

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

Ro‘yhatga olindi:	«Tasdiqlayman»
№ _____	O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor
	_____ dots. Q.Inoyatov
2023 y. “ _____ ” _____	« _____ » _____ 2023 y.

Energetika kafedrası

ELEKTROTEXNIKA VA ELEKTRONIKA

fanidan

O‘QUV USLUBIY MAJMUA

Namangan 2023

“Elektrotexnika va elektronika” fanidan o’quv-uslubiy majmua. Namangan:
NamMQI – 2023 y. _____ bet

Ushbu o’quv-uslubiy majmua “Elektrotexnika va elektronika” fani bo’yicha 5610100- Xizmatlar soxasi (Avtomabil transporti) va barcha Texnik yo’nalishlar uchun, ma’ruzalar matni, тажриба 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: J.Daminov –Materiallar qarshiligi va mexanika kafedracи,
texnika fanlari nomzodi, dotsenti.

Taqrizchi: SH.Nabiyev NamMQI, Energetika kafedracи dotsenti

Fanning o’quv uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2023 yil «__»
_____dagi «_____» -son yig’ilishida muhokamadan o’tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Fanning o’quv uslubiy majmuasi Energetika va mexnat muxofazasi fakultetining kengashida muhokamadan o’tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.
(2023 yil «__» _____dagi «_____» -sonli bayonnoma).

Namangan muhandislik–qurilish instituti o’quv-uslubiy kengashida ko’rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__»_____2023 y.dagi ____ sonli majlis bayoni.
(__ - son bilan ro'yhatga olingan).

MUNDARIJA		
I	SILLABUS	
II	FANNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI	
III	NAZARIY MATERIALLAR	
1	“Elektrotexnika” faniga kirish. Zamonaviy elektrotexnik qurilmalarni tavsifi, tarixi va rivojlanish kelajagi	
2	O'zgarmas tok elektr zanjirlari	
3	Elektr zanjirlarning asosiy qonunlari	
4	Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari.	
5	Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro ketma-ket va paralel ulangan zanjirlar	
6	Uch fazali iste'molchilarni “yulduz” usulida ulash	
7	Uch fazali iste'molchilarni “uch burchak” usulida ulash	
8	Elektr o'lchashlar. Zamonaviy elektr o'lchov asboblari haqida ma'lumotlar	
9	Elektrik va noelektrik kattaliklarni o'lchash	
10	Transformatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi	
11	Uch fazali transformatorlar. Avtotransformatorlar va maxsus transformatorlar	
12	Asinxron mashinalar.	
13	Sinxron mashinalar	
14	Elektr yuritmalar va ular xaqida umumiy tushunchalar	
15	Elektr energiyasini ishlab chiqarish.	
16	Elektr energiyasini ishlab chiqarish.	
17	To'g'irlagichlar va ular xaqida umumiy tushunchalar	
18	Tranzistorlar va ular xaqida umumiy tushunchalar	
IV	AMALIY VA TAJRIBA MASHG'ULOT MATERIALLARI	
V	KEYSLAR BANKI	
VI	MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI	
VI	GLOSSARIY	
I		
VI	ADABIYOTLAR RO'YXATI	
II		

SILLABUS

FANNING QISQACHA TAVSIFI				
OTMning nomi va joylashgan manzili	Namangan muxandislik pedagogika instituti		Do'stlik shox ko'chasi 12 uy	
Kafedra	“Energetika”		Transport fakulteti tarkibida	
Ta’lim soxasi va yo’nalishi	310 000- Muhandislik ishi		5310200- Elektr energetikasi	
Fanni (kursni) olib boradigan o’qituvchi haqida ma’lumot:	J.Daminov –Materiallar qarshiligi va mexanika kafedracи, texnika fanlari nomzodi, dotsenti.		j_daminov@umail.uz	
Dars mashfulotini o’tkazish vaqti va joyi	O’quv bo’limi tomonidan ishlab chiqilgan jadval asosida 1-106	Kursning boshlanishi va davom etish muddati 7.8 semestr	Ta’lim yo’nalishi o’quv rejasiga muvofiq 4 kurs 7.8 semestr	
Individual grafik asosida o’qituvchining talabalar bilan ishlash vaqti	Xaftaning Seshanba, Payshanba va Juma kunlari soat 13 ⁰⁰ dan 16 ⁰⁰ gacha			
Fanga ajratilgan o’quv soatlarini o’quv turlari bo’yicha taqsimoti	Aiditoriya soatlari			Mustaqil ta’lim
	MODUL	amaliy	tajriba	
	56	28	14	
Fanning boshqa fanlar bilan aloqasi	Elektrotexnika va elektronika fani mutaxassislik fanlarining asosi hisoblanib har bir yo'nalishning o'quv rejasiga asosan o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalariga ega bo'lishini talab etadi.			
Fanning mazmuni				
Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni	Ushbu dastur elektr zanjirlarining asosiy qonunlari, elektr mashinalar ularning tuzilishi, ishlash prinsiplari, elektr yuritmalar, elektron yarim o'tkazgich asboblari xaqida umumiy tushunchalarni o'z ichiga oladi. Elektrotexnika va elektronika fanini o'qitish ma'ruza, tajriba, amaliy mashg'ulot, hamda auditoriyadan tashqari mustaqil ishlardan iborat bo'lib, bunda yangi pedagogik texnologiyani interfaol usullaridan foydalanish hamda o'qitishning zamonaviy texnika vositalaridan foydalanish tavsiya etiladi. Fanni o'qitishdan maqsad-talabalarda elektr zanjirlardagi jarayonlar xaqida nazariy tushunchalarni			

	shakllantirish, hamda elektr va magnit zanjirlaridagi asosiy qonuniyatlarni o'rgatishdir. Fanning vazifasi - elektr zanjirlarida va elektr magnit maydonlarida elektr va magnit energiyalarini hosil bo'lishi va o'zgarish qonuniyatlarini o'rgatishdir.
Talabalar uchun talablar	Elektrotexnika va elektronika fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr: - elektrotexnika va elektronika fizik asoslari, o'zgarmas, o'zgaruvchan va uch fazali tok zanjirlari, nochiqlik elektr zanjirlar, nosinusoidal elektr miqdorlar, elektromagnit maydon nazariyasi haqidagi bilimlarga ega bo'lishi kerak; -o'zgarmas, o'zgaruvchan va uch fazali tok zanjirlarini hisoblash, elektr mashinalar ularning tuzilishi, ishlash prinsiplari, elektr yuritmalari, elektron yarim o'tkazgich asboblari xaqida umumiy tushunchalarga hamda o'qitish metodikasi bo'yicha ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak; -elektrotexnikaning asosiy qonuniyatlarini amalda qo'llash, elektr zanjirlarni yig'ish va uning parametrlari o'lchash, tajriba natijalarini nazariy bilimlar asosida qayta ishlash va nazariy bilimlarni amalda tekshirish malakalariga ega bo'lishi kerak.
Elektoron pochta orqali munosabatlar tartibi	Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi a'loqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, baxo masalasi telefon orqali xal qilinmaydi. Oraliq, joriy va yakuniy nazoratlar institutdagi belgilangan xonalarda dars davomida o'tkaziladi.

5610100- Xizmatlar soxasi yo'nalishi talabalari uchun “Elektrotexnika va elektronika” fanidan MODUL mashg'ulotlarning mavzular va soatlar bo'yicha taqsimlanishi

3- semestr uchun

№	Mavzular nomi	Jami soat	Modul	Amaliy mashg'ulot	Laboratoriya	Mustaqil ta'lim
1	“Elektrotexnika” faniga kirish. Zamonaviy elektrotexnik qurilmalarni tavsifi, tarixi va rivojlanish kelajagi	4	2			2
2	O'zgarmas tok elektr	6	2		2	2

	zanjirlari					
3	Elektr zanjirlarning asosiy qonunlari	6	2		2	2
4	Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari.	8	2	2		4
5	Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro ketma-ket va paralel ulangan zanjirlar	10	2	2	2	4
6	Uch fazali iste'molchilarni "yulduz" usulida ulash	8	2	2	2	2
7	Uch fazali iste'molchilarni "uch burchak" usulida ulash	6	2	2		2
8	Elektr o'lchashlar. Zamonaviy elektr o'lchov asboblari haqida ma'lumotlar	8	2		2	4
9	Elektrik va noelektrik kattaliklarni o'lchash	6	2		2	2
10	Transformatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi	10	2	2	2	4
11	Uch fazali transformatorlar. Avtotransformatorlar va maxsus transformatorlar	6	2	2		2
12	Asinxron mashinalar.	6	2			4
13	Sinxron mashinalar	4	2			2
14	Elektr yuritmalar va ular xaqida umumiy tushunchalar	6	2	2		2
15	Elektr energiyasini ishlab chiqarish.	6	2		2	2
16	Elektr energiyasini ishlab chiqarish.	6	2			4
17	To'g'irlagichlar va ular xaqida umumiy tushunchalar	8	2	2	2	2
18	Tranzistorlar va ular xaqida umumiy tushunchalar	6	2	2		2
		120	36	18	18	48

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 haqida"gi 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 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 va 1 tasi 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.

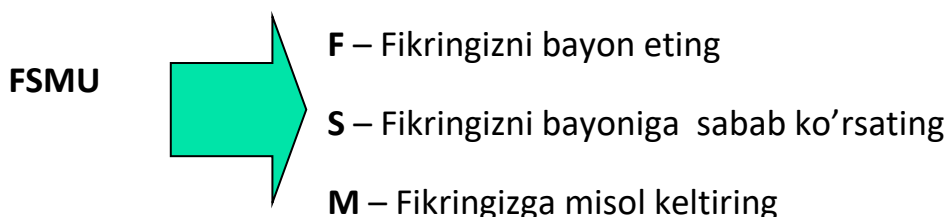
II. FANNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

O'QITISH TEXNOLOGIYASINING QO'LLANILISHI:

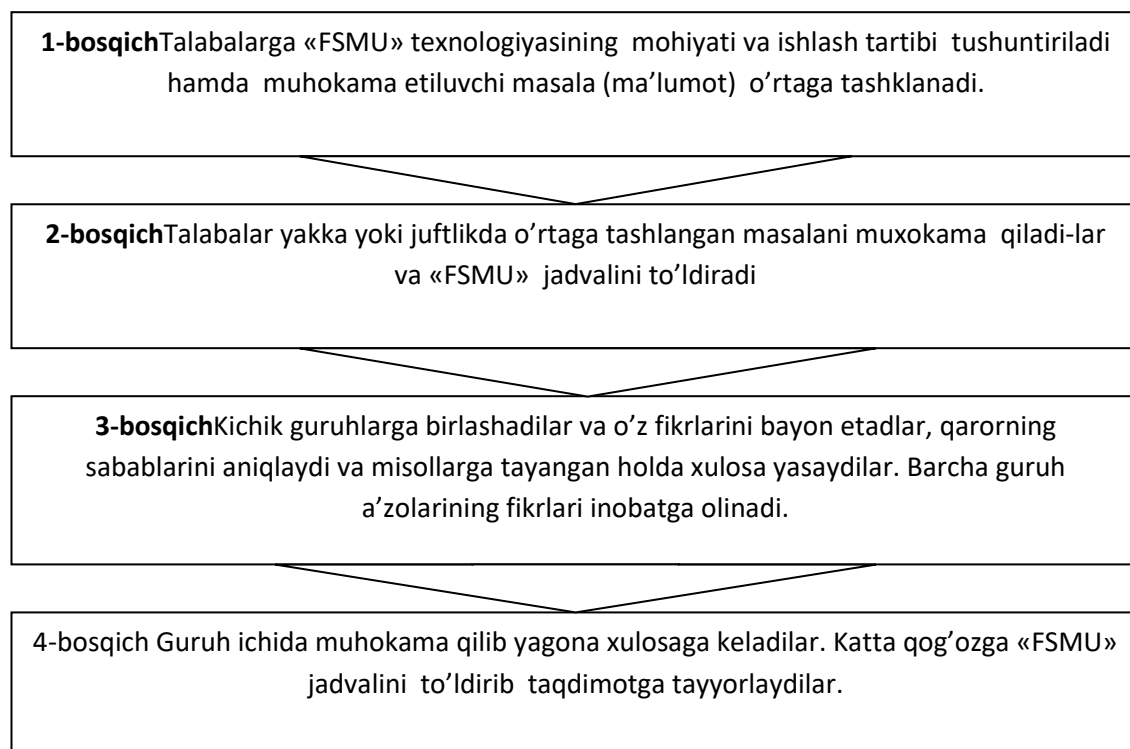
«FSMU» mantiqiy fikrlashga o'rgatuvchi texnologiya

Ushbu texnologiya munozarali masalalarni xal etishda, baxs-munozaralar o'tkazishda yoki o'quv-seminari yakunida (tinglovchilarning o'quv seminari haqidagi fikrlarini bilish maqsadida), yoki o'quv rejasi asosida biron bo'lim o'rganib bo'lingach qo'llanilishi mumkin, chunki bu texnologiya tinglovchilarni o'z fikrini himoya qilishga, erkin fikrlash va o'z fikrini boshqalarga o'tkazishga, ochiq holda baxslashishga, shu bilan bir qatorda o'quvchi talabalarni, o'quv jarayonida egallagan bilimlarini tahlil etishga, qay darajada egalliklarini baholashga hamda tinglovchilarni bahslashish madaniyatiga o'rgatishga xizmat qiladi.

FIKR. SABAB. MULOXAZA. ISBOT



«FSMU» mantiqiy fikrlashga o'rgatuvchi texnologiyadan foydalanish jarayonining bosqichlari



Topshiriq: «Psixologik-pedagogik maslahatlarni tashkil qilishdan asosiy maqsad nima?» degan savolni «FSMU» texnologiyasi asosida muhokama qiling.

F	Fikringizni bayon eting	
S	Qarorning sababi	
M	Misol	
U	Xulosa	

Bajarilishi:

F	Fikringizni bayon eting	Muayyan muammosi mavjud bolalarga, tarbiyachilar, o'qituvchilar va ota onalarga yoki boshqa murojaat etuvchilarga psixologik-pedagogik yordam ko'rsatishdan iborat
S	Qarorning sababi	Har bir yosh davrning o'ziga xos psixologik muammolari mavjud bo'lib, ushbu muammolarni bartaraf etish uchun albatta mutaxassis maslahati kerak bo'ladi.
M	Misol	Matbuotlarda aholining aksariyat qismi doimo psixologik-pedagogik maslahat so'rab murojaat qilishi qayd qilinadi.
U	Xulosa	Psixologik-pedagogik maslahatlar aholining barcha qatlamlarini psixologik-pedagogik bilimlar bilan qurollantirish maqsadida tashkil qilinadi.

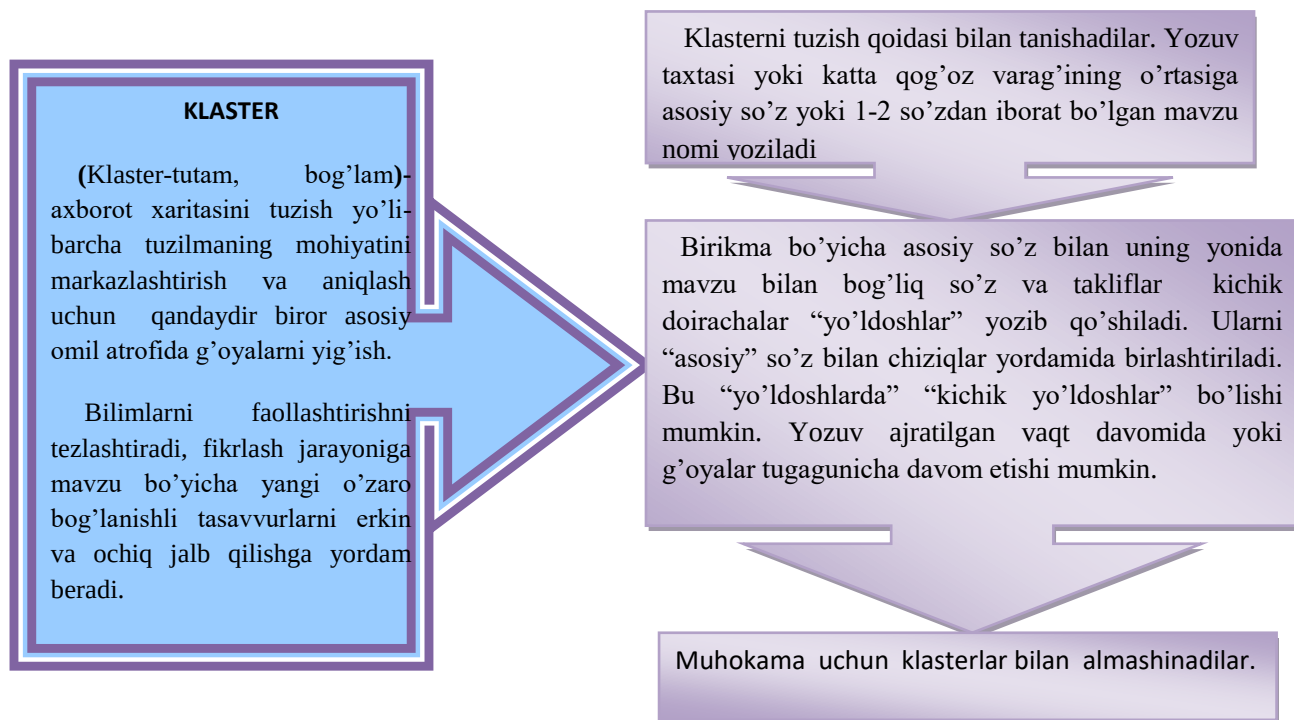
«Muammoli vaziyat»

Vaziyat turi	Vaziyatning sabablari	Vaziyatdan chikib ketish sabablari
Kasbga qiziqmaslik	- Kasbga qiziqmaslik - shu fan darslariga kech kelish - kasbni sevmaslik - tarbiyasizlik - darsga tayerlanmaslik - darisni buzish - o'qituvchining darsni yaxshi tashkil kilmaslik	- O'qituvchining ta'lim oluvchi bilan individual kasbiy masalani aniklanish ganligini shugulanishi kasbiy darajasi talabaning oilaviy sharoitini urgani – shi kasbiy yunalishdagi ishlarni kengaytirish

Insert jadvali

V	+	-	?
Kasbiy pedagogika – ning axamiyatini	Kasbiy ta’limning umumiy davlat tasniflagichini	Kasbiy ta’limni talabi va uslublari	Kasbiy ta’limning interfaol metodlari
Kasb xunar ta’lim – ning ilmiy nazariy asoslari	Kasbiy pedagogikaning maksad vazifalari predmeti	Kasbiy pedagogikaning mazmuni	Kasbiy pedagogikaning riv – ojlanish boskichlari

O’QITISH TEXNOLOGIYASINING QO’LLANILISHI:



«Klaster» metodi

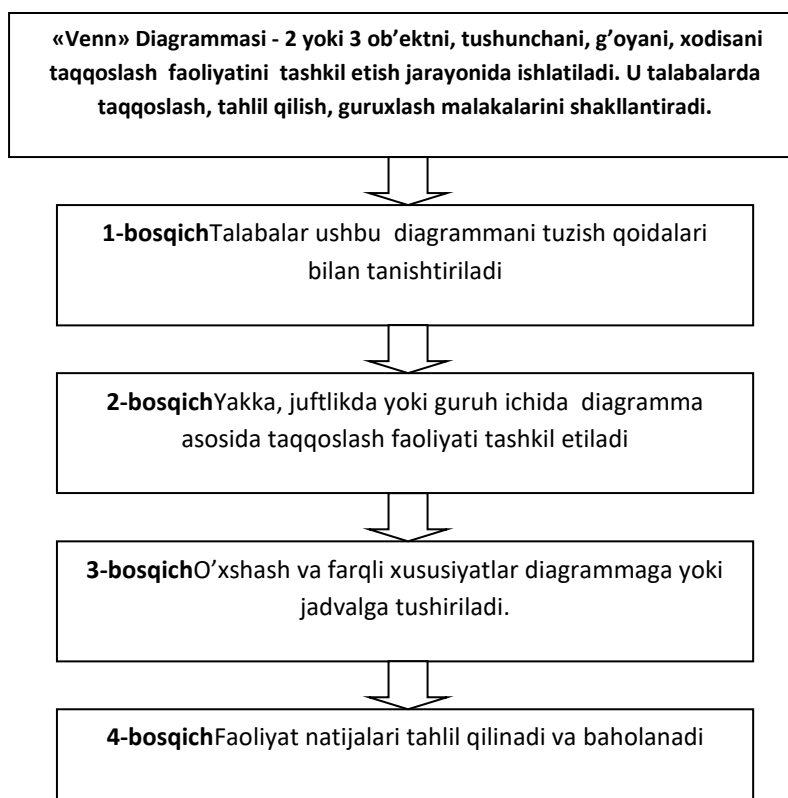
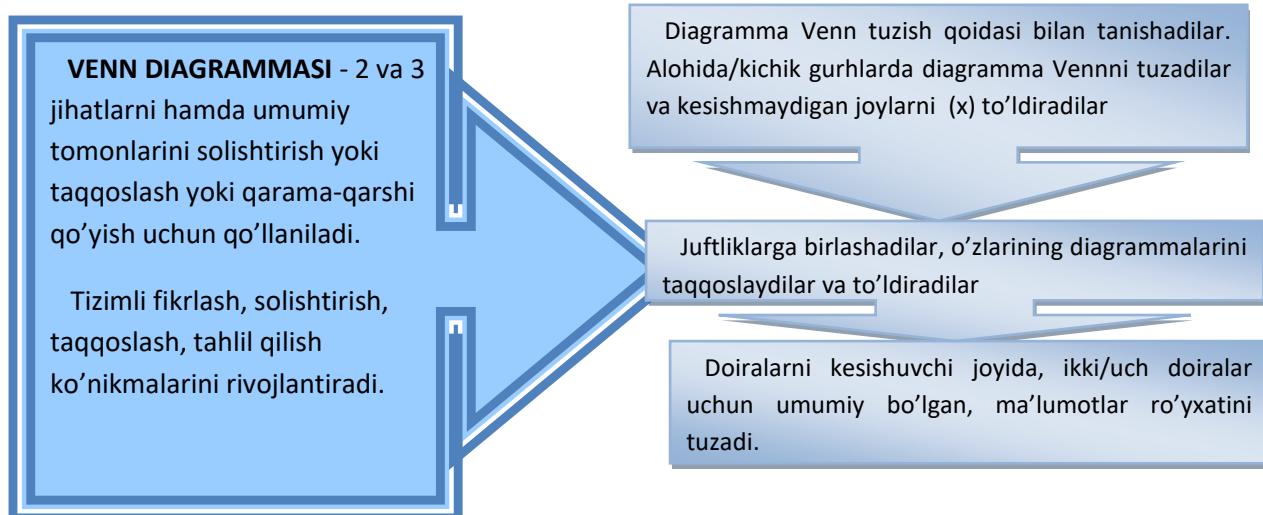
Klaster tuzish qoidasi

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 tugaguncha yozishni to'xtatmang. Agarda aqlingizda g'oyalar kelishi birdan to'xtasa, u holda qachonki yangi g'oyalar kelmaguncha qog'ozga rasm chizib turing.

Topshiriq: Xotira jarayonini klaster ko'rinishida ishlab chiqish

O'QITISH TEXNOLOGIYASINING QO'LLANILISHI: VENN» DIAGRAMMASI



SHaxsning individual xususiyatlarini aniqlovchi metodikalarni talaba to'liq anglab yetishi uchun o'quv guruhi 3 ta kichik guruhga ajratiladi. Ularga 3 ta metodika (Ayzenk, Litmann-SHmeshik, Raven) «Venn» diagrammasi asosida taqqoslash va umumiy jihatlarini aniqlash topshiriladi.

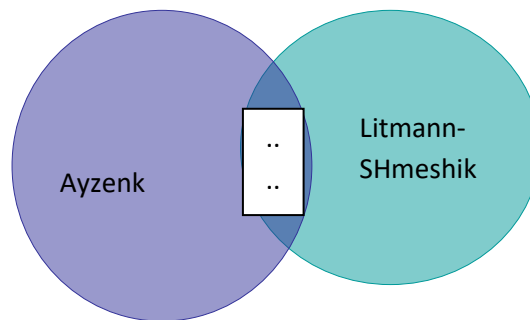
Topshiriq:

1-guruh – Ayzenk va Litmann-SHmeshik metodikalarining o'rganadigan xususiyatlarini aniqlash va umumiy jihatlarini ko'rsatish.

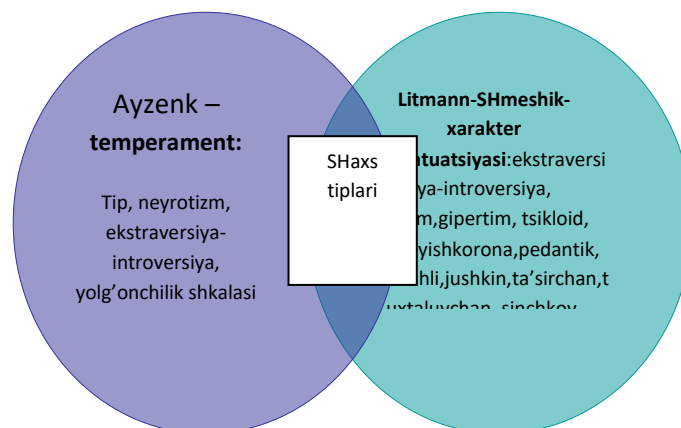
2-guruh – Ayzenk va Raven metodikalarining o'rganadigan xususiyatlarini aniqlash va umumiy jihatlarini ko'rsatish.

3-guruh – Raven va Litmann-SHmeshik metodikalarining o'rganadigan xususiyatlarini aniqlash va umumiy jihatlarini ko'rsatish.

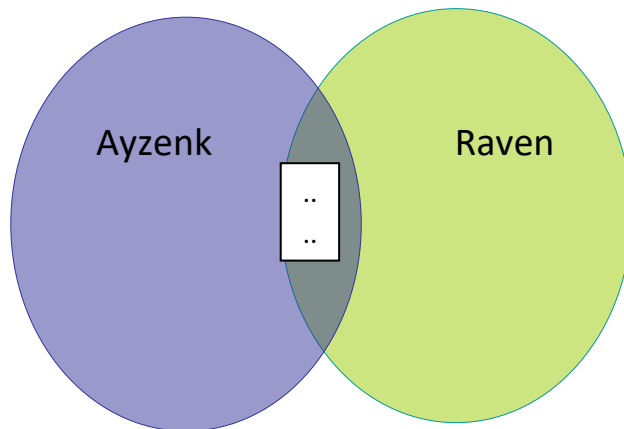
1-guruh blankasi



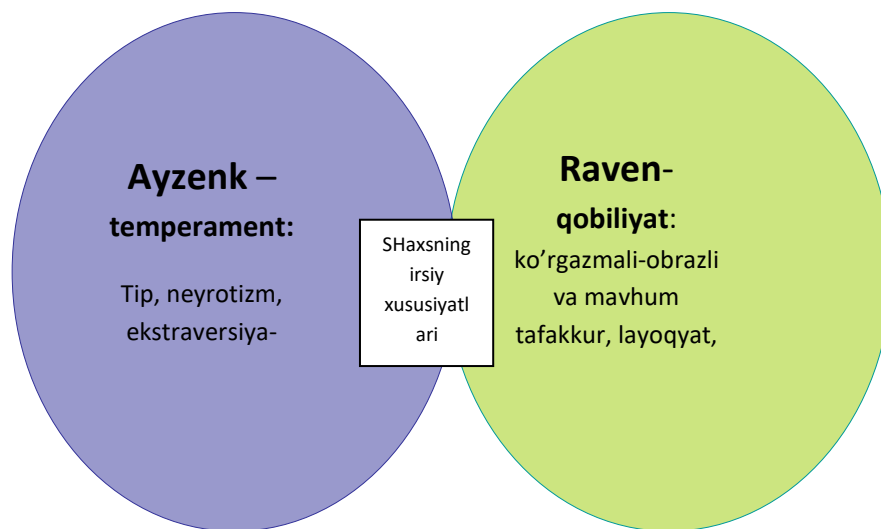
Bajarilishi:



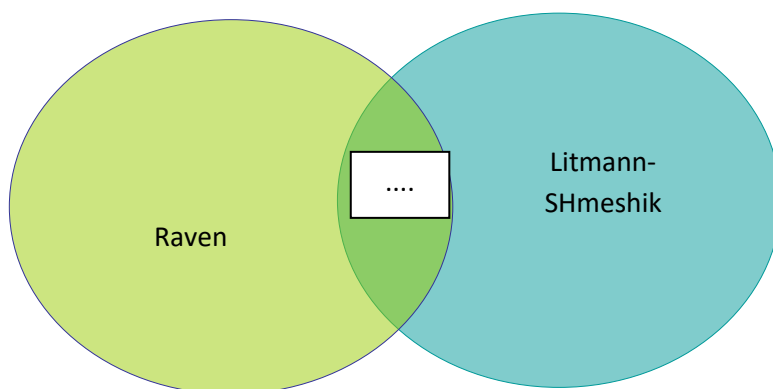
2-guruh blankasi



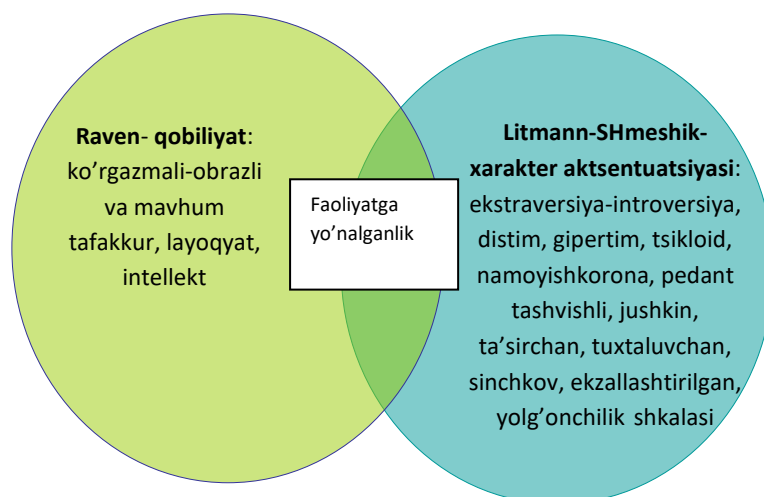
Bajarilishi:



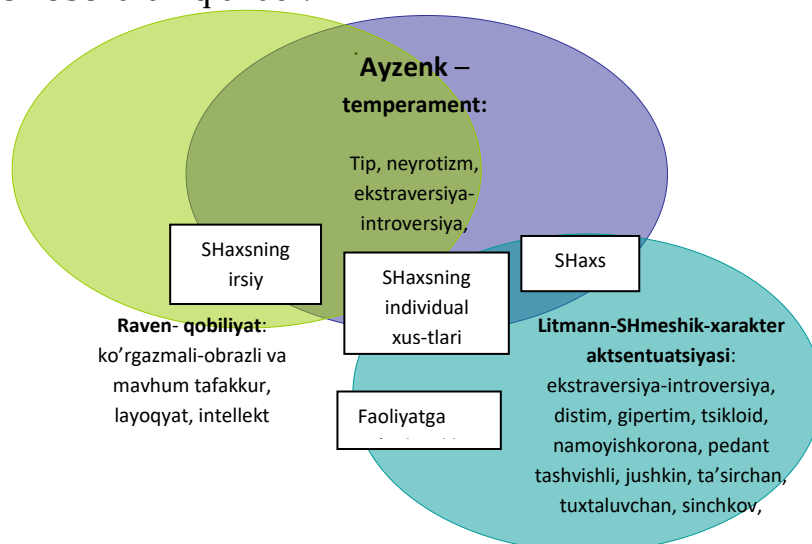
3-gurux blankasi



Bajarilishi:



3 ta guruh ishlarining namoyishidan so'ng pedagog rahbarligida ularning ishlari birlashtiriladi va psixologiyaning 3 ta tarmog'ini birlashtirib turuvchi umumiy tayanch obekti aniqlanadi.



III NAZARIY MATERIALLAR MA`RUZA MASHG'ULOTLARI

1-Modul : O'zgarmas tok elektr zanjirlari (4-soat)

1-Mavzu. "Elektrotexnika" faniga kirish. Zamonaviy elektrotexnik qurilmalarni tavsifi, tarixi va rivojlanish kelajagi

Hozirgi zamon texnika va texnologiyalarini elektr energiyasiz tasavvur qilish mumkin emas. Elektr energiya sanoat, qishloq xo'jaligi, transport, aloqa, radio, televidenie, koinot, uy-ro'zg'or va hokazo sohalarga chambarchas obi hayot kabi kirib borgan. Uning bu darajada kirib borishining asosiy sabablari quyidagilar:

- tabiiy energiya manbalari (suv, torf, toshko'mir, neft mahsulotlari, gaz, shamol, quyosh nuri va hokazolar) qacda bo'lsa, o'sha yerda elektr stantsiya qurish mumkinligi;
- boshqa yonilg'i mahsulotlarini aholi turar joylarga va sanoat markazlariga yetkazilishiga nisbatan kam transport xarajati va isrofgarchilik bilan yetkazish mumkinligi;
- iste'molchilar orasida taqsimlash osonligi va turli turdagi boshqa energiyalarga (yorug'lik, issiqlik, mexanik, ximik va hokazo) aylantirish osonligi.

Bu kabi afzalliklar ro'yxatini yana davom ettirish mumkin.

SHuning uchun hozirgi zamon texnika va texnologiya, xalq xo'jaligi talabini qondirish va uni yanada rivojlantirish uchun butun dunyo qatori O'zbekiston Respublikasida ham ko'proq miqdorda elektr energiya hosil qilish, energetika sohasini yanada rivojlantirish, energiya tejoyvchi texnikani ishlab chiqarishni keng joriy etish masalalariga jiddiy e'tibor qaratilmoqda.

Mustaqil O'zbekiston Respublikasida hozirdanoq elektr energiya tanqisligi sezila boshlaganligi va yaqin kelajakda xalq xo'jaligi, fan va texnikaning rivojlanishi bilan birga bu tanqislikning keskin ravishda kuchaya borishi, birinchi navbatda, energiya tejamkorligini ta'min etishni talab qilsa, ikkinchi tomondan, kam energiya hajmli hamda samaradorligi yuqori bo'lgan yangi texnika va texnologiyalarni joriy etishni talab qiladi.

Bu masalalarni effektiv ravishda xal etish nafaqat energetika sohasida ishlaydigan mutaxassislar, balki elektr energiyaning iste'moli bilan shug'ullanadigan elektrik bo'lmagan mutaxassislarning ham vazifasidir. Buning uchun mutaxassisligi elektrik bo'lmagan ishchilarning elektrotexnika sohasidagi bilimdonligi juda katta ahamiyatni kasb etadi.

Xalq xo'jaligining boshqa sohalari qatori hozirgi zamon qurilish sohasida ham elektrotexnika juda keng ko'lamda ishlatiladi:

- sanoat elektrotexnikasining qurilish texnologiyasida ishlatilishi;
- qurilishdagi texnologik jarayonlarni boshqarishda analogik qurilmalar va avtomatlashtirilgan sistemalarning qo'llanilishi;
- qurilish mashina va mexanizmlarida elektroyuritmalarning keng ko'lamda ishlatilishi;

- qurilish ishlab chikarish texnologiyasida svarka, vibratsiya tebranish texnikasi, daydi toklardan metall konstruksiyalarning saqlanishi, elektroisitgich asboblari, betonni elektrik qorishtirilishi va elektrik isitilishida ishlatiladigan elektroqurilmalar va hokazolar.

Yuqorida sanab o'tilgan juda muhim va dolzarb masalalarni yechish uchun xalq xo'jaligining hamma sohalarida, shular bilan bir qatorda, qurilish sohasida ham mukammal elektrotexnik bilimlarga ega bo'lgan mutaxassislarni tayyorlash lozim bo'ladi.

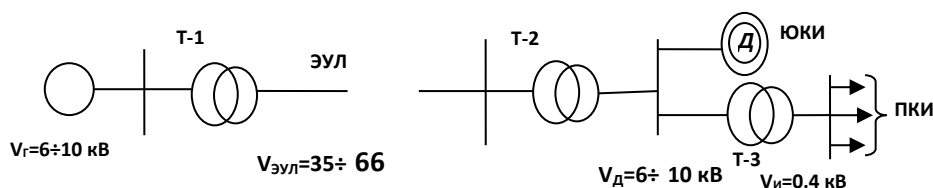
Qurilish ob'ektlarining elektr ta'minoti o'ziga xos xususiyatlarga ega. SHulardan biri qurilgan elektr ta'minot tarmog'i ko'pincha faqat qurilish muddati davomida vaqtinchalik xizmat qiladi va shuning uchun ular mukammal loyixalashtirilmasdan quriladi. SHuning uchun qurilish maydonidagi elektr energiya sifati talabga javob bermaydi, iste'molchilarda va simlarda energiya isrofi juda ko'p bo'lib, elektromexanizmlarning ish sifati va samaradorligi, ishlash muddati juda past bo'ladi.

Respublikamizda bazoviy mutaxassisligi energetik bo'lgan muxandis-elektriklar juda oz, ular ham elektrotexnikaning elektr energiyani ishlab chiqarish, iste'molchilarga uzatish va taqsimlash sohasida band, elektr energiyaning iste'moli sohasida esa puxta elektrotexnik ma'lumotiga ega bo'lmagan kishilar muxandis-elektriklar vazifasini bajarishadi. SHu bilan birga qurilish sohasidagi mas'ul xodimlar elektrotexnikadan ancha uzoq bo'lganliklari uchun elektrotexnik qurilmalarning ishini to'g'ri tashkil etish, energiyani tejash va uning sifatini oshirish choralarini ko'rish, elektr tarmoqlarini texnikaviy va ekonomik nuqtai nazardan loyihalashtirish va amalga oshirish kabi masalalarni uddalay olmaydilar.

Yuqorida keltirilgan hozirgi zamon dolzarb masalalarni amalda hal qilish uchun xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida, shular qatori qurilish sohasida ishlaydigan muxandis-texnik xodimlarni tayyorlashda ularning elektrotexnik ma'lumot olishlarini tashkil etish lozim. Elektrotexnika fanlarni o'qitish uchun yangi ishchi dasturlarni tuzishda ana shu masalalarni yechish va institutimizda tayyorlanadigan har bir ixtisosning spetsifikatsiya hisobga olingan.

Elektrotexnika fanni elektr energiyani boshqa turdagi energiyalar (potentsial, kinetik, issiqlik, yorug'lik va hokazo)dan hosil qilishni, uni masofalarga, ya'ni iste'molchilarga uzatilishini, iste'molchilar orasida taqsimlanishini va iste'mol qilinadigan boshqa turlardagi energiyalar (yorug'lik, issiqlik, mexanik, ximik va hokazo)ga aylantirib, iste'mol qilishni hamda masofalarga informatsiya uzatishni o'rgatadi.

Agar bu ta'rifni rasm shaklida bir chiziqli sxema orqali ko'rsatadigan bo'lsak, quyidagi ko'rinishga (rasm-1) ega bo'ladi:



Rasm-1. Bir chiziqli 3 fazali yuqori kuchlanishli elektr tarmog'i (zanjiri).

Belgilar:

G – generator (elektr manbai);
D – elektrodvigatelъ;
YuKI – yuqori kuchlanishli iste'molchi;
PKI – past kuchlanishli iste'molchi;
T-1 – birinchi kuchaytiruvchi transformator;
T-2 – ikkinchi pasaytiruvchi transformator;
T-3 – uchinchi pasaytiruvchi transformator;
EUL – yuqori kuchlanishli elektr uzatuvchi liniya;
U – elektr zanjiri qismlaridagi kuchlanish;
kV – kuchlanish kattaligi kilo Voltlarda.

Boshqa turdagi energiyalarni elektr energiyaga aylantirish elektr stantsiyalarda generator yordamida amalga oshiriladi. Elektr stantsiyalarning quyidagi turlari bo'ladi:

1. Hidroelektrostantsiyalar (GES) va gidroresursli elektrostantsiyalar (GRES). Bularning farqi shundan iboratki, agar GES larda suv energiyasi generatorida faqatgina elektr energiya hosil qilish uchun sarflansa, GRESlarda havzalarda to'plangan suv nafaqat elektr energiya, balki shular jumlasidan yerlarni sug'orish uchun ham ishlatiladi.
2. Issiqlik elektrostantsiyalar (IES) va issiqlik elektromarkazlari (IEM). Bu elektrostantsiyalarda yoqilg'i (gaz, mazut, ko'mir, to'rf) bug' qozonlarida yoqilib, yuqori bosimli va haroratli bug' hosil qilinib, u faqatgina generatorida elektr energiya hosil qilishga sarf bo'ladi. IEMlarda esa bug' hamda issiq suv sanoatda yuqori texnologik jarayonlar uchun ham ishlatiladi.
3. Atom elektrostantsiyalari (AES). Bu elektrostantsiyalarda zanjir reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan energiyani bug' kazonida ishlatish printsipli amalga oshiriladi.

Rasm-1.dagi T-1 kuchaytiruvchi transformator uzoq masofalarga uzatiladigan elektr energiya kuchlanishini oshirib, proporsional ravishda elektr uzatuvchi liniya simlardagi tok kuchini kamaytirish, shu bilan birga simlarda ajraladigan Joule issiqligini kamaytirib, energiyani uzatishda quvvat isrofini kamaytirish imkonini beradi.

T-2 va T-3 pasaytiruvchi transformatorlar yuqori kuchlanishli liniyalarda kuchlanishni iste'molchilar kuchlanishiga qarab pasaytirib beradi.

Yuqoridagilarga asosan boshqacha qilib ta'riflasak, elektrotexnika fani elektr zanjiri va uning ichidagi elementlar (elektr manbai, iste'molchilar, transformatorlar, elektr uzatuvchi liniyalar, ya'ni tutashtiruvchi simlar)dagi energetik jarayonlarlar va ularning hisoblanishi hamda analizi bilan shug'ullanadi hamda quyidagi asosiy qismlarga bo'lib o'rganiladi:

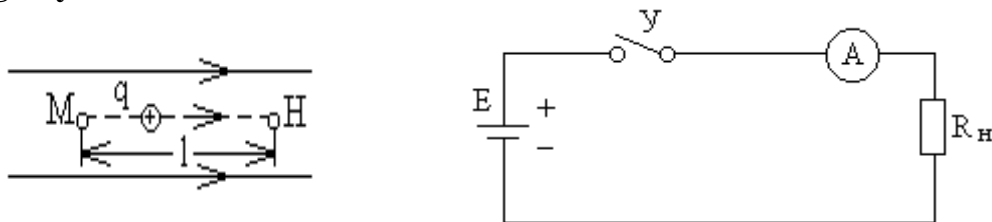
1. Elektr va magnit zanjirlari.
 - 1.1. O'zgarmas tok elektr zanjirlari.
 - 1.2. O'zgarmas magnitlovchi kuchga ega magnit zanjirlari.
 - 1.3. O'zgaruvchan tok elektr zanjirlari.

- 1.3.1. Bir fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari.
- 1.3.2.1. 3-fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjirlari.
- 1.4. O'zgaruvchan magnitlovchi kuchga ega bo'lgan magnit zanjirlari.
2. Elektr o'lchashlar.
3. Transformatorlar.
4. Elektr mashinalari.
- 4.1. O'zgarmas tok elektr mashinalari.
- 4.2. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari.
5. Elektronika asoslari.
6. Elektrotarminot.
7. Elektroyuritmalar.

2-mavzu. O'zgarmas tok elektr zanjirlari.

Metallarda erkin elektronlarning tartibli harakat tezligi nisbatan kichik, odatda u sekundiga 1mm-dan oshmaydi. Lekin elektr maydonini tarqalish tezligi juda katta havo liniyalarida u amalda yorug'lik tezligiga teng bo'ladi. SHu sababli elektr zanjir tutashtirilganda unda tok deyarli bir onda paydo bo'ladi. Bu yerda hech qanday qarama-qarshilik yo'q, chunki elektr energiyasi manbai vujudga keltiradigan va zaryadlarga ta'sir etadigan elektr maydon liniya bo'ylab yorug'lik tezligida tarqaladi, elektr zaryadlar esa maydon ta'sirida nisbatan sekin siljiydi. Bu yerda shunday taqqoslash mumkin: suv bosimi stantsiyasidan yuboriladigan suv zarrachalari trubalarda ancha sekin harakatlangani bilan, vodoprovod jumragini ochish bilan bosim ostida shu zahoti suv tushadi. Elektr toki vujudga kelishi uchun o'tkazgichdan tarkib topgan elektr zanjir yaratish lozim. Har qanday elektr zanjiri o'zaro simlar bilan birlashtirilgan, bitta yoki bir nechta elektr energiyasi manbalaridan va iste'molchilardan iborat bo'ladi.

SHuning uchun elektr zanjiri deb, elektr tokini hosil qiluvchi va uni oqib o'tishini ta'minlash uchun berk yo'l hosil qiladigan qurilmalar yig'indisiga aytiladi.



2-Rasm. Elektr zanjir sxemasi.

Rasm-2 da ko'rsatilgan elektr zanjirda elektr energiyasining manbai (akkumulyator) mazkur zanjirning ichki qismini, iste'molchi- R_n , ampermetr-A, ulagich-U, birlashtiruvchi sim zanjirning tashqi qismini tashkil etadi. Ulagich ulanganda berk zanjir hosil bo'lib, zanjirdan elektr toki o'ta boshlaydi.

Zanjirdan tok uzluksiz o'tib turishining asosiy sharti uning tarkibida elektr energiyasi manbaining bo'lishidir. Elektr energiyasining manbaida energiyaning

boshqa turlari elektr energiyasiga aylantiriladi. Masalan; elektr mashina generatorlari bug', gaz yoki gidravlik turbinalarning mexanik energiyasini, galvanik elementlari va akkumulyatorlar ximiyaviy jarayonlar energiyasini, turli fotoelementlar yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi.

Lekin elektr faqat energiyani uzatish uchun xizmat qiladi, chunki turli xil iste'molchilarda elektr energiyasi doimo energiyaning boshqa turlariga; Elektr dvigatellarda-mexanik energiyaga, yoritish qurilmalarida-nur energiyasiga, elektr pechlarda-issiqlikka aylanadi va x.k.

Elektr energiyasining iste'molchilarga uzatish elektr uzatish liniyalari orqali amalga oshiriladi. Elektr energiyasini energiyani boshqa turlariga aylantirib beruvchi moslamalar elektr iste'molchilar deyiladi.

Elektr tokining qiymatini ampermetr yordamida o'lchash mumkin. zanjirdan o'tayotgan elektr tokining qiymati o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt (t) birligi ichida o'tgan elektr zaryadlarini miqdori bilan aniqlanadi, ya'ni tok kuchi zaryadlarning harakat tezligiga proportsional kattalikdir:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Agar zanjirdan o'tayotgan tokning yo'nalishi va qiymati vaqt davomida o'zgarmas bo'lsa, o'zgarmas tok deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \frac{q}{t}$$

Xalqaro birliklar sistemasida elektr tokining o'lchov birligi sifatida amper qabul qilingan. O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan bir sekund davomida 1 kulon elektr zaryadlari o'tgandagi tok kuchi bir amperga teng bo'ladi:

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

Katta tokni o'lchash uchun karrali birlik-1000A-ga teng kiloamper (kA), kichik toklarni o'lchash uchun esa- amperning mingdan bir qismiga teng bo'lgan (10^{-3} A) milliamper (mA) va amperning milliondan bir qismiga teng bo'lgan 10^{-6} A (mkA) ishlatiladi.

Tok kuchiga bir necha misol keltiramiz: odam tanasidan o'tayotgan tok taxminan 5 mA-ga yetganda odam tok o'tayotganini seza boshlaydi, lekin bu tok 50 mA-gacha ortganda odam xayoti uchun xavfli bo'ladi. Eng ko'p tarqalgan cho'g'lanish lampalarining toki 0,1-1 A, lyuminestsent lampaniki-0,15 A. Elektr plita uchun 1,5-5 A tok kerak. O'rtacha quvvatli elektr dvigatellarni toki 5-25 A-ga teng.

Elektr miqdorining birligi Kulon (Kl) o'zgarmas tok 1 A bo'lganda 1 sekundda o'tkazgich ko'ndalang kesimidan o'tgan zaryad sifatida aniqlanadi:

$$1Kl = 1A \cdot s.$$

Kuchlanish. Bir jinsli elektr maydonida musbat zaryadlangan zaryad q maydon kuchi ta'siri ostida M nuqtadan N nuqtaga ko'chadi. Rasm-1 zaryadning MN nuqtadagi bajargan ishini o'lchanadigan qiymati ikki nuqta orasidagi elektr kuchlanish deyiladi. Kuchlanish U-xarfi bilan belgilanadi:

$$U = \frac{A}{q}$$

Elektr kuchlanishning o'lchov birligi vol't (V)

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ жоуль}}{1 \text{ кулон}}$$

Zanjirning ikki nuqtasi orasida musbat elektr zaryad birligi harakatlanganda 1 J-ga teng ish bajarilsa u holda ular orasidagi kuchlanish 1 V-ga teng bo'ladi.

$$\text{Demak} \quad 1 \text{ J} = V \cdot K.$$

Bundan tashqari kilovolt, $1 \text{ kV} = 10^3 \text{ v}$, millivolt $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ v}$ -lar ham ishlatiladi. Kuchlanish elektr maydonida ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasiga teng:

$$U_{mn} = \varphi_m - \varphi_n \quad (1.7)$$

«Kuchlanish»-tushunchasi ta'rifining o'zi elektrotexnik qurilmaning ikki nuqtasiga taalluqli bo'lishi lozimligini ko'rsatadi: Masalan, elektr tarmoq simlari orasidagi kuchlanish, sim bilan yer orasidagi kuchlanish.

Kuchlanish o'lchanadigan asbob-voltmetr, orasidagi kuchlanishni o'lchash lozim bo'lgan ikki nuqtaga, masalan, manbaning ikki bog'ichiga, hamda yuklamaning qismlariga ulanadi. Ampermetr o'lchash ob'ekti bilan ketma-ket, voltmetr esa parallel ulanadi.

Odam uchun xavfsiz kuchlanish deb 50 V-dan oshmaydigan kuchlanish qabul qilingan. Odam uchun xavfli sharoitlarda elektrotexnik qurilmalarning yerga nisbatan kuchlanishi 12 v-dan oshmasligi kerak. (zax va issiq binolarda 36 v-dan oshmasligi kerak).

Elektr tokining ishi va quvvati. Elektr maydonida zaryadlangan zarrachalarning bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chishida bajargan ishi yoki shu ishning bajarish uchun sarflangan energiya tushuniladi, ya'ni

$$A = q \cdot U.$$

Bundan ko'rinib turibdiki, zaryadlar miqdori q va potentsiallar farqi U qanchalik katta bo'lsa, bajarilgan ish ham shunchalik katta bo'ladi. Agar $q \cdot I \cdot t$ bo'lishini hisobga olsak;

$$A = U \cdot I \cdot t = W$$

Bajarilgan ishning jadalligini aniqlash uchun quvvat tushunchasi kiritiladi. Elektr tokining quvvati vaqt birligida bajarilgan ishga teng, ya'ni

$$R = \frac{A}{t} = U \cdot I$$

SI sistemasida quvvatning o'lchov birligi sifatida vatt (Vt) qabul qilingan. $1 \text{ Vt} = \frac{1 \text{ Ж}}{1 \text{ C}}$, ya'ni 1 Vatt quvvat hosil qilinishi uchun 1 sekund davomida 1J ish bajarilishi lozim. O'tkazgich uchlaridagi kuchlanish 1 V, tok kuchi 1A bo'lganida 1Vt quvvat sarf bo'ladi ($1 \text{ Vt} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$). Elektr zanjirdagi tokning quvvati vattmetr asbobi yordamida o'lchanadi.

Zanjir elementlarida erishiladigan quvvatni kuchlanish bilan ham, tok bilan ham rostdash mumkin. Masalan, uzatish liniyalarida elektr energiyasining issiqlikka sarflanadigan isrofini kamaytirish maqsadida, manba beradigan quvvatning kuchlanishi oshiriladi va shunga mos ravishda tok kuchi kamaytiriladi. Liniyadagi tok kuchi qanchalik kichik bo'lsa, kuchlanishning pasayishi ham shunchalik kichik bo'ladi

$(I R_l = \Delta U_l)$. Natijada liniyaning FIK yuqori bo'ladi:

$$\eta = \frac{P_{ucm}}{P_M} = \frac{U_{ucm} \cdot I}{U_M \cdot I} = \frac{U_{ucm} \cdot I}{\Delta U_A \cdot I + U_{cm} \cdot I}$$

bu yerda R_{ist} —iste'molchining quvvati

R_m —manbaning quvvati.

Elektr energiyasining ancha yuqori kuchlanish bilan o'zgarmas tokda uzatish birmuncha tejamli hisoblanadi. Bunga kuchlanishi 1500 kV li o'zgarmas tok elektr uzatish liniyalari misol bo'la oladi. Xalqaro birliklar sistemasida energiya birligi qilib Joule qabul kilingan. ($1J = 1Vt/s$), ammo amalda kVt.soatdan keng foydalaniladi ($1kVt.s = 100Vt.360sek = 3,6 \cdot 10^6j$).

Elektr qarshilik. Elektr zanjirida harakatlanayotgan zaryadga o'tkazgich muhit ma'lum qarshilik ko'rsatadi, bu qarshilik o'tkazgichning elektr qarshiligi deyilib quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

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

Bu yerda ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, Om m;

ℓ -o'tkazgichning uzunligi m;

S-o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ;

Elektr qarshiligining birligi Om qabul qilingan. Qismlarida 1 volt kuchlanishi bo'lgan, bir amper tok kuchi hosil qilgan o'tkazgichning qarshiligi 1 Om deb hisoblanadi, ya'ni $1 Om = 1 V / 1 A$. Ayrim hollarda elektr qarshiligi o'rniga (qarshiliklari parallel ulangan zanjirlarda) unga teskari bo'lgan kattalik o'tkazuvchanlikdan foydalaniladi, ya'ni

$$G = \frac{1}{R}; \quad \left[\frac{1}{Om} = 1 \text{ cimens} = 1 \text{ sm} \right]$$

Solishtirma qarshilikka teskari kattalik solishtirma o'tkazuvchanlikdir:

$$\gamma = \frac{1}{\rho} \text{ sm/m}$$

Nazorat savollari

1. Elektr energiya boshka tur energiyalarga nisbatan qanday afzalliklarga ega.
2. Elektrotexnika fani nimani o'rgatadi ?
3. Elektr stantsiyalarning qanday turlarini bilasiz ? Ularning atrof muxitga salbiy ta'sirini izohlab bering.
4. Elektr energiyani tejash uchun qanday choralar ko'rish mumkin..

2-Modul. Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari (6-soat)

3-mavzu. Elektr zanjirining asosiy qonunlari.

Om qonuni-elektr zanjiriga oid asosiy qonun bo'lib, zanjirdagi tok va kuchlanish o'zaro qanday nisbatda bog'langanligini ifodalaydi. Bunga ko'ra tarmoqlanmagan berk zanjirdagi tok EYuK-ga tug'ri proporsional, zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsionaldir:

$$I = \frac{E}{r_0 + R}$$

EYuK-si bo'lmagan elektr zanjirning istalgan qismi uchun ham tatbiq etish mumkin. U holda zanjir qismidagi tok:

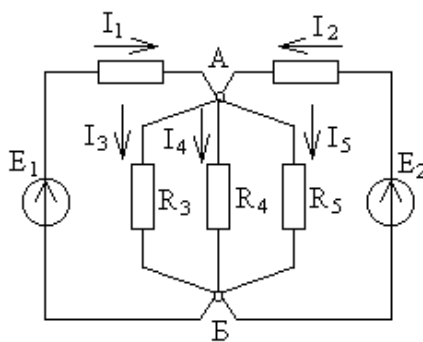
$$I = \frac{U}{R}$$

Bundan:

$$U = I \cdot R$$

Demak, R_n qarshiligida kuchlanishning pasayishi qarshilik orqali o'tgan tokning mazkur qarshilikka ko'paytmasiga teng.

Kirxgof qonunlari murakkab (ikki va undan ortik konturli) elektr zanjirlarini hisoblash va ularning elektr holatini to'la aniqlash uchun xizmat qiladi. Murakkab zanjirlar uchun tarmoq, tugun va kontur tushunchalari qo'llaniladi:



3-Rasm. Murakkab elektr zanjir sxemasi

Tarmoq-elektr zanjirining ma'lum bir qismi bo'lib, ketma-ket birlashtirilgan qarshiliklar, energiya manbalari va hokazolardan iborat.

Tugun-elektr zanjirining uchta va undan ortiq tarmoqlarning birlashgan nuqtasi. **Kontur**-zanjirning bir necha tarmoqlaridan iborat yopiq yo'l. Masalan, 3-rasmdagi elektr zanjiri beshta tarmoq (bularndan ikkitasining energiya manbai bor), ikkita tugun va to'qqizta konturdan iborat.

Kirxgofning birinchi qonuni (toklar qonuni) elektr zanjirining tarmoqlanish tugunidagi toklarning qanday taqsimlanganligini ifodalaydi. Bu qonunga ko'ra elektr zanjirining tarmoqlanish tuguniga kelayotgan va undan chiqib ketayotgan toklarning algebraik yig'indisi nolga teng. Umumiy holda:

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

Kirxgofning ikkinchi qonuni (kuchlanishlar qonuni) berik konturdagi barcha EYuK-larning algebraik yig'indisi shu konturning barcha qismlaridagi kuchlanishlar pasayishining algebraik yig'indisiga teng:

$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^n I_k \cdot R_k$$

Manba va iste'molchi qismlaridagi kuchlanishlar.

Har qanday manba elektr yurituvchi kuchining bir qismi uning ichki qarshiligiga (r_0) sarflanadi. SHunga ko'ra manba qismlaridagi kuchlanish uning elektr yurituvchi kuchidan doimo $I r_0 = \Delta U_0$ miqdorga kichik bo'ladi.

Manbaning ichki qarshiligi qanchalik kichik bo'lsa, u ishlab chiqarayotgan elektr energiyasining quvvati shunchalik katta bo'ladi. Ichki qarshiligi $r_0 \approx 0$ bo'lgan elektr yurituvchi kuch manbalari shartli ravishda quvvati cheksiz generatorlar deyiladi. Bunga o'ta katta quvvatli (GES, GRES, AES va boshqa) elektr stantsiyalarining generatorlari kiradi. Agar manba qismlaridan tashqi zanjir ajratib qo'yilganda manbaning kuchlanishi uning EYuK iga teng bo'ladi ($U_{ag} = Y_e$).

Manba bilan iste'molchini birlashtiruvchi liniya simi ham ma'lum qarshilikka ega bo'lgani sababli kuchlanishning bir qismi uzatish liniyasida sarflanadi, ya'ni $I R_l = \Delta U_l$. Uzatish simining uzunligi ortgan sari kuchlanishning pasayishi ham orta boradi. Iste'molchining tok iste'moli, ya'ni nagruzka orta borgan sari uzatish liniyasida kuchlanishning pasayuvi orta borib, iste'molchi qismlaridagi kuchlanish yanada pasaya boradi

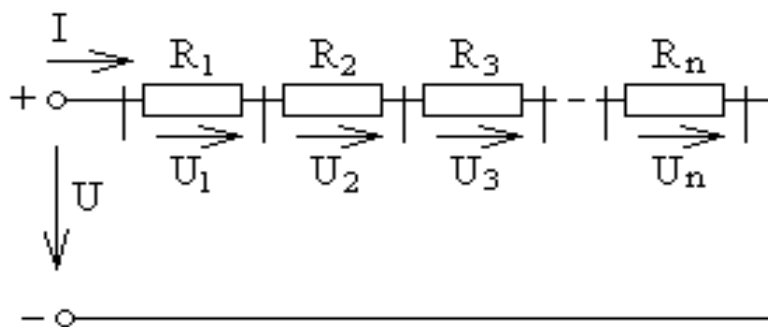
Elektr tokining issiqlik ta'siri. O'tkazgichdan elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik o'tkazgichni qizitib, atrof- muxitga tarqaladi. Elektr toki ajratib chiqargan issiqlik miqdori tashqi muxitga tarqalayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'lganda, o'tkazgichda issiqlik muvozanati yuzaga keladi. SHu o'tkazgichda turg'un harorat yuzaga keladi. Bu harorat berilgan o'tkazgich (sim) uchun chegaraviy qizish harorati hisoblanadi. CHegaraviy qizish haroratidan o'tganda o'tkazgichning harorati tashqi muxit haroratidan yuqori bo'ladi. Simlarning ortiqcha qizishi ularning izolyatsiyasiga putur yetkazishi, ochiq simning mexanik xususiyatlarining susaytirib yuborishi mumkin. Qizigan izolyatsiya sovuq izolyatsiyaga qaraganda tezroq eskirib, elektr mashinalari va apparatlarining xizmat muddatining keskin qisqartiradi.

Elektr simlarning ortiqcha qizib ketmasligi uchun ma'lum ko'ndalang kesimga ega bo'lgan o'tkazgichdan o'tadigan uzok vaqtli turg'un yuklama tokining miqdorini aniqlash kerak bo'ladi.

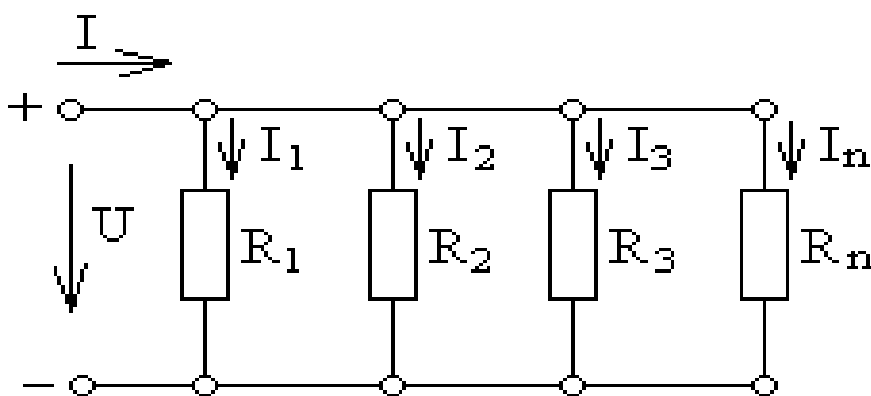
Elektr zanjiridagi qarshiliklarni ulash sxemalari. Elektr iste'molchilarni zanjirga ketma-ket, parallel va aralash ulash sxemalari mavjud. Qarshiliklarni ketma-ket ulash deb, bir qarshilikning oxirgi uchini ikkinchi qarshiliknibosh uchiga, ikkinchi qarshilikni oxirgi uchini uchinchi qarshilikning bosh uchiga va x.k. birlashtirishga aytiladi. Qarshiliklari ketma-ket ulangan elektr zanjirining o'ziga xos xususiyati shundaki, unda tok o'tkazadigan bitta yopik kontur bo'lib, konturning barcha qismlarida bir xil qiymatga ega bo'lgan tok o'tadi. Zanjirga

berilgan kuchlanish- U zanjirning ayrim qismlaridagi kuchlanishlarning algebraik yig'indisiga teng.

Ekvivalent qarshilik R_e zanjir qismlari qarshiliklarining yig'indisiga teng. Qarshiliklari ketma-ket birlashtirilgan zanjirning biror qismida uzilish sodir bo'lganda uning tamomila ishdan chiqishi asosiy kamchiligidir.



4-Rasm. Elektr iste'molchilarni ketma-ket ulash



5-Rasm. Elektr iste'molchilarni parallel ulash.

Qarshiliklarni parallel ulash deb, $R_1, R_2, R_3, \dots$ qarshiliklarning bosh uchlarini bir tugunga va ana shu qarshiliklarning oxirgi uchlarini ikkinchi tugunga birlashtirishga aytiladi. Qarshiliklari parallel ulangan elektr zanjirining o'ziga hos xususiyati zanjirga ulangan barcha qarshiliklar qismalaridagi kuchlanishning bir xil qiymatga ega bo'lishidir. Har bir qarshiliklar bosh uchlarining ulanish nuqtalariga keluvchi tok shu nuqtalardan tarqaluvchi $I_1, I_2, I_3, \dots$ toklarning yig'indisiga teng.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots I_n$$

Qarshiliklari parallel ulangan zanjirning asosiy afzalligi shundaki, bunday zanjirning biron tarmog'ida uzilish sodir bo'lganda qolgan tarmoqlar meyorda ishlayveradi. SHuning uchun ham elektr energiyasining iste'molchilari tarmoqqa, asosan, parallel usulda ulanadi. Qarshiliklarni aralash ulash ketma-ket va parallel ulashlarning birgalikda qo'llanilishidir. Qarshiliklari aralash ulangan zanjirlarning ekvivalent qarshiligini hisoblash zanjirning oxirgi qismidan manba tomon olib boriladi. Bunda zanjir tobora soddalashib borib, bitta ekvivalent qarshilikli zanjir

ko'rinishiga keltiriladi. Zanjirning har bir qismidagi tok va kuchlanish Om qonuniga binoan hisoblanadi.

Sinov savollari

1. Siz qanday o'zgarmas tok manbalarini bilasiz?
2. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
3. Zanjirning bir qismi va butun zanjir uchun Om qonuni yozing?
4. Zanjirning ekvivalent qarshiligi nima va u zanjir elementlarini har xil ulanishida qanday hisoblanadi?
5. Elektr zanjirining ishi va quvvati qanday birliklarda o'lchanadi?
6. Rezistor R-da yo'qotilgan quvvatni aniqlash formulasini tokning kvadrati, qarshilik va kuchlanish orqali yozing.
7. Elektr zanjiridagi quvvat va elektr energiya sarfini qanday asbobda o'lchanadi?
8. Utkazgichning qarshiligini solishtirma qarshilik va elektr utkazuvchanlik orqali topish ifodasini yozing.
9. Qanday zanjir murakkab zanjir deb ataladi?

4-mavzu. Bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari.

Yo'nalishi va qiymati davriy ravishda o'zgarib turadigan har qanday tok davriy o'zgaruvchan tok deyiladi. O'zgaruvchan tok vaqt bo'yicha ma'lum qonun asosida o'zgaradi, tokning qiymati vaqtning funktsiyasidir. Ayrim elektr qurilmalarda qiymati davriy ravishda o'zgaruvchi toklar ishlatiladi. Bunday toklar pul'satsiyalanuvchi toklar deyiladi.

Umumiy o'zgaruvchan tokni shartli ravishda uchta turga bo'lish mumkin:

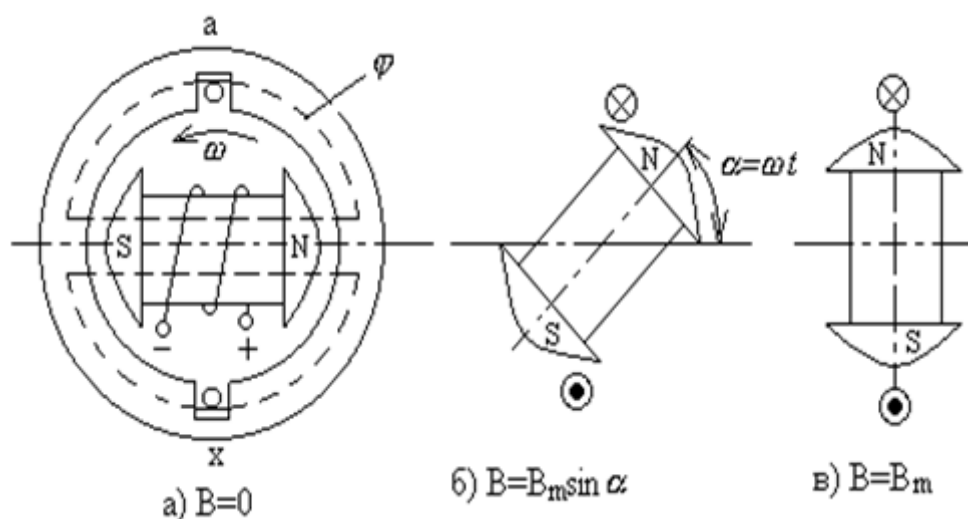
1. Qiymati o'zgaruvchan, ammo yo'nalishi o'zgarmas tok;
2. Qiymati va yo'nalishi o'zgaruvchan tok;
3. Davriy o'zgaruvchan tok.

Sanoatda va turmushda foydalaniladigan o'zgaruvchan tok sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradigan o'zgaruvchan tokdir. Bu tokni yuqori kuchlanish bilan uzok masofalarga uzatish hamda o'zgaruvchan tokda ishlovchi mashina va apparatlarni (transformatorlar, asinxron va sinxron dvigatellar) ishga tushirishda ishlatish mumkin. Sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradigan EYuK, kuchlanish va toklar sinusoidal o'zgaruvchan kattaliklar hisoblanadi.

Sinusoidal o'zgaruvchan kattaliklar bo'lmish EYuK, kuchlanish, tok va quvvatlarning ixtiyoriy vaqt lahzasidagi qiymatlari Oniy qiymatlar deyilib, y_e , u , i , p harflari bilan belgilanadi. SHu oniy qiymatlarning davr ichidagi eng kattasi maksimal yoki amplituda qiymatlar deyilib, Y_{em} , U_m , I_m , P_m harflari bilan belgilanadi.

Sinusoidal o'zgaruvchan EYuK-ni hosil qilish. Sinusoidal o'zgaruvchan tok, asosan, elektrostantsiyalarda bug' va gidravlik turbinali generatorlar yordamida hosil kilinadi. Bu generatorlarning ishlashi esa elektromagnit induktsiyasi va elektromagnit kuch qonuniga asoslangan.

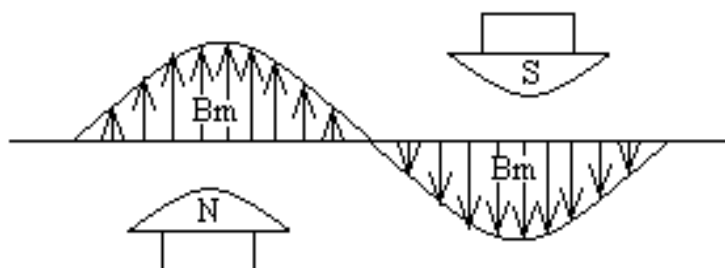
O'zgaruvchan tok generatori ikkita asosiy qismdan, ya'ni aylanuvchi rotor va qo'zgalmas statordan iborat.



6-Rasm. O'zgaruvchan tok generatorining aylanuvchan rotor va qo'zg'almas statori ko'rsatilgan.

Statorning pazlariga mis chulg'amlar joylashtirilgan (chulg'amning bitta «a-x» o'rami 6-rasm, a-da ko'rsatilgan, bunda a-o'ramning bosh uchi, x-oxirgi uchi).

Rotor o'zgarmas magnit yoki elektromagnitning bir turi hisoblanib, generatorning asosiy magnit maydonini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Kuchli



7-Rasm. Magnit induktsiyasi.

generatorlarning rotori elektromagnit rejimda ishlaydi, bunda u hosil qilgan magnit maydonining magnit oqimini boshqarish mumkin.

Sinusoidal o'zgaruvchan EYuK-ni hosil qilish uchun rotorning magnit qutblariga maxsus konstruktiv shakl beriladi. Bunda stator bilan qutb orasidagi havo bo'shlig'i qutbning o'rtasida minimal bo'lib, uning chekkasi tomon kattalasha boradi. Bunda havoli oralikdagi muhitning magnit qarshiligi bir xil bo'lmasligi tufayli magnit induktsiyasi qutbning o'rtasida, ya'ni havoli oralik minimal bo'lgan joyda maksimal qiymatga ega bo'lib, uning chekkasi tomon sinusoidal qonun bo'yicha tekis kamaya boradi.

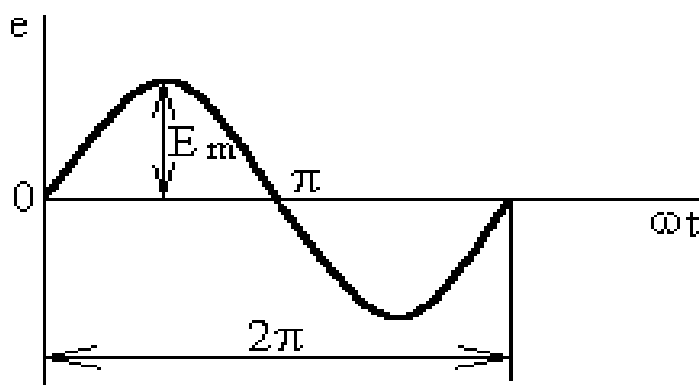
Generatorning a-x o'ramida induktsiyalangan EYuK-ning rotor holatiga bog'liqligini ko'rib chiqamiz. Agar rotorning gorizontol holatini boshlang'ich vaqt

$t=0$ bilan belgilasak, a-x o'rami joylashgan yerda magnit induktsiyasi $V=0$ bo'lgani uchun unda induktsiyalangan EYuK nolga teng bo'ladi ($e=0$). Qandaydir t vaqtda, u xolda o'ramda induktsiyalangan EYuK: rotor $\alpha=\omega t$ burchakka burilganda a-x o'ramining sterjenlari joylashgan yerda magnit induktsiyasi $V=V_m \cdot \sin\alpha$ bo'lgani uchun bitta sterjenda induktsiyalangan EYuK

$$e' = V_m \cdot \ell \cdot v \cdot \sin\alpha$$

$$e = 2 \text{ ye}' = 2V_m \cdot \ell \cdot v \cdot \sin\alpha$$

O'ramning yuqori kesimidagi $\otimes$ ishora unda induktsiyalangan



8-Rasm. Rotorning to'liq bir marta aylanishida sinusoidal EYuK-ning o'zgarishi.

EYuK shartli yo'nalishining boshlanishini, pastki kesimidagi ishora $\ominus$ esa oxirini bildiradi.

Rotor o'zining boshlang'ich holatiga nisbatan 90° burilganda (rasm-6 v) a-x o'ramining sterjenlari joylashgan yerda magnit induktsiyasi $V=V_m$ bo'lib, induktsiyalangan EYuK ham o'zining maksimal qiymatiga erishadi:

$$E_m = 2B_m \ell \cdot v$$

Agar $\alpha=\omega t$ ekanligi hisobga olinsa induktsiyalanayotgan EYuK-ning sinusoidal qonun bo'yicha o'zgarishini ifodalovchi quyidagi formula hosil bo'ladi.

$$e = E_m \sin\omega t$$

bu yerda ω -o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi. Rasm-8 da rotorning to'liq bir marta aylanishidan sinusoidal EYuK-ning o'zgarishi ko'rsatilgan.

Sinusoidal o'zgaruvchan funktsiyaning xarakterlovchi kattaliklar.

Sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchi funktsiyaning amplitudasi, davri (yoki chastotasi) va fazasi mazkur funktsiyaning xarakterlovchi kattaliklar hisoblanadi. Sinusoidal o'zgaruvchan funktsiyaning amplituda qiymati deb, uning musbat va manfiy yarim davrlarda erishgan eng katta qiymatlariga aytiladi.

Induktsiyalangan EYuK-ning to'liq bir marta o'zgarishi uchun ketgan vaqt T uning davri deyiladi. Davrga teskari bo'lgan kattalik $f = \frac{1}{T}$ ($\frac{1}{c}$) tokning chastotasi

deyiladi. CHastota Gts-da o'lchanadi ($1 \text{ Gts} = \frac{1}{c}$). O'zgaruvchan tokning standart chastotasi Yevropa mamlakatlarida 50 Gts qabul qilingan. 50 Gts chastotali o'zgaruvchan tokni hosil qilish uchun ikki qutbli o'zgaruvchan tok generatorining rotorini $n = \frac{60f}{p}$ ayl/min. tezlik bilan aylantirish kerak

Faza–biron $t=0$ vaqtda stator chulg'amlari o'ramlarining rotorning magnit kuch chiziqlariga nisbatan holatidir. Rasm-9 b-dagi rotorning holatiga mos o'ramda induktsiyalangan EYuK $y_e = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$ ifoda bilan yoziladi. $(\omega t + \psi_e)$ burchak faza burchagi yoki faza deyiladi. ψ_e –boshlang'ich faza hisoblanadi. ω –sinusoidal o'zgaruvchan funktsiyaning burchak chastotasi bo'lib, rad/sek da o'lchanadi. Masalan. $f=50$ Gts bo'lganda

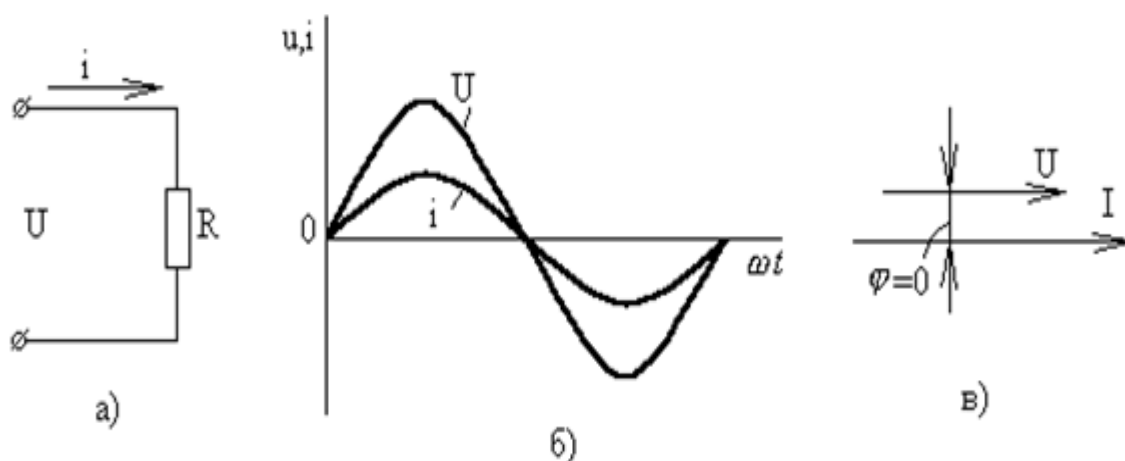
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ rad/sek.}$$

Ikki sinusoidal o'zgaruvchan kattalikning (e_1 va y_e) boshlang'ich fazalari orasidagi burchakka faza siljish burchagi deyiladi. Amalda tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi ϕ ko'proq ishlatiladi.

Aktiv qarshilik, induktiv g'altak va kondensator ulangan o'zgaruvchan tok zanjirlari. Umumiy tushunchalar. Barcha elektrotexnik qurilmalar ma'lum darajada qarshilik R , induktivlik L va sig'im S -ga ega. Bular o'zgaruvchan tok zanjirining parametrlari hisoblanib, zanjirdagi o'zgaruvchan tokning miqdoriga va boshlang'ich fazasiga doimo ta'sir ko'rsatadi.

Elektr manбайдan iste'mol qilinayotgan energiya issiqlik energiyasiga aylanadigan zanjirning elementi aktiv element, uning qarshiligi aktiv qarshilik (R), undagi quvvat esa aktiv quvvat (P) deyiladi. Zanjirning induktivlik va sig'im elementlarida iste'mol qilinayotgan elektr energiyasi davriy ravishda goh magnit, goh elektr maydonlari energiyasiga aylanib, so'ngra elektr energiyasi manbaiga qaytadi. Manba bilan iste'molchi orasida energiya almashinish jarayoni sodir bo'lgani uchun bu elementlar reaktiv elementlar, ularning qarshiliklari reaktiv qarshiliklar (induktiv- X_L ; sig'imi- X_s), ulardagi quvvatlar esa reaktiv quvvatlar deyiladi.

Aktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri. Bu xildagi yuklamaga (iste'molchiga) elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirib beradigan iste'molchilar (chug'lanma lampalar, barcha elektr isitish asboblari, reostat va boshqalar) kiradi. Faraz qilaylik, aktiv qarshilikli elektr zanjiri sinusoidal kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsin. ($U = U_m \sin \omega t$)



9-Rasm. Aktiv qarshilikli elektr zanjir vektor diagrammalari

U holda Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan zanjirning elektr muvozanat tenglamasi $u=i \cdot R$ bo'ladi. U xolda, Om qonuniga binoan zanjirdagi tok:

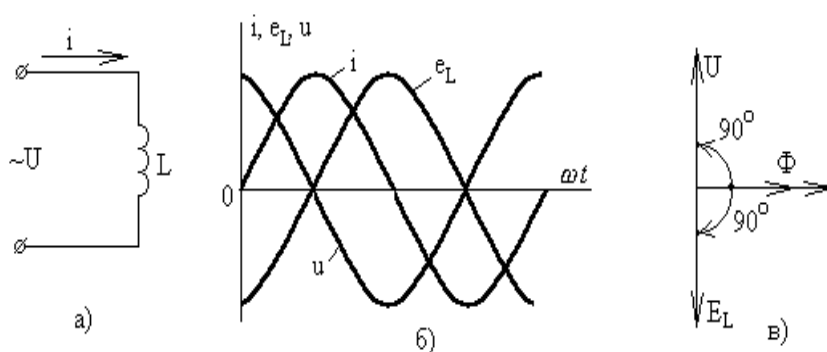
$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m \sin \omega t}{R} = I_m \sin \omega t$$

Bu yerda: $I_m = \frac{U_m}{R}$

Ifodadan ko'rinadiki, aktiv qarshilikli zanjirda kuchlanish bilan tokning o'zgarishi sinusoidal bo'lib, ularning fazalari o'zaro mosdir, (rasm-9 a, b, v).

Induktiv g'altak ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri. Elektrotexnik qurilmalarning asosiy qismini induktiv g'altaklar tashkil qiladi (asinxron dvigatellar, transformatorlar).

Agar berilgan induktiv g'altakdan sinusoidal tok $I = I_m \sin \omega t$ oqib o'tayotgan bo'lsa (rasm-13) u xolda tok xosil qilgan o'zgaruvchan magnit oqimi $F = F_m \sin \omega t$ ning ta'siridan g'altakda doimo o'zinduksiya EYuK (e_L) mavjud bo'ladi.



10-Rasm. Induktiv g'altak ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri.

e_L g'altakning induktivligi va tokning o'zgarish tezligiga bog'liq, ya'ni

$$e_L = -L \frac{di}{dt}$$

Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan zanjirning elektr muvozanat tenglamasi:

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

Zanjirga berilgan kuchlanish istalgan lahzada ye_L ga qiymat jihatdan teng, ammo yo'nalishi qarama-qarshi. Ifodaga tokning qiymatini kiritsak:

$$U = U_L = -e_L = L \frac{di}{dt} = \omega L Z_m \cos \omega t = \omega L I_m \sin (\omega t + 90^\circ) = U_m \sin (\omega t + 90^\circ);$$

Induktiv g'altakli zanjirdagi kuchlanish bilan tok orasidagi faza siljish burchagi $\varphi = +90^\circ$, ya'ni kuchlanish tokdan faza bo'yicha 90° ilgari keladi

/altakdagi o'zinduktisiya EYuK (e_L) istalgan lahzada tokning o'zgarish tezligi (di/dt)-ga proporsional. SHuning uchun tok o'tayotganda uning o'zgarish tezligi eng katta bo'lib, bunda ye_L o'zining amplituda qiymatiga erishadi, ya'ni $ye_L = E_m$. Ifodadagi $\omega L I_m = U_m$ zanjirdagi kuchlanishning amplituda qiymatidir. Bundan zanjirdagi tokning ta'sir etuvchi qiymatini aniqlaymiz:

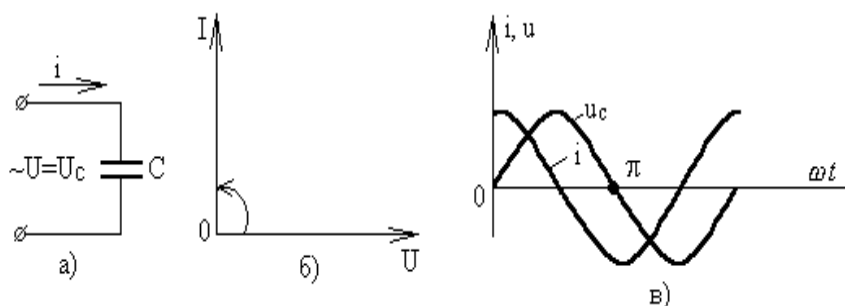
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}\omega L} = \frac{U}{\omega L}$$

ωL ko'paytma induktiv g'altakning reaktiv qarshiligi yoki induktiv qarshilik deb, X_L bilan belgilanadi ulchov birligi Om.

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

Demak, g'altakning induktiv qarshiligi uning induktivligiga va o'zgaruvchan tokning chastotasiga teng proporsionaldir.

Kondensator ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri. Agar kondensatorni sinusoidal kuchlanish ($U = U_m \sin \omega t$) manbaiga ulasak, uning qoplamalari orasidagi zaryad q ham o'zgaruvchan bo'ladi.



11-Rasm. Kondensator ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri.

Zaryad q -ning o'zgarishi manbadan o'tuvchi tokka bog'liq. Bunda Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan quyidagicha ifodalanadi;

$$U = U_s = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{q}{C}$$

Agar q $\cdot$ u ekanligini hisobga olsak, kondensator ulangan zanjirdagi tokning o'zgarishi:

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt} = \omega C U_m \cos \omega t = \omega C U_m \sin (\omega t + 90^\circ)$$

Demak, kondensator ulangan zanjirdagi tok kuchlanishdan faza bo'yicha 90° yoki $\pi/4$ davr ilgari keladi.

$$\omega C U_m = I_m$$

Kondensator ulangan zanjirdagi tokning amplituda qiymati hisoblanadi. Bundan zanjirdagi tokning ta'sir etuvchi qiymati topiladi:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \omega C \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{U}{1/\omega C}$$

$1/\omega C$ zanjirning sig'im (reaktiv) qarshiligi bo'lib, X_c bilan belgilanadi. Uning o'lchov birligi Om

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi f c}$$

Demak, sig'im qarshiligi tokning chastotasi va kondensatorning sig'imiga teskari proporsionaldir.

Sinov savollari

1. To'lqin uzunligi o'zgaruvchan tok chastotasi orqali qanday ifodalanadi?
2. O'zgaruvchan tokning o'zgarishlari grafik tarzda qanday tasvirlanadi va sinusoidal o'zgaruvchan tok tok qanday matematik ifoda bilan aniqlanadi?
3. Sinusoidal parametrlar orasidagi fazalar siljiganda bu parametrlar qanday ifodalar bilan aniqlanadi?
4. Eng oddiy o'zgaruvchan tokning elektr zanjirlari uchun vektor diagrammalar qanday tuziladi?

5-mavzu. Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro ketma ket va paralel ulangan zanjirlar.

Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro ketma-ket ulangan zanjir

Elementlari (R, L, C) o'zaro ketma-ket ulangan zanjirga berilgan kuchlanish uchta tashkil etuvchidan iborat; 1) aktiv qarshilikdagi kuchlanishning pasayishi $U_R = i R$; 2) induktiv g'altakdagi o'zinduktsiya EYuK-ni muvozanatlovchi kuchlanish $U_L = -e_L$; 3) kondensatorning qoplamalaridagi kuchlanish U_C .

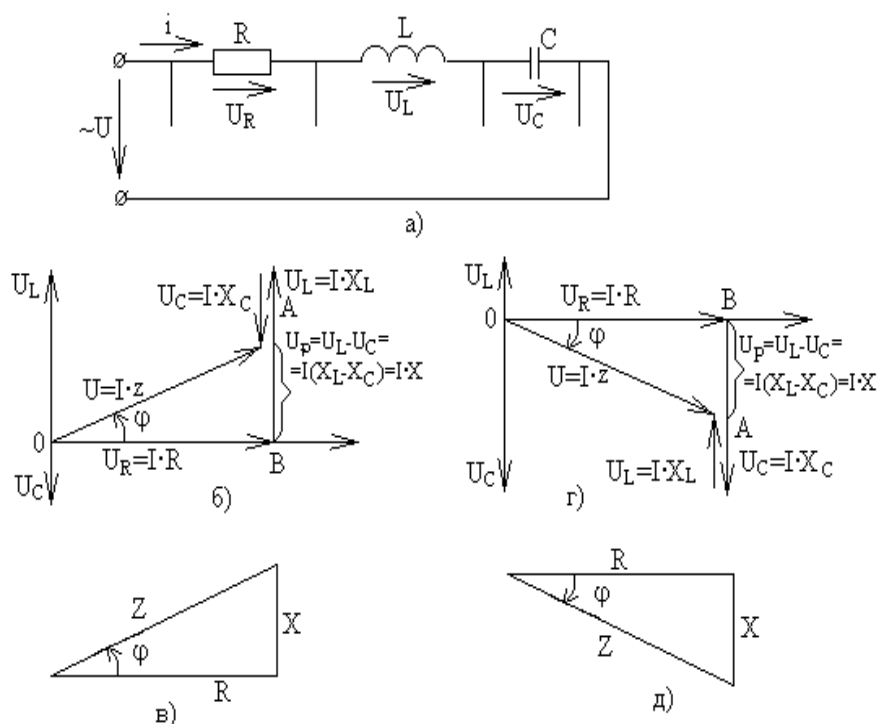
Mazkur zanjirning elektr muvozanat tenglamasi Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan quyidagicha ifodalanadi: $u = u_R + u_L + u_C$

Ifodaga binoan zanjirdagi kuchlanishning o'zgarishi $u = U_{Rm} \sin \omega t + U_{Lm} \sin(\omega t + 90^\circ) + U_{Cm} \sin(\omega t - 90^\circ)$ *

$$U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

Bunda faza siljish burchagi φ ning ishorasi zanjirdagi reaktiv qarshiliklardan birining kattaligiga bog'liq

Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro ketma-ket ulangan zanjirning vektor diagrammasi rasm-12-da ko'rsatilgan.



12-Rasm. Aktiv va reaktiv qarshiliklari
ketma-ket ulangan zanjir

Tok zanjirning barcha elementlari uchun bir xil qiymatga ega bo'lgani uchun u bosh vektor tarzida olingan. Aktiv qarshilikdagi kuchlanish vektori ($\bar{U}_R = \bar{I} \cdot R$) tok vektori (I) bilan fazalar bo'yicha mos tushadi; induktiv g'altakdagi kuchlanish vektori ($\bar{U}_L$) tok vektoridan 90° ilgari keladi; kondensatordagi kuchlanish ($\bar{U}_C$) tok vektoridan 90° kechikadi. Demak, reaktiv kuchlanish vektorlari $\bar{U}_L$ va $\bar{U}_C$ uzaro qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, ular orasidagi burchak 180° tashkil etadi. Bundan ko'rinadiki, zanjirga berilgan kuchlanishning qiymati uning ayrim qismlaridagi kuchlanishlarning geometrik yig'indisiga teng, ya'ni

$$\bar{U} = \bar{U}_R + \bar{U}_L + \bar{U}_C$$

R, L, C elementlari o'zaro ketma-ket ulangan zanjirni tahlil qilish natijasida quyidagi xulosaga kelish mumkin.

1. Agar $X_L > X_C$ (ya'ni $U_L > U_C$) bo'lsa (rasm-15 b) zanjirga berilgan kuchlanish tokdan faza bo'yicha φ_u burchakka ilgarilab keladi:

$$U = U_m \sin(\omega t + \varphi_u); \varphi_u > 0$$

2. Agar $X_L < X_C$ (ya'ni $U_L < U_C$) bo'lsa (rasm-15 g), zanjirga berilgan kuchlanish tokdan faza bo'yicha φ_u burchakka kechikadi:

$$U = U_m \sin(\omega t - \varphi_u), \varphi_u < 0$$

Birinchi xolda zanjir aktiv-induktiv, ikkinchi xolda esa, aktiv-sig'im xarakterga ega hisoblanadi. Agar

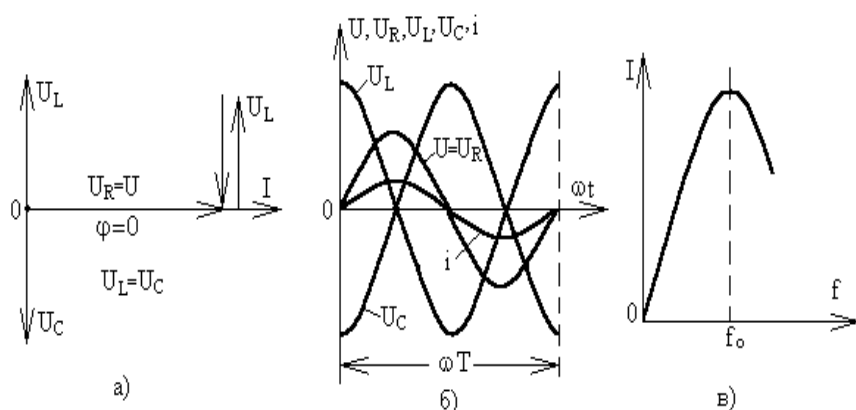
$X_L = X_C$ bo'lsa, $U_L = U_C$ bo'lib, zanjirda kuchlanishlar rezonansi xodisasi ro'y beradi.

Kuchlanishlar rezonansi

Kuchlanishlar rezonansi xodisasi. R, L, C elementlari o'zaro ketma-ket ulangan o'zgaruvchan tok zanjirida hosil bo'ladi (rasm-15). Bunda reaktiv elementlar qarshiliklarining o'zaro teng ($X_L = X_C$) bo'lishi rezonans sharti hisoblanadi. Bunda zanjirdagi tok:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U}{R}$$

Demak, rezonans paytida zanjirdagi tok aktiv qarshilik bilan cheklanib, o'zining maksimal qiymatiga erishadi. Bunda, umumiy kuchlanish U bilan I tok faza bo'yicha mos tushib, zanjirning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 1$ bo'ladi.



13-Rasm. Zanjirning rezonans holatiga mos vektor diagramma

Rezonans paytida qarama-qarshi fazada bo'lgan reaktiv kuchlanishlar U_L va U_C o'zaro teng bo'lib, bir-birini to'la kompensatsiyalaydi. Xaqiqatda ham

$I \cdot X_L = I \cdot X_C$, u xolda $\bar{U}_L = \bar{U}_C$ hisoblanadi bu paytda $U = U_R$ bo'ladi. Reaktiv kuchlanishlar zanjiriga berilgan U-dan bir muncha katta bo'lishi mumkin. Kuchlanishlar rezonansi aktiv qarshiligi uncha katta bo'lmagan zanjirlarda yaqqol bilinib turadi. Rezonans paytida zanjirning reaktiv quvvati nolga teng, ya'ni

$$Q = Q_L - Q_C = U_L \cdot I - U_C \cdot I = 0$$

bo'ladi, chunki $U_L = U_C$. Bunday zanjirning to'la quvvati uning aktiv quvvatiga tenglashadi, ya'ni

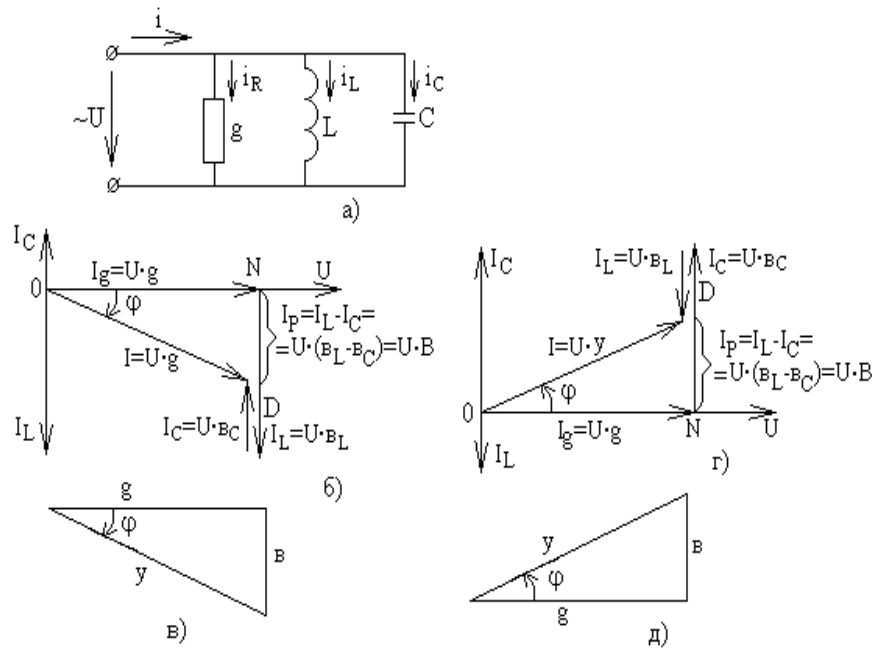
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = P$$

Rezonans xodisasini manba kuchlanishining chastotasini, induktivlikni yoki kondensator sig'imini o'zgartirish bilan yuzaga keltirish mumkin. Konturdagi tok aktiv qarshilik bilan cheklanib, boshqa chastotalarga nisbatan yuqori qiymatiga erishadi (rasm-13 v).

Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro parallel ulangan zanjir. Tarmoqlangan (parallel) o'zgaruvchan tok zanjirlarini hisoblash uchun o'tkazuvchanlikdan foydalanish qulaydir. Tarmoqlangan o'zgaruvchan tok zanjirida o'tkazuvchanlik uch turga bo'linadi: aktiv o'tkazuvchanlik $q = \frac{1}{R}$; reaktiv o'tkazuvchanlik $v = v_L -$

v_c (bu yerda $v_L = \frac{1}{\omega L}$ -induktiv, $v_c = \omega C$ -sig'ım o'tkazuvchanlik); to'la o'tkazuvchanlik $V = \sqrt{g^2 + q^2}$.

Barcha o'tkazuvchanlik simensda o'lchanadi va qisqacha Sm deb belgilanadi. Aktiv va reaktiv qarshiliklari o'zaro parallel ulangan zanjirning vektor diagrammasi



14-Rasm. Aktiv va reaktiv qarshiliklari parallel ulangan zanjir.

Kuchlanish zanjirning barcha elementlarida bir xil qiymatga ega bo'lgani uchun kuchlanish vektori bosh vektor tarzida olingan. Aktiv o'tkazuvchanlikdagi tok vektori $\bar{I}_g = g \cdot \bar{U}$ kuchlanish vektori $\bar{u}$ bilan fazalar bo'yicha mos tushadi, induktiv g'altakdagi tok $\bar{I}_L$ kuchlanish vektori $\bar{u}$ -dan 90° ga kechikadi va nihoyat kondensatordagi tok vektori $\bar{I}_c$ kuchlanish vektori $\bar{u}$ -dan 90° ilgarilab keladi. Qarama-qarshi fazada bo'lgan toklar ($\bar{I}_L$ va $\bar{I}_c$)-ning vektorlari orasidagi burchak 180° -ga teng. Zanjirdagi umumiy tok parallel shoxobchalardagi toklarning geometrik yig'indisiga teng;

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L + \bar{I}_c$$

R, L, C elementlari o'zaro parallel ulangan zanjirlarini taxlil qilishda quyidagi xulosaga kelish mumkin;

1. Agar $v_L > v_c$ bo'lsa zanjirdagi umumiy tok kuchlanish U-dan faza bo'yicha φ burchakka kechikadi (rasm-14 b).

$$I = I_m \sin(\omega t - \varphi), \quad \varphi > 0$$

2. Agar $v_L < v_c$ bulsa, zanjirdagi umumiy tok I kuchlanish U-dan faza bo'yicha φ burchakka ilgarilab keladi.

$$I = I_m \sin(\omega t + \varphi), \quad \varphi > 0$$

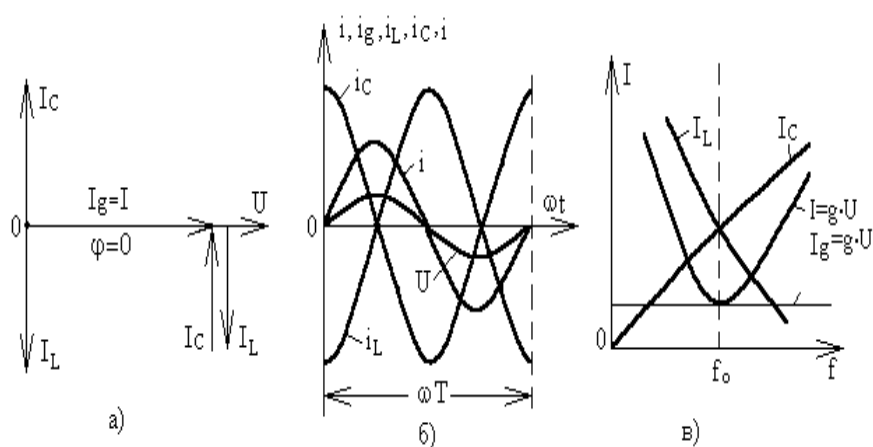
Birinchi xolda zanjir aktiv-induktiv, ikkinchi xolda esa aktiv-sig'im xarakteriga ega hisoblanadi. Agar $v_L < v_C$ bo'lsa, $I_L = I_C$ bo'lib, zanjirda toklar rezonans xodisasi ro'y beradi.

Toklar rezonansi

Toklar rezonansi xodisasi R (g), L , C elementlari o'zaro parallel ulangan o'zgaruvchan tok zanjirida yuzaga keladi. Buning uchun reaktiv elementlarining o'tkazuvchanliklari o'zaro teng ($b_L = b_C$) bo'lishi kerak. U xolda zanjirdagi tok Om qonuniga binoan

$$I = U \cdot \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2} = U \cdot g$$

Rezonans paytida zanjirdagi tok aktiv o'tkazuvchanlik bilan cheklanib, o'zining minimal qiymatiga erishadi va kuchlanish bilan faza bo'yicha mos tushadi ($\varphi = 0$).



15-Rasm. Toklar rezonansi holatiga mos vektor diagramma.

Rezonans paytida qarama-qarshi fazada bo'lgan reaktiv toklar I_L va I_C o'zaro teng bo'lib, bir-birini to'la kompensatsiyalaydi. Rezonans shartiga ($b_L = b_C$) ko'ra $\bar{U} \cdot b_L = \bar{U} \cdot b_C$,

demak $\bar{I}_L = \bar{I}_C$

Reaktiv toklar o'zaro kompensatsiyalangan tufayli zanjir aktiv xarakterga ega bo'lib, uning kuchvat koeffitsienti $\cos \varphi = 1$ bo'ladi. Rezonans paytida reaktiv toklar I_L va I_C zanjirdagi umumiy tok I -dan bir qancha katta bo'lishi mumkin. SHuning uchun ham bu xodisa toklar rezonansi deyiladi. Konturdagi tok ($I = I_g$) rezonans chastotada boshqa chastotalarga nisbatan minimal qiymatiga erishadi.

Sinov savollari

1. Kuchlanishlar rezonansi qanday zanjirlarda hosil bo'ladi?
2. Rezonansning ahamiyati.
3. toklar rezonansi qanday zanjirlarda hosil bo'ladi?
4. Rezonansning asosiy sharti nima?

3-Modul: Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari (4-soat)

6-mavzu. Uch fazali iste'molchilarni yulduz usulida ulash

1891 yilda rus injeneri M.O.Dolivo Dobrovolskiy uch fazali tok sistemasini ishlab chiqib, uni dvigatellarni ishlatishga tatbiq etdi. Uch fazali tokning keng ko'lamda ishlatilishi quyidagi sabablarga bog'liq:

1. Elektr energiyasini uch fazali tok sistemi yordamida uzoq masofalarga uzatish uni fazalar soni boshqacha bo'lgan o'zgaruvchan tok bilan uzatishga qaraganda iqtisodiy jihatdan birmuncha tejamli hisoblanadi. Chunki elektr energiyasi uch fazali tok sistemi bilan uzatilganda uzatish liniyalariga sarf qilinadigan rangli metall uni bir fazali tok sistemi bilan uzatishdagiga qaraganda 25% kam sarf bo'ladi.

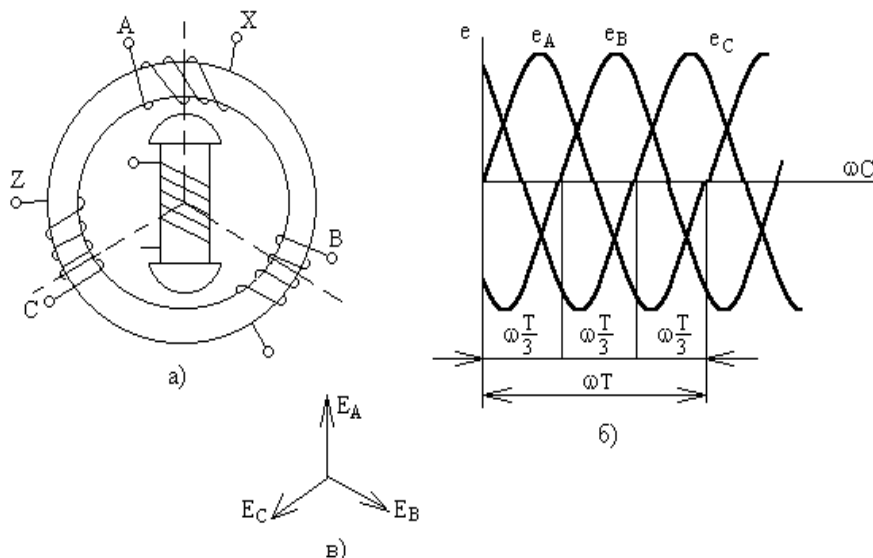
2. Uch fazali tok sistemasining asosiy elementlari hisoblangan uch fazali asinxron dvigatel va transformatorlarning tuzilishi oddiy, ishlatishga qulay bo'lib, ishonchliligi hamda tejamlilik nisbatan yuqoridir.

3. Bir yo'la ikkita ishchi kuchlanish, ya'ni faza kuchlanishi U_f va liniya kuchlanishi U_l -ning borligi, turli nominal kuchlanishdagi iste'molchilarni ulash imkoniyati faqat ko'p fazali (uch fazali) sistemaga xosdir.

4. Agar uch fazali EYuK (yoki kuchlanish) sistemasiga simmetrik yuklama ulangan bo'lsa, uning oniy qiymati har qanday vaqt uchun o'zgarmas bo'ladi.

Uch fazali EYuK, kuchlanish va tok sistemasini hosil qilish.

Uch fazali EYuK uch fazali sinxron generatorda hosil qilinadi. Ushbu generator (16-rasm a, b, v) quzg'almas stator va uning ichida aylanuvchi rotordan iborat.



16-Rasm. Uch fazali EYuK, kuchlanish va tok sistemasini hosil qilish.

Statorning pazlariga o'ramlar soni o'zaro teng bo'lgan va bir-biridan faza bo'yicha 120° -ga siljigan uchta A-X; V-U; S-Z chulg'amlar joylashtirilgan. Chulg'amlarning bosh uchlari A, V, S va oxirgi uchlari X, Y, Z belgilanadi. Bu

chulg'amlarda (fazalarda) induktsiyalangan EYuK-larning ta'sir etuvchi qiymatlari Ye_A , Ye_V va Ye_S xarflari bilan belgilanadi. Rotor o'zgarish burchak tezligi ω bilan aylanganda uning magnit kuch chiziqlari statorning har bir chulg'amida (fazasida) elektr magnit induktsiyasi konuniga ko'ra, amplituda va chastotalari bir xil bo'lgan, ammo bir-birlaridan faza bo'yicha $2\pi/3$ -ga farqlanuvchi quyidagi sinusoidal o'zgaruvchan EYuK-larni induktsiyalaydi:

$$\left. \begin{aligned} e_A &= E_m \sin \omega t \\ e_B &= E_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ e_C &= E_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \end{aligned} \right\}$$

Bu ifodaga mos grafiklar 16-rasm b, da ko'rsatilgan. Yuqoridagiga o'xshash yo'l bilan uch fazali kuchlanish va tok sistemasi uchun ham quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

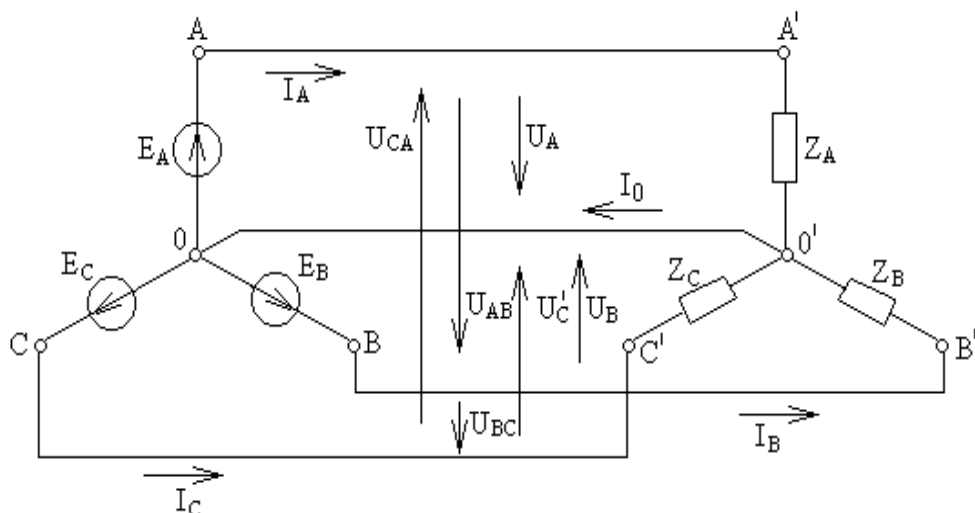
$$\left. \begin{aligned} U_A &= U_m \sin \omega t \\ U_B &= U_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ U_C &= U_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} i_A &= I_m \sin \omega t \\ i_B &= I_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ i_C &= I_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \end{aligned} \right\}$$

Demak, uch fazali EYuK kuchlanishi va toklarning o'zgarish qonuniyatlari bir xil ekan. Chastota va amplitudalari bir xil bo'lib, faza jihatdan $2\pi/3$ -ga farq qilgan uchta EYuK-lar (yoki toklar) yig'indisi uch fazali EYuK-larning (yoki toklarning) simmetrik sistemasi deyiladi. EYuK-larning simmetrik sistemasida uchchala faza EYuK-lari oniy qiymatlarining yig'indisi istalgan vaqt lahzasida nolga teng. SHuningdek har bir faza EYuK-lari o'zlarining maksimumlariga $T/3$ davr o'tib erishadi. SHunga ko'ra, EYuK vektorlari $\vec{E}_A$, $\vec{E}_V$, $\vec{E}_S$ -larning geometrik yig'indisi quyidagicha bo'lib,

$\vec{E}_A + \vec{E}_V + \vec{E}_S = 0$ qirrali simmetrik yulduz shaklini tashkil etadi.

Manba va iste'molchilarni to'rt simli yulduz usulida ulash generator va iste'molchi fazalari oxirgi uchlarini tegishlicha 0 va 0' nuqtalarga ulash yulduz usulda ulash deyiladi (17-rasm) va «Y» belgisi bilan belgilanadi, 0 va 0' nuqtalar generator va iste'molchining nol inchi (yoki neytral) nuqtalari deyiladi. Ana shu nuqtalarni birlashtiruvchi sim nol inchi (yoki neytral) sim deyiladi. Manba va iste'molchi bir nomli fazalarining bosh uchlarini birlashtiruvchi simlar liniya simlar deyiladi. Ana shu simlardan o'tadigan I_A , I_V , I_S , toklar liniya toklari deyiladi va ular I_l deb belgilanadi.



17-Rasm. Manba va iste'molchilarni to'rt simli yulduz usulida ulash.

Manba va iste'molchining bir nomli fazalaridan o'tadigan I_A , I_V , I_S , toklar faza toklari deyiladi va ular I_f deb belgilanadi. Yulduz usuli bilan ulashda manba va iste'molchining bir nomli fazalari ketma-ket ulangani uchun liniya va faza toklari o'zaro teng bo'ladi:

$$I_l = I_f$$

Ixtiyoriy liniya simi bilan (manba yoki iste'molchining bosh uchi) nolinchii sim orasidagi kuchlanish faza kuchlanishi deyiladi va ular tegishlicha U_A , U_V , U_S (yoki U_f) tarzda belgilanadi. Istalgan ikkita liniya simi orasidagi kuchlanish liniya kuchlanishi deyiladi:

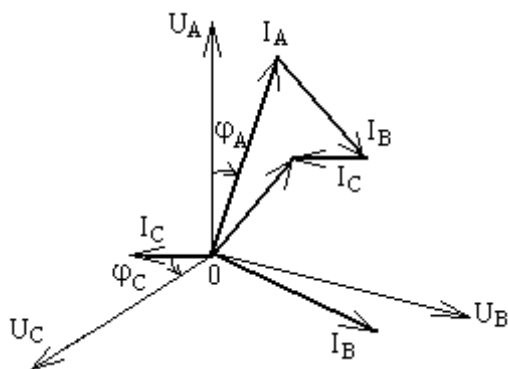
$$U_l = \sqrt{3} U_f$$

Iste'molchining faza qarshiliklari Z_A , Z_V , Z_S , uch fazali manbaning faza kuchlanishiga ulansa, u xolda iste'molchining xar bir fazasidagi tok va quvvat koeffitsienti quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A}; I_V = \frac{U_B}{Z_B}; I_S = \frac{U_C}{Z_C}; \text{ yoki } I_f = \frac{U_\phi}{Z_\phi} \text{ sos } \varphi_f = \frac{R_\phi}{Z_\phi}; \sin \varphi_f = \frac{X_\phi}{Z_\phi}$$

Nolinchii simdan o'tadigan tok I_0 tarzda belgilanadi. Kirxgofning birinchi qonuniga muvofiq nolinchii simdagi tok liniya toklarining geometrik yig'indisiga teng, ya'ni

$$\bar{I}_0 = \bar{I}_A + \bar{I}_V + \bar{I}_S$$



18-rasmda aktiv-induktiv xarakterdagi nosimmetrik yuklama uchun kurilgan faza kuchlanishlari va toklarining vektor diagrammasi ko'rsatilgan.

Avval ixtiyoriy 0 nuqtadan U_A , U_B , U_C faza kuchlanishlarining vektorlari 120° farq bilan chiziladi. So'ngra I_A , I_B , I_C faza toklari kuchlanishlari nisbatan, φ_A , φ_V , φ_S , kechikuvchi burchaklar ostida chizilib, tok I_0 -ning qiymati aniqlanadi. To'rt simli sistemada uch fazali zanjirning har bir fazasi mustaqil zanjir hisoblanadi. Faza qarshiliklarining qiymatidan qat'iy nazar uchala faza kuchlanishi o'zaro teng, ya'ni $U_A=U_B=U_C=U_f$. Biron fazadagi qarshilikning o'zgarishi shu fazada va nolinci simdagi tokning o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Agar nosimmetrik yuklamada nolinci sim uzilsa, yuklamasi kichikroq fazaning kuchlanishi nominaldan ortib ketib, shu fazadagi qarshilik qiziydi yoki kuyib ketadi. Yuklamasi kattaroq fazaning kuchlanishi esa nominaldan kamayib, tarmoqdan kamroq quvvat oladi. SHuning uchun nosimmetrik yuklamada faza kuchlanishlarining simmetriyasini saqlash maqsadida nolinci simga saqlagich qo'yilmaydi.

Uch fazali notekis yuklamaga, asosan, elektr yoritish asboblari va maishiy iste'molchilar kiradi.

Fazalarga bir xil qarshiliklar ulangan xolda fazalar yuklamasi bir tekis bo'lganda toklar oniy qiymatlarining yig'indisi nolga teng bo'ladi. Demak bu holda nol simning bo'lishiga ehtiyoj qolmaydi va uch fazali sistemani nolsiz ulash mumkin bo'ladi. Sanoat yuklamasi ko'pchilik hollarda bir tekis bo'ladi, ammo yoritish yuklamasini fazalarda yuklama bir tekis bo'ladigan qilish qiyin. Fazalar notekis yuklama olganda fazalar orasidagi kuchlanishni bir tekis taqsimlash uchun nol sim kerak bo'ladi.

Agar fazalardagi yuklama bir tekis bo'lmaganda nol sim uzib qo'yilsa, u xolda yuklama ko'p tushgan fazalardagi, ya'ni kam qarshilikli fazalardagi kuchlanishlar normadagidan past bo'ladi, yuklamasi kam bo'lgan fazalardagi kuchlanishi normadan ortiq bo'lib, lampochka kuyishi mumkin.

Nol simning ko'ndalang kesimi liniya simining ko'ndalang kesimidan taxminan ikki marta kichik bo'ladi, chunki nol simdan fazalardagi yuklama bir tekis bo'lmay qolganligidan o'tadigan tenglashtiruvchi toklargina oqadi. SHuni aytish kerakki, bir tekis sanoat yuklamalari, masalan uch fazali dvigatellar uchun nol simning keragi yo'q va uni o'tkazmaydi ham.

Fazadan chiquvchi tok liniya simiga tushadi. SHuning uchun $I_f=I_l$ ya'ni faza va liniya toklari bir-biriga teng bo'lib uch fazali zanjirda bir xil tok bo'ladi. Nol simli yulduz usulida ulashda energiya iste'molchisi uning qanday nominal kuchlanishga mo'ljallanganiga qarab liniya kuchlanishiga ham, faza kuchlanishiga qo'shiladi. Masalan, sanoat qurilmalarida asinxron dvigatel 380 V-li liniya kuchlanishiga, yoritish lampochkalari 220 V-li faza kuchlanishiga ulanadi.

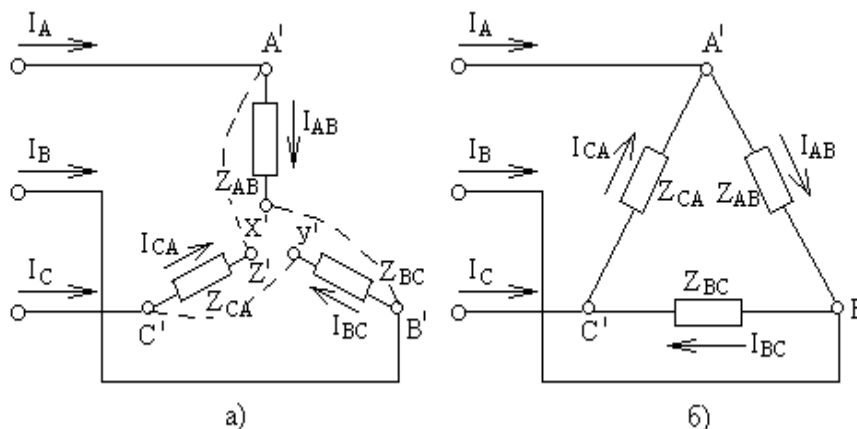
7-Mavzu. Uch fazali iste'molchilarni uchburchak usulida ulash

Uch fazali tok faza bo'yicha bir-biriga nisbatan 120° siljigan bir xil davrli (yoki bir xil chastotali) uchta tok sistemasi. Generator statori (yakori) chulg'amlarida induktsiyalanadigan uchta EYuK-ni faza bo'yicha bir-biriga nisbatan 120° burchakka siljigan sinusoidalar tarzida tasvirlanadi. Bunday

sinusoidalarning stator chulg'amlaridagi EYuK-ning amplituda qiymatini biror masshtabda tasvirlaydigan va bir-biriga nisbatan 120° burchakka siljigan uchta vektorni aylantirish yo'li bilan hosil qilinadi.

Uch fazali zanjirlarning uchburchak usulida ulashda birinchi fazaning oxiri ikkinchi fazaning boshi bilan, ikkinchi fazaning oxiri uchinchi fazaning boshi bilan, uchinchi fazaning oxiri birinchi fazaning boshi bilan ulanadi. Fazalarning ulanish tugunlariga liniya simlari ulanadi.

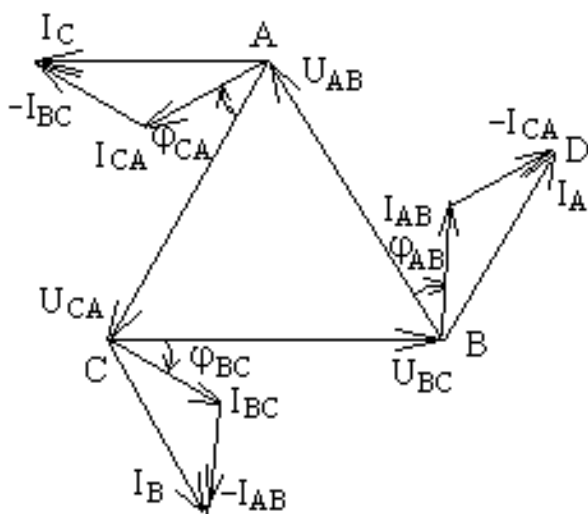
18-rasmdagi sxemadan ko'rinadiki, iste'molchilar faza qarshiliklari Z_{AV} , Z_{VS} , Z_{SA} har juft A-V, V-S, S-A liniya simlariga ulangan.



18-Rasm. Iste'molchilarni uchburchak usulida ulash.

Demak, iste'molchi uchburchak usulda ulanganda uning har bir fazasi manbaning liniya kuchlanishiga ulanar ekan. Bunday ulash sxemasida liniya va faza kuchlanishlari o'zaro teng bo'ladi:

$$U_l = U_f$$



19-rasm. Aktiv induktiv xarakterdagi simmetrik yuklama uchun liniya va faza kuchlanishlari hamda toklarining vektor diagrammasi

Iste'molchining faza qarshiliklari yulduz yoki uchburchak usulida ulash liniya kuchlanishining qiymatiga va iste'molchining qanday nominal kuchlanishga mo'ljallanganiga bog'liq. Masalan: pasportida «Y/Δ-380/220» yozuvi bo'lgan uch fazali asinxron dvigatelni liniya kuchlanishi $U_l = 380$ v-li tarmoqqa yulduz usulida,

liniya kuchlanishi $U_l = 220$ v-li tarmoqqa esa uchburchak usulida ulash mumkin. Agar $U_l = 380$ v-li tarmoqqa uchburchak usulda ulansa, $U_{nom} = U_l = 380$ v bo'lib, stator chulg'amlari kuyib ketadi. Agar $U_l = 220$ v-li tarmoqqa yulduz usulda ulansa, $U_{nom} = U_f = 127$ v bo'lib, dvigatel to'la quvvat bilan ishlamaydi.

Faza va liniya orasidagi nisbat. Uchburchak usulida ulashda faza va liniya toklarining teng emasligi 19-rasmdagi sxemadan ko'rinib turibdi. Bu toklar orasidagi nisbatni aniqlash uchun Kirxgofning birinchi qonuniga asosan A, V, S tugunlar uchun quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$\bar{I}_A = \bar{I}_{AV} - \bar{I}_{SA}; \quad \bar{I}_V = \bar{I}_{VS} - \bar{I}_{AV}; \quad \bar{I}_S = \bar{I}_{SA} - \bar{I}_{VS}$$

Liniya toklari faza toklarining geometrik ayirmasiga teng. 19-rasmda aktiv induktiv xarakterdagi simmetrik yuklama uchun liniya va faza kuchlanishlari hamda toklarining vektor diagrammasi ko'rsatilgan.

Ushbu vektorlar diagrammasidan ko'rinadiki, uchchala liniya toklari (I_A I_V I_S) o'zaro teng va faza bo'yicha kuchlanishlardan 30° -ga kechikadi.

Iste'molchilarni uch burchak usulda ulanganda liniya toklari faza toklaridan $\sqrt{3}$ marta katta bo'ladi. Yuklama simmetrik bo'lganda har bir liniya toki alohida o'lchanadi yoki ma'lum faza toklari bo'yicha tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini tegishli masshtabda qurib aniqlanadi.

Uch fazali zanjirlarning quvvati

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

Aktiv quvvat:

$$\begin{aligned} P_A &= U_A I_A \cos \varphi_A \\ R_{AV} &= U_{AB} \cdot I_{AB} \cdot \cos \varphi_{AB} \\ P_B &= U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B \\ R_{VC} &= U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \cos \varphi_{BC} \\ P_C &= U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C \\ R_{CA} &= U_{CA} \cdot I_{CA} \cdot \cos \varphi_{CA} \end{aligned}$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati alohida fazalar aktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni

$$\begin{aligned} R &= R_A + R_V + R_S \\ R &= R_{AV} + R_{VS} + R_{SA} \end{aligned}$$

Reaktiv quvvat:

$$\begin{aligned} Q_A &= U_A \cdot I_A \cdot \sin \varphi_A \\ Q_{AB} &= U_{AB} \cdot I_{AB} \cdot \sin \varphi_{AB} \\ Q_B &= U_B \cdot I_B \cdot \sin \varphi_B \\ Q_{BC} &= U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \sin \varphi_{BC} \\ Q_C &= U_C \cdot I_C \cdot \sin \varphi_C \\ Q_{CA} &= U_{CA} \cdot I_{CA} \cdot \sin \varphi_{CA} \end{aligned}$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati alohida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni

$$Q_{\Delta} = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$Q_{\Delta} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$$

Tula kuvvat:

$$S_A = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2}, \quad S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2}, \quad S_C = \sqrt{P_C^2 + Q_C^2},$$

$$S_{AB} = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2}, \quad S_{BS} = \sqrt{P_{BC}^2 + Q_{BC}^2}, \quad S_{SA} = \sqrt{P_{CA}^2 + Q_{CA}^2}$$

Uch fazali zanjirning to'la quvvati

$$S_{\Delta} = \sqrt{P_{\Delta}^2 + Q_{\Delta}^2}$$

Yuklama simmetrik bo'lganda

$$I_A = I_B = I_C = I_f$$

$$R_f = U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi_f$$

$$R_{\Delta} = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi_f = 3 \cdot P_f$$

$$Q_{\Delta} = 3 \cdot Q_f = 3 U_f \cdot I_f \cdot \sin \varphi_f$$

$$S_{\Delta} = 3 \cdot S_f = 3 \cdot U_f \cdot I_f$$

Iste'molchi yulduz usulida ulanganda;

$$I_l = I_f \text{ va } U_l = \sqrt{3} U_f$$

Uchburchak usulda ulanganda;

$$I_l = \sqrt{3} I_f \text{ va } U_l = U_f$$

ekanligini hisobga olib, aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni aniqlashning quyidagi umumlashgan ifodalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} U_l \cdot I_l \cdot \cos \varphi_f$$

$$Q = \sqrt{3} U_l \cdot I_l \cdot \sin \varphi_f$$

$$S = \sqrt{3} U_l \cdot I_l$$

Yuklama qarshiliklarini yulduz usuldan uchburchak usuliga va aksincha o'tkazib ulash amalda uchray turadi. Masalan: uch fazali elektr pechining haroratini rostlash maqsadida Δ -dan Y-ga o'tkazib ulanadi. Ammo bunda pechning quvvati uch marta kamayadi. Agarda Y dan Δ -ga o'tkazib ulansa, pechning quvvati uch marta ortadi. Xaqiqatdan ham, yulduz usulida ulanganda: $I_f = Y$ Uchburchak usulda ulanganda esa:

$$U_{f\Delta} = \sqrt{3} U_{f\lambda}; \quad I_{f\Delta} = \frac{\sqrt{3} U_{f\lambda}}{R_{\phi}}; \quad R_{\Delta} = 3 U_{f\Delta} I_{f\Delta} = 9 \frac{U_{f\lambda}^2}{R_{\phi}} \text{ bo'ladi.}$$

Sinov savollari

1. «Yulduz» va «Uchburchak» tarzida ulangan tarmoqlarni o'zaro almashtirishni qanday shartlari bor?
2. Aralash ulanganda manbaning ichki qarshiligi qanday aniqlanadi?
3. Uch fazali zanjirlarni qanday ulanish usullari mavjud va ular qanday hollarda qo'llaniladi?
4. Nold simning vazifasi nima?
5. Simmetrik va nosimmetrik yuklama nima?
6. Qanday hollarda uch fazali tok va kuchlanishlar simmetrik sistemani tashkil qiladi?
7. Agar uch fazali iste'molchi yulduz sxemadan uchburchakka o'tkazib ulansa, uch fazali simmetrik zanjirning faza toklari va kuchlanishlari qanday o'zgaradi.
8. Nima uchun uch fazali to'rt simli liniyalarda neytral simning diametri faza simlarining diametridan kichik qilib yasaladi?

4-Modul: Elektr o'lchashlar (4-soat)

8-Mavzu: Elektr o'lchashlar, zamonaviy elektr o'lchov asboblari xaqida ma'lumotlar

O'lchash vositalarini tayyorlash va o'lchash axborotlarini olish uchun ularni qo'llash hamda shu borada yuzaga keladigan umumiy masalalar bilan shug'ullanuvchi fan texnika sohasiga o'lchash texnika sohasi deb ataladi. O'lchash texnikasi o'lchash vositasini ishlab chikarish va uni amalda qo'llash hamda shu soha bo'yicha inson tomonidan amalga oshirilgan barcha ishlarni o'z ichiga oladi.

Fizik kattaliklarni o'lchash-o'lchanayotgan kattaliklarni shartli ravishda o'lchov birligi sifatida qabul qilingan xuddi shu jinsdagi kattalik bilan taqqoslash demakdir. Shuning uchun ham berilgan kattaliklarni uning o'lchash birligi deb qabul qilingan qiymati bilan solishtirish jarayoniga o'lchash deb ataladi.

O'lchash-maxsus texnik vositalar yordamida fizik kattaliklar qiymatlarini tajriba yo'li bilan topish demakdir.

Berilgan o'lchamli fizik kattalikni qayta tiklash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi o'lchov deyiladi.

O'lchovlar o'zgarmas va o'zgaruvchan qiymatli qilib tayyorlanadi. Masalan, qarshiligi 0,1 Om bo'lgan g'altak o'zgarmas, har xil sig'imni olishga imkon beruvchi o'zgaruvchan sig'imli kondensator esa o'zgaruvchan qiymatli o'lchov xisoblanadi.

O'lchanayotgan kattalikni o'lchov birligi yoki o'lchov bilan taqqoslash uchun mo'ljallangan moslama o'lchash asbobi deyiladi.

Fizik kattaliklarni elektr o'lchash vositalari yordamida o'lchash elektr o'lchash deyiladi va u hozirgi vaqtda elektr va noelektr kattaliklarni o'lchashda keng ko'lamda qo'llaniladi.

O'lchov birligi-o'lchash natijasi ko'rsatilgan birlikda ifodalangan va o'lchash xatoligi berilgan extimollikda ma'lum bo'lgan o'lchash xolatidir.

O'lchash vositalarining tasnifi (klassifikatsiyasi)

Elektr miqdorlarini o'lchash uchun belgilangan asboblari elektr o'lchash asbob (EO'A) lari deb ataladi. Hozirgi vaqtda EO'A larning turlari nihoyatda ko'p, binobarin, ularga qo'yiladigan talablar, ishlatish sharoiti, tuzilishi va boshqa ko'rsatkichlari xilma-xil bo'lganligi uchun ham ularni quyidagicha tasniflash (klassifikatsiyalash) mumkin:

1. O'lchanadigan miqdorlarni o'lchash usuliga qarab, EO'A lari bevosita baxolaydigan (ko'rsatadigan) va solishtirib o'lchaydigan asboblarga bo'linadi.

Oldindan darajalab qo'yilgan va o'lchanadigan miqdorni bevosita asbobning darajasi (shkalasi) bo'yicha xisoblashga imkon beruvchi EO'A bevosita baxolaydigan (ko'rsatadigan) asboblari deyiladi.

O'lchanayotgan miqdor qiymatini uning o'lchovi bilan solishtirish natijasida olingan EO'A solishtirib o'lchaydigan asboblari deyiladi, masalan, o'lchash ko'prigi, potentsiometr va x.k.

2. EO'A lari ma'lumotlarni ko'rsatishlariga qarab, bevosita ko'rsatadigan (analogli), raqamli, qayd qiluvchi, o'zi yozuvchi, bosmalovchi, integrallovchi va jamlovchi kabilarga bo'linadi.

Bevosita ko'rsatadigan (analogli) EO'A o'lchash kattaliklari (miqdorlari) o'zgarishini uzluksiz funktsiya bilan aks ettiradi.

Raqamli EO'A o'lchash axborotini avtomatik ravishda uzuk-uzuk (uzlukli diskret) ishoraga aylantiradi. SHuning uchun ham bu asbobning ko'rsatishi raqam ko'rinishida bo'ladi.

Ko'rsatuvchi EO'A o'lchash natijasini uning ko'rsatishidan hisoblay olish uchun xizmat qiladi. Ko'rsatuvchi EO'A lari shunday tayyorlanishi mumkinki, birinchi holda asbob shkalasi qo'zg'almas bo'lib, uning ustida ko'rsatuvchi strelka siljishi yoki ikkinchi xolda aksincha bo'lishi mumkin.

Qayd qiluvchi EO'A o'lchash kattaligini qayd qilish imkoniyatiga ega.

O'zi yozar EO'A ko'rsatishini diagramma ko'rinishida yoza oladigan qayd qiluvchi asbob o'zi yozar EO'A deb ataladi.

Bosmalovchi EO'A o'lchash natijasini raqam ko'rinishida beradigan bosma qurilmasi o'rnatilgan qayd qiluvchi asbobdan iborat.

Integrallovchi EO'A berilgan kattalikni vaqt yoki boshqa mustaqil o'zgaruvchi ko'rsatkich bo'yicha integrallash xususiyatiga ega. Bunga misol tariqasida elektr energiya hisoblagichni ko'rsatish mumkin.

Jamlovchi EO'A ko'rsatishi unga xar xil yo'llar (kanallar) orqali berilgan ikki yoki bir necha kattaliklar funktsional yig'indisiga bog'liq holda ishlatiladi. Bunga bir necha generator quvvati yig'indisini o'lchash uchun mo'ljallangan asbob vattmetr misol bo'ladi.

3. EO'A lari ishlatilishiga qarab elektr, mexanik, issiqlik, kimyoviy, biologik va boshqa noelektr miqdorlar o'lchaydigan asboblarga bo'linadi.

4. EO'A ishlatilish xususiyatiga qarab ko'chma va ko'chirib yuritilmaydigan (statsional) asboblarga bo'linadi.

5. EO'A lari o'lchanadigan kattalik turlariga qarab ampermetr, vol'tmetr,

chatotometr, vattmetr, Ommetr, faradometr va shu kabi asboblarga bo'linadi.

6. EO'A lari ishlatilish sharoitiga qarab A:, B:, V: va T: guruxlarga ajratiladi. Jumladan, A: guruxiga kiruvchi asboblarning nisbiy namlik 80 % gacha, harorat 10 S.....35 S gacha bo'lgan quruq va isitiladigan xonalarda ishlatishga mo'ljallangan.

B: guruxiga kiruvchi asboblarning xavosining nisbiy namligi 80 % harorati esa - 20 S.....35 S gacha bo'lgan isitilmaydigan yopiq xonalarda foydalanishga loyiq.

V: guruxiga kiruvchi asboblarning havosining nisbiy namligi 98 % gacha bo'lgan harorati -40 S.....60 S gacha bo'lgan dala yoki dengiz sharoitida ishlatishga mo'ljallangan.

T: guruxiga kiruvchi asboblarning quruq va nam eng issiq mintaq (tropik) iqlim sharoitida foydalanishga mo'ljallangan.

O'lchash vositalarining tavsifi

O'lchash vositalarining ma'lum doirada ma'lum aniqlik bilan o'lchashlarini ishonch bilan baxolaydigan tavsiflar (xarakteristika) metrologik tavsiflar deyiladi. Ularning qiymatlari o'lchash natijalari aniqligini baxolab o'lchash vositalarini tanlash uchun juda zarur omillar hisoblanadi.

SHuning uchun xam quyida o'lchash vositalarining amalda eng ko'p qo'llaniladigan tavsiflari berilgan:

1. O'V sining o'zgartirish funktsiyasi yoki O'V sining o'zgartirish statik tavsifi.

2. O'V sining sezuvchanligi.

3. O'V sining doimiyligi.

4. O'V sining boshlang'ich sezuvchanligi.

5. O'V sining o'lchash doirasi.

6. O'V larining shkalasidagi daraja bo'laklarining qiymati.

7. O'V larining kirish va chiqish to'la qarshiliklari.

8. O'V larining o'tkinchi jarayon va tinchlantirish vaqtlari.

9. O'V larining xatoliklari.

10. O'V larining tuzatmalari.

11. O'V larining ko'rfasi (variatsiyasi).

Har bir EO'A to'g'risida kerakli va yetarli tavsiflarni osonlik bilan bilib olish uchun Davlat andozasi bo'yicha ularga ma'lum belgilar qo'yib chiqariladi. Bu belgilar EO'A larining shartli belgilari deyiladi.

EO'A shkalasiga quyidagi shartli belgilar yozilishi kerak:

- ◆ o'lchanuvchi kattalikning birligi (A: mA; V)
- ◆ asbobning aniqlik sinfi; (1,5 2,5 4,0)
- ◆ tokning turi va fazalar soni
- ◆ asbob tizimi
- ◆ tashqi magnit yoki elektr maydonlardan asbobning himoya qilinganlik turkumi
- ◆ ishlash bo'yicha asbobning turkumi
- ◆ asbobning ish xolati

- ◆ asbob tok o'tkazuvchi qismlarini uning qutisiga (korpusiga) nisbatan izolyatsiya qarshiligini sinash kuchlanishi
- ◆ asbobning magnit maydoniga nisbatan o'rnatilish xolati, agar u asbob ko'rsatishiga ta'sir qilsa
- ◆ asbobning zavod raqami va chiqarilgan yili
- ◆ ishlab chiqaruvchi zavodning tovar belgisi

O'lchash asboblarning qismlarining ham o'ziga xos shartli belgilari mavjud, masalan, o'zgarmas tok asboblarning musbat ishorali tok beriladigan qismasi (+) belgi bilan belgilansa, manfiy ishorali qismiga esa (-) belgi qo'yiladi.

Bu belgilar asbobni to'g'ri ulash uchun xizmat qiladi.

Elektr o'lchash usullari va xatoliklari

EO'A lari yordamida fizik kattaliklarni o'lchashni xar xil usullari mavjud bo'lib, bu usullardan foydalanishning o'lchash xatoliklari kam bo'lgan usullardan foydalaniladi. Umuman olganda hamma o'lchashlar ikkiga, bevosita baholash usuliga va solishtirish (taqqoslash) usuliga bo'linadi. SHu jumladan solishtirish (taqqoslash) usuli quyidagi o'lchash usullariga bo'linadi:

1. Nolga tenglash usuli .
2. Differentsiallashtirish usuli.
3. Almashlash usuli.
4. Moslashtirish usuli.

Qo'llanilgan usul va o'lchash vositalarining takomillashmaganligi tufayli va boshqa sabablarga ko'ra o'lchash natijasi o'lchash kattaligining haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Bu farq o'lchash xatoligi deyiladi.

O'lchash vositalarining xatoliklari mutloq, nisbiy va keltirilgan xatoliklar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

EO'A mutloq xatoligi: $\Delta = X_o - X_x$

EO'A tuzatmasi: $\Delta_t = -\Delta$

EO'A nisbiy xatoligi: $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$

EO'A keltirilgan xatoligi: $\gamma = \frac{\Delta}{X_q} \cdot 100\%$

X_{CH} -EO'A ning eng katta qiymati, ya'ni o'lchash chegarasi tushuniladi.

EO'A ning ko'rfasi (variatsiyasi):

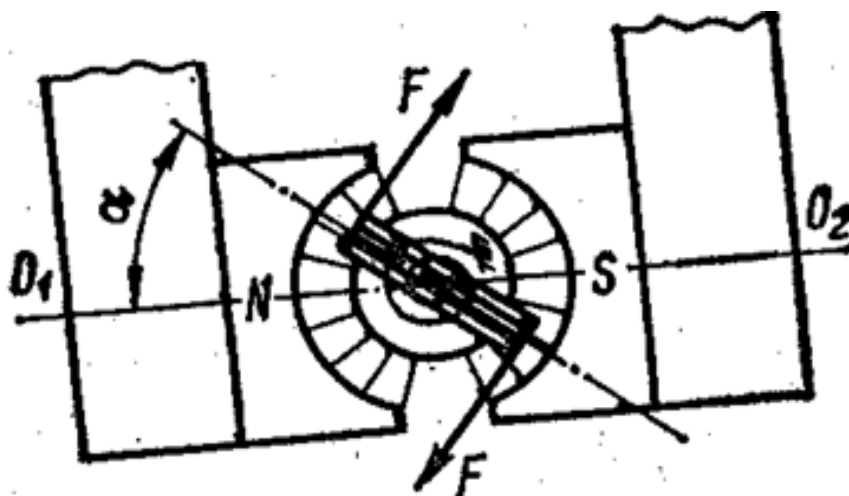
$$\gamma_K = \frac{\Delta X}{X_{\ominus K}} \cdot 100\%$$

Bu yerda: $\Delta X_1 = X_{ort} - X_{kam}$ -o'lchash asboblarning ko'rsatishidagi o'lchanayotgan kattalikning ortuvchan tomon bo'yicha o'lchangan (X_{ort}) va kamayuvchan tomon bo'yicha o'lchangan (X_{kam}) qiymatlarning eng katta farqi.

Magnitoelektrik tizim asboblari

Bu tizimdagi asboblarning qo'zg'aluvchan qismi o'lchanadigan tok oqib o'tadigan berk zanjirning magnit maydoni bilan doimiy magnit

maydonlarning o'zaro ta'siri natijasida xarakatga keladi.



20-Rasm. Magnitoelek-trik tizim asbobla-rining umumiy sxemasi

20-Rasmda berilgan magnitoelek-trik tizim asbobla-rining umumiy sxemasidan ko'rinib turibdiki, doimiy magnit o'rtasiga joylashtirilgan ramka (g'altak) dan tok o'tganda, ramkani xarakatga keltiruvchi kuch hosil bo'ladi.

Bu kuch ramkani O_1-O_2 qga perpendikulyar bo'lguncha aylantiradi. Aylantiruvchi moment unga teskari ta'sir etuvchi momentga tenglashganda ramka to'xtaydi. Elektrotexnikadan bizga ma'lumki, aylantiruvchi momentni quyidagicha yozish mumkin:

$$M = \frac{\partial(\Phi \cdot I)}{\partial \alpha}$$

bunda: F -ramkaga ta'sir etuvchi oqim, I -ramka chulg'amidagi tok.

Magnit oqimi (F) ning kattaligini quyidagi formula orqali yozish mumkin:

$$F = 2BrL\omega\alpha$$

bu yerda: V -havo bo'shlig'idagi magnit induksiya.

ω -ramkadagi chulg'amni o'ramlar soni.

r -aylanish o'qiga nisbatan ramkaning radiusi.

L -ramkaning uzunligi.

α -ramkani siljish burchagi

Agar $S=rL$ deb olsak, unda $F=BS\omega\alpha$ bo'ladi va bu formuladan quyidagi formula hosil bo'ladi:

$$M=BS\omega I$$

Qarshi ta'sir etuvchi moment elastik elementlar yordamida hosil qilinadi. SHuni hisobga olib quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$W\alpha=BS\omega I$$

bundan siljish burchagi α -ni topamiz:

$$\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, tok yo'nali-shini o'zgartirsak, ramkaga

ta'sir etuvchi kuch (F) xam o'z yo'nalishini o'zgartiradi, ya'ni α -siljish burchagi qarama-qarshi tomonga og'adi.

SHuning uchun magnitoelektr asboblarni ulashda qutbi (polyarnost') ga e'tibor berish kerak, aks holda asbob ishdan chiqishi mumkin.

Magnitoelektr tizim asboblarning sezuvchanligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$S = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W}$$

Bu tenglikdan ko'rinib turibdiki, magnitoelektrik tizimi asboblarda sezuvchanlik (S) burchak siljishi (α)ga bog'liq emas. Demak bu tizim asboblarning shkalasi bir tekis bo'ladi, ko'p o'lchamli (mnogo pridel'niy) qilib ishlab chiqarish mumkin.

Magnitoelektrik tizimi asboblarning afzalliklari.

- aniqlik sinfining yuqoriligi;
- shkalasining bir tekisligi;
- yuqori sezgirligi;
- quvvatni kam iste'mol qilishi;

Kamchiliklari:

- konstruktsiyasining murakkabligi;
- o'ta yuklamalarga sezgirligi;
- o'zgarmas tok zanjirida ishlatilishi;
- tannarxini qimmatligi.

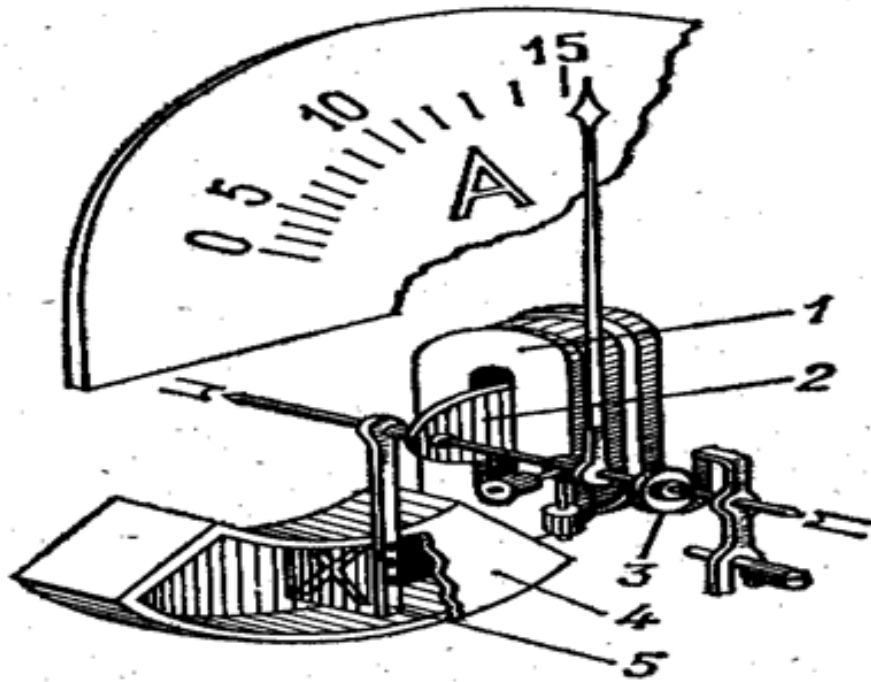
Elektromagnit tizim asboblari

Elektromagnit tizim asboblarning qo'zg'aluvchan qismi g'altak chulg'amida o'lchanadigan I tok oqib o'tganda hosil bo'ladigan magnit maydoni bilan ferromagnit o'zagining o'zaro ta'siri natijasida harakatga keladi.

Hozirgi vaqtda elektromagnit tizim asboblarning uch xil turi, yapaloq g'altakli, yumaloq g'altakli va yopiq magnit o'zakli o'lchash mexanizmli qilib ishlab chiqarilmoqda.

Rasm-3.3da yapaloq g'altakli elektromagnit mexanizmning sxemasi berilgan. Bu yerda (1) elektromagnit chulg'amidan elektr toki oqib o'tsa, chulg'amda elektromagnit maydon xosil bo'ladi va bu ferromagnit o'zak (2) ni harakatga keltiradi.

Bunda prujina (4) tortiladi va teskari ta'sir etuvchi moment vujudga keladi.



21-rasm. Elektromagnit tizim asboblari.

Tok oqib o'tayotgan chulg'amning elektromagnit energiyasi

$$W_e = \frac{L \cdot I^2}{2} \text{ ga teng.}$$

Bu yerda L -g'altakning induktivligi. I -chulg'amdagi tok kuchi.
Aylantiruvchi momentni qiymatini topsak:

$$M = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Agar aylantiruvchi moment bilan teskari ta'sir etuvchi moment tenglashganda ko'rsatkich (strelka) to'xtaydi. Bundan quyidagi tenglik kelib chiqadi:

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Yuqoridagi tenglikdan quyidagilar ma'lum bo'ladi:

1. Asbobning harakatlanuvchi qismining yo'nalishi chulg'amdagi tok yo'nalishiiga bog'liq emas, demak elektromagnit o'lchov asboblari o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin.
2. Elektromagnit asboblarning shkalasi notekis bo'ladi. Chunki, chulg'amdagi (I) tok bilan (α) burchak siljishi o'rtasida to'g'ri proportsional bog'lanish yo'q.

Elektromagnit tizim asboblarning afzalliklari:

- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi.
- tokning o'ta yuklamasiga turg'unligi.
- konstruksiya-sining soddaligi.
- tannarxining arzorligi.

Kamchiliklari:

- shkalasining notekisligi.
- tashqi magnit maydonlarning ta'siri.
- katta quvvat iste'mol qilishi.

Elektrodinamik tizim asboblari

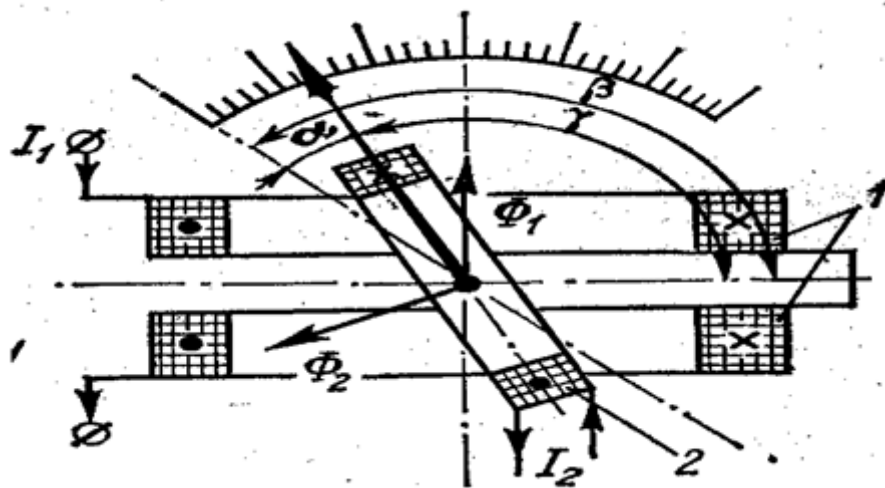
Elektrodinamik tizim asboblarda tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siridan foydalaniladi. Ma'lumki, bir xil yo'nalishdagi tokli o'tkazgichlar bir-biridan itariladi. Bunday asboblarda aylantiruvchi moment qo'zg'almas g'altak chulg'amidagi tokning magnit maydoni bilan uning ichiga joylashtirilgan tokli qo'zg'aluvchan g'altakning o'zaro ta'siridan xosil bo'ladi.

Elektrodinamik tizim asboblarning ferromagnit o'zakli va ferromagnit o'zaksiz xillari bo'ladi. FMO' asboblari ferrodinamik asboblari deb ataladi.

Ferromagnit o'zaksiz asboblarning o'lchash mexanizmi qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas g'altakdan iborat bo'lib, qo'zg'aluvchi g'altak qo'zg'almas g'altak ichida erkin aylanadigan qilib joylashtirilgan bo'ladi. Qo'zg'almas g'altakning chulg'ami 5 A va undan yuqori toklarga mo'ljallangan, izolyatsiyalangan mis simdan o'raladi.

Qo'zg'aluvchi g'altakning chulg'amlari esa 50 mA dan past toklarga mo'ljallanib, izolyatsiyalangan mis simdan ko'p o'ramli qilib tayyorlanadi.

Altaklardan biridagi tokning yo'nalishi o'zgarsa, qo'zg'aluvchi g'altak qarama-qarshi tamonga buriladi. Agar tokning yo'nalishi ikkala g'altakda ham bir vaqtning o'zida o'zgarsa aylantiruvchi momentning yo'nalishi o'zgarmaydi. SHuning uchun elektrodinamik tizim asboblari ham o'zgaruvchan ham o'zgarmas tok zanjirlaridagi o'lchashlarda ishlatiladi.



22-Rasm. Elektrodinamik tizim asboblari

Bu tizim asboblarda aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$M = \frac{1}{T} \int_0^T M dt = V \cdot S_2 \cdot \omega \cdot I_2 \cdot \cos \beta \quad \beta\text{-burchak,}$$

agar $V = K_1 \cdot I_1$ bo'lsa, unda $M = K_1 \cdot S_2 \omega_2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \beta$

O'lchash mexanizmlarining muvozanat shartiga ko'ra $M=M_T$ yoki $\alpha=K_1 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos\beta$

Elektrodinamik tizimidagi milli-ampermetr va voltmترلarda qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas g'altaklar ketma-ket ulanadi. Voltmetrlarda g'ataklarning ketma-ket ulangan zanjiriga qo'shimcha qarshilik ulanadi. 0,5 A dan katta toklarga mo'ljallangan ampermetrlarda qo'zg'aluvchi g'altak chulg'amlari qo'zg'almas chulg'amlariga paralel ulanadi.

Ferrodinamik o'lchash asboblarning tuzilishi magnitoelektrik tizim asboblarning o'lchash mexanizmini eslatadi, faqat bunda o'zgarmas magnit elektromagnit bilan almashtiriladi.

Elektrodinamik tizim asboblarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi;
- katta aniqlikda gradirovka qilinishi;
- vaqt bo'yicha turg'unligi.

Elektrodinamik tizim asboblarning kamchilliklari quyidagilardan iborat:

- sezgirligining yuqori emasligi;
- katta quvvat iste'mol qilishi;
- o'ta yuklamalarga sezgirligi.

Aniqlik sinfi 0,5; 0,2; 0,1 qilib ishlab chiqariladi. CHastota diapazoni esa 10 Gts dan 10 kGts gacha bo'ladi.

Ferrodinamik tizim asboblarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- tashqi magnit maydanning ta'sirini kamligi;
- kam quvvat iste'mol qilishi;
- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi.

Ferrodinamik tizim asboblarning kamchilliklari quyidagilardan iborat:

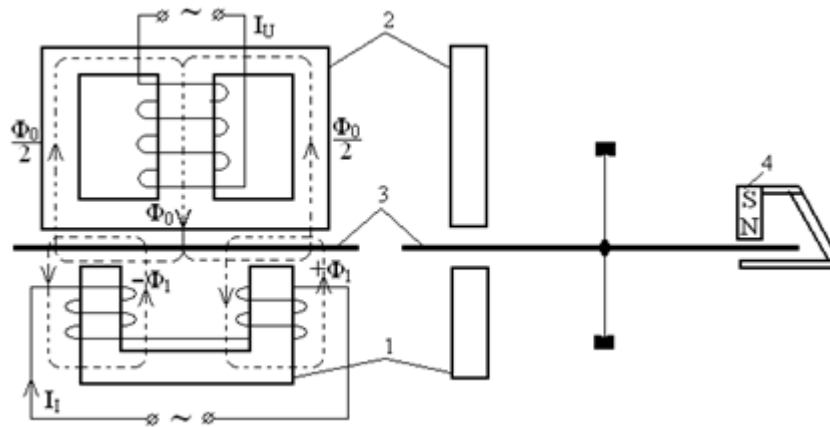
- aniqlik sinfining pastligi;
- chastota daapazonining kichikligi.

Elektrodinamik va ferrodinamik lagometrli mexanizmlar yordamida fazometrlar, chastotamerlar, farodametrlar, induktivlikni o'lchagichlar va boshqa o'lchov asboblari ishlab chiqariladi.

Induktsion tizim asboblari

Induktsion tizimdagi asboblardan faqat o'zgaruvchan tok zanjirlaridagina foydalaniladi. Ular elektr energiya hisoblagichi sifatida keng tarqalgan. SO tipidagi bir fazali induksion hisoblagichlar elektr energiyasig'ni o'lchashda keng foydalaniladi.

Bu hisoblagichlar 127 V hamda 220 V kuchlanishli, 50 Gts chastotali tarmoq uchun 5-10 A li tokka mo'ljallangan bo'ladi.



23-Rasm. Induktsion tizim asboblari

Bir fazali induktsion hisoblagichning o'lchash mexanizmi (Rasm-6.3.) ikkita elektromagnitdan iborat bo'lib, ular aylanuvchi yupqa alyuminiy disk (3) ning chekkasiga joylash-tirilgan. Disk o'lchash mexanizmining qo'zg'aluvchi qismidir. Diskning ostiga joylashtirilgan elektromagnit (1) da izolyatsiyalangan mis simdan kam o'ramli qilib yasalgan chulg'am bo'ladi va u o'z o'zagini ikkala uchi bilan disk tomonga qarab turadi. Bu elektromagnitning chulg'ami tok iste'molchisi bilan ketma-ket ulanadi va tok chulg'ami vazifasini bajaradi. Diskdan yuqorida joylashgan (2)ning chulg'ami izolyatsiyalangan mis simdan (8-12 ming) ko'p o'ramli qilib yasaladi. Bu chulg'am tok iste'molchisi bilan parallel ulanadi va kuchlanish chulg'ami vazifasini bajaradi. Chulg'am magnitaprovod (2) ning o'rtadagi qismiga o'raladi.

Elektromagnit chulg'alaridan o'zgaruvchan tok o'tgan paytda magnit o'tkazgichlarda sinusoidal qonunga muvofiq o'zgarib turuvchi o'zgaruvchan magnit oqimi hosil bo'ladi. Elektromagnit (1)ning chulg'amidagi magnit oqimi diskdan ikki marta ($-F_1; QF_1$) singib o'tadi. Elektromagnit (2) ning magnit oqimi (F_{ish}) o'zakdan chiqib, diskdan singib o'tadi.

Alyuminiy diskdan $+F_1; F_{ish}$ va $-F_1$ magnit oqimlari singib o'tadi. $+F_1$ va $-F_2$ magnit oqimlari faza bo'yicha bir-biridan 180° , F_{ish} magnit oqimi esa ularga nisbatan $90^\circ - \varphi$ burchakka siljigan bo'ladi. Bu holatda yuguruvchi magnit maydon hosil bo'ladi va bu yuguruvchi magnit maydon diskda uyurma toklar hosil qiladi. Lents qonuniga ko'ra, yuguruvchi magnit maydon bilan uyurma toklarning o'zaro ta'siri diskni magnit qutblari siljiyotn tomonga tortadi va aylantiruvchi moment hosil qiladi.

Diskka ta'sir etuvchi aylantiruvchi momentni miqdori nagruzkaning aktiv quvvatiga proporsional; ya'ni $M_{ayl} = K_1 R$ bunda R - iste'molchining quvvati; K_1 ayni hisoblagich uchun o'zgarmas koeffitsient bo'lib, u chulg'amdagi o'ramlar soni va elektromagnitlarni joylashishiga bog'liq.

Diskning bir xil tezlikda aylanishi uchun tormozlovchi moment zarur, bu moment o'zgarmas magnit (4)ning magnit maydonini diskka ta'sir etishidan vujudga keladi. Bu magnit maydon ham diskda uyurma toklar hosil qiladi va magnit maydon bilan ta'sirlashib, disk harakatini tormozlaydi.

Diskka ta'sir etuvchi tormozlovchi moment uning harakat tezligiga to'g'ri proporsional, ya'ni $M_t = K_2 \cdot n$; bunda K_2 -ayni hisoblagich uchun o'zgarmas proporsionallik koeffitsienti; n - diskning sekundiga aylanishlar soni. Bundan $R = S \cdot n$ kelib chikadi. Diskning aylanish tezligi tormozlovchi moment aylantiruvchi momentga tenglashguncha ortib boraveradi, ya'ni $M_{ayl} = M_t$ yoki $K_1 R = K_2 n$;

Agar tok zanjiri (t) vaqt ichida R quvvat iste'ol qilsa, sarflangan energiya quvvat bilan vaqtning ko'paytmasiga teng bo'ladi.

$$W = P \cdot t = C \cdot n \cdot t = C \cdot N$$

bunda $N = nt$ - diskning aylanishlar soni;

S - hisoblagichning haqiqiy doimiysi deb ataladi.

Hisoblagichning haqiqiy doimiysi S ning miqdori hisoblagich diski bir marta to'liq aylanganda elektr iste'molchisi olgan energiyaga tengdir.

Asbob shitida hisoblash mexanizmining uzatish soni ko'rsatilgan bo'ladi, u tokning muayyan ish birligida diskning necha marta aylanishini ko'rsatadi, masalan, $1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 5000$ diskning aylanishlar soni. Uzatish soniga ko'ra hisoblagichning nominal doimiysi S_0 aniqlanadi.

$$C_0 = \frac{3600 \cdot 1000}{5000} = 720 \frac{\text{вт} \cdot \text{сек}}{\text{айл}}$$

Diskning harakati chervyak vint orqali hisoblash mexanizmiga uzatiladi, hisoblash mexanizmi 0 dan 9 gacha raqamlar yozilgan bir qator shisternachalardan iborat bo'ladi. Barcha raqamlar birgalikda hisoblagich tarmoqqa ulanib turgan vaqt ichida sarflangan energiyaning $\text{kVt} \cdot \text{soat}$ larda ifodalangan miqdorini ko'rsatuvchi sonini beradi.

Elektr energiyasining o'lchov birligi XBT da $1 \text{ J} = 1 \text{ Vt} \cdot 1 \text{ sek}$ olingan, lekin amalda ko'pincha $1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ joule}$ ishlatiladi.

Reaktiv energiyani maxsus reaktiv energiyani o'lchashga mo'ljallangan reaktiv energiya hisoblagichlaridan foydalaniladi.

Reaktiv energiyani o'lchov birligi $1 \text{ kVar} \cdot \text{soat}$ ishlatiladi.

S i n o v s a v o l l a r i

1. Foydali quvvat qanday o'lchanadi?
2. Quvvat koeffitsenti nima?
3. Induktsion tizim asboblarini ishlash printsipini ayting?
4. Elektr xisoblagichni nisbiy xatoligi qanday aniqlanadi?
5. Elektr xisoblagichni xaqiqiy va nominal doimiysi nima?

9-Mavzu: Elektrik va noelektrik kattaliklarni o'lchash.

Tok kuchi va kuchlanishni o'lchash

O'zgarmas tok zanjirlarida tok kuchi va kuchlanishlarni o'lchash ko'pincha magnitoelektrik tizimdagi ampermetr va vol'tmetrlarning o'lchash mexanizmlari asosan bir-biridan farq qilmaydi, faqat ulanish sxemasi o'zgaradi xolos.

Ampermetrlarda o'lchash mexanizmi zanjirga shunt orqali ulanadi, voltmetrlarda esa o'lchash mexanizmi bevosita unga ketma-ket qilib ulangan qo'shimcha qarshiliklar yordamida zanjirga ulanadi.

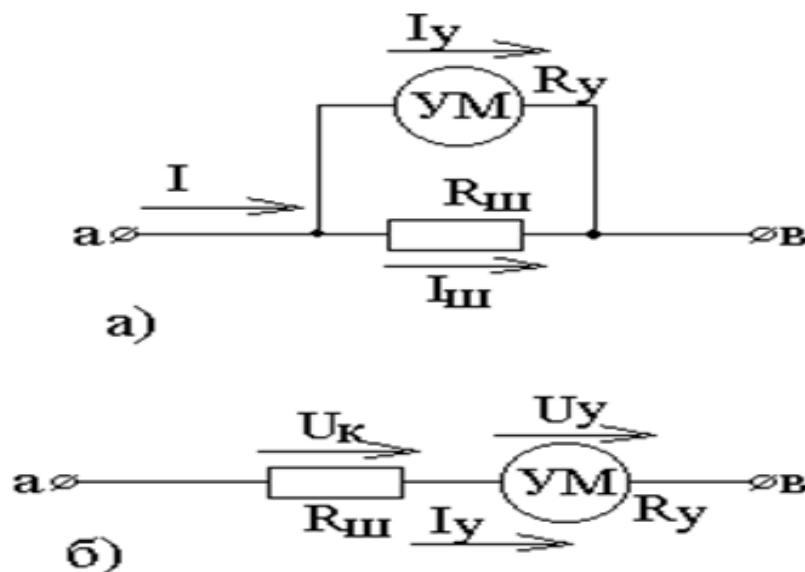
SHuntlar o'lchash mexanizmlarining o'lchash chegaralarini kengaytirish uchun ishlatiladi.

Rasm-4.1dan ko'rinib turibdiki:

$$I = U/R_u + U/R_{sh} \text{ yoki } I = I_u + U/R_{sh}$$

bundan $R_{sh} = R_u/(n-1)$ kelib chikadi.

Bu yerda $n = I/I_u$ – shuntlash koefitsenti.



24-Rasm. Voltmetrlarni o'lchash chegarasini oshirish, unga qo'shimcha qarshiliklar ulash sxemasi

Voltmetrlarni o'lchash chegarasini oshirish, unga qo'shimcha qarshiliklar ulanadi (Rasm-4.1)

Agar voltmetrlarning o'lchash chegarasi U_{nom} bo'lsa, uni o'lchash chegarasini moshirish kerak bo'lsa, quyidagicha topiladi.

Ma'lum zanjirdagi tok kuchini vakuchlaninshni o'lchashda, shu zanjirga ampermetrlar ketma-ket qilib ulanadi voltmetrlar esa parallel qilib ulanadi.

Zanjirdagi tok kuchini va kuchlanishlarni o'lchashda ampremetr va voltmeterlar-ni joylashishiga etibor berish kerak, agar voltmeterdan keyin ampremetr ulansa ampremetr faqatgina R_x dan utayotgan tok kuchini o'lchaydi xolos, voltmeterdan o'tayotgan I_{VI} ni xisobga olmaydi va ma'lum xatolikga yo'l qo'yiladi.

Elektr qarshiliklarni o'lchash

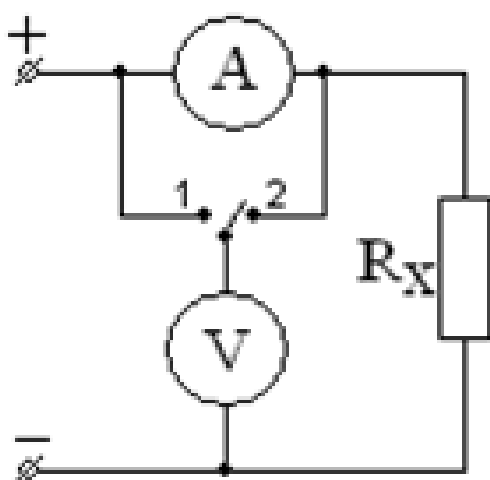
Qarshiliklar elektr zanjirlarining eng asosiy parametrlaridan biri hisobladi. Amalda 10^{-8} Om dan 10^{17} Omgacha bo'lgan qarshiliklar o'lchanib, ular shartli ravishda

kichkina to 1 Omgacha, o'rtacha $-1 \div 10^5$ Om va katta -10^5 Omdan yuqori bo'lgan qarshiliklarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda qarshiliklarni o'lchash uchun mavjud bo'lgan usul va vositalardan eng ko'p qo'llanilayotganlari quyidagilardan iborat:

- ◆ ampermetr va voltmeter usulida bilvosita o'lchash;
- ◆ bitta asbob usulida bilvosita o'lchash;
- ◆ bevosita, ya'ni Ommetr, yordamida o'lchash.

Qarshiliklarni ampermetr va voltmeter usulida o'lchash Om qonuniga asoslangan bo'lib, shu qarshilikdagi kuchlanish U_x bilan undan oqib o'tgan elektr toki I_x ma'lum bo'lsa, o'lchanayotgan qarshilik R_x ning son qiymati quyidagi ifoda bo'yicha juda oson hisoblab topiladi: $R_x^1 = U_x / I_x$



25-Rasm. Qarshiliklarni ampermetr va voltmeter usulida o'lchash

Lekin bu ifoda bo'yicha hisoblanganda ampermetr va voltmترلarni qarshiligini hisobga olish kerak.

Rasm-4.2dagi sxemadan ulagich (U)ning birinchi (I) holatida o'lchanayotgan qarshilikning haqiqiy qiymati quyidagicha topiladi:

$$R_x = U_x / I_x = R_x^1 - R_A$$

Ulagichning ikkinchi holatida, ya'ni ampermetr va voltmetrdan oldin ulansa, u holda:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{R_x^1 \cdot R_V}{R_V - R_x^1}$$

Qarshiliklarni bitta asbob bilan ham o'lchash mumkin bunda, manbaa kuchlanishi U_{qconst} bo'lsa Om qonunini va Kirxgof qonunlarini qo'llab, hisoblab topiladi. Qarshiliklarni bevosita hisoblab, ya'ni Ommetr yoki Megometr bilan ham o'lchash mumkin. Ommetr yordamida bir necha kiloOmgacha bo'lgan qarshiliklar o'lchanib, unda qo'llanilgan magnitoelektrik o'lchash mexanizmi (O'M) qarshiligi bilan ketma-ket yoki parallel ulanadi. O'lchanayotgan qarshilik R_x ketma-ket ulangan Ommetrlarning ko'rsatish chegarasiga, qarshilik R_x parallel ulangan Ommetrning ko'rsatish chegarasiga qaraganda bir muncha kengdir. Ommetrlar

ko'pincha magnitoelektrik lagometrlar bilan yig'iladi va bu asboblarga MegaOmmetrlar deb ataladi. Juda katta qarshiliklar, masalan, to 10^{15} Omgacha bo'lgan qarshiliklar to'g'ridan to'g'ri teraOmmetr deb ataladigan elektron asboblarga bilan o'lchanadi.

Qarshiliklarni solishtirish usuli bilan ham o'lchash mumkin, bunda o'zgarmas tok ko'priklari yordamida o'lchanadi. Bu usul o'zining yuqori aniqligi bilan boshqa usullardan ajralib turadi.

O'zgarmas tok zanjirida ish va quvvatni o'lchash

Elektr tokini ishi deganda, elektr maydonida zaryadlangan zarrachalarni potentsiali pastroq nuqtadan potentsiali yuqoriroq nuqtaga ko'chishida bajarilgan ish yoki shuni bajarish uchun sarflangan energiya tushuniladi, ya'ni: $A=q \cdot U$

Bundan ko'rinib turibdiki, zaryadlar miqdori q va potentsiallar farqi U qanchaligina katta bo'lsa, bajarilgan ish va sarflangan energiya shunchalik katta bo'ladi. Agar $q=I \cdot t$ bo'lishini hisobga olib, yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

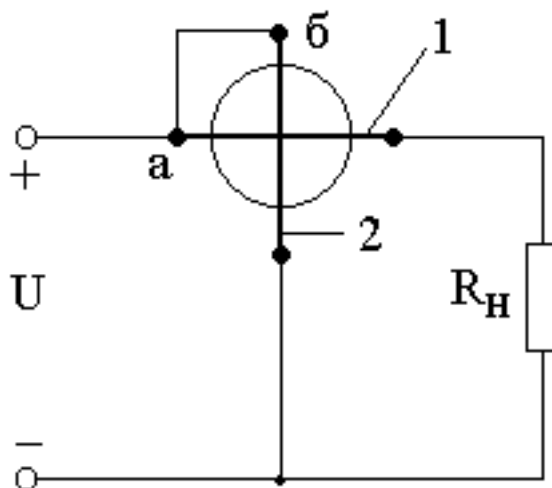
$$A=U \cdot I \cdot t=W$$

Demak, bajarilgan ish yoki sarflangan energiya kuchlanish, tok kuchi va vaqtning ko'paytmasiga teng. Bajarilgan ishning jadalligini aniqlash uchun quvvat tushunchasi kiritiladi. Elektr tokining quvvati vaqt birligi ichida bajarilgan ishga yoki shu ishni bajarish uchun sarflangan energiyaga teng, ya'ni:

$$P=\frac{A}{t}=UI$$

Yuqoridagi ifodadan ko'rinib turibdiki, elektr tokini quvvatini ampermetr va voltmeter yordamida o'lchash mumkin, lekin buning uchun bir vaqtning o'zida ikkinta asbobni kuzatish, hamda hisoblash kerak, bu ma'lum qiyinchiliklar va xatoliklar keltirib chiqaradi.

Zanjirdagi quvvatni o'lchash uchun vattmetr deb ataladigan o'lchov asbobidan foydalaniladi.



Ko'pincha o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida elektrodinamik va ferrodinamik mexanizmli vattmetrlar ishlatiladi. Qo'zg'almas qism (1), iste'molchi bilan ketma-ket ulanadi va vattmetr-larning ketma- ket zanjiri deyiladi (Rasm-4.3). Qo'zg'aluvchan qism (2) iste'molchi bilan parallel ulanadi va vattmetrning parallel zanjiri deyiladi.

XBT da quvvatning o'lchov biligi sifatida (V_t) qabul qilingan. Elektr zanjirida o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish 1 V, tok kuchi 1 A bo'lganida 1 V_t quvvat sarf bo'ladi, ya'ni: $1 V_t = 1V \cdot 1A$ yoki $1 V_t = 1J/1sek$

Amalda quvvatning quyidagi o'lchov birliklari ham ishlatiladi: $1mV_t = 10^{-3} V_t$; $1kV_t = 10^3 V_t$; $1MV_t = 10^6 V_t$

Xalqaro birliklar sistemasida energiya birligi qilib Joule qabul qilingan, ya'ni: $1J = 1V_t \cdot 1sek$

Amalda elektr energiya birligi sifatida ko'pincha kV_t soat ($1 kV_t \cdot soat = 3,6 \cdot 10^6 j$) ishlatiladi.

S i n o v s a v o l l a r i

1. SHunt nima?
2. Vol'tmetrlarni o'lchash chegarasi qanday o'zgartiriladi?
3. Vol'tmetrlar zanjirga qanday ulanadi?
4. Elektr qarshilikni qanday o'lchash usullari bor?
5. Qarshiliklarni ampermetr va vol'tmetrlar bilan qanday aniqlanadi?
6. Qarshiliklarni bitta asbob (ampermetr yoki vol'tmetr) yordamida aniqlashni ayting.
7. Ommetr va MegaOmmetrlar bilan qarshiliklar qanday o'lchanadi?
8. Elektr tokining ishi deganda nimani tushunasiz?
9. Quvvatni o'lchov birligi nima?

5-Modul: Transformatorlar (4-soat)

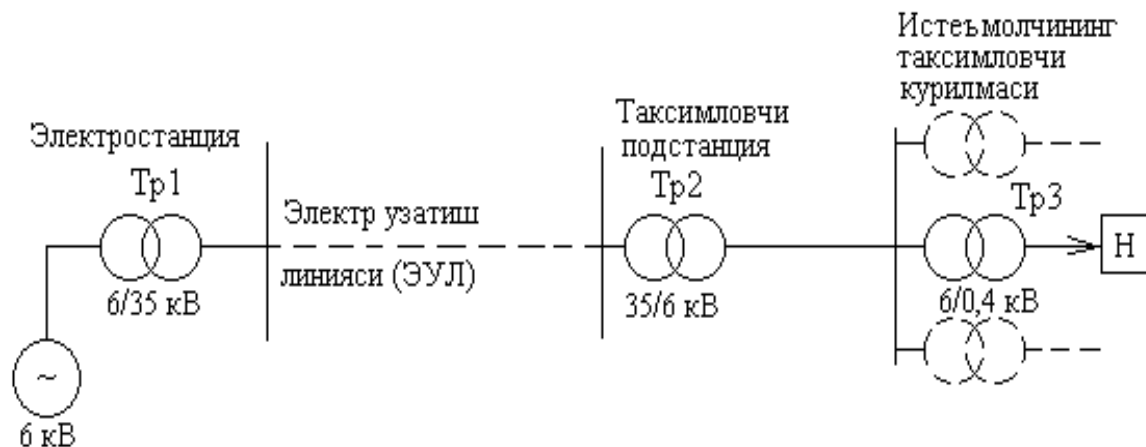
10-Mavzu: Transformatorlarni tuzilishi va ishlash

Printsiipi

Elektrotexnikaning asosiy vazifalaridan biri elektr energiyasini bir joydan ikkinchi joyga uzatishdir. Elektr energiyasini uzatish liniyalarida quvvatning issiqlikka sarf bo'ladigan isrofi $\Delta P = J^2 \cdot R_l$ va kuchlanishning pasayuvi $\Delta U = I \cdot R_l$ doimo mavjuddir. Liniyaning uzunligi ortgan sari bu ko'rsatkichlar ham ortadi. Elektr tokining to'la quvvatini ($S = U \cdot I$) o'zgartirmagan xolda uni turli kuchlanish va tok bilan uzatish mumkin. Quvvat ifodasidan ko'rinib turibdiki, uzatishda kuchlanish qanchalik yuqori bo'lsa ($S = \text{const}$) tok kuchi shunchalik kichik bo'lib, u bilan bog'liq isroflar ham shunchalik kam bo'ladi. Tok kuchini kamaytirish uzatish simining ko'ndalang kesimini kichik olishga va rangli metallarni tejashga imkon beradi.

Hozirgi vaqtda o'zgaruvchan tokning 35, 110, 220, 500, 750 va 1150 kV kuchlanishli uzatish liniyalari mavjud. Ammo o'ta yuqori kuchlanishlarni bevosita generatorlardan olib bo'lmaydi. Odatda, elektr stantsiyalardagi generatorlarning nominal kuchlanishi ko'pi bilan 21 kV-dan oshmaydi. Elektr energiya

iste'molchilari 380/220, 220/127 V kuchlanishga mo'ljallangan. SHu generatorlar ishlab chiqaradigan elektr energiyasining nisbatan past kuchlanishli, ammo katta tok kuchiga ega bo'lgan quvvatini yuqori kuchlanishli va nisbatan kichik tok kuchiga ega bo'lgan quvvatga o'zgartirish kerak. Bu vazifa transformatorlar yordamida bajariladi. Transformatorning ixtirochisi P.N. Yablochkov hisoblanadi. U 1876 yil elektr lampasi uchun manba sifatida ilk bor transformatordan foydalangan.



27-rasm. Elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasi ko'rsatilgan.

Elektr energiyasining transformatorlar yordamida uzatish sxemasi ko'rsatilgan. Sxemadan ko'rinadiki, elektr stantsiyalarda generator ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi transformator Tr1 yordamida 6 kV kuchlanishdan 35 kV-gacha orttirilib, elektr uzatish liniyasi orqali taqsimlovchi podstantsiyaga berilmoqda. U yerda pasaytiruvchi transformator Tr2 yordamida kuchlanish 35 kV-dan 6 kV-gacha pasaytirilib, iste'molchining transformatori Tr3-ga uzatilmoqda. Transformator Tr3 yordamida kuchlanish 6 kV-dan iste'molchi uchun zarur bo'lgan 380/220, 220/127 V kuchlanishlarga aylantiriladi.

Elektr energiyasining bir pog'onada bo'lgan kuchlanish va tokini boshqa pog'onadagi kuchlanish va tokka aylantirib beradigan statik elektr magnit apparat transformator deyiladi. Transformatorlar bajaradigan vazifasiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

- elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun mo'ljallangan katta quvvatli (uch fazali) transformatorlar.

- kerakli joylarda kuchlanishni keng doirada o'zgartirib berish va dvigatellarni ishga tushirish uchun mo'ljallangan avtotransformatorlar.

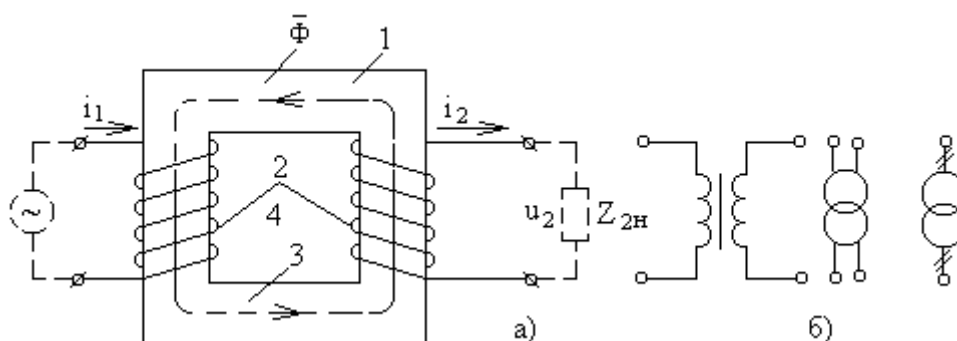
- taqsimlash tarmoqlaridagi kuchlanishni rostlab turish uchun mo'ljallangan induksion rostlagichlar.

- o'lchov asboblari va himoya vositalarini sxemalarga ulash uchun mo'ljallangan o'lchov transformatorlari.

Transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich) 1-dan va ikkita mis chulg'amlar 2-dan iborat. Po'lat o'zakning induksion toklar hisobiga qizib

ketishini kamaytirish maqsadida u qalinligi 0,35-0,5 mm bo'lgan eletrotexnik po'lat plastinalardan yig'iladi.

Po'lat o'zak magnit zanjirini hosil qilish uchun xizmat qiladi va shu tufayli asosiy magnit oqimi F po'lat o'zak bo'ylab harakatlanadi. Po'lat o'zakning mis chulg'amlari o'ralgan qismi sterjen deyiladi. Transformatorning manbaga ulangan chulg'ami birlamchi, iste'molchiga ulangan ikkilamchi chulg'am deyiladi. SHu birlamchi chulg'amga oid katta liniyalar bir indeksiga ega, masalan: birlamchi chulg'amning o'ramlar soni ω_1 qismalaridagi kuchlanish U_1 zanjirdagi tok i_1 va hokazo. Ikkilamchi chulg'amga oid kattaliklar ikki indeksiga ega, m, ω_2 , u_2 , i_2 va hokazo.



28-Rasm. Bir fazali ikki chulg'amli transformatorning sxemasi va shartli belgilanishi ko'rsatilgan.

Transformatorning birlamchi chulg'amiga berilgan sinusoidal kuchlanish ($U_1 = U_m \sin \omega t$) ta'sirida chulg'amdan o'zgaruvchan tok oqib o'tadi. Bu tok transformatorning po'lat o'zagida o'zgaruvchan magnit oqimini (F) hosil qiladi. CHulg'amlarning o'ramlarini kesib o'tayotgan bu asosiy magnit oqimi birlamchi chulg'amda o'zinduksiya, ikkilamchi chulg'amda esa o'zaro induksiya xodisasiga binoan tegishli ye_1 va ye_2 EYuK-larni induktsiyalaydi. Mazkur EYuK-larning ta'sir etuvchi qiymatlari:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot \omega_1 \cdot F$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot \omega_2 \cdot F$$

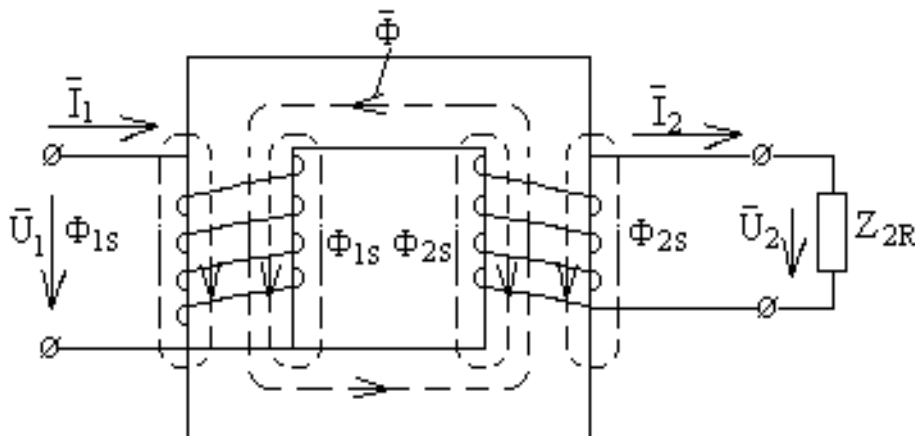
Bu yerda f -o'zgaruvchan tokning chastotasi Gts ω_1 , ω_2 -birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning o'ramlar soni; F -asosiy magnit oqimi Vb.

Demak, chastota (f) va magnit oqimi F o'zgarmas bo'lganda chulg'amlarda induktsiyalangan EYuK Ye_1 va Ye_2 lar ularning o'ramlari soniga proporsional ekan, ya'ni $\frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$ bu nisbat transformatorning transformatsiya koeffitsienti hisoblanadi, ya'ni

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}.$$

Mazkur koeffitsient transformatorga berilgan kuchlanishning necha marta o'zgarishini ko'rsatadi. Agar $k > 1$ bo'lsa, transformator kuchlanishni pasaytirib beruvchi, agar $k < 1$ bo'lsa, kuchlanishni orttirib beruvchi hisoblanadi. Agar 3-rasm

a-da ko'rsatilgan transformatorning ikkilamchi chulg'amiga yuklama (Z_{2n}) ulasak, EYuK (e_2) ta'sirida undan tok o'ta boshlaydi. SHunday qilib, kuchlanishi u_1 tok kuchi i_1 bo'lgan manbaning elektr energiyasi transformator yordamida kuchlanishi u_2 va tok kuchi i_2 bo'lgan elektr energiyasiga aylantirib, iste'molchiga uzatiladi.



29-Rasm. Transformatorning yuklama rejimi.

Transformatorning manbadan olayotgan birlamchi quvvati $R_1=U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$ bo'lsa, uning iste'molchiga berayotgan ikkilamchi quvvati $R_2=U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2$. Agar transformatorning quvvat isrofi hisobga olinmasa $R_1 \approx R_2$ bo'ladi. Birlamchi va ikkilamchi zanjirlardagi faza siljishi burchaklarini taxminan bir xil desak, $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$ deyish mumkin. Agar kuchlanishlar bir-birlari bilan xuddi EYuK-lar kabi nisbatda bo'ladi desak, transformatsiya koeffitsientini quyidagicha yozish mumkin:

$$k = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Demak transformator chulg'amlaridagi toklar kuchlanishlarga teskari proporsional.

Sinov savollari

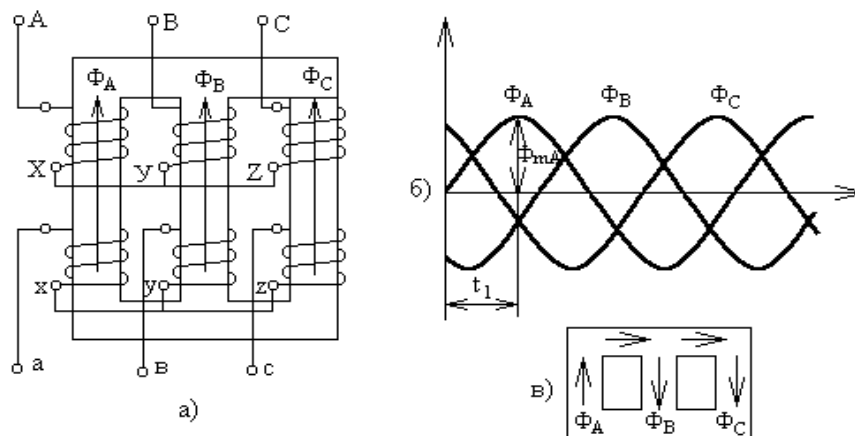
1. Transformatorning tuzilishi va ishlash printsipi?
2. Transformatorning tuzilishi qanday elektro magnit xodisaga asoslangan.
3. Transformatorning qaysi chulg'ami birlamchi va qaysinisi ikkilamchi chulg'am deyiladi?
4. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti qanchaga teng?
5. Yuklamali transformatorlarda qanday fizik protsesslar sodir bo'ladi?
6. Transformatorlarda energiya uzatilishida qanday isroflar bo'ladi?

11-mavzu: Uch fazali transformatorlar. Avtotransformatorlar va maxsus transformatorlar

Uch fazali transformatorlar uch fazali tok sistemasini transformatsiyalash uchun ishlatiladi. Uch fazali transformator umumiy po'lat o'zakka ega bo'lib, alohida fazalarning toklari hosil qilgan barcha magnit oqimlari ana shu o'zak bo'ylab tutashadi.

Uch fazali transformatorning po'lat o'zagi ostki va ustki tomonlardan birlashtirilgan uchta sterjendan iborat. Har bir sterjenda xar fazaning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlari joylashtirilgan. CHulg'amlar yulduz yoki uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Bu birlashtirish sxemalari tegishlicha Y va Δ bilan belgilanadi. CHulg'amlar qanday sxemada ulanishidan qat'iy nazar birlamchi chulg'amning bosh (A, V, S) va oxirgi (X, Y, Z) uchlari katta xarflar bilan, ikkilamchi chulg'amning bosh (a, v, s) va oxirgi uchlari (x, u, z) kichik xarflar bilan belgilanadi.

Birinchi o'raladigan chulg'amning o'ralish yo'nalishi ixtiyoriy, ammo qolgan fazalarning chulg'amlari birinchi o'ralgan chulg'amning yo'nalishida o'ralishi kerak. SHundagina ayrim fazalardagi toklarning va ularni hosil qilgan magnit oqimlari ($\bar{\Phi}_A$, $\bar{\Phi}_V$, $\bar{\Phi}_S$) ning shartli musbat yo'nalishi ta'minlangan bo'ladi (rasm-6 a). Kirxgofning birinchi qonuniga binoan istalgan vaqt lahzasida uchchala faza magnit oqimlarining yig'indisi doimo nolga teng. Masalan, (rasm-6 b) rasmdagi magnit oqimlarining o'zgarish



30-Rasm. CHulg'amlarning o'ralishi va magnit oqimlarining o'zgarish grafigi

grafigidan ko'rinadiki, $F_A = F_m$ bo'lgan t_1 vaqtda $\bar{\Phi}_A$ o'zining musbat maksimal qiymatiga erishgan bo'lsa, qolgan ikkita magnit oqimi $\bar{\Phi}_V$ va $\bar{\Phi}_S$ larning manfiy yarim maksimal qiymatlariga ega bo'lishi uchala faza magnit oqimlarining pulat o'zak bo'ylab qo'shilishini bildiradi (rasm-6 v) ya'ni,

$$\bar{\Phi}_{mA} - \frac{1}{2} \bar{\Phi}_{mB} - \frac{1}{2} \bar{\Phi}_{mC} = 0$$

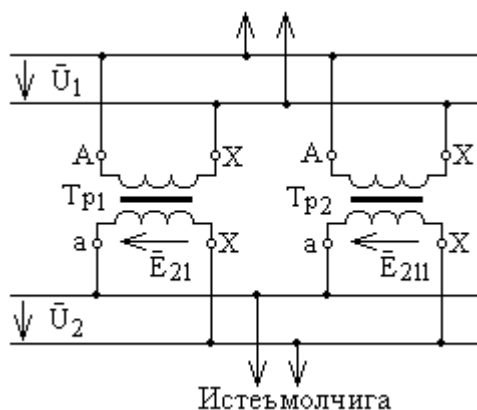
6-Rasm. CHulg'amlarning o'ralishi va magnit oqimlarining o'zgarish grafigi

Transformatorning parallel ishlashi

Transformatorning parallel ishlatish ulardan oqilona foydalanish imkonini beradi. Masalan, yuklama kam bo'lgan soatlarda transformatorlarning bir qismini uzib quyish mumkin. SHuningdek, kuchli yuklama ulanganda har bir transformatorga to'g'ri keladigan yuklama miqdorining kichikroq bo'lishi va har bir transformatorning bir tekis yuklanishi ta'minlanadi.

Transformatorning parallel ishlashi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak.

1. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning nominal kuchlanishlari bir xil bo'lishi kerak; transformatsiya koeffitsientining farqi 0,5% dan ortib ketmasligi kerak.
2. +isqa tutashish kuchlanishlari bir xil bo'lishi kerak ($\pm 10\%$ farq qilishiga yo'l quyiladi).
3. Uch fazali transformatorlar parallel ishlashi uchun ularning ulanish turkumlari bir xil bo'lishi kerak.

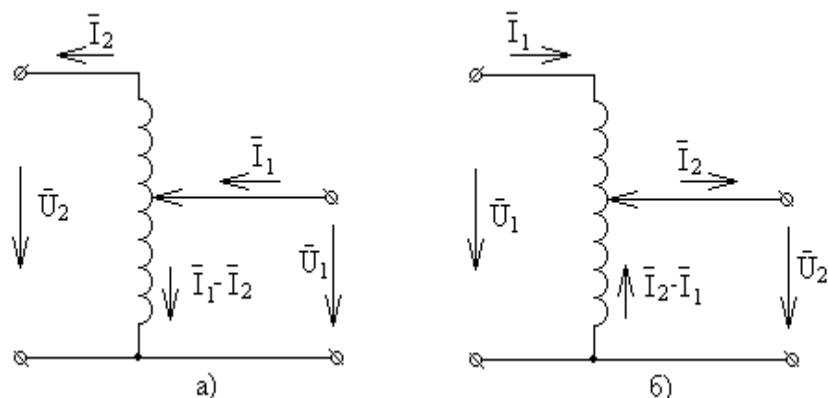


31-rasm. Transformatorning parallel ishlash sxemasi.

Transformator salt ishlaganda ikki-lamchi chulg'am zan-jirida tokning yo'qligi hamda yuk-lamaning parallel ishlayotgan transformatorlarning nominal quvvatlariga proporsional ravishda to'g'ri taqsimlanishi transformatorlar normal holda parallel ishlashining asosiy belgilari hisoblanadi.

Avtotransformatorlar. Avtotransformatorlarda birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar elektr jixatdan o'zaro bog'langan bo'lib, ikkilamchi chulg'am birlamchi chulg'amning bir qismini tashkil etadi. Avtotransformatorlar bir fazali va uch fazali qilib ishlab chiqariladi. Bir fazalilari laboratoriya avtotransformatorlari (LATR) tarzida keng qo'llaniladi. Uch fazali avtotransformatorlarning quvvati bir fazalilarga qaraganda katta bo'lib, chulg'amlari moyli bakka tushirilgan bo'ladi.

Avtotransformatorlar kuchlanishni keng doirada o'zgartiriladigan joylarda ishlatiladi. Ular kuchlanishni orttirib yoki pasaytirib beradi rasm-8 a, b. Kuchlanishni orttirib beruvchi avtotransformatorning sxemasidan ko'rinadiki, (a)



32-Rasm. a va b da kuchlanishni orttiruvchi va pasaytiruvchi avtotransformatorlarning sxemalari ko'rsatilgan.

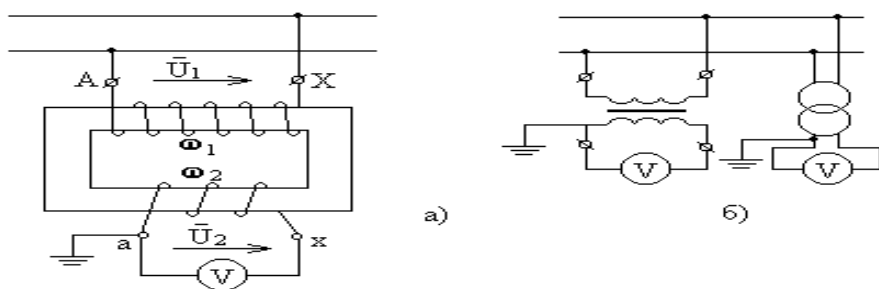
birlamchi kuchlanish U_1 avtotransformator chulg'amlarining bir qismiga berilib, ikkilamchi kuchlanish U_2 uning ikkilamchi chulg'amidan olinmoqda kuchlanishni pasaytirib beruvchi avtotransformatorlarda (8-b) birlamchi kuchlanish U_1 (ikkala) butun chulg'amga berilib, ikkilamchi kuchlanish U_2 butun chulg'amning bir qismidan olinadi.

Agar chulg'amning barcha o'ramlar $\omega_1 + \omega_2$ bo'lib, shaxoblangan o'ramlari ω_2 bo'lsa, u holda orttiruvchi va pasaytiruvchi avtotransformatorlarning transformatsiya koefitsientlari tegishli $k = (\omega_1 + \omega_2) / \omega_2$ (orttiruvchi) va $k = \omega_2 / (\omega_1 + \omega_2)$ (pasaytiruvchi) tarzda ifodalanadi.

O'lchash transformatorlari

O'zgaruvchan tokning yuqori kuchlanishli zanjirlariga ulanadigan o'lchov asboblarning o'lchash chegaralarini kengaytirish maqsadida kuchlanish va tok transformatorlaridan foydalaniladi, chunki bunday zanjirlarda o'lchash chegaralarini qo'shimcha qarshilik va shuntlar yordamida kengaytirish mumkin emas, negaki o'lchash asboblarning chulg'amlari yuqori kuchlanish ostida bo'lib, undan foydalanishda xizmat ko'rsatuvchi shaxs hayoti uchun katta xavf tug'iladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoq va asbob uskunalarini himoya qilish uchun turli himoya relarlardan foydalaniladi. Ular ham tarmoqqa o'lchash asboblari kabi tok va kuchlanish transformatori yordamida ulanadi.



33-Rasm. Kuchlanishni o'lchash transformatorining zanjirga ulanish sxemasi.

Kuchlanishni o'lchash transformatori. Yuqori kuchlanishli birlamchi chulg'amning o'ramlar soni nisbatan ko'p bo'lib, tarmoqqa parallel ulanadi, ya'ni o'lchanadigan kuchlanish bevosita ta'sir ettiriladi. Ikkilamchi chulg'amning o'ramlar soni nisbatan kam bo'lib, unga voltmeter, vattmetr, schyotchik va boshqa asboblarning kuchlanish g'altaklari ulanadi.

Kuchlanish transformatorlaridagi birlamchi chulg'amning nominal kuchlanishi yuqori kuchlanishli tarmoqning yoki qurilmaning nominal kuchlanishiga, ikkilamchi chulg'amning nominal kuchlanishi esa 100 V ga teng qilib olinadi. Kuchlanish transformatorlari bir fazali va uch fazali qilib ishlab chiqariladi. Bunday transformatorlarning transformatsiya koeffitsienti:

$$k_u = \frac{U_{1nom}}{U_{2nom}} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Kuchlanish transformatorlarining past kuchlanishli ikkilamchi zanjirida o'ta yuklanish yoki qisqa tutashishdan saqlanish maqsadida himoya saqlagichlar o'rnatiladi. Ayrim sabablarga ko'ra yuqori kuchlanishli chulg'am izolyatsiyasi shikastlansa, uning transformatorga tegib qolish havfi tug'iladi. Bunday falokatning oldini olish uchun kuchlanish transformatorining past kuchlanishli chulg'ami va temir o'zagi yerga ulangan bo'ladi.

Tokni o'lchash transformatori kuchli toklarni kuchsiz tokka aylantirishda transformatorni ishlatiladi. Bunday transformatorlar birlamchi chulg'amning o'ramlari soni ko'p bo'lmay, asosiy elektr zanjiriga ketma-ket ulanadi va o'lchanadigan tok u orqali o'tadi. Ikkilamchi chulg'amning o'ramlar soni nisbatan ko'p bo'lib, unga o'lchov asboblari (ampermetr, vattmetr, schyotchiklarning tokli g'altaklari) ketma-ket ulanadi.

Tok transformatorining transformatsiya koeffitsienti quyidagicha ifodalanadi:

$$k_1 = \frac{I_{1nom}}{I_{2nom}} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

Ikkilamchi chulg'amning nominal toki 5 amperga mo'ljallangan bo'lib, unga ulanadigan elektr o'lchov asboblari birlamchi chulg'amdan o'tadigan tokka moslab darajalanadi. Ulanadigan o'lchash asbobining elektr qarshiligi unchalik katta bo'lmaydi. SHuning uchun tok transformatori, ko'pincha qisqa tutashuv rejimida ishlaydi. Demak, tok transformatorlarini ishlatishda ikkilamchi chulg'amga ulangan yuklamaning qarshiligi nominaldan oshmasligi shart. Birlamchi zanjirdan tok o'tib turganda ikkilamchi zanjir aslo uzilmasligi va ochilib qolmasligi kerak. Mabodo ikkilamchi zanjir uzilsa, tok transformatoridagi magnit oqimi kuchayib ketib, ikkilamchi chulg'am uchlarida hayot uchun xavfli kuchlanish yuzaga keladi. SHuning uchun tok transformatorning ikkilamchi chulg'ami elektr o'lchov asboblari ulangan yoki qisqa tutashgan bo'lishi shart.

Sinov savollari

- 1.Transformatorning qaysi chulg'ami birlamchi va qaysinisi ikkilamchi chulg'am deyiladi?
- 2.Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti qanchaga teng?
- 3.Transformatorda energiya uzatilishida qanday isroflar bo'ladi?

- 4.Qanday sharoitlarda transformator o'rniga avtotransformator ishlatgan ma'qul?
- 5.Transformatorning ish rejimlari.
- 6.Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash printsipti.
- 7.Transformatorlardagi quvvat isrofi va ularning FIK.
- 8.Transformatorning nominal kattaliklari.
- 9.Avtotransformatorlar.

6-Modul: O'zgarmas tok elektr mashinalari (4-soat)

12-Mavzu: Asinxron mashinalar

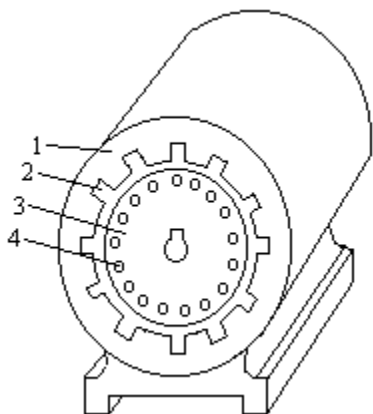
Asinxron mashina o'zgaruvchan tok mashinasi bo'lib, uning ishlash printsipti aylanuvchan magnit maydoni hodisasiga asoslangandir. Asinxron mashinalar ham generator, ham dvigatel sifatida ishlatilishi mumkin. Asinxron dvigatelning tuzilishi oddiy, ishlatish qulay, energetik va mexanik xarakteristikalarini yaxshi bo'lgani uchun sanoatda ishlatilayotgan elektr dvigatellarni 80%-dan ko'prog'ini asinxron dvigatellar tashkil etadi. Asinxron dvigatellar bir, ikki va uch fazali qilib yasaladi. Uch fazali asinxron dvigatellar metall kesish, yog'ochni qayta ishlash dastgohlarini, ko'tarma kranlar, liftlar, ventilyatorlar, nasoslar va boshqa mexanizmlarni harakatga keltirishda ishlatiladi.

Bir fazali asinxron dvigatellarning quvvati odatda 0,5 kV-dan oshmaydi. Undan avtomatik boshqarish sistemalarida, uy ro'zg'or mashinalarida foydalaniladi. Asinxron mashinalar chastota o'zgartirgich, kuchlanish o'zgartirgich va faza o'zgartirgich sifatida ham qo'llaniladi.

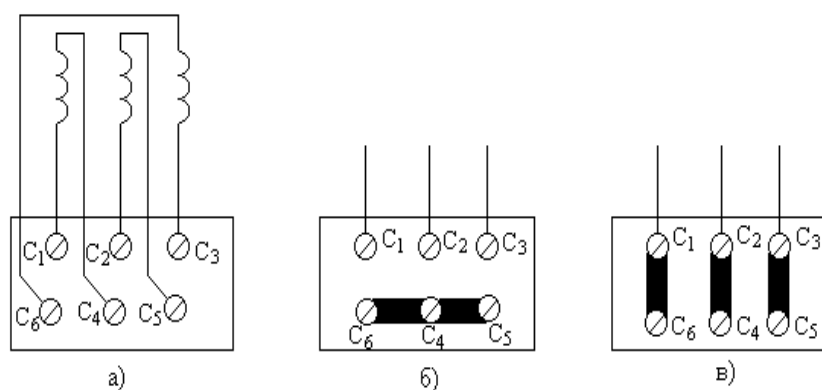
Asinxron dvigatelning tuzilishi

Barcha elektr mashinalar kabi asinxron dvigatellar ham ikki asosiy qism: qo'zg'almas qism stator va qo'zg'aluvchan qism rotordan iborat. Stator stanina, po'lat o'zak va statorning pazlariga joylashtirilgan uch fazali chulg'amlardan iborat. Stanina cho'yandan yoki alyuminiydan tsilindrsimon shaklda yasalgan bo'lib, uning ichiga statorning po'lat o'zagi mahkamlanadi. Stanina mashinani tashqi mexanik ta'sirlardan saqlash uchun xizmat kiladi. Asinxron dvigatel ishlayotganida uni yaxshiroq sovutish maqsadida stanina qovirg'ali qilib yasaladi.

Statorning tsilindrsimon po'lat o'zagi qalinligi 0,35-0,5 mm li o'zaro maxsus tok bilan izolyatsiyalangan elektrotexnik po'lat plastinalar to'plamidan iborat. Stator po'lat o'zagini ichki sirtida stator uzunligi bo'yicha ketgan pazlarga stator chulg'amlari joylashtirilgan.



34-Rasm. Asinxron dvigatelning tuzilishi.

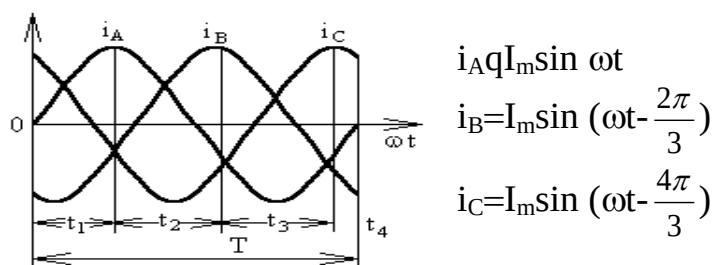


35-Rasm. Stator chulg'amlarining ulanishi.

Stator chulg'ami izolyatsiyalangan mis simdan yasalgan bo'lib, stator pazlariga $2\pi/3$ burchak ostida joylashtiriladi. CHulg'amlarning bosh va oxirgi uchlari «klemmlar qutichasiga» chiqarilgan bo'ladi. CHulg'am uchlari ochiq qoldirilishi uni tarmoq kuchlanishining qiymatiga qarab «yulduz» yoki «uchburchak» sxemada ulashga imkon beradi (rasm-20 a, v). Rotor dvigatelning aylanish o'qiga mahkamlangan bo'lib, uning po'lat o'zagi ham statorniki kabi qalinligi 0,35 yoki 0,5 mm li po'lat plastinalar to'plamidan iborat. Po'lat o'zak dvigatelning o'qiga maxkamlanadi. Po'lat o'zak plastinkalaridagi pazlar rotor ariqchalarining tashkil etib, unga rotor chulg'amlari joylashtiriladi.

Rotor chulg'ami «yulduz» sxemada ulanib, chulg'amning bosh uchlari asinxron dvigatelning o'qiga mahkamlangan kontakt xalkalar bilan tutashtirilgan. Kontakt xalkalari esa grafit cho'tkalar yordamida dvigateldan tashqariga o'rnatilgan uch fazali yurgizish reostati bilan birlashtiriladi. Yurgizish reostati R_{yur} dvigatel ishlaganda rotor chulg'amining qarshiligi va shu bilan birgalikda rotor tokini boshqarish uchun xizmat qiladi.

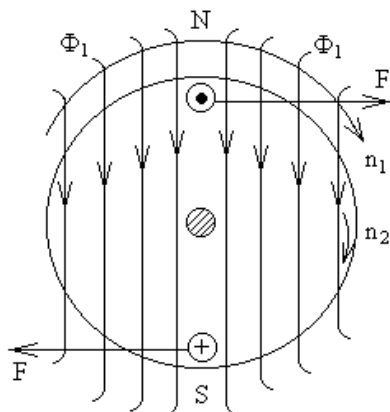
Uch fazali tok sistemasi yordamida aylanuvchan magnit maydonini hosil bo'lishi. Aylanuvchan magnit maydonni hosil bo'lishini statorining pazlariga uch fazali chulg'am joylashtirilgan asinxron dvigatel misolida ko'rib chiqamiz. Agar stator chulg'ami uch fazali kuchlanish manbaiga ulansa, chulg'am orqali uch fazali tok o'ta boshlaydi (36-rasm).



36-Rasm. Stator chulg'amidan o'tayotgan toklarning vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi.

Har bir chulg'amdan o'tayotgan tok vaqt bo'yicha sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchi magnit yurituvchi kuch (MYuK) F_A , F_B va F_C larni hosil qiladi ($F=I_w$).

Grafikdan ko'rinib turibdiki, $t=t_1$ lahzada A fazasidagi tok $i_A=I_m$ qolgan fazalarda esa $i_B=-\frac{I_m}{2}$,



37-Rasm. Aylanuvchan magnit maydoning o'q chizig'ida joylashgan rotor chulg'amidagi tokning yo'nalishi.

$i_C=-\frac{I_m}{2}$ bo'ladi. Ushbu faza toklari hosil qilgan MYuK-larni qiymatlari $F_A=F_m$, $F_B=F_C=-\frac{F_m}{2}$ Vaqt $T/3$ qiymati o'zgargandan keyin, ya'ni $t_2=t_1+\frac{2\pi}{3}$ da (rasm-22). Faza chulg'amlari orqali o'tayotgan toklarning qiymati va yo'nalishi o'zgarib, $i_A=i_C-\frac{I_m}{2}$ va $i_B=I_m$ bo'ladi. Vaqtning $T/3$ ga o'zgarishi natijasida MYuK vektori 120° ga buriladi, ya'ni MYuK vektori bir davr mobaynida bir marta to'liq aylanadi. Umumiy MYuK-ni yo'nalishi esa har doim toki maksimal qiymatga ega bo'lgan fazani MYuK yo'nalishi bilan mos tushadi. SHunday qilib, aylanuvchan magnit maydonini hosil qilish uchun, birinchidan chulg'amlar fazada o'zaro ma'lum bir burchakka siljigan, ikkinchidan esa shu chulg'amlar orqali o'tayotgan toklar ham ma'lum bir faza siljish burchagiga ega bo'lishi kerak. Yuqoridagi shartlarni birortasi bajarilmasa magnit maydoni hosil bo'lmaydi.

Sinov savollari

1. Uch fazali toklar sistemasi yordamida aylanuvchan magnit maydonni hosil qilish?
2. SHu maydonning aylanish tezligi?
3. Asinxron dvigatelning tuzilishi va ishlash printsipi?
4. Sirpanish nima?
5. Asinxron dvigatelning rotor qurilmasini turlari?
6. Rotorning aylantiruvchi momenti?
7. Asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi?
8. Asinxron dvigatelni ishga tushirilishini xossalari?
9. Faza rotorli dvigatelni ishga tushirish?
10. Avtotransformatorli ishga tushirish?

11. Asinxron dvigatelni yulduz sxemadan uchburchakka o'tkazib ishga tushirish?
12. Asinxron dvigatelni reverslash va tezligini rostlash?
13. Bir fazali asinxron dvigatellar?

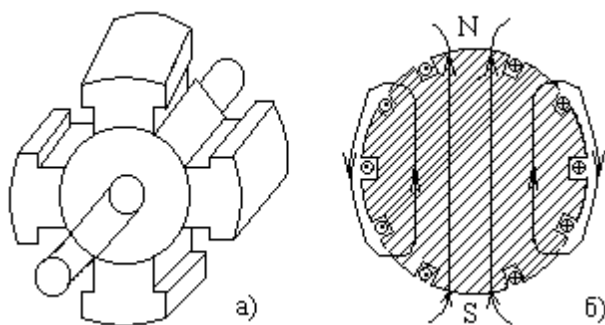
13-Mavzu: Sinxron mashinalar

Sinxron mashinani tuzilishi va ishlash printsipti. Aylanish tezligi (n) o'zgarmas bo'lib, stator tokining chastotasi $f = \mathbf{rn}/60$ nisbatda bo'lgan o'zgaruvchan tok mashinasi sinxron mashina (**SM**) deb ataladi.

Sinxron mashinalar elektr generatorlari, dvigatellari va reaktiv quvvat kompensatorlari sifatida ishlatiladi. Barcha elektr mashinalari kabi ular ham qaytuvchanlik xususiyatiga ega. **SM**-lar, asosan, barcha elektrostantsiyalarda uch fazali elektrogeneratorlari sifatida ishlatiladi. Stator va rotor **SM**-ni asosiy qismlaridir.

SM-ni statorini tuzilishi asinxron mashina-nikidan farq qilmaydi. Rotor elektromagnit bo'lib, uni chulg'amiga val va rotor bilan birga aylanadigan xalqalar orqali o'zgarmas tok beriladi.

Yaqqol ko'rinadigan va yaqqol ko'rinmaydigan qutbli rotor konstruksiyalari mavjud. Yaqqol ko'rinadigan qutbli rotor ajralib turadigan qutblarga ega, tezligi past mashinalar uchun qo'llaniladi (1000-1500 ayl/min).



38-rasm. Sinxron mashinalarining rotorlari.

Yaqqol ko'rinmaydigan qutbli mashinalar, asosan, rotorning aylanish tezligi 1500-3000 ayl/min bo'lganda qullaniladi, chunki bu xolda qutblari yaqqol ko'rinadigan rotorni qutblarini katta markazdan qochadigan kuchlar tufayli ishonchli maxkamlash qiyin. Bunday rotorni qutblari ko'rinmaydi va u tsilindr shakliga ega.

Sekin aylanadigan mashinalarda o'zgaruvchan tokni kerakli chastotasini olish uchun rotor o'nlab qutblarga ega bo'ladi. Yaqqod ko'rinmaydigan qutbli rotorlar ikki va to'rt qutbli qilib tayyorlanadi. Ularni statorini va rotorini chulg'amlari bir xil o'ramlar soniga ega.

Uch fazali sinxron generatorni statorini chulg'amlari odatda yulduz shaklida ulanadi. Val birlamchi dvigatel bilan birlashtiriladi va u generatorni O'zgarmas n_0 tezlik bilan aylantiradi. O'zgarmas tok manbasidan rotor chulg'amiga keladigan

uyg'otuvchi tok I_u noldan qaysidir maksimal qiymatgacha rostanishi mumkin. Bu magnit oqimga proportsional bo'lgan xar xil qiymatdagi **EYuK** olishga imkon beradi. qutblarni shakli shunday konstruksiyalanganki, xosil qilinadigan **EYuK**-ni shakli sinusoidal bo'ladi.

Generator salt ishlaganda statorni bitta fazasida induktivlanadigan **EYuK**-ni effektiv qiymati:

$$E_o = 4,44 k w f F_o.$$

EYuK-ning chastotasi:

$$f = r \cdot n_o / 60.$$

Statorni maydonini aylanish tezligi:

$$n = 60 f / p = 60 p n_o / 60 p = n_o$$

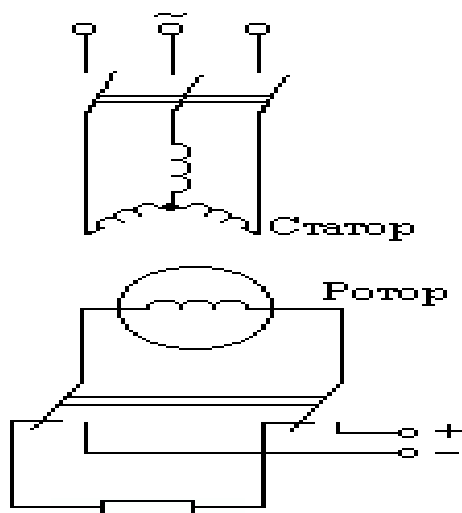
rotorni aylanish tezligiga teng, ya'ni rotor statorni magnit maydoni bilan sinxron aylanadi, shuning uchun mashinani nomi **sinxron**. $f = \text{Gts-ligida } n = n_o$ 3000, 1500, 1000 va xokazo bo'lishi mumkin.

Sinxron mashinani dvigatel va kompensator rejimi:

bu rejimda mashina tarmoqdan tok iste'mol qiladi va uni mexanik energiyaga aylantiradi. Moment yurgizuvchi bo'ladi, generatorda u tormozlovchi edi. Dvigatelda rotor qutblari aylanuvchi maydonni ortida bo'ladi, maydon rotorni tortadi va $n = n_o$. Yuk momenti bunda sinxron mashina hosil qilishi mumkin bo'lgan momentni maksimal qiymatidan oshmasligi kerak. Aks xolda tezliklarni sinxronligi buziladi, tezlik pasaya boshlaydi, tokni va momentni yo'l qo'yib bo'lmaydigan tebranishlari paydo bo'ladi va dvigatelni darxol o'chirish kerak. Oddiy tayyorlangan sinxron dvigatellarni tarmoqqa ulab yurgizish imkoniyati yo'q. Tokni ulash vaqtida rotor xarakatsiz. Stator va rotorni qutblarini joylashishi shundayki, xar bir yarim davrda stator tomonidan rotorga ta'sir etuvchi moment yo'nalishini o'zgartiradi. Shuning uchun rotor qisqa muddatli, ishorasi o'zgaruvchan turtkilar ta'sirida bo'lib, O'rnidan qimirlamaydi. Sinxron dvigatelni yurgizish uchun rotorni avval sinxron tezlikka teng yoki unga yaqin tezlikkacha aylantirib yuborish kerak va keyin tarmoqqa ulash kerak. Buni bajarish uchun odatda asinxron yurgizish qo'llaniladi. U shundan iboratki, yurgizish boshlanishida dvigatel asinxron sifatida aylantiriladi. Buning uchun rotor qisqa tutashtirilgan chulg'amga ega.

Yurgizishdan oldin rotor chulg'ami qarshilikka ulab qo'yiladi va unga

o'zgarmas tok berilmaydi. Keyin stator chulg'ami tarmoqqa ulanadi va aylanuvchi magnit maydon xosil bo'ladi. Dvigatel n tezlikkacha tezlaydi. Jarayon asinxron dvigatel yurgizilishiday kechadi



39-rasm. Sinxron dvigatelni asinxron qilib ishga tushirish.

$n = n_0(1 - s)$. Keyin uyg'otish chulg'ami qarshilikdan uziladi va o'z-garmas tok manbasiga ulanadi. Natijada sinxron mashinalarga xos statorni aylanuvchi maydoni va rotor qutblarini o'zaro ta'siri xosil bo'ladi va mashina sinxronlikka kiradi. Sirpanish yo'qligida yurgizuvchi chulg'amda toklar xosil bo'lmaydi. Uyg'otish chulg'ami qarshilikka ulanganda aylanuvchi maydon unda katta **EYuK**-ni xosil qilolmaydi (bu **EYuK** izolyatsiya uchun xavfli). Undan tashqari zanjiri berkitilgan rotor chulg'ami qo'shimcha asinxron kabi ishlaydi va yurgizuvchi moment xosil qiladi. Sinxron dvigatellar konstruktiv jixatidan qisqa tutash-tirilgan rotorli asinxronlardan murakkabroq. Ular uchun o'zgarmas tok manbasi kerak. Yurgizish ancha murakkab, bir necha operatsiyalardan iborat va murakkabroq yurgizuvchi jixozlar zarur. Ammo sinxron dvigatellar kerakli $\cos\varphi$ bilan ishlashlari mumkin, $\cos\varphi$ -ni valdagi yukdan qat'iy nazar uyg'otish tokini rostlab o'zgartirish mumkin. Shunday qilib iste'molchini $\cos\varphi$ koefitsientini ko'tarish mumkin. Buning uchun mashinani o'ta uyg'otish rejimiga o'tkazish kerak, bunda $y_{e0} > U_t$. Bunda mashinani statoridagi tok tarmoq uchun olg'alangan bo'ladi, shu vaqt o'zida tarmoqning asosiy yuklari - asinxron dvigatellar, xar galgiday tarmoq kuchlanishidan faza bo'yicha kechikuvchi tok iste'mol qilishadi. Shuning uchun sinxron dvigatelni olg'alanuvchi toklar bilan ishlatish foydali, chunki bunda ularni reaktiv tashkil etuvchilari qisman bo'lsa ham asinxron dvigatellarini toklarini reaktiv tashkil etuvchilarini kompensatsiyalaydilar. Sinxron dvigatellarni afzalliklariga yana ularni maksimal momenti tarmoq kuchlanishi U_t -ga bog'liqligi kiradi, asinxron dvigatellarda esa bu moment U_t^2 -ga bog'liq. Bu tarmoq kuchlanishini tebranishlarida sinxron dvigatellarni momenti stabilroqligini bildiradi.

Aytilganlarni natijasida xulosa qilish mumkinki, sinxron dvigatellarni katta quvvatli (50-100 kVt) qurilmalarda qo'llash maqsadga muvofiq, ayniqsa kam o'chirib-yurgiziladigan qurilmalarda (quvvatli kompressorlar, o'zgaruvchan tokni o'zgarmasga aylantiruvchi elektromashina O'zgartirgichlari va katta quvvatli nasos stantsiyalari). Reaktiv quvvat generatori sifatida xizmat qilish qobiliyati esa salt rejimda ishlab tarmoqni $\cos\varphi$ -sini ko'taruvchi dvigatellarda keng qo'llaniladi. Bunday mashinalar sinxron kompensatorlar deyiladi. Ularni iste'mol qiladigan quvvati nominal quvvatni 2-3 foizini tashkil qiladi xolos.

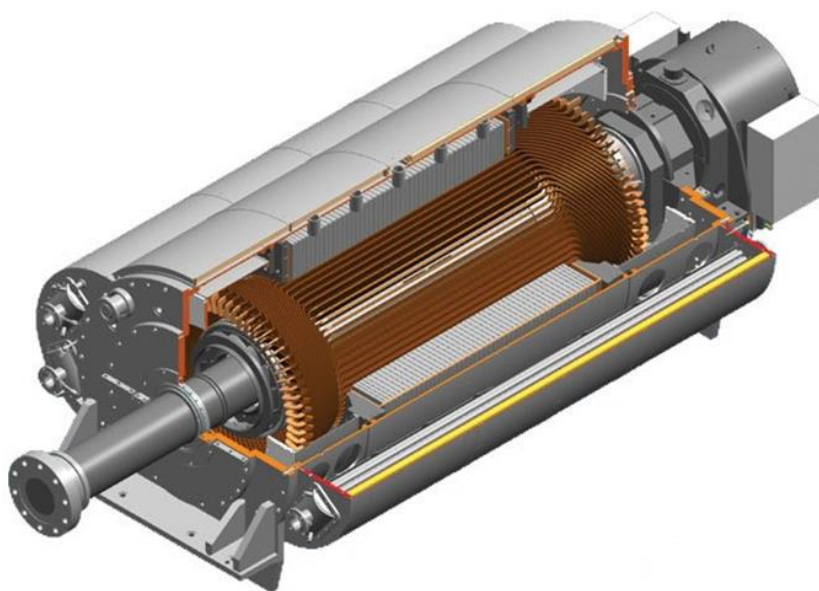
Hozirgi elektr stansiyalarida elektr energiyasi hosil qilish uchun uch fazali o'zgaruvchan tok sinxron generatorlari ishlatiladi. Turbogeneratorlar (birlamchi dvigateli – bug' yoki gaz turbinasi) va gidrogeneratorlar (birlamchi dvigateli - gidroturbina) bo'ladi.

Sinxron elektr mashinalari uchun turg'un ish rejimida agregatning aylanish soni chastotasi (ayl/dak) bilan tarmoq chastotasi f (Gs) orasida aniq muvofiqlik bor:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (1)$$

bunda r - generator statori chulgʻamlarining juft qutblari soni.

Bugʻ va gaz turbinalari aylanish chastotasi katta (3000 va 1500 ayl/dak) qilib chiqariladi, chunki shunda turbogeneratorlar eng yuqori texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlarga ega boʻladi. Odatdagi, yoqilgʻida ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalarida (IEM larda) agregatlarning aylanish chastotasi, odatda, 3000 ayl/dak ni tashkil etadi, sinxron turbogeneratorlarda esa ikkita qutb boʻladi. AES da aylanish chastotasi 1500 va 3000 ayl/dak boʻlgan agregatlar ishlatiladi.



РacM-40. Турбогенетorning qirqmi

Turbogeneratorlar tezyurarligi sababli uning konstruksiyasining oʻziga xos tomonlari boʻladi. Bu generatorlar vali gorizontal joylashadigan qilib tayyorlanadi. Turbogeneratorning katta mexanik va issiqlik yuklamalarida ishlovchi rotori magnit hamda mexanik xossalari yuqori boʻlgan maxsus (xrom-nikelli yoki xrom–nikel-molibdenli) poʻlatdan tayyorlangan yaxlit pokovkadan yasaladi.

Rotorning qutbi aniq boʻlmaydi. Aylanish chastotasi katta boʻlganligi uchun, mexanik mustahkamlikni taʼminlash nuqtai nazaridan, rotorning diametri 3000 ayl/dak uchun 1,1-1,2 m dan ortmaydi. Rotor qobiqining uzunligi ham maʼlum chegaraga ega boʻlib, 6-6,5 m ga teng boʻladi. U val statik egilishining ruxsat etiladigan kattaligi va maʼqul titrash xarakteristikasini hosil qilish shartiga koʻra aniqlanadi.

Rotorning asosiy magnit oqimi oʻtadigan aktiv qismida qoʻzgʻatish chulgʻa-mining gʻaltaklari joylanadigan pazlar frezalanadi. Rotorning har ikki tomonidan uning valiga mashinadagi sovituvchi gazning aylanib yurishini taʼminlaydigan ventilyator oʻrnatiladi.

Turbogenerator statori korpus va oʻzakdan iborat. Korpus payvandlab tayyorlanadi, tashki (torets) tomonlari shchitlar bilan berkitilib, boshqa qismi bilan tutashgan joylari zichlanadi. Stator oʻzagi qalinligi 0,5 mm li poʻlatdan tayyorlangan, izolyasiyalangan listlardan yigʻiladi. Listlar paket koʻrinishida

yig'ilib ular orasida ventilyasiya kanallari qoldiriladi. O'zak ichidagi pazlarga uch fazali, odatda, ikki katlamli chulg'am joylanadi.

Turbogeneratorlarda tinchlantaruvchi chulg'am vazifasini rotorning massiv qobiqi va pazlarda qo'zg'atish chulg'amini berkitib turuvchi metall ponalar o'taydi.

Gidrogeneratorning statori turbogenerator statori konstruksiyasidan prinsipial farq qilmaydi, faqat turbogeneratornikidan farqli o'laroq, ajraladigan qilib tayyorlanadi. U aylana bo'ylab teng ikki - olti qismga bo'linadi, bu esa uni tashishni va montaj qilishni engillashtiradi.

Gidravlik turbinalarning aylanish chastotasi, odatda, nisbatan kichik (60 - 600 ayl/dak) bo'ladi. Suv bosimi qanchalik past, turbina quvvati qanchalik katta bo'lsa, aylanish chastotasi shunchalik kichik bo'ladi. Hidrogeneratorlar shu sababdan sekin yurar va o'lchamlari, massasi katta, shuningdek, qutblari soni ko'p bo'ladi.

Gidrogeneratorlar ayon kutbli rotorli qilib va vali asosan vertikal joylashadigan qilib tayyorlanadi. Quadratli gidrogeneratorlar rotorlarining diametri 14—16 m, statorlarining diametri esa 20—22 m ga etadi.

Qutblarda qo'zg'atish chulg'amlaridan tashqari dempferlovchi chulg'am ham joylanadi, u qutblar uchidagi pazlarga joylashtiriladigan va rotor chetiga tutashtiriladigan mis halqa yordamida sterjenlardan hosil qilinadi. Bu chulg'am agregat rotorining generator yuklamasining keskin o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan har qanday uyg'otilishida hosil bo'ladigan tebranishlari tinchlantirish uchun xizmat qiladi.

Generatorlarning nominal parametrlari. Generatorni ishlab chiqaruvchi zavod uni ma'lum ruxsat etilgan uzoq muddatli ish rejimiga mo'ljallaydi va bu rejim nominal rejim deb ataladi. Bu ish rejimi generatornang nominal ma'lumotlari degan nom bilan yuritiladigan va uning yorlig'ida hamda mashina pasportida ko'rsatiladigan parametrlar bilan xarakterlanadi.

Generatorning nominal kuchlanishi-nominal rejimda stator chulg'aming liniya (fazalararo) kuchlanishidir.

Normal sovitish parametrlari (sovituvchi gaz va suyuqlikning temperaturasi, bosimi hamda sarfi) da va generator pasportida ko'rsatilgan quvvat hamda kuchlanishning nominal qiymatlarida generatorning uzoq muddat normal ishlashiga ruxsat etiladigan tok qiymati generator statorining nominal toki deb ataladi.

Generatorning to'la nominal quvvati quyidagi formuladan aniqlanadi (kVA):

$$S_{HOM} = \sqrt{3}U_{HOM}I_{HOM}, \quad (2)$$

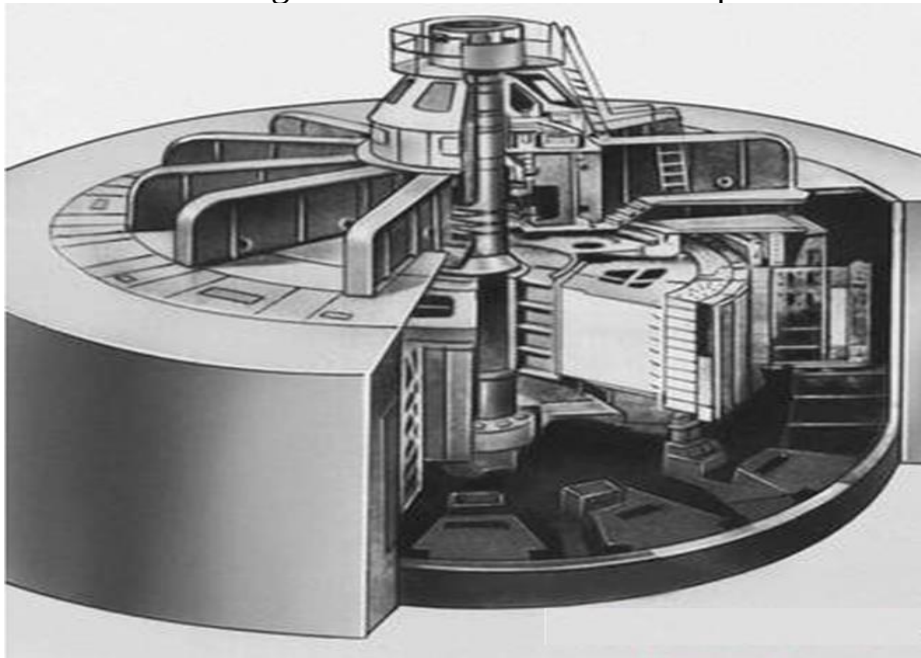
generatorning aktiv nominal quvvati uning turbina bilan komplektda uzoq muddat ishlashi uchun mo'ljallangan eng katta aktiv nominal quvvatdir.

Aktiv nominal quvvat quyidagi ifodada aniqlanadi (kVt):

$$P_{HOM} = S_{HOM} \cos \varphi_{HOM} \quad (3)$$

Turbogeneratorlarning nominal quvvati standartlardagi quvvatlar qatoriga to'g'ri kelishi kerak. Yirik gidrogeneratorlarning nominal quvvatlari shkalasi standartlashtirilmagan.

Rotorning nominal toki - generatorning eng katta qo'zg'atish toki bo'lib, statorning kuchlanishi nominal miqdoridan 5% atrofida o'zgarib turganida va nominal quvvat ko'effitsientida generator shu tokda nominal quvvat bera oladi.



Rasm-41. Gidrogeneratorning qirqimi

Nominal quvvat ko'effitsienti standartga muvofiq 125 MVA va undan kichik quvvatli generatorlar uchun 0,8; quvvati 588 MVA gacha bo'lgan turbogeneratorlar va 360 MVA gacha bo'lgan gidrogeneratorlar uchun 0,85; ancha quvvatli mashinalar uchun 0,9 qabul qilinadi. Kapsulali gidrogeneratorlar uchun, odatda, $\cos \varphi \approx 1$.

Har qanday generator nominal yuklama va nominal quvvat ko'effitsientidagi FIK bilan xarakterlanadi. Hozirgi generatorlarda nominal FIK 96,3—98,8% atrofida o'zgarib turadn.

Keyingi yillarda vali gorizontal joylashgan, kapsulli generator deb ataluvchi gidrogeneratorlar ishlatila boshlangan. Bunday generatorlar tashqi qismini turbina orqali keladigan suv yuvib o'tadigan suv o'tmaydigan qobiq (kapsula) ga joylanadi. Kapsulali generatorlar bir necha o'nlab megavolt-amper quvvatga mo'ljallab tayyorlanadi. Bular ayon qutbli nisbatan sekin yurar ($n = 60...150$ ayl/min) hisoblanadi.

Elektr stansiyalarida ishlatiladigan sinxron generatorlarning boshqa tiplari ichida ichki yonuv dizel dvigatellari bilan biriktiriladigan dizel-generatorlarni aytib o'tish lozim. Bular ayon qutbli vali gorizontal joylashgan mashinalardir. Porshenli mashina singari dizel ham notekis burovchi momentga ega bo'lganligi uchun dizel-generator maxovik bilan ta'minlanadi yoki uning rotori aylanma momenti katta qilib tayyorlanadi

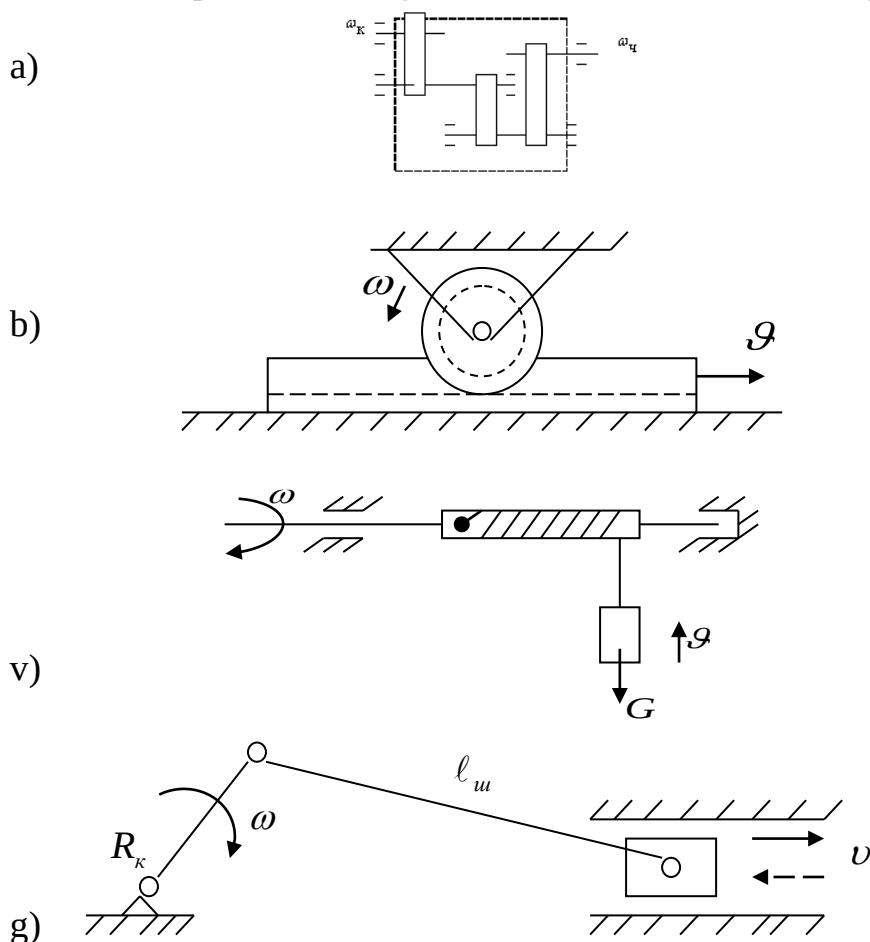
Sinov savollari

1. Turbonegeneratorlarning ishlatilish sohalarini tushuntirib bering.
 2. Turbogeneratorlarning tuzilishi?
 3. Turbonegeneratorning nominal parametrlariga nimalar kiradi?
- Gidrogeneratorning konstruksiyasining o'ziga xos tomonlari

7-Modul: Elektr yuritmalar, elektr ta'minoti (6-soat)

14-Mavzu. Elektr yuritmalar va ular haqida umumiy tushunchalar

Elektr yuritma mexanizmining ijro organi foydali ish bajarish uchun mexanik energiyani mexanik bo'g'inlar orqali dvigateldan oladi. Umumiy xolda elektr yuritma mexanika qismi rotor (yakor) R uzatish qurilmasi UQ va ijro organ IO dan iborat. Rotor (yakor) inertiya momentiga ega bo'lib mexanik energiya manbasi yoki iste'molchisi bo'ladi. Uzatish qurilmalari yordamida tezlik o'zgartirilishi mumkin. Uzatuvchi qurilmalar reduktorli, tishli reykali, trosli barabanli, krivoship-shatun mexanizmlari, zanjirli yoki tasmali bo'ladi. Rasm 1-1 da uzatish qurilmalarining kinematik sxemalari ko'rsatilgan.



42- Rasm . Uzatish qurilmalarining kinematik sxemalari.

a - reduktorli uzatgich; b – tishli reykali uzatgich; v – trossli barabanli uzatgich;
g – krivoship – shatun mexanizmlil uzatgich;

1.2. Statik va inertsia momentlari

Mexanik uzatmadagi momentlar va kuchlar ishqalanish kuchlari bilan birgalikda statik momentni hosil qiladi. Statik moment o'z xarakteriga qarab aktiv va reaktiv momentlarga bo'linadi. Aktiv statik moment mexanik energiyani tashqi manbalari orqali hosil bo'ladi. Misol uchun yuk ko'tarish, shamol kuchi, elastik jismlarni qisilishida hosil bo'lgan momentlarni olish mumkin. Bu moment har doim bir tomonga yo'nalgan bo'ladi, shuning uchun yuritmaning harakat yo'nalishi o'zgarishi bilan aktiv momentning ta'sir yo'nalishi saqlanib qoladi. Reaktiv statik moment harakat natijasida hosil bo'ladi va harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, hamma vaqt tormozlovchi bo'ladi. Dvigatel yoki ijro organning mexanik quvvatini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$P_M = M \cdot \omega \quad (1.1)$$

Burchak tezligini ma'lum aylanish tezligi orqali ifodalash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\omega = 2\pi n / 60 \quad (1.2)$$

$$n = 60\omega / 2\pi = 9,55 \cdot \omega \quad (1.3)$$

bu yerda: M- moment (n·m); ω - burchak tezlik (rad / s); n – aylanish tezligi (ayl / min).

Inertsia momenti quyidagicha aniqlanadi:

$$J = GD^2 / 4 g \quad (1.4)$$

bu yerda: GD^2 – siltash momenti (kg·m²). Uning qiymati har bir dvigatelning qo'zg'aluvchi qismi uchun ma'lumotnomada keltiriladi.

Dinamik moment mexanizm harakatlanuvchi qismlari (massalari) kinetik energiyasi orqali aniqlanadi va u elektr yuritma tezligi o'zgargan vaqtda hosil bo'ladi. Elektr yuritmaning tezlanishi (aylanayotgan massalarning) natijasida olayotgan yoki uning to'xtashi natijasida berilayotgan quvvati

$$R_{din} = J\omega \left(\frac{d\omega}{dt} \right) \quad (1.5)$$

Ifodani ω ga bo'lib dinamik moment uchun quyidagi ifoda olinadi

$$M_{din} = R_{din} / \omega \quad (1.6)$$

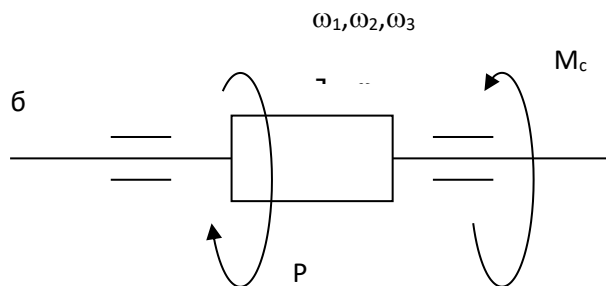
Mexanik zvenolar inertsia momentlarini bitta valga keltirish uchun, real sistema inertsia momentlari ekvivalent inertsia momenti J bilan almashtiriladi.

$$J \frac{\omega_p^2}{2} = J_p \frac{\omega_p^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2} + J_3 \frac{\omega_3^2}{2} \quad (1.7)$$

$$J = J_p + J_{mex} \quad (1.8)$$

Rasm 1-2. da elektr yuritmani real (a) va keltirilgan (b) sxemalari ko'rsatilgan. Elektr yuritma elektr mashina, uzatish quvilmasi va ishchi organdan iborat.





43-Rasm. Elektr yuritmani real va keltirilgan sxemalari.
R-elektr mashina rotori, UK-uzatish qurilmasi
(1-1 rasmda ko'rsatilgan), IO-ishchi organ (mexanizm).

1.3. Elektr yuritmaning harakat tenglamasi

Elektr yuritmaning bir turg'un xolatdan ikkinchisiga o'tishi hamda uni ishga tushirish, to'xtatish, harakat yo'nalishini o'zgartirish elektr yuritmaning o'tish rejimi deb ataladi. Bunda uning tezligi, momenti va undagi tokning qiymati o'zgaradi.

Elektr dvigatelning quvvatini boshqarish sxemasini va apparatlarni to'g'ri tanlash, dvigatelni ishga tushirish va to'xtatish vaqtida elektr energiya sarfini kamaytirish kabi masalalar katta ahamiyatga ega. Masalan, mexanizmning ish unumini oshirish uchun optimal tezlikni tanlash yetarli bo'lmay, balki elektr yuritmaning o'tish rejimining vaqtini kamaytirish ham kerakdir. Elektr yuritmaning o'tish rejimi elektr dvigatelning va ish mexanizmining ishlash dinamikasi bilan bog'langandir.

Elektr dvigatel ishlaganda hosil bo'luvchi aylantirish momenti M elektr yuritmaning turli qismlariga ta'sir etuvchi qarshilik momenti bilan muvozanatlashadi. qarshilik momentlarini paydo bo'lish sabablariga ko'ra quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin:

1. Ish mashinasi ijrochi qismining foydali ish bajarishda (masalan, kesish, yuk ko'tarish, qisish, chuzish, ezish va boshqalar) hosil bo'luvchi momentlar.
2. Ish mashinasi (ijro organi) va uzatish qurilmasi harakatlanuvchi qismlarining ishqalanishidan hosil bo'luvchi momentlar.
3. Ish mashinasi va uzatish qurilmasi harakatlanuvchi qismlarining inertsiasidan hosil bo'luvchi momentlar.

Birinchi va ikkinchi guruh momentlarini *statik qarshilik momenti* (M_K), uchinchi guruh momentini esa *dinamik qarshilik momenti* (M_{DIN}) deyiladi.

Elektr yuritma tizimidagi momentlarning muvozanatlik tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$M = M_K \pm M_{DIN}. \quad (1.9)$$

Dinamik moment. Dinamik (inertsia) moment quyidagi formula bilan topiladi:

$$M_{\text{din}} = J d\omega / dt \quad (1.10)$$

bu yerda: J -mexanik tizimdagi barcha harakatlanuvchi qismlarining dvigatel o'qiga keltirilgan umumiy inertsia momenti, $[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$;

ω -dvigatel o'qining burchak tezligi, $[\text{rad/s}]$.

O'qning burchak tezligi ω ni aylanishlar soni n $[\text{ayl/min}]$ da ifodalab

$$\omega = 2 \pi n / 60$$

dinamik momentning boshqa ifodasini keltirib chiqarish mumkin:

$$M_{\text{din}} = M - M_k = (J / 9,55) \cdot dn / dt. \quad (1.11)$$

Ko'pgina ishlab chiqarish mexanizmlarida inertsia momenti o'zgarmas bo'lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$J = GD^2 / 4g, \quad (1.12)$$

(1.12) ifodani (1.11) ga qo'yib, dinamik moment uchun quyidagi ifodani hosil qilish mumkin:

$$M_{\text{din}} = M - M_k = (GD^2 / 375) \cdot dn / dt. \quad (1.13)$$

(1.11) yoki (1.13) ifoda elektr yuritmaning harakat tenglamasi deb ataladi va (1.13) dan ko'rinadiki:

1. Agar $M > M_k$ bo'lsa, $dn / dt > 0$ bo'lib, yuritma musbat tezlanish oladi va o'z tezligini $M = M_k$ bo'lguncha oshiradi.
2. Agar $M < M_k$ bo'lsa, $dn / dt < 0$ bo'lib, yuritma manfiy tezlanish oladi va o'z tezligini $M = M_k$ bo'lguncha kamaytiradi.
3. Agar $M = M_k$ bo'lsa, $dn / dt = 0$ bo'lib, yuritma o'zgarmas tezlik bilan turg'un rejimda ishlaydi.

Demak, dinamik moment faqat o'tish rejimida paydo bo'ladi. Yuritmaning tezlanishida bu moment harakatga teskari yo'nalgan bo'lib, tezlikning oshishiga qarshilik qiladi, tormozlanishda esa harakat bo'yicha yo'nalib, harakatning davom etishiga yordam beradi.

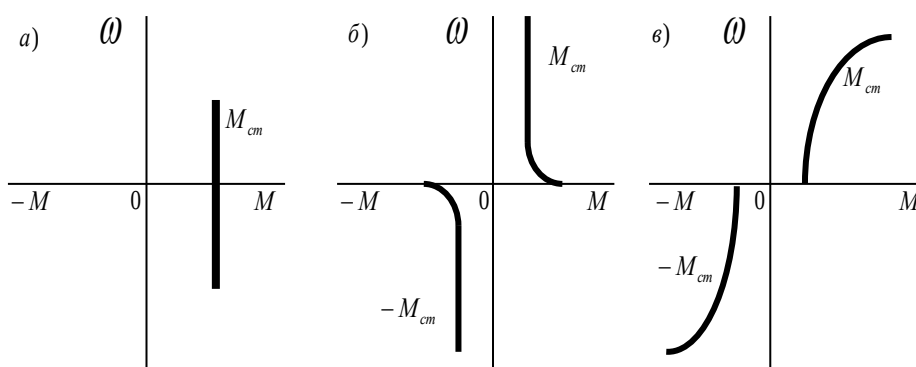
Qarshilik momentini o'z xarakteriga qarab reaktiv va aktiv momentlarga ajratish mumkin. Reaktiv moment qisish, kesish, ishqalanishlar ta'sirida yuzaga kelib, yuritmaning harakatiga qarshilik qiladi va harakat yo'nalishi o'zgarsa, o'z ishorasini o'zgartiradi. Aktiv moment og'irlik kuchi, qayishqoq jismni cho'zish, qisish va burashda hosil bo'lgan qarshilik momentidan iborat bo'lib, yuritma harakatiga qarshilik qilishi va harakat yo'nalishi o'zgarishiga yordam berishi mumkin. U harakatning har ikki yo'nalishida ham o'z ishorasini o'zgartirmaydi. Demak, elektr yuritmaning harakat tenglamasini umumiy xolda quyidagicha yozish mumkin:

$$\pm M \pm M_k = (GD^2 / 375) \cdot dn/dt. \quad (1.14)$$

(1.14) tenglamadagi momentlar ishorasini tanlash dvigatelning ish rejimiga va qarshilik momentining xarakteriga bog'liq. Elektr yuritmaning harakat tenglamasi berilgan rejimda yuritmaning tezligini, yuritmadagi dvigatelni ishga tushirish va to'xtatish vaqtini, berilgan vaqtda ish mashinasini ishga tushirish uchun zarur bo'lgan momentni aniqlash imkonini beradi.

1.4. Elektr yuritmalarning mexanik xarakteristikalari

Elektr yuritmani burchak tezligi ω ning mexanizm momenti M ga bog'liq o'zgarishi $\omega=f(M)$ ga elektr yuritmani mexanik xarakteristikasi deyiladi. Bu xarakteristikani shartli ravishda ish mexanizmining va dvigatelning mexanik xarakteristikalariga ajratish mumkin. Rasm 1-3 da mexanizmlarning mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan. Aktiv statik momentli M_{st} mexanizmlarda (rasm 1-3.a) tezlik yo'nalishi o'zgarganda moment M_{st} yo'nalishi o'zgarmaydi va moment tezlikka bog'liq emas. Reaktiv statik momentli M_{st} mexanizmlarda (rasm 1-3.b, v) tezlik yo'nalishi o'zgarganda, moment yo'nalishi o'zgaradi. Bunday mexanizmlarda burchak tezlik momentga bog'liq xolda o'zgaradi.

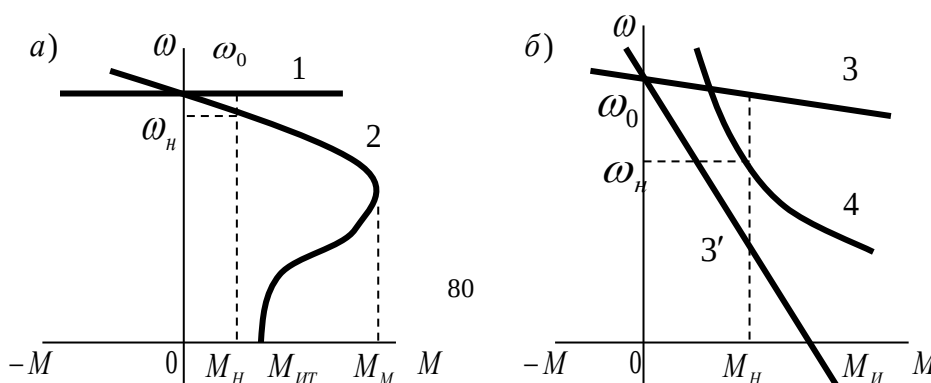


44-Rasm . Mexanizmlarning mexanik xarakteristikalari.
a- aktiv, b, v-reaktiv statik momentli mexanizmlarni
mexanik xarakteristikalari.

Rasm 1-4 da dvigatellarni mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan.

Sinxron dvigatel xarakteristikasi (1) yuklanishga bog'liq emas, demak burchak tezlik o'zgarmaydi. Xarakteristika (2) asinxron dvigatel tezligining momentiga bog'liq o'zgarishini ko'rsatadi, (1-4 a rasm). Parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigateli aylanish tezligi moment ortishi bilan kamayadi va to'g'ri chiziqli xarakterga (3) ega. Ketma-ket o'yg'otishli o'zgarmas tok dvigatelini aylanish tezligi moment ortishi bilan kamayadi va parabola formasiga (4) ega (1-4 b rasm).

Momentning o'zgarishiga bog'liq ravishda aylanish tezligining o'zgarish darajasi dvigatelning turiga bog'liq bo'lib, ularning mexanik xarakteristikalarining «qattiqligi» bilan aniqlanadi. Agar tezlik qancha kam o'zgarsa, xarakteristika shuncha qattiqroq hisoblanadi.



45-Rasm. Dvigatellarni mexanik xarakteristikalar. 1-sinxron, 2-asinxron, 3 va 3'-parallel uyg'otishli o'zgaras tok, 4-ketma-ket o'yg'otishli o'zgaras tok dvigatellari uchun.

Xarakteristikaning qattiqligi (β) moment orttiriasining tezlik orttiriasiga nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni $\beta \propto \Delta M / \Delta n$.

Qattqlik darajasiga qarab elektr dvigatellarning mexanik xarakteristikalarini uchta guruhga bo'lish mumkin:

1. *Mutloq qattqli mexanik xarakteristika*. Bunda momentning o'zgarishi bilan tezlik o'zgaras qoladi ($\Delta M / \Delta n \propto \infty$). Bunday xarakteristika sinxron dvigatelga xosdir.
2. *+attqli mexanik xarakteristikasi*. Bunda momentning o'zgarishi bilan tezlik ham oz miqdorda o'zgaradi (moment M q 0 dan M q M_{nom} gacha o'zgarganda tezlik 5-10% atrofida o'zgaradi). Bunday xarakteristika parallel uyg'otishli o'zgaras tok dvigatellari uchun hamda mexanik xarakteristikaning ish qismida asinxron dvigatellar uchun ham xosdir.
3. *Yumshoq mexanik xarakteristika*. Bunda momentning o'zgarishi bilan tezlik katta miqdorda o'zgaradi. Bunday xarakteristika ketma-ket uyg'otishli o'zgaras tok dvigateliga xosdir.

Stator va rotor zanjirlarida qo'shimcha qarshiliklar bo'lmaganida hosil bo'ladigan xarakteristikalar tabiiy xarakteristikalar deyiladi. Dvigatelning biror parametri (kuchlanish, chastota, magnit oqim, qarshilik) o'zgarganida hosil bo'ladigan xarakteristika sun'iy xarakteristika deyiladi.

Dvigatel mexanik xarakteristikasini aniqlovchi asosiy parametrlar quyidagilardir:

- 1) Boshlang'ich ishga tushirish momenti M_{it}
- 2) Eng katta moment M_m
- 3) Ideal salt aylanish tezligi ω_0 .

Nazorat savollari

1. Elektr yuritma nima?
2. Elektr yuritma qanday qismlardan iborat?
3. Elektr yuritmani qanday turlarini bilasiz?
4. Elektr yuritmaning mexanik qismi nimalardan iborat?
5. MS Statik moment M_{st} ni nimalar hosil qiladi?
6. Inertsia va dinamik momentlar qanday aniqlanadi?
7. Elektr yuritma harakat tenglamasi formulasini yozing va tushuntiring.
8. Mexanik xarakteristika nima?

9. Mexanizmlarning mexanik xarakteristikalarini chizib ko'rsating.
10. MS Dvigatellar mexanik xarakteristikalarini chizib ko'rsating va ularni aniqlovchi kattaliklarni sanab bering.

Mavzu-15. Elektr energiyasini ishlab siqarish.

O'zbekiston energetika tizimi haqida umumiy ma'lumotlar

O'zbekiston energetika tizimida 42 ta elektr stantsiya mavjud bo'lib, o'rnatilgan quvvati 12.300 MVt va yiliga 55 mlrd kVt soat elektr energiya ishlab chiqarish imkoniyatiga ega. IES larning o'rnatilgan quvvati 10.600 MVt, GES larniki 1.700 MVt. O'zbekiston energetika tizimi - Sirdaryo IES (3000 MVt), Yangi Angren IES (2.100 MVt), Toshkent IES (1.860 MVt), Navoi IES (1.250 MVt) kabi yirik IES lardan iborat. Qurilishi tugallanmagan Tolimarjon IES 800 MVt quvvatga ega.

Respublikamizning gidroenergetikasini asosiy kaskadlardan iborat GES lar tashkil qiladi. Ularning eng yirigi O'rta CHirchiq GES kaskadi bo'lib, 3 ta elektr stantsiyani o'z ichiga oladi: CHorvoq GES quvvati 620 MVt, Xojikentsoy GES quvvati 165 MVt va G'azalkent GES quvvati 120 MVt.

O'zbekiston energetika tizimi elektr tarmog'ining uzunligi:

1. kuchlanishi 110 kV -21000 km;
2. kuchlanishi 220 kV-5423 km;
3. kuchlanishi 500 kV-1657 km
4. kuchlanishi 0,4 kV-203120km

Respublikamizda bir yilda 55 mlrd kVt·soat elektr energiya ishlab chikariladi:

IES – 85 % , GES – 14 % , NEM – 1 %

Respublikadagi eng yirik issiklik elektr stantsiyalar

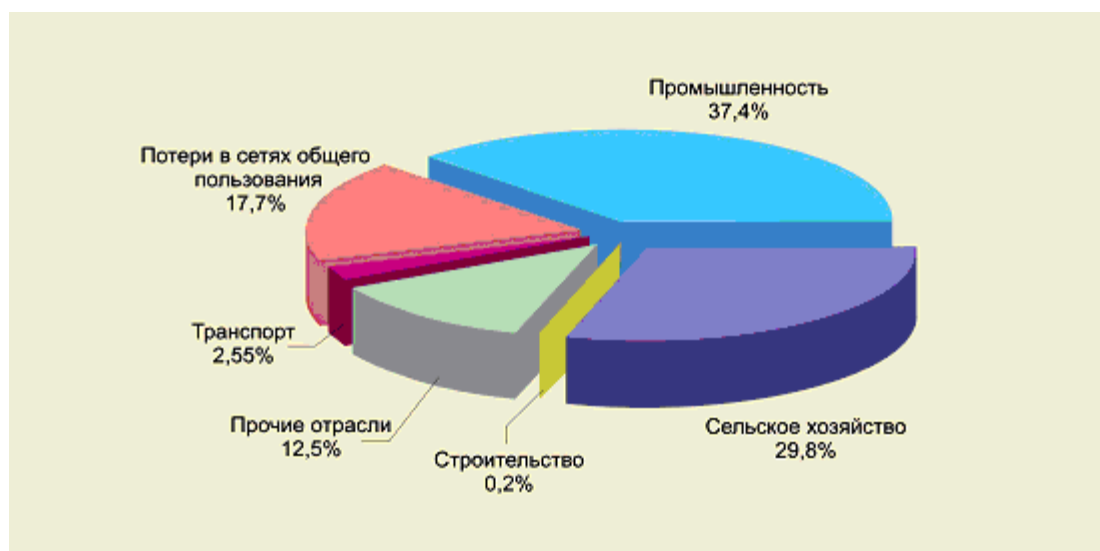
	O'rnatilgan quvvati, MVt	Turbinalar soni	Qurilgan yili	Joylashgan Joyi
Sirdaryo	3000	10	1972-1981	SHirin
Yangi Angren	1800	6	1985-2000	Nurobod
Toshkent	1860	12	1963-1971	Toshkent
Navoiy	1250	11	1963-1981	Navoiy
Angren	484	8	1957-1963	Angren
Taxiatosh	730	5	1961-1990	Taxiatosh
Talimarjon	800	8	2004	Nuriston

Respublikadagi eng yirik gidroelektrstantsiyalar

Nomi	O'rnatilgan quvvati, MVt	Turbinalar soni	Qurilgan yili
CHorvoq GES	620,5	4	1970-1972
Xujakent GES	165	3	1976-1978
Gazalkent GES	120	3	1980-1991
Farxod GES	126	4	1948-1949

Issiqlik elektr markazlari

Nomi	O'rnatilgan quvvati, MVt	Qurilgan yili	Joylashgan shaxar
Farg'ona EM	330	1956-1979	Kirguli
Muborak EM	60	1985-1988	Muborak
Toshkent EM	30	1939-1959	Toshkent



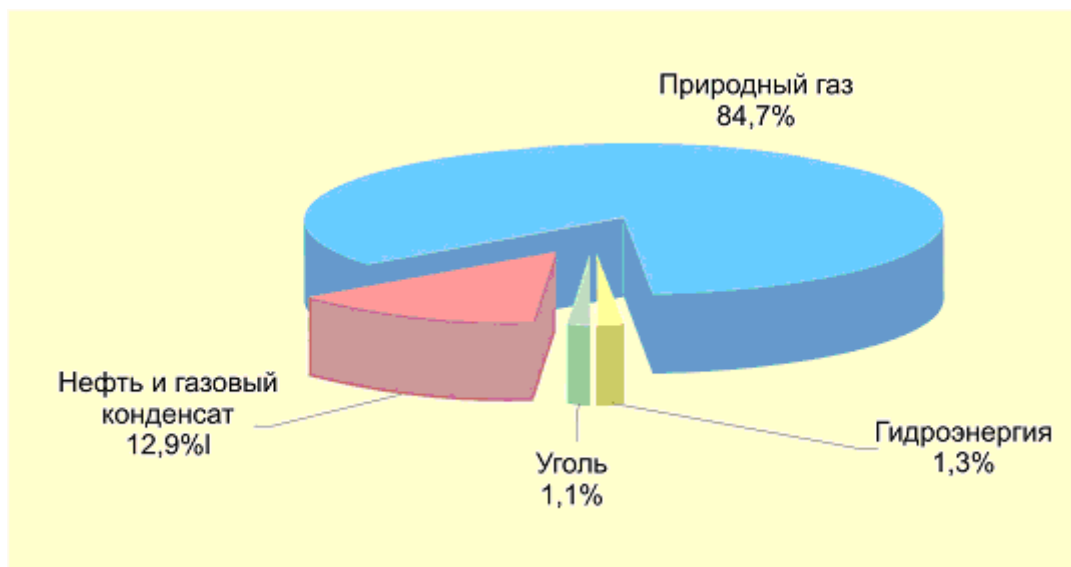
46-rasm. Asosiy elektr energiya istemolchilari

Energiya resurslari

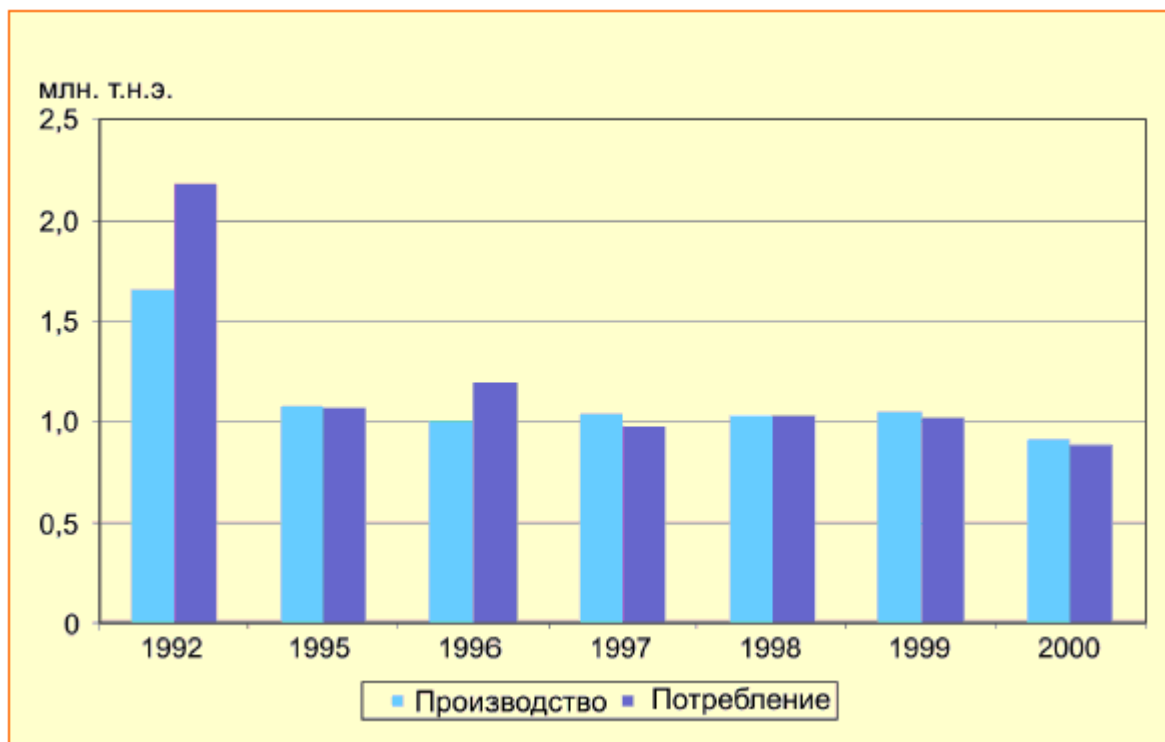
Energiya resurslari: [Qayta tiklanmaydigan va qayta tiqlanadigan](#)

Qayta tiqlanmaydigan: Kumir, gaz, neft

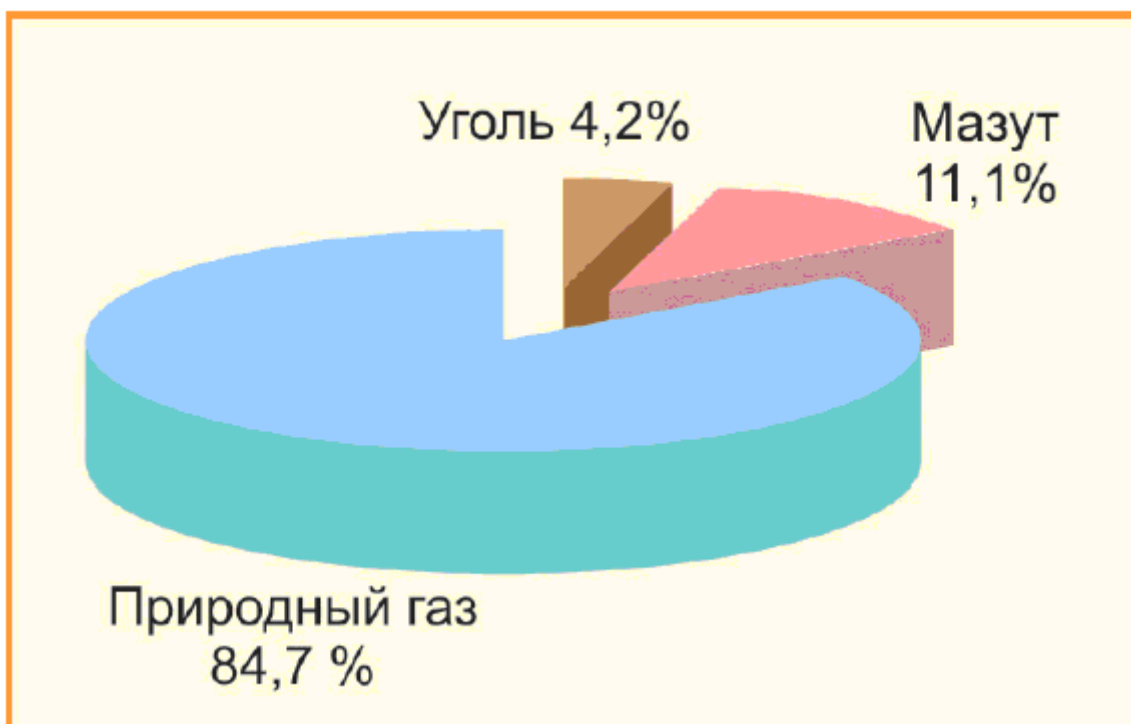
Kayta tiqlanadigan energiya resurslari: Quyosh energiyasi, shamol energiyasi, dengiz to'liqini energiyasi, bioenergiya, geotermal suvlar energiyasi, ishlab chiqarishning ikkilamchi issiqlik energiyalari.



47-rasm. Birlamchi energiya resurslari



48-rasm. O'zbekistonda ko'mir ishlab chiqarish va istemol qilish.



49-rasm. Issiqlik elektr stantsiyalarida istemol qilinayotgan energiya resurslari (2004 y)

Elektr energiyani ishlab chiqarishni an'anaviy usullari:

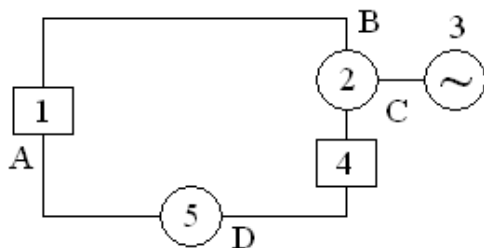
1. Issiklik elektr stantsiyalari;
2. Issiklik elektr markazlari;
3. Gaz trubinali elektr stantsiyalar;
4. Gidroelektr stantsiyalar;
5. Atom elektr stantsiyalari.
- 6.

Issiklik elektr stantsiyalari va issiklik elektr markazlarida elektr energiyani ishlab chiqarish energiyani saqlanish qonuniga asoslanadi. Unga asosan mavjud energiya xech qachon yo'qolmaydi, balki bir turdan boshqa turga o'tishi mumkin. Agar sistemaga issiqlik berilsa uni energiyasi $\Delta U = Q$ ga ortadi. Sistema o'z energiyasining kamayishi va xaroratini pasayishi xisobiga ish bajarishi mumkin. Agar sistemaga uzuliksiz issiqlik berilsa va u ish bajarsa u xolda sistema energiyasi $\Delta U^1 = Q - A$ ga o'zgaradi. Agar sistemaning energiyasi o'zgarmasa $A = Q$ bo'ladi.

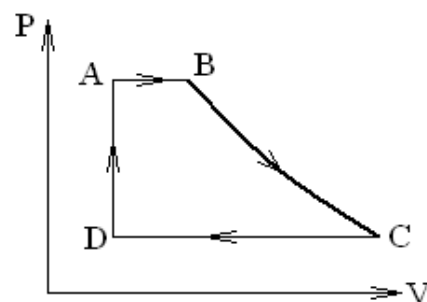
Zamonaviy issiqlik elektr stantsiyalari va issiklik elektr markazlarida suv bug'i yordamida issiqlik ishga aylantiriladi. Bunday tsikl **Renkin tsikli** deyiladi.

Mamlakatimizda **85%** yaqin elektr energiya issiqlik elektr stantsiyalari va issiqlik elektr markazlarida xosil qilinadi. Issiklik elektr stantsiyalarida faqat elektr energiya ishlab chiqariladi, **FIK 28-30%**. Bunday elektr stantsiyalar kondensatsion elektr stantsiyalar deyiladi.

1. Буғ генератори
2. Турбина
3. Эл. генератор
4. Конденсатор
5. Насос



Texnologik sxema.



Ideal Renkin sxemasi

AV – o'zgarmas bosimda xajm ortuvchi oraliq, suvni bug'ga aylanishi
 VS – bug'ni kengayish jarayoni, adiabata bo'yicha
 SD – bug'ni kondensatsiyanishi, suvga aylanishi
 DA – suvni generatorga uzatilishi

Elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqaruvchi issiqlik elektr stantsiyalari issiqlik elektr markazlari (IEM) deyiladi. Issiqlik elektr markazlari asosan sanoat rayonlari va axoli zinch yashaydigan rayonlarga yaqin joylarga quriladi. Issiq suv va bug'ga extiyoji bo'lgan ishlab chiqarish xamda axoli yashaydigan uylarni elektr energiya va issiqlik bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Issiqlik elektr markazlari issiqlik elektr stantsiyalaridan turbinalarda ishlatib bo'lingan bug'ning issiqligidan sanoat ishlab chikarishni extiyoji va axolini issiq suv bilan ta'minlash uchun foydalanishi bilan farq qiladi. **FIK 60-65%.**

Gaz trubinali elektr stantsiyalarning asosini quvvati **25-100 MVt** li gaz trubinalari tashkil etadi. Yonish kamerasiga gaz yoki dizel yonilg'isi purqaladi va kompressor orqali qisilgan havo haydaladi. Qizigan yonish maxsulotlari o'z energiyasini gaz trubinasiga beradi va u generatorni aylantirib elektr energiya hosil qiladi. **FIK 25-35%**

Gidroelektr stantsiyalarda elektr energiyani xosil qilish uchun suv oqimlarining energiyasidan foydalaniladi. **FIK 85-90%.**

Mamlakatimizda **14** foizga yaqin elektr energiya GES larda xosil qilinadi. GESni qurish uchun katta mablag' talab etiladi, ularning kurilish joyi asosan tabiat sharoitlariga bog'lik. GES larda elektr energiyasini xosil qilish texnologiyasi juda oddiy shuning uchun uni avtomatlashtirish oson. GES agregatini ishga tushirish uchun **50** sekund vaqt sarflanadi, shuning uchun energosistemada rezerv quvvat asosan shu agregatlar orqali ta'minlanadi.

Atom elektr stantsiyalari o'z maxiyati bilan issiqlik elektr stantsiyasi xisoblanib ularda yadro reaksiyasining (**U-235**) issiqlik energiyasidan foydalaniladi.

Atom elektr stantsiyasining boshqa issiqlik stantsiyalariga nisbatan bir qator afzalliklari bor, masalan, **reaktorlar va bug' generatorlari shovqinsiz ishlaydi, atmosfera tutun, kul va yoqilg'i changlari bilan ifloslanmaydi**, yoqilg'i sarfi juda kam sarflanadi. Masalan quvvati **5 ming kVt** bo'lgan atom elektr stantsiyasi to'la

quvvat bilan ishlaganda sutkasiga 30 g uran sarflaydi, xuddi shunday quvvatli bug' turbinali elektr stantsiyasi esa sutkasiga 100 tonna ko'mir sarf qilishi, xuddi shunday quvvatli gidroelektr stantsiyasi (GES) o'z turbinalari orqali sutkasiga 14 mln.m³ suv o'tkazishi kerak.

Atom elektr stantsiyalarini yoqilg'i va suv resurslari bo'lmagan rayonlarda qurish maqsadga muvofiqdir.

Mavzu-16.Elektr energiyasini ishlab chiqarish

Issiqlik elektr stantsiyalarida yondirilayotgan yonilg'ini kimyoviy energiyasi bug' generatorida (kozonxona) bug' trubinasini aylantiruvchi suv bug'i energiyasiga aylanadi. Aylanishning mexanik energiyasi generatorda elektr energiyasiga o'zgaradi. Yokilg'i sifatida ko'mir, gaz, mazut, torfdan foydalaniladi.

Issiqlik elektr stantsiyalarini o'z navbatida kondesatsion issiqlik elektr stantsiyalari (KES), issiqlik elektr markazlari (IEM) va gaz trubinali issiqlik elektr stantsiyalariga ajratish mumkin.

KES faqat elektr energiyani ishlab chiqarish uchun, IEM esa elektr energiyani ishlab chiqarish va iste'molchilarni issiq suv va bug' bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi.

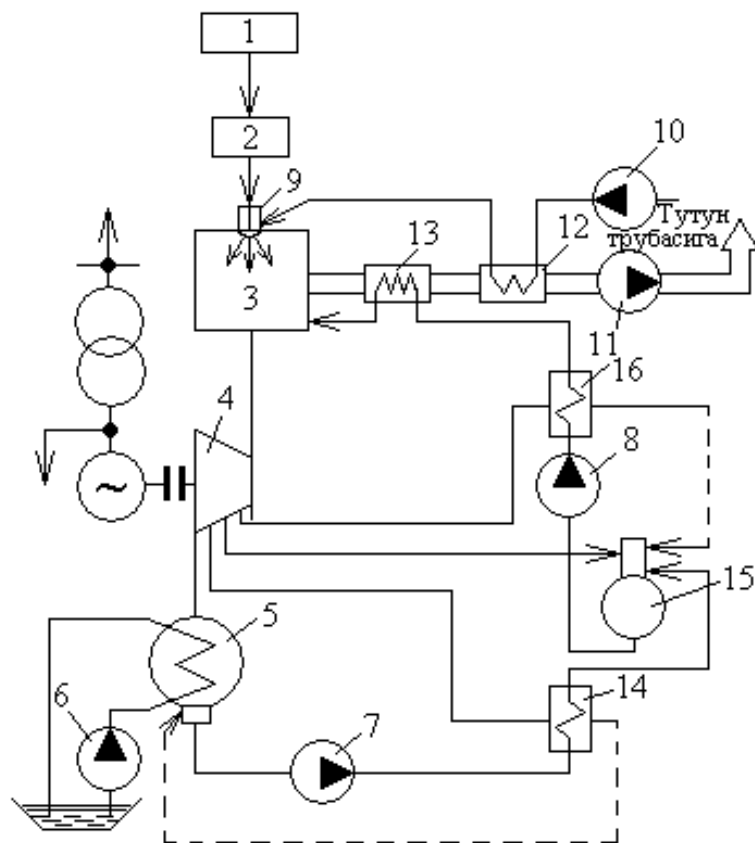
KES lar asosan iste'molchilardan ancha uzoqda joylashadi, shu sababli yuqori va o'ta yuqori kuchlanishdagi quvvat berish va stantsiyani blok printsipida qurish imkononi beradi. 1-rasmda KES ning printsiptial texnologik sxemasi keltirilgan.

Bug' trubinali KES da ME ni elektr energiyaga aylantirib beruvchi agregat turboagregat deyiladi. Turboagregat bitta asosga o'rnatilgan 3 ta mashinadan–bug' turbinali, sinxron trubogenerator va generator qo'zg'atkichdan tuzilgan va ularni vallari o'zaro birlashtirilgan.

Qozonxonadan kelayotgan bug' (xarorati – 600 °S, bosimi –30 MPa) turboagregatni xarakatga keltiradi. Qo'zg'atkich generator rotorini chulg'amini o'zgaras tok bilan ta'minlaydi. Rotorda xosil bo'lgan magnit maydoni stator chulg'amini kesib o'tib unda EYuK xosil qiladi. Bug' trubinali SG lari bir (ikki) juft qutbli bo'ladi. CHastotasi 50 Gts o'zgaruvchan tok xosil qilish uchun minutiga 3000 (1500) marta aylanishga mo'ljallangan. Ishlatilgan bug' trubinadan kondensatorga keladi va uni bosimi 3 – 4 atm. gacha kamayadi, bug' suvga aylanadi. Generatorni normal haroratda saqlab turish uchun havo yoki vodorod sistemali sovitish tizimi qo'llaniladi.

KESda agarda ko'mirni yonishi natijasida olingan energiyani 100 % desak:

- 1. Elektr energiyaga aylantiriladi – 30 %**
- 2. Kondensatordagi isrof – 50 %**
- 3. Qozonxonadagi isrof – 12 %**
- 4. Quvurlarda isrof – 2 %,**
- 5. turbogeneratorida isrof – 6 %**



51-rasm. KES ning printsiyal texnologik sxemasi.

1-yoqilg'i ombori va yoqilg'i uzatish sistemasi; 2-yoqilg'i tayyorlash sistemasi; 3-bug' generatori; 4-turbina; 5-kondensator; 6-tsirkulyatsion nasos; 9-bug' yeneratorining gorelkasi; 10-ventilyator; 11-tutun so'rgich; 12-havo isitkich; 13-suv konomayzeri; 14-past bosimli suv isitkich; 15-deaerator; 16-yuqori bosimli isitkich.

Issiqlik elektr markazlari. KESlarda elektr energiyasini ishlab chiqarishda katta isroflarga (70 %) yo'l qo'yiladi. SHu bilan bir qatorda xalq xo'jaligini turli soxalarida (ximiya sanoati, to'qimachilik, oziq-ovqat, metallurgiya) issiqlikdan texnologik maqsadlar uchun foydalaniladi. Yashash uylari uchun issiq suv talab etiladi. Mamlakatimizda yoqilg'ining yarmidan ko'prog'i korxonalarning issiqlik extiyojlari uchun sarf qilinadi. Issiqlik energiyasiga bo'lgan extiyojni kichik quvvatli qozonxonalardan foydalanib qondirish ko'p xollarda maqsadga muvofiq emas. Yuqoridagi muammolarni yechish maqsadida issiqlik elektr markazlari tashkil etilgan.

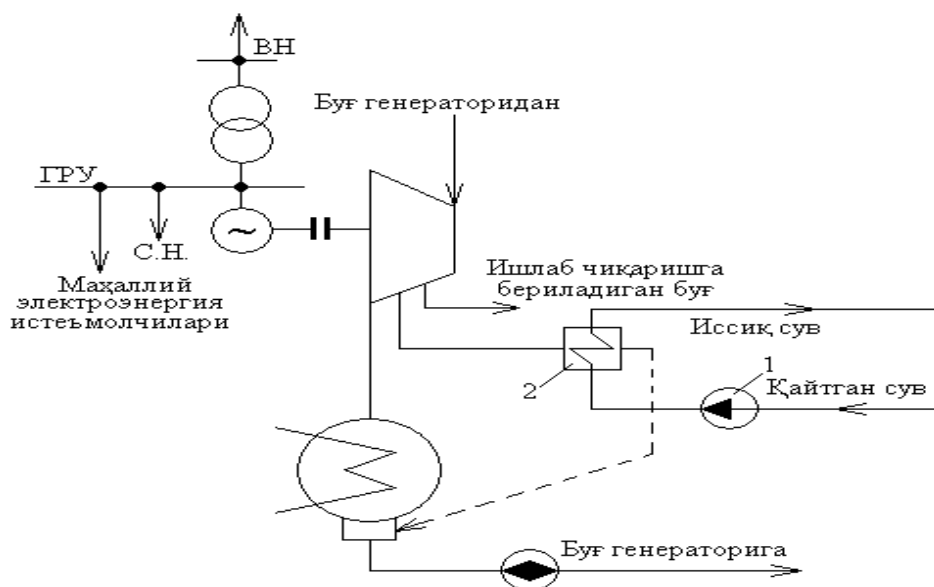
Elektr energiya va issiqlik energiyasini ishlab chiquvchi issiqlik elektr stantsiyalari issiqlik elektr markazlari (IEM) deyiladi.

IEMlarda iste'molchilar uchun lozim bo'lgan parametrdagi bug'ni olish uchun maxsus turbinalardan foydalaniladi. Bunday turbinalarda bug' turbinani xarakatga keltiradi va parametrlari (T,R) pasaygan bug'ning bir qismi issiqlik

energiyasi sifatida iste'mol qilish uchun olinadi, qolgan qismi turbinadan kondensatorga uzatiladi. 2 rasmda IEM ning texnologik sxemasi keltirilgan.

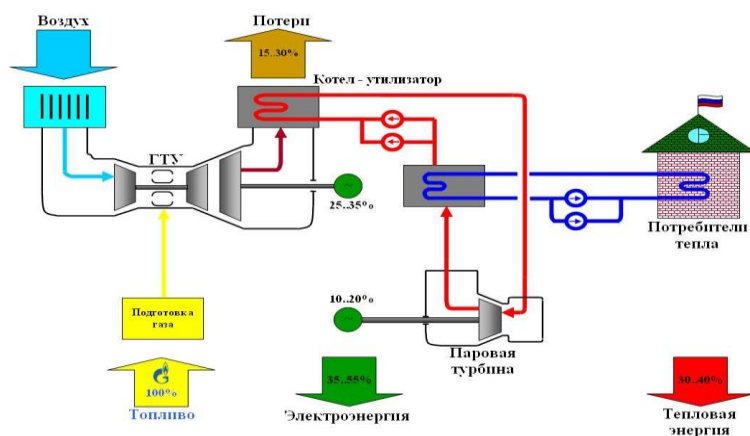
IEM larini taxminiy issiqlik balansi quyidagicha:

1. 12 % – elektr energiyasi;
2. 50 % – foydalanuvchi issiqlik energiyasi;
3. 12 % – qozon qurilmasidagi isroflar;
4. 2 % – quvurlardagi isroflar;
5. 4 % – elektr generatoridagi isroflar;
6. 20 % – kondensatoridagi isroflar.



52-rasm. IEM ni sxemasi

Газ trubinali IES. 3 - rasmda gaz trubinali IES ni sxemasi keltirilgan. Gaz trubinali elektr stantsiyalarning asosini quvvati 25-100 MVt li gaz trubinalari tashkil etadi. Yonish kamerasiga gaz yoki dizel yonilg'isi purqaladi va kompressor orqali qisilgan havo haydaladi. Qizigan yonish maxsulotlari o'z energiyasini gaz trubinasiga beradi va u generatorni aylantirib elektr energiya hosil qiladi. FIK 25-35%. Bunday elektr stantsiyalarda sanoat iste'molchilari uchun issiqlik energiyasi ham xosil qilinadi.



53-rasm **Gaz trubinali IES ni sxemasi.**

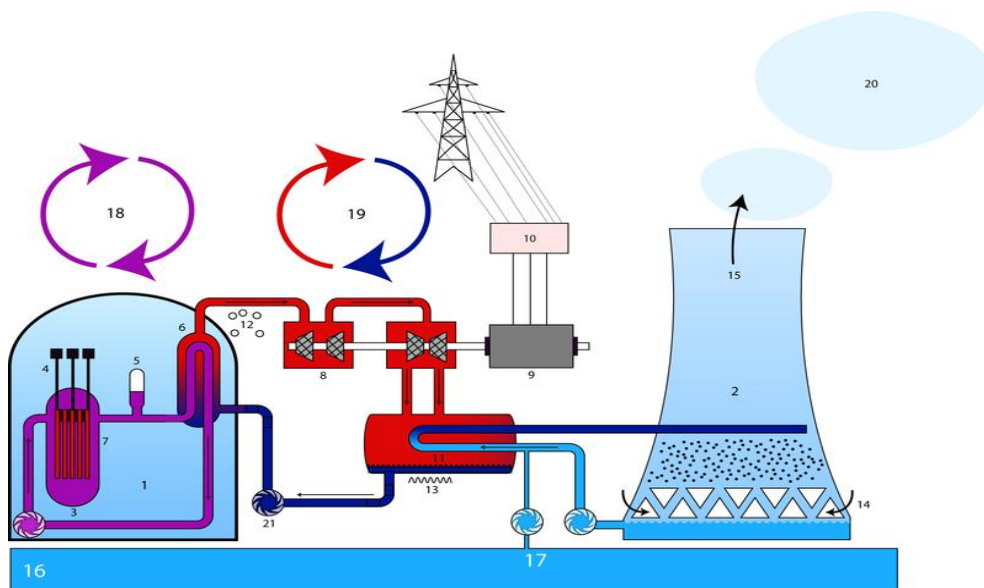
Atom elektr stantsiyalari

Atom elektr stantsiyalari o'z maxiyati bilan issiqlik elektr stantsiyasi xisoblanib ularda yadro reaksiyasining (**U-235**) issiqlik energiyasidan foydalaniladi.

Atom elektr stantsiyasida yoqilg'i berish va tayyorlash murakkab sistemasi bo'lmaydi. Elektr energiyasi manbai bug' turbinasi va sinxron generatordan iborat odatdagi turboagregatdir.

Issiqlik energiyasi manbai bo'lib atom reaktori xizmat qiladi, atom reaktorida uran (**U-235**) yadrolarining neytronlar bilan parchalash zanjir reaksiyasi sodir bo'ladi. Zanjir reaksiyasini sekinlashtirib va rostdab turuvchi modda sifatida grafitdan foydalaniladi. Reaktorlar va bug' generatorlarini boshqarish to'la avtomatlashtirilgan.

Reaktor ishlayotganida neytronlarning radioaktiv nurlar chiqadi, bu nurlar reaktorda xizmat qilayotgan kishilar uchun xavflidir. **SHuning uchun reaktor va bug' generatorlari yer ostiga o'rnatiladi va qalinligi 1 m suv, 3 m beton va 0,25 m bo'lgan cho'yan bilan muhofaza qilib qo'yiladi.**

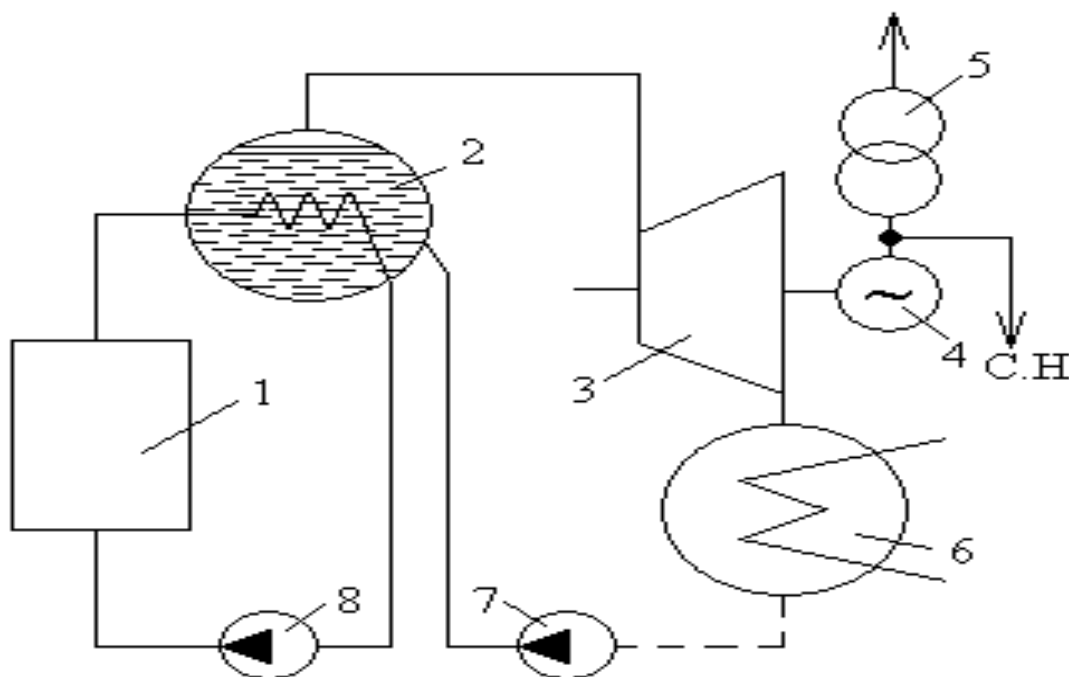


54-rasm. Atom elektr stantsiyalarini sxemasi

AES ning sxemalari turli variantlarda bajarilishi mumkin. 2-rasmda **VVER (suv-suvli energetik reaktor)** tip reaktorli AES ning printsiptial texnologik sxemasi, 3-rasmda esa **BN (tez neytronli)** tipidagi reaktorlari AES ning printsiptial sxemasi keltirilgan.

2-rasmdagi sxemaga e'tibor berilsa ko'rinadiki, VVER (suv-suvli energetik reaktor) tip reaktorli AES ning printsiptial texnologik sxemasi KES sxemasiga o'xshaydi, biroq organik yoqilg'ida ishlaydigan bug' generatori o'rnida yadro

ustanovkasidan foydalanilgan. AES ni katta quvvatli bloklarda qurish foydali. Ular texnik – iktisodiy ko'rsatkichlari bo'yicha KES dan qolishmaydi. Hozirda Yevropa mamlakatlarida quvvati 4000 MVt va undan yuqori AES lar mavjud.

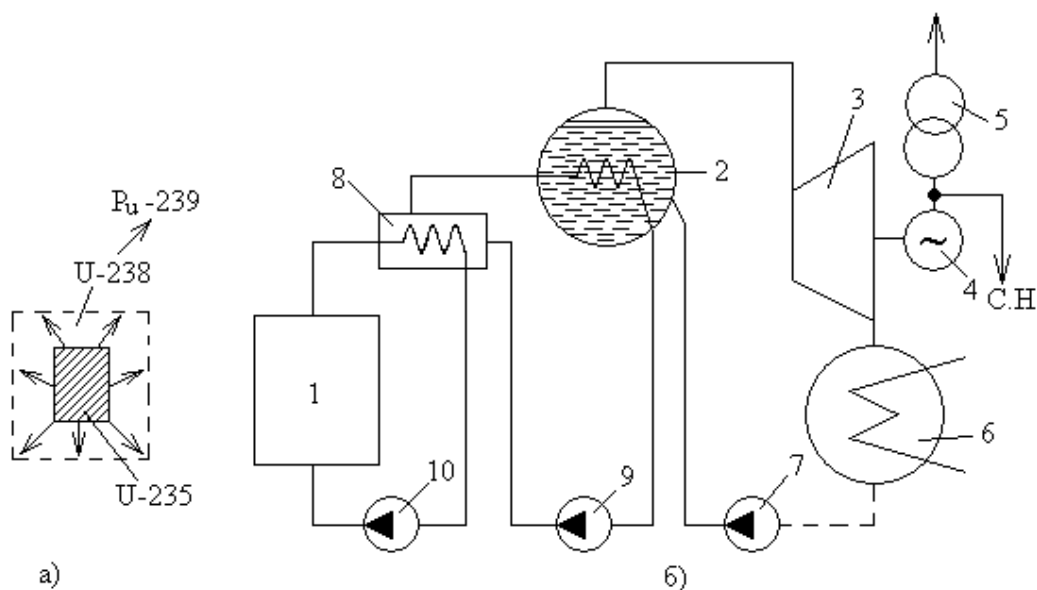


55-rasm. VVER tip reaktorli AES ning printsipl texnologik sxemasi.

- 1-reaktor; 2-bug generatori; 3-turbina; 4-generator; 5-transformator;
6-turbina kondensatori; 7-kondensat (ta'minlovchi) nasosi;
8-bosh tsirkulyatsion nasos.

BN (tez neytronli) tipidagi reaktorlari AES istiqbolli xisoblanib, undagi tez neytronlardan issiqlik va elektr energiya hosil qilishda hamda yadro yoqilg'isini qayta ishlab chiqarishda foydalaniladi. BN (tez neytronli) tipidagi reaktorlar aktiv zonaga ega bo'lib, unda tez neytronlar oqimi ajralib chiqadigan yadro reaksiyasi sodir bo'ladi. Bu neytronlar yadro reaksiyasida foydalanilmaydigan ([U-238](#)) elementlariga ta'sir etib, uni ([Ru-239](#)) plutoniyga aylantiradi. Bu plutoniydan esa keyinchalik AESda yadro yoqilg'isi sifatida foydalanish mumkin. Hozirda quvvati [600 MVt](#) li BN tipli reaktorlardan keng foydalanilmoqda.

Atom elektr stantsiyalarini yoqilg'i va suv resurslari bo'lmagan rayonlarda qurish maqsadga muvofiqdir.



56-rasm. BN tipidagi reaktorlari AES ning printsipl sxemasi.
a-reaktorning aktiv zonasini tayyorlash printsipt; b-texnologik sxema.
1-7-belgilashlar 1-rasmda ko'rsatilganidek. 8-natriyli konturlarining issiqlik almashtirgichi; 9-noradioaktiv natriy nasosi; 10-radioaktiv natriy nasosi.

Gidroelekr stantsiyalar

Gidroelekr stantsiyalarni gidravlik turbinalarida suvning energiyasi turbina vali aylanishining mexanik energiyasiga o'zgartiriladi. Gidroturbina generator rotorini xarakatga keltiradi va elektr energiya hosil qiladi.

GES ning quvvati $R = 9,81 QH$

Bu yerda: Q – suv sarfi, N – bosim

GES ni taxminiy quvvati $R = 9,81 QH \eta$

Bu yerda: η – GES ning FIK

Gidroelekr stantsiyalarda odatda suv bosimi to'g'on yordamida xosil qilinadi. Suvning yuqori va pastki sathlari orasidagi ayirma bosimni (N) aniqlaydi. Tog' daryolariga quriladigan GES larda daryodagi suvning tez oqishidan foydalaniladi. Biroq bunday xollarda derivatsion (suv yo'nalishini o'zgartiruvchi) inshootlarni barpo etishga to'g'ri keladi. GES ni elektr kismi KES ni elektr kismiga o'xshash va GES lar iste'molchilardan uzoqda quriladi, chunki ularning kurilish joyi tabiiy sharoitlarga bog'lik. GES hosil qiladigan elektr energiya yuqori va o'ta yuqori kuchlanishda (110-500 kV) uzatiladi. GES lar o'z extiyojlari uchun IES ga nisbatan bir necha marta kam elektr energiya sarflaydi. GES lar qurishda energetika masalasidan tashqari halq xo'jaliganing muhim masalalari – yerlarni sug'orish, aholi va sanoat korxonalarini suv bilan ta'minlash masalalari ham yechiladi. GES ni qurish uchun katta mablag' talab etiladi, lekin foydalanish harajatlari kam bo'lganligi uchun GES elektr energiyasining tannarxi IES nikiga qaraganda bir necha marta kam bo'ladi. GES larda elektr energiyasini xosil kilish texnologiyasi juda oddiy, shuning uchun uni avtomatlashtirish oson. GES

agregatini ishga tushirish uchun 50 sek. vaqt sarflanadi, shuning uchun energosistemada rezerv quvvat asosan shu agregatlar orqali ta'minlanadi.

Hozirgi energosistemada **gidroakkumulyatsion stantsiyalar (GAES)** muhim rol o'ynaydi. GAES lar kamida ikkita balandligi bo'yicha turlicha bo'lgan hovuzga ega bo'ladi. Energosistema nagruzkasi minimum bo'lgan soatlarda GAES generatorlari dvigatel rejimiga, trubinalar esa nasos rejimiga o'tkaziladi. Bunday gidroagregatlar tarmoqdan quvvat olib, suvni pastki hovuzdan yuqorigi hovuzga haydaydi. Energosistema nagruzkasi maksimum bo'lgan soatlarda esa GAES generatorlarini yuqorigi hovuzdagi suv aylantiradi va tarmoqqa elektr energiya beradi. SHunday qilib **GAES**lar energosistema yuklamasini bir me'yorda ushlab turishga yordam beradi.

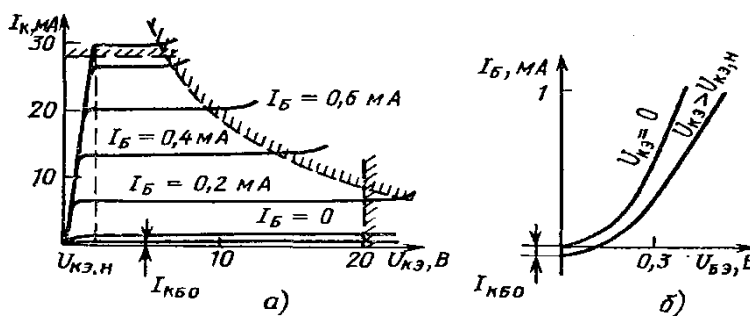
Mamlakatimizda **14 %** yaqin elektr energiya GES larda xosil qilinadi. GESlarni **FIK 85 - 90%**.

8-Modul: Yarim o'tkazgichli asboblari (4-soat)

Mavzu-18. Tranzistorlar va ular xaqida umumiy tushunchalar

UE sxemadagi tranzistor kirish va chiqish xarakteristikallari bilan tavsiflanadi. Tranzistorning chiqish yoki kollektorli **VAX**-i deb kollektor tokining kollektor va emitter orasi-dagi kuchlanishga bog'lanishi $I_k = f(U_{ke})$ aytiladi. Bu xarakteristika baza toki doimiyligida $I_B = \text{sonst}$ olinadi va bunda r. 4-dagi sxemadan I_B doimiyligini ta'minlab, foydalanish mumkin. CHiqish **VAX**-larni oilasi r. 5, **a**-da keltirilgan. $I_k(U_{ke})$ bog'lanish nochi-ziqlidir va qator maydonlarga bo'linishi mumkin.

Xarakteristikaning katta qismida $U_{ke} \geq U_{ke.n}$ -da kollektor toki U_{ke} kuchlanishga deyarli bog'liq emas (yassi qism). Bunda emitter o'tishida to'g'ri kuchlanish marakatlanayotgan, kollektornikida teskarisi. Kollektor toki (2) bog'lanishga bo'ysunadi. CHiqish xarakteristikallarni yassi qismida tranzistor boshqariluvchi tok manbasi xususiyatlariga ega asbob sifatida tavsiflanishi mumkin, ya'ni I_k tok manbasi sifatida va bu tok I_B tokini o'zgartirib boshqarilishi mumkin.



4

Rasm 57. Bipolyar tranzistorning chiqish (a) va kirish (b) xarakteristikallari.

Bazani kirish tokini o'zgartirish uchun, (masalan ko'paytirish), Y_{eB} manba kuchlanishini ko'paytiriladi, bunda emitter o'tishidagi to'g'ri kuchlanish ko'payadi va tashuvchilarni emitterdan bazaga injeksiyasi hamda emitter toki ΔI_e miqdorga ko'payadi. Baza tokining ko'-payishiga $\Delta I_B = \Delta I_{rek} = \Delta I_e(1-\alpha)$ sabab—yupqa bazada rekombinatsiyalanuvchi kovaklarni ko'payishi. Emitter tokini $\alpha \Delta I_e$ qo'shilishini asosiy qismi kollektor to-kini $\Delta I_k = \alpha \Delta I_e = \beta \Delta I_B$ qo'shilishiga olib keladi. β har xil turdagi tranzistorlarda 10-dan 100-gacha bo'ladi.

CHiqish xarakteristikasi yassi qismining bir oz qiyaligi bazani qalinligini kichiklashishiga bog'liq. Bu kuchlanish U_{ke} ko'paytirilganda kollektor o'tishidagi kuchlanishni ko'payishi va ikki qavatli elektr qatlamni kengayishi bilan tushuntiriladi. Yupqaroq bazada rekombinatsiya ehtimoli kamroq, sh.u. tokni uzatish koeffitsientlari α va β bir oz ko'payishadi. (2)-dan ko'rinib turibdiki, β ko'payganda kollektor toki ko'payadi.

Tranzistorni chiqish xarakteristikalarini qiya qismi. U_{ke} kamayganda kollektor o'tishidagi kuchlanish U_{kB} kamayadi va $U_{ke} = U_{k.e.n} = U_{Be}$ -ligida kuchlanish $U_{kB} = U_{ke} - U_{Be}$ o'z ishorasini o'zgartiradi. U_{ke} kamayishi nolgacha davom etsa, kollektor o'tishida to'g'ri kuchlanish bo'ladi. Emitterdan kollektorga o'tayotgan kovaklar to-kiga qarshi kollektordan bazaga asosiy tashuvchilarni (kovaklar) harakati boshlanadi. Natijada U_{ke} -ni bunday kamayishida kollektor toki keskin kamayadi. CHiqish xarakteristikalarini qiya qismi tranzistor tomonidan kuchaytirish elementi xususiyatlarini yo'-qotish bilan xarakterlanadi, bu qism impuls tex-nikasida tranzistorning kalit rejimida ishlatiladi.

Tranzistorning I_k tokini katta U_{ke} kuchlanish-larda keskin ko'payishi diodlardagi kabi tashuvchi-larni kollektor o'tishida ko'chkisimon ko'payishi, ya'ni bu o'tishning elektr buzilish xodisasi sababli bo'ladi. Aytmas buzilishning oldini olish uchun kollektordagi kuchlanish va quvvat cheklanadi (r. 5, a-da xarakteristikalarni ishchi qismining cheklanganligi ko'rsatilgan). Kollektor tokini chegara qiymatlari oshirib yuborilsa, koeffitsient k kamayib ketadi.

Kirish xarakteristikalar. U_{ke} kuchlanishning doimiyligida $I_B = f(U_{Be})$, ya'ni baza tokining baza-emitter oralig'idagi kuchlanishga bog'liqligiga $U_{Be} = 0$ bo'lsa, tranzistordagi ikkovi o'tish xam to'g'ri kuchlanishda bo'ladi, kollektor va emitter toklari bazada ko'shiladi. Bu rejimda kirish xarakteristika parallel ulangan ikki $r-n$ o'tishning **VAX**-idir (r. 5, b).

$U_{ke} > U_{k.e.n.}$ -ligida kollektor o'tishida teskari kuchlanish paydo bo'ladi, emitternikida to'g'risi saqlanadi. Bu rejim oldin ko'rilgan, undagi baza toki noasosiy tashuvchilarni rekombinatsiya jarayoniga bog'liq va emitter va kollektor toklarini ayirmasiga teng. Tranzistorning (r. 5, b) kirish xarakteristikasi bu rejimda emitter o'tishini **VAX**-ini to'g'ri shoxchasida quriladi, ammo tok qiymati $(1-\alpha)$ koeffitsientga kamaytiriladi, u baza toki emitter tokining faqat rekombinatsion qismiligini ko'rsatadi.

Tranzistordagi toklar haroratga qattiq bog'liq, bu **ya.o'**. asboblarning umumiy kamchiligidir.

Tranzistor toklarini uzatish koeffitsientlari α va β chastotaga bog'liqdir. Bu tranzistorda zaryad tashuvchilarni baza qatlamidan o'tishidagi jarayonlarni

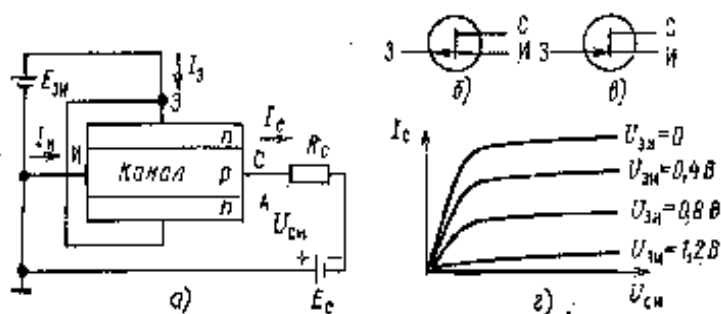
inertsionligi bilan bog'liq va noasosiy tashuvchilarni kollektor tomon diffuziylanishi hisobiga bazadagi tashuvchilarni kontsentratsiyasini o'zgarishiga ham bog'liq. Bu jarayonlarni inertsionligi tufayli chiqish tokini qo'shilmalari kirish tokining qo'shilmalariga nisbatan faza bo'yicha kech qoladilar.

Maydoniy tranzistorlari. Ko'rib chiqilgan tranzistorlar ko'p qo'llaniladi, ammo, qator xolatlarda qo'llanilishi qiyinroq, chunki ular tok bilan boshqariladi, ya'ni kirish zanjiridan ma'lum quvvatni olishadi.

Bu kam quvvatli kirish signal manbalariga ulab ishlatishni qiyinlashtiradi. Kamchilik amalda kirish zanjiridan tok iste'mol qilmaydigan maydoniy tranzistorlarida bartaraf etilgan.

Maydoniy tranzistorlari ishlash printsipti bilan farq qiladigan ikki turga bo'linishadi: a) kanali boshqariladigan yoki **r-n** o'tishli; b) izolyatsiyalangan zatvorli yoki **MDYa** (metall-dielektrik-yarim o'tkazgich) turdagi.

2.1. Kanali boshqariladigan maydoniy tranzistor 6, a rasmdagi strukturaga ega.



Rasm 58. Kanali boshqariladigan maydoniy tranzistorining: a—strukturasi; sxema belgilanishi: b-r-turdagi kanal, v - n-turdagi kanal va g-stok xarakteristikalar.



Rasm 59. Maydoniy tranzistorining kanalini kuchlanish ta'sirida torayishi.

r o'tkazuvchanlikka ega qatlam kanal deyiladi. U zanjirga ulanadigan ikki qisqichga ega: S-stok va I-ictok. **n** o'tkazuvchanlikka ega qatlamlar kanalni o'ragan bo'lishadi va bir-birlari bilan ulanganlar, hamda zatvor **Z** deyiladigan qisqich bilan zanjirga chiqadilar. Kuchlanish manbalarini ulash 6, a rasmda, 6, b-da esa kanali boshqariladigan va **r**-turdagi kanalli maydoniy tranzistorlarining sxemada belgilanishi berilgan. **n**-turdagi kanalga ega maydoniy tranzistor (6, v) ish printsipti oldingisiga o'xshash, toklar yo'nalishi va kuchlanishlarni qutblari oldingilarga teskari.

r-turdagi kanalga ega tranzistor. 6, g rasmda stokli (chiqish) xarakteristikalar $I_s=f(U_{si})$ keltirilgan ($U_{zi}=sonst$). Boshqaruvchi kuchlanish $U_{zi}=0$ va kuchlanish manbasi U_{si} stok va istok orasiga ulanganda, kanaldan uning qarshiligiga bog'liq tok oqadi. U_{si} kuchlanish kanal bo'ylab bir tekis taqsimlangan va u **r**-turdagi kanal

va **n**-qatlam orasida **r-n** o'tishni teskari siljishini mosil qiladi, o'tishdagi eng katta teskari kuchlanish stok yonidagi maydonda bo'ladi, istok yonida esa o'tish muvozanat xolatda bo'ladi. U_{sn} -ni ko'paytirilganda marakatlanuvchi zaryad tashuvchilari kam bo'lgan o'tishning elektr qatlam maydoni kengayadi (r. 7,a). O'tishning kengayishi ayniqsa stok yaqinida bilinadi, chunki u yerda o'tishdagi teskari kuchlanish kattaroq. O'tishning kengayishi tranzistorning tok o'tkazuvchi kanalining torayishiga olib keladi, kanalni qarshiligi ko'payadi va U_{sn} o'sishi bilan maydoniy tranzistorining stok xarakteristikasi noxiziq shakl oladi (r. 6,g). +andaydir U_{sn} -da o'tishning qirg'oqlari birlashadi (r. 7,a-punktir), va I_s tokni U_{sn} o'sishidagi ko'payishi to'xtaydi.

Zatvorga $U_{zn}>0$ musbat kuchlanish ulansa, **r-n** o'tish yana kuchliroq teskari kuchlanish maydoniga sil-jiydi, kengligi ko'payadi (r. 7,b). Natijada o'tka-zuvchi kanal torayadi va I_s kamayadi. SH.q., U_{zi} kuch-lanishni ko'paytirib I_s tokni kamaytirish mumkin, bu r. 6,g analizida ko'rinadi. Kesma (otsechka) kuchlanishi deyiladigan ma'lum U_{zi} -da stokning toki amalda oq-maydi. Stokni ΔI_s o'zgarishini uni mosil qilgan zatvor va istok orasidagi ΔU_{zi} kuchlanishni o'zgarishiga nisbati ($U_{si}=\text{const}$ -ligida) tiklik deyiladi: $S=\Delta I_s/\Delta U_{zi}$.

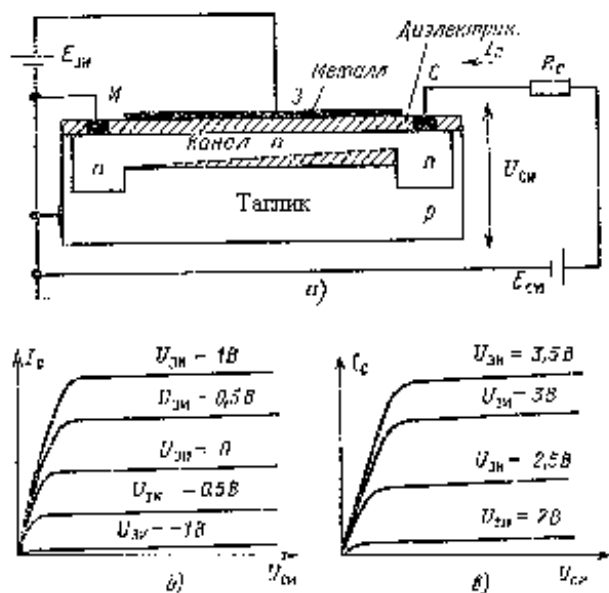
SH.q., stok xarakteristikalari bipolyar tranzistorning kollektor xarakteristikalari kabi ikki qismga ega: tik va yassi; oxirgisidan kuchaytirgich jixozlarida, tik boshlanish qismidan esa-qayta ulash jixozlarda foydalaniladi.

Maydoniy tranzistorning stok toki maroratga qattiq bog'liq: marorat o'sishi bilan qo'shilmalik **ya.o'**-larni elektr o'tkazuvchanligi maroratni ishchi diapazonida kamayadi, qizigan sari **r-n** o'tishning kengligi kamayadi, kanal esa kengayadi. Bu ikki faktorlar ta'siri natijasida qiziganda stokni toki $U_{zi}=\text{const}$ -ligida mar xil o'zgarishi mumkin (ko'payishi yoki ka-mayishi).

Maydoniy tranzistorlarini chegaraviy chastota-lari juda yuqori, ular megagertsli chastota diapazonida ishlay oladilar.

2.2. *Izolyatsiyalangan zatvorli, yeki MDYa-turdagi maydoniy tranzistorlari.* R. 8, a-da izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorning kesimi ko'rsatilgan. **Ya.o'**. kristallini sirti tagida **r**-turdagi o'tkazuvchanlikka ega taglikda **n**-turdagi o'tkazuvchanlikli ikkita maydon yaratilgan va ular orasida yupqa kanal mam yaratilgan. **n**-turdagi maydonlar tashqi zanjirga chiqadilar: **S**-stok va **I**-istok. **Ya.o'**.-li kristall dielektrikning oksid plenkasi bilan qoplangan va unda tashqi zanjir bilan bog'langan metall zatvor 3 joylashgan. SH.q., zatvor istok-stok zanjiridan izolyatsiyalangan. U_{si} va U_{zi} manbalarni ulanishi r. 8,a-da ko'rsatilgan. Taglik stok bilan ulanadi.

Asbobning ish printsiipi. Stokli (chiqish) xarakteristikalar $I_s=f(U_{si})$ $U_{zi}=\text{const}$ -ligida r. 8,b-da kel-tirilgan. Boshqaruvchi kuchlanish yo'qligida $U_{zi}=0$ ka-naldan **n**-maydonlararo I_s tok oqadi. U_{si} manbaning kuchlanishini



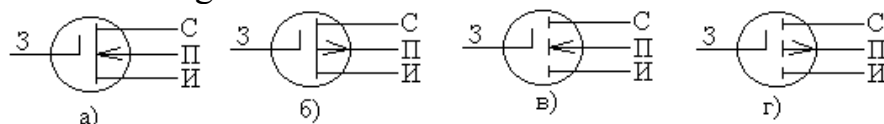
Rasm 60. Izolyatsiyalangan zatvorli (**MDYa**) tranzistor-larning strukturasi (a) va stok xarakteristiklari (b-ichiga qurilgan kanalli, v-indutsirlangan kanalli).

ko'paytirilsa, taglik va kanal orasidagi **r-n** o'tish teskari yo'nalish bilan siljiriladi, bunda o'tishdagi eng katta **r-n** o'tishning teskari siljiti-lishda qarakatlanuvchi tashuvchilari kam qo'sh qavatli elektr qatlam kengayadi va o'tkazuvchi kanal torayadi. U_{si} ko'payishiga qarab kanal qarshiligi o'sadi, stok tokini o'sishi sekinlaydi, U_{si} ko'payganda va o'tish tomonidan kanal kesimi berkitilganda, I_s tok amalda o'zgarmaydi. Bu rejimda izolyatsiyalangan zatvorli tranzistordagi jarayonlar kanali boshqariladigan maydoniy tranzistoridagi jarayonlarga o'xshash. Zatvorda musbat kuchlanish bo'lsa, elektr maydon taglikdan elektronlarni tortadi, ular kanal yonlarida yig'iladilar, kanalni qarshiligi kamayadi va stok toki o'sadi (boyitish rejimi) (r. 8, b $U_{si} > 0$ -dagi xarakteristika).

Zatvorda kuchlanish manfiy bo'lsa, elektr maydon elektronlarni kanaldan taglikka itarib chiqaradi, kanalni qarshiligi ko'payadi va tok I_s pasayadi (kambag'allashish rejimi). SH.q., boshqaruvchi U_{zi} kuchlanishni o'zgartirilsa, asbobning chiqish I_s toki o'zgaradi, bunda chiqish va kirish kattaliklarni nim o'sishlarining bog'liqligi tiklik bilan belgilanadi: $S = \Delta I_c / \Delta U_{zi}$, $U_{si} = \text{const}$.

Zatvor qolgan zanjirdan izolyatsiyalanganligi uchun juda kichik I_3 toki izolyatsiya bo'ylab oqib vujudga keladi. Izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorning boshqaruv zanjirini quvvati amalda nolga teng.

Izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorning **r**-turdagi kanalligi ham o'xshash ishlaydi, u **n**-turdagi taglikka ega, toklarni yo'nalishi va kuchlanishlarni qutblari r. 8, a-da ko'rsatilganlarga teskari. **n** va **r** turdagi kanalli tranzistorlarning belgilanishi r. 9, a va b-larda ko'rsatilgan.



Rasm 61. Izolyatsiyalangan zatvorli **MDYa**-tranzistorlarni sxemalardagi belgilanishi.

Izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorlari ichiga qu-rilgan kanalli asboblardir.

Bulardan tashqari indutsirlangan kanalli **n** va **r** turlardagi izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorlar mavjud (r. 9, «**v**» va «**g**»). Bularni tayyorlashda stok va istok bilan bog'liq maydonlarning orasida maxsus kanal yaratilmaydi va U_{zi} kuchlanish nolga tengligida chiqish toki yo'k bo'ladi, $I_s=0$. Asbob faqat boyitish rejimida ishlashi mumkin, bunda zatvorni maydoni mazkur ishorali tashuvchilarni tortadi, ular istok va stok maydonlari orasida o'tkazuvchi kanalni tashkil qilishgan bo'ladi. **n**-turdagi indutsirlangan kanalli izolyatsiyalangan zatvorli tranzistorlarni stok xarak-teristikalari r. 8,**v**-da keltirilgan. Zatvorda kesish kuchlanishidan kichikroq kuchlanishda stokning I_s toki amalda yo'q bo'ladi.

ASOSIY DARSLIK VA O'QUV QO'LLANMALAR

Asosiy darslik va o'quv qo'llanmalar

1. Johd Bird. "Electrical and Electronic Principles and Technology" LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p.
2. Каримов А.С. ва бошқ. "Электроника ва электроника асослари" Дарслик. Тошкент, "Ўқитувчи", нашриёти, 1995.-448 б.
3. Abdullayev B. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslaridan laboratoriya ishlarini bajarishga o'quv-uslubiy qo'llanma. Toshkent, ToshDTU, 2011.-136 b.
4. Abdullayev B., Begmatov Sh.E., Xalmanov D.X. Elektrotexnika va elektronika fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy ko'rsatmalar. Toshkent, ToshDTU, 2016.-86 b.
5. Alimxodjayev K., Abdullayev B., Abidov Q., Abdullayev M. Elektr texnikaning nazariy asoslari. Darslik.1-qism.-T. "Fan va texnologiya", 2015, 320 b.
6. Бегматов Ш.Э., Абдуллаев Б. "Электротехника и основы электроники". Методические электронное пособие к выполнению виртуальных лабораторных работ. Ташкент-2015.-84 с.
7. Amirov F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G. "Elektrotexnikaning nazariy asoslar". Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma. T. ToshTYMI. 2007.-128 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

8. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимга киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшимча мажлисидаги нутқи.-Т. "Ўзбекистон" НМИУ. 2016-56 б.

9. Мирзиёев Ш.М. Қонун устиворлиги ва инсон манфаатларини таъмилаш юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республика Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги мъруза 2016 йил 7 декабрь.-Т. ToshTҮМІ. 2016.-48 б.
10. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб ҳалқимиз билан бирга қурамиз.-Т. “Ўзбекистон” НМИУ. 2017-488 б.
11. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегияси тўғрисида.-Т. 2017 йил 7 февраль. ПФ-4947-сонли Фармони.
12. Электротехника ва электроника. Учебник для ВУЗов.- В 3-х кн. Кн. 2. Подред. Проф. Б.Г.Герасимова.-2-е издание.-М. ООО “Торгово-Издательский дом Арис”, 2010-272 с.
13. Музин Ю.М. Основы электротехники и электроники «Виртуальная электротехники», С-Пб, Питер 2010- 157 с.
14. Арипов Х.К. ва бошқалар, “Электроника ва схемотехника”. Ўқув қўлланма. Тошент ТАТУ, 2008-312б.
15. Кардашев Г.А. Цифровая электроника на персональном крмпьютере. Electronics Workbench и Micro-Cap. С-Пб. Питер. 2002-368 с.
16. Бегматов Ш.Э., Абидов Қ.Ғ. “Электротехниканинг назарий асослари” фанидан виртуал лаборатория ишларини бажариш бўйича услубий кўрсатмалар. Тошкент. ТошДТУ. 2013-70 б.
17. Алиев И.И. Виртуальная электроника. Компьютерный технологии в электротехнике и электронике. 2003-86 с.
18. Хернитер Марк. Е.Multisim 7*. Современная система компьютерного моделирования и анализа схем элктронных устройств. Перевод с англ. Осипов А.И., М. Издательский дом ДМК пресс, 2006-480 с.
19. Основы электротехники и электроники. 2010 г. Музин Ю.М. «Виртуальная электротехника» С-Пб. Питер, 2002.

Internet saytlar

20. www.gov.uz- O'zbekiston Respublikasi hukumat portali.
21. www.lex.uz- O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
22. www.ziyonet.uz
23. www.bilim.uz
24. www.ni.com/multisim/
25. www.rudocs.exbat.com/docs/index-32616.html

- v) ko`priksimon ikki yarim davrli;
- g) kuchlanishni ikkilantirish.
- Ko`rsatilgan xar bir to`g`rilagich quyidagi,
- a) RC,
- b) LC,
- v) tranzistorli filg'rlarning xar biri bilan ishlashi mumkin.

2. Texnik xarakteristikasi

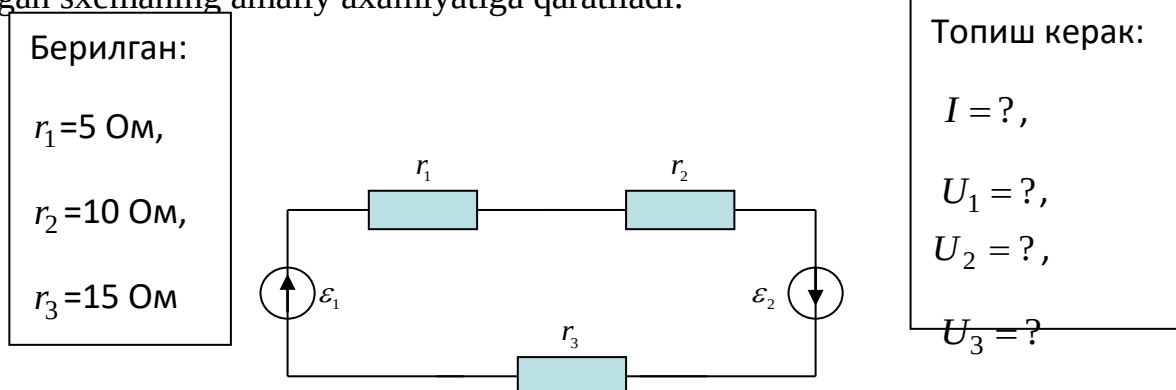
]2.1. Stend quyidagi asosiy xarakteristikalarini tekshirishga mo`ljallangan **IV AMALIY VA TAJRIBA MASHG'ULOT MATERIALLARI**

1-Amaliy ish.

O`ZGARMAS TOK ELEKTR ZANJIRLARINI XISOBLASHGA DOIR MASALALAR YECHISH NA`MUNALARI

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  $E_1 = 50 \text{ V}$  va  $E_2 = 100 \text{ V}$  bo`lgan manbaga ulangan. Zanjirdagi tokning qiymati va qarshiliklaridagi kuchlanishlarning pasayishi aniqlansin. (Darslikdan 1.1. masala).

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, istehmolchilarning 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 istehmolchilardagi toklar teng, yana Om qonunini qo'llab ulardagi kuchlanishlarni toamiz. Manbalarining e.yu.k. lari bir tomonga yo'nalga, shuning uchun ular qo'shiladi. Endi xisoblarni bajarish qoldi xolos:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = I(r_1 + r_2 + r_3), \quad \text{Kirxgofning 2- qonuniga asosan tuzilgan tenglamadan:}$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{(r_1 + r_2 + r_3)} = \frac{(50 + 100)}{(5 + 10 + 15)} = \frac{150}{30} = 5 \text{ A.}$$

Qarshiliklardagi kuchlanishlarni topib qo'yamiz:

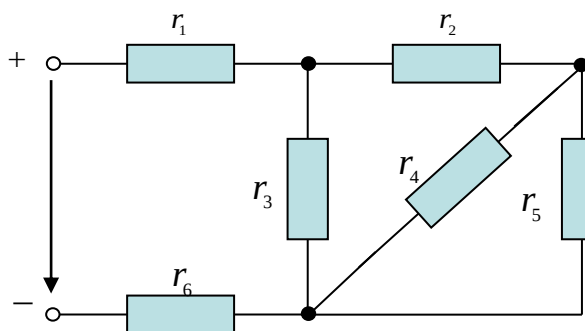
$$U_1 = Ir_1 = 5 \cdot 5 = 25(B); \quad U_2 = Ir_2 = 5 \cdot 10 = 50(B); \quad U_3 = Ir_3 = 5 \cdot 15 = 75(B)$$

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. Xar bir qarshilikdan o'tayotgan tok va undagi kuchlanishning tushuvi aniqlansin. Quvvatlar balansi tekshirilsin. (Darslikdan 1.2. masala).

Берилган:
 $r_1 = 12 \text{ Ом},$
 $r_2 = 3 \text{ Ом},$
 $r_3 = 15 \text{ Ом},$
 $r_4 = r_5$



Топиш керак:

хар бир
қаршилиқдаги ток
кучи ва кучланишлар

$I_1 = ? \quad I_2 = ? \quad I_3 = ? \quad I_4 = ?$
 $I_5 = ? \quad I_6 = ?$

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

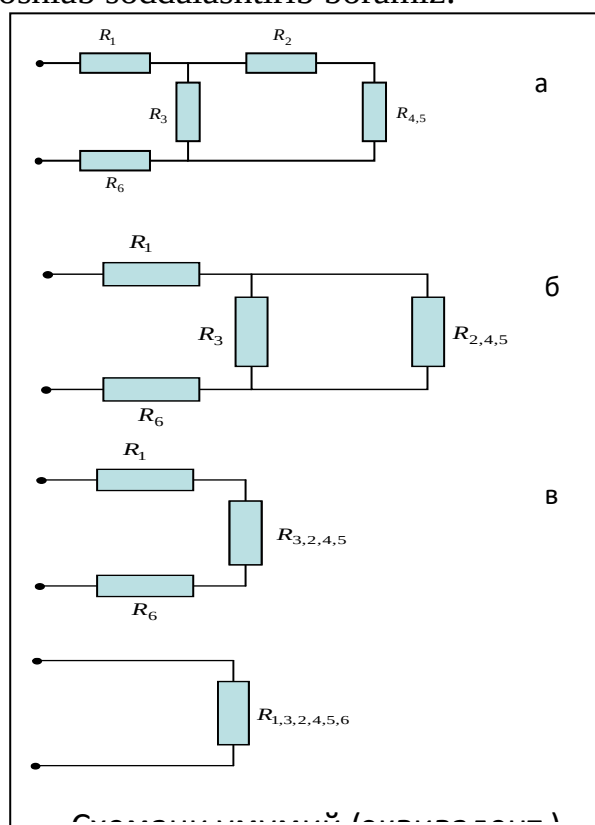
$$r' = \frac{r_4 \cdot r_5}{r_4 + r_5} = \frac{24 \cdot 24}{24 + 24} = \frac{576}{48} = 12(\text{Om})$$

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 xosil qilamiz. Sxemada r_3 va r'' (yahni $r_{2,4,5}$) 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

1.2. v sxemani xosil qilamiz, bunda

qarshiliklar ketma-ket ulangan,

umumiy qarshilik $r_{\text{qk6}} = r_1 + r''' + r_6 = 12 + 7,5 + 4,5 = 24(\text{Om})$

Demak 15- rasmda keltirilgan zanjirning ekvivalent qarshiligi 24 Om ga teng.

Zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi, yahni manbadan chiqayotgan tok kuchi Om qonuniga ko`ra

$$I = \frac{U}{r_{\text{qk6}}} = \frac{120}{24} = 5(A) .$$

R_1 va R_6 qarshiliklardagi toklar xam 5 A. $I = I_1 = I_6 = 5A$.

Zanjir elementlaridagi kuchlanishlarni topish uchun manba kuchlanishidan boshlab ketma-ket turgan elementlar uchun Om va Kirxgofning 2-qonunlarini qo`llaymiz.

r_1 qarshilikdagi kuchlanish

$$U_1 = I r_1 = 5 \cdot 12 = 60(B)$$

Kirxgofning 2 qonuni bo`yicha zanjir qismlaridagi kuchlanish pasayishi yifindisi manba kuchlanishiga teng.

$$U_3 = U - (U_1 + U_6) = 120 - (12 + 4,5)5 = 120 - 82,5 = 37,5 V; \quad U_1 = 60(B);$$

$$U_6 = 22,5(B), \quad I_3 = \frac{U_3}{r_3} = \frac{37,5}{15} = 2,5(A)$$

Kirxgofning 1 qonunini tugun uchun qo`llasak: $I_1 = I_2 + I_3$;

$$I_2 = I_1 - I_3 = 5 - 2,5 = 2,5(A)$$

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

$$I_4 = \frac{I_2}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25(A); \quad I_4 = I_5 = 1,25(A)$$

3- masala. Ichki qarshiligi $r_0 = 0,02$ Om bo`lgan o`zgarmas kuchlanish manbai qarshiligi $R = 0,2$ Om bo`lgan istehmolchiga ulangan. Agar manbaning kuchlanishi uning salt ishlash rejimida  $U_0 = 220$  V bo`lsa, zanjirdagi tok kuchi va istehmolchining qismalaridagi kuchlanish aniqlansin.

Berilgan:

$$r_0 = 0,02 \text{ Om},$$

$$R = 0,2 \text{ Om}$$

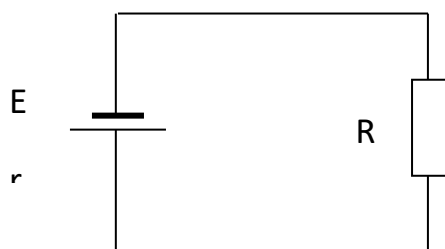
$$U = 220 \text{ V}$$

Topish kerak:

Занжирдаги ток кучини

$$I = ?$$

Истеъмолчидаги



Manba va istehmolchi.

Masalaning yechilishi: To`la zanjir uchun Om qonuniga ko`ra

$$I = \frac{U}{r + r_0} = \frac{220}{0,2 + 0,02} = \frac{220}{0,22} = 1000 \text{ (A)}$$

$$\text{Qarshilikdagi kuchlanish } U = I \times R = 1000 \text{ A} \times 0,2 \text{ Om} = 200 \text{ V}$$

4- masala. Kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$ bo'lgan yoritish tarmoqiga 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 istehmol qilinayotgan umumiy tok kuchini va 5 soat yoritish davomida sarflangan energiya miqdori kilovatt-soatlarda aniqlansin.

Berilgan:

$$R_1 = 150 \text{ Vt} \quad 8 \text{ ta}$$

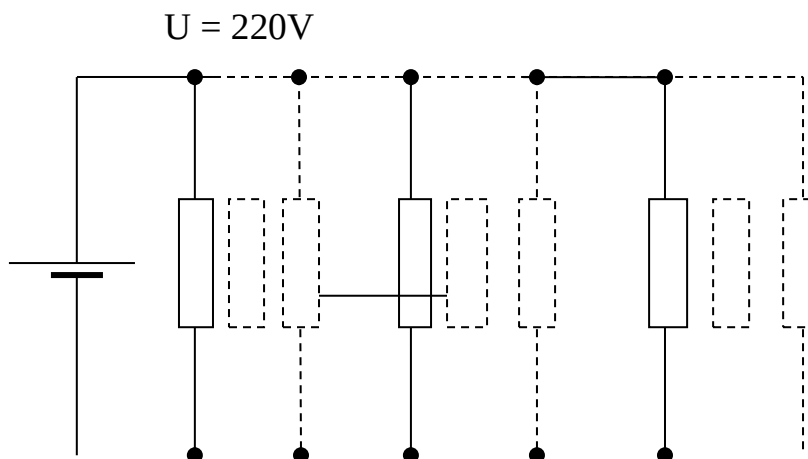
$$R_2 = 100 \text{ Vt} \quad 12 \text{ ta}$$

$$R_3 = 60 \text{ Vt} \quad 15 \text{ ta}$$

$$t = 5 \text{ soat}$$

Topish kerak:

$$I = ? \quad Q = ?$$



Masalaning yechilishi.

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{150}{220} \cdot 8 = 5,46 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{100}{220} \cdot 12 = 5,46 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U} = \frac{60}{220} \cdot 15 = 4,1 \text{ A}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 5,46 + 5,46 + 4,1 = 15 \text{ A}$$

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t = I \cdot U \cdot t = 15 \cdot 220 \cdot 5 = 16,5 \text{ kBm} \cdot \text{coam}$$

5- masala. Ikki simli liniya oxiriga quvvati $R_1 = 22 \text{ kVt}$ li elektr dvigatelg' bilan umumiy quvvati $R_2 = 2,2 \text{ kVt}$ bo'lgan bir grupp lampalardan iborat istehmolchilar parallel ulangan. Bitta liniya simining qarshiligi $r_1 = 0,02 \text{ Om}$ bo'lib, istehmolchilarning qismalaridagi kuchlanish $U_2 = 220 \text{ V}$ bo'lsa, liniya boshidagi kuchlanish U_1 aniqlansin.

Berilgan:

$$R_1 = 22 \text{ kVt}, \quad R_2 = 2,2 \text{ kVt}, \quad r_1 = 0,02 \text{ Om}, \quad U_2 = 220 \text{ V}$$

Topish kerak:

$$U_1 = ?$$

Masalaning yechilishi. Masalani yechish uchun tarmoqdan olinayotgan umumiy quvvatni $R_1 + R_2$ ni topamiz. So'ng kuchlanish va quvvatdan foydadanib zanjirdagi tok kuchini topamiz. Bitta liniya simi qarshiligi $0,02 \text{ Om}$, ikki simli liniyaning qarshiligi $0,04 \text{ Om}$ bo'ladi. Liniyadagi tok kuchi ma'lum, liniya

qarshiligi ma'lum, Ohm qonunidan foydalanib liniyada isrof bo'layotgan kuchlanishni topamiz. Bu kuchlanishni istehmolchi uchlaridagi kuchlanishga qo'shsak liniya boshidagi kuchlanish kelib chiqadi. Hisoblashlarni bajaramiz:

$$U_1 = U_2 + \Delta U$$

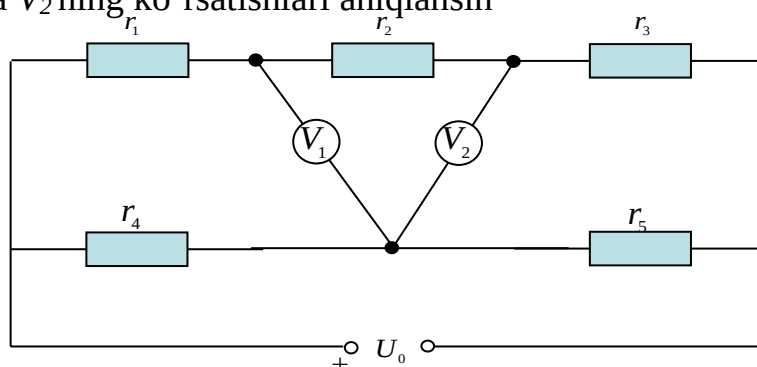
$$\Delta U = I \cdot r_{\Sigma} = I \cdot 2r_{\Sigma}$$

$$I = \frac{P_{\Sigma M}}{U} = \frac{P_1 + P_2}{U} = \frac{22 + 2,2}{0,22} = \frac{24,2 \text{ kVm}}{0,22 \text{ kB}} = 110 \text{ A}$$

$$\Delta U = 110 \text{ A} \cdot 2 \cdot 0,02 \text{ OM} = 4,4 \text{ B}$$

$$U_1 = 220 \text{ B} + 4,4 \text{ B} = 224,4 \text{ B}$$

6- masala. Qarshiliklari $r_1:r_2:r_3=2:5:3$ va $r_4:r_5=3:2$ nisbatlarda tanlangan zanjir kuchlanishi $U_0=200 \text{ B}$ bo'lgan o'zgarmas tok manbaiga ulangan. Volg'tmetrlar V_1 va V_2 ning ko'rsatishlari aniqlansin



Masalaning yechilishi.

Manba kuchlanishi 200 V bo'lib r_1, r_2, r_3 qarshiliklardagi kuchlanishlarning yirindisi manba kuchlanishi 200 V ga teng. r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlarning yirindisi xam 200 V ga teng.

Qarshiliklardagi kuchlanishlar nisbatlaridan foydalanib quyidagi tenglamarni yozamiz:

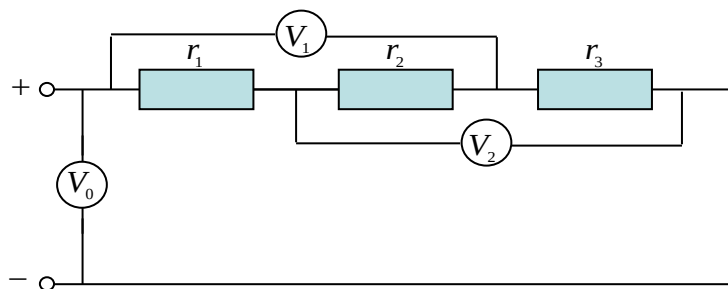
$2X + 5X + 3X = 200 \text{ V}$, bundan $X = 20$. Demak r_1, r_2, r_3 qarshiliklardagi kuchlanishlar mos ravishda: $U_1 = 40 \text{ V}$, $U_2 = 100 \text{ V}$, $U_3 = 60 \text{ V}$ ga teng.

Xuddi shunday qilib r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlarni topamiz:

$3X + 2X = 200 \text{ V}$, bundan, $X = 40 \text{ V}$. Demak r_4, r_5 qarshiliklardagi kuchlanishlar mos xolda $U_4 = 120 \text{ V}$ va $U_5 = 80 \text{ V}$ ga teng.

Endi, volg'tmetrlarning ko'rsatishlarini topamiz: V_1 volg'tmetr r_1 va r_5 qarshiliklar zanjirida ketma ket turibdi. $U_1 = 40 \text{ V}$, $U_5 = 80 \text{ V}$, jami 120 V . Demak manba kuchlanishi 200 bo'lishi uchun volg'tmetr 80 V ni ko'rsatishi kerak. Xuddi shunday muloxaza bilan V_2 volg'tmetr ulangan r_3, r_4 qarshiliklardagi kuchlanishlar yirindisi $U_3 + U_4 = 60 \text{ V} + 120 \text{ V} = 180 \text{ V}$, demak V_2 volg'tmetrning ko'rsatishi 20 V ga teng.

7 - masala. rasmdagi elektr zanjiri qarshiliklarining nisbatlari $r_1:r_2:r_3=5:2:3$ bo'lib, volg'tmetrlarning ko'rsatishlari $U_1 = 140 \text{ V}$ va $U_2 = 100 \text{ V}$ ni tashkil etadi. Zanjirga berilayotgan kuchlanish U_0 va zanjirning elementlari bo'yicha kuchlanishlarning taqsimlanishi aniqlansin.



Berilgan:

$$r_1:r_2:r_3=5:2:3; \quad V_1 = 140\text{V}; \quad V_2 = 100\text{V};$$

Topish kerak:

$$U_0 = ?, \quad U_1 = ?, \quad U_2 = ?, \quad U_3 = ?$$

Masalaning yechilishi: Qarshiliklar ketma-ket ulangani, uchun qarshiliklardagi toklar bir xil va zanjirda kuchlanishlar nisbatlari qarshiliklar nisbatlariga teng. SHuning uchun masalani yechishda kuchlanishlarga nisbatan tenglamalar tuzamiz. Qarshiliklardagi kuchlanishlarni mos xolda U_1 ; U_2 ; U_3 deb belgilab olib

V_1 volg'tmetrning ko'rsatishiga asosan va qarshiliklar nisbatlari bo'yicha quyidagi tenglamalar sistemasini tuzib uni yechamiz:

$$\begin{cases} U_1 + U_2 = 140 \text{ V}; \\ U_1 / U_2 = 5/2; \end{cases} \implies \begin{cases} U_1 + U_2 = 140 \text{ V} \\ U_1 = 2,5 U_2 \end{cases} \begin{cases} U_1 = 100 \text{ V} \\ U_2 = 40 \text{ V} \end{cases}$$

$$U_2 + U_3 = 100 \text{ V, bo'lgani uchun, } U_3 = 60 \text{ V.}$$

$$\text{Demak zanjirdagi umumiy kuchlanish } U_1 + U_2 + U_3 = 200 \text{ V.}$$

8- 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, istehmolchining qismalaridagi kuchlanishni o'zgarmas saqlash uchun liniya boshidagi kuchlanishni necha volg'tga orttirish kerakligi va simlarni almashtirish tufayli yuzaga kelgan qo'shimcha quvvat isrofi aniqlansin ($\rho_{\text{mis}} = 0,0176 \text{ OM} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $\rho_{\text{al}} = 0,0278 \text{ OM} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Echish:

1). 500 m uzunlikdagi mis simning qarshiligi.

$$r_{\text{muc}} = \rho_{\text{muc}} \frac{2\ell}{S} = 0,0176 \frac{2 \cdot 500}{16} = 1,1 \text{ Om.}$$

2). Mis sim o'tkazilgandagi kuchlanishning pasayishi.

$$U_{\text{muc}} = I r_{\text{muc}} = 100 \cdot 1,1 = 110 \text{ V}$$

3). 500 m uzunlikdagi alyuminiy simning qarshiligi.

$$r_{al} = \rho_{al} \frac{2\ell}{S} = 0,0278 \frac{2 \cdot 500}{16} = 1,74 \text{ Om}.$$

4). Alyuminiy sim o'tkazilgandagi kuchlanishning pasayishi.

$$U_{al} = I r_{al} = 100 \cdot 1,74 = 174 \text{ V}.$$

5). Liniya boshida orttirilishi kerak bo'lgan kuchlanishning qiymati.

$$U = U_{al} - U_{muc} = 174 - 110 = 64 \text{ V}.$$

6). Liniya mis simdan o'tkazilgandagi quvvat isrofi.

$$P_{muc} = U_{muc} I = 110 \cdot 100 = 11000 \text{ Vt}.$$

7). Liniya alyuminiy simdan o'tkazilgandagi quvvat isrofi.

$$P_{al} = U_{al} I = 174 \cdot 100 = 17400 \text{ Vt}.$$

8). Simlarni almashtirish tufayli yuzaga kelgan quvvat isrofi.

$$P = P_{al} - P_{muc} = 17400 - 11000 = 6400 = 6,4 \text{ kVt}.$$

9 - 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 $\rho_{mis} = 0,0176 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

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:

$$l = ?$$

Yechish:

Om qonunidan foydalanib simning qarshiligini topamiz:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6 \text{ B}}{3 \text{ A}} = 2 \text{ Ohm}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow l = \frac{RS}{\rho} = \frac{2 \text{ Ohm} \cdot 2,5 \text{ mm}^2}{0,0176 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}} = \frac{5}{0,0176} = 284 \text{ m} \quad \text{XXXXX}$$

10. - masala. A-35 markali alyuminiy simdan o'tkazilgan 10 km. uzunlikdagi ikki simli elektr uzatish liniyasining qacridadir qisqa tutashish sodir bo'ldi va avtomatik ajratgich AR liniyani manbadan avtomatik tarzda ajratdi. Qisqa tutashuv joyini aniqlash uchun liniyaning boshiga 12V kuchlanishli avtomobil akkumulyatori ulandi. SHunda zanjirga ulangan ampermetr 3 A tok kuchini ko'rsatdi.

Liniya boshidan qanday uzoqlikda qisqa tutashuv sodir bo'lgan?

Agar qisqa tutashuv liniyaning oxirida sodir bo'lgan bo'lsa, ampermetrning ko'rsatishi aniqlansin ($\rho_{al} = 0,0278 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Berilgan:

$$U = 12 \text{ B}, \quad I = 3 \text{ A},$$

$$S = 35 \text{ mm}^2, \quad \rho_{al} = 0,0278 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m},$$

Topish kerak:

Qisqa tutashuv sodir bo'lgan joygacha bo'lgan masofani $L = ?$

Qisqa tutashuv liniya oxirida dulgan xolda, zanjirdagi tokni $I = ?$

Echish:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{3} = 4 \Omega$$

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{4 \cdot 35}{0,0278} = 5072 \text{ m}$$

$$R_0 = \rho \frac{2l}{S} = 0,0278 \cdot \frac{10000}{35} = \frac{278}{35} = 7,94 \Omega$$

$$I_0 = \frac{U}{R} = \frac{12}{16} = 0,75 \text{ A}$$

XXXXXXXXXX

11- masala. Elektr energiyasi manbaining ichki qarshiligi $r_0 = 0,4 \Omega$, tashqi qarshiligi $r_t = 20 \Omega$ bo'lib, manbaning ichki quvvat isrofi 40 Vt ni tashkil etsa, manba qismalaridagi kuchlanish, uning elektr yurituvchi kuchi va tashqi zanjirga bera oladigan quvvati aniqlansin.

Berilgan:

$r = 0,4 \Omega$, $R = 20 \Omega$, $\Delta R_{\text{ichki}} = 40 \text{ Vt}$.

Topish kerak:

$U - ?$ $E - ?$ $I_{\text{tashqi}} - ?$

22 - RASM

Echish:

$$P = I^2 \cdot R$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{r}} = \sqrt{\frac{40}{0,4}} = 10 \text{ A}$$

$$U = I \cdot R = 10 \cdot 20 = 200 \text{ B}$$

$$I = \frac{E}{R + r}$$

$$E = I(R + r) = 10(20 + 0,4) = 204 \text{ B}$$

$$P_{\text{manbu}} = I^2 \cdot R = 10^2 \cdot 20 = 100 \cdot 20 = 2000 \text{ Bm} = 2 \text{ kBm}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Elektronning zaryadi $1,6 \times 10^{-19} \text{ Kl}$ deb qarab 1 Kl elektr zaryadi xosil qilish uchun nechta elektron zarurligini

2. Kuchlanishi 12 V energiya sifimi 60 A soat bo'lgan akkumulyatordagi elektr energiyasini Joulde xisoblang.

3. 120 V o'zgarmas kuchlanishda ishlovchi qurilmani ishga tushirish uchun 24 V kuchlanishli akkumulyatorlardan nechtasini, qanday ulash kerak. Sxemasini chizing.

4. Agar o'tkazgichni uzunligini ikki marta kamaytirib, simning yo'fonligini 4 marta oshirilsa bu simning qarshiligi necha marta o'zgaradi?

5. Xar biri 24 Om bo'lgan ikkita qarshilik paralel ulanib ularga 12 Om qarshilik ketma-ket ulangan. SHu sxemani chizing. Ushbu zanjir 12 V kuchlanishli tarmoqqa ulansa zanjirning tarmoqdan istehmol qilayotgan tok kuchini va quvvatini toping.

6. Quvvati 35 Vt bo'lgan AKVA lampasi 12 soatda qancha energiya istehmol qiladi?

7. Akkumulyatorga 24 V, 120 A soat deb yozilgan. SHu akkumulyatordagi elektr tokining energiyasi necha kg metan gazining yonish issiqlik energiyasiga mos keladi. Metanning yonish solishtirma issiqlik energiyasi 50 MJ/kg.

8. CHo'flanma tolali lampaga 100 Vt, 250 V deb yozilgan, shu lampaning qarshiligini toping.

9. Xar birining qarshiligi 25 Om dan bo'lgan 5 ta qarshilikni avval ketma-ket, sungra paralel ulansa umumiy qarshilik necha marta o'zgaradi? Zanjirning sxemkasini chizing.

10. Qarshiliklari 12 Om, 24 Om, 48 Om bo'lgan qarshiliklar 24 V kuchlanishli akkumulyatorga paralel ulangan. SHu sxemani chizib xar bir qarshilikdagi tok va kuchlanishlarni toping.

2-Amaliy ish.

BIR FAZALI UZGARUVCHAN ELEKTR TOK ZANJIRLARIGA DOIR MASALALAR

1-masala. CHastotasi $f = 400$ Gts bo'lgan sinusoidal o'zgaruvchan tokning davri T va burchak chastotasi aniqlansin.

2-masala. Stator chul'amlarida sanoat chastotasida tok ishlab chiqarayotgan gidrogenerator rotorning aylanish tezligi $n = 125$ ayl/min bo'lsa, generatorning juft qutblari soni va ishlab chiqarayotgan tokning davri aniqlansin.

3-masala. Kuchlanish $U = 220$ V bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoqiga quvvati $R = 600$ Vt li elektr plitaning toki, qarshiligi va $t = 3$ soat ishlash mobaynida istehmol qilgan energiya miqdori aniqlansin.

4-masala. Quvvatlari $R_{nom1} = 60$ Vt; $R_{nom2} = 120$ Vt va kuchlanishi $U_{nom} = 127$ V bo'lgan ikkita elektr lampasi, kuchlanishi $U = 220$ V bo'lgan elektr tarmoqiga ketma-ket ulangan. Lampalarda kuchlanishi qanday taqsimlanadi va ikkala lampa normal ishlay oladimi?

5-masala. Induktivligi $L = 100$ mGn bo'lgan faltar kuchlanishi $i = 200 \cdot \sqrt{2} \sin 314 t$ va chastotasi $f = 50$ Gts bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoqiga ulangan.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) tokning effekti va oniy qiymati;
- 2) quvvatni oniy va o'rtacha qiymatlari;
- 3) faltar magnit maydonida yirilgan energiyaning maksimal qiymati;
- 4) agar tarmoq kuchlanishining chastotasi ikki marta ortsa, tok effektiv qiymatining miqdori qanday o'zgaradi?

6-masala. Kuchlanish $U = 220$ V, chastotasi $f = 50$ Gts bo'lgan manbaga induktiv faltar va kondensator galma-galdan ulanganda zanjirdan oqib o'tgan tok bir xil, yahni $I = 5$ A. Faltakning induktivligi va kondensatorning sirimi aniqlansin.

7-masala. Zanjirga berilgan kuchlanishning va undagi tokning oniy qiymatlari $i = 310 \sin \omega t$ va $i = 14,1 \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$ mahlum bo'lsa, zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari va qarshiliklari aniqlansin.

8-masala. Agar sinusoidal o'zgaruvchan tok manbaining chastotasi $f = 50$ Gts bo'lsa, 7-masalaning mahlumotlari bo'yicha kondensatorlar batareyasining sirimi aniqlansin.

9-masala. Elektr zanjirga ulangan ampermetr va volg'tmetrning ko'rsatishlari $I = 10$ A, U

= 220 V. Tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi $\varphi = 60^\circ$. Vattmetrning ko'rsatishi, zanjirning aktiv va induktiv qarshiliklari xamda reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin.

10-masala. Sifimi 79,6 mkF 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 kondensagordagi kuchlanishning tushuvi xamda zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvati aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

11-masala. O'zaro ketma-ket tutashtirilgan aktiv qarshilik va induktivlikdan iborat zanjir kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga ulangan. Zanjirning aktiv quvvat istehmoli $R = 387,2 \text{ Vt}$ bo'lib, undan oqib o'tayotgan tok $I = 2,2 \text{ A}$.

Zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklari va faltarakning induktivligi aniqlansin. Agar manbaning chastotasi ikki marta ortsa, zanjirning aktiv quvvat istehmoli nimaga teng bo'ladi?

12-masala. Induktivligi $L = 0,141 \text{ Gn}$ bo'lgan induktiv faltarak chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ li o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Zanjirdagi tokning o'zgarish qonuniyati $i = 5,64 \sin \omega t$ bo'lsa, zanjirdagi kuchlanish va quvvatlarning oniy qiymatlarini ifodalari yozilsin. Tok va kuchlanishning tahsir etuvchi qiymatlari, shuningdek, zanjirning reaktiv quvvati xamda induktiv faltarakda to'plangan magnit maydon energiyasining maksimal qiymati aniqlansin.

13-masala. Aktiv qarshiligi $r = 15 \text{ Om}$, reaktiv qarshiligi $x_L = 20 \text{ Om}$ bo'lgan induktiv faltarak kuchlanishi $U = 127 \text{ volg'tli}$ o'zgaruvchan tok manbaiga ulangan. Zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari, shuningdek quvvat koeffitsienti aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

14-masala. Zanjirdagi kuchlanish va toklarning oniy qiymatlari ifodasi

$$u = 310 \sin(314t + 20^\circ);$$

$$i = 8,46 \sin(314t - 15^\circ).$$

Nagruzka xarakteri va uning parametrlari aniqlansin.

15-masala. Chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga faltarak va o'lchash asboblari ulangan.

Ampermetr, volg'tmetr va vattmetrlarning ko'rsatishi quyidagilarga teng:

$$I = 5 \text{ A}; U = 220 \text{ V}; P = 1000 \text{ Vt}.$$

Faltarakning aktiv qarshiligi r va induktivligi L , reaktiv va to'la quvvati, shuningdek, quvvat koeffitsienti aniqlansin. Tok va kuchlanishning vektor diagrammasi qurilsin.

1-masala. Zavod tsexida $R = 12 \text{ kVt}$ quvvat istehmol qiladigan, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,8$ ga teng bo'lgan bir fazali payvandlash apparati o'rnatilgan. Tahminlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 380 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$.

Payvandlash apparatining to'la va reaktiv quvvati, shuningdek, uzatgich simlardagi tokning qiymati aniqlansin.

2-masala. O'zgaruvchan tok tarmoriga temir o'zakli induktiv faltarak orqali LD-30 tipli lyuminestsent lampa ulangan.

Tarmoqning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$, lampaning nominal quvvati $R_{\text{nom}} = 30 \text{ Vt}$ va ish toki $I_{\text{nom}} = 0,32 \text{ A}$.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Lampadagi va temir o'zakli induktiv faltarakdagi kuchlanish;
2. Lampaning aktiv qarshiligi va temir o'zakli faltarakning induktivligi;
3. Zanjirning reaktiv va to'la quvvati;
4. Zanjirning quvvat koeffitsienti.

3-masala. Temir o'zakli induktiv faltarakning o'rniga ulash mumkin bo'lgan reostatning qarshiligi aniqlansin.

Reostatdagi quvvat isrofi xisoblansin. Lampa bilan qanday qarshilikni ketma-ket ulash tejimli: aktiv qarshiliknima yoki induktiv qarshiliknima?

4-masala. Kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga ikkita faltak ketma-ket ulangan. Faltaklariing 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 tarmoriga sirimi $S = 5 \text{ mkF}$ li kondensator ulangan. Zanjirdagi tok va kondensatorning elektr maydonida yirilgan energiyaning maksimal qiymati aniqlansin.

6-masala. CHastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga 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 sirimi (aktiv qarshilik $r_s = 0$ bo'lganda) xamda 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 $U = 220 \text{ volg'tli}$ tarmoqqa ulash uchun qanday sirimli 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 xisoblansin.

9-masala. Aktiv qarshiligi $r = 10 \text{ Om}$ va induktivligi $L = 70 \text{ mGn}$ bo'lgan faltak bilan, sirimi $S = 318 \text{ mkF}$ bo'lgan kondensator ketma-ket ulangan. Tahminlovchi tarmoqning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$. Zanjirdagi tok, faltakdagi 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 faltak chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ va kuchlanishi $U = 220 \text{ volg'tli}$ o'zgaruvchan tok tarmoriga ketma-ket ulangan. Zanjirda kuchlanish rezonansini xosil kilish uchun, faltak bilan ketma-ket ulash kerak bo'lgan kondensatorning sirimi 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 faltak kuchlanishi $U = 127 \text{ V}$ va chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga parallel ulangan.

Zanjir shoxobchalaridagi toklar aniqlansin xamda kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qurib, zanjirning quvvat koeffitsienti $\cos \phi$ topilsin.

12-masala. Xar birining sirimi 4 mkF dan bo'lgan 10 elementli kondensatorlar batareyasi parallel biriktirilgan 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.

13-masala. Qarshiliklari $r = x_L = x_s = 20 \text{ Om}$ li parallel, zanjir, kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga ulangan. Qarshiliklardan o'tayotgan toklar, umumiy tok va zanjirning quvvat koeffitsienti aniqlansin.

Masshtabda kuchlanish va toklarning vektor diagrammasi qurilsin.

14-masala. Korxonaning quvvat koeffitsientini oshirish maqsadida 152 kVAR reaktiv induktiv quvvatni kompensatsiya kilish uchun tarmoqqa parallel ulanishi kerak bo'lgan kondensatorlar batareyasining sirimi aniqlansin. Tarmokning kuchlanishi $U = 220 \text{ V}$, chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$.

15-masala. Korxona bir oy ishlashi davomida uning aktiv energiya schyotchigi 245000 kVtsoatni , reaktiv energiya schyotchigi esa $140000 \text{ kVARsoatni}$ ko'rsatdi (ikkala schyotchik bir vaqtda ishga tushirilgan). Korxonaning o'rtacha oylik quvvat koeffitsienti aniqlansin.

1- masala. Liniya kuchlanishi $U_l = 380 \text{ V}$ bo'lgan uch fazali tok tarmoriga induksion

pechg' ulangan. Uning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi = 0,8$ va quvvati $R = 5$ kVt. Pechning qizdirish elementlari yulduz sxemada ulangan. Xar bir fazaning qarshiliklari aniqlansin.

2-masala. Faza qarshiliklari $r_A=20$ Om, $r_V=40$ Om, $r_C=60$ Om bo'lgan istehmolchi faza kuchlanishi $U_f = 240$ V bo'lgan uch fazali tok tarmofiga to'rt simli yulduz sxemada ulangan istehmolchining faza toklari va nolinchi simdagi tok zanjirning quyidagi xolatlari uchun aniqlansin:

- 1) zanjir normal ishlaganda;
- 2) zanjirning S fazasida uzilish bo'lganda;
- 3) zanjirning V va S fazalarda uzilish bo'lganda;
- 4) barcha xolatlar uchun masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi

chizilsin.

3-masala. Fazasining aktiv va induktiv qarshiliklari tegishli $r_f = 6$ Om,

$X_{Lf} = 8$ Om dan bo'lgan simmetrik istehmolchi, liniya kuchlanishi $U_l = 220$ V bo'lgan uch fazali tok tarmofiga ulangan. Agar istehmolchining A fazasida qisqa tutashuv ro'y bersa, fazalardagi toklar qanday o'zgaradi? Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi chizilsin.

4-masala. Liniya kuchlanishi $U_l = 380$ V bo'lgan uch fazali tok tarmofiga quvvat koeffitsientlari bir xil ($\cos\varphi=0,6$) bo'lgan aktiv-induktiv xarakterli uchta istehmolchi to'rt simli yulduz sxemada ulangan.

Istehmolchining faza quvvatlari tegishli $R_A = 1,32$ kVt, $R_V = 1,98$ kVt, $R_S = 2,64$ kVt ni tashkil etadi. Istehmolchining fazalaridagi toklar va nolinchi simdagi tok, xar bir fazaning aktiv, reaktiv, to'la qarshiliklari xamda uch fazali zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

5-masala. Liniya kuchlanishi $U_l = 380$ V bo'lgan uch fazali tok tarmofiga aktiv – induktiv xarakterdagi istehmolchilar to'rt simli yulduz sxemada ulangan. Ularning faza aktiv quvvatlari

$$R_A = 3,0 \text{ kVt}, R_V = 3,6 \text{ kVt}, R_S = 4,4 \text{ kVt},$$

quvvat koeffitsientlari esa tegishli $\cos\varphi_A = 0,8$; $\cos\varphi_V = 0,86$

$\cos\varphi_C = 0,9$ ni tashkil etadi. Fazalardagi va nolinchi simdagi toklar, xamda uch fazali zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

6-masala. Qarshiliklari $r_A = 17$ Om, $r_B = 14$ Om, $r_S = 13$ Om, $X_{LA} = 22$ OM, $X_{LV} = 18$, $X_{LC} = 28$ Om bo'lgan istehmolchi liniya kuchlanishi $U_l = 380$ volg'tli uch fazali tok tarmofiga to'rt simli yulduz sxemada ulangan. Xar bir liniya simining aktiv va induktiv qarshiligi $r_l = 10$ Om va $X_{Ll} = 2$ Om ni tashkil etadi. Fazalardagi va nolinchi simdagi toklar xamda uch fazali zanjirning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlari aniqlansin.

7-masala. Liniya kuchlanishi $U_n = 220$ V bo'lgan to'rt simln elektr tarmofiga yoritgich nagruzka ulangan. Yoritgichlarning fazalardagi istehmol quvvati

$$R_A = 5,5 \text{ kVt}, R_V = 6,6 \text{ kVt}, R_S = 2,75 \text{ kVt}.$$

Kuyidagilar aniqlansin:

- 1) fazalardagi toklar;
- 2) vektor diagrammadan tok I_0 ning kiymati;
- 3) tarmokdan istehmol istehmol qilinayotgan umumiy quvvat;
- 4) masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi qurilsin.

8-masala. Quvvatlari $R_A = 2,2$ kVt, $R_V = 4,4$ kVt bo'lgan ikkita lampalar guruxi liniya kuchlanishi $U_l = 380$ volg'tli uch fazali tok tarmofiga ulangan. Fazalardagi toklarning kattaligi va neytral sim uzilganda xar bir gurux qismalaridagi kuchlanish aniqlansin. Masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammam qurilsin.

9-masala. Liniya kuchlanishlari $U_l = 380$ V bo'lgan simmetrik uch fazali generatorga yulduz sxemada birlashtirilgan uch fazali asimmetrik istehmolchi neytral simsiz ulangan. Istehmolchining ikkita fazasidagi kuchlanishlar bir-biriga teng: $U_V' = U_C' = 237,5$ V. Uchinchi fazadagi kuchlanish U_A va neytralning siljishi aniqlansin.

10-masala. Uch fazali simmetrii aktiv quvvat istehmolchisi faza kuchlanishi $U_f = 220$ V bo'lgan to'rt simli elektr tarmofiga yulduz sxemada ulangan. Liniya simlaridagi toklar

$$I_A = I_V = I_S = 10 \text{ A.}$$

Bitta liniya simi, undan so`ng ikkita liniya simi uzilganda neytral simdagi tok aniqlansin.

3-Amaliy ish

UCH FAZALI O'ZGARUVCHAN ELEKTR TOK ZANJIRLARINI HISOBLASH

Uch fazali istehmolchilarni uchburchak usulida ulash deb, birinchi fazaning oxirgi uchi X' ni ikkinchi fazaning bosh uchi V' bilan, ikkinchi fazaning oxirgi uchi Y' ni uchinchi fazaning bosh uchi S' bilan va uchinchi fazaning oxirgi uchi Z' ni birinchi fazaning bosh uchi A' bilan ulashga aytiladi (3.6-rasm, a). Bunday ulash usuli " Δ " belgisi bilan ko'rsatiladi. Odatda generatorning cho'lamlari yulduz usulida ulanadi. Ammo uch fazali transformatorlarning ikkilamchi cho'lamli yulduz yoki uchburchak usulida ulanishi mumkin.

Manba va istehmolchilarni to'rt simli yulduz usulida ulash

Generator va istehmolchi fazalari oxirgi uchlarini tegishlicha O va O' nuqtalarga ulash yulduz, usulida ulash deyiladi (3.2-rasm). Bunday ulash usuli " λ " belgisi bilan belgilanadi. O va O' nuqtalar generator va istehmolchining nolnchi (yoki neytral) nuqtalari deyiladi. Ana shu nuqtalarni birlashtiruvchi sim nolnchi (yoki neytral) sim deyiladi.

Manba va istehmolchi bir nomli fazalarning bosh uchlarini birlashtiruvchi $A-A'$ $B-B'$ ba $C-C'$ simlar liniya simlari deyiladi. Ana shu simlardan o'tadigan I_A, I_B, I_C toklar liniya toklari deyiladi va ular I_A deb belgilanadi.

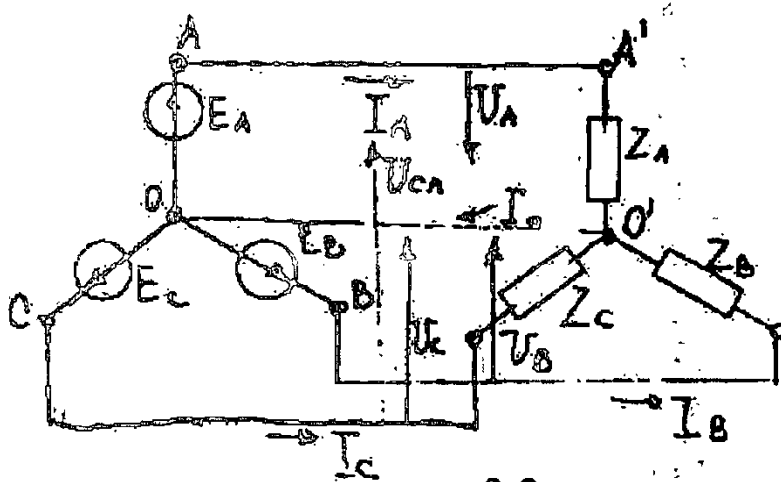
Manba va istehmolchi bir nomli, fazalaridan o'tadigan I_A, I_B, I_C toklar faza toklari deyiladi va ular I_B deb belgilanadi. Yulduz usuli bilan ulashda manba va istehmolchining bir nomli fazalari ketma-ket ulangan uchun liniya va faza toklari o'zaro teng bo'ladi:

$$I_A = I_\phi$$

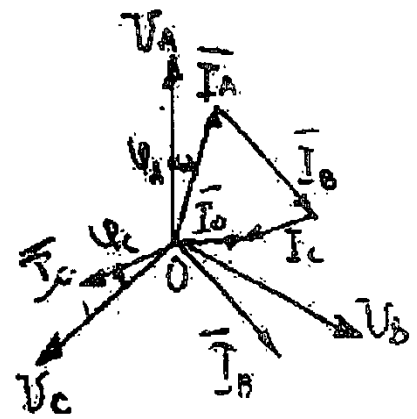
Ixtiyoriy liniya simi (manba yoki istehmolchining bosh uchi) bilan nolnchi sim (nolnchi nuqta) orasidagi kuchlanish faza kuchlanishi deyiladi va ular tegishilcha U_A, U_B, U_C (yoki U_ϕ) tarzda belgilanadi.

Istalgan ikkita liniya simi (manba yoki istehmolchining istalgan ikkita bosh uchlari) orasidagi kuchlanish liniya kuchlanish deyiladi. Ularni U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} (yoki U_A) tarzda yozish qabul qilingan.

Istehmolchining faza qarshiliklari (Z_A, Z_B, Z_C) uch fazali manbaning (yoki tarmoqning) faza kuchlanishiga ulansa, u xolda istehmolchining xar bir fazasidagi tok va quvvat koeffitsienti quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:



3.2-rasm



3.3-rasm

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A}; \quad I_B = \frac{U_B}{Z_B}; \quad I_C = \frac{U_C}{Z_C}; \quad \text{ёки} \quad I_\phi = \frac{U_\phi}{Z_\phi}$$

$$\cos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A}; \quad \cos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B}; \quad \cos \varphi_C = \frac{R_C}{Z_C}; \quad \text{ёки} \quad \cos \varphi_\phi = \frac{R_\phi}{Z_\phi}$$

$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A}; \quad \sin \varphi_B = \frac{X_B}{Z_B}; \quad \sin \varphi_C = \frac{X_C}{Z_C}; \quad \text{ёки} \quad \sin \varphi_\phi = \frac{X_\phi}{Z_\phi}$$

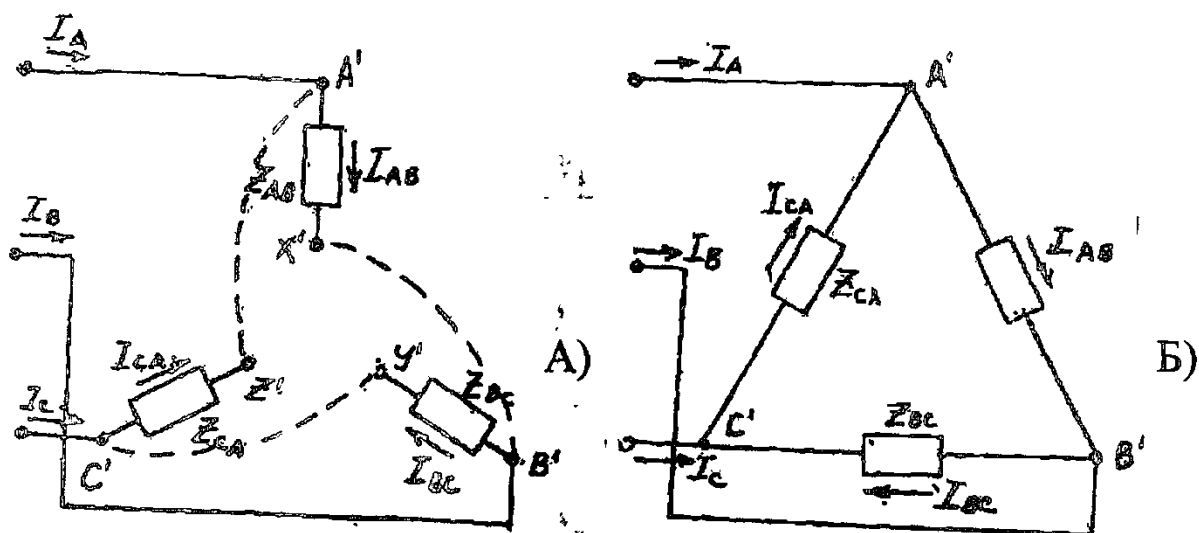
Uch fazali EYuK, kuchlanish va toklarning shartli musbat yo`nalishi 3.2-rasmdagi sxemada ko`rsatilgandek qabul qilinadi. Ushbu rasmda tokning musbat yo`nalishi qilib generatordan istehmolchi tomonga yo`nalishi esa genarator cho`lramlarining oxirgi X,Y,Z uchlaridan uning bosh uchlari A,V,S tomon yo`nalishi olingan. Istehmolchilarda kuchlanish va tokning musbat yo`nalishi qilib ularning bosh uchlariidan oxirgi uchlariga tomon yo`nalish qabul qilingan.

3.6-rasmdagi istehmolchining faza qarshiliklari Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{CA} xar juft A-V, V-S, S-A liniya simlariga ulangan. Demak, istehmolchi uchburchak usulida ulanganda uning xar bir fazasi manbaning (yoki tarmoqning) liniya kuchlanishiga ulanar ekan. Bunday ulash sxemasida liniya va faza kuchlanishlari o`zaro teng bo`ladi:

$$U_A = U_\phi$$

Istehmolchining faza qarshiliklaridan o`tayotgan  $I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}$  toklarga faza toklari deyiladi. Liniya simlaridan o`tayotgan I_A, I_B, I_C toklar esa liniya toklari deyiladi. Faza va liniya toklarining shartli musbat yo`nalishlari 3.6-rasm, a va b da ko`rsatilgan.

Faza kuchlanishlari va qarshiliklarining mahlum qiymatlarida xar bir faza tokini va quvvat koeffetsientini xisoblab, topish mumkin:



3.5-rasm

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}}; \quad I_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}}; \quad I_{CA} = \frac{U_{CA}}{Z_{CA}};$$

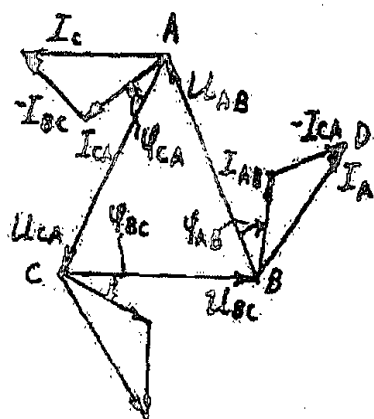
$$\cos \varphi_{AB} = \frac{R_{AB}}{Z_{AB}}; \quad \cos \varphi_{BC} = \frac{R_{BC}}{Z_{BC}}; \quad \cos \varphi_{CA} = \frac{R_{CA}}{Z_{CA}};$$

Istehmolchining faza qarshiliklarini yulduz, yoki uchburchak usulida ulash liniya kuchlanishining qiymatiga va istehmolchining qanday nominal kuchlanishga mo'ljallanganligi borliq. Masalan, pasportida "Y/Δ-380/220" yozuvi bo'lgan uch fazali vsinxron dvigatelni liniya kuchlanish $U_1 = 380V$ li tarmoqqa yulduz usulida, liniya kuchlanishi $U_1 = 220B$ li tarmoqqa esa uchburchak usulida ulash mumkin. Agar $U_1 = 380V$ li tarmoqqa uchburchak usulida ulanilsa, $U_{nom} = U_{\Delta} = 380B$ bo'lib, stator cho'lfamlari kuyib ketadi. Agar $U_1 = 220B$ li tarmoqqa yulduz usulida ulanilsa, $U_{nom} = U_{\phi} = 127B$ bo'lib, dvigatelg' to'la quvvat bilan ishlamaydi.

Faza va liniya toklari orasidagi nisbat. Uchburchak usulida ulashda faza va liniya toklarining teng emasligi 3.6-rasmdagi sxemalardan xam ko'rinib turibdi. Bu toklar orasidagi nisbatani aniqlash uchun Kirxgofning birinchi qonuniga asosan A, B, C tugunlar uchun quyidagi tenglamalarni yozamiz:

$$\bar{I}_A = \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{CA}; \quad \bar{I}_B = \bar{I}_{BC} - \bar{I}_{AB}; \quad \bar{I}_C = \bar{I}_{CA} - \bar{I}_{BC};$$

Demak, liniya toklari faza toklarining geometrik ayirmasiga teng ekan.



3.7-rasmda актив-индуктив характердаги нагрузка учун линия ва фаза ҳамда токларининг вектор диаграммаси кўрсатилган. Дастлаб линия (фаза) кучланишлари векторларининг учбурчаги симметрик кучланишлари кўрилади, сўнгра $I_{AB} = I_{BC} = I_{CA}$ фаза токларини линия кучланишлари U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} га нисбатан $\varphi_{AB} = \varphi_{BC} = \varphi_{CA}$ кечикувчи бурчаклар остида

chizamiz. Keyin (2.7) ifodaga binoan liniya toklarining vektorlarini topib, ularni qiymatini aniqlaymiz.

Ushbu vektorlar diagrammasidan ko`ranadiki, uchala liniya toklar  $I_A, I_B, I_C$  o`zaro teng va faza toklaridan faza bo`yicha 30° ga kechikadi.

Teng yonli uchburchak ENDDan (3.5) formulani topgandagi kabi usul bilan ekanligini aniqlaymiz.

$$I_A = \sqrt{3} \cdot I_\phi$$

Demak, istehmolchilarni uchburchak usulida ulanganda liniya toklari faza toklaridan $\sqrt{3}$ marta katta bular ekan (3.8) ifoda nagruzka simmetrik bo`lganidagina kuchga ega. Nagruzka nosimmetrik bo`lganda bir liniya toki aloxida o`lchanadi yoki mahlum faza toklari bo`yicha (3.7) ifodaga binoan tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini tegishli mashtabda ko`rib aniqlanadi.

Uch fazali zanjirlarning quvvati.

Bir fazali tok zanjirida ko`rilgan aktiv, reaktiv va to`la quvvat tushunchalari uch fazali tok zanjirida xam o`z mahnosini to`la saqlaydi. Nagruzka simmetrik va nosimmetrik bo`lganda yulduz va uchburchak usulida ulangan istehmolchilarning aktiv, reaktiv va to`la quvvatlarni xisoblash (aniqlash) formulalari bilan tanishib chiqamiz.

1. Nagruzka nosimmetrik bo`lganda xar bir fazaning quvvati aloxida xisoblab topiladi.

Y usulida ulanganda

$$I_A \neq I_B \neq I_C$$

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

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

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

Uch fazali zanjirining aktiv quvvati aloxida fazalari aktiv quvvatlarining yiřindisiga teng, yahni:

$$P_\lambda = P_A + P_B + P_C$$

$$Q_A = U_A \cdot I_A \cdot \sin \varphi_A$$

$$Q_B = U_B \cdot I_B \cdot \sin \varphi_B$$

$$Q_C = U_C \cdot I_C \cdot \sin \varphi_C$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati aloxida fazalari reaktiv quvvatlarining yiřindisiga teng, yahni:

Δ usulida ulanganda

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

АКТИВ КУВВАТ

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

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

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

$$P_\Delta = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA}$$

РЕАКТИВ КУВВАТ

$$Q_{AB} = U_{AB} \cdot I_{AB} \cdot \sin \varphi_{AB}$$

$$Q_{BC} = U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \sin \varphi_{BC}$$

$$Q_{CA} = U_{CA} \cdot I_{CA} \cdot \sin \varphi_{CA}$$

$$Q_{\lambda} = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$S_A = \sqrt{P^2_A \cdot Q^2_A}$$

$$S_B = \sqrt{P^2_B \cdot Q^2_B}$$

$$S_C = \sqrt{P^2_C \cdot Q^2_C}$$

Uch fazali zanjirning to'la quvvati:

$$S_{\lambda} = \sqrt{P^2_{\lambda} \cdot Q^2_{\lambda}}$$

$$Q_{\Delta} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$$

Тўла қувват

$$S_{AB} = \sqrt{P^2_{AB} \cdot Q^2_{AB}}$$

$$S_{BC} = \sqrt{P^2_{BC} \cdot Q^2_{BC}}$$

$$S_{CA} = \sqrt{P^2_{CA} \cdot Q^2_{CA}}$$

$$S_{\Delta} = \sqrt{P^2_{\Delta} \cdot Q^2_{\Delta}}$$

2. Nagruzka simmetrik bo'lganda:

$$I_A = I_B = I_C = I_{\phi}$$

$$\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C = \varphi_{\phi}$$

$$P_A = P_B = P_C = P_{\phi}$$

$$P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi}$$

$$P_{\lambda} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi} = 3P_{\phi}$$

$$Q_A = Q_B = Q_C = Q_{\phi}$$

$$Q_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi_{\phi}$$

$$P_{\lambda} = 3Q_{\phi} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi_{\phi}$$

$$S_A = S_B = S_C = S_{\phi}$$

$$S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}$$

$$S_{\lambda} = 3 \cdot S_{\phi} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi}$$

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_{\phi}$$

$$\varphi_{AB} = \varphi_{BC} = \varphi_{CA} = \varphi_{\phi}$$

$$P_{AB} = P_{BC} = P_{CA} = P_{\phi}$$

$$P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi}$$

$$P_{\Delta} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi_{\phi} = 3P_{\phi}$$

$$Q_{AB} = Q_{BC} = Q_{CA} = Q_{\phi}$$

$$Q_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi_{\phi}$$

$$P_{\Delta} = 3Q_{\phi} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin \varphi_{\phi}$$

$$S_{AB} = S_{BC} = S_{CA} = S_{\phi}$$

$$S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}$$

$$S_{\Delta} = 3 \cdot S_{\phi} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi}$$

Istehmolchi yulduz usulida $I_{\lambda} = I_{\phi}$ va $U_A = \sqrt{3} \cdot U_{\phi}$ uchburchak usulida ulangan esa va $U_{\lambda} = U_{\phi}$ ekanligini xisobga olib, aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni aniqlashning quyidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_{\phi};$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_A \cdot I_A \cdot \sin \varphi_{\phi}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_A \cdot I_A$$

Nagruzka qarshiliklarini yulduz usulidan uchburchak usuliga va aksincha o'tkazib ulash amaliy uchrab turadi. Masalan, uch fazali elektr pechining temperaturasi rostdash maqsadida Δ dan Y ga o'tkazib ulanadi. Ammo bunda pechining quvvati 3 marta kamayadi. Agarda Y dan Δ ga o'tkazib ulansa, pechining quvvati 3 marta ortadi. Xaqiqatan kam, yulduz usulida ulanganda:

Uchburchak usulida ulanganda esa

$$U_{\phi\Delta} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi\lambda} \cdot I_{\phi\Delta} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi\lambda}}{R_{\phi}}; \quad P_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi\Delta} \cdot I_{\phi\Delta} = 9 \frac{U_{\phi}^2}{R_{\phi}}; \quad \frac{P_{\Delta}}{P_{\lambda}} = 3$$

Tayanch soʻz va iboralar.

“Uchburchak” usulida ulash, simmetrik va nosimmetrik xolat, uch fazali zanjir quvvati.

4-Amaliy ish

BIR FAZALI TRANSFORMATORLARNI HISOBLASH

1- masala. Bir fazali transformatorning maksimal magnit oqimi

$$F_m = 12 \cdot 10^{-4} \text{ Vb.}$$

CHulʼamlarining oʻramlar soni tegishli $\omega_1 = 1000$ va $\omega_2 = 100$. Agar tarmoq tokining chastotasi $f = 50$ Gts boʻlsa, transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulʼamlarida magnit oqim induktsiyalagan elektr yurituvchi kuch miqdorlari va transformatorning transformatsiya koeffitsienti aniqlansin.

2-masala. Toʻla quvvati $S_{HOM} = 2$ kVA boʻlgan transformator chulʼamlarining kuchlanishlari tegishli $U_{1nom} = 800$ V, $U_{2nom} = 100$ V. Transformatorning maksimal magnit oqimi $F_m = 22,5 \cdot 10^{-4}$ Vb. Birlamchi va ikkilamchi chulʼamlarning nominal toklari, oʻramlar soni va toʻla qarshiliklari aniqlansin.

3-masala. Koʻp chulʼamli transformatorning 220 V ga moʻljallangan birlamchi chulʼaming oʻramlar soni $\omega_1 = 1100$. Ikkilamchi chulʼamlardan tegishli 6 V, 24 V va 120 V kuchlanishlar olinadi. SHu chulʼamlarning oʻramlar soni aniqlansin.

4-masala. Tarmoq kuchlanishi ikkita transformator yordamida 3000 volgʻtdan 400 volgʻtgacha, soʻngra 400 volgʻtdan 40 volgʻtgacha pasaytirildi. Transformatorlarning foydali ish koeffitsientlari tegishli $\eta_1 = 0,85$ va $\eta_2 = 0,6$. Ikkinchi transformatoridan istehmol qilinayotgan aktiv quvvat $R = 5,1$ kVt boʻlsa, birinchi transformatorning kirish tomonidagi aktiv quvvat aniqlansin.

5-masala. TM-100/10 tipidagi uch fazali transformatorning pasportida quyidagi texnikaviy maʼlumotlar koʻrsatilgan:

Nominal toʻlaquvvati $S_{nom} = 100$ kVA, yuqori kuchlanishi $U_{nom} = 10$ kV;

pastki kuchlanishi $U_{2nom} = 0,4$ kV;

salt ishlagandagi quvvat isrofi (nominal kuchlanishda) $R_p = 365$ Vt;

qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi $R_{q.t.} = 1970$ Vt;

qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{q.t.} = 4,5\%$ (nominal kuchlanishga nisbatan);

chulʼamlarni biriktirish usuli Y/Y₀ — 12.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Transformatsiya koeffitsienti K ;
2. Birlamchi va ikkilamchi chulʼamlardagi nominal toklar;
3. Transformator salt ishlaganda faza chulʼamlarining qismlaridagi kuchlanish;
4. Transformator chulʼamlarining nominal tokiga toʻgʻri kelgan aktiv qarshiliklari;
5. Transformatorning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 0,8$ boʻlib (yuklanish aktiv-induktiv xarakterga ega), yuklash koeffitsienti $\beta = 0,25; 0,5; 0,75$ va 1 boʻlgandagi foydali ish koeffitsientlari;

6. Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2 = 0,8$ boʻlib, yuklanish nominal boʻlganda ($\beta = 1$) kuchlanish ΔU ning oʻzgarishi.

6-masala. CHulʼamlarining ulanish sxemasi Y/Y boʻlgan uch fazali transformator birlamchi chulʼaming liniya kuchlanish $U_{1l} = 380$ V, ikkilamchi chulʼam liniya kuchlanishi $U_{2l} = 220$ V. Transformator chulʼamlarining ulanish sxemalari: 1. Δ/Δ , 2. Y/ Δ , 3 Δ/Y . boʻlganda, ikkilamchi chulʼamning liniya kuchlanishlar aniqlansin.

7- masala. Katalogda TM-40/10 tipdagi uch fazali transformatorga oid quyidagi texnikaviy maʼlumotlar bor:

nominal toʻlaquvvati $S_{nom} = 40$ kV · A;

birlamchi chulʼaming nominal kuchlanishi $U_{1HOM} = 10$ kV; ikkilamchi chulʼaming nominal kuchlanishi $U_{2nom} = 0,4$ kV; salt ishlagandagi quvvat isrofi $R_p = 190$ Vt; qisqa tutashuvdagi quvvat isrofi $R_{q.t.} = 880$ Vt; qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{q.t} = 4,5\%$; chulʼamlarining biriktirish

sxemasi va gruppasi $Y/\Delta - 11$; Quvvat koeffitsienti $\cos\varphi_2 = 0,8$.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Yuklanishlar nominaliga nisbatan 120, 100, 75, 50 va 25%. ga teng bo'lganda ikkilamchi chulfram uchlaridagi kuchlanish.

$U_2 = f(\beta)$ bo'lanish chizilsin.

2. O'sha yuklanishlarda transformatorning foydali ish koeffitsienti aniqlansin. $\eta = f(\beta)$ boglanish chizilsin.

8-masala. Avtotransformatorning kirish tomonidagi kuchlanish $U_1 = 220$ V. CHiqish tomonidagi kuchlanish $U_2 = 120$ V. Birlamchi chulframning o'ramlar soni $\omega = 660$. Quyidagilar aniqlansin:

1. Ikkilamchi chulframning o'ramlar soni – ω_2 ;

2. 1 va 2 nuqtalar orasidagi kuchlanishning nimaga tengligi;

3. Kuchlanish $U_2 = 40$ V va 180 V bo'lganda ikkilamchi chulframning o'ramlar soni xamda 1 va 2 nuqtalar orasidagi kuchlanish.

9-masala. Birlamchi chulfram $U_1 = 220$ V kuchlanishga mo'ljallangan avtotransformatorning o'ramlar soni $\omega_1 = 880$. Ikkilamchi chulframdan 110 V; 55 V; 36 V; 12 V kuchlanish olish uchun nechanchi o'ramlardan so'ng chiqqichlar chiqarish kerak?

10-masala. Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulamlari tegishli $I_{1nom} = 600$ A va $I_{2nom} = 5$ A tok kuchlariga moljallangan.

Birlamchi va ikkilamchi chulamlarning magnitlovchi kuchlari teng bo'lsa, ikkilamchi chulframning o'ramlar soni aniqlansin.

11- masala. Avtotransformatorning yuklanish toki 10 A. Birlamchi chulframning o'ramlar soni ikkinchisidan ikki marta katta bo'lsa, I_1 va I_3 toklar aniqlansin.

12- masala. Avtotransformator chulamlarining o'ramlar soni tegishli

$\omega_1 = 1520$ va $\omega_2 = 600$ bo'lib, kuchlanishi $U = 380$ V bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmoriga ulangan. Yuklanish qarshiligi 500 Om bo'lsa, I_1 , I_2 va I_3 toklar aniqlansin.

5-amaliy ish

ASINXRON MOTORNI MEXANIK XARAKTERISTIKASINI QURISHGA DOIR MASALALAR

1-masala. Stator chulamlari olti qutbli bo'lgan asinxron dvigatelg' rotorining sirpanishi $S = 0,04$. Tarmoq kuchlanishining chastotasi $f = 50$ Gts. Rotorning aylanish tezligi aniqlansin.

2-masala. Asinxron dvigatelg' aylanuvchi magnit maydonining aylanish tezligi

$n_1 = 1000$ ayl/min. Sirpanishlar qiymati $S = 1; 0; -0,5; -1$ bo'lganda rotorning tezligini aniqlang va olingan qiymatlarning fizik mahnosini tushuntirib bering.

3-masala. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning stator chulamlaridan o'tayotgan tok 10,6 A, tarmoqning faza kuchlanishi $U_f = 220$ V bo'lganda istehmol qiladigan quvvati $R_1 = 355$ kVt. Agar dvigatelning o'qdag foydali quvvati

$R_2 = 3$ kVt bo'lsa, dvigatelning foydali ish koeffitsienti va quvvat koeffitsienti nimaga teng?

Ilovadan dvigatelning tipi aniqlansin.

4-masala. 4A160S6U3 tipdagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg' yurgizish momentining nominal momentga nisbati 1,2 bo'lib yuklanishi to'la (nominal) bo'lgan ana shunday dvigatelni tarmoq kuchlanishi 5 va 10% kamayganda yurgizish mumkinmi?

5-masala. Katalog bo'yicha 4A112M2U3, 4A132M3UZ va 4A160S2U3 tipdagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellar yurgizish momentlarining nominal momentlarga nisbatlari 2; 1,7 va 1,4 ni tashkil etadi. Ana shu dvigatellarni yurgizish mumkin bo'lgan tarmoq kuchlanishining pasayishi mumkin bo'lgan chegara qiymatlari protsentda aniqlansin.

6-masala. Nima uchun qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellarni yurgizishda rotorda katta tok xosil bo'lsa xam dvigatelning yurgizish momenti kichik bo'lishining fizik mahnosini tushuntirib bering.

7-masala. 4A180S4U3 tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning stator chulframlari yulduz sxemada birlashtirilgan chastotasi $f = 50$ Gts, liniya kuchlanishi $U_1 = 380$ V bo'lgan uch fazali tok tarmoqiga ulangan. Pasportida quyidagi nominal ma'lumotlar berilgan: dvigatelning o'qidagi foydali quvvat $R_{nom} = 22$ kVt. Rotorning aylanish tezligi $n_2 = 1470$ ayl/min. Foydali ish koeffitsienti $\eta_{nom} = 0,9$ stator zanjiridagi quvvat koeffitsienti $\cos\phi_1 = 0,9$. Qutblar soni - 4. Maksimal va yurgizish momentining nominal momentga nisbatlari 2,3; 1,4. Yurgizish tokining nominal tokka nisbati 6,5.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Rotorning nominal sirpanishi.
2. Dvigatelning nominal, yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari.
3. Dvigatelning tarmoqdan istehmol qiladigan quvvati.
4. Dvigatelning nominal va yurgizish toklari.
5. Tarmoq kuchlanishi 10 va 20% ga pasayganda yurgizish momenti va tokning qiymatlarini aniqlab dvigatelning ishiga xulosa bering.

8-masala. Rotorning aylanish tezliklari: 2945; 1480; 985; 735 va 600 ayl/mindan bo'lgan uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning nominal aylantiruvchi momentlari mos xolda: 178,43; 355; 533,5; 715; 875,8 N • m. Dvigatellarning quvvati va tipi aniqlansin.

9-masala. 4A200M6UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning rotor nominal nagruzkada $n_{2nom} = 975$ ayl/min tezlik bilan aylanmokda. Manba kuchlanishining chastotasi $f_1 = 50$ Gts. Dvigatelning juft kutblar soni r , sinxron tezligi n_{1nom} va nominal sirpanishi S_{nom} aniqlansin. SHuningdek, sirpanish $S = 5\%$ bo'lganda dvigatelg' rotorida xosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchning chastotasi f_2 aniqlansin.

10-masala. 4A160S2UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg' uch fazali tok tarmoqiga ulangan. Rotorning sirpanishi 2% va 6% ga teng bo'lganda, rotorning aylanish burchak tezligi ω_2 aniqlansin.

11-masala. Ko'p tezlikli asinxron dvigatelning stator chulframlarini qayta ulanganda, uning juft qutblari soni 2 marta ortdi. Aylanuvchan magnit maydonining va rotorning aylanish tezligi qanday o'zgaradi?

12-masala. Nominal quvvati $R_{nom} = 37$ kVt bo'lgan 4A250S8UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg' rotorining nominal aylanish tezligi

$n_{2nom} = 735$ ayl/min, quvvat koeffitsienti $\cos\phi_{1nom} = 0,83$, foydali ish koeffitsienti $\eta_{nom} = 0,9$, nominal kuchlanishi $U_{nom} = 220/380$ V. Dvigatelning nominal nagruzkada tarmoqdan istehmol qiladigan quvvati R_{1nom} , nominal aylantiruvchi momenti M_{nom} , shuningdek stator chulframlari uchburchak va yulduz sxemasida ulanganda statordagi nominal tok aniqlansin.

13-masala. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning katalogda berilgan ma'lumotlari quyidagicha:

Nominal quvvati $R_{nom} = 90$ kVt; rotorning nominal aylanish tezligi $n_{2nom} = 1480$ ayl/min; nominal kuchlanishi $U_{nom} = 220/380$ V; Foydali ish koeffitsienti $\eta_{nom} = 0,93$; quvvat koeffitsienti $\cos\phi_{nom} = 0,91$; maksimal va yurgizish momentlarining nominal momentga nisbatlari 2,3; 1,2;

Yurgizish tokining nominal tokka nisbati 7.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Sinxron tezlik n_{nom} va nominal sirpanish S_{nom} ;
2. Dvigatelning nominal, yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari;
3. Stator chulframlari yulduz va uchburchak sxemada ulanganda dvigatelning nominal va yurgizish toklari;
4. Ilovadan dvigatelning tipi.

14-masala. Nominal quvvati $R_{nom} = 11$ kVt bo'lgan 4A160M8UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg' rotorining aylanish tezligi

$n_{2nom} = 730$ ayl/min. Maksimal va yurgizish momentlarining nominal momentga nisbatlari 2,2; 1,4.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Dvigatelning nominal yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari.
2. Tarmoq kuchlanishi 10% ga va 20% ga pasayganda dvigatelning yurgizish

momentlarini aniqlab, uning ishlashi xaqida xulosa bering.

Bu xolda dvigatelni to'la va yarim nagruzka bilan yurgizib yuborish mumkinmi?

15-masala. Nominal quvvati $R_{nom} = 45$ kVt bo'lgan 4A200L4UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg' uchfazali tok tarmofiga ulangan. Dvigatelning foydali ish ko'effitsienti $\eta_{nom} = 0,905$. Dvigatelning quvvat isrofi, ΔR va 8 soat ish davomida dvigatelning necha so'mlik energiya sarflashi aniqlansin (1 kVtsoat 182so'm turadi)

16-masala. Nominal quvvati $R_{nom} = 132$ kVt bo'lgan 4A280M2UZ tipidagi uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelg', liniya kuchlanishi $U_l = 380$ V bo'lgan uch fazali tok tarmofiga yulduz sxemada ulangan. Stator chulframlaridan o'tayotgan tok

$I_{1nom} = 247$ A. Dvigatelning foydali ish ko'effitsienti $\eta_{nom} = 0,915$. Dvigatelning tarmoqdan istehmol qilayotgan quvvati R_1 va quvvat ko'effitsient $\cos\phi_1$ aniqlansin.

17- masala. Faza rotorli asinxron dvigatellar yurgazish tokining kichik, yurgizish momentining esa katta bo'lishini tushuntirib bering.

18-masala. Nominal quvvatlari $R'_{2nom} = 0,5$ kVt, $R'_{2nom} = 1$ kVt bo'lgan bir fazali asinxron dvigatellar chastotasi $f = 50$ Gts, faza kuchlanishi $U_f = 220$ V bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmofiga ulangan. Dvigatellarning quvvat ko'effitsientlarni tegishli

$\cos\phi'_{2nom} = 0,7$; $\cos\phi''_{2nom} = 0,9$. Dvigatellardan o'tayotgan toklar va ularning reaktiv, to'la quvvatlari aniqlansin.

19-masala. Korxonaga o'rnatilgan uch fazali asinxron dvigatellarning istehmol qiladigan umumiy aktiv quvvati $R_{DV} = 300$ kVt, kuchlanishi $U_{nom} = 380$ V va quvvat ko'effitsientlarining o'rtacha qiymati $\cos\phi_{o'r} = 0,7$. Yoritgich lampalarning istehmol qiladigan umumiy quvvati $R_{yor} = 20$ kVt. Korxonaning quvvat ko'effitsientini 0,95 gacha oshirish uchun kondensatorlar batareyasidan foydalanish tavsiya etiladi.

Quyidagilar aniqlansin.

1. Kondensatorlar o'rnatilmasdan avvalgi tsex nagruzklarining umumiy quvvati - R_1
2. Kondensatorlar batareyasining sirimi - S.
3. Kondensatorlar batareyasi o'rnatilmasdan avval va o'rnatilgandan so'ng liniya simlaridagi I_1 va I_2 toklar.

6-Amaliy ish.

O'ZGARMAS TOK ELEKTR MOTORINI MEXANIK XARAKTERISTIKASINI QURISH

1-masala. O'lchash chegarasi 10 – 20 – 30 – 75 – 100 A bo'lgan magnitoelektrik sistemadagi ampermetr shkalasining 100 ta bo'linmasi bor. Asbobning barcha berilgan O'lchash chegaralari uchun sezgirligi xamda shkala bo'linmasining doimiysi aniqlansin.

2-masala. Elektr tarmofiga kuchlanishi $U = 380$ V bo'lib, uni o'lchash uchun nominal kuchlanishi 250 V bo'lgan ikkita volg'tmetr ketma-ket ulandi. Volg'tmetrlarning ichki qarshiliklari

$$r_{V1} = 46000 \text{ Om}, r_{V2} = 30000 \text{ Om}.$$

Xar qaysi volg'tmetrning ko'rsatishi aniqlansin.

3-masala. Istehmolchilar ulana borgan sari zanjirdagi tok ortib 17 amperga yetdi. Uni o'lchash uchun nominal toki 10 A dan bo'lgan ikkita ampermetrni parallel ulashga to'rri keldi. Ampermetrlarning ichki qarshiliklari $r_{A1} = 0,064$ Om, $r_{A2} = 0,08$ Om. Xar qaysi ampermetrning ko'rsatishini aniqlab, ularning yuklanishi xaqida xulosa bering.

4-masala. Volg'tmetrning nominal kuchlanishi $U_{nom} = 250$ B, aniqlik klassi 2,5. Volg'tmetr 50, 100, 150, 200, 250 volg't kuchlanishlarni o'lchagandagi nisbiy xatoligini aniqlab, uning ulchashi xaqida xulosa bering.

5-masala. Nominal toki $I_{nom} = 5$ A ga teng bo'lgan magnitoelektrik sistemadagi ampermetrning ichki qarshiligi $r_A = 0,015$ Om ga teng. Asbobning o'lchash chegarasini 15 A gacha oshirish kerak bo'lgan shunt qarshiligining qiymati aniqlansin. Ampermetrning shunt qarshilik bilan ulanish sxemasi chizilsin.

6-masala. Elektromagnit sistemadagi volg'tmetrning ichki qarshiligi $r_v = 20000 \text{ Om}$, nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 380 \text{ V}$. Volg'tmetrning o'lchash chegarasini 600 volg'tgacha oshirish uchun kerak bo'lgan qo'shimcha qarshilikning qiymati aniqlansin. Volg'tmetrning qo'shimcha qarshilik bilan ulanish sxemasi chizilsin

7- masala. Magnitoelektrik sistemadagi volg'tmetr 3 – 15 – 150 – 300 V nominal kuchlanishlarga mo'ljallab ishlab chiqarilgan. Asbobning ichki qarshiligi $r_v = 330 \text{ Om}$ va nominal toki $I_{\text{nom}} = 75 \text{ mA}$ mahlum bo'lsa r_1, r_2, r_3 va r_4 qo'shimcha qarshiliklarning qiymati aniqlansin.

8 - masala. Elektrodinamik sistemadagi vattmetrning nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 300 \text{ V}$ va nominal toki $I_{\text{nom}} = 5 \text{ A}$ ga teng. Asbobning shkalasi 150 ta bo'linmaga bo'lingan. Asbob o'zgaruvchan tok zanjiriga ulanganda uning strelkasi 100 ta bo'linmaga burilgan. Zanjirning quvvati aniqlansin.

9-masala. Nominal toki $I_{\text{nom}} = 10 \text{ A}$ bo'lgan elektrodinamik sistemadagi ampermetrni tekshirish uchun elektrodinamik sistemadagi namuna asbob bilan ketma - ket ulangan. Tekshirilayotgan asbobning ko'rsatishi 8 A, namuna asbobning ko'rsatishi 8,2 A ga teng. Ampermetrning absolyut, nisbiy va keltirilgan xatoliklari aniqlansin.

10 - masala. Nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 150 \text{ V}$ bo'lgan elektromagnit sistemadagi volg'tmetrni tekshirish uchun elektrodinamik sistemadagi namuna asbob bilan parallel ulangan. Tekshirilayotgan asbobning ko'rsatishi 100V, namuna asbobning ko'rsatishi 102,5 V ga teng. Asbobning aniqlik klassi topilsin.

11- masala. O'zgarmas tok zanjiriga ulangan elektromagnit sistemadagi volg'tmetr 132 volg't kuchlanishni ko'rsatdi. Xuddi shu asbobni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulanganda 127 volg't kuchlanishni ko'rsatdi. O'zgarmas tok zanjirida, shuningdek, o'zgaruvchan tok zanjirida xam kuchlanishning xaqiqiy kiymati 130 volg'tga teng. Ulashning ikkala xolati uchun asbobning nisbiy o'lchash xatoligi aniqlansin. O'lchashning ikki qolati uchun asbobning ko'rsatishlaridagi farqni qanday tushuntirish mumkin?

12-masala. Aniqlik klassi 1,5 bo'lgan elektrodinamik volg'tmetr shkalasi 250 volg'tga darajalangan. 127 va 220 volg't kuchlanishda volg'tmetrning o'lchash xatoligi aniqlansin.

13-masala. Kuchlanish transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulframlari tegishli $U_{1\text{nom}} = 35 \text{ kV}$ va $U_{2\text{nom}} = 0,1 \text{ kV}$ kuchlanishlarga mo'ljallangan. Agar transformatorning ikkilamchi chulframiga ulangan volg'tmetr 95 V kuchlanishni ko'rsatsa, birlamchi chulfram qismalaridagi kuchlanish necha volg'tga teng?

14-masala. O'zgaruvchan tok zanjiriga elektromagnit sistemasidagi ampermetr transformatsiya koeffitsienti $K_t = 300,5$ bo'lgan tok transformatori orqali ulangan. SHu asbob o'lchaydigan nominal tokning qiymati 5 A. Asbobning shkalasi 100 ta bo'linmaga bo'lingan. Tok transformatorini xisobga olgan xolda ampermetrning doimiysi aniqlansin.

15-masala. Nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 150 \text{ V}$ va nominal toki $I_{\text{nom}} = 5 \text{ A}$ bo'lgan elektrodinamik sistemadagi vattmetr transformatsiya koeffitsienti $K_t = 200/5$ bo'lgan tok transformatori orqali bir fazali tok zanjiriga ulangan. Asbobning shkalasi 150 ta bo'linmaga bo'lingan. Vattmetrning strelkasi 100 bo'linmaga burilgan. Zanjirning quvvati aniqlansin.

16-masala. Ampermetr, volg'tmetr va vattmetr transformatsiya koeffitsienti $K_t = 400,5$ bo'lgan tok transformatori va transformatsiya koeffitsienti $K_k = 3000/100$ bo'lgan kuchlanish transformatori orqali bir fazali o'zgaruvchan tok tarmoriga ulangan. Asboblarning ko'rsatishlari quyidagilarga teng:

$$I = 3,6 \text{ A}; U = 90 \text{ V}; ' = 324 \text{ Vt}.$$

Zanjirning toki, kuchlanishi va quvvati aniqlansin.

17- masala. Tok transformatorining birlamchi va ikkilamchi chulframlari tegishli $I_{1\text{nom}} = 600 \text{ A}$ va $I_{2\text{nom}} = 5 \text{ A}$ tok kuchlariga mo'ljallangan. Ikkilamchi chulframga ulangan ampermetr 4 A tok kuchini ko'rsatsa, tok transformatorining liniya chulframidan o'tayotgan tok necha amperga teng?

18 - masala. Kvartirada nominal kuchlanishi $U_{\text{nom}} = 220 \text{ V}$ va nominal toki $I_{\text{nom}} = 5 \text{ A}$ bo'lgan bir fazali schyotchik o'rnatilgan.

Schyotchikning shchitchasidagi yozuv bo'yicha uning nominal doimiysi aniqlansin.
1 kVts diskning 1280 marta aylanishiga teng.

19-masala. Bir fazali schyotchikni tekshirish uchun vattmetr ulandi. Bir minut davomida schyotchikning diski 42 marta aylandi, bunda vattmetrning ko'rsatishi 1000 Vt. Schyotchik nominal doimiysi $S = 1440$ Vt sek/ayl. Schyotchikning xaqiqiy doimiysi S_x , nisbiy xatosi X_n aniqlansin.

20-masala. Elektr yoritish zanjiriga bir fazali aktiv energiya schyotchigi o'rnatilgan. SHchitchasidagi yozuv bo'yicha 1 kVt·soat diskning 400 marta aylanishiga teng. Agar 5 minut davomida schyotchikning diski 200 marta aylangan bo'lsa, yoritish quvvatining miqdori aniqlansin.

21- masala. Zavod tsexida bir fazali aktiv energiya schyotchigi o'rnatilgan. Qandaydir vaqt ichida schyotchik diski 1000 marta aylandi. Schyotchikning doimiysi 1440 Vt s/ay.

7-Amaliy ish.

ELEKTR YURITMAGA MOTOR QUVVATINI TANLASHNI HISOBLASH

1-masala. Mustaqil uy'otishli generator salt ishlaganda qismalaridagi kuchlanish $U_0 = Y_{E_r} = 150$ V. Yakorning aylanish tezligi $n = 1800$ ayl/min bo'lib, chul'amlarni kesib o'tayotgan magnit oqimi $F = 2,5$ Vb bo'lsa, mashinaning doimiysi S_E aniqlansin.

2-masala. To'rt qutbli generatorning chul'amlarini kesib o'tayotgan magnit oqimi

$F = 1 \cdot 10^{-2}$ Vb. Yakorning aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/min. CHul'amdagi aktiv simlarning soni $N = 600$, juft parallel tarmoqlarning soni $a = 4$. Yakorg' chul'amlarida induktivlangan elektr yurituvchi kuch nimaga teng?

3- masala. O'zgaras tok generatorining yakorg' chul'amlarini kesib o'tayotgan magnit oqimi $F = 0,02$ Vb, mashinaning doimiysi $S_E = 10$. Yakorning aylanish tezligi 1000, 1500 va 2000 ayl/min bo'lganda yakorg' chul'amlarida induktivlangan elektr yurituvchi kuchlarning kattaliklari aniqlansin.

4-masala. Mustaqil uy'otishli generatorning texnik mahlumotlari quyidagicha: nominal quvvati $R_{nom} = 16$ kVt, nominal kuchlanishi $U_{nom} = 230$ V, yakorg' chul'aming qarshiligi $r_{ya} = 0,12$ Om, uy'otish zanjirining qarshiligi $r_u = 18$ Om, uy'otish zanjirining kuchlanishi $U_u = 110$ V.

Mexanik va magnit isrofchiliklari generator nominal quvvatining 4,5% ini tashkil etadi.

Quyidagilar aniqlansin:

1) generatorning EYuKi (E);

2) generatorning nagruzkasi nominal qiymatga teng bo'lgandagi foydali ish ko'effitsienti - η .

5- masala. Mustaqil uy'otishli generator salt ishlaganda uning uchlaridagi kuchlanish $U_0 = 248$ V. Yakorning aylanish tezligi $n = 1000$ ayl/min, yakorg' zanjirining qarshiligi $r_{ya} = 0,19$ Om. Nagruzka ulangandan so'ng ampermetr $I = 53$ A tokni, volg'tmetr

$U = 220$ V kuchlanishni ko'rsatadi. Nagruzka ulangandan keyingi yakorning aylanish tezligi aniqlansin. Magnit oqimlarining o'zgarishiga ehtibor berilmasin.

6-masala. Mustaqil uy'otishli generatorga $U_1 = 110$ V kuchlanishda $I_1 = 160$ A tok qabul qiladigan istehmolchi biriktirilgan. Generator yakorining tezligi $n_1 = 1560$ ayl/min, yakorg' zanjirining qarshiligi $r_{ya} = 0,08$ Om. O'zgaras nagruzkada yakorning aylanish tezligini o'zgartirsak, tokning kattaligi qanday o'zgaradi? Masala tezlikning ikki qiymati uchun yechilsin va bunda magnit oqimi o'zgaras deb xisoblansin:

1. $n_2 = 2100$ ayl/min ($n_2 > n_1$);

2. $n_3 = 1000$ ayl/min ($n_3 < n_1$).

7- masala. Parallel uy'otishli o'zgaras tok generatorining qismalaridagi kuchlanish $U_r = 220$ V. Uy'otish zanjirining qarshiligi $r_u = 20$ Om, generatorning nagruzka toki $I = 250$ A bo'lsa, uning uy'otish va yakorg' zanjirlaridagi toklar nimaga teng?

8-masala. Parallel uy'otishli generatorning pasportida quyidagi texnik mahlumotlar bor: Uy'otish zanjiridagi tok $I_u = 4$ A, uy'otish chul'aming qarshiligi

15 Om; roslash reostatining qarshiligi 40 Om. Generator qismalaridagi kuchlanish aniqlansin.

9-masala. Parallel uyʻotishli generatorning nominal kuchlanishi $U_{nom} = 230$ V, nagruzka toki $I = 160$ A. Yakorg' chulʻaming qarshiligi $r_{ya} = 0,11$ Om, uyʻotish zanjirining qarshiligi $r_u = 72$ Om. Yakorg' chulʻamidagi e. yu. k. Ye va tok I_{ya} shuningdek, generator berayotgan quvvat xamda yakorg' zanjiridagi isrofgarchilik aniqlansin.

10-masala. Parallel uyʻotishli generatorning nominal kuchlanishi $U_{HOM} = 230$ V, nominal quvvati $R_{nom} = 70$ kVt. Uyʻotish zanjiridagi quvvat isrofgarchiligi

$R_u = 1300$ Vt, yakorg' zanjiridagi quvvat isrofgarchiligi $R_{ya} = 2800$ Vt.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) Uyʻotish zanjirining toki I_u va qarshiligi r_u'
- 2) yakorg' zanjirining toki I_{ya} va qarshiligi r_{ya} ,
- 3) yakorg' chulʻamidagi E. Yu. K. $Y_{e_{ya}}$.

1- masala. Parallel uyʻotishli generatorning nagruzka toki $I = 96$ A, uyʻotish toki $I_u = 4$ A boʻlganda, qismalardagi kuchlanish $U_r = 120$ V. Generatorning umumiy quvvati, uyʻotish va yakorg' zanjirlarining qarshiligi aniqlansin.

2- masala. Ikki qutbli parallel uyʻotishli generatorning yakorg' chulʻamlarini kesib oʻtayotgan magnit oqimi $F = 0,03$ Vb. CHulʻam aktiv simlari sonining juft parallel tarmoqlar soniga nisbati $N/a = 300$. Yakorning aylanish tezligi $n = 2000$ ayl/min. Agar yakorg' zanjirining qarshiligi $r_{ya} = 0.2$ Om, nagruzka toki 56 A, uyʻotish toki esa $I_u = 4$ A boʻlsa, generator qismalaridagi kuchlanish va elektromagnit (tormozlovchi) moment nimaga teng boʻladi?

3- masala. Aralash uyʻotishli generatorning nominal quvvati $R_{nom} = 15$ kVt, nominal kuchlanishi $U_{nom} = 230$ V, yakorg' chulʻamini qarshiligi $r_{ya} = 0,13$ Om parallel uyʻotish zanjirining qarshiligi $r_u = 76$ Om, ketma-ket uyʻotish chulʻamining qarshiligi $r_{k.k.u.} = 0,056$ Om.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) yakorda induktsiyalangaya EYuK $Y_{e_{ya}}$,
- 2) parallel uyʻotish zanjirigaagi tok I_u ,
- 3) ketma-ket uyʻotish chulʻamidagi tok $I_{k.k.u.}$,
- 4) generatorning FIK.

4- masala. Aralash uyʻotishli oʻzgarmas tok generator yakorining EYuKi $Y_{e_{ya}} = 245$ V. Agar yakorg' chulʻaming qarshiligi $r_{ya} = 0,12$ Om, ketma-ket uyʻotish chulʻamining qarshiligi $r_{k.k.u.} =$ uyʻotish toki $I_u = 2,5$ A va nagruzka toki $I = 77,5$ A boʻlsa, generator uchlaridagi kuchlanish U_g va parallel uyʻotish zanjirining qarshiligi r_u aniqlansin.

5- masala. Parallel uyʻotishda oʻzgarmas tok dvigatelining nominal quvvati

$R_{nom} = 11$ kVt, nominal kuchlanish esa $U_{nom} = 220$ V ga teng. Uyʻotish zanjirining qarshiligi $r_u = 73,3$ OM. Yakorg' chulʻaming qarshiligi $r_u = 02$ OM, dvigatelning aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/min va FIK $\eta = 84\%$.

Quyidagilar aniqlansin:

1. Dvigatelni bevosita (yurgizish reostatisiz) tarmoqqa ulangandagi yurgizish toki.
2. Yurgizish tokini $2I_{Yanom}$ ga qadar cheklash uchun kerak boʻlgan yurgizish reostatining qarshiligi - r_{yur} .
3. Nominal aylantiruvchi moment M_{nom} ning miqdori.
4. Magnit oqimi $F = \text{const}$ boʻlganda yurgizish momenti M_{yu} ning miqdori.

6-masala. Parallel uyʻotishli dvigatelning qismalariga berilgan kuchlanish

$U = 220$ V. Uyʻotish chulʻamining qarshiligi $r_u = 40$ Om. Uyʻotish toki $I_u = 2,5$ A dan ortmasligi uchun roslash reostatining qarshiligi necha Om ga teng boʻlishi kerak?

7- masala. Parallel uyʻotishli generatorning nominal kuchlanishi $U_{HOM} = 120$ V, yakorining nominal aylanish tezligi $n_{nom} = 1000$ ayl/min, nominal toki $I_{ya nom} = 80$ A va yakorg'

zanjirining qarshiligi $r_{ya} = 0,15 \text{ Om}$. Generatoridan dvigatelg' tarzida foydalanilganda yakorg' chulʼamlarida induktivlangan teskari elektr yurituvchi kuchning kattaligi va yakorining aylanish tezligi aniqlansin. Mashinaning magnit oqimi ikkala rejimda xam oʻzgarmas xisoblanadi.

8- masala. Nominal quvvati $R_{nom} = 16 \text{ kVt}$ va nominal kuchlanishi $U_{nom} = 230\text{V}$ boʻlgan parallel uyʼotishli generator dvigatelg' rejimida ishlamoqda. Nominal aylanish tezligi $n_{nom} = 1450 \text{ ayl/min}$, yakorg' chulʼamining qarshiligi $r_{ya} = 0,18 \text{ Om}$, uyʼotish zanjirining qarshiligi $r_u = 82 \text{ Om}$. Dvigatelg' yakoridagi tok generator yakoridagi tokka teng boʻlganda, dvigatelg' uchlaridagi kuchlanish $U = 220 \text{ V}$ ga teng. Mashina yakorining qanday tezlikda aylanishi va elektromagnit quvvati aniqlansin. Mashinaning magnit oqimi oʻzgarmas deb qabul qilingan.

9-masala. Parallel uyʼotishli dvigatelni tarmoq kuchlanishi $U_t = 220 \text{ V}$ ga ulashdan avval yakorg' zanjiriga ketma- ket qarshiligi 2 Om gateng boʻlgan yurgizish reostati ulandi Dvigatelning yurgizish toki $I_{yu} = 100 \text{ A}$ bqlib, nominalidan 1,5 marta ortiq. Yakorg' chulʼamining qarshiligi, yurgizish reostati boʻlmiganda yakorg' zanjiridan oʻtishi mumkin boʻlgan tok, shuningdek, nominal rejimda yakorg' chulʼamida xosil boʻladigan teskari elektr yurituvchi kuchning kattaligi aniqlansin.

10 - masala. Ketma ket uyʼotishli dvigatelg' kuchlanishi 110 V boʻlgan tarmoqdan ishlaydi. Dvigatelning nominal quvvati $R_{nom} = 3,7 \text{ kVt}$, nominal aylanish tezligi $n_{nom} = 1120 \text{ ayl/min}$. Yakorg' chulʼamining qarshiligi $r_{ya} = 0,1 \text{ Om}$. Uyʼotish chulʼamining qarshiligi $r_u = 0,05 \text{ Om}$. Dvigatelning FIK $\eta = 80\%$.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) nominal aylantiruvchi moment- M_{nom} .
- 2) dvigatelning manbadan istehmol qilayotgan quvvati - P_1 ,
- 3) dvigatelning nominal toki - I_{nom}
- 4) yakordagi teskari EYuK- E_t .
- 5) yurgizish tokini $2I_{nom}$ ga qadar cheklash uchun kerak boʻlgan yurgizish reostatining qarshiligi - r_{yur} .

8-Amaliy ish.

YARIM OʻTKAZGICHLI TOʻGRILAGICHLARNI HISOBLASH

1-masala. Tarmoqqa berayotgan tokining chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$ va qutblarining soni 30 ta boʻlgan generator rotorining, yahni magnit maydonining aylanish tezligi nimaga teng?

2-masala. Krasnoyarsk, Sayano-SHushensk, Rogun va Nurek gidrostantsiyalaridagi sinxron generatorlarning stator chulʼamlarida induksiyanayotgan elektr yurituvchi kuchning chastotasi $f = 50 \text{ Gts}$, rotorlarning aylanish tezliklari; 90, 112, 167, 200 ayl/min. Juft qutblar sonini va ular orasidagi farqni aniqlang.

3-masala. Juft qutblarning soni $r = 4$, rotorining nominal aylanish tezligi $n_{2nom} = 1800 \text{ ayl/min}$ boʻlgan oʻzgaruvchan tok generatorining stator chulʼamlaridagi tok bir sekundda oʻz yoʻnalishini necha marta oʻzgartiradi.

4-masala. Sinxron generatorning qismalaridagi kuchlanish 15 kV , faza toki 1000 A boʻlib, quvvat koeffitsienti $0,94$. Stator chulʼamlari yulduz sxemada ulangan. Simmetrik nagruzkada generatorning tashqi zanjirga berayotgan foydali quvvati aniqlansin.

5-masala. Sinxron dvigateldagi barcha quvvat isrofi $\Delta R = 3 \text{ kVt}$. Agar dvigatelning foydali ish koeffitsienti $\eta_{nom} = 94\%$ boʻlsa, uning tarmoqdan istehmol qilayotgan quvvati qancha?

6-masala. Sinxron generator rotorining nominal aylanish tezligi $n_{nom} = 750 \text{ ayl/min}$, CHastotasi $f = 50 \text{ Gts}$. Agar birlamchi dvigatelning tezligi generator rotorining nominal aylanish tezligiga mos kelmasa, generator tokining chastotasi qanday oʻzgaradi? Masala birlamchi dvigatelg' tezligining ikki xil qiymati uchun yechilsin:

1. $n_1 = 1000 \text{ ayl/min}$ ($n_1 > n_{nom}$);
2. $n_2 = 500 \text{ ayl/min}$ ($n_2 > n_{nom}$).

7-masala. CHastotasi $f = 50$ Gts bo'lgan tarmoqqa ulangan olti qutbli sinxron generator rotorining nominal aylanish tezligi $n_{1nom} = 1000$ ayl/min. Nominal aylanish tezligi $n_{2nom} = 500$ ayl/min bo'lgan 12 qutbli generatorni parallel ishlatish uchun tarmoqqa ulash mumkinmi?

8-masala. SD2- 85I29 - 10 tipdagi sinxron dvigatelg' quyidagi nominal qiymatlarga ega: quvvati $R_{nom} = 250$ kVt, kuchlanishi $U_{nom} = 0,38$ kV, chastotasi $f = 50$ Gts, foydali ish ko'effitsienti $\eta_{nom} = 93,2\%$, quvvat ko'effitsienti $\cos \varphi_{nom} = 0,9$, rotorning aylanish tezligi $n_{1nom} = 1000$ ayl/min, maksimal va yurgizish momentlarining nominal momentga nisbatlari 1,7 va 1,2 yurgizish tokining nominal tokka nisbatan 5,5.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) dvigatelning juft qutblar soni – r
- 2) dvigatelning tarmokdan istehmol qilayotgan quvvati – R_1 ,
- 3) dvigatelning yurgizish toki – I_{yu} ,
- 4) vigatelning nominal, yurgizish va maksimal aylantiruvchi momentlari,
- 5) nominal nagruzkadagi quvvat isrofgarchiligi.

9-masala. Zavod tsexida $U_{nom} = 220$ volg't nominal kuchlanishga xisoblangan uch fazali asinxron dvigatellar o'rnatilgan. Ularning nominal quvvati, f , i , k va quvvat ko'effitsienti quyidagi jadvalda berilgan:

Dvigatelg' soni	O'qdagi nominal quvvat R, kVt, nom	$\eta, \%$	$\cos \varphi_1$
5	4,5	76,5	0,72
8	7	86	0,78
1	720	88	0,82
1	55	91	0,84

TSexdagi elektr qurilmalarning quvvat ko'effitsientini 0,96 gacha oshirish uchun, o'rnatilgan kompensatorning to'la quvvati aniqlansin. Kompensatordagi aktiv quvvat isrofgarchiligi uning reaktiv quvvatining 0,3% ini tashkil etadi.

10-masala. TSexdagi energetik qurilmalarning quvvat ko'effitsientini oshirish maqsadida (avvalgi masalada berilganlarga qarang) nominal quvvati $R_{nom} = 55$ kVt ga teng bo'lgan asinxron dvigatelni sinxron dvigatelg' bilan almashtirish xaqida taklif kiritildi.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) sinxron dvigatelg' sifatida ishlab, ayni vaqtda tsexning quvvat ko'effitsientini 0,96 gacha orttirgan sinxron mashinaning to'la quvvati,
- 2) asinxron dvigatelni sinxron dvigatelg' bilan almashtirishgunga qadar tahminlovchi tarmoq, liniya simlaridagi tok I_1 va almashtirgandan keyingi tok I_2 ,
- 3) agar dastlabki isrofgarchiliklar 18 kVt ni tashkil etgan bo'lsa, tahminlovchi simlardagi isrofgarchilik kamaytirilgandan keyin tejalgan yillik elektr energiyasi. Ish uch smenada 7 soatdan olib boriladi, yillik ish kuni 300 ga teng.

11 - masala. Korxonada o'rnatilgan uch fazali asinxron dvigatellar, kuchlanish $U = 380$ V va quvvat ko'effitsienti $\cos \varphi_{o'r} = 0,8$ bo'lganda, istehmol qilayotgan aktiv quvvatlarining yirindisi $R_{dv} = 350$ kVt. Yoritgich nagruzkaning quvvati $R_{yor} = 30$ kVt. Bundan tashqari, umumiy quvvati $R_p = 50$ kVt bo'lgan qizdirgich pechlar o'rnatilib, korxonaning istehmol qilayotgan umumiy quvvati o'zgarmay qolishi kerak. Korxonaning quvvat ko'effitsientini oshirib pechlarni elektr energiya bilan tahminlash maqsadida, qo'shimcha quvvat olish uchun sinxron kompensator o'rnatish taklif etiladi.

Quyidagilar aniqlansin:

- 1) qizdirgich pechlar va sinxron kompensator o'rnatilgunga qadar, shuningdek, o'rnatilgandan keyin korxonaning quvvat ko'effitsientini,
- 2) agar sinxron kompensatordagi aktiv quvvat isrofgarchiligi uning reaktiv quvvatining 5% ini tashkil etsa, kompensatorning to'laquvvatini,
- 3) quvvatlar uchburchagi qurilsin.

9-Amaliy ish.

TRANZISTORLI KUCHAYTIRGICHLARNI HISOBLASH

1 - masala. Qarshiligi $r_n = 60$ Om bo'lgan nagruzka bitta yarim davrli to'rilagich va transformatorlar orqali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan. Agar $U_2 = 120$ V bo'lsa, to'rilangan tokning o'rtacha qiymati xisoblansin (vetilning ichki qarshiligi va transformator chul'famlari qarshiligi xisobga olinmasin).

2- masala. Qarshiligi 60 Om bo'lgan nagruzka ikkita yarim davrli to'rilagichga o'rta nuqtali transformator orqali sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishga ulangan.

Agar $u_2 = 120\sqrt{2}\sin\omega t$ bo'lsa, to'rilangan tokning o'rtacha qiymati, transformator chul'famlarining va transformatorning xisobiy quvvatlari aniqlansin.

Tok va kuchlanishlarning o'zgarish diagrammalari chizilsin (transformatsiya koeffitsienti $\mathcal{R}_{tr} = \frac{U_1}{U_2} = 1$ deb olinsin).

3-masala. Avvalgi masaladagi berilganlar asosida bir fazali ko'priksimon to'rilagich sxemasidagi to'rilangan tokning o'rtacha qiymati va transformatorning xisobiy quvvati aniqlansin. Tok va kuchlanishlarning o'zgarish diagrammalari chizilsin.

4-masala. Ikkita va bitta yarim davrli to'rilash sxemasi uchun kuchlanishning pulg'satsiya koeffitsienti aniqlansin.

5-masala. Uch fazali transformatorning ikkilamchi chul'famini to'rilagich sxemasida ishlatish mo'ljallanmoqda. Nominal miqdorlari $S_{nom} = 1,8$ kVA;

$U_{1nom} = 380$ V; $U_{2nom} = 220$ V; $I_{1nom} = 2,8$ A, $I_{2nom} = 4,7$ A. CHul'famlarni ulash sxemasi Δ/γ . Tarmoqning liniya kuchlanishi $U_l = 380$ V. Vetellardagi teskari kuchlanishning maksimal qiymati va berilgan to'rilagichdan olinishi mumkin bo'lgan to'rilangan kuchlanish va tok aniqlansin. Ventillarning ichki qarshiliklari xisobga olinmasin.

6-masala. Uch elektrodli 6N15P lampaning anod kuchlanishi 100 V va to'r kuchlanishi 1 V bo'lganida, Anod kuchlanishi 150 volg'tgacha oshirsak, anod toki 14 millimetrgacha ortadi. So'ngra anod kuchlanishini o'zgartirmasdan, to'rdagi manfiy kuchlanishni 2 volg'tgacha oshirganimizda anod tokining avvalgi miqdori, 7,5 millimetrga teng bo'lib qoladi. Lampaning parametrlari: S , μ va R_i aniqlansin.

7- masala. O'rta nuqtaga ega bo'lgan transformatorli ikkita yarim davrli to'rilagich nagruzkasidan o'tayotan tokning o'rtacha qiymati topilsin. Bu yerda $U_2 = 120\sqrt{2}\sin\omega t$; $r_n = 60$ Om; boshqarish burchagi $\alpha = 60^\circ$; BS – boshqarish sistemasi; U_2 – boshqarish kuchlanishi.

8- masala. Diametri 100 mm li selen shaybalaridan iborat ventilig' elementli bitta yarim davrli to'rilagich nagruzkada $U_d = 36$ B to'rilangan kuchlanish va $I_d = 12$ A to'rilangan tok berilishi kerak.

1. Agar ventildagi yo'l qo'yilgan teskari kuchlanish U_{tes} (davrning o'tkazmaydigan qismida) 25 volg'tdan ortiq bo'lmasa va sovish shartiga ko'ra ruxsat etilgan tok $I_{ruxs} = 1,5$ ampermetrdan ortiq bo'lmasa, shaybalar soni va ularning biriktirish sxemasi ko'rsatilsin. Bitta shaybaning ichki qarshiligi 0,3 Om.

2. $U_1 = 220$ V kuchlanishli tarmoqqa ulangan transformatoridagi kuchlanish tushuvi 4% bo'lsa, transformatorning ikkilamchi chul'fami qismalaridagi kulanish, transformatsiya koeffitsienti va uning xisobiy quvvati aniqlansin.

9 - masala. Avvalgi masalaning berilganlari bo'yicha o'rta nuqtali transformator (ikkita ikkilamchi chul'famli) qo'llab, ikkita yarim davrli to'rilagich xisoblansin.

10- masala. Avvalgi masaladagi berilganlar asosida bir fazali ko'prik sxemasini qo'llab, ikkita yarim davrli to'rilagich xisoblansin.

1-Tajriba ishi.

O'ZGARMAS TOK ELEKTR ZANJIRLARINI TEKSHIRISH

1.Ishning maqsadi

- alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini aniqlash (Om qonuni asosida).
- aralash ulangan o'zgarmas tok elektr zanjirlarini yig'ishini va ularni hisoblashni o'rganish.

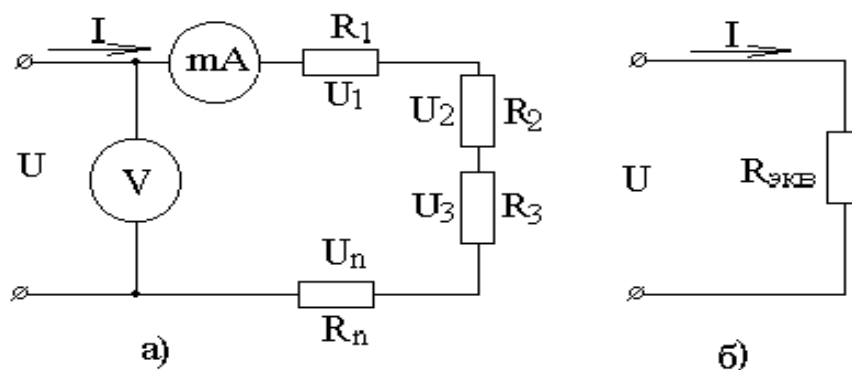
2.Nazariy ma'lumotlar

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 holatda rezistorlar R_1 , R_2 , R_n kuchlanish manbai bilan U yakka kontur hisoblanadi. (Rasm-4.1) 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 2 chi qonuniga asosan barcha kuchlanishlar yig'indisi



Rasm--3.1

kirish kuchlanishiga teng bo'ladi, ya'ni

$$U_k = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots + I \cdot R_n = I \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n) = I \cdot R_{9KB}$$

Bu yerda $R_{9KB} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

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 qo'yidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$I = U_1 / R = U_2 / R_2 = U_3 / R_3 ; \quad [A]$$

Har bir elektr energiya iste'molchisidagi aktiv quvvat qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$P_1 = U_1 \cdot I ; \quad P_2 = U_2 \cdot I ; \quad P_n = U_n \cdot I ; \quad [Vt]$$

Elektr zanjirning aktiv quvvati qo'yidagiga teng:

$$P = U \cdot I = U_1 \cdot I + U_2 \cdot I + U_3 \cdot I + \dots + U_n \cdot I \quad [Vt]$$

O'zgarmas tok elektr zanjirlari umumiy holatda elektr energiya manbalari, elektr energiya iste'molchilari, o'lchash asboblari, kommutasion 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, yonilg'i, atom va hokazo) elektr energiyasiga aylantiriladi. Elektr energiya iste'molchilarida manbalarining elektr energiyasi, boshqa bir holatga, misol uchun mexanik energiya, issiqlik energiyasiga va kimyoviy energiyalarga o'zgartiriladi.

Iste'molchilarni elektr energiya manbaiga ulashni usuliga ko'ra ketma-ket, parallel va aralash ulashlarga bo'linadi. Parallel ulash vaqtida R_1 , R_2 , va R_n qarshiliklar bir xil kuchlanish manbai U da bo'ladi, ya'ni: $U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = \dots = I_n \cdot R_n$

Bunday holatda, har bir qarshilik o'zining avtonom tokiga ega bo'ladi. $I_k = U/R_k$; natijada Kirxgofning 1-chi qonuniga asosan zanjirdagi umumiy tok, aloxida iste'molchilardagi toklarni yig'indisidan iborat bo'ladi, ya'ni:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = U/R_1 + U/R_2 + \dots + U/R_n$$

Bu yerda $1/R_{\text{KB}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$

Oddiy o'zgarmas tok elektr zanjirlaridagi tok va kuchlanishlarni aniqlash Kirxgof qonunlari asosida amalga oshiriladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-3.2 da keltirilgan sxemani yig'ing.

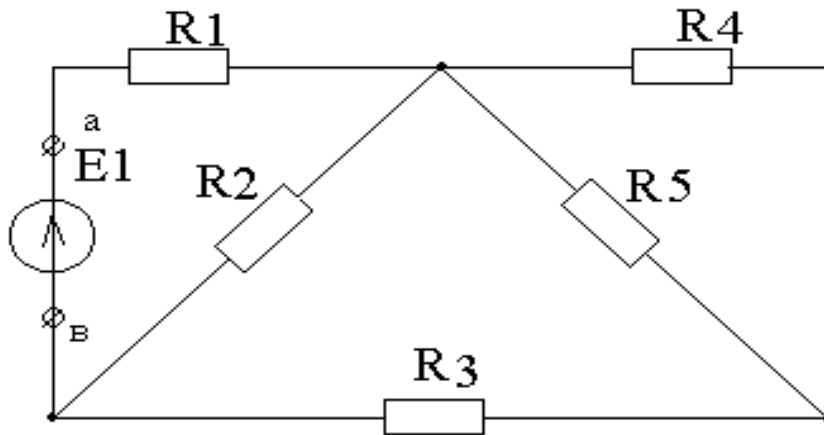
2. Kerakli asboblari:

- Ye1-50 V li kuchlanish manbai;

- R1 - R2- R3- R4- R5-PEV-7,5-200 Om li rezistorlar;

- V-0-50 V gacha bo'lgan o'zgarmas tok voltmetri.

3. Sxemani «a» va «v» uchlarini 50 V li kuchlanish manbaiga ulang.



Rasm--3.2

4. Zanjirdagi har bir elementdagi kuchlanishlar tushuvini voltmetr yordamida o'lchang va 3.1-jadvalga yozing.

5. O'lchash natijalariga asoslanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblang va 3.1-jadvalga yozing.

6. $E_1=50\text{B}$, $R_1=220\text{ Om}$ va $R_2=R_3=R_4=R_5=200\text{ Om}$ ga teng bo'lsa, o'zgarmas tok murakkab zanjirlarini hisoblash usullaridan foydalanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblab toping.

7. 5 chi va 6 chi bandlarda aniqlangan toklarni taqqoslang va o'z xulosalaringizni daftarga yozing.

2.1- jadval

№	O'lchash natijalari						hisoblash natijalari				
	E V	U1 V	U2 V	U3 V	U4 V	U5 V	I1 A	I2 A	I3 A	I4 A	I5 A
1											
2											

Sinov savollari

1. Om qonunini ifodalang va uni qo'llashga misollar keltiringg'

2. Zanjirni ekvivalent qarshiligi nimag'

3. Zanjirni bir qismi va butun zanjir uchun Om qonunini yozing, ichki va tashqi zanjirlar uchung'

4. Bir nechta e.yu.k. li yopiq kontur uchun Kirxgofning 2-chi qonunini ifodalangg' Bu holatda konturlardagi har bir e.yu.k. ning ishorasi qanday aniqlanadi?

2-Tajriba ishi.

AKTIV INDUKTIV QARSHILIKLI O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRLARINI TEKSHIRISH

1.Ishning maqsadi

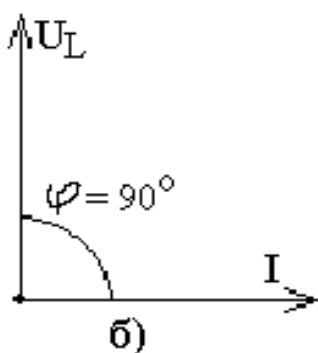
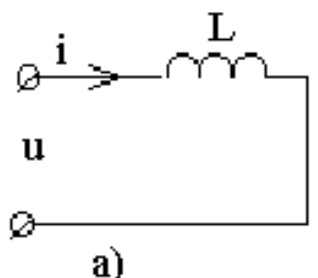
- ♦ aktiv qarshilik R induktivlik L va sig'im S dan iborat bo'lgan bir fazali o'zgaruvchan tok zanjirida Ohm va Kirxgof qonunlarini tekshirish.
- ♦ zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarini topish, hamda kuchlanish va tok orasidagi faza burchak siljishini o'lchash natijalari asosida vektor diagrammalar qo'rishni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

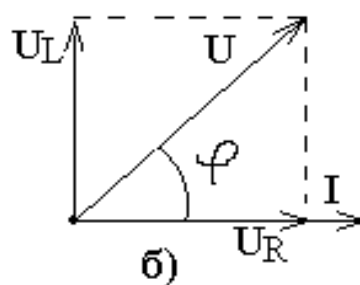
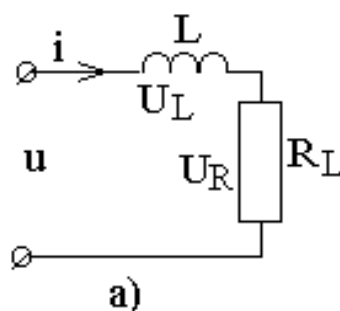
Har qanday uchta passiv elementlardan tashkil topgan o'zgaruvchan tok elektr qurilmalari elektr zanjiri hisoblanadi; -aktiv qarshilik r elektr energiyasini sochilishini xarakterlaydi. (Elektr energiyasini ish energiyasiga va issiqlik energiyasiga aylanishi).

-induktivlik L zanjirning magnit maydonini xarakterlaydi.

-sig'im S zanjirning elektr maydonini xarakterlaydi.



Rasm-4.1



Rasm-4.2

Bu 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 qo'yidagi 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

$X_C = 1/\omega C$ - kondensatorning sig'im qarshiligi (Om).

Tok Ohm qonuni asosida aniqlanadi. $I = U/Z$, [A]

Tok va kuchlanish orasidagi faza burchak siljish qo'yidagiga teng: $\varphi = \arctg X_L / R$

Zanjirning kirishdagi umumiy kuchlanish vektori zanjirning alohida qismlaridagi kuchlanishlar tushuvini geometrik vektorlar yig'indisi kabi aniqlanadi.

Shunday qilib, umumiy holat uchun o'zgaruvchan tokning tarmoqlanmagan zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi qonunini qo'llash fakat 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 algebraik yig'indisiga teng bo'lmaydi).

Bu xol o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi 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 qo'yidagiga teng, ya'ni $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Shunday qilib, o'zgarmas tok zanjiridagi quvvatdan farqli bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv quvvat faqat kuchlanish bilan tokning ko'paytmasiga ($U \cdot I$) bog'liq bulmay, yana quvvat koeffisiyenti $\cos \varphi$ ga ham bog'liq bo'ladi. Aktiv quvvat (Vt), kilovvat (KVt) va megovatlarda (MVt) o'lchanadi.

$U \cdot I = S$ - umumiy quvvat hisoblanadi va voltamper yoki kilovoltamper (VA), (kv.A) larda o'lchanadi.

Shunday qilib, $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$

Bu yerda, $\cos \varphi$ - quvvat koeffisiyenti bo'lib, bu kattalik to'liq iste'mol qilinayotgan quvvatning qancha qismi ishchi aktiv quvvat ekanligini qo'rsatadi.

Bu quvvat $\pm Q = U \cdot I \sin \varphi$ - reaktiv quvvat deb ataladi, (VAR, kVAR, MVAR) o'lchanadi, «+» ishorasi reaktiv induktiv quvvat, «-» ishorasi esa reaktiv sig'im quvvat ekanligini bildiradi.

3. Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba stendi bilan tanishing, uning asosiy elementlari qarshilik, induktivlik va ularni sozlashni o'rganig.

2. Rasm-4.3.dagi sxemani yig'ing.

3. Kerakli asboblari:

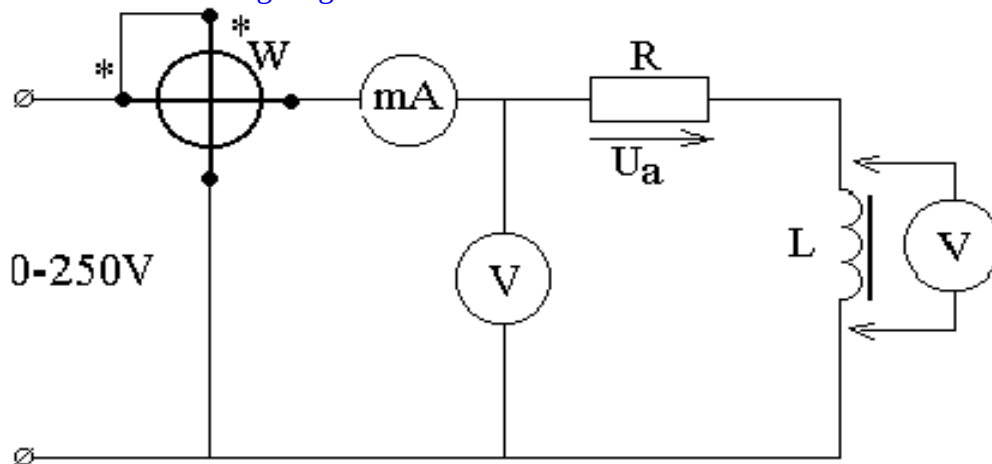
-W- 0,6 kW li vattmetr;

-mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;

-V -250V li o'zgaruvchan tok voltmeteri;

-R- PEV-7,5-750(li qarshilik;

-L- o'zakli induktivlik galtagi.



Rasm-4.3

4. LATR kalitini «0-250V» xolatga 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 4.1-jadvalga yozing.

4.1-jadval

№	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U _R (B)	U _L (B)
1					
2					
3					

7. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi $R=U_R/I$, [Om]

Om]G'altakning to'la qarshiligi $Z_L=U_L/I$, [Om]

G'altakning induktiv qarshiligi $X_L=\sqrt{Z_L^2-R^2}$, [Om]

G'altakning aktiv qarshiligi $r_L=r_H-R$, [Om]

G'altakning induktivligi $L=X_L/\omega$, [Gn]

Quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi=P/S$

Zanjirning to'la qarshiligi $Z_H=U_H/I$, [Om]

Zanjirning to'la quvvati $S=U_H \cdot I$, [V.A]

Zanjirning reaktiv quvvati $Q=S \cdot \sin\varphi$, [VAr]

Eslatma: Vattmetr qo'rsatkichini 0,1 ga ko'paytirish kerak.

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini yozing. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari uchun Om qonuni qanday farq qiladi?
3. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari uchun Kirxgof qonunlarini qo'llashning afzalliklari nimalardan iborat?
4. Aktiv qarshilik nima va u qanday aniqlanadi?
5. To'la va induktiv qarshiliklar qanday aniqlanadig?

3-Tajriba ishi.

SINUSIODAL TOK ZANJIRLARIDA INDUKTIV VA SIG'IM ELEMENTLARINI KETMA- KET ULASHDAGI KUCHLANISHLAR REZONANSINI TEKSHIRISH.

1.Ishning maqsadi

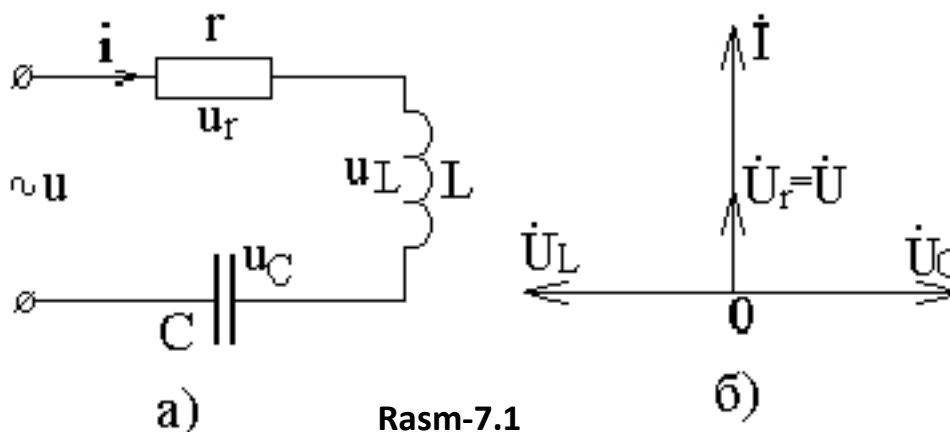
1. aktiv induktiv va sig'im qarshilik ketma-ket ulangan elektrlar zanjirida rezonans hodisasini hosil qilish usullarini o'rganish.
2. zanjir parametrini aniqlash hamda ketma-ket ulangan tebranish konturidan rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Agar $u=U_m \sin \omega t$ kuchlanish manbaiga aktiv r , induktiv $x_L=\omega L$ va sig'im $x_C=1/\omega C$ qarshiliklar ketma-ket ulangan bo'lsa, (rasm-7.1a) zanjirning muvozanat holati tenglamasi qo'yidagicha bo'ladi:

$$U_r + U_L + U_C = U \quad \text{yoki} \quad r\dot{I} + j\omega L\dot{I} + \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = U$$

Zanjirning kompleks qarshiligi qo'yidagiga teng bo'ladi: $Z=r+j(\omega L - \frac{1}{\omega C})=r+jX=z e^{j\varphi}$



Rasm-7.1

Zanjirda rezonans hodisasi sodir bo'lganda unga berilayotgan kuchlanish aktiv qarshilikdagi U_r kuchlanish tushuvini kompensasiyalab turishi kerak, ya'ni: $U_r = r \dot{I} = \dot{U}$ yoki $U_L + U_C = 0$

Demak zanjirda rezonans bo'lishi uchun $\omega L = 1/\omega C$, ya'ni reaktiv elementlarning qarshiliklari o'zaro teng ($X_L = X_C$), bo'lishi kerak.

Rezonans vaqtida $Z = r$ va $\varphi = 0$ bo'lib, zanjirdagi tok I bilan manba kuchlanishi U bir xil fazada bo'ladi. (rasm-7.1,b).

Elementlari ketma-ket ulangan zanjirlarda rezonansga erishishni ikki xil usuli mavjud, ya'ni:

1. Tebranish konturining parametrlari o'zgarmas bo'lganda ($L = \text{const}$, $C = \text{const}$), manba chastotasi (ω) ni o'zgartirib xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 bilan tenglashtirish usuli

$$\omega = \omega_0.$$

2. Manba chastotasi o'zgarmas $\omega = \text{const}$ bo'lganda tebranish konturi parametrlaridan birortasini o'zgartirib, qo'yidagi tenglik hosil qilish usuli: $L_0 = \frac{1}{\omega^2 C}$ $C_0 = \frac{1}{\omega^2 L}$

Bunda $\omega_0 = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ chastota- rezonans chastotasi deyiladi.

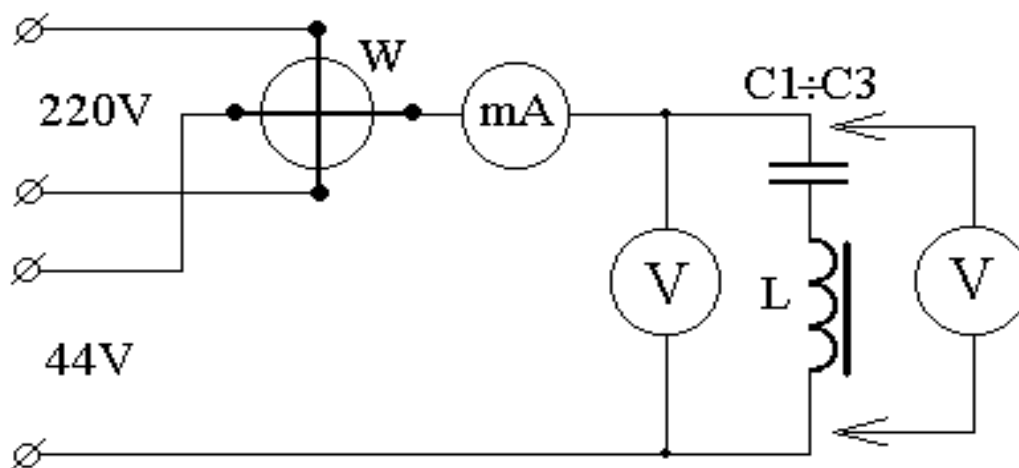
Rezonans vaqtida zanjirning to'la qarshiligi minimal qiymatga erishadi, bu vaqtda manbadan maksimum tok iste'mol qilinadi: $I_{\text{max}} = I_{\text{rez}} = \frac{U}{r}$;

Bu tok o'z navbatida katta miqdordagi reaktiv kuchlanishlar $U_L = IX_L$ va $U_C = IX_C$ ni hosil qiladi, bu kuchlanishlar manba kuchlanishi U dan bir necha marta katta bo'ladi, shuning uchun ham kuchlanishlar rezonansi deb ataladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm –7.2 dagi sxemani yig'ing.
2. Kerakli asboblari:

- V- 250 V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
- V2-150 V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
- W-0,6 kVt li vattmetri;
- mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- S2-S3-4 mkf-400 V li kondensatorlar;
- L-induktiv g'altak;



Rasm -7.2

3. LATR holatini "0-250V" holatiga keltiring.
4. Zanjir uchlarini uch fazali manbaning B va C fazalariga hamda "0-250V " manba bog'ichlariga ulang.
5. LATR yordamida $U_{kir}=0,2 U_{BC}$ kuchlanishni o'rnatish.
6. Zanjirdagi tokni chiziqli kuchlanish U_{BC} ni konturdagi kuchlanishni, kondensatordagi kuchlanishni, g'altakdagi kuchlanishni, aktiv quvvatni kondensator 4 mkf hamda g'altak o'zaksiz xolati uchun o'lchang.
7. Yuqoridagi ishlarni kondensator 6 va 8 mkf bo'lgan xolat uchun qaytaring.
8. Yuqoridagi ishlarni g'altakni o'zakli holati uchun ham qaytaring.
9. Kondensator 6 mkf bo'lganda, g'altakning o'zagini holatini o'zgartirish yuli bilan rezonans holatiga erishing va o'lchovlarni 7.1-jadvalga yozing
10. Rezonans xolatiga erishilgandagi asboblarni qo'rsatishlarini daftaringizga yozib oling.
11. O'lchash natijalari asosida 7.1-jadvalni to'ldiring.

6.1- jadvali

N _o	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U_L (B)	U_C (B)
1					
2					
3					

12. O'lchash natijalariga asoslanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi	$R=P/I^2$, [Om]
G'altakning to'la qarshiligi	$Z_L=U_L/I$, [Om]
G'altakning induktiv qarshiligi	$X_L=\sqrt{Z_L^2 - R^2}$, [Om]
G'altakning induktivligi	$L=X_L/\omega$, [Gn]
Sig'im qarshilik	$X_c=U_c / I$, [Om]
Kondensatorning sig'imi	$C= 1/(\omega X_c)$ [F]

Rezonans chastotasi	$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	[1/Sek]
Zanjirning to'la qarshiligi	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	[Om]
Quvvat koeffitsiyenti	$\cos\varphi = P/S$	
Zanjirning to'la quvvati	$S = U \cdot I$	[V.A]
Zanjirning reaktiv quvvati	$Q = S \cdot \sin\varphi$	[VAr]

Eslatma: Vattmetr ko'rsatishini 0,02 ga ko'paytirish kerakg'

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok va kuchlanishning oniy amplituda va xaqiqiy qiymatlari nima?
2. Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?
3. Rezonans xodisasi nima?
4. Kuchlanishlar rezonansiga erishishning qanday usullari mavjud?
5. Reaktiv va to'la qarshiliklar qanday aniklanadi? Ular qanday birliklarda o'lchanadi?

4-Tajriba ishi.

SINUSIODAL TOK ZANJIRLARIDA INDUKTIV VA SIG'IM ELEMENTLARINI PARALEL ULASHDAGI TOKLAR REZONANSINI TEKSHIRISH.

1.Ishning maqsadi

- ♦ induktiv va sig'im o'tkazuvchanliklar parallel ulangan zanjirlardagi rezonans hodisasini tajriba yuli bilan tekshirish.
- ♦ rezonans holatida zanjir parametrlarini aniqlash va tebranish konturida rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini o'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

O'tkazuvchanliklari g , $b_L = \frac{1}{\omega L}$ va $b_C = \omega C$ bo'lgan qarshiliklar parallel ulangan zanjir $u = U_m \sin \omega t$ kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, bu zanjirning muvozanat holati tenglamasi

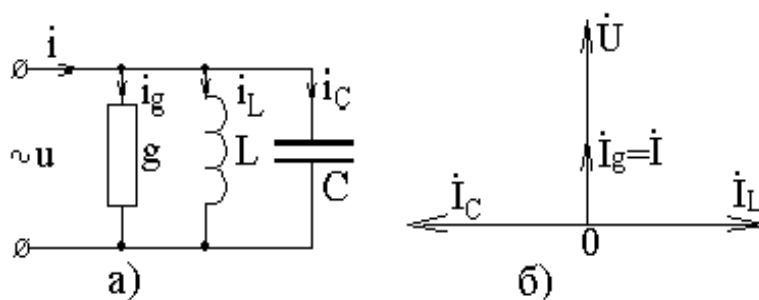
qo'yidagicha bo'ladi: $i = ig + iL + iC$ yoki $g\dot{U} + \frac{\dot{U}}{j\omega L} + j\omega C\dot{U} = \dot{I}$

Zanjirning kompleks to'la o'tkazuvchanligi qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$\dot{Y} = \frac{\dot{I}}{\dot{U}} = g - jb = Ye^{-j\varphi}$$

Rezonans sharti bo'yicha butun zanjirning toki $\dot{I}$, aktiv tarmokdagi tok I_g ga teng bo'lishi kerak, ya'ni: $\dot{I}_g = g \cdot \dot{U} = \dot{I}$

Buning uchun g'altak va sig'imning reaktiv o'tkazuvchanliklari o'zaro teng ($b_C = b_L$)



Rasm -8.1

bo'lishi shart, ya'ni: $b = \left(\frac{1}{j\omega L} - j\omega C \right) = 0 \quad \frac{1}{j\omega L} = j\omega C$

Elementlari parallel ulangan zanjirlarda rezonansga ikki xil usul bilan erishish mumkin, ya'ni:

1. Zanjir parametrlari o'zgarmas (L va C) bo'lganda, manba chastotasini o'zgartirib, uni tebranishlarning xususiy chastotasiga tenglash usuli.

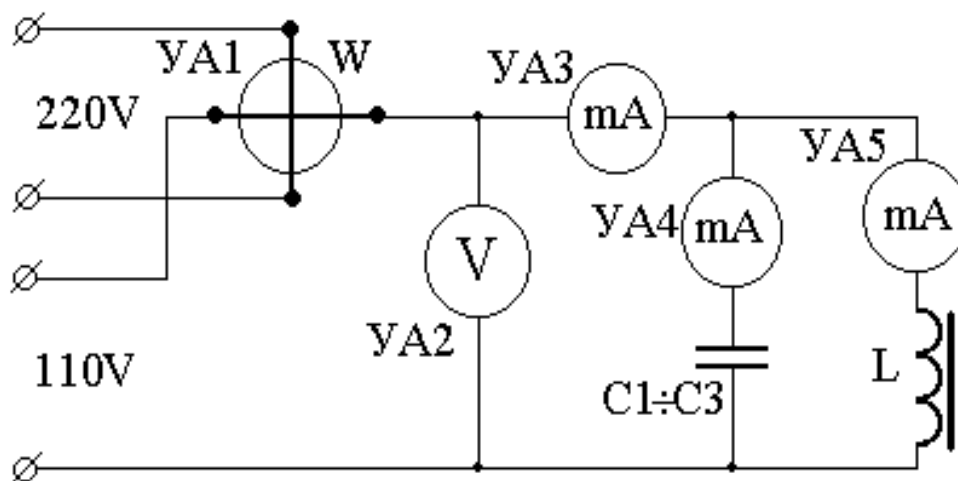
2. Manba chastotasi o'zgarmas bo'lganda zanjir parametrlaridan birini (L yoki C) o'zgartirib, $\omega_0 = \omega$ ga erishish usuli:

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} \quad \text{yoki} \quad C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Rezonans paytida $b_L = b_C$ bo'lgani uchun zanjirning to'la o'tkazuvchanligi minimal qiymatga erishadi, bunda zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan toki ham minimal bo'ladi:

$$I_{\min} = I_{\text{rez}} = gU$$

Ammo reaktiv tok I_L va I_C lar miqdor jixatidan manbadan kelayotgan umumiy tokdan bir necha barobar ortib ketishi mumkin, shuning uchun bu hodisa toklar rezonansi deb ataladi.



Rasm -8.2

3.Ishning bajarilish tartibi

1. Rasm-8.2 dagi sxemani yig'ing.
2. Kerakli asboblari.
 - ◆ YA1-0,6kVt li vattmetr;
 - ◆ YA2 - 250V li o'zgaruvchan tok voltmeteri;
 - ◆ YA3- YA4– YA5-300mA o'zgaruvchan tok milliampermetri;
 - ◆ L-o'zgaruvchan induktiv g'altak;
 - ◆ S₁-S₃-4mf, 400V li kondensatorlar.
3. Latr kalitini «0-250V» holatga keltiring.
4. Zanjir uchlarini uch fazali manbaning V va S fazalariga, hamda «0-250V» li manbaning bog'ichlariga ulang.
5. Avtotransformator dastasini burab, $V_{kir}=0,5V_{bc}$ kuchlanishni o'rnatish.
6. Kuchlanishlar V_{bc} , V_k ni konturning umumiy toki I_k ni, induktiv g'altakdagi tokni va aktiv quvvat R ni vattmetr bo'yicha sig'im 4,6,8 mf ga teng bo'lganda g'altak o'zaksiz va o'zakli holatida o'lchang.
7. Induktiv g'altakdagi o'zakning holatini o'zgartirib, 6mf sig'im uchun rezonansga erishish (zanjirdagi umumiy tok minimumga erishadi) va toklar I , I_L , I_C ni va aktiv quvvatni o'lchang.

7.1- jadvali

№	U (V)	I (mA)	P (Vt)	I_L (A)	I_C (A)
1					
2					
3					

8. O'lchash natijalariga asosanib, qo'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv o'tkazuvchanligi $g=I^2/P$, [Sm]

G'altakning to'la o'tkazuvchanligi $Y_L = I_L/U$ [Sm]

G'altakning induktiv o'tkazuvchanligi $b_L = \sqrt{Y_L^2 - g^2}$, [Sm]

G'altakning induktivligi $L=1/\omega b_L$, [Gn]

Sig'im o'tkazuvchanligi $b_c = I_C/U$, [Sm]

Kondensatorning sig'imi $C=b_c/\omega$ [F]

Rezonans chastotasi $\omega=\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ [1/Sek]

Zanjirning to'la o'tkazuvchanligi $Y=\sqrt{g^2 + (b_L - b_c)^2}$ [Sm]

Quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi=P/S$

Zanjirning to'la quvvati $S=U \cdot I$ [V.A]

Zanjirning reaktiv quvvati $Q=S \cdot \sin\varphi$ [VAr]

Eslatma: Vattmetr qo'rsatkichini 0,05 ga ko'paytirish kerak.

Sinov savollari

1. Elektr zanjirida rezonans deb nimaga aytiladi?
2. Induktiv sig'im va to'la qarshiliklar qanday aniqlanadig' Ular qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Induktiv qarshilik nima va u qanday birliklarda aniqlanadi?
4. Toklar rezonansi shartini yozing?
5. Aktiv yoki rezonansli zanjirda to'la o'tkazuvchanlik nimaga teng?
6. Qarshiliklar uchburchagi nima?

5-Tajriba ishi.

BIR FAZALI TRANSFORMATORLARNI 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 chulʼamdan iborat. Manbaga ulanadigan chulʼam birlamchi, istehmolchiga ulanadigani esa ikqilamchi chulʼam 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), chulʼamlarning 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-5.1 dagi sxemani yiring.

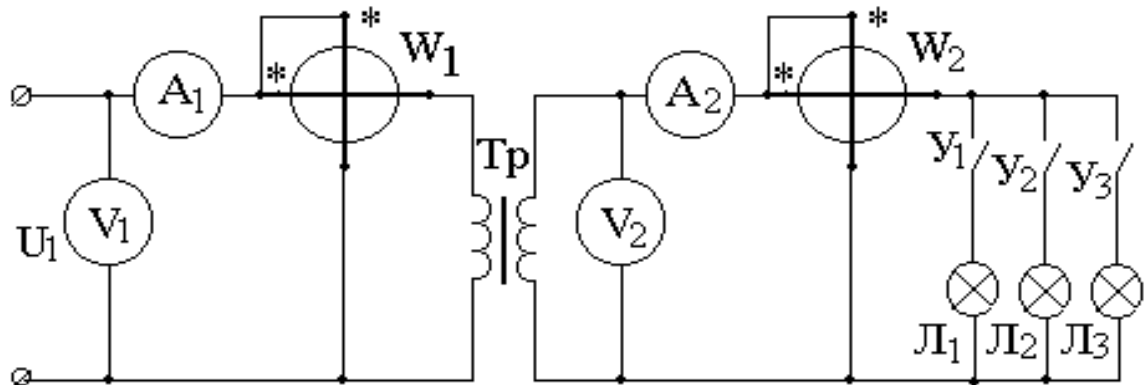


Рис-5.1.

2.Kerakli asboblari:

- ◆ V1-250V li o`zgaruvchan tok volgʻtmetri;
- ◆ A1-300 mA li o`zgaruvchan tok ampermetri;
- ◆ W1; W2-0,6 kVt li vattmetri;
- ◆ V2-150V li o`zgaruvchan tok volgʻtmetri;
- ◆ A2-1A li o`zgaruvchan tok ampermetri;
- ◆ Tr-bir fazali transformator;

- ◆ U1; U2; U3- ulagichlar;
 - ◆ L1; L2; L3-25Vt, 220V li churflanma lampalar.
3. Sxemani "0-250V" borichlarga ulang, ulagichlar U1, U2 va U3 lar uzilgan xolat uchun, yahni salt ishlash rejimi uchun transformatorni tekshiring.

4. LATR yordamida transformatorning birlamchi chulgamidagi kuchlanishni 250 V ga keltiring va o'lchov asboblari ko'rsatishini yozing.

5. O'lchash natijalari asosida quyidagilarni xisoblang:

Transformatsiya koeffitsenti $K = \frac{U_{1n}}{U_2}$

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 birma-bir ulang va o'lchash asboblarning ko'rsatishlarini yozing.

7. Sxemani manbadan uzing va o'lchash natijalari asosida ko'rsatilgan kattaliklarni xisoblang.

8. Transformatorning tashqi xarakteristikasini, yahni $U_2=f(I_2)$ bo'lanish grafigini chizing.

5.1-Jadval

O'lchash natijalari				Xisoblash natijalari			
U_{1n} (V)	U_{20} (V)	I_0 (A)	ϕ_0 (Vt)	Z_0 (Om)	r_0 (Om)	X_0 (Om)	K_t r

Sinov savollari

1. Transformatorni ishlash printipini va tuzilishini tushuntiring.
2. Transformatsiya koeffitsenti nima va u qanday aniqlanadi?
3. Transformatorning tashqi xarakteristikasi nima?
4. Transformatorning qanday turlarini bilasiz?
5. Transformatorning ahamiyati nimadan iborat?

6-Tajriba ishi

UCH FAZALI O'ZGARUVCHAN TOK ELEKTR ZANJIRIDA ISTEMOLCHILARINI "YULDUZ" USULIDA ULASH.

1.Ishning maqsadi

- ◆ istemolchilari yulduz usulida ulangan uch fazali sistemada tok va kuchlanishlarni o'lchash, hamda to'rt simli uch fazali sistemada nol simning ahamiyatini o'rganish;

2. 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 ham 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:

$$i_A + i_V + i_S = 0 \quad \text{bundan } i_S = -i_A - i_V$$

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 yaroksizdir. Notekis nagruzkali to'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni o'lchash uchun uchta vattmetrdan foydalaniladi. Bunda har 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, hamda to'rt simli zanjirlar uchun uch elementli uch fazali vattmetrlar ishlab chiqariladi.

Bir fazali tok zanjirida kurilgan 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 qo'yidagicha:

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

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, alohida fazalar aktiv quvvatlar yig'indisiga teng, ya'ni

$$P = P_A + P_B + P_C$$

Reaktiv quvvatlar:

$$Q_A = U_A \cdot I_A \cdot \sin\varphi_A; \quad Q_V = U_V \cdot I_V \cdot \sin\varphi_V; \quad Q_S = U_S \cdot I_S \cdot \sin\varphi_S$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati alohida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$Q = Q_A + Q_V + Q_S;$$

Uch fazali zanjirning to'la quvvati:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

2. Yuk simmetrik bo'lganda

$$\begin{array}{ll} P_A = P_V = P_S = P_F & Q_A = Q_V = Q_S = Q_F \\ S_A = S_V = S_S = S_F & S_A = 3 \cdot S_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \end{array}$$

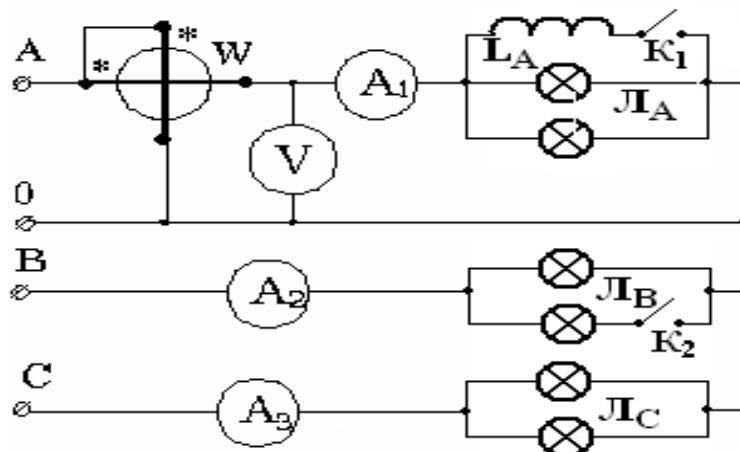
ga teng bo'radi.

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 qo'yidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \quad Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

3. Ishni bajarish tartibi

1. Rasm-10.1da keltirilagan sxemani yig'ing.



Rasm 10.1

2. Kerakli asbob va uskunalar:

- 0.6KW li vattmetr;
- A1, A2, A3-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
- V-250 V li voltmetr;
- L_A -Induktiv g'altak;
- -K1,K2-ulagichlar.

3. Sxemani A,V,S,0 uch fazali manbaning "3-220V" bo'g'lagichlariga ulang.

4. Simmetrik (K_2 -ulangan, K_1 -ulanmagan) yuk uchun, nol sim ulangan va ulanmagan holatlar uchun o'lchash asboblari ko'rsatishii yozing.

5. Nosimmetrik (K_1 -ulanmagan, K_2 -ulangan) yuk uchun yuqoridagi ishlarni bajaring, so'ngra sxemani manbadan uzib qo'ying.

6. Olingan natijalarga asoslanib, bitta faza uchun va butun zanjir uchun aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarni hamda aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni hisoblang.

10.1- 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								

10.2- jadval

Yuklama turi	P_C	Q_A	Q_B	Q_C	S_A	S_B	S_C	P	Q	S
Simmetrik										
Nosimmetrik										

Nosimmetrik holat uchun tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini chizing. $S_F = U_F \cdot I_F$;

$$\cos\varphi_F = \frac{P_F}{S_F} \quad Q_F = S_F \cdot \sin\varphi_F$$

Simmetrik yuklar uchun: $S=3 \cdot S_f$; $P=3P_f$; $Q=3 \cdot Q_f$
 Nosimmetrik yuklar uchun: $S=S_{f1}+S_{f2}+S_{f3}$ $P=P_{f1}+P_{f2}+P_{f3}$ $Q=Q_{f1}+Q_{f2}+Q_{f3}$

S i n o v s a v o l l a r i

1. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjiridagi foydali quvvatlarni o'lchashning qanday usullari bor?
2. Qanday hollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari bitta vattmetr usuli bilan o'lchanadi?
3. Qanday hollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari ikki vattmetr usulida o'lchanadi?
4. Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?
5. Nol(0)simning vazifasi nimalardan iborat?
6. To'la quvvat deganda nimani tushunasiz?
7. Aktiv va reaktiv quvvat nimaga teng?

7-Tajriba ishi

UCH FAZALI O'ZGARUVCHAN TOK ELEKTR ZANJIRIDA ISTEMOLCHILARINI "UCHBURCHAK" USULIDA ULASH

1. Ishning maqsadi

- ◆ uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirida iste'molchilarni "Uchburchak" usulida ulanganda turli xil ish rejimlarini quvvatini va quvvat koeffitsiyentini o'lchashni o'rganish.

2. Nazariy ma'lumotlar.

Uch fazali tok zanjirida aktiv quvvatni o'lchash uchun bitta, ikkita va uchta vattmetr usullaridan foydalaniladi. Simmetrik sistemalarda uch fazali quvvatni o'lchash uchun bitta vattmetrdan foydalansa bo'ladi, chunki bunda iste'molchilarning toki, kuchlanishi, faza siljishi va har bir fazadagi aktiv quvvat bir xil bo'ladi.

Uch simli nosimmetrik zanjirda har bir fazadagi tok, faza siljishi va aktiv quvvat turlicha bo'ladi. Hatto faza va liniya kuchlanishlari ham har xil bo'lishi mumkin. Bunday zanjirning quvvatini ikkita vattmetr usulida o'lchash mumkin. Uch fazali tok zanjirining quvvati ikkita vattmetr ko'rsatishi R_{w1} va P_{w2} larning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$R = R_{w1} + P_{w2}$$

Yuk simmetrik va nosimmetrik bo'lganda "Uchburchak" usulida ulangan iste'molchilarning aktiv va to'la quvvatlarini hisoblash usullari bilan tanishib chiqamiz.

1. Yuk nosimmetrik bo'lganda har bir fazaning quvvati alohida hisoblanadi.

$$\text{Aktiv quvvatlar: } P_{AV} = U_{AV} \cdot I_{AV} \cdot \cos \varphi_{AV} \quad P_{VS} = U_{VS} \cdot I_{VS} \cdot \cos \varphi_{VS}$$

$$P_{AS} = U_{AS} \cdot I_{AS} \cdot \cos \varphi_{AS}$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati alohida fazalar quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$P_A = P_{AS} + P_{VS} + P_{SA}$$

$$\text{Reaktiv quvvatlar: } Q_{AV} = U_{AV} \cdot I_{AV} \sin \varphi; \quad Q = U_{VS} \cdot I_{VS} \sin \varphi_{VS};$$

$$Q_{SA} = U_{SA} \cdot I_{SA} \sin \varphi_{SA};$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati alohida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni: $Q_A = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$

$$\text{Uch fazali zanjirning to'la quvvati: } S_A = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2}$$

2. Simmetrik yuk shartida:

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{AC} = I_F; \quad \varphi_{AV} = \varphi_{VS} = \varphi_{SA} = \varphi_F;$$

$$P_{AB} = P_{BC} = P_{AC} = P_F; \quad Q_{AB} = Q_{BC} = Q_{AC} = Q_F; \quad S_{AB} = S_{BC} = S_{AC} = S_F;$$

$$P_A = 3 \cdot P_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \cos \varphi_F; \quad Q_A = 3 \cdot Q_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \sin \varphi_F;$$

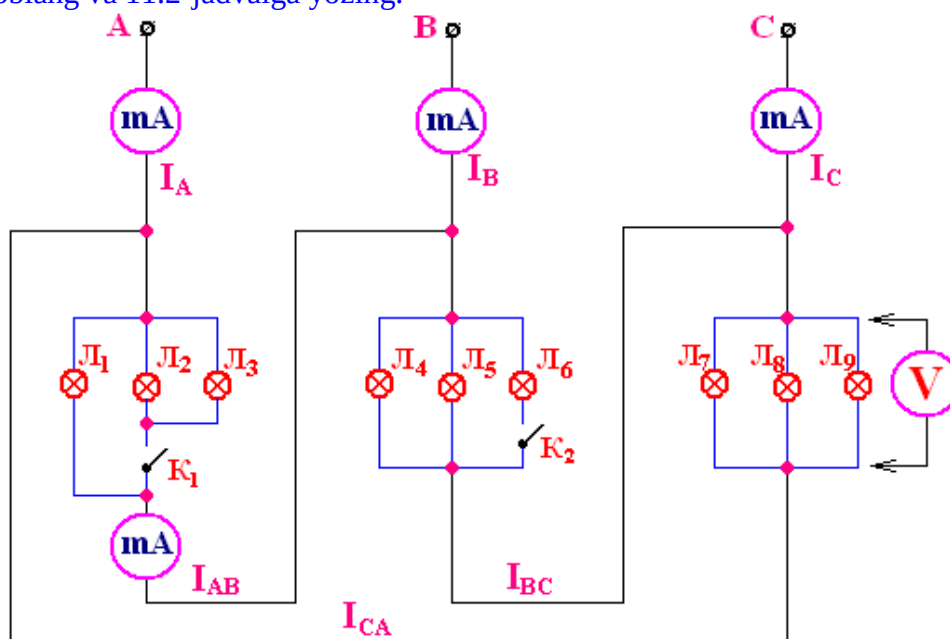
$$S_A = 3 \cdot S_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F$$

Iste'molchilar "Uchburchak" ulanganda $I_L = \sqrt{3} \cdot I_\Phi$ ba $U_L = U_\Phi$ $I_L = \sqrt{3} \cdot I_F$ va $U_L = U_F$ ekanligini hisobga olib, aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni aniqlashning qo'yidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi_F; \quad Q = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi_F; \quad S = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$$

3. Ishni bajarish tartibi

- 11.1-rasmga asosan sxemani yig'ing.
- Kerakli asboblari:
 - 0.6 kW li vattmetr W1 , W2;
 - 300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri A₁, A₂, A₃;
 - 250 V li o'zgaruvchan tok voltmetri;
 - L- induktivlik g'altagi;
 - L₁-L₂-L₃ chug'lanma lampalar (25 Vt 220 V);
 - U₂ va U₃ ulagichlar.
- Sxemaning manbaning A, V, S bog'ichlaridagi "3-220V" bog'ichlarga ulang.
- Simmetrik (ulagich U₂ ulangan, U₃ ulanmagan) yukda o'lchov asboblarni ko'rsatkichlarini jadvalga yozing.
- Ulagichlar (U₂ ulanmagan, U₃ ulangan) holatlar, ya'ni nosimmetrik yukda o'lchov asboblarni ko'rsatkichlarini 11.1 jadvalga yozing.
- O'lchash natijalari asosida zanjir fazalaridagi aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni (P_f , Q_f , S_f) hisoblang va 11.2-jadvalga yozing.



Rasm-11.1

7. So'ngra uch fazali zanjirining umumiy aktiv quvvati P ni, reaktiv quvvati Q ni va to'la quvvat S ni hisoblang va 11.2-jadvalga yozing.

11.1- 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								

11.2- jadval

Yuklama turi	P_C	Q_A	Q_B	Q_C	S_A	S_B	S_C	P	Q	S
Simmetrik										
Nosimmetrik										

Sinov savollari

1. «Uchburchak» usulda ulash deb qanday ulash usuliga aytiladi?
2. Istemolchilari aktiv va simmetrik bo'lgan zanjir uchun vektor diagramma chizing.
3. Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?
4. Istemolchilardan biri sig'imdan iborat bo'lsa uch fazali zanjirda qanday o'zgarish bo'lishi mumkin?
5. Uch fazali zanjirlarda to'la quvvat qanday hisoblanadi?

8 – tajriba ishi

YARIM O'TKAZGICHLI TO'G'RILAGICHLARNI TEKSHIRISH

Bu tajriba ishi ESIA/I stendida bajariladi.

1. Ishning maqsadi:

quyidagi to'g'rilagichlar turlarini tekshirish:

a) bitta yarim davrli;

b) o'rta nuqtali ikki yarim davrli;

:

a) to'g'rilagichlarni filg'trsiz tashqi xarakteristikalarini;

b) to'g'rilagichlarni filg'tr bilan tashqi xarakteristikalarini;

v) diodning ichki qarshiligi kattaligini to'g'rilagichning xarakteristikasiga tahsirini;

g) RC va LC filg'rlarini kirish va chiqish kattaliklarini to'g'rilagich parametrlariga tahsiri;

d) RC-filg'tri qarshiligi kattaligini to'g'rilagich parametriga tahsiri;

e) to'g'rilagichlar sxemalarining xarakterli nuqtalarida tok va kuchlanishni ostsillograf yordamida ko'rish.

3. Tuzilishi va ish printsiipi

Xamma kalit va boshqarish organlari, xamda o'lchov qurilmalari stendning old qismida joylashgan. Old qismida tekshiriluvchi to'g'rilagichlar va filg'rlarning sxemasi va ularga mos keluvchi yozuvlar ko'rsatilgan.

Stendning oldi panelida:

a) stendni ulash kaliti «SETG'»;

b) signal lampochkasi «VKL»;

v) kalit SA2 bilan bitta yarim davrli to'g'rilagich diodlari ketma-ket ulanganda diodning ichki qarshiligini to'g'rilagich xarakteristikasiga tahsirini tekshirish uchun;

g) kalit SA3-to'g'rilagichlar sig'imga ishlaganda xar xil kondensatorlarni ulash uchun;

d) kalit SA4-aktiv yuklamani to'g'rilagichning xar sxemalariga ulash uchun.

Bitta yarim davr to'g'rilagich sxemasi.

Bitta yarim davr to'g'rilagich sxemasida transformatorning ikkilamchi chulg'ami (chiqishlar 17-18), diod VD1 va yuklamalar ketma-ket ulangan.

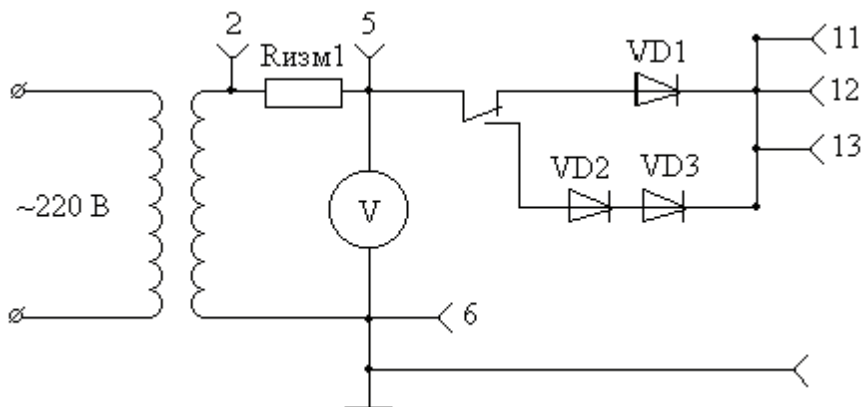
Sxemada diodning ichki qarshiligini to'g'rilagichning xarakteristikasiga tekshirish uchun SA2 kaliti yordamida VD2 va VD3 diodlari ulanadi.

SA3 kaliti o'chirilganda va SA4 kaliti ulangan xolda u aktiv yuklamaga ishlaydi.

SA3 kaliti ulanganda to'g'rilagich S3 yoki S4 kondensatorlardan biriga ishlashi mumkin.

Ikkita yarim davrli to'g'rilagich sxemasi.

Ikkita yarim davrli to'g'rilagich sxemasida transformatorning ikkilamchi chulg'ami (chiqishlar 15-18) o'rta nuqta chiqishiga ega. Transformatorning ikkilamchi chulg'amidan kuchlanish VD4, VD5 diodlariga uzatiladi, ularning katodlari umumiy nuqtaga birlashtirilgan. To'g'rilagich aktiv va sig'im yuklamalarga ishlashi mumkin xamda filg'rtlarning kommutatsiya qurilmalari orqali, tekshirilayotgan xar qanday filg'trga ulanishi mumkin.



Rasm 2.1. Bitta yarim davr to'g'rilagich sxemasi.

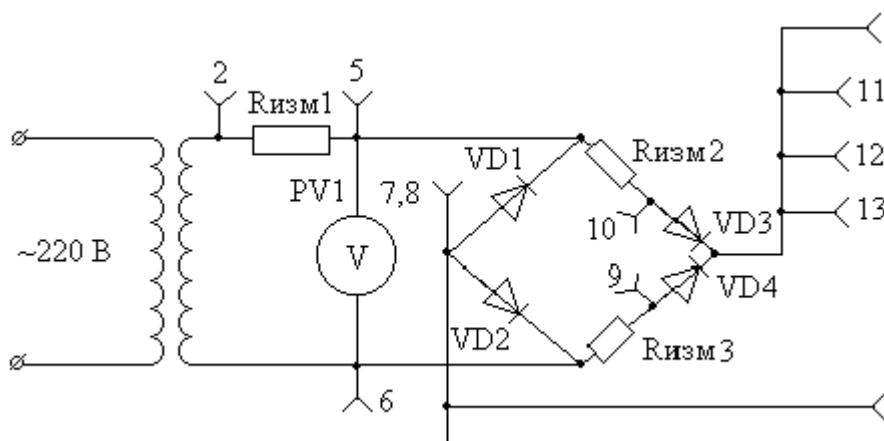
Bir fazali ko'priksimon to'g'rilagich sxemasi.

Bir fazali ko'priksimon sxemali to'g'rilagichda VD6-VD9 diodlari shunday ulanganki, birinchi yarim davrda ikkilamchi chulg'am kuchlanishi (chiqishlar 17-18) yuklamaga bir juft diodlar VD6, VD8 orqali, ikkinchi yarim davrda esa - boshqa juft diodlar VD7 VD9 orqali beriladi. Bu sxemada transformatorning ikkilamchi chulg'ami davrning ikkala yarmida ishlaydi va u orqali tok ikkala yo'nalishda oqib o'tadi. Tok yuklama qarshiligi orqali esa davrning ikkala yarmida oqib o'tadi, lekin yo'nalishi o'zgarmaydi.

To'g'rilagich yuklama va filg'rtlarning xar qaysisiga ulanishi mumkin.

Kuchlanishni ikkilantirish sxemasi.

Sxemada ko'priknining ikki yelkasiga VD10, VD11 diodlari boshqa ikki yelkasiga S1 va S2 kondensator



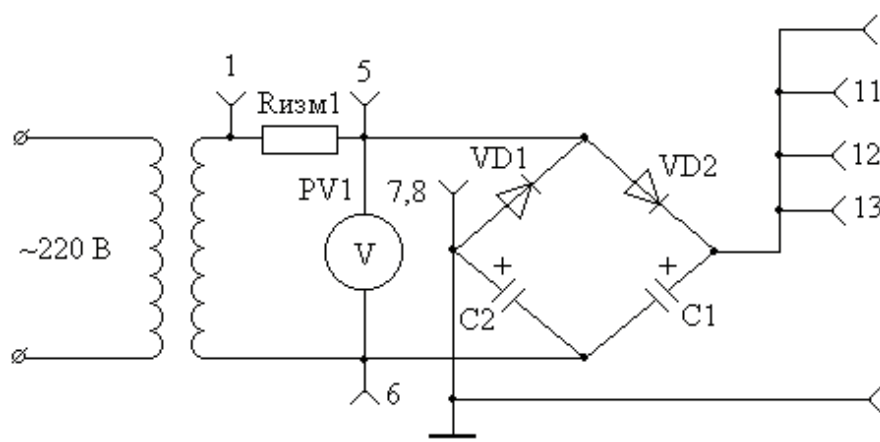
Rasm 2.2. Bir fazali ko`priksimon to`g`rilagich sxemasi. lari ulangan.

Ko`priknining bir diagonaliga transformatorning ikkilamchi chulg`ami (chiqishlar 19-22), boshqasiga esa yuklama ulangan. Birinchi yarim davrda tok- ikkilamchi chulg`am, diod VD10 va kondensator S1 orqali, ikkinchi yarim davrda esa tok diod VD4 va kondensator S2 orqali o`tadi. Kondensatorlar yuklama qarshiligiga razryadsizlanadi. U_{s1} va U_{s2} kondensatorlar kuchlanishi davrning yarmiga faza bo`yicha siljiganligi uchun unda yig`indi kuchlanish ikkilagan chastotada o`zgaradi, yahni bu sxemada to`g`rilangan kuchlanishning birinchi garmonikasi - tarmoqning ikkilagan chastotasi ( $f_{n1} = 2 \cdot f_c$ )-ga teng. Transformatorning ikkilamchi chulg`amidagi tok xar xil yarim davrlarda qarama-qarshi yo`nalishlarga ega va ikkilamchi chulg`amning tokining doimiy tashkil etuvchisi nolga teng.

Kondensatorlar S3 va S4-to`g`rilagich sxemasi elementlaridir, shuning uchun to`g`rilagich sig`imli yuklama uchun ishlaydi.

RS - filg`tr

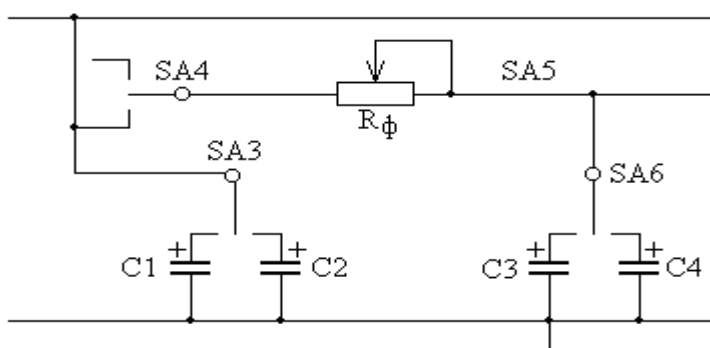
RS filg`tr sxemasi aktiv qarshilik « R_f », rezi



Rasm 2.3. Kuchlanishni ikkilantirish sxemasi.

stor R7 va sig'irlar «S3» (S7) «S4» (S8)-dan iborat. SHunday qilib, rezistor «R_φ» orqali yuklamaning xamma toki o'tadi. Sxemaning xususiyatlaridan biri shuki, filg'trning chiqishida kuchlanishning doimiy tashkil etuvchisini kamayishi va «R_φ» qarshiligida quvvatning katta isrofidir.

«RS» filg'tri qarshiligi kattaligini to'g'rilagich parametrlariga tahsirini tekshirish uchun R7 filg'trni sozlovchi qilib tanlangan.



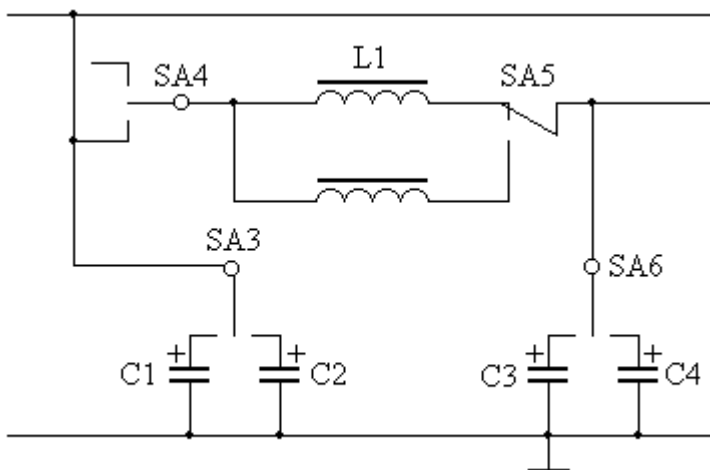
Rasm 2.4. RS - filg'tr.

LC-filg'tr

LC filg'tr sxemasi drossel L1 yoki L2 (chiqishlar 1-2)-dan va kondensatorlar «S3» (S9) va «S4» (10)-dan iborat va SA6 kaliti orqali ulanadi. Kompensatsiyali LC-filg'tr sxemasida L2 drosselini kompensatsiyali chulg'ami ishlatiladi (chiqishlar 3-6). Uning tahsiri, manfiy teskari aloqa xisobiga kuchlanishni o'zgaruvchan tashkil etuvchisini qo'shimcha ravishda qisman kompensatsiyalaydi.

Kompensatsiyalovchi chulg'am drosselni magnitlanishini kamaytirishga imkon beradi. Kompensatsiyalovchi chulg'amni ulanishi va uzilishi SA5 kaliti bilan amalga oshiriladi.

Rasm 2.5. LC- filg'tr.



Ish tartibi

1. Bitta yarim davrli to`g`rilagichni tekshirish.

$U_d = f(I_d)$ tashqi xarakteristikasini olish va qurish va to`g`rilangan kuchlanish U_d -ni, dioddagi kuchlanish U_{ak} -ni, diodning anod toki I_a -ni transformatorning ikkilamchi chulg`amidagi tok i_z -larni quyidagi rejimlarda ishlaganda ostsillogrammalarini chizib olish:

- a) filg`trsiz;
- b) S-filg`tr bilan;
- v) RC-filg`tr bilan;
- g) LC-filg`tr bilan;
- d) tranzistorli filg`tr bilan.

Izo: «Nagruzka» yozuvli potentsiometr yordamida yuklama tokini o`zgartirib bir necha nuqtalar uchun tashqi xarakteristikasini olishni bajarang.

1.2.-punkti, b) ga

S-filg`trni sig`imini o`zgarishi SA3 kaliti bilan bajariladi 1.2-punkti v) ga

RC-filg`trining aktiv qarshiligi kattaligini o`zgartirish-« R_f » yozuvli potentsiometr orqali bajariladi.

Sig`im kattaligi SA6 uzib-ulagich bilan tanlanadi

1.2.-punkt g) ga

LC-filg`trlarning induktivlik kattaliklari SA5 kaliti bilan sig`im kattaliklarini o`zgarishi SA6 kaliti bilan bajariladi.

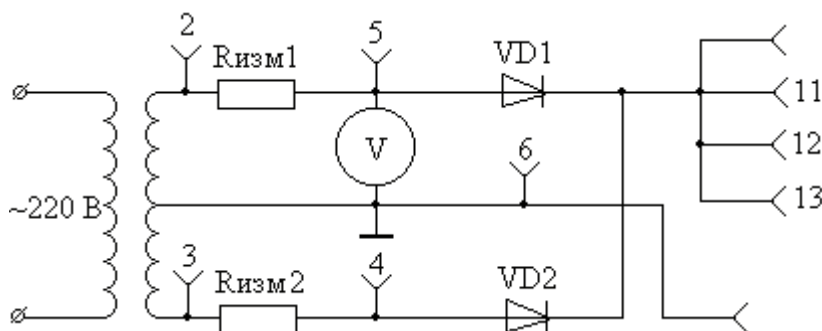
1.2.-punkt g) ga

Baza bo`luvchisi zanjirida qarshilik kattaligi o`zgarishi «R» potentsiometri bilan, filg`trning sig`im o`zgarishi esa SA7 kaliti bilan amalga oshiriladi.

1.2.1. Diodning ichki qarshiligini to`g`rilagich xarakteristikasiga tahsirini tekshirish uchun SA2 kalitini pastki xolatga o`rnating.

2. Ikkita yarim davrli to`g`rilagichni tekshirish.

Yuqoridagi 1.2. a, b, v, g, d bandlariga o`xshash ravishda, ikkita yarim davrli to`g`rilagichni xar xil filg`trlar bilan tekshiring



Rasm 2.6. Ikkita yarim davrli to'g'rilagichni tekshirish uchun sxema.

S i n o v s a v o l l a r i

1. To'g'rilagich nima?
2. To'g'rilagichni qanday turlari bor?
3. To'g'rilagichdagi RC va LC filg'rlarni ahamiyati va uni ishlash printsipini tushuntiring.
4. To'g'rilagichlar qaerlarda ishlatiladi?
5. Drossel nima va uni vazifasi?
6. Kuchlanishni kompensatsiyalash nima va uni qanday amalga oshiriladi?

9-tajriba ishi

YARIM O`TKAZGICHLI TRANZISTORNI TEKSHIRISH

1. Ishning maqsadi

- Yarim o`tkazgichli tranzistorni ishlash printsipini o`rganish.
- Tranzistorni TKECH (VAX)-ini olishni o`rganish.

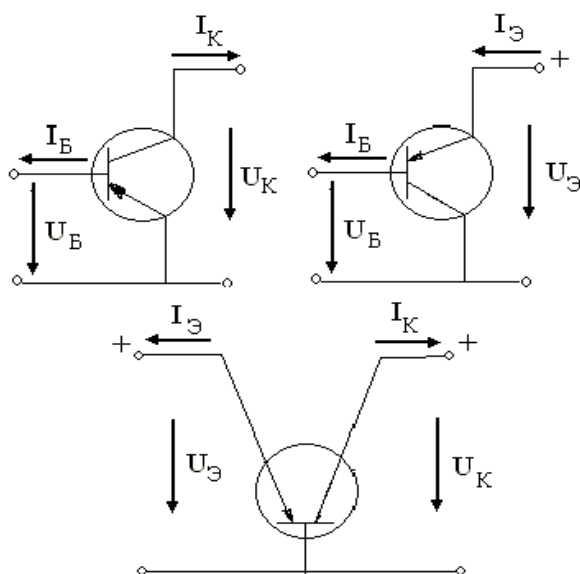
2. Nazariy ma'lumotlar

Ikkita elektron-kovak o`tishli, uch qatlamli yarim o`tkazgich asbob tranzistor deyiladi. Tranzistor turli elektr tebranishlarni generatsiyalash yoki kuchaytirish uchun xizmat qiladi.

Amalda kuproq '-n-' tipli tranzistorlar ishlatiladi. Tranzistorlar emitter, baza va kollektor deb ataladigan elektrodlardan iborat bo`ladi. '-n-' tipli tranzistor emitterida kovaklardan iborat zaryad tashuvchilar hosil bo`ladi. n'-n tipli tranzistorda esa elektronlardan iborat zaryad tashuvchilar hosil bo`ladi. Baza deb emitterda hosil bo`lgan zaryad tashuvchilar oqimini boshqarib turadigan qatlamga aytiladi. Emitterda hosil bo`lgan va baza orqali o`tadigan zaryadlarni yig`adigan qatlam kollektor deb ataladi.

Tranzistorlar bipolyar va maydoniylarga bo`linadi. Elektrodlar bo`lmish emitter, baza va kollektorlar orasida toklar ikki xil ishorali zaryad tashuvchilar - erkin elektronlar va kovaklar yordamida hosil bo`lgani uchun bunday tranzistor bipolyar, ya'ni ikki qutbli tranzistor deyiladi.

Tranzistorning boshqarilish xususiyati shundaki, uncha katta bo`lmagan  $U_e$  kuchlanish ta'sirida hosil bo`lgan emitter toki I_e o`ziga deyarli teng bo`lgan tok I_k -ni hosil qiladi. Bu tok esa teskari ulangan va U_e kuchlanishdan katta bo`lgan  $U_k$  kuchlanishni o`zgartiradi ($U_k > U_e$). Bipolyar tranzistorning ishlashi emitterdan baza orqali kollektorga zaryad tashuvchilar oqimining o`tkazilishidan iborat. Ikkinchi tomon, tranzistorning strukturasi ikkita '-n' utishga: emitter-baza va kollektor-bazaga ajratsak, birinchi o`tishga elektr bilan ta'sir etib, ikkinchi o`tishning qarshiligini o`zgartirishimiz mumkin. SHunga asosan, asbobning nomi xam ikkita inglizcha suz (transfer-o`zgartirmok, resistor-qarshilik)-dan kelib chiqadi.



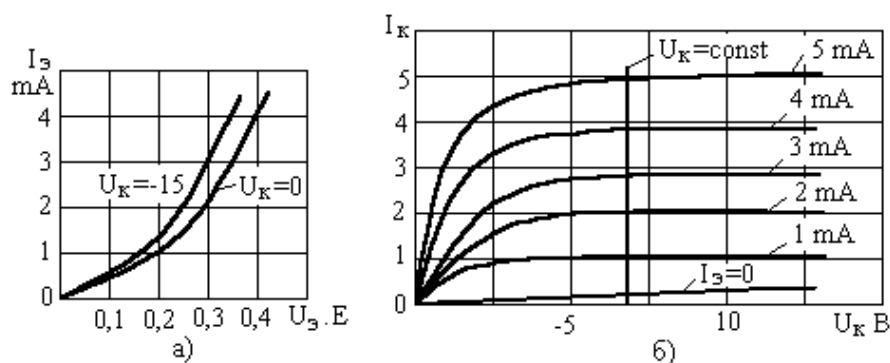
Rasm-3.1. Tranzistorni ulanish sxemalari.

Yarim o`tkazgichli bipolyar tranzistor uchta sxema bo`yicha ulanishi mumkin: a) umumiy emitter bilan; b) umumiy kollektor bilan; v) umumiy baza bilan. Bu sxemalar '-n-' turdagi tranzistorning asosiy ish xarakteristikalarini olish uchun ishlatiladi. 2, a va b-rasmda umumiy baza bilan ulangan bipolyar tranzistorning kirish $I_e = f(U_e)$, bunda $U_k = \text{const}$, va chiqish $I_k = f(U_k)$, bunda $I_e = \text{const}$, xarakteristikalari ko`rsatilgan.

$I_k = f(U_k)$ xarakteristikalar orqali tokning uzatish

koeffitsienti $\alpha = \frac{dI_k}{dI_y} \approx \frac{\Delta I_k}{\Delta I_y}$ -ni aniqlash mumkin, bu koeffitsient kollektor kuchlanishining

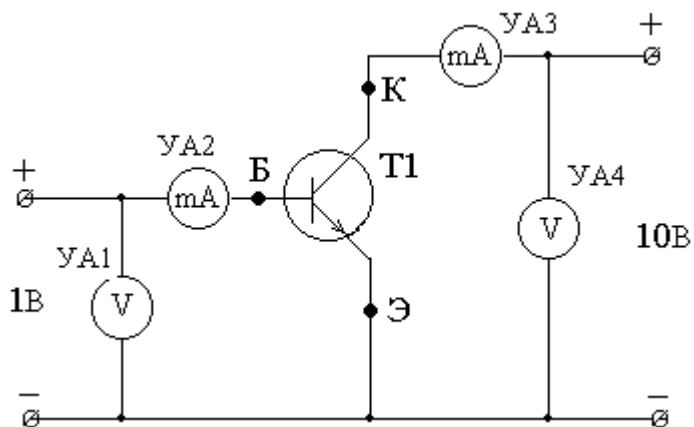
belgilangan o'zgarmas miqdori uchun aniqlanadi. Kirish xarakteristikasidan ko'rinadiki, kuchlanish U_e o'zgarmaganida xam kollektorning manfiy kuchlanishga ulanishi emitter tokining mahlum darajada ortishiga olib keladi. Bu esa elektr maydonning kollektor-baza o'tishdagi emitter injeksiyalayotgan kovaklarga ko'rsatayotgan qo'shimcha ta'sirini bildiradi.



Rasm. 3.2. Umumiy baza sxemasiga ulangan tranzistoring kirish va chiqish tavsiflari.

3. Ishni bajarish tartibi

1. Rasm. 3.3-dagi sxemani yig'ing.



Rasm 3.3. Yarim o'tkazgichli tranzistorni tekshirish uchun sxema.

2. Kerakli asboblari:

- UA1-3 V-li o'zgarmas tok

volg'tmetri;

- UA2-10 mA-li o'zgarmas tok milliampermetri;
- UA3-300 mA-li o'zgarmas tok milliampermetri;
- UA4-15 V-li o'zgarmas tok volg'tmetri.

3. Tok tahminoti blokidagi kalitlar «0-30 V» va «0-6,3»-ni «—» xolatiga keltiring.
4. Sxemani «0-30 V» va «0-6,3» bog'ichlarga ulang.
5. Kuchlanish $U_K = 0$ bo'lgan xolat uchun, baza kuchlanishi U_B -ni 0-dan 1 V-gacha o'zgartirib, baza toki I_B -ni (UA2) o'lchang va 2-jadvalga yozing.
6. Kuchlanish $U_K = 6$ V bo'lgan xolat uchun, 5-banddagi ishlarni bajaring.
7. Baza toki $I_B = 2$ mA bo'lgan xolat uchun kollektor kuchlanishi U_K -ni 0-dan 10 V-gacha o'zgartirib, kollektor toki I_K -ni o'lchang va 16.1-jadvalga yozing.

8. Baza toki $I_B = 4 \text{ mA}$ bo'lgan xolat uchun 7-banddagi ishlarni bajaring.
9. Olingan natijalarga asosanib quyidagi bog'lanishlarni grafigini chizing:

$$I_B = f(U_B) \quad U_K = \text{const} \quad I_K = f(U_K) \quad I_B = \text{const}$$

3.2-jadval

$U_K=0$		$U_K=6\text{V}$		$I_B=2\text{mA}$		$I_B=4\text{mA}$	
U_B (V)	I_B (mA)	U_B (V)	I_B (mA)	U_K (V)	I_K (mA)	U_K (V)	I_K (mA)
0		0		0		0	
0,2		0,2		2		2	
0,4		0,4		4		4	
0,6		0,6		6		6	
0,8		0,8		8		8	
1,0		1,0		10		10	

Sinov savollari

1. Yarim o'tkazgichli tranzistor nima?
2. Yarim o'tkazgichli tranzistorlarni qanday turlarini bilasiz?
3. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
4. Tranzistorni kirish va chiqish xarakteristikalarini tushuntiring.
5. Tokni uzatish koeffitsienti nima?
6. Yarim o'tkazgichli tranzistor bilan uch elektrodli triodni orasida qanday farq va o'xshashlik bor?
7. Tranzistorni kirish xarakteristikasini chizing.
8. Tranzistorni chiqish xarakteristikasini chizing.
9. Tranzistorlar qanday maqsadlarda ishlatiladi?
10. '-n o'tish nima va tranzistorda ular nechta?
11. r-n o'tishlar va elektrodlar tranzistorda qanday nomlanadi?

V. KEYSLAR BANKI

1. Mavjud vaziyat

Bozor munosabatlari sharoitida ijtimoiy xayotimizning barcha soxalarida shu jumladan ma`naviyat, ma`rifat va ilm-fan soxalarida ham inqilobiy o'zgarishlar sodir bo'lmoqda.

Ma`naviyat soxasidagi asosiy vazifa ma`naviy qadriyatlarimizni ilm-fan va texnika-texnologiyalar yuksalishlari hisobiga boyitib borish, xalqimizni ongida milliy istiqlol g'oyalari printsiplarini qaror toptirishdan iborat.

Milliy istiqlol mafkurasi, o'zining mazmun-mohiyatiga ko'ra, mamlakatimizning har bir fuqarosi ongiga xalqimizning dunyodagi hech bir xalqdan kam emasligini va kam bo'lmasligi g'oyasini singdirishga qaratilgandir. Mana shunday g'oyalar bilan qurollangan yoshlarimiz mamlakat taqdirini xal qiladilar, uni buyuk kelajak sari qo'yayotgan qadamlarini tezlashtiradilar.

Mamlakatimizda qabul qilingan kadrlar tayyorlashning milliy dasturi zamon talablariga to'la javob bera oladigan, ma'rifatli, bozor munosabatlari sharoitida o'z bilim va ko'nikmalari bilan vatan istiqboli manfaatlari yo'lida samarali faoliyat ko'rsata oladigan mutaxassislar tayyorlashni nazarda tutadi.

Texnologik jarayonlarini avtomatik boshqarish tizimlari texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, u ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, maxsulot sifatini yaxshilash, xarajatlarini kamaytirish, mehnat sharoitini yaxshilash va atrof muhitini muxofaza qilish uchun xizmat qiladigan asosiy omil hisoblanadi. Energetika sohasi uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda «Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlashni avtomatlashtirish» fani katta ahamiyatga ega. Bu fan talabalarga o'z ixtisosliklarini nazariy va amaliy jihatdan chuqur egallashga, ularning muxandislik bilimlarini mustaxkamlashga, ishlab chiqarish samaradorligini qaysi yo'l bilan oshirish va texnologik jarayonlardan unumli foydalanishi mumkinligini ko'rsatadi. Bugungi kun muxandislari yangi texnika va texnologiyadan foydalanishga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga, ishlab chiqarish zaxiralarini aniqlash va jadallashtirishga qodir bo'lishlari kerak.

Savol: - Avtomatlashtirish tizimlarida ishlatiladigan relelar to'g'risida nimalarni bilasiz?

2.Mavjud vaziyat

Relelar elektr energetika tizimining asosiy elementlari hisoblanadi. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining deyarli hammasi generatorlarda ishlab chiqariladi. Elektr energiyasining asosiy istemolchisi elektr yuritmalar (motorlar) bo'lib ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining qariyb to'rt dan uch qismini istemol qiladi. Uzatiladigan elektr energiyasining hammasi transformatorlardan o'tkazilib kuchlanishi o'zgartiriladi. SHunday qilib ushbu fanda elektr energiyasini ishlab chiqarishda, uzatishda va istemol qilishda qo'llaniladigan elektr mashinalari o'rganiladi.

Elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun transformatorlar qo'llaniladi. Sobiq Ittifoq elektromexaniklari uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV va 1500 kV bo'lgan transformatorlar yaratdilar. Elektr stantsiyalardagi turbogeneratorlar kuchlanishini oshiruvchi 1000-1200 MVA quvvatli transformatorlar ham nodir qurilmalar qatoriga kiradi.

Transformator zavodlari, shu jumladan, CHirchiq transformator zavodi (CHTZ) iste'molchilarni elektr energiyasi bilan barqaror ta'minlovchi maxsus transformatorlar, reaktorlar va transformatorli nimstantsiyalar komplektlarini ko'plab ishlab chiqarmoqdalar.

Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni nimada?

Yuqorida keltirib o'tilgan vaziyatni tahlil eting.

3. Mavjud vaziyat

Elektr energiyasi turli xil elektrostantsiyalarda ishlab chikarilib, elektr uzatish liniyalari orkali iste'molchilarga uzatiladi.

Amalda iste'molchilar nominal kuchlanish 1000 gacha, 6 V, 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V, 380 V, 660 V, va 1000 V yukori, 6 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV larga bulinadi. Kupgina iste'molchilarni tugridan tugri Elektr tarmogi manbaiga ulash mumkin bulmaydi. Bunday xolda kuchlanishni uzgartirib ya'ni pasaytirib yoki kuchaytirib beruvchi kurilma kerak buladi. Bu kurilma bir kuchlanishni boshka kuchlanishga uzgartirib beruvchi statik elektromagnit apparatga transformator deyiladi.

Ma'lumki elektr energiya kuvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P = UI$ Formulaga asosan ma'lum kuvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam kuvvat isrofi xam kam buladi.

SHuningdek tok kancha kichik bulsa elektr uzatish liniyalaridagi simlarning kundalang kesim yuzasi kichik bulib, bu simlarga ketgan rangli metallar va tayanchlar sarfi kam buladi. Bundan kurinib turibdiki elektr energiyani uzok masofaga uzatishda va ularni iste'molchilarga istalgancha oshirish xamda kamaytirish uchun transformatorlar keng ishlatiladi.

Muammoli savol: Elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasida keltirib o'tilgan vaziyatni tahlil eting.

4. Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

1-Topshiriq. «Transformatorlardan foydalanmasa ham bo'ladimi?»

Ko'rsatma: o'quvchilar guruhlariga savol bilan murojaat etiladi. 2 minut vaqt beriladi.

Savol : Transformator nima? Nima uchun transformator kurilmasi ishlatiladi?

To'g'ri javob : **1-guruh** Amalda iste'molchilar nominal kuchlanish 1000 gacha, 6 V, 12 V, 24 V, 36 V, 127 V, 220 V, 380 V, 660 V, va 1000 V yukori, 6 kV, 35 kV, 110 kV, 220 kV larga bulinadi. Kupgina iste'molchilarni tugridan tugri Elektr tarmogi manbaiga ulash mumkin bulmaydi. Bunday xolda kuchlanishni uzgartirib ya'ni pasaytirib yoki kuchaytirib beruvchi kurilma kerak buladi. Bu kurilma bir kuchlanishni boshka kuchlanishga uzgartirib beruvchi statik elektromagnit apparatga transformator deyiladi.

Elektr energiya kuvvati asosan kuchlanish va tok kuchi kiymatlarining kupaytmasi bilan aniklanadi. Ya'ni $P=IU$ formulaga asosan ma'lum kuvvatda kuchlanish katta bulsa tok kuchi kichkina buladi va aksincha Energiya uzatish liniya simlarida tok kuchi kichik bulsa, kuchlanishning yukotilishi xam kuvvat isrofi xam kam buladi.

SHuningdek tok kancha kichik bulsa elektr uzatish liniyalaridagi simlarning kundalang kesim yuzasi kichik bulib, bu simlarga ketgan rangli metallar va tayanchlar sarfi kam buladi. Bundan kurinib turibdiki elektr energiyani uzok masofaga uzatishda va ularni iste'molchilarga istalgancha oshirish xamda kamaytirish uchun transformatorlar keng ishlatiladi.

2-guruh SHaxar va kishloklarda joylashgan iste'molchilari past kuchlanish bilan ta'minlanadi. Bunday vaktida pasaytiruvchi va kuchaytiruvchi transformatorlar kullaniladi.

Transformator kurilmasi bulmaganda iste'molchi talab kiladigan elektr energiya maksadli bulmaydi.

3-guruh Transformatorlar elektromagnit statik apparat bo'lib, aylanuvchan qismlari bo'lmaydi, lekin ishlash printsiipi va tuzilishi elektr mashinalariga o'xshash bo'lganligi sababli elektr mashinalar guruhiga qo'shib o'rganiladi.

Elektr stantsiyalarda ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan tokni iste'molchilarga uzatish, elektr qurilmalari yordamida yetkazib berish va taqsimlash uchun uni kuchlanishini o'zgartirish kerak bo'ladi. O'zgaruvchan tokni kuchlanishini o'zgartirish ya'ni transformatsiyalash uchun transformatorlar qo'llaniladi.

4-guruh Elektrotexniklar uzoq masofalarga o'ta katta elektr energetik quvvatlarni uzatish uchun mo'ljallangan, kuchlanishi 1150 kV bo'lgan transformatorlarni yaratdilar. Elektr stantsiyalaridagi turbogeneratorlarning kuchlanishini kuchaytiruvchi quvvati 1000÷1250 MVA ga teng bo'lgan transformatorlar ham elektrotexnologik qurilmalarning nodir elementlari qatoriga kiradi.

Elektr tarmoklarida elektr energiyasini ma'lum masofaga uzatishda va uni iste'molchilar orasida taksimlashda transformatorlar keng ishlatiladi. Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatilganda liniya simlarda sodir buladigan kuvvat isrofini iloji boricha kamaytirish talab kilinadi. Bunda iste'molchilarga kuprok energiya yetib boradi.

Baholash tartibi : 2-3-4-guruhnigina to'g'ri topgan guruhga 2 balldan, 1-guruhni ko'rsatgan guruhga yana 1 ball qo'shib beriladi.

5.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «Transformatorlarning nominal kattaliklarini sanang».

Ko'rsatma : Transformatorning ishi xarakterlanadigan nominal kattaliklar va elektr jixozlari kataloglarida hamda transformatorga maxkamlangan pasport taxtachada ko'rsatilgan parametrlarni aniklang.

Baholosh tartibi : Eng ko'p va to'g'ri topilgan parametrlar soni hisobga olinadi.

6.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «To'rt guruhga ajrat».

Ko'rsatma : talabalar bir nechta guruhlarga bo'linadi. Guruhlarga transformatorning ishi xarakterlanadigan nominal kattaliklar va elektr jixozlari kataloglarida hamda transformatorga maxkamlangan pasport taxtachada ko'rsatilgan parametrlar va ularni belgilanishlari yozilgan kartochkalar to'plami beriladi va ikki minut ichida ularni to'rt guruh : nominal kattaliklar, parametrlarni belgilanishlariga ajratish so'raladi.

Baholash tartibi : har bir guruhdagi to'g'ri ajratilgan nominal kattaliklar, parametrlarni belgilanishlar soni va ajratishga ulgurilmay qolganlari soni hamda noto'g'ri ajratilganlari soni hisoblanadi.

7.Mavjud vaziyat (Topshiriqli keys)

Topshiriq. «Transformator turini top».

Ko'rsatma : o'quvchilar bir nechta guruhlarga bo'linadi. Guruhlarga elektr mashinalar va transformator turlari yozilgan kartochkalar to'plami beriladi va ikki minut ichida transformator turlarini topib berish so'raladi. *Baholash tartibi*: har bir guruhdagi to'g'ri ajratilgan transformator turlari va ajratishga ulgurilmay qolganlari soni hamda noto'g'ri ajratilganlari soni hisoblanadi.

8.Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Transformator tipini aniqlash.

Ko'rsatma : turli transformator yozilgan kartochkalar va beshta tip nomi yozilgan kartochka beriladi. 1 minut ichida beshta tip bo'yicha transformatorlarni ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan transformatorlar tipi hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Uch fazali transformatorning tuzilishini sanang

Ko'rsatma : Uch fazali transformator tuzilishi yozilgan kartochkalar beriladi. 1 minut ichida uch fazali transformatorlarning kismalarini ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan kismalar hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni aniklash

Ko'rsatma: Uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablar yozilgan kartochka beriladi. 1 minut ichida uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni ajratib chiqish so'raladi. *Baholash tartibi* : har bir guruhdagi to'g'ri va noto'g'ri ajratilgan uch fazali transformatorlarga qo'yiladigan talablarni hamda ajratishga ulgurilmaganlari soni hisobga olinadi.

Mavjud vaziyat (mashqli keys)

Mashq. Transformatorlarda quvvat isroflari formulasini aniqlash.

Ko'rsatma Transformatorlarda quvvat isroflari nomlari yozilgan kartochkalar beriladi va guruhdan ularning 1 minut ichida formulalarini aniklash so'raladi. So'ng uning taqdimoti o'tkaziladi. (Masalan, Transformatorning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat qiymati salt ishlash tajribasidan aniqlanadi ya'ni transformator salt ishlaganda salt ishlash quvvati P_0 uning po'lat o'zagida isrof bo'ladigan quvvat ΔP_n ga teng bo'ladi $P_0 = \Delta P_n$.

Magnit isrofi yoki salt ishlash quvvati birlamchi chulg'amdan salt ishlash toki I_0 o'tganda birlamchi chulg'amning aktiv qarshiligi R_1 da issiqlikka aylanadigan va magnit hodisalar natijasida isrof bo'ladigan quvvatlardan iborat bo'ladi, ya'ni $P_0 = I_0 R_1 + \Delta P_{suc} + \Delta P_y$)

Baholash tartibi : Har bir formulada to'g'ri va noto'g'ri aniqlangan quvvat isroflarini soni hisoblanadi. Har bir formuladagi to'g'ri topilgan quvvat isrof 1 balldan hisoblanadi.

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:

1. Talaba zarur ma'lumotlarni tez-tez takrorlab turishi lozim
2. Talaba o'z vaqtida mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish lozim
3. Talaba o'z ustida ko'p ishlashi kerak

Muammo: O'z-o'zini anglash, o'zidagi mavjud sifatlarni baholash jarayoni ko'pincha konkret shaxs tomonidan og'ir kechadi, ya'ni inson tabiati shundayki, u o'zidagi o'sha jamiyat normalariga to'g'ri kelmaydigan, no'maqul sifatlarni anglamaslikka, ularni «yashirishga» harakat qiladi.

Muammoning yechimi:

1. Bugungi kun ko'pchilik odamlar psixologik bilimlardan xabardor bo'lishini hoxlashadi

2. Bu ataylab qilinadigan ish bo'lmay, u har bir shaxsdagi o'z shaxsiyatini o'ziga xos himoya qilish mexanizmidir. Bunday himoya mexanizmi shaxsni ko'pincha turli xil yomon asoratlardan, hissiy kechinmalardan asraydi.

3. «Men» - obrazining ijobiy yoki salbiyligida yana o'sha shaxsni o'rab turgan tashqi muhit, o'zgaralar va ularning munosabati katta rol o'ynaydi. Odam o'zgaralarga qarab, guyoki oynada o'zini ko'rganday tasavvur qiladi

Elektr mashinalari 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.

Muammoning turi	Muammoning kelib chiqish sabablari	Muammoni yechishda Sizning harakatlaringiz	Muammoni yechishda uchraydigan to'siqlar
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 tavsiyalaringizni ayting.			

Transformator mavzusi bo'yicha keys:

Transformatorning afzalliklari		Transformatorning rivojlanishida nimalarga e'tibor berish kerak?	
Muammolar	Echimi	Muammolar	Echimi

Transformatorlarning xalk xujaligidagi urni		
<i>Muammolar</i>	<i>Muammoning sabablari</i>	<i>Muammoning</i>

TESTLAR NAMUNALARI

1.Rasmda berilgan transformator turini aniqlang?

	Tok
	Kuch
	Kuchlanish
	Asinxron
	Avtotransformator
	Uzgarmas tok generatori
	Sinxron
	Payvandlash
	stabilizator
	moyli
	Uzgarmas tok dvigatel
	Kuruk

2.Ta’rifda tushurib holdirilgan so’zlarni yozing _____ normal sharoitda ishlasa, aylanma magnit maydoni rotorga nisbatan (n_1-n_2) tezlik bilan aylanadi. Bu nisbiy tezlik _____ **tezligi** deyiladi.

Javob: dvigatel, sirpanish

3.Ta’rifda tushurib holdirilgan so’zlarni yozing.- Bu sharoitda $n_1 > n_2$ bo’ladi. Mashinaning rotorigata’sir etadigan moment aylantiruvchi moment bo’ladi. Mashina elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi. Dvigatelni ishga tushitishning boshlang’ich paytida ($t = 0$) $n_2 = 0$ bo’ladi. Bunda sirpanish $s = 1$. Dvigatel yuklamasiz (salt) ishlaganda $n_1 \approx n_2$ bo’ladi. Bunda sirpanish $s = 0$. Demak, asinxron mashina, sirpanish qiymati 0 dan 1 gacha o’zgarganda dvigatel sifatida ishlaydi.

Javob: Asinxron mashinaning asinxron dvigatel sifatida ishlashi

VII. GLOSSARIY

Elektr zanjiri - manbalar va ularga ulangan iste'molchilarning yigindisiga aylanadi, bu zanjirdan ma'lum tok oqib utadi.

O'zgarmas tok-vaqt davomida son qiymati va yo'nalishi o'zgarmaydigan tok, ya'ni bunda zaryad tashuvchilar (elektronlar) bir tomonga xarakatlanadi.

Chiziqli zanjir yoki element- elektr zanjiri, yoki elementning voltamper xarakteristikasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

Nochiziqli element-elementning voltamper xarakteristikasi egri chiziqdan iborat bo'ladi, bunday elementli elektr zanjiri nochiziqli zanjir deb ataladi.

Kontur- halqa so'ziga mos bo'lib, elektr zanjirida tokning yopiq halqa hosil qilgan yo'lini bildiradi.

Tugun- esa elektr zanjirlarida tarmoqlanish nuqtalarini bildiradi, boshqacha aytganda uch va undan ortiq simlarning o'zaro tutashgan joyi.

Tarmoq -konturda ikki tugunning oraligi bo'lib, tarmoqda elementlar ketma-ket joylashgan bo'ladi.

Om qonunini-Zanjirdagi tok kuchi kuchlanisgga to'g'ri qarshilikka teskari proporsional.

Kirxgofning birinchi qonuni- Tugundagi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.

Kirxgofning ikkinchi qonuni- Konturdagi EYuK larning algebraik yigindisi shu kontur elementlaridagi kuchlanish tushuvlarining algebraik yigindisiga teng.

Potensial diagramma- shunday boglanishki, bunda X o'qiga zanjir qismlari qarshiligi, Y o'qiga bu qarshiliklarga mos keluvchi kuchlanishlar qo'yiladi.

O'zgarmas tokning ishi- kuchlanishni, tokni va vaqtni ko'paytmasiga teng.

O'zgarmas tokning quvvati-Bajarilgan ishni vaqtga nisbati.

O'zgaruvchan tok-Vaqt bo'yicha miqdori va yo'nalisi o'zgaradigan tok.

Sinusoidal o'zgaruvchan tok-Vaqt bo'yicha sinusoidal qonuniyat bilan o'zgaradigan tok.

Davr- To'la bir tebranishga ketgan vaqt.

Chastota- Bir sekund davomida tebranishlar soni.

Aktiv qarshilikdagi tok kuchi-faza jixatidan shu qarshilikdagi kuchlanish bilan ustma-ust tushadi.

Induktivlikdagi tok kuchi -kuchlanishdan 90° ga orqada qoladi.

Kondensatordagi tok kuchi- kuchlanishdan 90° ga oldinga o'tib ketadi.

Induktiv qarshilik- Induktivlikdagi tokning o'tishiga va uning o'zgarishiga ko'rsatadigan qarshilik. U o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi bilan induktivlikka to'g'ri proporsional bo'ladi.

Sig'im qarshilik- o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi bilan sig'ivga teskari proporsional bo'ladi.

Agar $U_L > U_C$ ($X_L > X_C$), bo'lsa $\varphi > 0$ bo'ladi va zanjirdagi tok kuchlanishdan φ burchakka orqada koladi, **aktiv induktiv xarakterli zanjir** deyiladi.

Agar $U_L < U_C$ ($X_L < X_C$), bo'lsa $\varphi < 0$ bo'ladi va zanjirdagi tok kuchlanishdan φ burchakka oldinga utib ketadi, bunday zanjir **aktiv sigim xarakterli zanjir** deyiladi.

Agar $U_L = U_C$ ($X_L = X_C$), bo'lsa $\varphi = 0$, bo'ladi va zanjirdagi tok kuchlanish bilan ustma ust tushadi, bunday zanjir **rezonans (aktiv) xarakterli zanjir** deyiladi.

Qarshiliklar uchburchagi- to'la qarshilikni aktiv va reaktiv qarshiliklar bilan bog'lanish grafigi.

O'tkazuvchanliklar uchburchagi- to'la o'tkazuvchanlikni aktiv va reaktiv o'tkazuvchanliklar bilan bog'lanish grafigi.

Quvvatlar uchburchagi- to'la quvvatni aktiv va reaktiv quvvatlar bilan bog'lanish grafigi.

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni- Zanjirdagi tok kuchining effektiv qiymati zanjirdagi kuchlanishning effektiv qiymatiga to'g'ri proporsional, zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsional.

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning I- qonuni- Tugundagi toklarning effektiv qiymatlarining geometrik yig'indisi nolga teng. (Tugundagi toklarning oniy qiymatlarining algebraik yig'indisi nolga teng).

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning II – qonuni- Konturdagi EYuK-larning effektiv qiymatlarining geometrik yig'indisi, shu konturdagi kuchlanishlar tushuvining effektiv qiymatlarini geometrik yig'indisiga teng. (Konturdagi EYuK-larning oniy qiymatlarining algebraik yig'indisi, shu konturdagi kuchlanishlar tushuvlarining oniy qiymatlarini algebraik yig'indisiga teng).

Aktiv quvvat-Iste'mol qilinayotgan elektr energiyasini boshqa tur energiyaga (foydali ishga) aylanish jadalligini ko'rsatuvchi va miqdor jixatidan bir davr ichida oniy quvvatning o'rtacha qiymatiga teng bo'lgan kattalikdir.

Reaktiv quvvat-Manba bilan iste'molchi o'rtasidagi energiya almashinuvi tezligini va reaktiv tok iste'molini xarakterlovchi kattalik.

To'la quvvat-Energetik kurilmalarning ishlatilish vaqtida kuchlanish va tok bo'yicha bera oladigan elektr quvvatidir.

Quvvat koeffitsienti-To'la quvvatni qancha qismi foydali quvvat ekanligini ko'rsatuvchi kattalik.

Ekvivalent qarshilik-Bir necha qarshilikka teng kuchli bo'lgan qarshilikdir.

Ekvivalent zanjir-Bir elektr zanjirga teng kuchli bo'lgan ikkinchi bir elektr zanjirdir.

Faza siljish burchagi-Kuchlanish va tok kuchining boshlang'ich fazalari orasidagi farqi.

Rezonans xodisasi- Xususiy tebranishlar chastotasining majburiy kuchlar chastotasi bilan mos tushish xodisasidir.

Kuchlanishlar rezonansi- elementlari ketma-ket ulangan zanjirdagi tok kuchi eng katta qiymatga erishganda reaktiv elementlardagi kuchlanishlarni manba kuchlanishiga nisbatan bir necha marotaba ortib ketish xodisasidir.

Toklar rezonansi- elementlari paralel ulangan zanjirdagi tok kuchi eng kichik qiymatga erishganda reaktiv elementlardagi toklarni manbadan iste'mol qilinayotgan tokka nisbatan bir necha marotaba ortib ketish xodisasidir.

Tebranish konturining to'liq qarshiligi(o'tkazuvchanligi)-induktiv g'altak va kondensator reaktiv qarshiligi (o'tkazuvchanligi) miqdorlari nisbatidir.

Konturning asllik koeffitsienti- reaktiv kuchlanishlar(toklar)ning manba kuchlanishi(toki)dan necha marta kattaligini bildiruvchi kattalikdir.

Konturning so'nishi- asllik koeffitsientiga teskari bo'lgan kattalikdir.

Rezonans egri chiziklari yoki chastotaviy xarakteristikalar-zanjir qismlaridagi kuchlanishning effektiv qiymati o'zgaras bo'lganda zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiligini, faza siljish burchagini, tok va kuchlanishlarni chastotaga bog'likligini ko'rsatuvchi egri chiziqlardir.

Uch fazali elektr zanjir-chastota va amplitudalari bir xil bo'lib, faza jihatidan 120^0 ga farq qilgan uchta EYuK manbalariga ulangan zanjir.

Generator(iste'molchi)ning neytral nuqtasi-generator(iste'molchi) fazalari oxirgi uchlarini birlashtiruvchi nuqtadir.

Nol yoki neytral sim- generator va iste'molchilarning neytral nuqtalarini birlashtiruvchi simdir.

Liniya simlari- manba va iste'molchi bir nomli fazalarining bosh uchlarini birlashtiruvchi simlardir.

Liniya toklari- liniya simlaridan o'tadigan toklar.

Faza toklari- manba va iste'molchining bir nomli fazalaridan o'tadigan toklar.

Faza kuchlanishi- ixtiyoriy liniya simi bilan nolinch sim orasidagi kuchlanish.

Liniya kuchlanishi- Istalgan ikkita liniya simi orasidagi kuchlanish.

Simmetrik yuklama- generatorning fazalariga ulangan yuklama qarshiliklari o'zaro teng va bir xil xarakterda bo'lgan yuklama.

Nosimmetrik yuklama- generatorning fazalariga ulangan yuklama qarshiliklari o'zaro teng bo'lmagan yoki bir xil xarakterda bo'lmagan yuklama.

Pulsatsiya-amplitudalari bir-biriga teng bo'lgan, chastotalari o'zaro yaqin, ammo teng bo'lmagan ikkita sinusoidal tebranishlarning bir-birlariga ustma-ust tushishi natijasida olingan davriy tebranishlarning murakkab turidir.

O'tkinchi jarayonlar- elektr zanjirlarning bir turg'unlashgan rejimdan boshqasiga o'tishini xarakterlovchi jarayonlardir.

Elektrotexnika va elektronika fanidan ME'YORIY HUJJATLARI

O'zbekiston Respublikasining qonuni Energiyadan oqilona foydalanish to'g'risida

I. Umumiy qoidalar

1-modda. Ushbu qonunning maqsadi.

Ushbu qonunning maqsadi milliy energetika resurslari saqlanishini, energiyadan va ishlab chiqarish imkoniyatlaridan samarali foydalanishni ta'minlaydigan umumiy xuquqiy asoslarni shakllantirishdan iboratdir.

2-modda. Energiyadan oqilona foydalanish to'g'risidagi qonun xujjatlari.

Energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi munosabatlar ushbu qonun va O'zbekiston Respublikasining boshqa qonun xujjatlari bilan tartibga solinadi.

Qoraqalpog'iston Respublikasida energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi munosabatlar Qoraqalpog'iston Respublikasining qonun xujjatlari bilan ham tartibga solinadi.

3-modda. Ushbu qonun amal qiladigan soha.

Yuridik va jismoniy shaxslarning yoqilg'i qazib olish, yoqilg'i, issiqlik va elektr energiyasi (matnda bundan buyon energiya deb yuritiladi) hosil qilish, ularni qayta ishlash, saqlash, tashish taqsimlash va sarflash (matnda bundan buyon energiya hosil qilish va uni sarflash deb yuritiladi) bilan bog'liq faoliyati ushbu qonun amal qiladigan soha hisoblanadi.

Energiyadan oqilona foydalanish sohasida huquqiy tartibga solish:

Energiya xosil qilish va uni sarflash chog'ida energiyadan samarali va ekologik jixatdan xavfsiz foydalanishini ta'minlashga;

Energiya jixatidan samarali va texnologiyalar ishlab chiqish va joriy etishni, arzonroq neft maxsulotlari, tabiiy gaz, ko'mir va boshqa turdagi tabiiy yoqilg'ilarni (matnda bundan buyon energiya hosil qilish va uni yoqilg'i deb yuritiladi) qazib olish va xzosil qilishni rag'batlantirishga;

Energiya xosil qilish va uni sarflash miqdori xamda sifatini o'lchash va xisobga olish aniq, to'g'ri bir xil bo'lishga ta'minlashga;

Energiyaning samarali xosil qilishni va sarflanishini xamda uning sifati ustidan, energetika asboblarning energiya bilan ta'minlash va energiyani sarflash tizimlarining texnikaviy xolati ustidan davlat tekshiruvi xamda nazoratini amalga oshirishga qaratilgan.

4-modda. Standartlash.

Energiya xosil qiladigan va energiya sarflaydigan abob uskunalar xamda maxsulotga qonun xujjatlarida nazarda tutilgan tartibda energiya jixatidan samaraldorlik ko'rsatkichlari belgilab qo'yiladi.

Normativ xujjatlarda energiya xosil qilish va uni sarflash chog'ida energiyadan samarali foydalanish ko'rsatkichlari, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarida energiya sarflanishi, xududlar, binolar va inshootlarni isitish, xarorati

va namligini bir xilda saqlab turish xavosini saqlab turish issiqlik, suv, gaz va elektr bilan yoritish uchun energiya sarflashlarni belgilab qo'yiladi.

Energiyaning sarfi tegishli normativ xujjatlarda belgilangan talablarga muvofiq bo'lishi lozim.

5-modda. Standartlash ob'ektlari va predmetlari

Energiya, energiya xosil qiladigan va uni sarflaydigan yoki energiyani bir turdan boshqa turga aylantirib beradigan asbob uskunalar va maxsulotlar transport vositalari yo'lsozlik va qishloq xo'jalik mashinalari yorishish texnikasi qurilmalari, isitish xarorat va namlikni bir xilda saqlab turish xamda xavoni almashtirish tizimlari xalq iste'moli mollari shuningdek, issiqlik o'tkazmaydigan materiallar va qurilish konstruksiyalari energiyadan oqilona Foydalanish soxasidagi standartlashtirish predmetlaridir.

6-modda. Energiya jixatidan samaradorlik xamda energiya sifati ko'rsatkichlariga rioya etilishi ustidan davlat tekshiruvi va nazorati.

Energiya jixatidan samaradorlik xamda energiya sifatining normativ xujjatlarida belgilangan ko'rsatkichlarga rioya etilishi ustidan davlat tekshiruvi va nazorati O'zbekiston Respublikasi vazirlar maxkamasi xuzuridagi Zbekiston davlat standartlash, metrologiya va sertifikatsiya markazi (matnda bundan buyon O'zdavstandart deb yuritiladi) xamda boshqa organdlar zimmasiga qonun xujjatlarida belgilangan tartibda yuklanadi.

7- modda. Energiya sarflan normativlari

Ushbu qonun 5-moddasining birinchi qismida sanab o'tilgan ob'ektlar uchun energiya sarflash normativlarini O'zbekiston Respublikasi Xukumati yoki vakolat bergan organlar belgilaydi.

Energiya sarflash normativlari energiya xosil qiluvchi asbob-uskunalar hamda mahsulotlarining texnik pasportlariga, tuzatish ta'mirlash va rejim varaqalariga ulardan foydalanish yo'riqnomalariga kiritiladi. Binolar va inshootlarni isitish, ularning havosini almashtirish xarorati va namligini bir xilda saqlab turish uchun energiya sarflash normativlari, qurilish normativlari va qoidalarida belgilab qo'yiladi. Energiya sarflash normativlari har besh yilda qayta qo'rib chiqiladi av ilg'or texnologiya yutuqlarini hisobga olgan holda o'zgartirilishi lozim.

8-modda. Sertifikatlash

Quyidagilar energiya jixatidan samaradorlik ko'rsatkichlariga muofiqlik bo'yicha majburiy sertifikatlashtiriladi:

Energitika resurslari;

Ommabob maxsulotlar ishlab chiqarish, ishlar bajarish va xizmatlar ko'rsatish; Energiya xosil qiluvchi va uni ishlatuvchi asbob uskunalar hamda maxsulotlar;

Majburiy sertifikatlash qonun xujjatlarida belgilangan tartibda amalga oshiriladi.

Tayyorlangan asbob uskunalarining, shu jumladan rozg'orda foydalanish uchun mo'jjallangan asbob uskunalarining normativ xujjatlarning energiya jihatdan

samaradorlik ko'rsatkichlariga oid qismida belgilangan talablarga muvofiqligi ishlab chiqaruvchi tomonidan uni albatda tamg'lash yo'li bilan tasdiqlanadi.

9-modda. Metrologiya

Energiya hosil qilish va uni sarflash chog'ida, shuningdek, energiyani sertifikatlash paytida majburiy davlat metrologiya tekshiruvi va nazorati amalga oshiriladi.

Energiyadan oqilona foydalanishni davlat tomonidan metrologik ta'minlash energiya xosil qilish va uni sarflash chog'ida o'lchashning bir xilligini ta'minlashda qaratilgan chora tadbirlar normativ xujjatlar majmuini nazarda tutadi.

Quyidagilar energiya xosil qilish va uni sarflash ustidan davlat metrologiya tekshiruvi nazorati ob'ektlaridir:

O'lchov vositalari;

Axborot-o'lchov tizimlari;

Moddalar va materiallar tarkibi hamda xossalarni standart namunalari;

Energiyani va energiya manbalarini xisobga olish majmui va tarmoqlari;

O'lchash usullari;

Metrologiya normalari va qoidalari nazarda tutilgan boshqa ob'ektlar.

Energiyadan oqilona foydalanish tizimini ta'minlash ustidan davlat metrologiya tekshiruvi nazorati «O'zda standart» zimmasiga yuklatiladi.

II. Energiyadan oqilona foydalanishning davlat boshqaruv asoslari

10-modda. Energiyadan oqilona foydalanishning davlat siyosatining asosiy yo'nalishlari.

Quyidagilar energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi davlat siyosatining asosiy yo'nalishlaridir:

Aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqa dasturlari hamda loyihalarini ro'yobga chiqarish;

Milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish uchun zazor bo'lgan energiya xosil bo'lishni va uni sarflanishini barqororlashtirish;

Energiya xosil qilish va uni sarflash rejimlarini eng maqbul darajaga keltirish, uning xisobga olinishini tashkil etish;

Energiya tejimli sarflanadigan asbob-uskunalar va energiya kam sarflanadigan maxsulotlar ishlab chiqarishni rag'batlantirish;

Energiya xosil qiluvchi va uni ishlatuvchi asbob-uskunalar hamda maxsulotga taaluqli normativ xujjatlar energiya jixatidan samaradorlik ko'rsatkichlarini kiritish;

Energiya sifati ishlab chiqarishning energiya sarflanishi samaradorligi va maxsulotga energiya sarfi miqdori ustidan davlat tekshiruvi va nazoratini tashkil etish;

Maxsulotlarni ishlab turgan qayta qurilayotgan ob'ektlarning, texnologiya va asbob-uskunalarining energetika ekspertiza o'tkazish;

Energiya jixatidan samarador ekologik jixatdan sof texnologiyalar va ishlab chiqarishlarini rivojlantirishni rag'batlantirish;

Energiya xosil qilish va uni sarflag ustidan statistika kuzatuvchini tashkil etish.

11-modda. O'zbekiston Respublikasi Hukumatining energiyadan oqilona foydalanish bo'yicha davlat siyosati amalga oshirish borasidagi vakolatlari

Energiyadan oqilona foydalanish bo'yicha davlat siyosatini amalga oshirish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Hukumati:

Energiyadan oqilona foydalanishga qaratilgan dasturlar va loyixalarni ishlab chiqadi hamda ularni ro'yobga chiqaradi;

Energiya tejimli sarflanadigan dasturlar va loyixalarni ishlab chiqish hamda ularni ro'yobga chiqarishda vazirliklar, idoralar, korxonalar muassasalar va tashkilotlarning, shuningdek, Qoraqolpog'iston Respublikasi Hukumati viloyatlari Toshkent davlat hokimiyati organlarining faoliyatini muvofiqlashtiradi;

Energiya jixatdan samarali texnika va maxsulotlar, ilg'or texnologiya, bu sohadagi boshqaruv usullari va ilmiy taqiqotlari joriy etish bo'icha ikkilamchi energiya resurslari va chiqindilaridan foydalanish bo'yicha loyixalar, shuningdek, quyosh, shamol, suv oqimlarining tabiiy xarakati energiya va boshqa boshqa energiya manbalaridan (matnda bundan buyon qayta tiklanadigan energiya manbalari deb yuritiladi) foydalanadigan texnologiyalar ro'yobga chiqarishga ko'maklashadi;

Energiyani xisobga olish, uni nazorat qilish va asboblarni energiya jixatidan samarali va ekologik jixatdan xavfsiz energetika qurilmalarini ishlab chiqaruvchi sanoat bazasi rivojlantirishga yordam beradi;

Energetika tadqiqotlari va ekspertizalari sohasidagi faoliyatga litsenziya beradi;

Jamoatchilikni energiyadan foydalanish samaradorlik to'g'risida xabardor qilib boradi;

Qonun xujjatlariga muvofiq boshqa vakolatlarni amalga oshiriladi.

12-modda. Aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqaviy dasturlar hamda loyixalar

Energiyadan oqilona foydalanish sohasida aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqaviy dasturlar hamda loyixalar energiyadan oqilona foydalanish bo'yicha davlat siyosatini amalga oshirishda majburiydir.

Quyidagilar tegishli aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq, mintaqaviy dasturlar va loyixalarni ishlab chiqish tashabbuskori bo'ladilar.

O'zbekiston Respublikasi Hukumati;

vazirlar va idoralar;

Qoraqolpog'iston Respublikasi Hukumati, viloyatlar va Toshkent shahar davlat xohimiyati organlari.

Aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqaviy dasturlar hamda loyixalar besh yil va undan uzoqroq muddat uchun yoki uzoqroq muddat uchun ishlab chiqariladi. O'zbekiston Respublikasi Hukumati tomonidan tasdiqlangan va ustivor xisoblanadi. Ularni ro'yobga chiqarish ma'ulyati tegishincha O'zbekiston Respublikasi Hukumati vazirliklar va idoralar, maxalliy davlat xohimiyati organlari zimmasiga yuklatiladi.

13-modda. Energetika tekshiruvlari

Energetika tekshiruvlari energiya xosil qilish va uni sarflash samaradorligini baxolash maqsadida o'tkaziladi.

Har yili umumiy xajmi olti ming tonnadan ortiq shartli yoqilg'i yoki bir ming tonnadan ortiq motor yoqilg'isiga teng energiya resurslarini sarflaydigan korxonalar, muassasalar va tashkilotlar majburiy energetika tekshiruvi o'tkaziladi.

Energetika tekshiruvlarini o'tkazish tartibi va muddatini O'zbekiston Respublikasi Hukumati belgilaydi.

14-modda. Energiyani xisobga olish.

Hosil qilinadigan va sarflanadigan energiya jami hajmi albatta hisobga olinadi.

Energiyani xisobga olish tartibi va uni asboblardan taminlash qoidalari, elektr va issiqlik energiyasidan, tabiiy gazdan, neftni qayta ishlash maxsulotlaridan foydalanish qoidalari O'zbekiston Respublikasi Hukumati tomonidan belgilanadi.

Energiya hisobi to'g'ri yuritilishi uchun javobgarlik korxonalar, muassasalar va tashkilotlar rahbarlarining yoki shunga vakolat berilgan boshqa shaxslarning zimmasiga yuklatiladi.

16-modda. Energiya hosil qilish va uni sarflash ustidan statistika kuzatuv

Energiya hosil qilish va uni sarflash xajmi va uning tarkibiy tuzilishi, energiyadan oqilona foydalanish ustidan statistika kuzatuvini O'zbekiston Respublikasi Vazirlar maxkamasining Istiqbolni belgilash va statistika davlat qo'mitasi O'zbekiston Respublikasi Hukumati tomonidan belgilangan tartibda tashkil etadi va amalga oshiriladi.

III. Energiyadan oqilona foydalanishning iqtisodiy mexanizmlari

17-modda. Aniq maqsadlarga qaratilgan dasturlar va loyihalarni moliyalash

Energiyadan oqilona foydalanishdan oqilona foydalanish sohasidagi aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqaviy dasturlar va loyihalarni moliyalash energiya jixatidan samarali dasturlar va loyihalarni ro'yobga chiqarishdan foyda oladigan korxonalarning ishlab chiqarishidan faoliyatidan keladigan daromadlari, byujetdan mashqari aniq maqsadga qaratilgan fondlar, ichki va tashqi investitsiyalari, byujet manbalari va boshqa manbalar hisobidan qonun xujjatlarida belgilangan tartibda amalga oshiriladi.

18-modda. Tarmoqlararo energiyani tejash fondi.

Energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi davlat siyosatini moliyaviy qo'llab quvvatlash maqsadida O'zbekiston Respublikasi Hukumati tomonidan byujetdan tashqari tarmoqlararo energiyani tejash fondi (matndan bundan buyon energiyani tejash fondi deb yuritiladi) tashkil etiladi.

Quyidagilar energiyani tejash fondini shakllantirish manbalari bo'lishi mumkin:

Kreditlar berganlik uchun fondning boshqa moliya-xo'jalik faoliyatidan olinadigan foyda;

Energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi aniq maqsadga qaratilgan milliy tarmoq va mintaqaviy dasturlar hamda loyixalarni ro'yobga chiqarishdan olinadigan ulush;

Energiyadan nooqilona foydalanganlik uchun iqtisodiy jazo chorasi qo'llashdan tushadigan mablag'lar;

Amaldagi qonun xujjatlarga zid bo'lmagan boshqa tushumlar.

19-modda. Energiya hosil qiluvchilar istimolchilariga beriladigan imtiyozlar

Energiyadan oqilona foydalanish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Hukumati yuridik va jismoniy shaxslarga:

Energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi aniq maqsadga qaratilgan milliy, tarmoq va mintaqaviy dasturlar hamda loyixalarni davlat imtiyozli kreditlar hisobidan moliyalash bo'yicha;

Tarmoqlararo ilmiy-tadqiqot va tajriba konstruktorlik ishlarini moliyalash, energiya jihatidan samarador asbob-uskunalarining tajriba turkumlarini ishlab chiqarish bo'yicha;

Energiyadan foydalanish samaradorligini ancha oshiradigan maxsus asbob uskunalar, asbob va materiallarni import qilganlik uchun bojxona bojlari va sog'liqlari bo'yicha;

O'z vakolatiga muvofiq boshqa masalalar bo'yicha imtiyozlar beradi.

O'zbekiston Respublikasi Hukumati:

belgilangan normativlarga nisbata energiya sarfi kamayishini ta'minlangan; energiya sarfi miqdori belgilangan normativlardan kam bo'lgan raqobatdosh maxsulot ishlab chiqarayotgan;

yoqilg'ini ommabob maxsulotlar ishlab chiqarish uchun xomashyo smfatida foydalanadigan yuridik va jismoniy shaxslarga energiya uchun imtiyozli ta'riflar belgilash mumkin.

Energiyani tejaydigan texnologiyalarga sarflangan xarajatlar va kapital mablag'lar qoplanishi jadalashtirish maqsadida asbob uskunalar, asboblari, issiqlik o'tkazmaydigan materallar va konstruktsiyalar, ko'plab ishlab chiqariladigan energiya jixatidan samarali maxsulotlarni chiqarayotgan, tegishli ishlarni bajarayotgan va xizmatlar ko'rsatayotgan ishlab chiqaruvchilarga, shuningdek, mazkur asbob uskunalar, asbob, materallar, konstruktsiya, maxsulotlarning joriy etilishini va ulardan foydalanishni taminlayotgan yuridik va jismoniy shaxslar qonun xujjatlariga muvofiq soliq bo'yicha imtiyozlar belgilanadi.

Energiya va issiqlik ta'minotini takomillashtirish, uy-joylar, qvartiralar, korxonalar, muassasalar va tashkilotlarni energiya sarfini hisobga oladigan, nazorat qiladigan va boshqarib turadigan asboblari bilan taminlash ishlarini amalga oshirayotgan issiqlik yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik va energiya sarflarini kamaytirishga, maxalliy yoqilg'i turlari va ishlab chiqarish chiqindilaridan foydalanishga qaratilgan boshqa chora tadbirlarni qo'shimcha ravishda amalga oshirayotgan yuridik va jismoniy shaxslarga energiyani tejash fondi mablag'laridan dotatsiya berilishi mumkin.

20-modda. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish

Energiya ta'minoti tashkilotlari hamda elektr va issiqlik energiyasi uchun mavsumiy tariflar, shuningdek, elektr energiyasi uchun sutkaning turli vaqtlarida bo'yicha tabaqalashtirilgan tariflar joriy etiladi.

21-modda. Energiyadan nooqilona foydalanganlik uchun javobgarlik

Energiya xosil qilish va uni sarflash sohasida shug'ullanayotgan yuridik va jismoniy shaxslar bevosita energiya nobudgarchiligini va energetika jixatidan samarasiz maxsulotlar ishlab chikarilishini istesno etadigan ishlab chiqarish, maxsulot, ishlar va xizmatlarning belgilangan energiya jixatidan samaradorligini ta'minlashlari shart. Bu talablar buzilgan taqdirda yuridik shaxslarga nisbatan:

energiyaning sifat ko'rsatkichlari buzilgan;

energiyaning bevosita nobudgarchiligi asoboblar yordamida yoki normativ usul bilan aniqlangan;

energiya sarflanishini asboblar yordamida xisobga olish buzilgan;

mavjud ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanishning belgilangan ulishi ta'minlanmagan hollarda qonun hujjatlarida muvofiq iqtisodiy jazo choralari qo'llaniladi;

Iqtisodiy jazo choralari qo'llanilishi yuridik shaxslarni o'zlariga yetkazgan zararni qoplashdan ozod qilmaydi.

Energiyadan nooqilona foydalanganlik uchun jismoniy shaxslar javobgarligi qonun hujjatlarida belgilangan.

Energiya yetkazib beruvchtlarning kelishmasdan energiya ta'minotini to'xtatib qo'yishi natijasida energiyadan foydalanuvchilarga yetkazilgan zarar qonun hujjatlarida belgilangan tartibda qoplanadi.

IV. Yakunlovchi qoidalar

22-modda. Energiyadan oqilona foydalanish sohasidagi xalqaro hamkorlik

Quyidagilar xalqaro hamkorlikning asosiy yo'nalishlaridir:

Energiya jixatidan samarali texnologiyalarni chet el va xalqaro manfaatli ayriboshlash;

Energiyadan oqilona foydalanishni ta'minlovchi qo'shma davlatlararo loyixalarni respublikada ro'yobga chiqarish;

Energiya jixatdan samaradorlik ko'rsatkichlari xalqaro standartlarning talablariga moslash, shuningdek, sertifikatlash natijalari o'zaro e'tirof etish.

23-modda. Halqaro shartnomalar.

Agar O'zbekiston Respublikasi qatnashgan halqaro shartnomada ushbu Qonun nazarda tutilganidan boshqacha qoidalar belgilangan bo'lsa, halqaro shartnoma qoidalari qo'llaniladi.

24-modda. Energiyadan oqilona foydalanish to'g'risidagi qonun hujjatlarini buzganlik uchun javobgarlik.

Energiyadan oqilona foydalanish to'g'risidagi qonun hujjatlarini buzgan shaxslar belgilangan tartibda javobgar bo'ladilar.

ASOSIY DARSLIK VA O'QUV QO'LLANMALAR

Asosiy darslik va o'quv qo'llanmalar

26. Johd Bird. "Electrical and Electronic Principles and Technology" LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p.
27. Каримов А.С. ва бошқ. "Электроника ва электроника асослари" Дарслик. Тошкент, "Ўқитувчи", нашриёти, 1995.-448 б.
28. Abdullayev B. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslaridan laboratoriya ishlarini bajarishga o'quv-uslubiy qo'llanma. Toshkent, ToshDTU, 2011.-136 b.
29. Abdullayev B., Begmatov Sh.E., Xalmanov D.X. Elektrotexnika va elektronika fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy ko'rsatmalar. Toshkent, ToshDTU, 2016.-86 b.
30. Alimxodjayev K., Abdullayev B., Abidov Q., Abdullayev M. Elektr texnikaning nazariy asoslari. Darslik.1-qism.-T. "Fan va texnologiya", 2015, 320 b.
31. Бегматов Ш.Э., Абдуллаев Б. "Электротехника и основы электроники". Методические электронное пособие к выполнению виртуальных лабораторных работ. Ташкент-2015.-84 с.
32. Amirov F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G. "Elektrotexnikaning nazariy asoslar". Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma. T. ToshTYMI. 2007.-128 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

33. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимга киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшимча мажлисидаги нутқи.-Т. "Ўзбекистон" НМИУ. 2016-56 б.
34. Мирзиёев Ш.М. Қонун устиворлиги ва инсон манфаатларини таъмилаш юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республика Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги мъруза 2016 йил 7 декабрь.-Т. ToshTYMI. 2016.-48 b.
35. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга қурамиз.-Т. "Ўзбекистон" НМИУ. 2017-488 б.
36. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегияси тўғрисида.-Т. 2017 йил 7 февраль. ПФ-4947-сонли Фармони.
37. Электротехника ва электроника. Учебник для ВУЗов.- В 3-х кн. Кн. 2. Подред. Проф. Б.Г.Герасимова.-2-е издание.-М. ООО "Торгово-Издательский дом Арис", 2010-272 с.

- 38.Музин Ю.М. Основы электротехники и электроники «Виртуальная электротехники», С-Пб, Питер 2010- 157 с.
- 39.Арипов Х.К. ва бошқалар, “Электроника ва схемотехника”. Ўқув қўлланма. Тошент ТАТУ, 2008-312б.
- 40.Кардашев Г.А. Цифровая электроника на персональном крмпьютере. Electronics Workbench и Micro-Cap. С-Пб. Питер. 2002-368 с.
- 41.Бегматов Ш.Э., Абидов Қ.Ғ. “Электротехниканинг назарий асослари” фанидан виртуал лаборатоия ишларини бажариш бўйича услубий кўрсатмалар. Тошкент. ТошДТУ. 2013-70 б.
- 42.Алиев И.И. Виртуальная электроника. Компьютерный технологии в электротехнике и электронике. 2003-86 с.
- 43.Хернитер Марк. Е.Multisim 7*. Современная система компьютерного моделирования и анализа схем элктронных устройств. Перевод с англ. Осипов А.И., М. Издательский дом ДМК пресс, 2006-480 с.
- 44.Основы электротехники и электроники. 2010 г. Музин Ю.М. «Виртуалная электротехника» С-Пб. Питер, 2002.

Internet saytlar

45. www.gov.uz- O'zbekiston Respublikasi hukumat portali.
46. www.lex.uz- O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
47. www.ziynet.uz
48. www.bilim.uz
49. www.ni.com/multisim/
50. www.rudocs.exbat.com/docs/index-32616.html