_{33} = E_2 = 10 \text{ B}$$

Yuqoridagilardan foydalanib kontur toklarni quyidagicha topish mumkin:

$$I_1 = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} E_1 + \frac{\Delta_{13}}{\Delta} E_2 = 13 \text{ A} \quad I_{11} = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} E_1 + \frac{\Delta_{23}}{\Delta} E_2 = 6 \text{ A} \quad I_{111} = \frac{\Delta_{31}}{\Delta} E_1 + \frac{\Delta_{33}}{\Delta} E_2 = 2 \text{ A}$$

Topilgan kontur toklarga asosan xar bir tarmoqdagi toklarni topish mumkin:

$$I_1 = I_{11} = 13 \text{ A} \quad I_2 = I_1 - I_{11} = 7 \text{ A} \quad I_3 = I_{11} = 6 \text{ A}$$

$$I_4 = I_{11} + I_{111} = 8 \text{ A} \quad I_5 = I_{111} = 2 \text{ A}$$

Masalani yechimini to'g'riligini Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tekshirib aniqlash mumkin, ya'ni:

$$I_1 = I_2 + I_3 = 7 + 6 = 13 \text{ A}$$

$$I_4 = I_3 + I_5 = 6 + 2 = 8 \text{ A}$$

Tugun potentsiallar usuli

Ma'lumki, agar zanjirdagi berilgan EYuK manbalari va qarshiliklari bo'yicha zanjirning tarmoqlaridagi toklari va barcha tugunlari orasidagi kuchlanishlar tushuvi topilishi mumkin bo'lsa, bunday zanjirni taxlil qilish mumkin deb hisoblanadi.

Agar ixtiyoriy murakkab elektr zanjirdagi tugunlardan bittasini ajratib olib, uning potentsiali nolga tenglashtirilsa, u holda qolgan barcha tugunlarning potentsiali ana shu tugunga nisbatan aniqlanadi:

Masalan: Rasm-1.2. dagi elektr zanjir uchun tenglamalar soni ikkita bo'ladi, ya'ni a, b va v tugunlarning potentsiallarini tegishli $\varphi_a = \varphi_1$; $\varphi_b = \varphi_2$ va $\varphi_3 = 0$ orqali belgilab, butun zanjirning toklari uchun quyidagi tenglamalarni tuzamiz:

$$I_1 = g_1(E_1 - \varphi_1); \quad I_2 = g_2 \cdot \varphi_1; \quad I_3 = g_3(\varphi_1 - \varphi_2); \quad I_4 = g_4 \cdot \varphi_2; \quad I_5 = g_5(E_2 - \varphi_2)$$

$g_1; g_2; \dots; g_5$ – zanjirning tegishli tarmoqlarining o'tkazuvchanligi.

Bu toklarning qiymatlarini Kirxgofning birinchi qonuniga binoan quyidagicha yozish mumkin:

$$g_1(E_1 - \varphi_1) + g_2 \cdot \varphi_1 - g_3(\varphi_1 - \varphi_2) = 0$$

$$g_3(\varphi_1 - \varphi_2) - g_4 \cdot \varphi_2 + g_5(E_2 - \varphi_2) = 0$$

Butenglamalarni yechish uchun quyidagi belgilashlar kiritamiz:

$$g_{11} = g_1 + g_2 + g_3 - 1 \text{ - tugunning xususiy o'tkazuvchanligi,}$$

$$g_{22} = g_3 + g_4 + g_5 - 2 \text{ - tugunning xususiy o'tkazuvchanligi,}$$

$$g_{12} = g_{21} = g_3 - 1 \text{ va } 2 \text{ - tugunlarning o'zaro o'tkazuvchanligi.}$$

Yuqoridagi formulalarni quyidagicha yozish mumkin:

$$g_{11}\varphi_1 - g_{12}\varphi_2 = I_1$$

$$-g_{21}\varphi_1 + g_{22}\varphi_2 = I_2$$

Bu tenglamalar sistemasini ham minorlar va aniqlovchilar yordamida yechish mumkin.

Masala: Rasm-1.2. da berilgan zanjir uchun xar bir tarmoqdagi toklarni tugun potentsiallar usuli bilan hisoblang. Bunda: $R_1 = R_2 = 2 \text{ Om}$, $R_3 = R_4 = R_5 = 1 \text{ Om}$, $E_1 = 40 \text{ V}$, $E_2 = 10 \text{ V}$ ga teng.

Yechilishi:

Berilgan zanjir uchun tenglama tuzib, bu tenglamalarga o'tkazuvchanlik va EYuK larni qiymatini qo'yib quyidagi tenglamani xosil qilamiz:

$$I_1 = g_1(E_1 - \varphi_1) = 20 - 0,5\varphi_1$$

$$I_2 = g_2 \cdot \varphi_1 = 0,5\varphi_1$$

$$I_3 = g_3(\varphi_1 - \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$I_4 = g_4 \cdot \varphi_2 = \varphi_2$$

$$I_5 = g_5(E_2 - \varphi_2) = 10 - \varphi_2$$

Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tenglama tuzamiz:

$$I_1 - I_2 - I_3 = (20 - 0,5\varphi_1) - (0,5\varphi_1) - (\varphi_1 - \varphi_2) = 0$$

$$I_3 - I_4 + I_5 = (\varphi_1 - \varphi_2) - (\varphi_2) + (10 - \varphi_2) = 0$$

yoki

$$20 - 2\varphi_1 + \varphi_2 = 0$$

$$10 + \varphi_1 - 3\varphi_2 = 0$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib, birinchi va ikkinchi tugunlarni potentsiallarini topamiz: $\varphi_1 = 14 \text{ V}$ va $\varphi_2 = 8 \text{ V}$

Topilgan potentsiallarning qiymatiga asosanib tarmoqdagi toklarni aniqlaymiz:

$$I_1 = 20 - 0,5\varphi_1 = 13 \text{ A}, \quad I_2 = 0,5\varphi_1 = 7 \text{ A}, \quad I_3 = \varphi_1 - \varphi_2 = 6 \text{ A}, \quad I_4 = \varphi_2 = 8 \text{ A}, \quad I_5 = 10 - \varphi_2 = 2 \text{ A}$$

Masalani yechimini to'g'riligini Kirxgofning 1-qonuniga asosan tekshiramiz: $I_1 - I_2 - I_3 = 13 - 7 - 6 = 0$, $I_3 - I_4 + I_5 = 6 - 8 + 2 = 0$

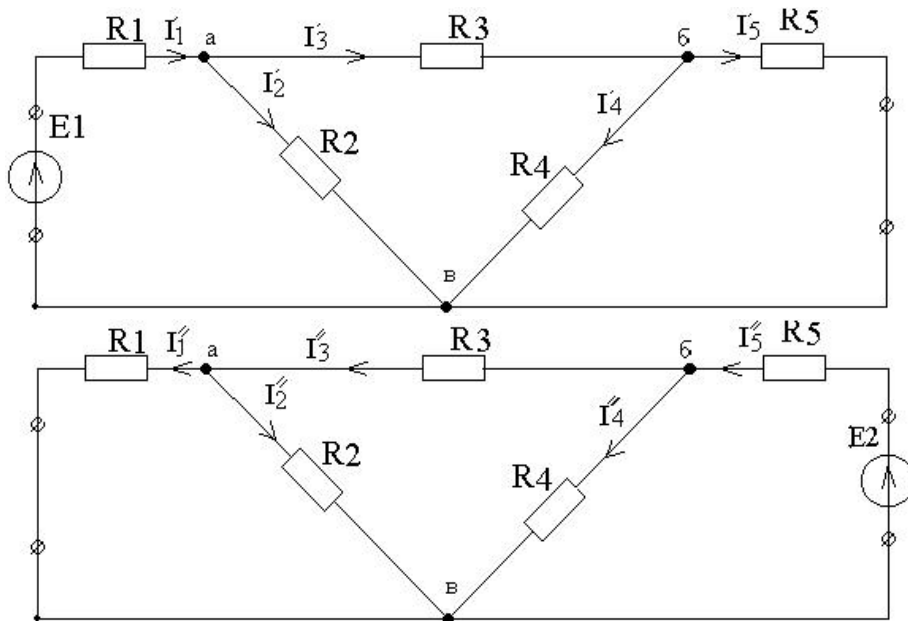
Ustma-ust usuli

Bu usul bilan murakkab zanjirlarni hisoblanganda, zanjirda nechta E.YU.K manbai bo'lsa, shuncha zanjir tuzib olinadi, bunda qarshiliqlar o'z o'rnida qoladi, bunda toklarni yo'nalishini o'zgartirish mumkin.

Masalan: Rasm-4.1-dagi zanjirda ikkita EYuK manbai bor, demak zanjirni ikkita alohida-alohida EYuK-lardan ta'minlangan zanjir deb qarash mumkin.

Bu ikkala zanjirlarni alohida-alohida deb hisoblash mumkin, ya'ni ekvivalent qarshiliklarni hisoblab topib, Om qonuniga asosan har bir tarmoqdagi toklarni topish mumkin.

Berilgan zanjirdagi toklar, bu ikkala zanjirdagi toklarning algebraik yig'indisi deb qarash mumkin, lekin bunda toklarni yo'nalishini hisobga olish kerak bo'ladi. Agar I' va I'' toklarning yo'nalishlari bir xil bo'lsa ular qo'shiladi, aksincha qarama-qarshi bo'lsa ular ayiriladi.



Rasm-1.3. a, b.

Masala: Rasm-1.2. da berilgan zanjir uchun xar bir tarmoqdagi toklarni ustma-ust usuli bilan hisoblang. Bunda: $R_1 = R_2 = 2 \text{ Om}$, $R_3 = R_4 = R_5 = 1 \text{ Om}$, $E_1 = 40 \text{ V}$, $E_2 = 10 \text{ V}$ ga teng.

Yechilishi:

Berilgan zanjirni ikkita alohida-alohida zanjirga bo'lib olamiz (Rasm-1.3.a,b.). Bunda berilgan zanjir uchun tarmoq toklarini, birinchi va ikkinchi zanjir tarmoq toklari orqali ifodalab olamiz:

$$I_1 = I_1^I - I_1^{II}; \quad I_2 = I_2^I + I_2^{II}; \quad I_3 = I_3^I - I_3^{II}; \quad I_4 = I_4^I + I_4^{II}; \quad I_5 = I_5^I + I_5^{II}$$

Birinchi zanjirni ekvivalent qarshiligini aniqlaymiz:

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} = 0,5$$

$$R_{34} = R_3 + R_{45} = 1 + 0,5 = 1,5$$

$$R_{23} = \frac{R_2 R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{2 \cdot 1,5}{2 + 1,5} = 0,86$$

$$R_{\text{экв}}^I = R_1 + R_{23} = 2 + 0,86 = 2,86 \text{ Ом}$$

Om qonuniga asosan birinchi zanjir uchun tarmoqdagi toklarni aniqlaymiz:

$$I_1^I = \frac{E_1}{R_{\text{экв}}^I} = \frac{40}{2,86} = 14 \text{ A}$$

$$U_1^I = R_1 I_1^I = 28 \text{ B}$$

$$U_2^I = E_1 - U_1^I = 12 \text{ B}$$

$$I_2^I = \frac{U_2^I}{R_2} = 6 \text{ A}$$

$$I_3^I = I_1^I - I_2^I = 8 \text{ A}$$

$$U_3^I = R_3 I_3^I = 8 \text{ B}$$

$$U_4^I = U_2^I - U_3^I = 4 \text{ B}$$

$$I_4^I = \frac{U_4^I}{R_4} = 4 \text{ A}$$

$$I_5^I = I_3^I - I_4^I = 4 \text{ A}$$

Ikkinchi zanjirni ekvivalent qarshiligini aniqlaymiz:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1$$

$$R_{23} = R_3 + R_{12} = 1 + 1 = 2$$

$$R_{34} = \frac{R_4 R_{23}}{R_4 + R_{23}} = \frac{1 \cdot 2}{1 + 2} = 0,67$$

$$R_{\text{экв}}^{II} = R_5 + R_{34} = 1 + 0,67 = 1,67 \text{ Ом}$$

Om qonuniga asosan ikkinchi zanjir uchun tarmoqdagi toklarni aniqlaymiz:

$$I_5^{II} = \frac{E_2}{R_{\text{экв}}^{II}} = \frac{10}{1,67} = 6 \text{ A}$$

$$U_5^{II} = R_5 I_5^{II} = 6 \text{ B}$$

$$U_4^{II} = E_2 - U_5^{II} = 4 \text{ B}$$

$$I_4^{II} = \frac{U_4^{II}}{R_4} = 4 \text{ A}$$

$$I_3^{II} = I_5^{II} - I_4^{II} = 2 \text{ A}$$

$$U_3^{II} = R_3 I_3^{II} = 2 \text{ B}$$

$$U_2^{II} = U_4^{II} - U_3^{II} = 2 \text{ B}$$

$$I_2^{II} = \frac{U_2^{II}}{R_2} = 1 \text{ A}$$

$$I_1^{II} = I_3^{II} - I_2^{II} = 1 \text{ A}$$

Birinchi va ikkinchi zanjirlarni ustma-ust qo'yib, berilgan zanjirdagi tarmoq toklarini aniqlaymiz:

$$I_1 = I_1^I - I_1^{II} = 14 - 1 = 13 \text{ A} \quad I_2 = I_2^I + I_2^{II} = 6 + 1 = 7 \text{ A} \quad I_3 = I_3^I - I_3^{II} = 8 - 2 = 6 \text{ A}$$

$$I_4 = I_4^I + I_4^{II} = 4 + 4 = 8 \text{ A} \quad I_5 = -I_5^I + I_5^{II} = -4 + 6 = 2 \text{ A}$$

Masalani yechimini to'g'riligini Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tekshirib aniqlash mumkin, ya'ni:

$$I_1 = I_2 + I_3 = 7 + 6 = 13 \text{ A}, \quad I_4 = I_3 + I_5 = 6 + 2 = 8 \text{ A}$$

Kurs loyihasini bajarish bo'yicha namuna:

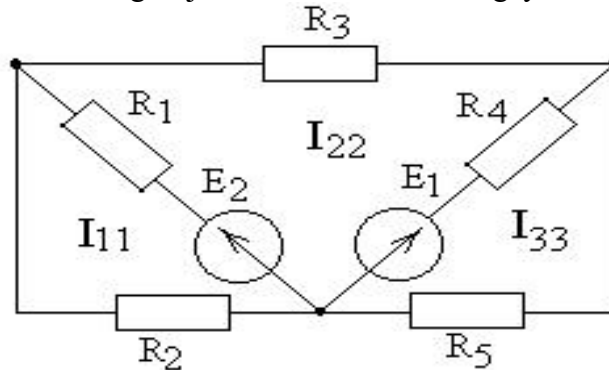
1-Topshiriq

Quyida berilgan elektr zanjirning tarmoqlardagi toklar va kuchlanishlar pasayishini kontur toklar usuli, tugun potentsiallar usuli yoki ustma-ust usuli bilan aniqlang. Barcha mustaqil konturlarning yechimi Kirxgof qonunlari asosida tekshiring va quvvatlar balansini hisoblang. E.Yu.K. va qarshiliklar qiymatlari 1.1-jadvalda keltirilgan.

1-topshiriqni yechish uchun namuna.

Berilgan: $E_1=20\text{ V}$, $E_2=24\text{ V}$, $R_{e1}=2\text{ Om}$, $R_{e2}=3\text{ Om}$, $R_1=5\text{ Om}$, $R_2=8\text{ Om}$, $R_3=5\text{ Om}$, $R_4=7\text{ Om}$, $R_5=10\text{ Om}$.

1.Sxemani mustaqil konturlarga ajratib, kontur toklarning yo'nalishini ixtiyoriy tanlab olamiz.



(Rasm-1). Xar bir konturga tuzilgan tenglamalarning umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{11}=R_{11} \cdot I_{11}+R_{12} \cdot I_{22}+R_{13} \cdot I_{33}$$

$$E_{22}=R_{21} \cdot I_{11}+R_{22} \cdot I_{22}+R_{23} \cdot I_{33}$$

$$E_{33}=R_{31} \cdot I_{11}+R_{32} \cdot I_{22}+R_{33} \cdot I_{33}$$

2.Konturlardagi EYuK lar, konturlarning qarshiliklari va yondosh tarmoqlarning qarshiliklarini hisoblaymiz:

$$E_{11}=E_1=20\text{ B.}$$

$$E_{22}=E_2-E_1=24 - 20=4\text{ B.}$$

$$E_{33}=E_2=24\text{ B.}$$

$$R_{11}=R_1+R_{01}+R_2=5+2+8=15\text{Om.}$$

$$R_{22}=R_{01}+R_2+R_3+R_4+R_{02}=2+8+5+7+3=25\text{ Om.}$$

$$R_{33}=R_{02}+R_4+R_5=3+7+10=20\text{ Om.}$$

$$R_{12}=R_{21}=-(R_{01}+R_2)=-(2+8)=-10\text{ Om.}$$

$$R_{23}=R_{32}=R_{02}+R_4=3+7=10\text{ Om.}$$

I_{11} va I_{22} kontur toklari qarama-qarshi tamonlarga yo'nalganligi uchun $R_{12}=R_{21}$ qarshiliklarning qiymatlari manfiy bo'ladi. R_{13} va R_{31} qarshiliklar esa nolga teng.

3.Tenglamani yechish uchun aniqlovchilar usulini qo'llaymiz:

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & -10 & 0 \\ -10 & 25 & 10 \\ 0 & 10 & 20 \end{vmatrix} = 500 - 1500 - 2000 = -4000$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} E_{11} & R_{12} & R_{13} \\ E_{22} & R_{22} & R_{23} \\ E_{33} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 20 & -10 & 0 \\ 4 & 25 & 10 \\ 24 & 10 & 20 \end{vmatrix} = 10000 - 2400 - 2000 + 800 = 6400$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} R_{11} & E_{11} & R_{13} \\ R_{21} & E_{22} & R_{23} \\ R_{31} & E_{33} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & 20 & 0 \\ -10 & 4 & 10 \\ 0 & 24 & 20 \end{vmatrix} = 1200 - 3600 + 4000 = 1600$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & E_{11} \\ R_{21} & R_{22} & E_{22} \\ R_{31} & R_{32} & E_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & -10 & 20 \\ 10 & 25 & 4 \\ 0 & 10 & 24 \end{vmatrix} = 9000 - 2000 - 600 - 2400 = 4000$$

4. Kontur toklarini aniqlaymiz:

$$I_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{6400}{4000} = 1,6A \quad I_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{1600}{4000} = 0,4A \quad I_{33} = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{4000}{4000} = 1A$$

5. Tarmoqlardagi toklarni aniqlaymiz:

$$I_1 = I_{11} = 1,6A; \quad I_2 = I_{11} - I_{22} = 1,6 - 0,4 = 1,2A; \quad I_3 = I_{22} = 0,4A;$$

$$I_4 = I_{33} + I_{22} = 1 + 0,4 = 1,4A; \quad I_5 = I_{33} = 1A$$

6. Tarmoqlardagi kuchlanishlar pasayishini aniqlaymiz:

$$U_1 = I_1 R_1 = 1,6 \cdot 5 = 8B;$$

$$U_2 = I_2 (R_2 + R_{01}) = 1,2(8 + 2) = 12B;$$

$$U_3 = I_3 R_3 = 0,4 \cdot 5 = 2B;$$

$$U_4 = I_4 (R_4 + R_{02}) = 1,4(7 + 3) = 14B;$$

$$U_5 = I_5 R_5 = 1 \cdot 10 = 10B.$$

7. Echimlarni Kirxgofning ikkinchi konuniga muvofiq tekshiramiz:

$$E_1 = U_1 + U_2 = 8 + 12 = 20B;$$

$$E_2 = U_4 + U_5 = 14 + 10 = 24B;$$

$$E_2 - E_1 = U_4 + U_3 - U_2 = 14 + 2 - 12 = 4B.$$

8. Quvvatlar balansini hisoblaymiz:

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan zanjirdagi qarshilikda vaqt birligi ichida ajralayotgan issiqlik energiyasi shu vaqt ichida manbadan kelayotgan energiyaga teng bo'lishi kerak.

Agar EYuK bilan undan oqib o'tayotgan tokning yo'nalishi bir xil bo'lsa, (+ I·E) ko'paytma musbat ishora bilan olinadi, agar EYuK bilan undan oqib o'tayotgan tokning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa, (-I·E) ko'paytma manfiy ishora bilan olinadi.

$$P_{\text{манба}} = P_{\text{истеъмолчи}}$$

$$E_1 I_1 + E_2 I_4 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5$$

$$E_1 I_1 + E_2 I_4 = 20 \cdot 1,6 + 24 \cdot 1,2 = 60,8 \text{ Vt}$$

$$I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 = 1,6^2 \cdot 5 + 1,2^2 \cdot 8 + 0,4^2 \cdot 5 + 1,4^2 \cdot 10 + 1^2 \cdot 10 = 60,23 \text{ Bm}$$

Aniqlangan natijadan ko'rinadiki, manbadan berilayotgan quvvat iste'molchilar qabul qilayotgan quvvatga teng, ya'ni quvvatlar muvozanati (balansi) saqlanayapti.

2.2. Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

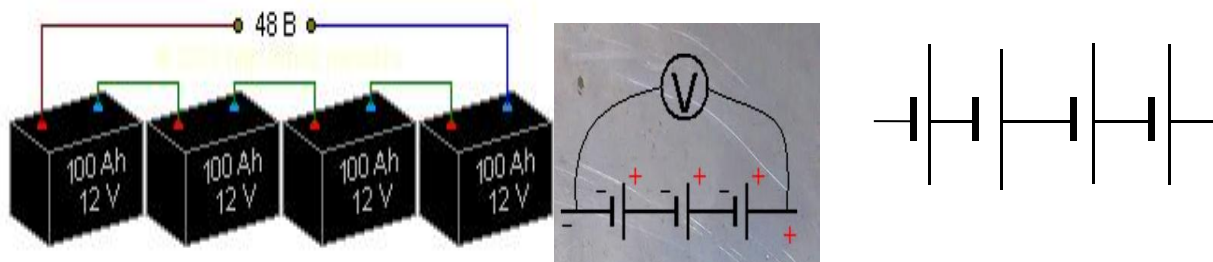
1-masala. Rasmda keltirilgan akkumulyatorning elektr zaryadi va energiya sini toping.

SHu energiya qancha ko'mirning yonish energiyasiga teng. Ko'mirning solishtirma yonish issiqlik energiyasi 25 MJ/kg deb hisoblang.

Akkumulyatorlarni ketma-ket va paralel ulash

Amalda ko'p holatlarda iste'molchilarning kerakli ishchi kuchlanishi va iste'mol toki bilan ta'minlash uchun bir necha akkumulyatorlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunda akkumulyatorlar o'zaro ketma-ket, paralel va aralash sxemalarda ulanishi mumkin.

Ketma-ket ulash. Kuchlanishni oshirish zarur bo'lgan sharoitlarda manbalar ketma-ket ulanadi. Bunda umumiy kuchlanish akkumulyatorlar kuchlanishlari yig'indisiga teng bo'ladi. Lekin bunday ulash uchun aynan bir xil akkumulyatorlar ishlatilishi zarur.

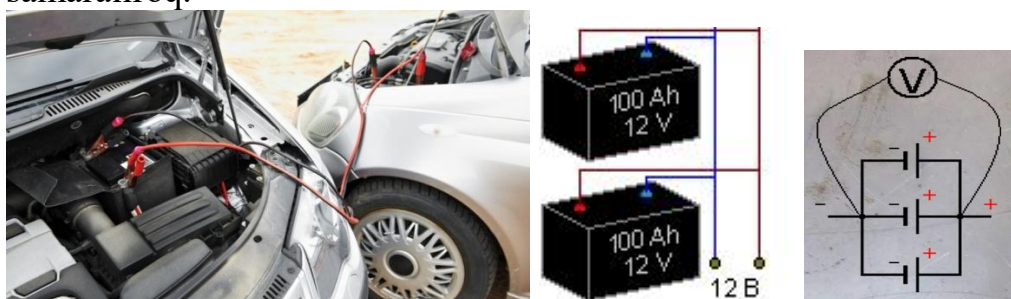


Ketma-ket ulangan akkumulyatorlar bloki va uning sxemasi

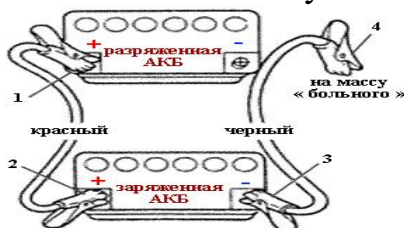
2-Masala. Rasmda keltirilgan akkumulyatorlar blokining umumiy energiyasini toping. SHu akkumulyatorlar bloki qanday maksimal tok bilan ishlashi mumkin.

3-Masala. Archa o'yinchoqlari chiroqchalari 2,2 V kuchlanishda ishlashga mo'ljallangan. Lekin, shunday chiroqlardan bir shodasi 220 V kuchlanishga ulab yoqilgan. SHu o'yinchoqlar shodasida qancha lampa bor va ular qanday ulangan. Sxemasini chizing.

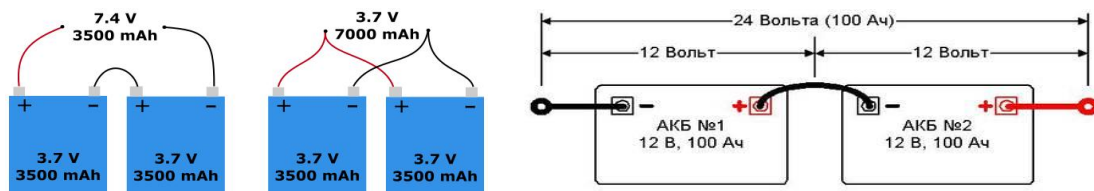
Paralel ulash. Ayrim hollarda manbaning kuchlanishi iste'molchi nominal kuchlanishiga mos bo'lgani bilan bu manba iste'molchini yetarli vaqtgacha energiya bilan ta'minlay olmay qoladi. Boshqacha aytganda, iste'molchining ishlash muddatini uzaytirish yoki kattaroq quvvatli iste'molchini ulash zarurati tug'iladi. Masalan, 12 V kuchlanishli, tok sig'imi 50 A soat bo'lgan akkumulyator berilgan. SHu akkumulyatorga ishchi kuchlanishi 12 V, nominal toki 60 A gacha bo'lgan iste'molchini ulasak akkumulyatorga ortiqcha yuklama tushib u tez ishdan chiqadi. Akkumulyatorning tok yuklamasi me'yorda bo'lishi uchun tok sig'imini 60 A soatdan katta bo'lishi kerak. Buning uchun ikita bir xil akkumulyatorlarni paralel ulash kerak. Nazariy jihatdan olib qaralganda akkumulyatorlarni paralel ulash uchun kulanishlari bir xil bo'lishi shart emas. Faqatgina akkumulyator larnini ichki qarshiliklari bir xil bo'lishi yetarli. Lekin, akkumulyatorlar kimyoviy reaksiya natijasida tok hosil qiladi va akkumulyator ichki qarshiligi kimyoviy jarayonlarga bog'liq. SHuning uchun bir xil turdagi va kuchlanishli akkumulyatorlardan foydalanish samaraliroq.



Avtomobil akkumulyatorlarini paralel ulash va uning sxemasi.



Bunday ulashlarda faqat maxsus, shu maqsad uchun ishlab chiqarilgan jihozlardan, belgilangan talablar asosidagina foydalaning



Кетма-кет va paralel ulashda tok va kuchlanishlarning qo'shilishi.

4-masala. Kuchlanishlari 12 V, tok sig'irlari mos holda 60 A soat va 75 A soat bo'lgan ikkita akkumulyator paralel ulanib akkumulyatorlar sistemasini tashkil qiladi. Sistemaning umumiy quvvatini va energiyasini toping. Ulanishning sxemasini chizing.

5-masala. 1.5 V kuchlanishli batareyalar bilan 12 V ishchi kuchlanishli elektr dvigatelini ishga tushirish kerak. Buning uchun nechta batareyani, qanday ulash kerak? Sxemasini chizing.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-Masala. 12V, 1200 mAh yozuvli Varta akkumulyatoridagi maksimal elektr zaryadi va energiyani toping.

2-Masala. Rasmda 4 ta bir xil akkumulyator ko'rsatilgan, ularning har biri 9V, 25 Ah. Akkumulyatorlar blokining kuchlanishini, tok sig'imini, energiyasini toping.

3-Masala. Rasmda akkumulyatorlar bloki ko'rtilgan. Akkumulyatorlarning hammasi bir xil bo'lib har biri 4,5V, 1.25Ah. Hosil bo'lgan akkumulyatorlar bloki ning umumiy kuchlanishi, energiyasi, va tok sig'imini toping. Sxemasini chizing.

4-masala. Yerning radiusini 6400 km deb hisoblab Yer shari sirtiga tushayotgan quyosh nuri quvvatini toping. 1 m² yuzaga mos quvvat 1000 Vt deb oling.

5-masala. Mamlakatimiz hududiga tushayotgan Quyosh nurining umumiy quvvatini va bir yilda tushgan quyosh nuri energiyasini toping (yil davomida quyosh nuri bir hilda tushgan deb qaralsin). Mamlakatimizning yer maydonini 447 ming km² deb hisoblang.

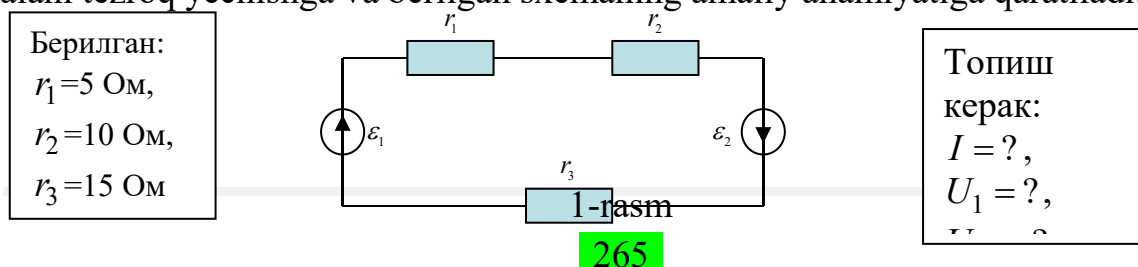
6-masala. O'zbekistonda bir yilda 50 mlrd kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqariladi va iste'mol qilinadi. Yuqoridagi masala shartidan O'zbekiston hududiga tushayotgan quyosh energiyasini hammasini elektr energiyasiga aylantirilsa bir kunlik Quyosh energiyasi O'zbekiston uchun qancha vaqtga yetadi?

7-masala. Yer yuzasi sirtiga bir sekundda tushgan Quyosh energiyasi qancha quruq o'tinning yonish energiyasiga mos keladi?

1-masala. Qarshiliklari $r_1 = 5 \text{ Om}$, $r_2 = 10 \text{ Om}$, va $r_3 = 15 \text{ Om}$ bo'lgan elektr zanjiri (13 – rasm) elektr yurituvchi kuchlari $\mathcal{E}_1 = 50 \text{ V}$ va $\mathcal{E}_2 = 100 \text{ V}$ bo'lgan manbaga ulangan. Zanjirdagi tokning qiymati va qarshiliklaridagi kuchlanishlarning pasayishi aniqlansin.

Masalaning yechilishi.

Bunday turdagi masalalarni fizikaning elektr bo'limida yechilgan. Bu yerda asosiy maqsad masalani tezroq yechishga va berilgan sxemaning amaliy ahamiyatiga qaratiladi.



Masala Kirxgofning 2-qonuni va Om qonunini qo'llash bilan yechiladi. Masala shartida sxema keltirilgan, iste'molchilarning va manbaning ulash turlari ma'lum, demak sxemani umumiy qarshiligi va umumiy E.Yu.K ni topib, Om qonuniga ko'ra zanjirdagi tok kuchini aniqlaymiz. Zanjir tarmoqlanmagan, shuning uchun barcha iste'molchilardagi toklar teng, yana Om qonunini qo'llab ulardagi kuchlanishlarni toamiz. Manbalarning e.yu.k. lari bir tomonga yo'nalga, shuning uchun ular qo'shiladi. Endi hisoblarni bajarish qoldi xolos:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I(r_1 + r_2 + r_3), \text{ Kirxgofning 2- qonuniga asosan tuzilgan tenglamadan:}$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{(r_1 + r_2 + r_3)} = \frac{(50 + 100)}{(5 + 10 + 15)} = \frac{150}{30} = 5 \text{ A.}$$

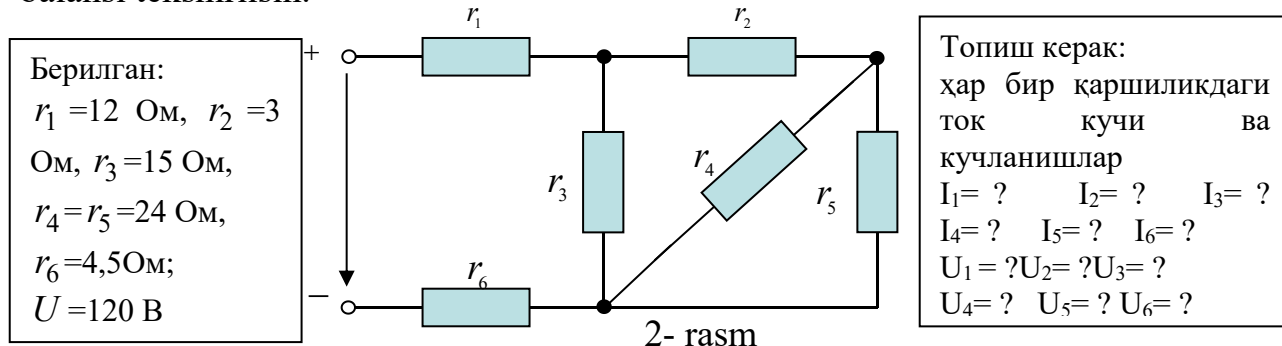
Qarshiliklardagi kuchlanishlar tushuvi:

$$U_1 = Ir_1 = 5 \cdot 5 = 25(B); \quad U_2 = Ir_2 = 5 \cdot 10 = 50(B); \quad U_3 = Ir_3 = 5 \cdot 15 = 75(B)$$

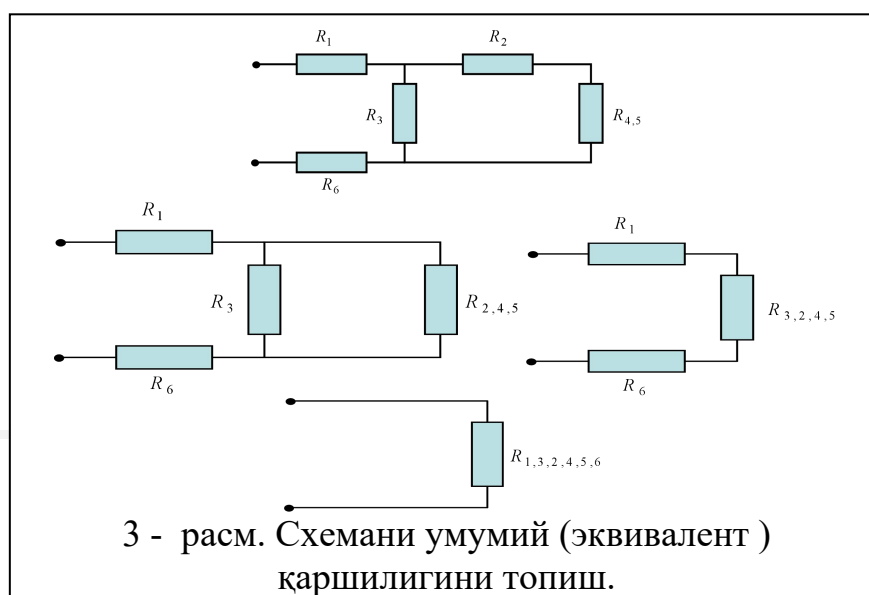
Echimni Kirxgofning 2 qonuni bo'yicha tekshiramiz:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = U_1 + U_2 + U_3 = 25 + 50 + 75 = 150 \text{ V.}$$

2-masala. Qarshiliklari $r_1 = 12 \text{ Om}$, $r_2 = 3 \text{ Om}$, $r_3 = 15 \text{ Om}$, $r_4 = r_5 = 24 \text{ Om}$, $r_6 = 4,5 \text{ Om}$ dan iborat bo'lgan elektr zanjiri kuchlanishi $U = 120 \text{ V}$ bo'lgan manbaga ulangan. Har bir qarshilikdan o'tayotgan tok va undagi kuchlanishning tushuvi aniqlansin. Quvvatlar balansi tekshirilsin.



Sxemani soddalashtirib jarayoni 3- keltirilgan.



ketma-ket borish rasmda

Masalaning yechilishi. Dastlab zanjirning ekvivalent qarshiligi $r_{\text{экв}}$ ni topib olamiz.

Buning uchun zanjirni chap tomondan boshlab soddalashtirib boramiz: r_4 va r_5 qarshiliklar paralel ulangan

ularni umumiy qarshiligi r' ni topamiz

$$r' = \frac{r_4 \cdot r_5}{r_4 + r_5} = \frac{24 \cdot 24}{24 + 24} = \frac{576}{48} = 12(\text{Om})$$

r_4 va r_5 ni bitta qarshilik deb qarab 15a sxemani chizamiz. Bu sxemada r_2 va r' ketma-ket ulangan, shuning uchun ularni umumiy qarshiligi

$$r'' = r' + r_2 = 12 + 3 = 15(\text{Om})$$

r' va r_2 qarshiliklarni bitta deb qarab 15.b sxemani hosil qilamiz. Sxemada r_3 va r'' (ya'ni $r_{2,4,5}$) paralel ulangan, shuning uchun ularning umumiy qarshiligi

$$r''' = \frac{r'' \cdot r_3}{r'' + r_3} = \frac{15 \cdot 15}{15 + 15} = \frac{225}{30} = 7,5(\text{Om})$$

r_3 va $r_{2,4,5}$ qarshiliklarni bitta deb qarab v sxemani hosil qilamiz, bunda qarshiliklar ketma-ket ulangan, umumiy qarshilik

$$r_{\text{экв}} = r_1 + r''' + r_6 = 12 + 7,5 + 4,5 = 24(\text{Om})$$

Demak 15-rasmda keltirilgan zanjirning ekvivalent qarshiligi 24 Om ga teng. Zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi, ya'ni manbadan chiqayotgan tok kuchi Om qonuniga ko'ra

$$I = \frac{U}{r_{\text{экв}}} = \frac{120}{24} = 5(\text{A}) .$$

R_1 va R_6 qarshiliklardagi toklar ham 5 A. $I = I_1 = I_6 = 5\text{A}$.

Zanjir elementlaridagi kuchlanishlarni topish uchun manba kuchlanishidan boshlab ketma-ket turgan elementlar uchun Om va Kirxgofning 2-qonunlarini qo'llaymiz.

$$r_1 \text{ qarshilikdagi kuchlanish } U_1 = I r_1 = 5 \cdot 12 = 60(\text{B})$$

Kirxgofning 2 qonuni bo'yicha zanjir qismlaridagi kuchlanish pasayishi yig'indisi manba kuchlanishiga teng.

$$U_3 = U - (U_1 + U_6) = 120 - (12 + 4,5)5 = 120 - 82,5 = 37,5 \text{ V}; \quad U_1 = 60(\text{B});$$

$$U_6 = 22,5(\text{B}), \quad I_3 = \frac{U_3}{r_3} = \frac{37,5}{15} = 2,5(\text{A}) \text{ Kirxgofning 1 qonunini tugun uchun qo'llasak:}$$

$$I_1 = I_2 + I_3; \quad I_2 = I_1 - I_3 = 5 - 2,5 = 2,5(\text{A})$$

Kirxgofning 2 qonunini qo'laymiz: $I_1 = I_4 + I_5$; $r_4 = r_5$ (chunki $r_4 = r_5$) bo'lganligi uchun $I_2 = 2I_4$ yoki $I_2 = 2I_5$; bunda

$$I_4 = \frac{I_2}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25(A); I_4 = I_5 = 1,25(A)$$

3-masala. Kuchlanishi $U = 220$ V bo'lgan yoritish tarmog'iga quvvatlari 150 Vt bo'lgan lampadan 8 ta, 100 Vt bo'lgan lampadan 12 ta va 60Vt bo'lgan lampadan 15 tasi parallel ulangan. Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan umumiy tok kuchini va 5 soat yoritish davomida sarflangan energiya miqdori kilovatt-soatlarda aniqlansin.

Berilgan:

$R_1 = 150Vt$ 8ta

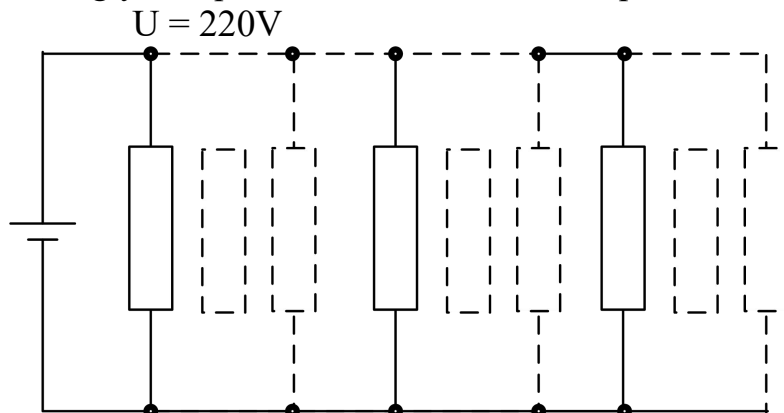
$R_2 = 100Vt$ 12ta

$R_3 = 60 Vt$ 15ta

$t = 5soat$

Topish kerak:

$I = ? Q = ?$



4-rasm. 8 ta 150 Vt, 12 ta 100 Vt, 15 ta 60 Vt quvvatli iste'molchilar parallel ulangan zanjir.

Masalaning yechilishi.

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{150}{220} \cdot 8 = 5,46 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{100}{220} \cdot 12 = 5,46 A$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U} = \frac{60}{220} \cdot 15 = 4,1 A$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 5,46 + 5,46 + 4,1 = 15 A$$

$$Q = I^2 R t = I U t = 15 \cdot 220 \cdot 5 = 16,5 \text{ } \kappa Bm \quad \text{coam}$$

Masalaning yechilishi.

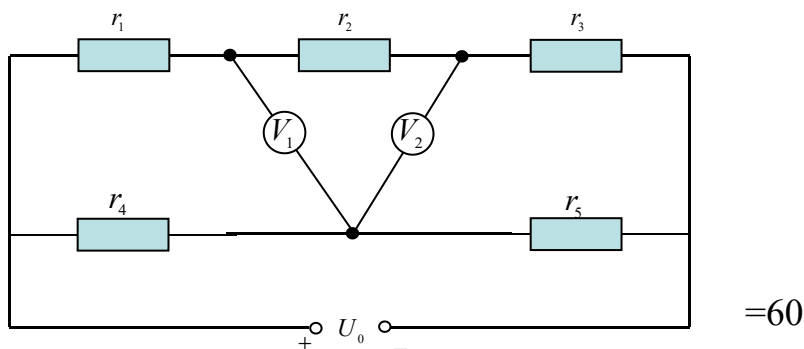
Manba kuchlanishi 200 V bo'lib r_1, r_2, r_3 qarshiliklardagi kuchlanishlarning yig'indisi manba kuchlanishi 200 V ga teng. r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlarning yig'indisi ham 200 V ga teng. 6 - rasm.

Qarshiliklardagi

kuchlanishlar nisbatlaridan foydalanib quyidagi tenglamarni yozamiz:

$$2X + 5X + 3X = 200 V,$$

bundan $X = 20$. Demak r_1, r_2, r_3 qarshiliklardagi kuchlanishlar mos ravishda: $U_1 = 40$ V, $U_2 = 100$ V, U_3 V gateng.



Xuddi shunday qilib r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlarni topamiz:

$3X + 2X = 200$ V, bundan, $X = 40$ V. Demak r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlar mos holda $U_4 = 120$ V va $U_5 = 80$ V ga teng.

Endi, vol'tmetrlarning ko'rsatishlarini topamiz: V_1 vol'tmetr r_1 va r_5 qarshiliklar zanjirida ketma ket turibdi. $U_1 = 40$ V, $U_5 = 80$ V, jami 120 V. Demak manba kuchlanishi

200 bo'lishi uchun voltmeter 80 V ni ko'rsatishi kerak. Xuddi shunday mulohaza bilan V_2 voltmeter ulangan r_3 , r_4 qarshiliklardagi kuchlanishlar yig'indisi $U_3 + U_4 = 60 \text{ V} + 120 \text{ V} = 180 \text{ V}$, demak V_2 voltmetrning ko'rsatishi 20 V ga teng.

6-masala. Ochiq mis simdan o'tkazilgan 500 m uzunlikdagi ikki simli liniya alyuminiy simga almashtirildi. Ikkala xil simning ko'ndalang kesimi bir xil: $S=16 \text{ mm}^2$ bo'lib, liniyadan oqib o'tayotgan tok 100 A ni tashkil etsa, iste'molchining qismalaridagi kuchlanishni o'zgarmas saqlash uchun liniya boshidagi kuchlanishni necha voltgacha o'ttirish kerakligi va simlarni almashtirish tufayli yuzaga kelgan qo'shimcha quvvat isrofi aniqlansin ($\rho_{\text{mis}} = 0,0176 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $\rho_{\text{al}} = 0,0278 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Masalaning yechilishi:

1). 500 m uzunlikdagi mis simning qarshiligi.

$$r_{\text{mis}} = \rho_{\text{mis}} \frac{2\ell}{S} = 0,0176 \frac{2 \cdot 500}{16} = 1,1 \text{ Om}.$$

2). Mis sim o'tkazilgandagi kuchlanishning pasayishi.

$$U_{\text{mis}} = Ir_{\text{mis}} = 100 \cdot 1,1 = 110 \text{ V}$$

3). 500 m uzunlikdagi alyuminiy simning qarshiligi.

$$r_{\text{al}} = \rho_{\text{al}} \frac{2\ell}{S} = 0,0278 \frac{2 \cdot 500}{16} = 1,74 \text{ Om}.$$

4). Alyuminiy sim o'tkazilgandagi kuchlanishning pasayishi.

$$U_{\text{al}} = Ir_{\text{al}} = 100 \cdot 1,74 = 174 \text{ V}.$$

5). Liniya boshida o'ttirilishi kerak bo'lgan kuchlanishning qiymati.

$$U = U_{\text{al}} - U_{\text{mis}} = 174 - 110 = 64 \text{ V}.$$

6). Liniya mis simdan o'tkazilgandagi quvvat isrofi.

$$P_{\text{mis}} = U_{\text{mis}} I = 110 \cdot 100 = 11000 \text{ Vt}.$$

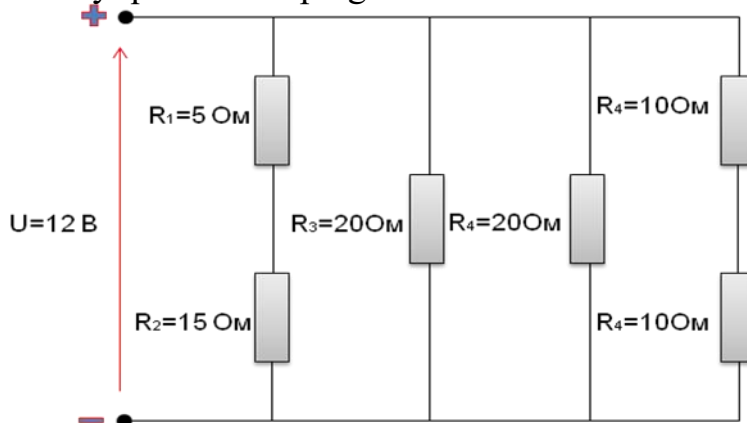
7). Liniya alyuminiy simdan o'tkazilgandagi quvvat isrofi.

$$P_{\text{al}} = U_{\text{al}} I = 174 \cdot 100 = 17400 \text{ Vt}.$$

8). Simlarni almashtirish tufayli yuzaga kelgan quvvat isrofi.

$$P = P_{\text{al}} - P_{\text{mis}} = 17400 - 11000 = 6400 = 6,4 \text{ kVt}.$$

7-masala. Rasmda tasvirlangan elektr zanjiridan foydalanib umumiy qarshilikni, tok kuchini va zanjirning umumiy quvvatini toping.



8-masala. Ko'ndalang kesimi $S=25 \text{ mm}^2$ bo'lgan izolyatsiyali mis sim kalavasining uchlariga 6 V kuchlanish berilganda undan 3 A tok o'tdi. Kalavaning uzunligi aniqlansin (misning solishtirma qarshiligi $\rho_{\text{mis}}=0,0176 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Berilgan:

$$S = 2,5\text{mm}^2, U = 6\text{B}, I = 3\text{A}, \rho = 0,0176\text{Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Topish kerak:

$l - ?$

Echish:

Om qonunidan foydalanib simning qarshiligini topamiz: $R = \frac{U}{I} = \frac{6\text{B}}{2\text{A}} = 3\text{Om},$

$$R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow l = \frac{RS}{\rho} = \frac{3\text{Om} \cdot 2,5\text{mm}^2}{0,0176\text{Om} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}} = \frac{7,5}{0,0176} = 284\text{m}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Kuchlanishi 12 V energiya sig'imi 60 A soat bo'lgan ikkita akkumulyator parallel ulanganda xosil bo'lgan akumulyatorlar sistemasining elektr energiyasini Joulida xisoblang.
2. Ishchi kuchlanishi 12 V, energiya sig'imi 120 A soat bo'lgan ikkita bir xil akkumulyator paralel ulanib 150 Vt quvvatli ste'molchini ta'minlaydi. Xar bir akkumulyator chiqishidagi tok kuchini toping.
3. Mis o'tkazgichni alyuminga almashtirildi va o'tkazgichning uzunligini ikki marta kamaytirib, yo'g'onligini 4 marta oshirildi. O'tkazgichning qarshiligi necha marta o'zgardi?
4. Xar biri 24 Om bo'lgan to'rtta qarshilik paralel ulanib ularga xar biri 6 Om dan bo'lgan uchta qarshilik ketma-ket ulangan. Ushbu zanjirni xar birining kuchlanishi 12 V bo'lgan 2 ta, ketma-ket ulangan akumulyator tok bilan taminlaydi. SHu sxemani chizing. Ushbu zanjirning tarmoqdan iste'mol qilayotgan tok kuchini va quvvatini toping.
5. Xonadonda xar birining kuvvati 100 Vt dan bo'lgan 12 ta cho'g'lanma tolali lampa quvvati 24 Vt dan bo'lgan 12 ta LED lampalariga almashtirildi. Lampalar almashmasdan oldin elektr toki uchun oyiga 60000 sum pul to'lanar edi. Agar lampalarni ishlash rejimlari o'zgarmagan bo'lsa ular almashtirilgach elektr toki uchun oyiga qancha pul sarflanadi.
6. Quvvati 1 KVt bo'lgan elektr choynakda suv 15 minutda qaynaydi. Agar 1 KVt soat elektr energiyasi 150 sum bo'lib, xar kuni 3 martadan choy qaynatilsa bir oyda choy qaynatish uchun necha so'm sarflanadi?
7. Cho'g'lanma tolali lampalarning ichga nima uchun inert gazlar to'ldiriladi. Agar xavo to'ldirilsa nima bo'ladi. Qanday xollarda lampalarning ichi tutunga to'lib qoladi va nima uchun? Nima uchun bu lampalarning yorug'lik berish qobiliyati AKVA lampalarga qaraganda ancha kam?
8. Kuchlanishi 24 V bo'lgan akumulyatorga xar birining qarshiligi 48 Om dan bo'lgan 4 qarshilik paralel ulangan. Agar shu qarshiliklarni ketma-ket ulansa zanjirdagi tok kuchi necha marta o'zgaradi?
9. 12 V kuchlanishli manbaga ikkita tarmoq ulangan. Birinchi tarmoq bitta 24 Om qarshilikdan, ikkinchi tarmoq 12 Om va 24 Om qarshiliklardan iborat. SHu sxemani chizib zanjirni kontur toklar usulida xisoblang.

1-masala. Zanjirga berilgan kuchlanishning va undagi tokning oniyqiymatlari $u = 310 \sin \omega t$ va $i = 14,1 \sin(\omega t + 45^\circ)$ ma'lum bo'lsa, zanjirning aktiv, reaktiv va to'laquvvatlari va qarshiliklari aniqlansin.

Berilgan:

$$u = 310 \sin \omega t, i = 14,1 \sin(\omega t + 45^\circ)$$

Topish kerak:

$$P=? \quad Q=? \quad S=? \quad R=? \quad X=?$$

Tok va kuchlanishlarning amaliy qiymatlari

$$U = \frac{U_M}{\sqrt{2}} = \frac{310}{\sqrt{2}} = 220 \text{ B}$$

$$I = \frac{I_M}{\sqrt{2}} = \frac{14,1}{\sqrt{2}} = 10 \text{ A}$$

To'la qarshiligi

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{10} = 22 \text{ OM}$$

$$\text{Aktiv quvvati } \cos 45^\circ = 0,7$$

$$P = IU \cos \varphi = 10 \cdot 220 \cdot 0,7 = 1540 \text{ Vt}$$

$$\text{Reaktiv quvvatisin } \sin 45^\circ = 0,7$$

$$Q = IU \sin \varphi = 10 \cdot 220 \cdot 0,7 = 1540 \text{ VAR}$$

To'la quvvati

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1540^2 + 1540^2} = \sqrt{4743200} = 2178 \text{ VA}$$

Qarshiliklari

$$P = I^2 R \text{ bu formuladan } R = \frac{P}{I^2} = \frac{1540}{100} = 15,40 \text{ OM}$$

$$X_C = \frac{Q}{I^2} = \frac{1540}{100} = 15,40 \text{ OM}$$

2-masala. Agar sinusoidal o'zgaruvchan tok manbaining chastotasi $f = 50 \text{ Гц}$ bo'lsa, 4.7 masalaning ma'lumotlari bo'yicha kondensatorlar batareyasining sig'imi aniqlansin.

Berilgan:

$$f = 50 \text{ Гц}, u = 310 \sin \omega t, i = 14,1 \sin(\omega t + 45^\circ)$$

Topish kerak:

$$C=?$$

Echish masalani 4.7 masalaning ma'lumotlari bo'yicha ishlasak

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \rightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{314 \cdot 15,40} = \frac{1}{48,35} = 0,0002067 = 207 \text{ мкФ}$$

3-masala. Sxemadagi elektr zanjirga ulangan ampermetr va voltmetrning ko'rsatkichlari $I = 10 \text{ A}$, $U = 220 \text{ V}$. Tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi $\varphi = 60^\circ$.

Vattmetrning ko'rsatishi, zanjirning aktiv va induktiv qarshiliklari hamda reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin.

Berilgan:

$$I=10 \text{ A} \quad U=220 \text{ V}$$

Topish kerak:

$$P=? \quad R=? \quad X_L=? \quad S=? \quad Q=?$$

Echish:

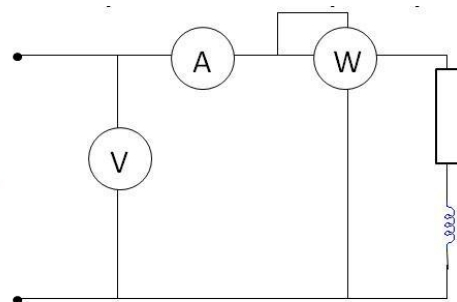
$$Z = \frac{U}{I} = 22 \text{ OM}$$

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi = 19,14 \text{ OM}$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi = 22 \cdot 0,5 = 11 \text{ OM}$$

$$\varphi = 60^\circ Q = I^2 \cdot X_L = 100 \cdot 19,14 = 1914 \text{ Bт} \approx 1,9 \text{ кВт}$$

$$S = I^2 \cdot Z = 100 \cdot 22 = 2200 \text{ Bт} = 2,2 \text{ кВт}$$



$$P = I^2 \cdot R = 100 \cdot 11 = 1,1 \text{ kBT}$$

4-masala. Sig'imi $S=79,6 \text{ mF}$ li kondensator qarshiligi $r = 15 \text{ OM}$ bo'lgan reostat bilan ketma-ket ulangan. Agar manbaning kuchlanishi $U=127 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lsa, zanjirdagi tok, reostat va kondensatordagi kuchlanishning tushuvi hamda zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvati aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishning vektor diagrammasi qurilsin.

Berilgan:

$$S=79,6 \text{ mF}$$

$$r = 15 \text{ OM}$$

$$U=127 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Gts}$$

Topish kerak:

$$I=? \quad S=? \quad Q=? \quad U_R=? \quad U_C=? \quad P=?$$

Echish:

$$r = 15 \text{ OM} \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{314 \cdot 79,6 \cdot 10^{-6}} = 40 \text{ OM}$$

$$Z = \sqrt{r^2 + X_C^2} = \sqrt{225 + 1600} = 43 \text{ OM}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{127}{43} \approx 3 \text{ A}, \quad U_R = I \cdot r = 3 \cdot 15 = 45 \text{ B}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 3 \cdot 40 = 120 \text{ B}$$

$$S = I^2 \cdot Z = 9 \cdot 43 = 387 \text{ BT}, \quad Q = I^2 \cdot X_C = 9 \cdot 40 = 360 \text{ BT}$$

$$P = I^2 \cdot r = 9 \cdot 15 = 135 \text{ BT}$$

5-masala. O'zaro ketma-ket tutashtirilgan aktiv qarshilik va induktiv g'altakdan iborat zanjir kuchlanishi $U = 220 \text{ B}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan elektr tarmog'iga ulangan. Zanjirning aktiv quvvat iste'moli bo'lib $P = 387,2 \text{ BT}$ undan oqib o'tayotgan tok $I=2,2 \text{ A}$. Zanjirning aktiv, reaktiv, to'la qarshiliklari va g'altak induktivligi aniqlansin. Agar manbaning chastotasi ikki marta ortsa, zanjirning aktiv quvvat iste'moli nimaga teng bo'ladi?

Berilgan:

$$U=220 \text{ V}$$

$$P=387,2 \text{ Wt}$$

$$I=2,2 \text{ A}$$

$$f = 50 \text{ Gts}$$

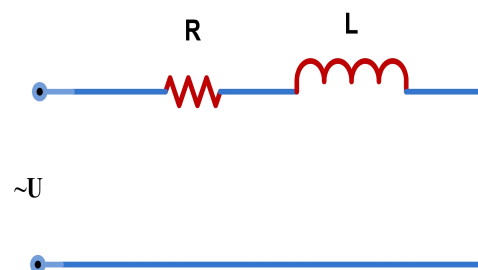
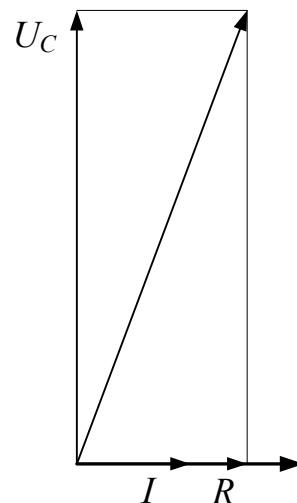
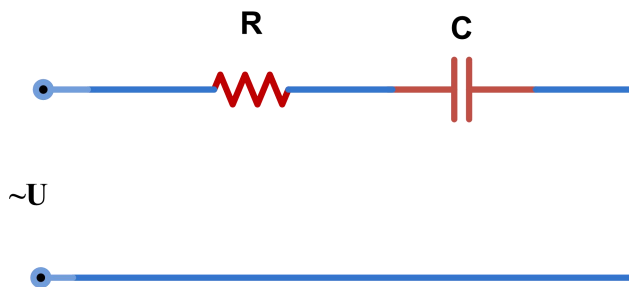
Topish kerak:

$$R=? \quad X_L=? \quad Z=? \quad L=? \quad P=?$$

Echish: Aktiv quvvatni topish ifodasidan R topamiz.

$$P = I^2 \cdot R \rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{387,2}{4,84} = 80 \text{ OM}$$

$$\text{To'la qarshilik } Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{2,2} = 100 \text{ OM}$$



Reaktiv qarshilik $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{3600} = 60 \text{ Om}$

$$X_L = \omega \cdot L \rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{60}{314} = 191 \text{ mГн}$$

CHastota ikki marta ortsa, $X_L = \omega \cdot L$ ga ko'ra X_L ham

Ikki marta ortadi. $X_L = 120 \text{ Om}$, $R = 80 \text{ Om}$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 144 \text{ Om},$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{127}{144} = 1,52 \text{ A}$$

$$P = I^2 R = 1,52^2 \cdot 80 = 185 \text{ Bт}$$

6-masala. Induktivligi $L = 0,141 \text{ Гн}$ bo'lgan induktiv g'altak chastotasi $f = 50 \text{ Гц}$ li o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Zanjirdagi tokning o'zgarish qonuniyati zanjirdagi tokning o'zgarish qonuniyati $i = 5,64 \sin \omega t$ bo'lsa, zanjirdagi kuchlanish va quvvatlarning oniy qiymatlari ifodalari yozilsin. Tok va kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymatlari, shuningdek, zanjirning reaktiv quvvati hamda induktiv g'altakda to'plangan magnit maydon energiyasining maksimal qiymatini aniqlang.

Berilgan:

$$L = 0,141 \text{ Гн}$$

$$i = 5,64 \sin \omega t$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

Topish kerak:

$$U = ? \quad P = ? \quad U_{\text{эф}} = ? \quad I_{\text{эф}} = ?$$

$$Q = ? \quad W_{\text{max}} = ?$$

Echish:

$$\varepsilon = U = -L \frac{di}{dt} = -L \frac{d(5,64 \sin \omega t)}{dt} = -L \cdot 5,64 \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$= 250 \cos \omega t$$

$$P = i \cdot U = 5,64 \sin \omega t \cdot 250 \cos \omega t = 704 \sin 2\omega t$$

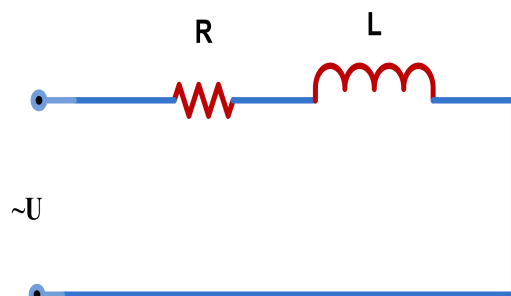
$$i = 5,64 \sin \omega t$$

$$I_{\text{эф}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{5,64}{\sqrt{2}} = 4,02 \text{ A}$$

$$U_{\text{эф}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{250}{\sqrt{2}} = 178,5 \text{ V}$$

$$Q = I^2 \cdot X_L = I^2 \cdot \omega L = 4,02^2 \cdot 3,14 \cdot 0,141 = 708 \text{ Bap}$$

$$W_{\text{max}} = \frac{L \cdot I_m^2}{2} = \frac{0,141 \cdot 5,64^2}{2} = 2,242 \text{ Ж}$$



7-masala. Aktiv qarshiligi $r = 15 \text{ Om}$, reaktiv qarshiligi $X_L = 20 \text{ Om}$ bo'lgan induktiv g'altak kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ li o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Zanjirning aktiv, reaktiv, to'la quvvatlari, shuningdek quvvat koeffitsienti aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishning vektor diagrammalari qurilsin.

Berilgan: $r = 15 \text{ Om}$, $X_L = 20 \text{ Om}$, $U = 127 \text{ V}$

Topish kerak:

$$P = ? \quad Q = ? \quad S = ? \quad \cos \varphi = ?$$

Echish:

$$I = \frac{U}{\sqrt{r^2 + X_L^2}} = \frac{127}{\sqrt{20^2 + 15^2}} = 5,08 \text{ A} \quad P = I^2 \cdot r = 5,08^2 \cdot 15 = 378 \text{ W}$$

$$Q = I^2 \cdot X_L = 5,08^2 \cdot 20 = 516 \text{ Var} \quad S = I^2 \cdot Z = 5,08^2 \cdot 25 = 645 \text{ W}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{r}{Z} = \frac{15}{25} = 0,6 \quad U_{Lr} = r \cdot I = 15 \cdot 5,08 = 76,2 \text{ V}$$

$$U_{Lx} = X_L \cdot I = 20 \cdot 5,08 = 101,6 \text{ V}$$

8-masala. Zanjirdagi kuchlanish va tokning oniy qiymatlari ifodasi quyidagicha $u = 310 \cdot \sin(314t + 20^\circ)$ va $i = 8,46 \cdot \sin(314t - 15^\circ)$.

Nagruzka xarakteri va uning parametrlari aniqlansin:

Echish: Tok va kuchlanishning maksimal qiymatlari $U_m = 310 \text{ B}$ $I_m = 8,46 \text{ A}$ ga teng.

Nagruzka xarakterlari:

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi = 21 \text{ OM}$$

$$r = Z \cdot \cos \varphi = 30 \text{ OM}$$

9-masala. CHastotasi $f = 50 \text{ GHz}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga g'altak va o'lchash asboblari ulangan ampermetr, voltmeter va vattmetrlarning ko'rsatishi quyidagicha:

$$I = 5 \text{ A}; U = 220 \text{ V}; \quad P = 1000 \text{ W};$$

G'altakning aktiv qarshiligi r , induktivligi L , reaktiv va to'la quvvatlari, shuningdek, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ aniqlansin. Tok va kuchlanishning vektor diagrammalari qurilsin.

Berilgan:

$$f = 50 \text{ GHz}, I = 5 \text{ A},$$

$$U = 220, P = 1000 \text{ W}$$

Topish kerak:

$$r_L = ? \quad L = ? \quad Q = ?$$

$$S = ? \quad \cos \varphi = ?$$

$$\text{Echish: } Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = 44 \text{ OM}$$

$$P = r_L \cdot I^2 \text{ dan } r_L = \frac{P}{I^2} = \frac{1000}{25} = 40 \text{ OM}$$

$$\cos \varphi = \frac{r_L}{Z} = \frac{40}{44} = 0,91$$

$$S = I \cdot U = 5 \cdot 220 = 1100 \text{ BA}$$

$$Q = I \cdot U \cdot \sin \varphi = I \cdot U \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 450 \text{ Var}$$

$$X_C = \frac{Q}{I^2} = \frac{450}{25} = 18 \text{ OM}$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{18}{314} = 57 \text{ mGH}$$

$$U_r = I \cdot r = 5 \cdot 40 = 200 \text{ B}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5 \cdot 18 = 90 \text{ B}$$

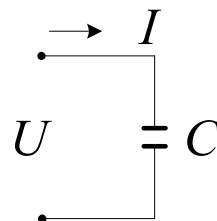
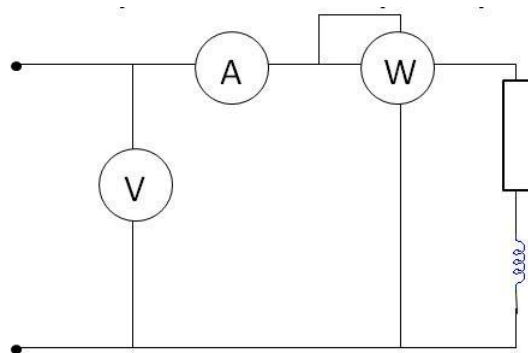
10-masala. CHastotasi $f = 50 \text{ GHz}$, kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga $S = 5 \text{ mF}$ li kondensator ulangan. Zanjirdagi tok va kondensatorning elektr maydonida yig'ilgan energiyaning maksimal qiymati aniqlansin.

Berilgan:

$$f = 50 \text{ GHz}, U = 220 \text{ V}, S = 5 \text{ mF}$$

Topish kerak:

$$I = ?, \quad W_M = ?$$



$$\text{Echish: } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{1570} = 637 \text{ Om.}$$

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{637} = 0,34 \text{ AU}_M = \sqrt{2}U = 1,4 \cdot 220 = 308 \text{ B}$$

$$W_M = \frac{C \cdot U_M^2}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 308^2}{2} = \frac{474320}{2} \cdot 10^{-6} = 0,24 \text{ Ж}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 127 \text{ V}$ va quvvati $R_{\text{nom}} = 40 \text{ Vt}$ bo'lgan elektr lampani kuchlanishi $U = 220 \text{ volt}$ li tarmoqqa ulash uchun qanday sig'imli kondensatorlarni elektr lampa bilan ketma-ket ulash kerak?

Kondensatordagi kuchlanish, reaktiv va to'la quvvat, shuningdek, zanjirning quvvat koeffitsienti aniqlansin.

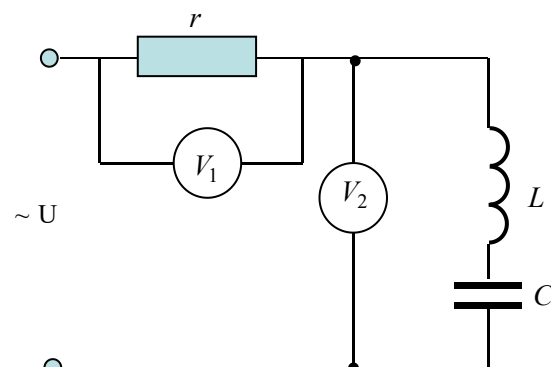
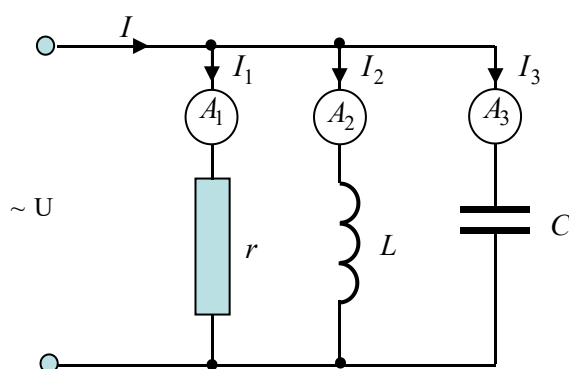
2-masala. 1-masaladagi kondensatorning o'rniga ulash mumkin bo'lgan reostatning qarshiligini aniqlab, reostatdagi quvvat isrofi hisoblansin.

3-masala. 1-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirida A_1 , A_2 va A_3 ampermetrlarning ko'rsatishi quyidagiga teng: $I_1 = I_2 = 4 \text{ A}$; $I_3 = 1 \text{ A}$. Tarmoqlanishgacha bo'lgan tok aniqlansin.

1- rasm

4-masala. Aktiv qarshiligi $r = 10 \text{ Om}$ va induktivligi $L = 70 \text{ mGn}$ bo'lgan g'altak bilan, sig'imi $S = 318 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensator ketma-ket ulangan. Ta'minlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$. Zanjirdagi tok, g'altakdagi va kondensatordagi kuchlanish, shuningdek, aktiv, reaktiv va to'la quvvat aniqlansin. Vektor diagrammasi qurilsin.

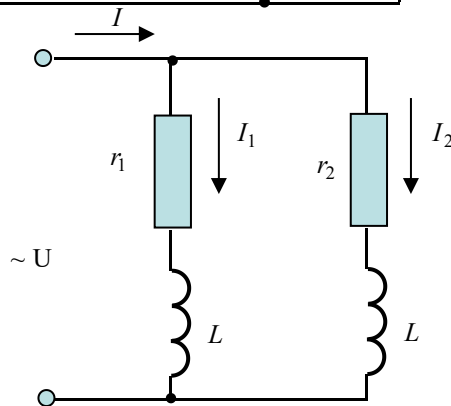
5-masala. 2-rasmda tasvir etilgan elektr zanjiri rezonansga moslangan. Ta'minlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$. Voltmetrlarning ko'rsatishi aniqlansin.



2-rasm

6-masala. Aktiv qarshiligi $r = 10 \text{ Om}$ va induktiv qarshiligi $X_L = 50 \text{ Om}$ bo'lgan g'altak chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ va kuchlanishi $U = 220 \text{ volt}$ li o'zgaruvchan tok tarmog'iga ketma-ket ulangan. Zanjirda kuchlanish rezonansini hosil qilish uchun, g'altak bilan ketma-ket ulash kerak bo'lgan kondensatorning sig'imi aniqlansin.

7-masala. Parametrlari $r_1 = 10 \text{ Om}$, $L_1 = 20 \text{ mGn}$; $r_2 = 6 \text{ Om}$, $L_2 = 50 \text{ mGn}$ bo'lgan ikkita g'altak kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga parallel ulangan (3-rasm). Zanjir shoxobchalaridagi toklar aniqlansin hamda kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qurib, zanjirning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ topilsin.



8-masala. Kuchlanishi $U = 220$ V bo'lgan elektr tarmog'iga 4-rasm, *a* da ko'rsatilgan elektr zanjiri ulangan.

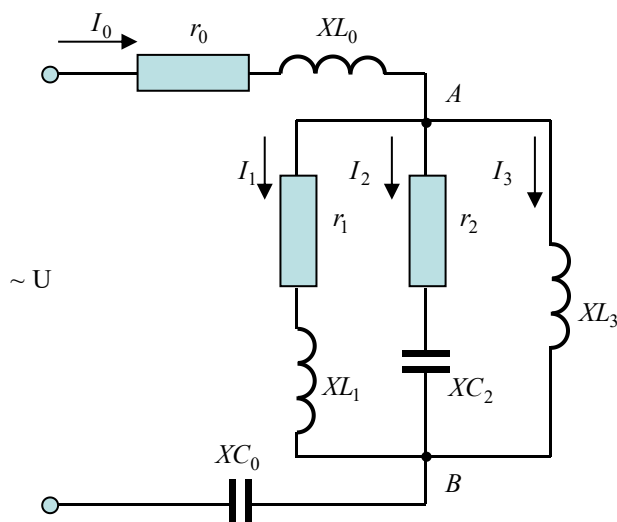
Agar $r_0 = 2,16$ Om, $r_1 = 3$ Om, $r_2 = 6$ Om, $XL_0 = 6$ Om, $XL_1 = 4$ Om, $XL_3 = 25$ Om, $X_{S0} = 0,56$ Om, $X_{C2} = 8$ Om bo'lsa, barcha tarmoqlardagi toklar aniqlansin.

9-masala. Har birining sig'imi 4-mikrofaradadan bo'lgan 10 elementli kondensatorlar batareyasi parallel biriktirilgan bo'lib, kuchlanishi $U = 36$ V li o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan.

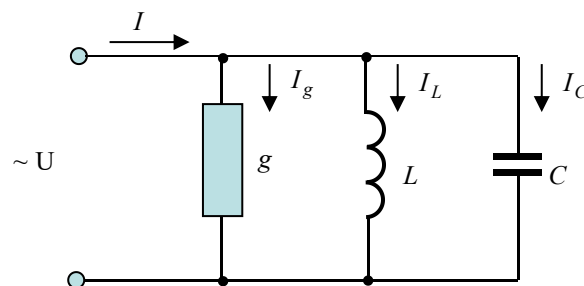
Tarmoq chastotalari $f = 0$; 50 va 1000 Gts bo'lganda kondensatorlar batareyasining toki aniqlansin.

10-masala. Parametrlari 9-masalada keltirilgan g'altak va kondensator parallel biriktirilgan. Tarmoqning kuchlanishi $U = 220$ V, chastotasi $f = 50$ Gts. G'altakdagi va kondensatordagi tok, shuningdek, tarmoslanishgacha bo'lgan tok va butun zanjirning quvvat koeffitsienti aniqlansin, Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

11-masala. Kuchlanishi $U = 200$ V bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga aktiv qarshilik, induktivlik va sig'imelementlari parallel ulangan (5-rasm). Zanjirning shoxobchalaridan oqib o'tayotgan toklar tegishli $I_1 = 40$ A, $I_2 = 50$ A, $I_3 = 20$ A ni tashkil etadi. Zanjirning umumiy toki, quvvat koeffitsienti, aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin. Masshtabda kuchlanish va toklarning vektor diagrammasi qurilsin. 5-rasm



4-rasm



Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Zavod tsexida $R = 12$ kVt quvvat iste'mol qiladigan, quvvat koeffitsienti $\cos\varphi = 0,8$ ga teng bo'lgan bir fazali payvandlash apparati o'rnatilgan. Ta'minlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 380$ V, chastotasi $f = 50$ Gts.

Payvandlash apparatining to'la va reaktiv quvvati, shuningdek, uzatgich simlardagi tokning qiymati aniqlansin.

2-masala. O'zgaruvchan tok tarmog'iga temir o'zakli induktiv g'altak orqali LD-30 tipli lyuminestsent lampa ulangan.

Tarmoqning kuchlanishi $U = 220$ V, lampaning nominal quvvati $R_{\text{nom}} = 30$ Vt va ish toki $I_{\text{nom}} = 0,32$ A.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Lampadagi va temir o'zakli induktiv g'altakdagi kuchlanish;
2. Lampaning aktiv qarshiligi va temir o'zakli g'altakning induktivligi;
3. Zanjirning reaktiv va to'la quvvati;
4. Zanjirning quvvat koeffitsienti.

3-masala. Temir o'zakli induktiv g'altakning o'rniga ulash mumkin bo'lgan reostatning

qarshiligi aniqlansin.

Reostatdagi quvvat isrofi hisoblansin. Lampa bilan qanday qarshilikni ketma-ket ulash tejamli: aktiv qarshiliknimi yoki induktiv qarshiliknimi?

4-masala. Kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga ikkita g'altak ketma-ket ulangan. G'altaklariing parametrlari:

$$R_1 = 10 \text{ Om}; L_1 = 20 \text{ mGn}; r_2 = 6 \text{ Om}; L_2 = 50 \text{ mGn}.$$

Zanjirning quvvat koeffitsient na tokining kattaligi aniqlansin. Olingan natijalar bo'yicha tok na kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

5-masala. Chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$, kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga sig'imi $S = 5 \text{ mkF}$ li kondensator ulangan. Zanjirdagi tok va kondensatorning elektr maydonida yig'ilgan energiyaning maksimal qiymati aniqlansin.

6-masala. Chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga aktiv qarshilik va kondensator ketma-ket ulangan. Zanjirga ulangan o'lchov asboblarning ko'rsatishlari

$$I = 4 \text{ A}, U = 220 \text{ V}, R = 400 \text{ Vt}.$$

Zanjirga ulangan aktiv qarshilikning kattaligi, kondensatorning sig'imi (aktiv qarshilik $r_s=0$ bo'lganda) hamda zanjirning reaktiv, to'la quvvatlari va quvvat koeffitsienti aniqlansin. Tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

7-masala. Kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 127 \text{ V}$ va quvvati $R_{\text{nom}} = 40 \text{ Vt}$ bo'lgan elektr lampani kuchlanishi $U = 220 \text{ voltli}$ tarmoqqa ulash uchun qanday sig'imli kondensatorlarni elektr lampa bilan ketma-ket ulash kerak?

Kondensatordagi kuchlanish, reaktiv va to'la quvvat, shuningdek, zanjirning quvvat koeffitsienti aniqlansin.

8-masala. 7- masaladagi kondensatorning o'rniga ulash mumkin bo'lgan reostatning qarshiligini aniqlab, reostatdagi quvvat isrofi hisoblansin.

9-masala. Aktiv qarshiligi $r = 10 \text{ Om}$ va induktivligi $L = 70 \text{ mGn}$ bo'lgan g'altak bilan, sig'imi $S = 318 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensator ketma-ket ulangan. Ta'minlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$. Zanjirdagi tok, g'altakdagi va kondensatordagi kuchlanish, shuningdek, aktiv, reaktiv va to'la quvvat aniqlansin. Vektor diagrammasi qurilsin.

10-masala. Aktiv qarshiligi $r = 10 \text{ Om}$ va induktiv qarshiligi $X_L = 50 \text{ Om}$ bo'lgan g'altak chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ va kuchlanishi $U = 220 \text{ voltli}$ o'zgaruvchan tok tarmog'iga ketma-ket ulangan. Zanjirda kuchlanish rezonansini hosil kilish uchun, g'altak bilan ketma-ket ulash kerak bo'lgan kondensatorning sig'imi aniqlansin.

11-masala. Parametrlari $r_1 = 10 \text{ Om}$, $L_1 = 20 \text{ mGn}$; $r_2 = 6 \text{ Om}$, $L_2 = 50 \text{ mGn}$ bo'lgan ikkita g'altak kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'iga parallel ulangan.

Zanjir shoxobchalaridagi toklar aniqlansin hamda kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qurib, zanjirning quvvat koeffitsienti $\cos\phi$ topilsin.

12-masala. Har birining sig'imi 4 mkF dan bo'lgan 10 elementli kondensatorlar batareyasi parallel birlashtirilgan bo'lib, kuchlanishi $U = 36 \text{ V}$ li o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan.

Tarmoq chastotalari $f = 0; 50 \text{ va } 1000 \text{ Gts}$ bo'lganda kondensatorlar batareyasining toki aniqlansin.

“Elektrik injinering” fanidan cavollar to'plami

2. Energiya va koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini
3. Energiyaning o'lchov birliklari
4. Elektrotexnika va sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi
5. Elektroenergetikaning global va mintaqaviy muammolari
6. O'zgarmas elektr toki va zanjirlari
7. Elektr zaryadi, elektrostatik maydon. Kulon qonuni, kondensatorlar
8. Elektr tokining kimyoviy manbalari
9. O'zgarmas elektr toki, metallarning elektr o'tkazuvchanligi, qarshilik, Om qonuni
10. Elektr toki quvvati
11. Elektr zanjiri elementlari va ish rejimlari
12. Kirxgof qonunlari
13. Elektr zanjirlarini hisoblash usullari
14. O'zgaruvchan tok elektr zanjirlari
15. Sinusoidal o'zgaruvchan elektr toki
16. Aktiv qarshilikli zanjir
17. Induktiv elementli zanjir
18. Sig'im elementli zanjir
19. R, L va C elementli zanjir
20. Sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati
21. Elektr zanjirlarida rezonans.
22. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari
23. Uch fazali tokning afzalliklari
24. Uch fazali tokda iste'molchilarni ulash usullari
25. Uch fazali zanjirlarning quvvati
26. Uch fazali sistemaning quvvatini o'lchash
27. Magnit maydoni haqida tushuncha
28. Gisterezis hodisasi
29. Magnit maydonni hisoblash va undan foydalanish
30. Erning magnit maydoni
31. Elektromagnitik qurilmalar
32. O'lchov haqida umumiy tushunchalar
33. Etalonlar, o'lchov turlari va vositalari
34. O'lchov qurilmalariga nisbatan asosiy talablar
35. Elektr o'lchov qurilmalari
36. Elektr o'lchov qurilmalaridagi shartli belgilar
37. Magnitoelektrik o'lchov qurilmalari
38. Elektromagnitik o'lchov qurilmalari
39. Elektrodinamik o'lchov qurilmalari
40. Ferrodinamik o'lchov qurilmalari
41. Induksion o'lchov qurilmalari
42. Elektrostatik o'lchov qurilmasi
43. Logometrlar
44. Elektrik kattaliklarni o'lchash
45. Umumiy tushunchalar
46. Qisqacha tarixiy ma'lumotlar
47. Transformatorning tuzilishi

48. Transformatorning ishlash printsipi
49. Uch fazali transformatorlar
50. Transformator chulg'amlarining ulanish sxemalari
51. Transformatorlarning ish rejimlari
52. Transformatorning turlari
53. Asinxron dvigatellar
54. Aylanuvchi magnit maydon hosil qilish
55. Asinxron dvigatelning tuzilishi
56. Asinxron dvigatelning ishlash printsipi
57. Asinxron dvigatelning xarakteristikalar
58. Asinxron dvigatelni yurgizish va boshqarish
59. Bir fazali dvigatel
60. O'zgarmas tok mashinalari
61. Elektr mashinalarida qaytuvchanlik
62. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi
63. O'zgarmas tok mashinasida kommutatsiya
64. Yakor chulg'ami va yakor reaksiyasi
65. O'zgarmas tok mashinasini qo'zg'atish usullari
66. O'zgarmas tok mashinasining ish rejimlari
67. O'zgarmas tok mashinalarining qo'llanilishi
68. Elektr mashinalaridagi quvvat isroflari
69. Elektr energiyasini ishlab chiqarish
70. Issiqlik elektr stantsiyalari
71. Hidroelektr stantsiyalar
72. Atom elektr stantsiyalari
73. Elektr energiyasini uzatish
74. Elektr uzatish liniyalari
75. Transformator podstantsiyalari
76. Iste'molchilarning elektr ta'minoti sxemalari
77. Elektr energiyasidan foydalanish samaradorligi
78. Muqobil energetika
79. Quyosh energiyasidan foydalanish
80. SHamol energiyasidan foydalanish
81. Geotermal energiyadan foydalanish
82. To'lqin energiyasidan foydalanish.
83. Oqim energiyasi
84. Dengiz sathi o'zgarishidan energiya ishlab chiqarish
85. Kichik gidroenergetika
86. Muqobil energetikaning boshqa turlari haqida
87. Elektrovakum qurilmalar
88. Vakuumda elektr toki
89. Tetrod
90. Pentod, geksood va geptod

91. Elektron nur trubkalari
92. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlar
93. Modda atomlarining tuzilishi
94. O'tkazgichlar
95. Yarim o'tkazgichlar
96. Kremniy Si
97. Yarim o'tkazgichlarda elektr toki
98. Donor aralashmalar
99. Akseptor aralashmalar
100. Legirlash
101. Elektrik o'tishlar
102. Diodlar
103. Elektrovakuum diodlar
104. Yarim o'tkazgichli diodlar
105. To'g'rilash diodlari
106. Varikap
107. Stablitron
108. Tunnel diodi
109. SHottki diodi
110. Universal diodlar
111. Tranzistorlar
112. Qisqacha tarixiy ma'lumotlar
113. Tranzistorning tuzilishi
114. Tranzistorning ishlashi, ish rejimlari va ulanish sxemalari
115. Tiristorlar
116. Dinistor
117. Trinistor
118. Simistor
119. To'g'rilagichlar va invertorlar
120. Bir yarim davrli to'g'rilagichlar
121. Ikki yarim davrli to'g'rilagichlar
122. Uch fazali to'g'rilagichlar
123. Tekislovchi filtrlar
124. Invertorlar
125. Kuchaytirgichlar
126. Elektron kuchaytirgichlar
127. Operatsion kuchaytirgichlar
128. Mikro sxemalar
129. Mantiqiy elementlar
130. Raqamli texnika elementlari

III. GLOSSARIY

(o'zbekcha- inglizcha- ruscha izoxli lug'at)

t/r	Ibora soʻz			Qisqacha izox
	oʻzbekcha	inglizcha	ruscha	
1	Альтернатив энергетика	alternative energy sources	Альтернативная энергетика, альтернативные источники энергии	Tabiiy qayta tiklanuvchi manbalardan elektr energiyasi olish
2	Aktiv qarshilik	resistive impedance, active resistance, ohmic resistance	Активное сопротивление	Qarshiligi tokning parametrlariga bogʻliq boʻlmagan isteʼmolchi
3	Radiotexnika	radio engineering	Radiotexnika	Elektromagnitik toʻlqinlar orqali signal uzatish va qabul qilish soxalari
4	Energiya	energy	Energiya	
5	Elektr	electric [əˈlektʁɪk] electrical [əˈlektʁɪkəl] electrified [əˈlektʁəˌfaɪd] —	Elektricheskii elektrifitsirovannyi	Koʻproq elektr qurilmalari yoki elektr xodisalari bilan birgalikda ishlatiladi
6	Elektrik	electrician [əlekˈtʁɪʃən] —	elektrik, elektromonter, elektromexanik, elektrotexnik, monter	Kasbga tegishli
7	Elektrlash	electricize —	elektrifitsirovatʼ, elektrizovatʼ	jarayon
8	Elektr jixoz	electrics —	elektrooborudovanie, elektroapparatura	Qurilmalar(asboblar)
9	Elektr magnetizmi	electromagnetism	elektromagnetizm	Elektr tokining magnitik taʼsirini oʻrganuvchi soxa
10	Elektrlashtirish	electrification [əˌlektʁəfiˈkeɪʃən] —	elektrifikatsiya, elektrizatsiya	Elektrlashtirish jarayoni
11	Elektrli igna sanchish	electroacupuncture —	elektroiglokalıvani e, elektroakupunktura, elektricheskaya akupunktura	Davolash jarayoni (med)
12	Elektr avtobus, trolleybus	electrobus —	akkumulyatornyy avtobus, elektroavtobus, trolleybus	Elektr dvigatelli jamoat transporti
13	Elektr arava	electrocar —	elektricheskaya samoxodnaya telejka, elektrokav, elektrotelejka	Elektrli kichik yuk tashish transporti
14	Elektrokimyoviy	electrochemical [əˌlektʁəˈkemɪkəl] electrochemistry	elektroximicheskii elektroximiya	Texnologik soxa, usul, yoʻnalish

		[ɪˈlektroʊˈkɛmɪstri]		
15	Elektrod	electrode [ɪˈlektroʊd] —	elektrod	Musbat yoki manfiy qutb
16	Elektrodinamika	electrodynamics [ɪˈlektroʊdaɪˈnæmɪks]	elektrodinamika	Elekt tokining mexanik tasirini oʻrganuvchi soxa
17	Elektr dinamometri	electrodynamometer	Elektrodinamometr	Kuch oʻlchovchi elektr qurilma
18	Elektr taminoti	electricity supply, electric power supply, electric supply	elektrosnabjenie	Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uni isteʼmolchiga uzatish bilan bogʻliq soxa
19	Elektr stantsiyasi	power plant, power station, powerhouse, electrical power station	elektrostantsiya	Elektr toki ishlab chiqaruvchi stantsiya
20	Issiqlik elektr stantsiyasi	Thermal power plants	Teplovaya elektrostantsiya	Qattiq yoki gaz yonilgʻsi energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi
21	Gidro elektr stantsiya	Hydroelectric [ˈhaɪ-] power station	Gidroelektricheskay a stantsiya	Suvning potentsial energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi
22	GES,	WPP	GES, GRES	Gidroelektr stantsiya- qisqartirilgan xolda GES,
23	GRES	TPP	GRES	“Rayon miqyosidagi davlat elektr stantsiyasi
24	Atom elektr stantsiyasi	(atomnayaelektrostant siya) Nuclear power station	Atomnaya elektrostantsiya	Atom energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi
25	Elektrotexnika	electrician, electrical engineer	Elektrotexnika	Elektr toki bilan bogʻliq texnikaviy soxa
26	Elektroenergetika	electricity sector, electric power engineering, electric energy industry	Elektroenergetika	Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uzatish, elektr taminot soxasi
27	Elektr energiyasi	electric power, electrical energy, juice, electrical power	Elektroenergiya	Elektr toki tasirida ish bajarish, energiya ajrab chiqishi
28	Elektr toki	Electric current	Elektricheskii tok	Zaryadlangan zarrachalarning tartibli xarakati elektr toki deyiladi
29	Tok kuchi	currentstrength	Sila toka	Vaqt birligida oʻtkazgich koʻndalang kesimidan oʻtaʼtgan zaryad miqdori

30	Kuchlanish	voltage	Napryajenie	Zanjirning ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar farqi
31	Kodensator (sig'im element)	capacitor	Kondensator Sig'im element	Eng sodda kondensator parallel joylashgan ikkita plastinkadir. Plastinkalar orasida elektr zaryadi yig'iladi. Kondensatorlar
32	Elektr	electric [ə'lektrik] electrical [ə'lektrikəl] electrified [ə'lektərə'faid]	Elektricheskiy elektrifitsirovanny	Ko'proq elektr qurilmalari yoki elektr xodisalari bilan birgalikda ishlatiladi
33	Elektrik	electrician [əlek'trɪʃən]	elektrik, elektromonter, elektromexanik, elektrotexnik, monter	Kasbga tegishli
34	Transformator	Transformers	Transformator	Kuchlanishlarni kuchaytiruvchi va pasaytiruvchi qurilma

IV.ILOVALAR.

4.1.Fan dasturi

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI ОЛИЙ ВА ЎРТА-МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди:

№ Б.Д. 5111000 3.02

2019 йил 19.04

Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

2019



“ЭЛЕКТР ИНЖИНИРИНИГ ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳалари:	100 000 – Гуманитар соҳа
	300 000 – Ишлаб чиқариш техника соҳа
	600 000 – Хизматлар соҳаси
Таълим соҳалари:	110 000 – Педагогика
	310 000 – Муҳандислик иши
	320 000 – Ишлаб чиқариш технологиялари
	610 000 – Хизматлар кўрсатиш соҳаси
	630 000 – Атроф-муҳит муҳофазаси
Таълим йўналишлари:	5111000 – Касб таълими (5320400 – кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича)
	5111000 – Касб таълими (5322100 – Олик - оқикат технологияси (махсулот турлари бўйича)
	5310900 – Метрология, стандартиштириш ва махсулот сифати менежменти (кимё ва олик-оқикат саноати)
	5320300 – Техноложик машиналар ва жихозлар (термозлар бўйича)
	5320400 – Кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича)
	5320500 – Биотехнология (олик-оқикат, озуқа, кимё ва қишлоқ хўжалиги)
	5321000 – Олик-оқикат технологияси (махсулот турлари бўйича)
	5321300 – Нефть ва нефть-газни қайта ишлаш технологияси
	5321400 – Нефть-газ кимё саноати технологияси
	5321800 – Резинатехника махсулотлари ишлаб чиқариш технологияси
	5610100 – Хизматлар соҳаси (оқикатланишни ташкил этиш ва сервис)
	5630100 – Экология ва атроф муҳит муҳофазаси (кимё ва олик – оқикат саноати)

ТОШКЕНТ – 2019

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 2 03 даги 394-сонли буйруғининг 3 -илласи билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2019 йил «19» 04 даги 2 - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Тошкент қимё-технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- М. Н. Маматкулов - Тошкент қимё-технология институти "Физика ва электротехника" кафедраси доценти, ф.м.ф.н.
М. Х. Муродов - Наманган муҳандислик қурилиш институти "Электротехника" кафедраси доценти, ф.м.ф.н.
И.Т. Бозоров - Тошкент қимё-технология институти "Физика ва электротехника" кафедраси ассистенти

Такризчилар:

- Н. Пирматов - ТДТУ "Электр машиналари" кафедраси мудири, т.ф.д., проф.
К. Абидов - ТДТУ "Электр техникаси" кафедраси мудири, т.ф.н., доцент

Фан дастури Тошкент қимё-технология институти Кенгашида кўриб чиқилган ва тасвир қилинган (2019 йил "11" "04" даги "4" - сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Мухандис, у халқ хўжалигининг қайси тармоғида бўлишидан ва қайси замонда яшанидан қатъий назар, ўз замонасининг техник ва технологик қурилмалари билан ишлайди, улардан фойдаланади, уларни лойиҳалаш, мукаммаллаштириш, ёки янги технологик жиҳозлар, машиналар, қурилмалар ва уларнинг элементларини яратиш билан шугулланади. Бунда у, албатта электр энергиясидан фойдаланиб ишловчи машиналар, механизмлар, ҳамда электрон қурилмалар билан юзма-юз келади. Бугунги кунда электр энергиясидан фойдаланмайдиган муҳандислик соҳалари йўқ. Электр энергиясидан фойдаланиш ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларига, фан ва техникага, кундалиқ ҳаётимизга жуда чуқур кириб борган, ва бу жараён янада чуқурлашмоқда. Электрэнергетика энергиянинг бошқа барча турлари орасида тобора етакчи ўринга чиқиб бормоқда.

Шундай экан, электр энергияси, уни ишлаб чиқариш, электр энергияси дан фойдаланиш, замонавий электротехник ва электрон қурилмаларни ўрганиш масалалари таълим соҳасида тобора муҳим аҳамият касб этиб боради. Шунинг учун ҳам “Электр инжинириг фани” умукасбий фанлар блокида муҳандислик иши, ишлаб чиқариш технологиялари, хизмат кўрсатиш соҳалари ва атроф муҳит муҳофазаси таълим соҳаларида ўқитилади. Фани 2- курсда ўқитиш мақсадга мувофиқ, чунки “Электр инжинириг” фанини ўрганиш учун “Физика” ва “Математика” фанлари тўлиқ ўтилган бўлиши керак.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Электр инжинириг фанини ўқитишдан мақсад электр энергияси, уни ишлаб чиқариш, узатиш, ундан фойдаланишнинг физикавий асослари ва технологик қурилмаларини ўргатишдан иборат. Шунингдек фанда электр қурилмалари, уларнинг тузилиши ва ишлаши билан боғлиқ бўлган жараёнлар ҳам ўрганилади. Замонавий талаблардан келиб чиққан ҳолда фан электр энергиясини ишлаб чиқаришнинг муқобил манбалари ва улар ривожланишининг устивор йўналишлари ҳақида тушунчаларни шакллантиришга ҳам қаратилган.

Бугунги замонавий дунёни электр энергияси ва унинг турли соҳалардаги амалий тадбиқларисиз тасаввур этиб бўлмайди. Электр энергияси жамият ҳаётининг барча жабҳаларини кенг қамраб олган ва ундан фойдаланиб ишлайдиган машина ва механизмлар йил сайин такомиллашиб бормоқда. Чунки янги асрда электр энергияси барча энергия турлари ичида энг қулай ва арзон манбага айланди. Замонавий илм ва фаннинг келгусидаги

асосий вазифаси электр энергияси ишлаб чиқаришнинг янги муқобил манбаларини ривожлантиришдир. Мазкур фан айнан электр энергиясидан фойдаланиб ишлайдиган машина ва механизмларнинг физикавий асосларини ва электр энергиясини ишлаб чиқариш, ундан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган технологик ва илмий муаммоларни ўрганади.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

- электротехник қурилмалардаги асосий физикавий жараёнлар, жаҳон, минтақа ва мамлакатимиз учун характерли бўлган энергетик муаммолар ва уларнинг ечимлари, тобора ривожланиб бораётган муқобил энергия манбаларининг ривожланиш тенденциялари ҳақида **тасаввурга эга бўлиши;**

- электр занжирларидаги асосий физикавий қонуниятларни, электр энергияси ишлаб чиқаришнинг усулларини, электр қурилмалари ва ярим ўтказгичли электрон қурилмаларнинг ишлаш принципларини **билиши ва улардан фойдалана олиши;**

- электр энергиясидан маъний шаронгда ва ишлаб чиқаришда фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш, муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш ва ундаги муаммолар, электротехник қурилмалардан фойдаланишдаги технологик муаммолар каби масалаларни таҳлил қилиш, муаммолар бўйича ечимлар қабул қилиш кўникмаларига эга бўлиши керак.

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари)

I-Модул. Энергия, электр энергияси

1-Мавзу. Мухандислик тушунчаси ва энергия.

Энергия ва электроэнергия муҳандислиги. Энергия ҳақида асосий маълумотлар. Қоннот пайдо бўлишнинг замонавий талқини ва унда энергиянинг роли. Буюк порт- лаш ва энергиянинг пайдо бўлиши. Табиатдаги энергиянинг турли кўриниш- лари ва уларнинг ўзаро айланishiлари. Энергияни бир турдан бошқа турга айлантириш усуллари. Электр энергияси, уни ҳосил қилишнинг усуллари. Санаят электроэнергетикасининг пайдо бўлиши ва ривожланиш босқичлари.

2-мавзу. Жаҳон ва Ўзбекистон электр энергетикаси. Глобал ва минтақавий муаммолар

Жаҳон энергетикаси ҳақида, шу жумладан электроэнергетикаси ҳақидада маълумотлар. Ўзбекистон электр энергетикаси ҳақида маълумотлар. Энергетика, шу жумладан электроэнергетика соҳасидаги глобал ва минтақа- вий муаммолар. Энергия тежамкор ишлаб чиқариш

4

технологиялари ҳақида тушунчалар. Замонавий ишлаб чиқаришнинг энергетика менежменти. Муҳан-дислик ишида электр энергиянинг ўрни.

1.3. Ўлчов бирликлари, СИ халқаро бирликлар системасидаги фундаментал ва ҳосилавий бирликлар. Асосий электрик катталикларнинг ўлчов бирлик лари. Ўлчовларнинг улушли ва қаррали бирликлари.

2–Модул. Электр занжирлари

3-Мавзу. Ўзгармас ток электр занжирлари

Электр зарядлари, электр майдони, электр майдон кучланганлиги, заряд- ларнинг ўзаро таъсир Кулон кучи, моддаларнинг физикавий ва кимёвий хусу- сиятлари шаклланишидаги Кулон кучларининг ўрни. Конденсаторлар, элек- тростатик майдон энергияси. Ўзгармас электр токи тушунчаси. Металларда электр токи, ўтказгич ва диэлектриклар, асосий ўтказгич элементларнинг (рангли метал- ларнинг) электрик ва иссиқлик параметрлари. Қаршилик, ўтказувчанлик, ўтказгичларнинг қаршилиги. Қаршилиқнинг температурага боғлиқлиги. Ўта ўтказувчанлик ҳақида тушунча. Ўзгармас электр токи ва унинг кимёвий манбалари, манбанинг электр юритувчи кучи. Электр занжири ва унинг элементлари, асосий ва ёрдамчи элементлар. Электр занжиридаги асосий қонуниятлар (Ом ва Кирхгоф қонунлари). Электр занжирининг иш режими. Электр занжирларини ҳисоблаш усуллари ва уларнинг амалий тадбиқлари.

4-Мавзу. Ўзгарувчан ток электр занжирлари

Синусоидал ўзгарувчан электр токи, унинг асосий параметрлар, синусоидал токни ишлаб чиқариш. Синусоидал кучланишнинг аналитик ифодаси, вектор ва график кўринишлари. Синусоидал кучланишнинг таъсир этувчи (эфектив) қиймати. Актив, индуктив ва снгим элементли ўзгарувчан ток занжирлари. Занжирдаги актив, реактив ва тўла қувватлар. Занжирнинг қувват коэффициенти. Тармоқланмаган ва тармоқлан- ган ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблаш ва бу занжирларнинг вектор диаг- раммалари. Электр занжирларида резонанс, ток ва кучланишлар резонанси. Резонанснинг техникадаги аҳамияти.

5-Мавзу. Уч фазали ўзгарувчан ток электр занжирлари

Саноат миқёсида уч фазали ток ишлаб чиқариш, унинг афзалликлари. Фаза ва линия кучланишлари. Уч фазали токда истеъмолчиларни юлдуз ва учбурчак схемаларда улаш. Симметрик ва носимметрик системалар. Уч фазали системада нол симнинг аҳамияти. Уч фазали системанинг қуввати.

3-Модул. Магнит майдони

6-мавзу. Магнит занжирлари ва электромагнит қурилмалар

Магнит майдони ҳақида тушунча, доимий магнитлар. Парамагнитик, диамагнитик ва ферромагнитик материаллар ҳақида тушунча. Токли ўтказгичнинг магнит майдони. Магнит майдонининг асосий параметрлари. Модданинг магнит сингдирувчанлиги.

Электр тоқининг магнит таъсири, магнит юритувчи куч. Ўзгармас ва ўзгарувчан магнит юритувчи куч таъсиридаги занжирлар. Феррорезонанс ҳодиса, гистерезис халқаси, магнит кучайтиргичлар. Электромагнитик қурилмалар.

Ернинг магнит майдони, техник ва технологик қурилмаларининг магнит майдони, магнитик шовқин (шум) ва унинг электрон қурилмаларга таъсири.

4-Модул. Трансформаторлар

7-Мавзу. Бир фазали ва уч фазали трансформаторлар

Трансформатор ҳақида умумий тушунчалар, унинг тузилиши ва ишлаш принципи. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти ва ундаги қувват исрофи. Трансформаторнинг номинал катталиклари ва иш режимлари.

Уч фазали трансформаторлар, улар чулғамларининг уланishi схемалари. Автотрансформаторлар, ўлчов трансформаторлари, пайвандлаш трансформаторлари.

Трансформаторнинг ташқи характеристикаси ва ундаги кучланишнинг ўзгариши. Трансформаторларнинг паралел ишлаши.

5-Модул. Электр ўлчов асослари

8-Мавзу. Электр ўлчовлар ва электр ўлчов қурилмалари

Ўловлар ҳақида умумий тушунчалар, Ўлчов воситалари ва ўлчов турлари. Эталонлар ва ўлчов қурилмаларини меъёрлаштириш, назорат қилиш ҳамда уларга қўйиладиган талаблар. Электр ўлчов қурилмалари, уларнинг асосий турлари ва ишлаш принциплари. Электр ўлчов тизимларининг афзалликлари ва имкониятлари. Электрик катталикларни ўлчаш.

9-Мавзу. Нозлектр катталикларни электр усулида ўлчаш

Нозлектрик катталикларни электр усулида ўлчашнинг физикавий асослари, датчиклар (сезгир элементлар). Ишлаб чиқаришда технологик жараёнларнинг асосий катталикларини электр усулларида ўлчаш (температура, масса, вақт, айланмишлар сон, моддалар сарфи, суюқликлар сатҳи, концентрация, намлик, тезлик, механик силжиш, бурчак ва бошқалар). Замонавий

дистанцион ўлчов қурилмалари (радарлар, доплер датчиклари, телевизор ва ҳоказо) ҳақида тушунчалар.

6-Модул. Электр машиналари

10-мавзу. Асинхрон двигателлар

Ҳақиқатан ўзгаришчан токда айланивчи магнит майдон ҳосил қилиш. Асинхрон двигателнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Асинхрон двигателларнинг турлари. Асинхрон двигателда сир- паниш ва роторнинг айланиш тезлиги. Двигателнинг электромагнитик қуввати, айлантирувчи моменти ва фойдали иш коэффициенти. Асинхрон двигателни юргизиш схемалари, реверслаш. Асинхрон двигателларнинг саноатда қўлланилиши.

11-Мавзу. Ўзгармас ток машиналари

Ўзгармас ток машинасининг тузилиши, электр машиналаридаги қайтувчанлик хусусияти. Ўзгармас ток машинасининг тузилиши. Якор реакцияси ва якор коммутацияси тушунчалари. Ўзгармас ток машинасининг генератор режими. Генераторни уйғотиш схемалари. Ўзгармас ток машинасининг двигател режими, фойдали иш коэффициенти ва уйғотиш усуллари. Қадамли двигателлар ва уларнинг рақамли техникада ишлатилиши.

12-Мавзу. Синхрон машиналар

Синхрон генераторнинг салт ва юкламалар иш режими. Электростанцияларнинг генераторлари. Синхрон генераторларни ўзаро ва истеъмолчиларнинг электр тармоқлари билан паралел ишлаши. Синхрон двигателлар ва уларнинг ишлатилиши.

7-Модул. Электр таъминоти ва муқобил энергия манбалари

13-Мавзу. Электр энергияси ишлаб чиқариш

Электр энергияси ишлаб чиқаришнинг аънавий ва муқобил усуллари. Катта қувватли электр станцияларининг экологик мувозанатга таъсири. Электр узатиш линиялари ва унинг элементлари. Юқори ва паст қучланишли электр узатиш линиялари. Таксимлаш станциялари. Электр энергиясини узатишнинг самарадорлиги.

14-Мавзу. Электр таъминоти асослари

Замонавий электр таъминоти тизимлари ҳақида тушунча. Электр таъминотининг замонавий муаммолари. Электр энергиясидан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш. Энергия самарадор технологиялар ҳақида тушунча. Корхоналар энергия аудити. Муқобил энергия

манбаларининг турлари, жаҳон миқёсида ва мамлакатимизда улардан фойдаланишнинг бугунги ҳолати. Муқобил энергия манбаларининг жаҳон ва мамлакатимиз миқёсида ривожланишнинг устивор йўналишлари.

8-Модул. Электроника асослари

15- Мавзу. Ярим ўтказгичли электрон қурилмалар

Электрон қурилмаларнинг пайдо бўлиши ва ривожланиш тарихида электровакуум лампаларнинг ўрни. Газларда электр токи, газ разрядли қурилмалар ва уларнинг бугунги кундаги тадбиқлари. Электр ёритиш тизимларининг лампалари. Дiodлар, уларнинг хусусиятлари, тузилиши, турлари ва қўлланилиш соҳалари. Тиристорлар ва уларнинг бошқарув схемаларда ишлатилиши. Транзисторлар, биполяр ва майдон транзисторларининг тузилиши ва уларнинг қўлланилиши. Бир ярим даврли, икки ярим даврли ва уч фазали электрон тўғрилагичлар. Тўғрилагичларларда текисловчи филтрларнинг ишлатилиши. Электрон ва операцион кучайтиргичлар. Инверторлар ва уларнинг электр таъминоти тизимларида қўлланилиши.

16-Мавзу. Микросхемалар, интеграл схемалар ва оптоэлектроника элементлари

Рақамли техника асослари, иккилик саноқ системаси, мантикий сигналлар, мантикий функциялар. Триггерлар уларнинг турлари ва қўлланилиши, аналог-рақам ва рақам-аналог ўзгартиргичлар, ҳисоблагичлар ва сумматорлар. Оптоэлектроника элементлари. ПЗС (зарядли боғланган қурилма) матрицалар ҳақида тушунча. Лазерларнинг электрон технологияларда ишлатилиши асослари. Оптик тозалар, WWW оптик канали. Нанотехнология элементлари.

17- Мавзу. Электротехнология асослари. Сувоқликларда электр токи, электролиз конунлари. Саноатда, хусусан кимё саноатида электролизнинг қўлланилиши. Электролизнинг амалий тадбиқлари ва металлларга электр усулида ишлов бериш. Электр токнинг кимёвий, биологик ва физиологик таъсирлари. Қишлоқ хўжалиги ва озик-овқат маҳсулотларига электр ишлов бериш асослари. Меҳнат муҳофазасида электр хавфсизлиги асослари. Электр хавфсизлик техникасининг меъёрий асослари.

9- Модул. Электр юритма ва роботлар

18-Мавзу. Замонавий электр юритма элементлари, робот ва манипуляторлар

Саноат қурилмаларининг электр юритмалари. Юритманинг турлари. Юритмаларда ҳаракатни узатиш ва бошқариш. Юритмаларнинг механик характеристикалари. Замонавий, рақамли техника асосида ишловчи юритмалар. Робот ва манипуляторлар, улар юритмаларининг асосий элементлари. Автоматик ва дастурли юритмалар.

IV. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор – ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар, масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Унда талабаларга асосий маъруза мавзулари бўйича амалий масала ва масалалар ечиш услуби ва мустақил ечиш учун масалалар келтирилади. Амалий машғулотларни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матилари, таркатма материаллар, электрон материаллардан фойдаланилади.

Амалий машғулотлар талабаларда электр занжирларини тузиш, уларни ҳисоблаш, электр машиналарининг ишлаш принциплари ҳақида амалий кўникма ва малакаларни шакллантириш мақсадида ўтилади. Амалий машғулотларни ўтказиш бевосита назарий машғулотларда олинган билимларга асосланади.

Амалий машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

- Органик ёқилгилар ва ўзгармас ток манбаи (аккумуляторларнинг) энергияларини ҳисоблаш.
- Электр занжирларидаги асосий шартли белгилар ва электр занжирлари схемаларининг асосий турлари.
- Тармоқланмаган ва тармоқланган электр занжирларини қуриш.
- Ўзгармас ток занжирларини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш усуллари.
- Актив индуктив ва сингим элементлар кетма-кет уланган ўзгарувчан ток занжирлари ҳисоблаш ва вектор диаграммаларини қуриш.
- Актив, индуктив ва сингим элементлар паралел уланган ўзгарувчан ток занжирлари ҳисоблаш ва вектор диаграммаларини қуриш.
- Истеъмолчилари юлдуз ва учбурчак схемаларда уланган уч фазали занжирларни ҳисоблаш.
- Симметрик ва носимметрик уч фазали системаларда нол сымдаги токни аниқлаш.
- Электр ўлчовлар, ўлчов қурилмаларининг хатоликлари, ўлчовларда шунтлардан фойдаланиш.

- Бир фазали, уч фазали трансформаторлар, ўлчов ва пайвандланган трансформаторлари. Трансформаторларнинг иш режимлари. Трансформаторларни параллел ишлатиш.

- Асинхрон ва синхрон машиналар, ўзгармас ток машиналари.

- Электрон тўғрилагичлар ва кучайтиргичлар. Текисловчи фильтрлар.

V. Лаборатория машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулотлари талабаларнинг назарий ва амалий машғулотларда олган билимларини (асосий физик ва электротехник қонуниятларини) тажрибада текшириб амалий кўникмалар ва малака ҳосил қилишга қаратилган.

Лаборатория машғулотларини қуйидаги мавзулар асосида ташкил этиш тавсия этилади:

- ўзгармас ток занжирларида Ом ва Кирхгоф қонунларини текшириш;
- актив элементли ўзгарувчан ток занжирида истеъмолчиларни улаш;
- сиғим элементли ўзгарувчан ток занжирида истеъмолчиларни улаш;
- индуктив элементли ўзгарувчан ток занжирида истеъмолчилар;
- актив, сиғим ва индуктив элементли ўзгарувчан ток занжири;
- уч фазали электр занжирида истеъмолчиларни улаш;
- электр ўлчов қурилмаларининг хатоликларини аниқлаш;
- бир фазали трансформаторни қисқа туташув режиминда текшириш;
- трансформаторларни параллел ишлатишни юклама режиминда;
- асинхрон двигателни юргизиш ва реверслаш;
- уч фазали синхрон генераторни текшириш;
- асинхрон двигателни қувват коэффициентини ошириш;
- бир ва икки ярим даврли тўғрилагични текшириш;
- ярим ўтказгичли диод ва тиристорнинг статик характеристикалари;
- ноэлектрик катталикларни электр усулида ўлчаш;
- микропроцессорларнинг ишлатишни текшириш;
- инверторнинг ишлатишни текшириш.

VI. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Маълум ҳажмдаги мавзулар талабалар томонидан мустақил ўзлаштирилиши кўзда тутилган. Бунда талабалар мустақил ўрганиш учун ажратилган мавзулар режаси асосида тавсия этилган адабиётлардан, электрон ахборот ва ўқув материалларидан, таркатма материаллардан, ҳамда мустақил тайёргарлик учун яратилган махсус ўқув адабиётлардан фойдаланишлари кўзда тутилади.

Тавсия этилаётган мустақил тайёргарлик мавзулари:

- Электр энергияси, уни ҳосил қилишнинг усуллари. Саноат электроэнергетикасининг пайдо бўлиши ва ривожланиш босқичлари. Замонавий ишлаб чиқаришнинг энергетика менежменти. Муҳандислик ишида электр энергиянинг ўрни. Асосий электрик катталикларнинг ўлчов бирликлари. Ўлчовларнинг улуши ва қаррали бирликлари.
- Қаршилиқнинг температурага боғлиқлиги. Ўта ўтказувчанлик ҳақида тушунча. Ўзгармас электр токи ва унинг қимёвий манбалари, манбанинг электр юритувчи кучи. Электр занжирларида резонанс, ток ва кучланишлар резонанси. Резонанснинг техникадаги аҳамияти. Симметрик ва носимметрик системалар. Уч фазали системада нол симининг аҳамияти.
- Электромагнитик қурилмалар ва уларнинг ишлатилиши (релелар, контакторлар).
- Трансформаторнинг ташқи характеристикаси ва ундаги кучланишнинг ўзгариши. Трансформаторларнинг паралел ишлаши.
- Электр ўлчов тизимларининг афзалликлари ва имкониятлари. Ишлаб чиқаришда технологик жараёнларнинг асосий катталиклари.
- Двигателнинг электромагнитик қуввати, айлантирувчи моменти ва фойдали иш коэффициенти. Генераторни уйғотиш схемалари. Ўзгармас ток машинасининг двигател режими, фойдали иш коэффициенти ва уйғотиш усуллари.
- Электр энергиясини узатишнинг самарадорлиги ва уни ошириш усуллари. Энергия самарадор технология- лар ҳақида тушунча. Корхоналар энергия аудити. Муқобил энергия манбаларининг жаҳон ва мамлакатимиз миқёсида ривожланишнинг устивор йўналишлари.
- Вакумда, газларда ва суюқликларда электр токи. Электрон қурилмаларнинг пайдо бўлиши ва ривожланиш тарихида электровакуум лампаларнинг ўрни. Электр ёритиш тизимларининг лампалари. Майдон транзисторларининг тузалиши ва уларнинг қўлланилиши. Инверторларнинг электр таъминоти тизимларида қўлланилиши. Электр токнинг қимёвий, биологик ва физиологик таъсирлари.

VI. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 448p.
2. Chapman S. J. Electric machinery fundamentals Mc. Graw Hill Education New York, NY10020, 2005 , 746p.
3. Rizzoni G. Fundamentals of electrical engineering. McGraw-Hill Education 2010 г. 996 p.
4. Каримов А.С. ва бошқала. Электротехника ва электроника асослари Т. Ўқитувчи 1995 й. 466 с.
5. Каримов А.С. ва бошқалар. Электротехника ва электроника асослари. Масалалар тўплами ва лаборатория ишлари Т. Ўқитувчи. 1991 й.

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курашимиз. 488 б, Т. “Ўзбекистон”, 2017 йил.
7. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт таракқиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. 48 б, Т. “Ўзбекистон”, 2017 йил.
8. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. 56 б. Т. “Ўзбекистон”, 2016 йил.
9. Каримов А.С., Мирхайдаров М.М. Назарий электротехника Т. Ўқитувчи 1979 й.
10. Мажидов С. М. Электротехникадан русча-ўзбекча лугат-маълумотнома, Т. Ўзбекистон. 1994 й, 262 с.
11. Вольнский В. А. “Электротехника”, 1987 г., Москва. Энергоатомиздат.
12. Хонбобоев А.И., Халилов Н.А. Умумий электротехника ва электроника асослари. Т. Ўзбекистон, 200й. 444 с.

Интернет сайтлари

13. Ziyo Net.Uz ru
14. <https://ru.wikipedia.ru>
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_взрыв
16. <https://www.google.ru/search?q=запасы>
17. [www. Uzbekenergo.uz/ru/](http://www.Uzbekenergo.uz/ru/)
18. https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_аккумулятор
19. <http://www.curriculum.edu.au>
20. http://model.exponenta.ru/electro/pz_01.htm

4.2. Ishchi fan dasturi
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Ro'yhatga olindi:
№ _____
2020 y. " ____ " _____

«Tasdiqlayman»
O'quv ishlari bo'yicha prorektor
_____ prof. M.Dadamirzayev
« ____ » _____ 2020 y.

ELEKTRIK INJINERING
fanining

ISHCHI FAN DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 - Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta'lim sohasi: 320000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta'lim yo'nalishi 5320400 - Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)

Semest r	Fan tarkibi						Nazora t turi	Ja'm i o'qu v soati
	Ma'ruz a	Amaliy mashg'ulo t	Labora -toriya ishlari	Seminar mashg'ulo t	Mustaqi l ta'lim	Kurs ishi (loyihasi)		
Kunduzgi bo'lim								
III	36	18	18	-	58	KI	Yozma	130

Namangan - 2020 y.

Fanning ishchi o'quv dasturi OO'MTV ning 2.05.2019 394-sonli buyrig'ining 3-ilovasi bilan tasdiqlangan №BD-5320400-2.05 raqamli "Elektrik injinering" fanining o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

D.Zokirova - NamMQI, «Energetika» kafedrasida katta o'qituvchisi.

Taqrizchi:

Q.Umarov - NamMQI «Energetika» kafedrasida mudiri, f-m.f.n.

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika kafedrasining 2020 yil «__» _____dagi «__» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **Q.Umarov**

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika va sanoatni axborotlashtirish fakultetining kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

(2020 yil «__» _____dagi «__» -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **B.Maxmudov**

K E L I S H I L D I:

Mutaxassislik kafedralari:

_____	_____	_____
Kafedra nomi	Imzo	Kafedra mudiri I.F.SH
_____	_____	_____
Kafedra nomi	Imzo	Kafedra mudiri I.F.SH
_____	_____	_____
Kafedra nomi	Imzo	Kafedra mudiri I.F.SH
_____	_____	_____
Kafedra nomi	Imzo	Kafedra mudiri I.F.SH

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i: _____

dots. T.Jo'rayev

Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__» _____2020 y. dagi ____ sonli majlis bayoni.
(__ - son bilan ro'yhatga olingan).

KIRISH

Muxandis, u xalq xo'jaligining qaysi tarmog'ida bo'lishidan va qaysi zamonda yashashidan qat'iy nazar, o'z zamonasining texnik va texnologik qurilmalari bilan ishlaydi, ulardan foydalanadi, ularni loyihalash, mukammallashtirish, yoki yangi texnologik jihozlar, mashinalar, qurilmalar va ularning elementlarini yaratish bilan shug'ullanadi. Bunda u, albatta elektr energiyasidan foydalanib ishlovchi mashinalar, mexanizmlar, hamda elektron qurilmalar bilan yuzma-yuz keladi. Bugungi kunda elektr energiyasidan foydalanmaydigan muhandislik sohalariga yo'q. Elektr energiyasidan foydalanish ishlab chiqarishning barcha sohalariga, fan va texnikaga, kundalik hayotimizga juda chuqur kirib borgan, va bu jarayon yanada chuqurlashmoqda. Elektroenergetika energiyaning boshqa barcha turlari orasida tobora yetakchi o'ringa chiqib bormoqda.

SHunday ekan, elektr energiyasi, uni ishlab chiqarish, elektr energiyasi dan foydalanish, zamonaviy elektrotexnik va elektron qurilmalarni o'rganish masalalari ta'lim sohasida tobora muhim ahamiyat kasb etib boradi.

Fanning maqsad va vazifalari

Elektrik injinering fanini o'qitishdan maqsad elektr energiyasi, uni ishlab chiqarish, uzatish, undan foydalanishning fizikaviy asoslari va texnologik qurilmalarini o'rgatishdan iborat. SHuningdek fanda elektr qurilmalari, ularning tuzilishi va ishlashi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlar ham o'rganiladi Zamonaviy talablardan kelib chiqqan holda fan elektr energiyasini ishlab chiqarishning muqobil manbalari va ular rivojlanishining ustivor yo'nalishlari haqida tushunchalarni shakl lantirishga ham qaratilgan.

Zamonaviy ilm va fanning kelgusidagi asosiy vazifasi elektr energiyasi ishlab chiqarishning yangi muqobil manbalarini rivojlantirishdir.

Fanni o'qitish jarayonini tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

- Elektrik injinering fanini o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot - kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi tavsiya etiladi;
- Elektrik injinering fanini tegishli ma'ruza darslarida zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalaridan foydalanish;
- Elektrik injinering fanida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy xujum, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalardan foydalanish;
- Elektrik injinering fanida o'tkaziladigan tajriba mashg'ulotlarida kichik guruxlar musobaqalari, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yiladigan talablar

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga quyidagi talablar qo'yiladi. **Talaba:**

- elektrotexnik qurilmalardagi asosiy fizikaviy jarayonlar, jahon, mintaqa va mamlakatimiz uchun xarakterli bo'lgan energetik muammolar va ularning yechimlari, tobora rivojlanib borayotgan muqobil energiya manbalarining rivojlanish tendentsiyalari haqida tasavvurga ega bo'lishi;

- elektr zanjirlaridagi asosiy fizikaviy qonuniyatlarni, elektr energiyasi ishlab chiqarishning usullarini, elektr qurilmalari va yarim o'tkazgichli elektron qurilmalarning ishlash printsiplarini bilishi va ulardan foydalana olishi;

- elektr energiyasidan maishiy sharoitda va ishlab chiqarishda foydala nishning samaradorligini oshirish, muqobil energiya manbalaridan foydalanish va undagi muammolar, elektrotexnik qurilmalardan foydalanishdagi texnologik muammolar kabi masalalarni taxlil qilish, muammolar bo'yicha yechimlar qabul qilish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviyligi

“Elektrik injinering” fani umukasbiy fanlar blokida muxandislik ishi, ishlab chiqarish texnologiyalari, xizmat ko'rsatish soxalari va atrof muxit muxofazasi ta'lim soxalarida o'qitiladi. Fanni 2- kursda o'qitish maqsadga muvofiq, chunki “Elektrik injinering” fanini o'rganish uchun “Fizika” va “Matematika” fanlari to'liq o'tilgan bo'lishi kerak.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Bugungi zamonaviy dunyoni elektr energiyasi va uning turli sohalardagi amaliy tadbiqlarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Elektr energiyasi jamiyat hayotining barcha jabhalarini keng qamrab olgan va undan foydalanib ishlaydigan mashina va mexanizmlar yil sayin takomillashib bormoqda. Chunki yangi asrda elektr energiyasi barcha energiya turlari ichida eng qulay va arzon manbaga aylandi. Zamonaviy ilm va fanning kelgusidagi asosiy vazifasi elektr energiyasi ishlab chiqarishning yangi muqobil manbalarini rivojlantirishdir. Mazkur fan aynan elektr energiyasidan foydalanib ishlaydigan mashina va mexanizmlarning fizikaviy asoslarini va elektr energiyasini ishlab chiqarish, undan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan texnologik va ilmiy muammolarni o'rganadi.

Fanni o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mulhtimedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

Elektrik injinering fanini loyihalashtirishda quyidagi asosiy kontsepsual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, mahlum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyiligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv

jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga ehtiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obhektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini,

dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati tahminlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning anhanaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Elektrik injineri" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Power point" dasturidan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimni baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

ASOSIY QISM

Ma'ruza mashg'ulotlari

Kuzgi semestr

1-Modul. Energiya, elektr energiyasi

1-Mavzu. Muhandislik tushunchasi va energiya.

Reja:

1. Energiya va elektroenergiya muhandisligi.
2. Energiya haqida asosiy ma'lumotlar.

3. Koinot paydo bo'lishining zamonaviy talqini va unda energiya ning roli.
4. Buyuk portlash va energiya ning paydo bo'lishi.
5. Tabiatdagi energiya ning turli ko'rinishlari va ularning o'zaro aylanishlari.
6. Energiyani bir turdan boshqa turga aylantirish usullari.
7. Elektr energiyasi, uni hosil qilishning usullari.
8. Sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi va rivojlanish bosqichlari.

2-mavzu. Jaxon va O'zbekiston elektr energetikasi. Global va mintaqaviy muammolar

Reja:

1. Jahon energetikasi haqida, shu jumladan elektroenergetikasi haqidada ma'lumotlar.
2. O'zbekiston elektr energetikasi haqida ma'lumotlar.
3. Energetika, shu jumladan elektroenergetika sohasidagi global va mintaqaviy muammolar.
4. Energiya tejankor ishlab chiqarish texnologiyalari haqida tushunchalar.
5. Zamonaviy ishlab chiqarishning energetika menejmenti.
6. Muhandislik ishida elektr energiya ning o'mi.
7. O'lchov birliklari, SI xalqaro birliklar sistemasidagi fundamental va hosilaviy birliklar.
8. Asosiy elektrik kattaliklarning o'lchov birliklari.
9. O'lchovlarning ulushli va karrali birliklari.

2–Modul. Elektr zanjirlari

3-Mavzu. O'zgarmas tok elektr zanjirlari

Reja:

1. Elektr zaryadlari, elektr maydoni, elektr maydon kuchlanganligi, zaryadlarning o'zaro ta'sir Kulon kuchi, moddalarning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlari shakllanishidagi Kulon kuchlarining o'mi.
2. Kondensatorlar, elek- trostatik maydon energiyasi.
3. O'zgarmas elektr toki tushunchasi.
4. Metallarda elektr toki, o'tkazgich va dielektriklar, asosiy o'tkazgich elementlarning (rangli metal- larning) elektrik va issiqlik parametrlari.
5. Qarshilik, o'tkazuvchanlik, o'tkazgichlarning qarshiligi.
6. Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi.
7. O'ta o'tkazuvchanlik haqida tushuncha.
8. O'zgarmas elektr toki va uning kimyoviy manbalari, manbaning elektr yurituvchi kuchi.
9. Elektr zanjiri va uning elementlari, asosiy va yordamchi elementlar.
10. Elektr zanjiridagi asosiy qonuniyatlar (Om va Kirxgof qonunlari).
11. Elektr zanjirining ish rejimlari.
12. Elektr zanjirlarini hisoblash usullari va ularning amaliy tadbirlari.

4-Mavzu. O'zgaruvchan tok elektr zanjirlari

Reja:

Sinusoidal o'zgaruvchan elektr toki, uning asosiy parametrlar, sinusoidal tokni ishlab chiqarish.

1. Sinusoidal kuchlanishning analitik ifodasi, vektor va grafik ko'rinishlari.
2. Sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi (effektiv) qiymati.
3. Aktiv, induktiv va sig'im elementli o'zgaruvchan tok zanjirlari.
4. Zanjirdagi aktiv, reaktiv va to'la quvvatlar.
5. Zanjirning quvvat koeffitsienti.
6. Tarmoqlanmagan va tarmoqlangan o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash va bu zanjirlarning vektor diagrammalari.
7. Elektr zanjirlarida rezonans, tok va kuchlanishlar rezonansi.
8. Rezonansning texnikadagi ahamiyati.

5-Mavzu. Uch fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari

Reja:

1. Sanoat miqyosida uch fazali tok ishlab chiqarish, uning afzalliklari.
2. Faza va liniya kuchlanishlari.
3. Uch fazali tokda iste'molchilarni yulduz va uchburchak sxemalarda ulash.
4. Simmetrik va nosimmetrik sistemalar.
5. Uch fazali sistemada nol simning ahamiyati.

6. Uch fazali sistemaning quvvati.

3-Modul. Magnit maydoni

6-mavzu. Magnit zanjirlari va elektromagnit qurilmalar

Reja:

1. Magnit maydoni haqida tushuncha, doimiy magnitlar.
2. Paramagnitik, diamagnitik va ferromagnitik materiallar haqida tushuncha.
3. Tokli o'tkazgichning magnit maydoni.
4. Magnit maydonining asosiy parametrlari.
5. Moddaning magnit singdiruvchanli.
6. Elektr tokining magnit tasiri, magnit yurituvchi kuch.
7. O'zgaras va o'zgaruvchan magnit yurituvchi kuch ta'siridagi zanjirlar.
8. Ferrezonans hodisa, gisterezis xalqasi, magnit kuchaytirgichlar.
9. Elektromagnitik qurilmalar.
10. Erning magnit maydoni, texnik va texnologik qurilmalarning magnit maydoni, magnitik shovqin (shum) va uning elektron qurilmalarga ta'siri.

4-Modul. Transformatorlar

7-Mavzu. Bir fazali va uch fazali transformatorlar

Reja:

1. Transformator haqida umumiy tushunchalar, uning tuzilishi va ishlash printsiplari.
2. Transformatorning foydali ish koeffitsienti va undagi quvvat isrofi.
3. Transformatorning nominal kattaliklari va ish rejimlari.
4. Uch fazali transformatorlar, ular chulg'amlarining ulanish sxemalari.
5. Avtotransformatorlar, o'lchov transformatorlari, payvandlash transformatorlari.
6. Transformatorning tashqi xarakteristikasi va undagi kuchla- nishning o'zgarishi.
7. Transformatorlarning paralel ishlashi.

5- Modul. Elektr o'lchov asoslari

8-Mavzu. Elektr o'lchovlar va elektr o'lchov qurilmalari

Reja:

1. O'lovlar haqida umumiy tushunchalar, O'lchov vositalari va o'lchov turlari.
2. Etalonlar va o'lchov qurilmalarini me'yorlashtirish, nazorat qilish hamda ularga qo'yiladigan talablar.
3. Elektr o'lchov qurilmalari, ularning asosiy turlari va ishlash printsiplari.
4. Elektr o'lchov tizimlarining afzalliklari va imkoniyatlari.
5. Elektrik kattaliklarni o'lchash.

9-Mavzu. Noelektr kattaliklarni elektr usulida o'lchash

Reja:

1. Noelektrik kattaliklarni elektr usulida o'lchashning fizikaviy asoslari, datchiklar (sezgir elementlar).
2. Ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarning asosiy kattaliklarini elektr usullarida o'lchash (temperatura, massa, vaqt, aylanishlar soni, moddalar sarfi, suyuqliklar sathi, kontsentratsiya, namlik, tezlik, mexnik siljish, burchak va boshqalar).
3. Zamonaviy distantsion o'lchov qurilmalari (radarlar, dopler datchiklari, teplovizor va hokazo) haqida tushunchalar.

6-Modul. Elektr mashinalari

10-mavzu. Asinxron dvigatellar

Reja:

1. Uch fazali o'zgaruvchan tokda aylanuvchi magnit maydon hosil qilish.
2. Asinxron dvigatelning tuzilishi va ishlash printsiplari.
3. Asinxron dvigatellarning turlari.
4. Asinxron dvigatelda sirpanish va rotorning aylanish tezligi.
5. Dvigatelning elektromagnitik quvvati, aylantiruvchi momenti va foydali ish koeffitsienti.
6. Asinxron dvigatelni yurgizish sxemalari, reverslash.
7. Asinxron dvigatellarning sanoatda qo'llanilishi.

11-Mavzu. O'zgaras tok mashinalari

Reja:

1. O'zgaras tok mashinasining tuzilishi, elektr mashinalaridagi qaytuvchanlik xususiyati.
2. O'zgaras tok mashinasining tuzilishi.
3. Yakor reaksiyasi va yakor kommutatsiyasi tushunchalari.

4. O'zgarmas tok mashinasining generator rejimi.
5. Generatorni uyg'otish sxemalari.
6. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi, foydali ish koeffitsienti va uyg'otish usullari.
7. Qadamli dvigatellar va ularning raqamli texnikada ishlatilishi.

12-Mavzu. Sinxron mashinalar

Reja:

1. Sinxron generatorming salt va yuklamali ish rejimi.
2. Elektrostantsiyalarning generatorlari.
3. Sinxron generatorlarni o'zaro va iste'molchilarning elektr tarmoqlari bilan paralel ishlashi.
4. Sinxron dvigatellar va ularning ishlatilishi.

7-Modul. Elektr ta'minoti va muqobil energiya manbalari

13-Mavzu. Elektr energiyasi ishlab chiqarish

Reja:

1. Elektr energiyasi ishlab chiqarishning an'anaviy va muqobil usullari.
2. Katta quvvatli elektr stantsiyalarining ekologik muvozanatga ta'siri.
3. Elektr uzatish liniyalari va uning elementlari.
4. Yuqori va past kuchlanishli elektr uzatish liniyalari.
5. Taqsimlash stantsiyalari.
6. Elektr energiyasini uzatishning samaradorligi.

14-Mavzu. Elektr ta'minoti asoslari

Reja:

1. Zamonaviy elektr ta'minoti tizimlari haqida tushuncha.
2. Elektr ta'minotining zamonaviy muammolari.
3. Elektr energiyasidan foydalanishning samaradorligini oshirish.
4. Energiya samarador texnologiyalar haqida tushuncha.
5. Korxonalar energiya auditi.
6. Muqobil energiya manbalarining turlari, jahon miqyosida va mamlakatimizda ulardan foydalanishning bugungi holati.
7. Muqobil energiya manbalarining jahon va mamlakatimiz miqyosida rivojlanishining ustivor yo'nalishlari.

8-Modul. Elektronika asoslari

15- Mavzu. Yarim o'tkazgichli elektron qurilmalar

Reja:

1. Elektron qurilmalarning paydo bo'lishi va rivojlanish tarixida elektrovakum lampalarning o'rni.
2. Gazlarda elektr toki, gaz razryadli qurilmalar va ularning bugungi kundagi tadbirlari.
3. Elektr yoritish tizimlarining lampalari.
4. Diodlar, ularning xususiyatlari, tuzilishi, turlari va qo'llanilish sohalari.
5. Tiristorlar va ularning boshqaruv sxemalarda ishlatilishi.
6. Tranzistorlar, bipolyar va maydon tranzistorlarining tuzilishi va ularning qo'llanilishi.
7. Bir yarim davrli, ikki yarim davrli va uch fazali elektron to'g'rilagichlar.
8. To'g'rilagichlarda tekislovchi filtrlarning ishlatilishi.
9. Elektron va operatsion kuchaytirgichlar.
10. Invertorlar va ularning elektr ta'minoti tizimlarida qo'llanilishi.

16-Mavzu. Mikrosxemalar, integral sxemalar va optoelektronika elementlari

Reja:

1. Raqamli texnika asoslari, ikkilik sanoq sistemasi, mantiqiy signallar, mantiqiy funktsiyalar.
2. Triggerlar ularning turlari va qo'llanilishi, analog-raqam va raqam- analog o'zgartirgichlar, hisoblagichlar va summatorlar.
3. Optoelektronika elementlari. PZS (zaryadli bog'langan qurilma) matritsalar haqida tushuncha.
4. Lazerlarning elektron texnologiyalarda ishlatilishi asoslari.
5. Optik tolalar, WWW optik kanali.
6. Nanotexnologiya elementlari.

17- Mavzu. Elektrotexnologiya asoslari.

Reja:

1. Suyuqliklarda elektr toki, elektroliz qonunlari.
2. Sanoatda, xususan kimyo sanoatida elektrolizning qo'llanilishi.
3. Elektrolizning amaliy tadbirlari va metallarga elektr usulida ishlov berish.

- Elektr tokining kimyoviy, biologik va fiziologik ta'sirlari.
- Qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat mahsulotlariga elektr ishlov berish asoslari.
- Mehnat muhofazasida elektr xavfsizligi asoslari.
- Elektr xavfsizlik texnikasining me'yoriy asoslari.

9- Modul. Elektr yuritma va robotlar

Reja:

18-Mavzu. Zamonaviy elektr yuritma elementlari, robot va manipulyatorlar

- Sanoat qurilmalarining elektr yuritmalari.
- Yuritmaning turlari.
- Yuritmalarda harakatni uzatish va boshqarish.
- Yuritmalarning mexanik xarakteristikalar.
- Zamonaviy, raqamli texnika asosida ishlovchi yuritmalar.
- Robot va manipulyatorlar, ular yuritmalarining asosiy elementlari.
- Avtomatik va dasturli yuritmalar.

“Elektrik injinering” fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotlarining kalendar tematik rejas

1 – jadval

№	Mavzularning nomi	Ma'ruza
III-semestr		
1	Muhandislik tushunchasi va energiya	2
2	Jaxon va O'zbekiston elektr energetikasi. Global va mintaqaviy muammolar	2
3	O'zgaras tok elektr zanjirlari	2
4	O'zgaruvchan tok elektr zanjirlari	2
5	Uch fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari	2
6	Magnit zanjirlari va elektromagnit qurilmalar	2
7	Bir fazali va uch fazali transformatorlar	2
8	Elektr o'lchovlar va elektr o'lchov qurilmalari	2
9	Noelektr kattaliklarni elektr usulida o'lchash	2
10	Asinxron dvigatellar	2
11	O'zgaras tok mashinalari	2
12	Sinxron mashinalar	2
13	Elektr energiyasi ishlab chiqarish	2
14	Elektr ta'minoti asoslari	2
15	Yarim o'tkazgichli elektron qurilmalar	2
16	Mikroshemalar, integral shemalar va optoelektronika elementlari	2
17	Elektrotexnologiya asoslari.	2
18	Zamonaviy elektr yuritma elementlari, robot va manipulyatorlar	2
Jami		36

Laboratoriy, amaliy ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor – o'qituvchilari tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar, masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy masala va misollar yechish uslubi va mustaqil yechish uchun masalalar keltiriladi. Amaliy mashg'ulotlarni o'zlashtirishda darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallardan foydalaniladi.

Amaliy mashg'ulotlar talabalarda elektr zanjirlarini tuzish, ularni hisoblash, elektr mashinalarining ishlash printsiplari haqida amaliy ko'nikma va malakalarni shakllantirish maqsadida o'tiladi. Amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish bevosita nazariy mashg'ulotlarda olingan bilimlarga asoslanadi.

“Elektrik injinering” fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

2 – jadval

№	Mavzularning nomi	soati
III-semestr		
1	Organik yoqilg'ilar va o'zgarmas tok manbai (akkumulyatorlarning) energiyalarini hisoblash.	2
2	Elektr zanjirlaridagi asosiy shartli belgilar va elektr zanjir lari sxemalarining asosiy turlari.	2
3	Tarmoqlanmagan va tarmoqlangan elektr zanjirlarini qurish.	2
4	O'zgarmas tok zanjirlarini tahlil qilish va hisoblash usullari.	2
5	Aktiv induktiv va sig'im elementlar ketma-ket va parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjirlari hisoblash va vektor diagrammalirini qurish.	2
6	Iste'molchilari yulduz va uchburchak sxemalarda ulangan uch fazali zanjirlarni hisoblash	2
7	Elektr o'lchovlar, o'lchov qurilmalarining xatoliklari, o'lchovlarda shuntlardan foydalanish.	2
8	Bir fazali, uch fazali transformatorlar, o'lchov va payvandlash transformatorlari. Transformatorlarning ish rejimlari. Transformatorlarni parallel ishlashi.	2
9	Asinxron va sinxron mashinalar, o'zgarmas tok mashinalari.	2
Jami		18

Laboratoriya mashg'ulotlari talabalarning nazariy va amaliy mashg'ulotlarda olgan bilimlarini (asosiy fizik va elektrotexnik qonuniyat- larni) tajribada tekshirib amaliy ko'nikmalar va malaka hosil qilishga qaratilgan.

“Elektrik injinering” fani bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

3-jadval

T/R	Tajriba mashg'ulot nomi	Soati
III-semestr		
1	O'zgarmas tok zanjirlarida Om va Kirxgof qonunlarini tekshirish	2
2	Aktiv, sig'im va induktiv elementli o'zgaruvchan tok zanjiri	2
3	Uch fazali elektr zanjirida iste'molchilarni ulash;	2
4	Elektr o'lchov qurilmalarining xatoliklarini aniqlash;	2
5	Bir fazali transformatorniqisqa tutashuv rejimida tekshirish;	2
6	Asinxron dvigatelni yurgizish va reverslash;	2
7	Asinxron dvigatelni quvvat koefitsientini oshirish;	2
8	Uch fazali sinxron generatorni tekshirish;	2
9	Bir va ikki yarim davrli to'g'rilagichni tekshirish	2
Jami		18

Kurs ishi bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

Talabaga kurs ishning asosiy maqsadi- o'qtuvchining raxbarligi va nazoratida muayyan o'quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish.

Talaba kurs ishini tashkil etishda quyidagi shakllardan foydalaniladi:

-ayrim nazariy mavzularni o'quv adabiyotlari va Internet materiallari yordamida mustaqil o'zlashtirish;

- berilgan mavzu bo'yicha axborot (referat) tayyorlash;
- nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash;
- maket, model va namunalar yaratish;
- ilmiy maqola, anjumanga ma'ruza tayyorlash va h.k.

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Ma'lum hajmdagi mavzular talabalar tomonidan mustaqil o'zlashtirilishi ko'zda tutilgan. Bunda talabalar mustaqil o'rganish uchun ajratilgan mavzular rejasi asosida tavsiya etilgan adabiyotlardan, elektron axborot va o'quv materiallaridan, tarqatma materiallardan, hamda mustaqil tayyorgarlik uchun yaratilgan maxsus o'quv adabiyotlardan foydalanishlari ko'zda tutiladi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

4-jadval

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1	Elektr energiyasi, uni hosil qilishning usullari. Sanoat elektroenergetikasining paydo bo'lishi va rivojlanish bosqichlari. Zamonaviy ishlab chiqarishning energetika menejmenti. Muhandislik ishida elektr energiyaning o'rni. Asosiy elektrik kattaliklarning o'lchov birliklari. O'lchovlarning ulushli va karrali birliklari.
2	Qarshilikning temperaturaga bog'liqligi. O'ta o'tkazuvchanlik haqida tushuncha. O'zgarmas elektr toki va uning kimyoviy manbalari, manbaning elektr yurituvchi kuchi. Elektr zanjirlarida rezonans, tok va kuchlanishlar rezonansi. Rezonansning texnikadagi ahamiyati. Simmetrik va nosimmetrik sistemalar. Uch fazali sistemada nol simning ahamiyati.
3	Elektromagnitik qurilmalar va ularning ishlatilishi (relelar, kontaktorlar).
4	Transformatorning tashqi xarakteristikasi va undagi kuchlanishning o'zgarishi. Transformatorlarning paralel ishlashi.
5	Elektr o'lchov tizimlarining afzalliklari va imkoniyatlari. Ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarning asosiy kattaliklari.
6	Dvigatelning elektromagnitik quvvati, aylantiruvchi momenti va foydali ish koeffitsienti. Generatorni uyg'otish sxemalari. O'zgarmas tok mashinasining dvigatel rejimi, foydali ish koeffitsienti va uyg'otish usullari.
7	Elektr energiyasini uzatishning samaradorligi va uni oshirish usullari. Energiya samarador texnologiyalar haqida tushuncha. Korxonalar energiya auditi. Muqobil energiya manbalarining jahon va mamalakatimiz miqyosida rivojlanishining ustivor yo'nalishlari.
8	Vakumda, gazlarda va suyuqliklarda elektr toki. Elektron qurilmalarning paydo bo'lishi va rivojlanish tarixida elektrovakum lampalarning o'rni. Elektr yoritish tizimlarining lampalari. Maydon tranzistorlarining tuzilishi va ularning qo'llanilishi. Invertorlarning elektr ta'minoti tizimlarida qo'llanilishi. Elektr tokining kimyoviy, biologik va fiziologik ta'sirlari.

Dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida tahlilning zamonaviy ilg'or interfaol usullaridan, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining prezentatsiya (taqdimot), multimedia va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalaniladi. Amaliy mashg'ulotlarda aqliy hujum, klaster, blits-so'rov, guruh bilan ishlash, insert, taqdimot, keys stadi kabi usul va texnikalardan keng foydalaniladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018-yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimni baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarining baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan III-semestrda 9 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 3 tasi uchun 4 ball, 2 tasi uchun 3 ball, 1 ta uchun 2 ball bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib, o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 448p.
2. Chapman S. J. Electric machinery fundamentals Mc. Graw Hill Education New York. NY10020. 2005 , 746p.
3. Rizzoni G. Fundamentals of electrical engineering. McGraw-Hill Education 2010 g. 996 r.
4. Karimov A.S. va boshqala. Elektrotexnika va elektronika asoslari T. O'qituvchi 1995 y. 466 c.
5. Karimov A.S. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Masalalar to'plami va laboratoriya ishlari T. O'qituvchi. 1991 y.

Qo'shimcha adabiyotlar

6. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. 488 b, T. "O'zbekiston", 2017 yil.
7. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. 48 b, T. "O'zbekiston", 2017 yil.
8. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. 56 b. T. "O'zbekiston", 2016 yil.
9. Karimov A.S., Mirxaydarov M.M. Nazariy elektrotexnika T. O'qituvchi 1979 y.
10. Majidov S. M. Elektrotexnikadan ruscha-o'zbekcha lug'atma'lumotnoma, T. O'zbekiston. 1994 y, 262 s.
11. Volynskiy V. A. "Elektrotexnika", 1987 g., Moskva. Energoatomizdat.
12. Xonboboev A.I., Xalilov N.A. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. T. O'zbekiston, 200y. 444 s.

Internet saytlari

13. Ziyo Net.Uz ru
14. <https://ru.wikipedia.ru>
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_взрыв
16. <https://www.google.ru/search?q=zapasы>
17. [www. Uzbekenergo.uz/ru/](http://www.Uzbekenergo.uz/ru/)
18. https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_аккумулятор
19. <http://www.curriculum.edu.au>
20. http://model.exponenta.ru/electro/pz_01.htm

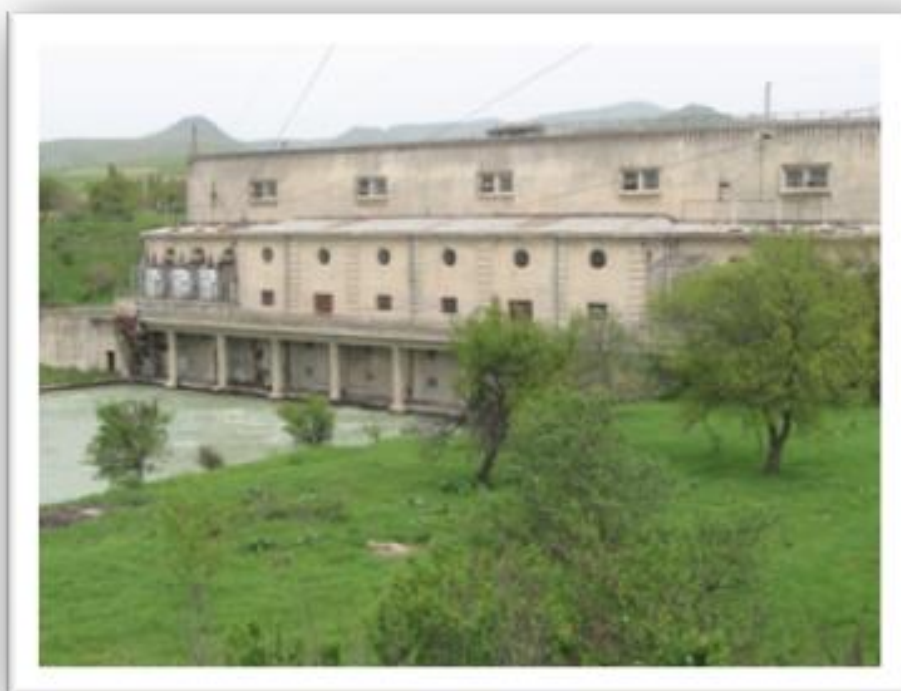
4.3.Tarqatma materiallar
UZBEKISTON RESPUBLIKASIDA
QURILGAN GESLAR
Kaskad Urta-CHirchikskix GES r.CHirchik





GES Kamolot
CHirchik-Bozsuyskiy trakt





Tavakskaya GES 1941 – 1956



CHirchikskaya GES 1940 – 1952



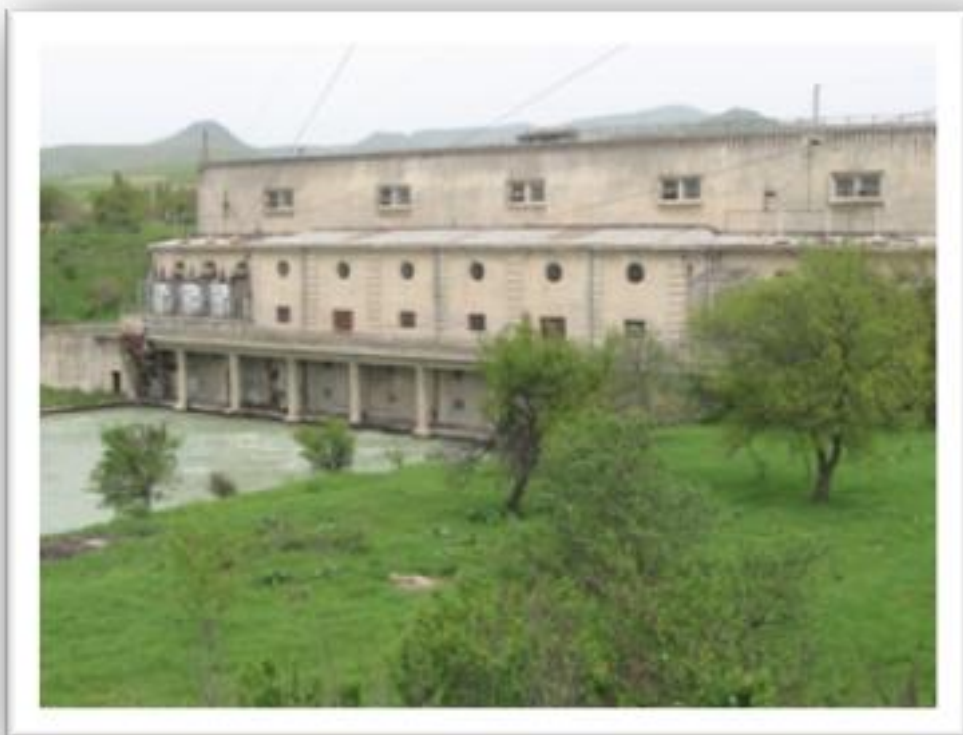
GES Ak-Kavakskaya 1 1941 – 1953



Akkavak-2 GES 1946



Kibrayskaya GES 1943



Tavakskaya GES 1941 – 1956



CHirchikskaya GES 1940 – 1952



**GES Ak-Kavakskaya 1
1941 – 1953**



Bozsuyskaya GES 1926



Sheyxanturskaya GES 1951 – 1954



Burdjarskaya GES 1936 – 1992



Aktepinskaya GES 1943



Nijne-Bozsuyskaya-1 GES 1944



Farxadskaya GES г.Сырдарья, 1948 – 1949





Kaskad Nijne – Bozsuykix GES CHirchik-Bozsuykiy trakt

4.4. Testlar

Elektr kuchlanishi deb nimaga aytiladi?
Ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi
Ikki nuqta potentsiallarining ta'siri
Biror nuqta potentsiali
Elektr maydon kuchlanganligi
Elektr zaryadini o'lchov birligini ko'rsating.
Kl
G
A/s
V/m
Keltirilgan elementlarning qaysi birida elektr zaryadlari to'planishi mumkin.
Kondensator (s)
Rezsistor (r)
Induktiv g'altak (l)
Manba(e)
O'zgarmas tok zanjiri uchun om qonunlarini ifodalang.
$I = \frac{U}{R}; I = \frac{E}{r + R}$
$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{r + jX}$
$I = \frac{U}{Z}$
$I = \frac{E}{q}$
Magnit oqimini o'lchov birligini ko'rsating.
Vb
Mks
Gn
Tl
Kondensator elementida hosil bo'luvchi asosiy energiya formasini ko'rsating:
Elektr maydoni energiyasi
Magnit maydoni energiyasi
Issiqlik energiyasi
Mexanik energiya
Qaysi quvvat va o'lchanadi?
S
Q
P
W
Qaysi quvvat var o'lchanadi?
Q
S
P
W
Qaysi quvvat vt o'lchanadi?
P
S
Q

W
Aktiv qarshilik elementida iste'mol qilanayotgan manba energiyasi:
Issiqlik energiyasiga aylanadi
Elektr maydon energiyasiga aylanadi
Magnit maydon energiyasiga aylanadi
Mexanik energiyasiga aylanadi
Kuchlanishni aktiv tashkil etuvchisi:
Tok fazasi bilan mos tushadi
Tok fazasidan 90° ilgarilaydi
Tok fazasidan 90° orqada qoladi
Tok fazasiga nisbatan har qanday burchakka siljigan bo'ladi
O'zgaruvchan tok zanjiri uchun kirxgofning 1-qonunini ifodalang.
$\sum_{K=1}^n \vec{I}_K = 0$
$\sum_{K=1}^n I_K = 0$
$\sum_{K=1}^n \vec{I}_K = 1$
$\sum_{K=1}^n \dot{I}_K = 0$
O'zgaruvchan tok zanjiri uchun kirxgofning 2-qonunini ifodalang.
$\sum_{K=1}^n \vec{E}_K = \sum_{K=1}^n \vec{I}_K Z_K$
$\sum_{K=1}^n \dot{E}_K = \sum_{K=1}^n \dot{I}_K R_K$
$\sum_{K=1}^n E_K = \sum_{K=1}^n I_K Z_K$
$\sum_{K=1}^n \dot{P}_K = \sum_{K=1}^n \dot{I}_K \dot{U}_K$
O'zgaruvchan tokning davri quyidagi belgilashlarning qaysi biri bilan ko'rsatiladi?
T
f
ω
φ
Sinusoidal tok va kuchlanish orasidagi faza siljish burchagining umumiy tartibda kabul qilingan belgisini ko'rsating.
φ
ψ_i
ψ_u
α
Sinusoidal tokni boshlang'ich faza siljish burchagining qabul qilingan belgisini ko'rsating.
ψ_i
φ
ψ_u
α
O'tkazuvchanliklar uchburchagi formulasini ko'rsating
$Y^2 = g^2 + b^2$

$P = UI \cos \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$
$S^2 = P^2 + Q^2$
Qanday holda reaktiv qarshilik musbatdir?
$X_L > X_C$
$X_L < X_C$
$X_L = X_C$
$X_C = 0$
Qarshiliklar uchburchagi formulasini ko'rsating
$Z^2 = R^2 + X^2$
$Z = R + X$
$Y^2 = g^2 + b^2$
$S^2 = P^2 + Q^2$
Qarshiliklar uchburchagi tomonlari nimaga asoslanib tushintiriladi:
Pifogor teoremasiga
Kirxgofning i-qonuniga
Kirxgofning ii-qonuniga
Om qonuniga
Elementlari qarama-qarshi ulangan sxemada butun zanjir qarshiligi qanday o'zgaradi
Kamayadi
O'zgarmaydi
Oshadi
Noma'lum
Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientining o'lchov birligini ko'rsating?
$Vt / (m^0 S)$
$Vt / (m^2 S)$
Vt / m^2
$Vt \cdot m^2$
Quyidagi formulalarning qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining reaktiv qarshiligini ifodalaydi?
$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$
$Y = \sqrt{g^2 + b^2}$
$b = \frac{1}{\omega L} - \omega C$
$Z = \sqrt{r^2 + x^2}$
Quyidagi formulalarning qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining to'la qarshiligini ifodalaydi?
$Z = \sqrt{r^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$
$Y = \sqrt{g^2 + (\frac{1}{\omega L} - \omega C)^2}$
$b = \frac{1}{\omega L} - \omega C$
$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$
Quyidagi formulalarning qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining to'la o'tkazuvchanligini

ifodalaydi?
$Y = \sqrt{g^2 + b^2}$
$Z = \sqrt{r^2 + x^2}$
$b = \frac{1}{\omega L} - \omega C$
$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$
Quyidagi ifodalardan qaysi biri g'altakning induktiv qarshiligi X_L ni ifodalaydi?
ωL
$L \frac{di}{dt}$
ωS
$\frac{\Phi}{i}$
Quyidagi ifodalarni qaysi biri kondensatorning sig'imiylig qarshiligi X_C ni ifodalaydi?
$\frac{1}{\omega C}$
ωL
$L \frac{di}{dt}$
$\frac{\Phi}{i}$
Sinusoidal o'zgaruvchan tokning effektiv qiymatini ifodalang.
$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$
$i = I_m \cos(\omega t + \psi_i)$
$I = \sqrt{3} I_m$
Sinusoidal o'zgaruvchan tokning oniy qiymatini ifodalang.
$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$
$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
$i = I_m \cos(\omega t + \psi_i)$
$I = \sqrt{3} I_m$
Quyidagi ifodalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining aktiv quvvatini ifodalaydi?
$P = UI \cos \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$
$Y^2 = g^2 + b^2$
$S^2 = P^2 + Q^2$
Quyidagi ifodalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining reaktiv quvvatini ifodalaydi?
$Q = UI \sin \varphi$
$P = UI \cos \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$

$S^2 = P^2 + Q^2$
Quyidagi ifodalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining to'la qarshiligini ifodalaydi?
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
$X_C = \frac{1}{\omega C}$
$Y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$
$X_L = \omega L$
Induktiv g'altak elementida hosil bo'luvchi asosiy energiya formasini ko'rsating.
Magnit maydoni energiyasi
Issiqlik energiyasi
Elektr maydoni energiyasi
Mexanik energiya
Agar g'altakni chulg'amlar soni oshirib borilsa, g'altakni reaktiv quvvat qanday o'zgaradi?
Kamayadi
Ko'payadi
O'zgarmaydi
Tebranib boradi
Quyidagi ifodalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining to'la quvvatini ifodalaydi?
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$P = UI \cos \varphi$
$Q = UI \sin \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$
Quyidagi ifodalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok zanjirining to'la o'tkazuvchanligini ifodalaydi?
$Y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$
$X_C = \frac{1}{\omega C}$
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
$X_L = \omega L$
R, l va c elementlari ketma-ket ulangan sinusoidal tok zanjiriga yozilgan tenglamalarning qaysi birida xato bor?
$X_C = 2\pi f C$
$X_L = 2\pi f L$
$Z = \sqrt{r^2 + X^2}$
$\cos \varphi = \frac{r}{Z}$
Reaktiv quvvat formulasini toping.
$Q = P \operatorname{tg} \varphi$
$P = UI \cos \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$
$S^2 = P^2 + Q^2$
Reaktiv quvvatni asosiy iste'molchisi nima?
Asinxron dvigatellar
Induktsion pechlar
Transformatorlar

To'g'rilagichlar
Rlc elementlari parallel ulangan zanjirda vektoriy diagrammani qurish qaysi vektordan boshlanadi?
$\vec{U}$
$\vec{I}_L$
$\vec{I}_C$
$\vec{I}_R$
To'la quvvat formulasini ko'rsating.
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$P = UI \cos \varphi$
$Q = UI \sin \varphi$
$Z^2 = R^2 + X^2$
Reaktiv quvvat qanday rostlanadi?
Kondensator batareyalar yordamida
Asinxron dvigatel yordamida
Generator yordamida
Rostlagichlar yordamida
Qaysi jumla faqat kuchlanishlar rezonansiga tegishli?
Zanjirdagi umumiy tok maksimumga, ya'ni eng katta qiymatga erishadi
Zanjirdagi umumiy tok minimumga, ya'ni eng kichik qiymatga erishadi
Quvvat koeffitsienti birga teng bo'ladi, zanjirning to'la qarshiligi esa aktiv qarshilikka teng bo'ladi
Zanjirning to'la quvvati reaktiv quvvatga teng bo'ladi
Qaysi jumla faqat toklar rezonansiga tegishli?
Zanjirdagi umumiy tok minimumga, ya'ni eng kichik qiymatga erishadi
Quvvat koeffitsienti birga teng bo'ladi, zanjirning to'la qarshiligi (o'tkazuvchanligi) esa aktiv qarshilikka teng bo'ladi
Zanjirdagi umumiy tok maksimumga, ya'ni eng katta qiymatga erishadi
Zanjirning to'la quvvati reaktiv quvvatga teng bo'ladi
Qaysi jumla ham toklar rezonansiga, ham kuchlanishlar rezonansiga tegishli?
Quvvat koeffitsienti birga teng bo'ladi, zanjirning to'la qarshiligi esa aktiv qarshilikka teng bo'ladi
Zanjirdagi umumiy tok minimumga, ya'ni eng kichik qiymatga erishadi
Zanjirdagi umumiy tok maksimumga, ya'ni eng katta qiymatga erishadi
Zanjirning to'la quvvati reaktiv quvvatga teng bo'ladi
Dvigatel o'qidagi mexanikaviy yuklamaning ortishi uning ish rejimiga qanday ta'sir etadi? (oto'g'ri javob ko'rsatilsin).
Qo'zgatish chulg'amidagi tokning qiymati ortadi
Yakor chulg'amidagi tokning qiymati ortadi
Yakorning aylanish tezligi kamayadi
Yakor reaksiyasining magnitsizlash ta'siri ortadi
Keltirilgan tengliklardan qaysi biri kuchlanishlar rezonansiga to'g'ri kelmaydi?
$U_r = U_c$

$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
$U_C = U_L$
$X_L = X_C$
Uch fazali tok zanjirida neytral simning vazifasi nimadan iborat?
Faza kuchlanishlarini simmetriyalash
Liniya toklarini tenglashtirish
Yuklamalarni tenglashtirish
Liniya kuchlanishlari simmetriyasini saqlash
Agar «yulduz» sxemada ulangan uch fazali tekis yuklama «uchburchak» sxemada kayta ulansa, zanjirning manbadan iste'mol qiladigan quvvati qanday o'zgaradi?
Uch marta ortadi
Uch marta kamayadi
O'zgarmaydi
$\sqrt{3}$ marta ortadi
Tekis yuklamali uch fazali zanjirning quvvati quyidagi formulalarning qaysi biri bilan ifodalanadi?
$P = \sqrt{3}U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos \varphi$
$P = \sqrt{3} U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$
$P = 3U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos \varphi$
$P = U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos \varphi$
Uch fazali zanjirning yuklamasi notekis bo'lganda bu zanjirdagi quvvat quyidagi formulalarning qaysi biri bilan ifodalanadi?
$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A +$ $U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$
$P = 3 U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$
$P = \sqrt{3}U I \cos \varphi$
$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$
«uchburchak» sxemada ulangan uch fazali tekis yuklamaning birorta liniya simi uzilsa, zanjirning manbadan iste'mol qiladigan quvvati qanday o'zgaradi?
Ikki marta kamayadi
O'zgarmaydi
Uch marta kamayadi
$\sqrt{3}$ marta kamayadi
Elektr zanjiriga ampermetr qanday ulanishi kerak?
Yuklama qarshiligiga ketma-ket
Yuklama qarshiligiga parallel
Qarama-qarshi
Yuklama qarshiligiga shuntlanadi
Elektr zanjiriga voltmetr qanday ulanishi kerak?
Yuklama qarshiligiga parallel
Yuklama qarshiligiga ketma-ket
Qarama-qarshi
Yuklama qarshiligiga shuntlanadi

Nima uchun voltmetrning ichki qarshiligi katta qiymatda olinadi?
Asbob zanjirga parallel ulanganligi tufayli unda tarmoklangan tok hosil bo'lmasligi uchun
Zanjirdagi quvvat nobudgarchiligini kamaytirish maksadida
Asbob tok o'tkazadigan qismlarining kizib ketmasligi uchun
Asbobning o'lchash aniqligini oshirish maksadida
Quyidagi elektr o'lchov asboblari qaysi birining yordamida tok kuchi o'lchanadi?
Ampermetr
Ostsillograf
Fazometr
Voltmetr
Elektr o'lchov asboblari harakatlanuvchi o'qqa maxkamlangan spiral prujinaning vazifasi nima? (noto'g'ri javob ko'rsatilsin).
Teskari moment hosil qiladi
Aylantiruvchi moment hosil qiladi
Asbobning qo'zg'aluvchan qismini tinchlantirishga yordam beradi
Asbobning strelkasini nolga keltiradi
Elektr o'lchov asboblari ishlash printsiplari elektromagnetizmning qaysi qonunlariga asoslangan? (noto'g'ri javob topilsin)
Atom va molekullarning o'zaro tortilish qonuniga
Doimiy magnit bilan o'tkazgichdagi tokning o'zaro ta'siriga
Ikki o'tkazgichdan o'tgan toklarning o'zaro mexanikaviy ta'siriga
Elektrostatikaviy kuchlarning kulon qonuniga asoslangan o'zaro ta'siriga
Nima uchun ampermetrning ichki qarshiligi kichik qiymatda olinadi?
Asbob zanjiriga ketma-ket ulanganligidan uning umumiy qarshiligini o'zgartirmaslik uchun
Asbobning o'lchash chulg'amini ixchamlashtirish uchun
Tashqi zanjirdagi quvvat nobudgarchiligini kamaytirish maksadida
Asbob tok o'tkazadigan qismlarining kizib ketmasligi uchun
Quyidagi o'lchash asboblari qaysi birining yordamida tokning chastotasi o'lchanadi?
Chastotomer
Vattmetr
Ampermetr
Ommetr
Quyidagi o'lchov asboblari qaysi birining yordamida elektr energiyasi o'lchanadi?
Induktsion schyotchik
Vattmetr
Avometr
Ommetr
Quyidagi o'lchov asboblari qaysi birining yordamida elektr tokining quvvati o'lchanadi?
Vattmetr
Ampermetr
Fazometr
Chastotomer
Quyidagi o'lchov asboblari qaysi birining yordamida elektr tokining kuchi o'lchanadi?

Ampermetr
Ostsillograf
Fazometr
Voltmetr
Quyidagi o'lchov asboblardan qaysi birining yordamida kuchlanish o'lchanadi?
Voltmetr
Ampermetr
Vattmetr
Logometr
Quyidagi o'lchov asboblardan qaysi birining yordamida qashilik o'lchanadi?
Ommetr
Voltmetr
Ampermetr
Induksion schyotchik
Real e.yu.k. Manbaini voltamper u(i) xarakteristikasini ko'rinishi:
Abstissa o'qiga nisbatan qiya
Abstissa o'qiga parallel
Ordinata o'qiga parallel
Ordinata o'qiga nisbatan perepen-dikulyar
Real tok manbaini voltamper u(i) xarakteristikasini ko'rinishi:
Ordinatalar o'qiga nisbatan qiya
Abstissa o'qiga parallel
Ordinata o'qiga parallel
Ordinata o'qiga nisbatan perepen-dikulyar
Qanday asbobini toklar transformatoriga ulash mumkin emas?
Voltmetr
Kirish qarshiligi kichik bo'lgan releni
Ampermetr
Vattmetr
Transformatsiya koeffitsienti formulasini ko'rsating.
$K = \frac{U_1}{U_2}; K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$
$K = \frac{U_2}{U_1}; K = \frac{\omega_2}{\omega_1}$
$K = \frac{P_1}{P_2}; K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$
$K = \frac{U_1}{U_2}; K = \frac{V_1}{V_2}$
Transformatorlar qayerlarda qo'llaniladi?
Elektr qurilmalar, o'lchash texnikasi va elektr uzatish liniyalari
O'lchash texnikasida
Avtomatikada va o'lchash texnikasida
Elektr uzatish liniyalarida

Transformatorning ishlash printsiptida quyidagi qonun va xodisalarning qaysi biri ishtirok etmaydi?
Ko'chish toki paydo bo'lish xodisasi
Elektromagnitaviy induksiya qonuni
To'la tok qonuni
O'zinduksiya va o'zaro induksiya xodisalari
Nima uchun transformatorning o'zagi temirdan, xususan, elektrotexnik po'lat listlardan tayyorlanadi? (noto'g'ri javobni ko'rsating?)
Temir transformatorning mexanikaviy mustaxkamligini oshiradi
Ferromagnitaviy material birlamchi va ikkilamchi cho'lgamlar orasida magnitaviy zanjir hosil qilib, muxitning magnitaviy qarshiligini kamaytiradi
Po'lat o'zak chulgamlarni mustaxkam ushlab turadi
Elektrotexnikaviy po'lat tarkibida kremniy bo'lganligi uchun, uning solishtirma qarshiligi katta bo'ladi. Bu esa uyurma toklar ta'sirida bo'ladigan quvvat nobudgarchiligini kamaytiradi
Transformatorning ishlash printsipti:
Elektromagnit induktsiyasi qonuniga asoslangan
Amper qonuniga asoslangan
Lents printsiptiga asoslangan
Joul qonunga asoslangan
Maxsus transformatorlarga qaysilari kiradi?
Avtotransformator, payvandlash, o'lchash
Pasaytiruvchi
Kuchaytiruvchi
Rostlovchi
Transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazishdan maqsad nima?(noto'g'ri javobni ko'rsating).
Transformator mis chulg'amlarining qizishiga sarf bo'lgan quvvat nobudgarchiligini aniqlash
Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti $k = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$ ni aniqlash
Transformatorning po'lat o'zagidagi quvvat nobudgarchiligi r_p ni aniqlash
Transformatorning salt rejimidagi kuchlanishni aniqlash
Quyida keltirilgan ifodalarning qaysi biri uch fazali transformatorning aktiv quvvatini ifodalaydi?
$\sqrt{3} U I \cos \varphi$
$\sqrt{3} U I \sin \varphi$
$U I \sin \varphi$
$\sqrt{3} U I$
Avtotransformatorning oddiy bir fazali transformatoridan farqi nima?
Avtotransformatorida birlamchi va ikkilamchi chulgamlar elektrik va elektromagnitaviy bog'langan bo'lib, ikkilamchi chulg'amning o'ramlari sonini o'zgartirish hisobiga kuchlanishni keng doirada o'zgartirish mumkin
Avtotransformator-ikkilamchi chulg'am qismlarida kuchlanish avtomatik ravishda o'zgarmas holda saqlab turiladigan transformator
Avtotransformator-po'lat o'zagi bo'lmagan oddiy transformator

Avtotransformatorda, oddiy transformatoridan farqli, o'larok chiqish qismlaridagi kuchlanish kirish qismlariga berilayotgan kuchlanishdan ortiq bo'la olmaydi
Transformator bilan avtotransformatorning printsipl farqi nimada?
Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarni elektr ulanish usulida
Transformatsiya koefitsientini o'zgartirish mumkinligida
Transformatsiya koefitsientining kamligida
Transformatsiya koefitsienti oshganda
Elektr dvigatellarni vazifasi nima?
Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish
Elektr energiyani issiqlik energiyasiga aylantirish
O'zgaruvchan tokni to'g'rilash
O'zgaruvchan tokni filtrlash
Quyidagi qaysi formula aylanuvchan magnitaviy maydonning aylanish tezligini ifodalaydi?
$\frac{60f}{p}$
$\frac{60f_2}{p}$
$n_1 - n_2$
$n_2 - n_1$
Asinxron dvigatel qanday qismlardan iborat?
Korpus, stator, rotor
Korpus, stator, yakor
Korpus, stator, rotor, qo'zg'atish chulg'ami
Korpus, rotor, qo'zg'atish chulg'ami
Faza rotorli asinxron dvigatelni ishga tushirish reostati nima uchun ishlatiladi?
Ishga tushirish tokini cheklash uchun
Ishga tushirish momentini orttirish uchun
Cosφ ni orttirish uchun
Cosφ ni kamaytirish uchun
Faza rotorli asinxron dvigatelni yurgizishda yurgizish reostati nima uchun ishlatiladi? (noto'g'ri javobni ko'rsating).
Dvigatelni bir tekis yurgizish uchun
Yurgizish tokini cheklash uchun
Yurgizish momentini orttirish uchun
Cosφ ni orttirish uchun
Quyidagi formulalardan qaysi biri o'zgarmas tok mashinasining generator rejimida ishlashini ifodalaydi?
$E = U + I r$
$U = E + I r$
$E I = F U$
$E = c n \phi$

O'z-o'zidan o'yg'otishli generatorlar necha xil bo'ladi?
Uch xil
Ikki xil
Bir xil
To'rt xil
Sinxron dvigatel qanday qismlardan iborat?
Korpus, stator, rotor, qo'zg'atish chulg'ami
Korpus, stator, yakor, qo'zg'atish chulg'ami
Korpus, stator, rotor
Korpus, stator, qo'zg'atish chulg'ami
Elektr mashinalarning kollektor cho'tkalari qanday materialdan yasaladi? (noto'g'ri javob ko'rsatilsin)
Alyuminiy
Grafit
Mis yoki bronza
Ko'mir
O'zgarmas tok dvigatellarini nominal kuchlanishi qanday kuchlanishlarga mo'ljallab chiqariladi
110vt, 220vt, 440vt
110vt, 220vt
220vt, 440vt
220vt, 440vt, 660vt
O'zgarmas tok generatorini kollektori qanday vazifani bajaradi
Mexanik to'g'rilagich
Kommutatsiya qurilmasi
Qo'zg'atish chulg'ami
Stabilizator

Quyidagi tenglamalardan qaysi biri elektromagnitaviy induksiya qonunini ifodalaydi?
$\overline{Edl} = -\frac{d\Phi}{dt}$
$i = \overline{Hdl}$
$\overline{B} = \mu \overline{H}$
$\Phi = \overline{BdS}$
Agar asinxron dvigatelning rotor zanjiridagi reostatning qrshiligi 2 marta ortsa, kritik sirpanish s_{kr} ning qiymati qanday o'zgaradi?
2 marta ortadi
4 marta ortadi
2 marta kamayadi
O'zgarmaydi
Asinxron dvigatel rotorining aylanish tezligini qanday boshqarish mumkin? (noto'g'ri javob ko'rsatilsin)
Rotor zanjiridagi aktiv qarshilik r_2 ni o'zgartirib
Juft qutblar soni r ni o'zgartirib

Manba chastotasi f ni o'zgartirib
Yurgizish reostatining qarshiligi r_{yur} ni o'zgartirib
Asinxron dvigatel stator chulg'amining shikastlanganligini va izolyatsiyasining buzilganligini qanday xodisalardan bilish mumkin? (oto'g'ri javob ko'rsatilsin)
Liniya simlaridagi tokning kamayishidan
Stator chulg'amining qisman qizishidan
Dvigatelda shovqin va dirillashning ortishidan
Rotorning aylanish tezligi kamayishidan
Asinxron dvigatelni ishga tushirish xarakteristikasini yaxshilash uchun...
Rotor chulg'ami aktiv qarshiligini oshirish kerak
Rotor chulg'amini aktiv qarshiligini kamaytirish kerak
Stator chulg'amini aktiv qarshiligini kamaytirish kerak
Stator chulg'ami aktiv qarshiligini oshirish kerak
Asinxron dvigatel rotorining sirpanishi qanday kattalikka bog'liq?
Rotor zanjiridagi aktiv qarshilikning qiymatiga
Stator chulg'amlaridagi kuchlanishning qiymatiga
Aylanuvchi magnitaviy maydonning aylanish tezligiga
Stator chulg'amidagi tokning qiymatiga
Asinxron dvigatellarda magnit maydonining aylanish tezligi nimalarga bog'liq bo'ladi?
O'zgaruvchan tok chastotasi va juft qutblar soniga
Faqat o'zgaruvchan tok chastotasiga
Faqat juft qutblar soniga
Tarmoq kuchlanishiga
Asinxron dvigatellarning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ ni o'rttirish uchun qanday usullar qo'llaniladi? (oto'g'ri javob ko'rsatilsin).
Stator chulgamlarini uchburchak sxemadan yulduz sxemaga o'tkazib ulash
Statikaviy kondensatorlar o'rnatish
Dvigatellarni nominal quvvatigacha yuklash
Stator chulgamlarini yulduz sxemadan uchburchak sxemaga o'tkazib ulash
Sinxron dvigatellarda qo'shimcha yurgizish chulg'amini ishlatishdan maqsad nima?
Dvigatelda asinxron elektromagnitaviy moment hosil qilish
Dvigatellarning quvvatini oshirish
Dvigatelning yurgizish momentini oshirish
Dvigatelni yurgizishda qizdirmaslik
O'zgarmas tok dvigatelining aylanish tezligini qanday boshqarish mumkin? (oto'g'ri javob ko'rsatilsin).
Kollektordagi chutkalarni bir vaktda kollektor aylanasi buylab ma'lum burchakka burib
Yakorga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirib
Yakor zanjirining qarshiligini o'zgartirib
Qo'zg'atish tokini o'zgartirib
O'zgarmas tok dvigatelining aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun nima qilish kerak? (oto'g'ri javobni ko'rsating).
Dvigatelni manba bilan ulovchi simlarning o'rnini almashtirish
Qo'zg'atish chulg'amidagi tokning yo'nalishini o'zgartirish
Yakor chulg'amidagi tokning yo'nalishini o'zgartirish
Manbaa kuchlanishini o'zgartirish

4.5.Baholash me'zoni

Fan bo'yicha talabalar bilimini baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O'zbekiston Respublikasi OO'MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo'limini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqidag'i buyrug'i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimini baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabaning amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.

2.1 Amaliy mashg'ulot darslarida baholash:

- Ilg'or pedagogik texnologiya usullaridan foydalanib 2-jadvaldagi har bir modul bo'yicha barcha talabalarning baholanishiga erishish talab etiladi.

- Oraliq nazorat turi oldidan amaliy mashg'ulotda olingan baholar o'rtachalashtiriladi.

2.2 Laboratoriya mashg'ulotlarida baholash:

- 3-jadvaldagi keltirilgan III-semestrda 4 ta IV laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 3 tasi uchun 4 ball, 2 tasi uchun 3 ball, 1 ta uchun 2 ball bilan baholanadi. IV-semestrda 5 ta laboratoriya ishlarining barchasini o'rnatilgan tartib asosida bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa 5 ball, 4 tasi uchun 4 ball, 3 tasi uchun 3 ball, 2 ta uchun 2 ball bilan baholanadi.

3. Amaliy mashg'ulotlarda va laboratoriya mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.

4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.

5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)

5.1 Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.

5.2 Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki laboratoriya ishining topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.

5.3 Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy, laboratoriya va mustaqil talim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.

6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.

7. Talaba elektrotexnika va elektronika fani bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.

8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.

9.1 yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 2 ta, amaliy mashg'ulot darslarida yechilgan yoki mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.

9.2 Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomining 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib, o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

V. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar

1. Charls Gross Fundamentals of Electrical Engineering. 2012 by Taylor & Francis Group, 448p.
2. Chapman S. J. Electric machinery fundamentals Mc. Graw Hill Education New York. NY10020. 2005 , 746p.
3. Rizzoni G. Fundamentals of electrical engineering. McGraw-Hill Education 2010 g. 996 r.
4. Karimov A.S. va boshqala. Elektrotexnika va elektronika asoslari T. O'qituvchi 1995 y. 466 c.
5. Karimov A.S. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Masalalar to'plami va laboratoriya ishlari T. O'qituvchi. 1991 y.

Qo'shimcha adabiyotlar

6. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. 488 b, T. "O'zbekiston", 2017 yil.
7. Mirziyoev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash-yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. 48 b, T. "O'zbekiston", 2017 yil.
8. Mirziyoev SH.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. 56 b. T. "O'zbekiston", 2016 yil.
9. Karimov A.S., Mirxaydarov M.M. Nazariy elektrotexnika T. O'qituvchi 1979 y.
10. Majidov S. M. Elektrotexnikadan ruscha-o'zbekcha lug'atma'lumotnoma, T. O'zbekiston. 1994 y, 262 s.
11. Volynskiy V. A. "Elektrotexnika", 1987 g., Moskva. Energoatomizdat.
12. Xonboboev A.I., Xalilov N.A. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. T. O'zbekiston, 200y. 444 s.

Internet saytlari

13. Ziya Net.Uz ru
14. <https://ru.wikipedia.ru>
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Bolshoy_vzryv
16. <https://www.google.ru/search?q=zapasы>
17. [www. Uzbekenergo.uz/ru/](http://www.Uzbekenergo.uz/ru/)
18. https://ru.wikipedia.org/wiki/Elektricheskiy_akkumulyator
19. <http://www.curriculum.edu.au>
20. http://model.exponenta.ru/electro/pz_01.htm

