

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Muhandislik-texnologiya fakulteti

«Fizika» kafedrası

«Himoyaga ruxsat etildi»

Fakultet dekani

_____ dots.K.J.Matkarimov

«___»_____2017 yil.

5311000-“Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish” ta’lim yo’nalishi 16u-13 guruhi talabasi

G’iyosiddinova Muslima Muxammadjon qizining

“ Chastota o’zgartirgichli elektr yuritma ” mavzusidagi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bitiruvchi: G’iyosiddinova Muslima Muxammadjon qizi _____
(imzo)

BMI rahbari: dots. Boymirzaev Azamat Solievich _____
(imzo)

Kafedra mudiri: prof. Usmanov Pazlitdin Nuritdinovich _____
(imzo)

Namangan - 2017 y.

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1. UMUMIY QISM.....	5
1.1 Chastota o'zgartirgichlari.....	5
1.2.To'g'rilagichlar vazifasi va sxemalari.	7
1.3.Uch fazali to'g'rilagichlar	11
1.4.Amplituda-impulsli modulyatsiya (AIM).	25
2. KENG IMPULSLI MODULYATSIYA (KIM).	27
2.1.Sinusoidal – boshqariluvchi KIM.	27
2.2.O'zgaruvchan tokni zamonaviy namunali elektr yuritmalari tahlili.	30
3. TADQIQOT QISMI.....	34
3.1. O'zgaruvchan tok namunali elektr yuritma tadqiqoti bo'yicha laboratoriya uskunasi talablari.....	34
3.2.Indikatsiya rejimlari tadqiqoti.	36
3.MEXNAT MUXOFAZASI.	38
4.IQTISODIY QISM.....	46
5. XULOSA.....	52
6.ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	53

KIRISH

Texnikani har qanday sohasida ham, zamonaviy ishlab chiqarish mexanizmlarini avtomatlashtirilgan elektr yuritgichsiz harakatga keltirishni tasavvur qilish qiyin. Elektr yuritgich asosiy element bo'lib, bevosita elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi, ishlab chiqarish mexanizmi talablariga javob beruvchi, elektr yuritgich statistik va dinamik tavsifnomasini shakllantirish maqsadida ko'proq o'zgartiruvchi va boshqaruvchi qurilmalar yordamida boshqariladigan elektrodvigatel hisoblanadi. Faqat mashinalarga aylanuvchi yoki ilgariylanma harakatni yetkazishdan iborat emas, balki, asosan mashinalarni avtomatlashgan elektr yuritgich yordamida yuqori aniqlikdagi eng katta samaradorlikka ega bo'lgan ish rejimi bilan ta'minlash muhimdir.

Avtomatlashgan elektr yuritgichlar rivojlanishiga, yuqori samaradorlikka ega bo'lgan ilgari elektr yuritgichlarda foydalanilgan elektron lampali va ion asboblari qurilmalarni siqib chiqargan tranzistor, tiristorlar kabi yarim o'tkazgichli asboblarning ishlatilishi avtomatlashtirishga katta ta'sir ko'rsatmoqda.

Sanoatda yangi va ishonchli kuch tranzistorlarni va tiristorlarni ishlab chiqarish natijasida katta quvvatli qurilmalarni yaratish rivojlanib bormoqda. Yuqori foydali ish koeffitsientiga (F.I.K.) ega bo'lgan tranzistorli o'zgartirgichlar deyarli inertsiasiz bo'lib, boshqarish uchun oz quvvat talab qiladi. Ular yordamida tezlikni ravon va keng diapazonda tartibga soluvchi elektr yuritgichlar tizimi yaratilmoqda. Hozirgi vaqtda o'zgarimas tok o'tkazgichlari uchun, tiristorli va tranzistorli o'zgartgichlardan keng foydalangan holda, har xil turdagi tranzistorli yoki tiristorli o'zgartgichlar bilan boshqarilayotgan o'zgaruvchan tokni avtomatlashgan elektr yuritgichlari yaratilmoqda.

Ma'lumki, qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatel kontaktsiz bo'lganligi uchun, u doimiy tok kollektorli dvigateldan bir necha baravar arzon, kichik gabaritga ega, berilgan quvvatda yuqori tezlikga mos qilib ishlab chiqarilishi mumkin, ishonchli va ishlatishda soddadir. So'ngi vaqtda sanoatni turli sohalarida boshqariluvchi asinxron elektr yuritgichlar keng tarqalmoqda. Bunda deyarli hamma joyda o'zgaruvchan tok zamonaviy elektr yuritgichlarda keng-

impuls modulyatsiyali (KIM) avtonom tranzistorli inverterlar ishlatiladi. Shuning uchun elektryuritgich-muhandislarni tayyorlashda, asosiy vazifa bo'lib qurilmalarni tuzilishini va ishlash printsiplarini batafsil o'rganish, hamda bu o'zgartkichlar bilan ishlash malakasini olishdan iboratdir.

Bitiruv malakaviy ishda bajarish uchun quyidagi masalalar qo'yilgan:

1. O'zgaruvchan tok elektr yuritgich zamonaviy holatini o'rganish.
2. AP-100 chastota o'zgartgichli laboratoriya stendini ishlab chiqish.
3. Laboratoriya qurilmasi montaji va sozlashini o'tkazish.
4. Chastota o'zgartgichli elektr yuritma tadqiqot usulini ishlab chiqish va sinab ko'rish.
5. Elektr yuritma tavsifi o'zgarish diapazonini aniqlash.
6. Hayot faoliyati uchun havsizlik shartlarini aniqlash va texnik-iqtisodiy hisoblarni o'tkazish

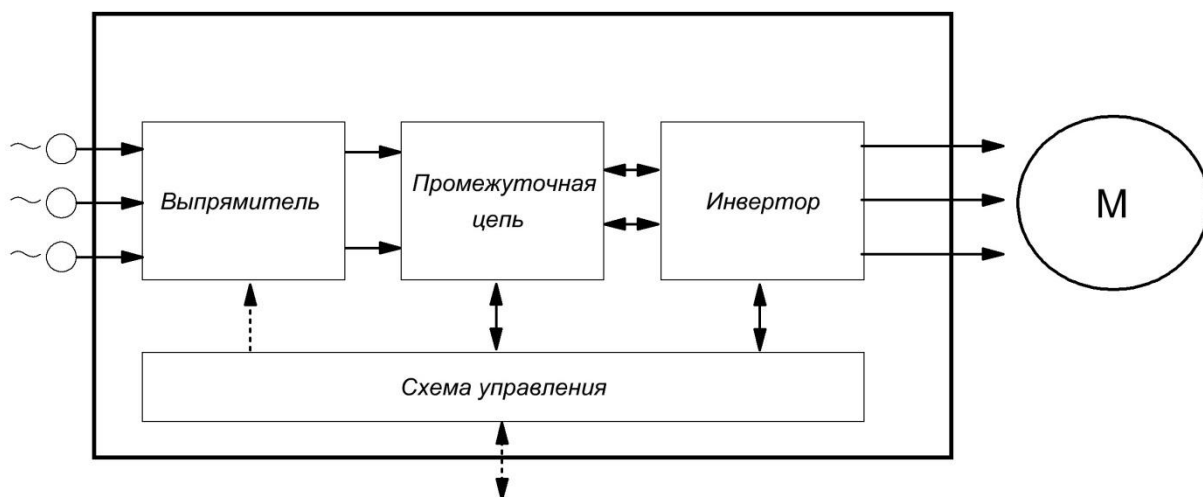
1. UMUMIY QISM.

1.1 Chastota o'zgartirgichlari.

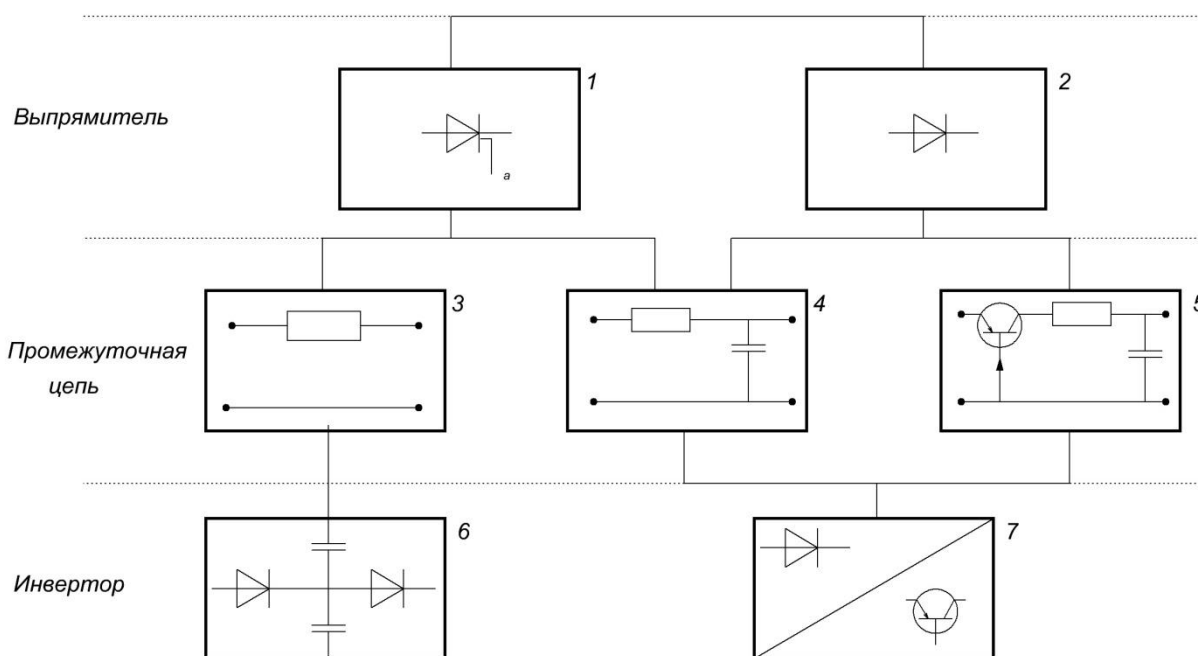
Chastota o'zgartirgichlari mikroprotsektorli va yarim o'tkazgichli texnologiyalar sifatida 1960 yillar oxirida sanoatga kirib keldi.

Chastota o'zgartirgichi tarkibiga to'rtta asosiy element kiradi (1-rasm):

1. Doimiy tok o'zgaruvchan tokni bir/uch fazali elektr tarmog'i manbaiga ulanganda, to'g'rilagich doimiy tokni pulsli kuchlanishini shakllantiradi. To'g'rilagichlar ikki xil asosiy turda bo'ladi – boshqariladigan va boshqarilmaydigan.
2. Uch turdan birining oraliq zanjiri:
 - a) to'g'rilagich kuchlanishini doimiy tokka o'zgartiruvchi.
 - b) doimiy tok pulsli kuchlanishini barqarorlashtiruvchi yoki tekislovchi va uni invertorga uzatuvchi.
 - s) to'g'rilagich o'zgarmas tok kuchlanishini o'zgaruvchan kuchlanishga aylantirish.
3. Elektrodvigatel kuchlanish chastotasini shakllantiruvchi inverter. Ba'zi inverterlar doimiy tokni o'zgarmas kuchlanishini o'zgaruvchan tokni o'zgaruvchan kuchlanishiga aylantirishi ham mumkin.
4. To'g'rilagich, oraliq zanjir va invertorga signallarni jo'natuvchi va mavjud elementlardan signallarni qabul qilib oluvchi boshqaruv elektron sxema. Boshqaruv elementlar tuzilishi aniq bo'lgan chastota o'zgartirgichiga bog'liq (2-rasm).



1-rasm Chastota o'zgartgichi blok – sxemasi



Инвертор тока (ИТ)
(1+3+6)

Преобразователь с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)
(1+4+7) (2+5+7)

Преобразователь с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ/VVCplus)
(2+4+7)

2-rasm. Chastota o'zgartgichlari tuzilishi/boshqarilishi turli tamoyillari

Barcha chastota o'zgartgichlari uchun umumiy bo'lib, ularni hamma boshqarish zanjirlari invertor yarim o'tkazgich elementlari tomonidan boshqarilishidir. Chastota o'zgartgichlari, elektrodvigatel manbasi kuchlanishini tartibga solish uchun ishlatiladigan kommutatsiya rejimi bo'yicha farqlanadi.

O'zgartgich tuzilishi/boshqarilishi turli tamoyillari ko'rsatilgan 2- rasmda kuyidagi belgilar qo'llaniladi:

1-boshqariladigan to'g'rilagich

2-boshqarilmaydigan to'g'rilagich

3-o'zgaruvchan doimiy tok oraliq zanjiri

4-doimiy tok o'zgarmas kuchlanish oraliq zanjiri

5-amplitud-impuls modulyatsiyali (AIM) inverter

6-keng-impuls modulyatsiyali (KIM) inverter

Eslatib o'tamiz, zanjirda oraliq zanjiri bo'lmagan sxemalar to'g'ri o'zgartgichlardir. Bunday o'zgartgichlar bevosita 50Gts chastotali tarmoqdan past chastotali kuchlanishni shakllantirish uchun megavatt diapazonli quvvatda ishlatiladi, bunda ularni maksimal chiqish chastotasi 30 Gts ni tashkil etadi

1.2.To'g'rilagichlar vazifasi va sxemalari.

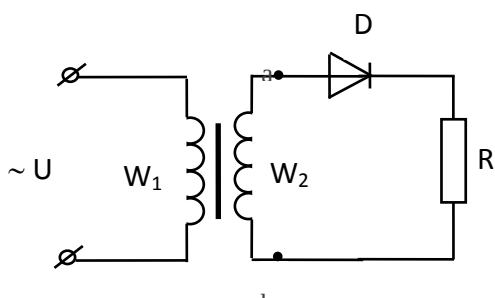
O'zgaruvchan tokni bevosita o'zgarmas tokka aylantiruvchi qurilma to'g'rilagich deb ataladi.To'g'rilagichlar elektr ventillardan va yordamchi qurilmalar (transformator yoki avtotransformator,fil'trlar va hakoza)dan iborat bo'ladi.

Ko'p hollarda zamonaviy to'g'rilagichlarda yarim o'tkazgichli, kremniyli, germaniyli, kichik quvvatlar va kuchlanishlar uchun esa - selenli ventillar ishlatiladi. Ion ventillarning qo'llanish sohasi tez kamaymoqda; ular ichida boshqariladigan ventillar - tiratronlar amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kichik quvvatlarini to'g'rilashda ishlatiladi.Elektron apparatlarda,bundan tashqari, ba'zan elektron diodlar ishlatiladigan kichik quvvatli to'g'rilagichlardan ham foydalaniladi.

To'g'rilagichlar ish printsiipi.

To'g'rilagich sxemasi ventilning ishlash printsiipiga, qurilmalarning quvvatiga va boshqa texnik talablarga qarab tanlanadi.Eng oddiysi bitta yarim davrli sxemadir (3-rasm); unda ventil V orqali qarshiligi R bo'lgan yuklama rezistorida tok faqat davrning bitta yarim davomida mavjud bo'ladi.Bu holda

sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishda ideal ventilda (to'g'ri qarshiligi $r_{to'g'} = 0$, teskari qarshiligi $r_{tes} = U_{tes}/I_{tes}$) to'g'rilangan tokning o'rtacha qiymati pulslanuvchi tokning o'zgarmas tashkil etuvchisi amplituda qiymati I_m bilan nisbat $I_o = I_m / \pi = 0,32I_m$ bo'yicha, to'g'rilangan tokning ta'sir etuvchi qiymati esa nisbat $I = I_m / 2$ bo'yicha bog'langan (3-rasm). To'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati $U_o = U_m / \pi$;

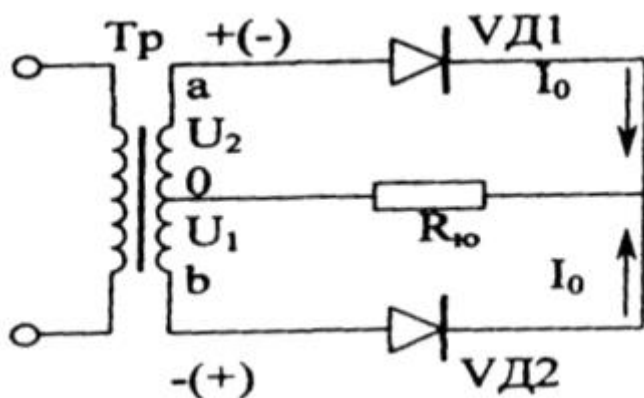


3-rasm

Zanjirning aktiv quvvati $P = UI / \sqrt{2} = 0,707S$, bu yerda U_o - butun zanjir qismlaridagi kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati. Bitta yarim davrli to'g'rilagichning kamchiliklari : to'g'rilangan kuchlanishning faqat bitta yarim davri davomida mavjud bo'ladi va unda juda ko'p o'zgaruvchan tashkil etuvchilar bo'ladi.

Transformatorni o'rta nuqtasidan chiqarilgan sxema.

Transformator ikkilamchi chulg'aming o'rta nuqtasida chiqishi bo'lgan ikki yarim davrli to'g'rilagichda to'g'rilangan tokni o'zgaruvchan kuchlanishning har ikkala yarim to'lqiniga mos holda olish mumkin. Birinchi yarim davrda tok ventily 1 orqali, ikkinchi yarim davrda esa ventily 2 orqali yo'nalgan. SHu bilan birga transformator chulg'aming har ikkala yarmi faqat davr davomidagina tok bilan nagruzkalanadi: 4- rasmdagi sxema bir taktli deb ataladi.



4-rasm.

To'g'rilagichning ikki yarim davrli ko'prik sxemasi (5-rasm) o'zgaruvchan kuchlanishning bitta yarim davrida tok i1 ventil 1, nagruzka rezistori Rn va ventil 3 orqali yo'nalgan, ikkinchi yarim davrida esa tok i 2 ventillar 2 va 4 orqali (nagruzka rezistorida tok I₁ qanday yo'nalgan bo'lsa xuddi shunday) yo'nalgan; bunday sxema ikki taktli deb ataladi. Ikki yarim davrli to'g'rilagichning har ikkala sxemasi uchun :

$$U_o = \frac{2 U_m}{\pi} ; I_o = 0,64 I_m ; P = UI ; I = I_m / 2$$

va to'g'rilangan tokning egri chizig'i faqat juft garmonik tashkil etuvchilarga ega bo'ladi lekin asosiy to'lqin pul'slanish chastotasi to'g'rilangan o'zgaruvchan kuchlanish chastotasidan ikki marta ortiq bo'ladi.

Ko'p fazali to'g'rilagichlar.

Ko'p fazali to'g'rilagichlarda pul'slanish keskin kamayadi, ularning chastotasi esa haddan ziyod oshadi. Uch fazali bir taktli to'g'rilagichda har bir berilgan momentda (5-rasm) qaysining ventil anodi transformator chulg'amlarining qismlariga ulangan bo'lsa va chulg'amning neytral nuqtasiga nisbatan qaysi ventil anodining musbat potentsiali eng ko'p bo'lsa, shu ventil orqali tok yo'nalgan bo'ladi, shuning uchun to'g'rilangan kuchlanish ikilamchi chulg'am faza kuchlanishlarining musbat yarim to'lqinlarining egiluvchi egri chizig'i bo'yicha o'zgaradi. Bu yerda pul'slanish chastotasi to'g'rilanayotgan o'zgaruvchan tokning chastotasidan uch marta katta. Bir taktli ko'p fazali to'g'rilagichlar katod tipida bo'lishi mumkin, bunda hamma katodlar bitta tugunga birlashtiriladi yoki anod tipida bo'ladi, bunda hamma katodlar bitta tugunga biriktiriladi.

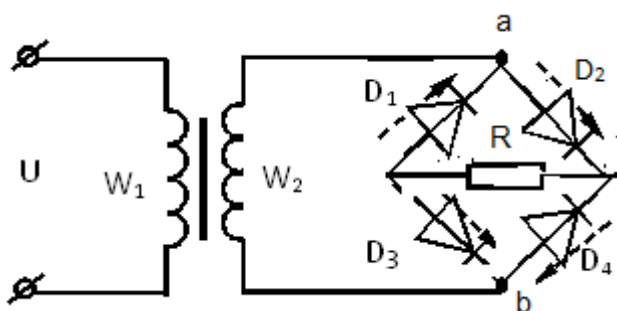
Ikki taktli uch fazali to'g'rilagichda (7-rasm) ventillarning birinchi yarmi katod gruppasini, ventillarning boshqa yarmi anod gruppasini tashkil qiladi. Har qaysi berilgan momentda katod gruppasidan anodi ko'proq musbat potentsialga ega bo'lgan ventil tokni o'tkazadi va anod gruppasidan qaysi ventilning katodi

absolyut qiymati bo'yicha eng ko'p manfiy potentsialga ega bo'lsa, shu ventil o'tkazadi. Bunday to'g'rilagich uchun kuchlanishning pulslanish chastotasi to'g'rilanayotgan o'zgaruvchan tok chastotasidan olti marta ortiq bo'ladi.

Pulsatsiya koeffitsienti.

Pulslanishni taqqoslash uchun pulslanish koeffitsienti $q_n = U_m / U_o$ kriteriya bo'lib xizmat qiladi. U kuchlanishning asosiy garmonik tashkil etuvchilarining amplitudasining kuchlanishining o'rtacha qiymatiga ega bo'lgan nisbatiga teng. Ikki yarim davrli bir fazali to'g'rilagich uchun $q_n = 0,667$, uch fazali bir taktli to'g'rilagich uchun $q_n = 0,25$, uch fazali ikki taktli to'g'rilagich uchun $q_n = 0,057$. Pulslanishni kamaytirish uchun to'g'rilagich va iste'molchi orasiga ko'pincha tekislovchi elektr fil'trlar ulanadi.

To'g'rilagichning ko'prik sxemasi



To'g'rilagichning ko'prik sxemasi, transformatorni ikkilamchi chulg'amiga ko'prik shaklida ulangan 4 ta dioddan iborat bo'ladi. U quyidagi sxemaga ega

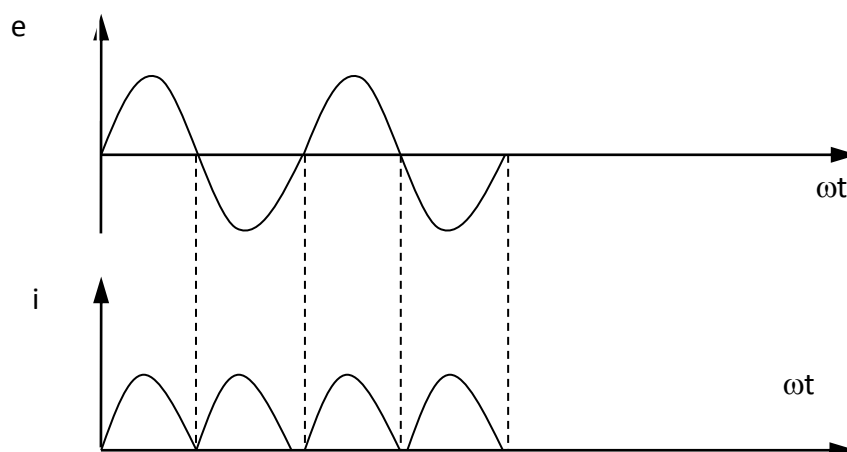
5- rasm. To'g'rilagichni ko'prik sxemasi

Transformator birlamchi chulg'amiga $U = U_m \sin \omega t$ kuchlanish berilganida, ikkilamchi chulg'amda ham sinusoidal kuchlanish hosil bo'ladi. Faraz qilamiz, (a) nuqtada musbat (v) nuqtada esa manfiy potentsial bo'lsin. Bunda tok D1 diod, (R) iste'molchi va D4 diodlar orqali o'tadi, keyingi yarim davrda esa (v) nuqtada musbat (a) nuqtada manfiy potentsial bo'lib, tok (D3) diod R-iste'molchi va D2 diod orqali o'tib, (a) nuqtaga boradi. Har ikki yarim davrda ham iste'molchidan bir hil yo'nalishda tok o'tadi. Uni vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi quyidagicha:

$$\text{Bunda } U_{k.y.p} = \frac{U_2 2\sqrt{2}}{\pi} = 0,9U_2$$

$$I_{yuk.o'r} = U_{yuk.o'r} / R_{yuk} = 0,9U_2 / R_{yuk}$$

$$U_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_{.r} = 1,11 U_{.r}$$



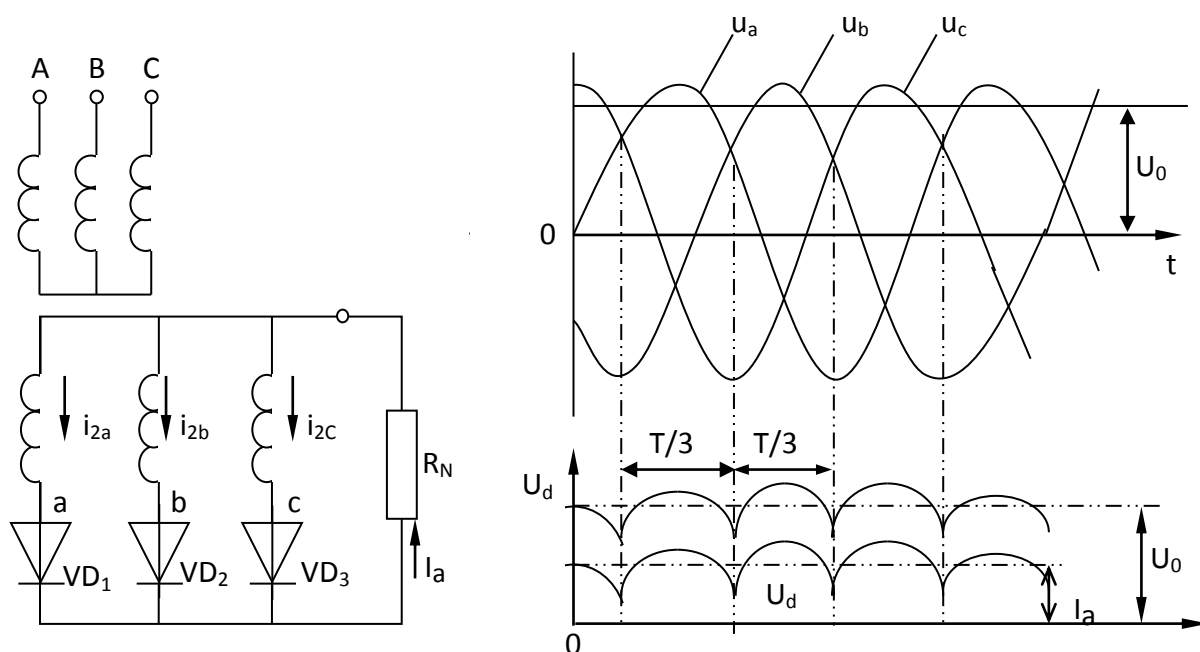
6- rasm. Ikki yarim davrli to'g'rilagichni vaqt bo'yicha o'zgarish diagrammasi

Diodlardagi tok esa, $I_2 = I_{2u} = 0,5I_{\text{yuk.o'r}}$. Transformatoridagi ikkilamchi chulg'am toki $I_2 = 0,78I_{\text{yuk.o'r}}$. Dioddagi teskari maksimal kuchlanish $U_{\text{tes.maks}} = 1,57U_{\text{yuk.o'r}}$. Diodning to'g'ri yo'nalishdagi toki $I_{D.m} = 1,57I_{\text{yuk.o'r}}$ bo'ladi.

1.3. Uch fazali to'g'rilagichlar

O'zgarmas tokni uch fazali tokka aylantiruvchi qurilmalar uch fazali to'g'rilagich deb ataladi. Quyidagi 7-rasmda uch fazali o'zgaruvchan tokni to'g'rilash sxemasi va to'g'rilangan uch fazali tokning diagrammasi ko'rsatilgan.

Unda ayrim fazalardagi tok va kuchlanishlarni to'g'rilash quyidagicha amalga oshiriladi. Transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi faza kuchlanishlari bir-biriga nisbatan $2\pi/3$ burchakka siljigan: $u_a = U_m \sin \omega t$; $u_b = U_m \sin(\omega t - 2\pi/3)$; $u_c = U_m \sin(\omega t + 2\pi/3)$;



7 - rasm. Uch fazali to'g'rilagich

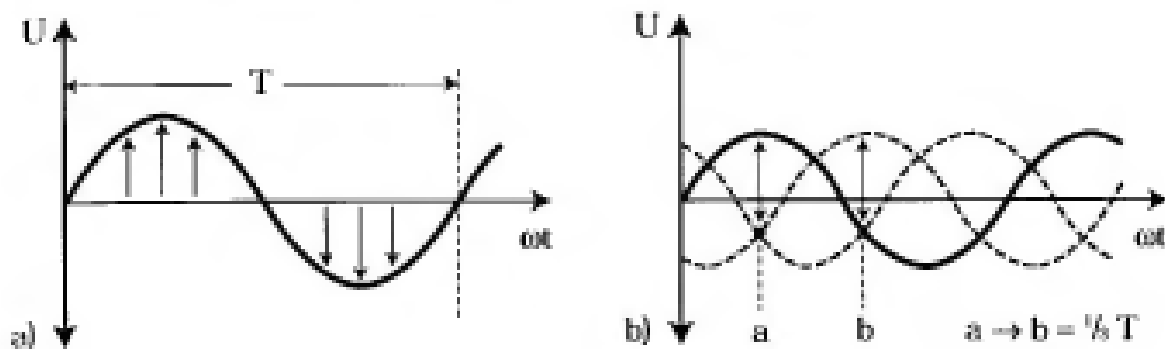
Bu sinusoidalarni musbat yarim to'liqlaridagi maksimumlar davrning uchdan bir qismi ($T/3$) da almashib turadi. SHu vaqt ichida bir tomonlama harakatlanuvchi i_a , i_b , i_c toklar hosil bo'ladi. Bu sxemada VD1, VD2 yoki VD3 diodlardan o'tuvchi tok berilayotgan kuchlanishning butun musbat yarim to'liqini davrida emas, balki $T/3$ ichida o'tadi. Masalan, U_a toki a fazada $t_1 = \pi/6\omega$ vaqtda hosil bo'lib, $t_2 = 5\pi/6\omega$ vaqtda tugaydi, tok U_b esa $t_3 = 3\pi/2\omega$ vaqtda tugaydi va hakoza.

To'g'rilangan kuchlanishning (tokning) o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

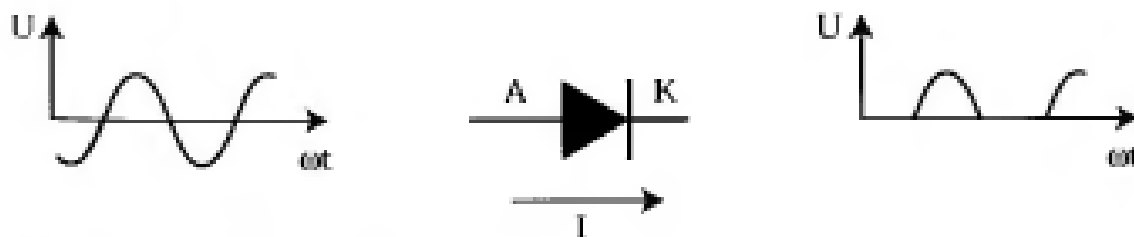
$$\begin{aligned}
 U_{\text{oy}} &= U_{\text{m}} m_{\text{y}} = \frac{1}{T/3} \int_{t_2}^{t_1} u dt \quad \text{yoki} \quad U_{\text{or}} = \frac{3}{T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} u dt = \frac{3}{\omega T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} U_m \sin \omega t d\omega t = \\
 &= \frac{3U_m}{2\pi} (-\cos \omega t) \Big|_{\pi/6}^{5\pi/6} = \frac{3\sqrt{3}U_m}{2\pi} = \frac{3\sqrt{6}U}{6,28} = 1,17U. \\
 I_{\text{to'g'}} &= \frac{U_{\text{or}}}{R_i} = \frac{1,17U}{R_i}.
 \end{aligned}$$

Tarmoq kuchlanishi, o'zgaruvchan tokni qayd qilingan (masalan, 3x400V/50Gts yoki 1x240V/50Gts) uch fazali yoki bir fazali kuchlanishidir; bu kuchlanishlar ta'riflari 3- rasmida keltirigan.

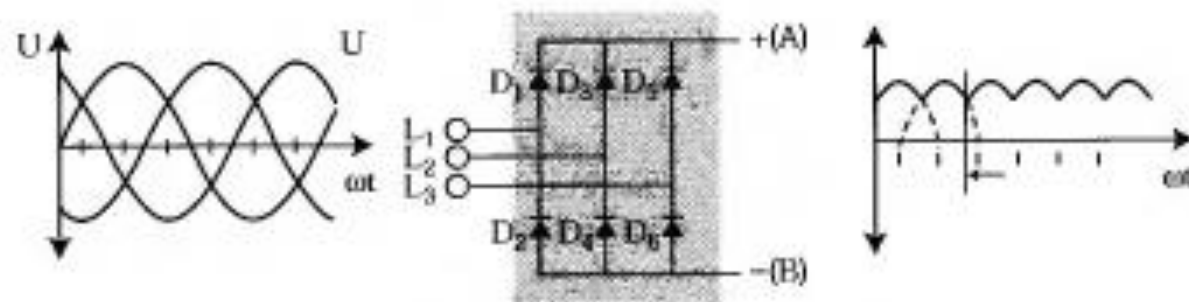
8-rasmda uch fazali o'zgaruvchan tok diagrammasi keltirilgan. 3 fazali kuchlanish doim yo'nalishni o'zgartiradi, chastota esa bir sekunddagi davriy sonni ko'rsatadi. 50 Gts chastota bir sekundda 50 marta ($50 \times T$), ya'ni bir davr 20 millisekund davom etishini ifodalaydi.



8-rasm . Bir va uch fazali o'zgaruvchan tok kuchlanishi



9-rasm . Diodni ishlash rejimi



10-rasm. Boshqarilmaydigan to'g'rilagich

Chastota o'zgartgichi to'g'rilagichlari diodlarda, yoki tiristorlarda, yoki ularni kombinatsiyalarida tuziladi. Diodda yasalgan to'g'rilagich boshqarilmaydigan, tiristorlarda yasalgani – boshqariladigan xisoblanadi. Agarda ham diod, ham tiristor ishlatilsa, unda to'g'rilagich yarim boshqariladigandir.

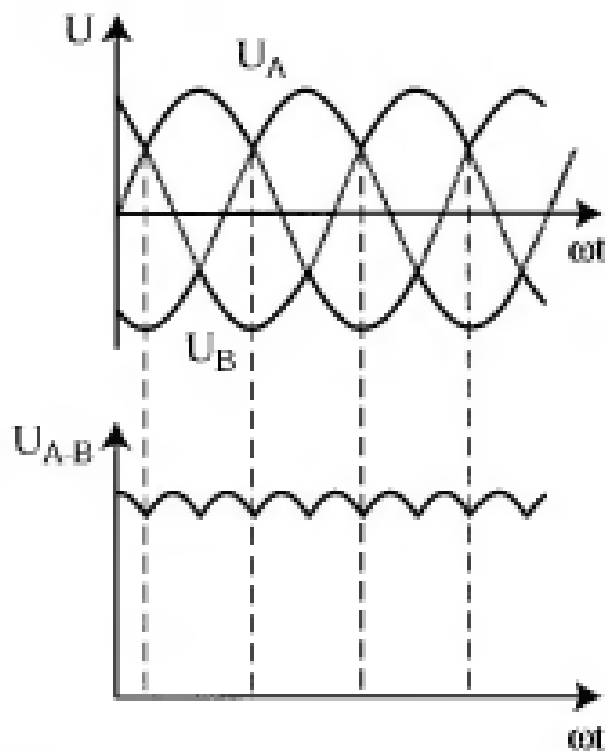
Boshqarilmaydigan to'g'rilagichlar.

Diodlar tokni fakat bir yo'nalishda oqish imkonini beradi: anoddan (A) katodga (K). Ba'zi boshqa yarimo'tkazgich asboblari dagidek diod toki o'lchamini tartibga solib bo'lmaydi. O'zgaruvchan tok kuchlanishini diod doimiy tok pulslari kuchlanishiga aylantiradi. Agar boshqarilmaydigan uch fazali to'g'rilagich o'zgaruvchan tok uch fazali kuchlanishga ulansa, bu holatda doimiy tok kuchlanishi pulslari bo'ladi.

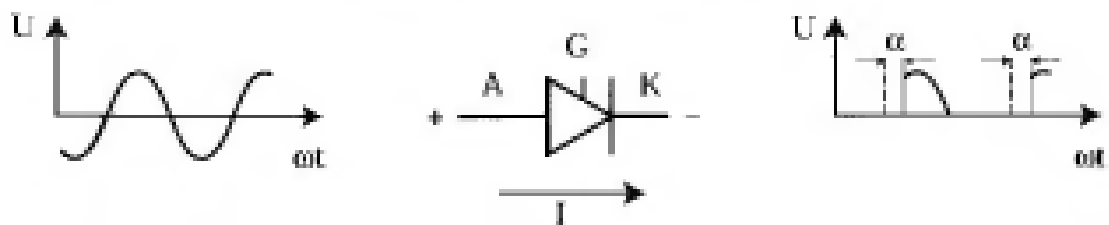
11- rasmda ikki guruh dioddan tarkib topgan boshqarilmaydigan uch fazali to'g'rilagich ko'rsatilgan. Bitta guruh D_1, D_3 va D_5 diodlardan iborat. Boshqa guruh D_2, D_4 va D_6 diodlardan tuzilgan. Har bir diod tokni vaqt davrini uchdan bir qismida o'tkazadi (120°). Har ikkala gurux diodlari ham tokni bir xil ketma-ketlikda o'tkazadi. Ikkala gurux ishlash moboynda $1/6$ vaqt davriga (60°), o'zaro davrlar qo'shiladi.

D_1, D_3, D_5 diodlarga musbat kuchlanish qo'yilsa, ular ochiqdir, yani o'tkazuvchan bo'ladi. Agar L_1 faza kuchlanishi musbat qiymat cho'qqisiga yetib borsa, unda D_1 ochiqdir va A qisqichi L_1 fazasi kuchlanishini oladi. Boshqa ikkita diodga U_{L1-2} va U_{L1-3} qiymatli teskari kuchlanish ta'sir etadi.

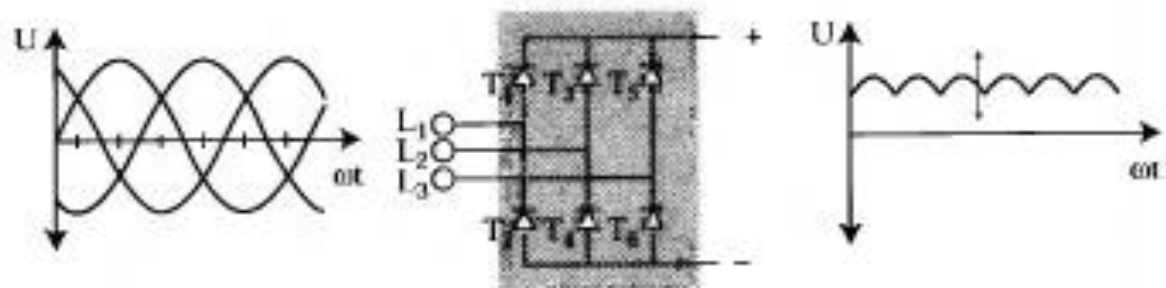
Xuddi shu D_2, D_4, D_6 diodlar guruhida qaytariladi. Bunda qisqich V manfiy fazali kuchlanishni oladi. Agar o'sha onda L_3 faza oxirgi manfiy qiymatga yetsa, unda D_6 diodi ochiqdir, yani o'tkazuvchandir.



11-rasm. Boshqarilmaydigan uch fazali to'g'rilagich chiqish kuchlanishi



12-rasm. Tiristor ishlash rejimi



13-rasm . Boshqariladigan uch fazali to'g'rilagich

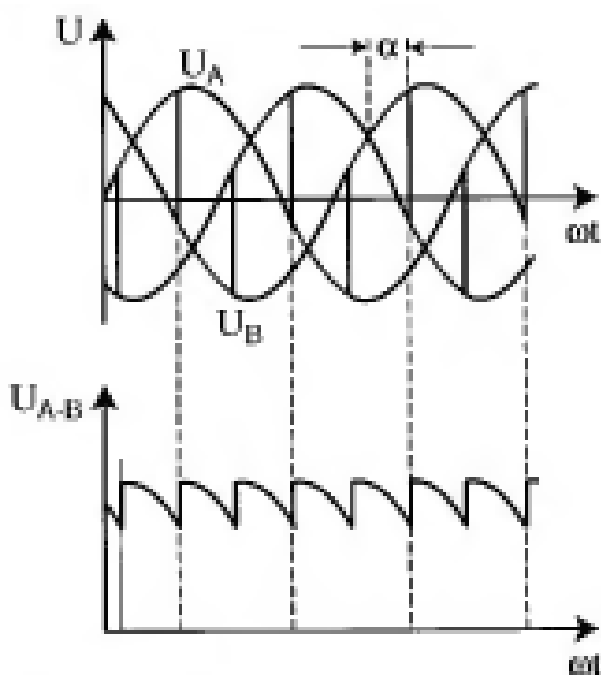
Boshqa ikkala diodga U_{L3-1} i U_{L3-2} o'lchamli teskari kuchlanish ta'sir qiladi.

Boshqarilmaydigan to'g'rilagich chiqish kuchlanishi diodlarning ikkala gurux kuchlanishi farqiga teng. Doimiy tok pulsli kuchlanish o'rtacha qiymati tarmoq kuchlanishini $1,35 = x$ teng.

Boshqariladigan to'g'rilagichlar.

Boshqariladigan to'g'rilagichlarda diodlar tiristorlarga almashadi. Diod singari tiristorlar ham tokni faqat bir tomonga anoddan (A) katodga (K) o'tkazadi. Lekin diodga qarama-qarshi tiristor uchinchi elektrodga ega, uning nomi «qulf» (G). Tiristor ochilishi uchun kulfga signal berilishi lozim. Agar tiristordan tok oqib o'tayotgan bo'lsa, tok nolga teng bo'lmaguncha tiristor tokni o'tkazaveradi.

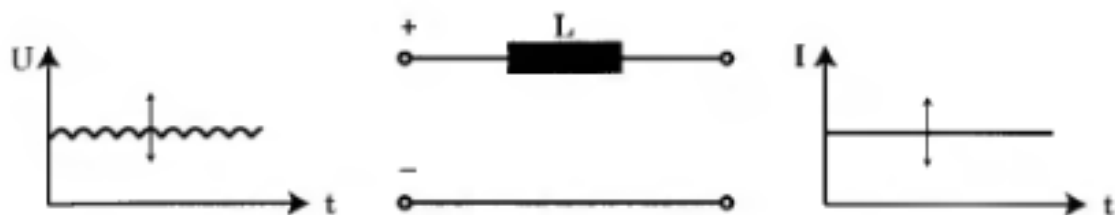
Kulfga signal berilishi bilan tok tok to'xtab qolmaydi. Tiristorlar to'g'rilagichlarda ham, inverterlarda ham ishlatiladi. Tiristor qulfiga, darajada ifodalanadigan ushlanib qolish bilan ta'riflanadigan boshqaruvchi α signal beriladi. Tiristor ochiqligida, bu darajalar kuchlanishni nol va vaqt orasidan o'tishida kechikish lahzasini ko'rsatadi. Agar α burchak 0 darajadan 90 darajagacha chegarada bo'lsa, to'g'rilagich sifatida, agar 90 dan 300 darajagacha bo'lsa – unda inverter sifatida tiristor sxemadan foydalaniladi.



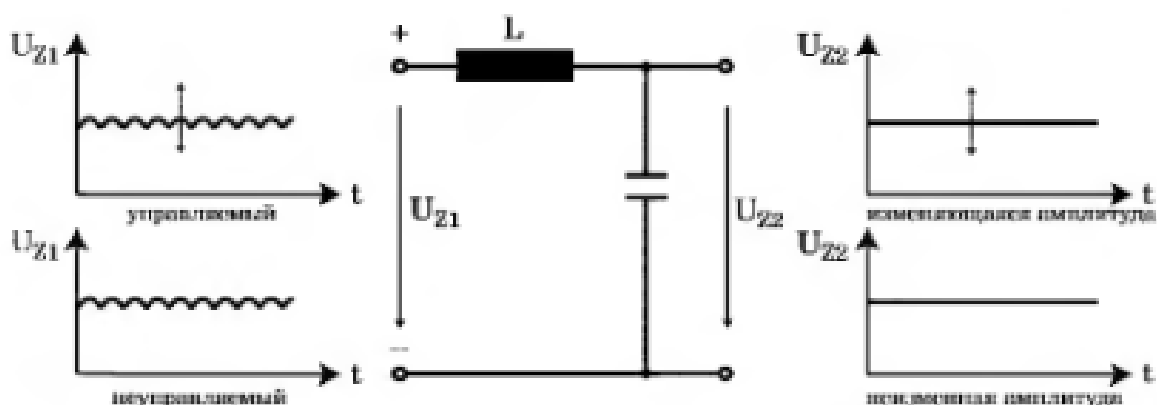
14-rasm .

Boshqariladigan uch
fazali to'g'rilagichni
chiqish kuchlanishi

Boshqariladigan to'g'rilagich o'z asosida boshqarilmaydigandan farq qilmaydi, agarda tiristorni α signal bilan boshqarilishi va oddiy diod o'tkazishni boshlagan lahzadan, kuchlanish noldan o'tish nuqtasidan 30 darajaga kech joylashgan lahzagacha o'tkazishidan tashqari.



15-rasm. Doimiy o'zgaruvchan tokni oraliq zanjiri



16-rasm. Doimiy kuchlanish oraliq zanjiri

To'g'rilangan kuchlanish o'lchamini, α qiymatni tartiblashtirish o'zgartiradi. Boshqariladigan to'g'rilagich $x \cos \alpha$ tarmoq kuchlanishli, o'rtacha qiymati $1,35x$ teng bo'lgan doimiy kuchlanishni shakllantiradi.

Tiristorlarni o'tkazilish vaqti qisqaligidan to'g'rilagich tarmoqdan reaktiv tokni ko'proq olib qo'yadi, shu sababli boshqarilmaydigan to'g'rilagichga nisbatan boshqariladigani ko'p yo'qotishlarga ega bo'lib, tarmoq manbasiga yuqori shovqinlarni olib kiradi. Energiyani tarmoqqa qaytarish qobiliyati boshqariladigan to'g'rilagichlar afzalligi bo'lib hisoblanadi

Oraliq zanjir.

Oraliq zanjirni energiya saqlanish joyi deb hisoblasak elektrodvigatel uni inverter orqali olishi mumkin. To'g'rilagich va invertorga bog'liq holda, oraliq zanjir qurilishini uchta tartibi bo'lishi mumkin. Invertorlar – tok manbai (I - o'zgartgich).

Tok manbasi sifatida inverter holdagi oraliq zanjiri, katta induktivlik g'altakka ega bo'lib faqat boshqariladigan to'g'rilagichga qo'shiladi. Induktivlik g'altagi to'g'rilagich o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgaruvchan doimiy tokka aylantiradi. Elektrodvigatel kuchlanish o'lchamini yuklama aniqlaydi.

Invertorlar –kuchlanish manbasi (U –o'zgartgichli).

Kuchlanish manbasi sifatida inverter holdagi oraliq zanjir, tarkibida kondensator bo'lgan filtr ko'rinishida bo'lib, ikkala turdagi to'g'rilagichga ham qo'shilishi mumkin. Filtr to'g'rilagichni doimiy pulsli kuchlanishini (U_{z1}) tekislab turadi.

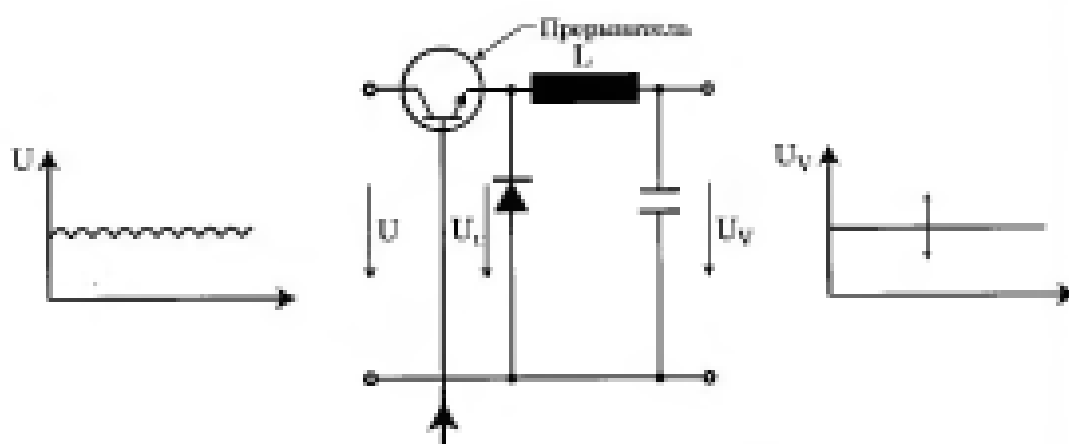
Boshqariladigan to'g'rilagichda berilgan chastotadagi kuchlanish doimiy bo'lib, u invertorga o'zgaruvchan amplitudali haqiqiy doimiy kuchlanish (U_{z2}) sifatida beriladi. Boshqarilmaydigan to'g'rilagichlar inverter kirishidagi kuchlanish, o'zgarmaydigan amplitudali doimiy kuchlanishda ifodalanadi. O'zgarib turuvchi doimiy kuchlanish oraliq zanjiri. O'zgarib turuvchi doimiy kuchlanish oraliq zanjirida 12- rasmda ko'rsatilgandek filtr oldida uzgichni ulab qo'ysa bo'ladi.

Uzgich, to'g'rilagich kuchlanishini ulab va uzib turuvchi qayta ulagich sifatida ishlaydigan tranzistordan iborat. Filtrdan keyingi o'zgaruvchan kuchlanishni (U_V) kirish signaliga solishtirish yo'li bilan, tartibga solish tarmog'i uzgichni boshqaradi. Agar farq bo'lsa, o'zaro nisbat tranzistorni ochiq va yopiq vaqtini o'zgartirish yo'li bilan boshqariladi. Shunday qilib samarali qiymat va doimiy kuchlanish o'lchami o'zgaradi, va u quyidagi formulada ifodalanadi:

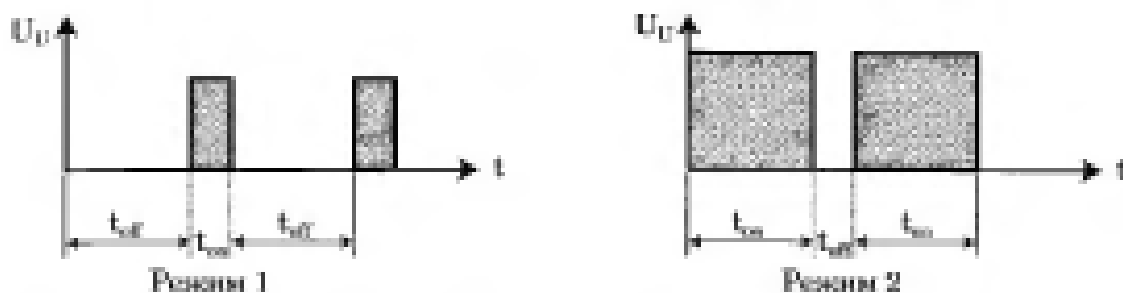
$$U_V = U \cdot t_{on} / (t_{on} + t_{off})$$

Uzgich tranzistori tok zanjiri kontaktlarini uzganda, filtr induktivlik g'altagi tranzistordagi kuchlanishni cheksiz kattalashtiradi. Bunday holatdan saqlanish uchun, uzgich tez qayta ulanadigan diod bilan ximoyalanadi. 13- rasmda ko'rsatilgandek tranzistor ochilib yopilganda kuchlanish 2-chi rejimda eng katta bo'ladi.

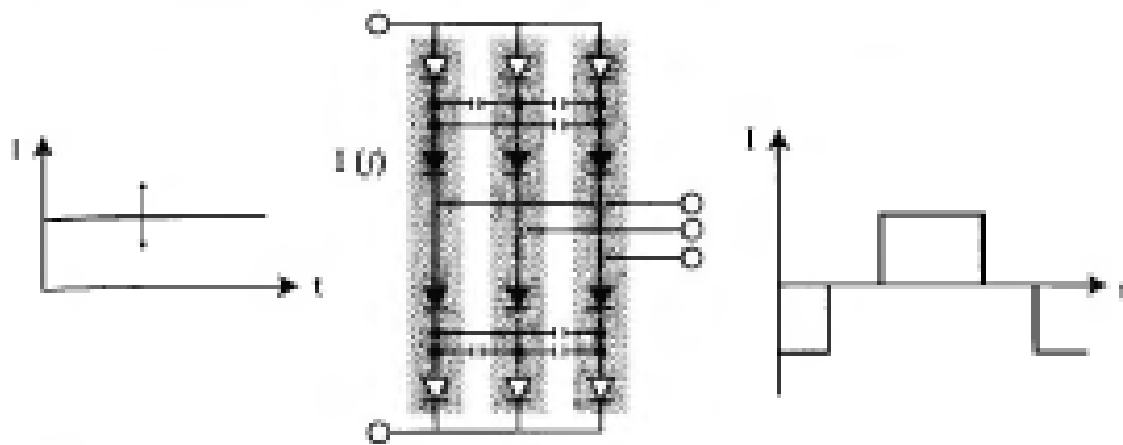
Uzilganidan so'ng oraliq zanjir filtri to'rt burchak kuchlanishni tekislaydi. Filtr induktivlik kondensatori va g'altagi berilgan chastotada kuchlanish doimiyligini tutib turadi.



17-rasm. O'zgaruvchan kuchlanish oraliq zanjiri



18-rasm . Tranzistor – oraliq zanjir kuchlanishini boshqaradigan uzgich



19-rasm. O'zgaruvchan kuchlanish oraliq zanjiri toki oddiy invertori.

Ko'rilishidan kelib chiqqan holda oraliq zanjiri kuyidagi qo'shimcha funktsiyalarni bajarishi mumkin:

- invertordan to'g'rilagichni yechish
- garmonik sathini kamaytirish
- uzilib-uzilib keladigan yuklamani sakrashini cheklash maqsadida energiyani yig'ish.

Invertor.

Invertor – elektrodvigatel oldidagi chastota o'zgartgichi eng so'nggi qismi va chiqish kuchlanishi oxirgi adaptatsiya bo'ladigan joyi.

Chastota o'zgartgichi yuklama rejimiga chiqish kuchlanishini adaptatsiya qilish yo'li bilan, boshqarishni butun diapazonida shtatli ish sharoitini ta'minlaydi. Bu elektrodvigatelni optimal magnitlanishini tutib turish imkonini beradi.

Invertor oraliq zanjirdan quyidagilarni oladi:

- o'zgarib turuvchi doimiy tokni
- doimiy tok o'zgaruvchan kuchlanishini
- doimiy tok o'zgarmas kuchlanishini

Invertor tufayli, bu holni har birida elektrodvigatelga o'zgaruvchan o'lcham beriladi. Boshqacha qilib aytganda, invertorda elektrodvigatelga beriladigan kuchlanish chastotasi doimiy ravishda yaratiladi. Agar tok yoki

kuchlanish o'zgaruvchan bo'lsa, invertor kerakli chastotani yaratib beradi. Agar kuchlanish o'zgarmas bo'lsa, invertor elektrodvigatel uchun kerakli chastotani yaratib, kerakli kuchlanishni ham yaratib beradi. Hattoki agar invertorlar turli ko'rinishda ishlasa ham, ularni asosiy tuzilishi doim bir xildir. Uchta tarmoqda juft-juft bo'lib ulangan boshqariladigan yarim o'tkazgich asboblari invertor asosiy elementlaridir.

Hozirgi vaqtda tiristorlar, ko'p hollarda juda tez ochilish va yopilish qobiliyatiga ega yuqori sifatli tranzistorlarga almashtirilgan. Kommutatsiya chastotasi odatda 300 Gts dan 20 kGts gacha oraliqda bo'lib, ishlatilayotgan yarim o'tkazgich asboblarga bog'liqdir. Invertordagi yarim o'tkazgich asboblari, boshqariladigan sxema tomonidan shakllanuvchi signal bilan ochilib yopiladi. Signallar bir necha xil usullar bilan shakllanishi mumkin.

Asosan, o'zgaruvchan kuchlanish oraliq zanjiri tokini kommutatsiyalovchi oddiy invertorlar, oltita tiristor va oltita kondensatorlardan iborat.

Kondensatorlar tiristorlarga shu ko'rinishdagi ochilish va yopilish imkonini berishi bilan, faza chulg'amlaridagi tok 120 darajaga siljiydi va elektrodvigatel tur o'lchamiga adaptatsiya qilinadi. Elektrodvigatel qisqichiga U-V, V-W, W-U, U-V... ketma-ketlikda davriy tok berilsa, talab qilingan chastotali to'xtab-to'xtab aylanuvchi magnit maydoni yaratiladi. Hattoki agarda bunda elektrodvigatel toki diyarli to'rt burchak shaklda bo'lsa ham, elektrodvigatel kuchlanishi amalda sinusoidli bo'ladi. Biroq tokni ulash yoki uzishda kuchlanish o'zgarishi paydo bo'ladi. Kondensatorlar elektrodvigatel yuklama tokidan diodlar bilan ajratiladi.

Oraliq zanjiri o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishli invertorlar oltita kommutatsion elementlarga ega bo'lib, ishlatilayotgan yarim o'tkazgich asboblari turidan qattiq nazar modulyatsiyaning bir nechta har xil usullari yordamida chastota o'zgartgichi chiqish chastotasini almashtiradi. Birinchi usul o'zgaruvchan kuchlanish yoki oraliq zanjir toki uchun mo'ljallangan.

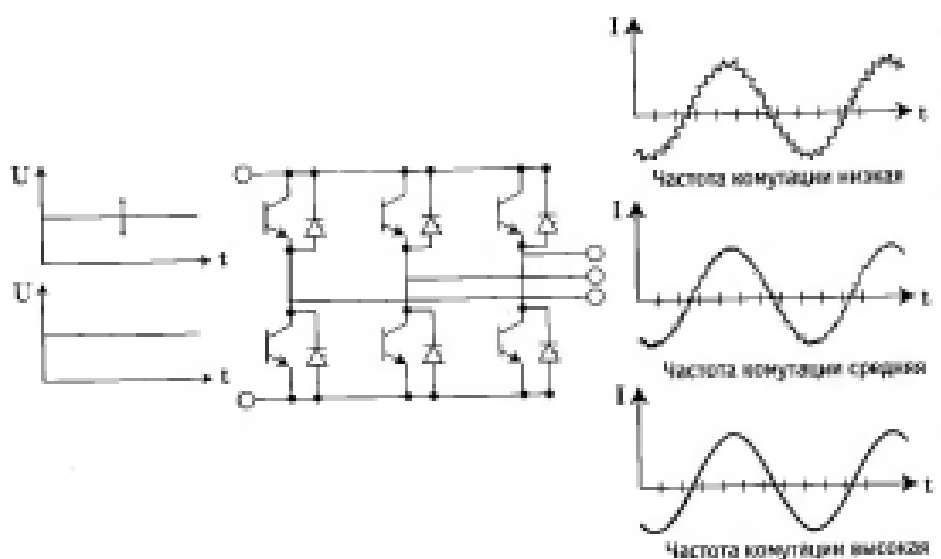
Ayrim yarim o'tkazgichli asboblari ochiq davridagi intervallar, talab qilinayotgan chiqish chastotasini olish uchun ishlatiladigan ketma-ketlikda

joylashtirilgan. Yarim o'tkazgich asboblarni kommutatsiyasi bu ketma-ketligi o'zgarayotgan kuchlanish o'lchami yoki oraliq zanjir toki bilan boshqariladi. Boshqarilayotgan kuchlanish, tebranish generatorini ishlatilishi tufayli, chastota doimiy ravishda kuchlanish amplitudasini kuzatib turadi. Invertorni shunday boshqarish turi amplituda-impulsli modulyatsiya (AIM) deb nomlanadi.

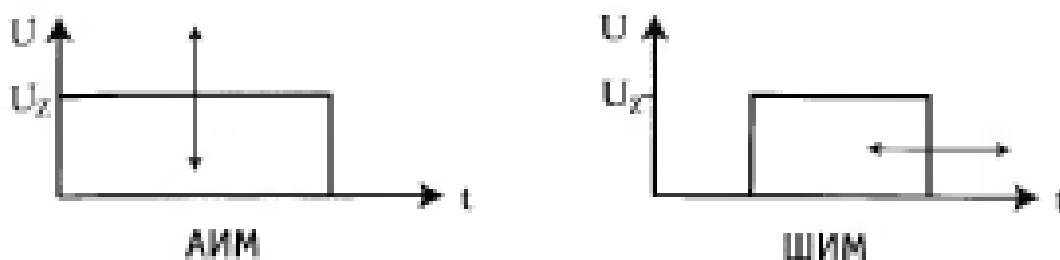
Oraliq zanjir belgilangan kuchlanishi uchun boshqa asosiy usul ishlatiladi. Uzunroq yoki kaltaroq vaqt intervallari davomida oraliq zanjir kuchlanishini elektrodvigatel chulg'amlariga berilishi tufayli, elektrodvigatel kuchlanishi o'zgaruvchan bo'lib qoladi.

Kuchlanish impulslarini vaqt birligida o'zgarishi bo'yicha – ya'ni bir yarim davrda musbat bo'lsa, yana bir yarim davrda manfiy bo'lib o'zgaradi. Bu usulda kuchlanish impulsdagi davomiyligi (kengligi) o'zgarishi sababli, uni keng – impulsli modulyatsiya (KIM) deb atashadi. KIM – modulyatsiya (va u bilan bog'liq usullar, masalan, sinusoidli – boshqarilovchi KIM) invertorni boshqarishni eng ko'p tarqalgan usuli bo'lib hisoblanadi.

KIM – modulyatsiya boshqarish sxemasi arrasimon kuchlanish va sinusoidal (sinusoidal – boshqarilovchi KIM) qo'yilgan tutib turuvchi kuchlanish kesishishida yarim o'tkazgich asboblarni kommutatsiya paytini aniqlaydi.



19-rasm. Oraliq zanjir o'zgaruvchan yoki o'zgarmaydigan kuchlanish uchun inverter va invertorni kommutatsiya chastotasiga chiqish tokini bog'liqligi



Rasm 20. Amplituda modulyatsiyasi va impulslar davomiyligi

Tranzistorlar.

Elektrodvigatelni «impulslı» magnitlanishida paydo bo'ladigan elektromagnit shovqinlar, tranzistorlar yuqori tezliklar bilan kommutatsiyalanishi mumkin bo'lganligi uchun kamayadi.

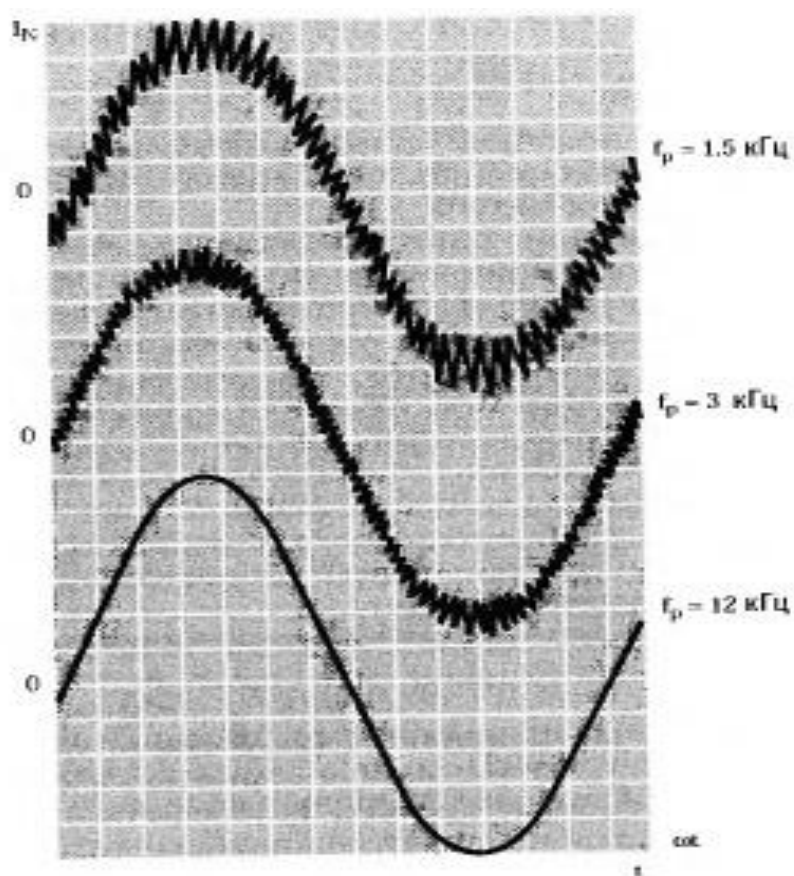
Kommutatsiyaning yuqori chastotasi yana bir afzalligi, chastota o'zgartgichi modulyatsiyasini o'zgaruvchanligi bo'lib, u elektrodvigatelga sinusoidal tok ishlab chiqarish imkonini beradi, bu vaqtni o'zida boshqaruvchi sxema inverter tranzistorlarini faqat ochib-berkitishi lozim holos. Inverter kommutatsiya chastotasi – bu oqibati yaxshi ham, yomon ham bo'lishi mumkin bo'lgan ish, negaki yuqori chastotalar elektrodvigatelni qizishiga va eng yuqori darajadagi kuchlanishga olib kelishi mumkin. Kommutatsiya chastotasi yuqori bo'lgan sari, yo'qotishlar ham yuqori bo'ladi. Lekin, boshqa tomondan kommutatsiya past chastotasi kuchli akustik shovqin hosil qilishi mumkin.

Yuqori chastotali tranzistorlarni uchta asosiy guruxga bo'lish mumkin:

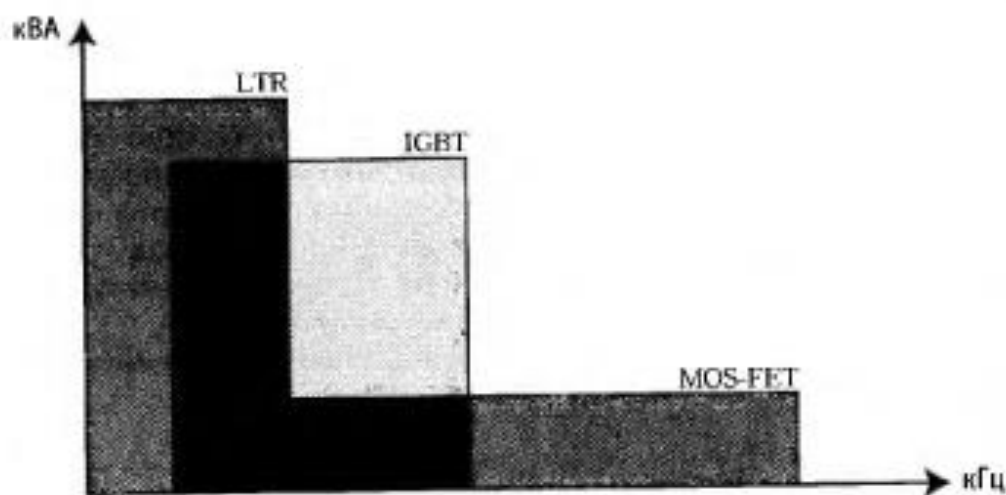
- bipolyar tranzistorlari (LTR)
- unipolyar maydon MOP – tranzistorlari (MOS – FET)
- izolyatsiyalangan to'siqli bipolyar tranzistorlari (IGBT)

Hozirgi vaqtda IGBT tranzistorlaridan keng foydalanilmoqda, chunki ularda MOS – FET tranzistorlari boshqarish xususiyatlari LTR tranzistorlari chiqish xususiyatlari bilan birikkan, bundan tashqari ular quvvatni tegishli

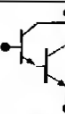
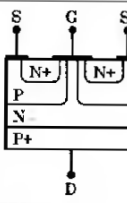
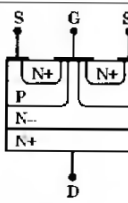
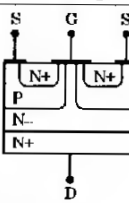
diapazoniga, mos o'tkazuvchanlik va kommutatsiya chastotasiga ega, bu esa zamonaviy chastota o'zgartgichlarini boshqarishni soddalashtiradi.



21-rasm. Elektrodvigatel tokiga kommutatsiya chastotasini ta'sir etishi



22-rasm. Kuch tranzistorlarini kuvvat va chastota diapazoni

Свойства	Полупроводниковый прибор		
	MOS-FET	IGBT	LTR
Обозначение на схеме			
Конструкция			
Проводимость			
Электропроводность	Низкая	Высокая	Высокая
Потери	Высокие	Незначительные	Незначительные
Условия запираения			
Верхний предел	Низкий	Высокий	Средний
Условия коммутации			
Время отпирания	Короткое	Среднее	Среднее
Время запираения	Короткое	Среднее	Малое
Потери	Незначительные	Средние	Большие
Условия управления			
Мощность	Низкая	Низкая	Высокая
Сигнал управления	Напряжение	Напряжение	Ток

22-рasm. Kuch tranzistorlarini solishtirish

1.4. Amplituda-impulsli modulyatsiya (AIM).

Amplituda-impulsli modulyatsiya oraliq zanjir o'zgaruvchan kuchlanishli chastota o'zgartgichlari uchun ishlatiladi. Boshqarilmaydigan to'g'rilagichli chastota o'zgartgichlarida chiqish kuchlanishi amplitudasi oraliq zanjir uzgichi bilan shakllanadi, boshqariladigan to'g'rilagichda esa amplituda to'g'ridan-to'g'ri shakllanadi.

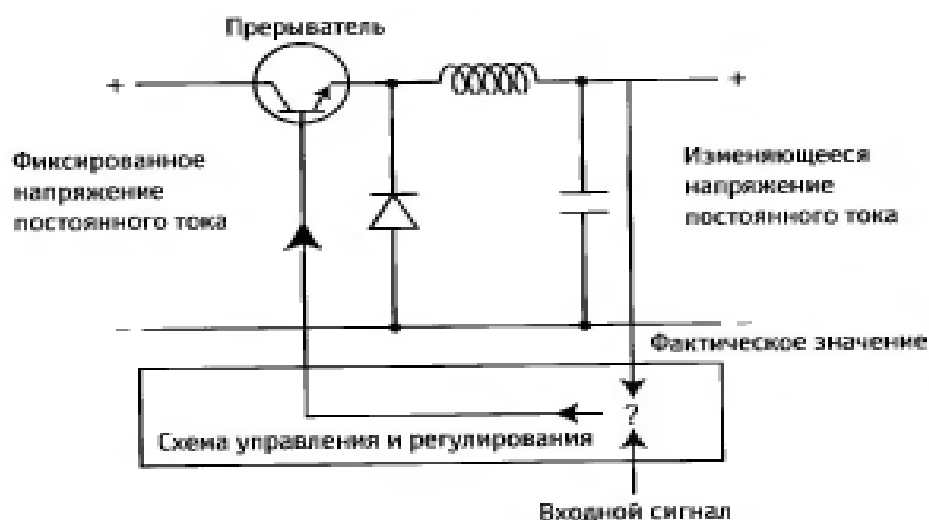
20- rasmda tranzistor (uzgich) boshqarish va tartibga solish sxemasi bilan ochiladi yoki yopiladi. Kommutatsiya vaqti qiymati nominal qiymatga (kirish signaliga) va kuchlanishni o'lchangan signaliga (haqiqiy qiymatga) bog'liq. Haqiqiy qiymat kondensatorda o'lchanadi. Induktivlik g'altagi va kondensator kuchlanish pulsatsiyasini tekislovchi filtr singari ta'sir etadi. Kuchlanish cho'qqisi tranzistorni ochilish vaqtiga bog'liq va agarda nominal va haqiqiy qiymat o'zaro farq qilsa, kuchlanish talab qilingan sathga yetmaguncha uzgich ishlayveradi.

Chastotani tartibga solish.

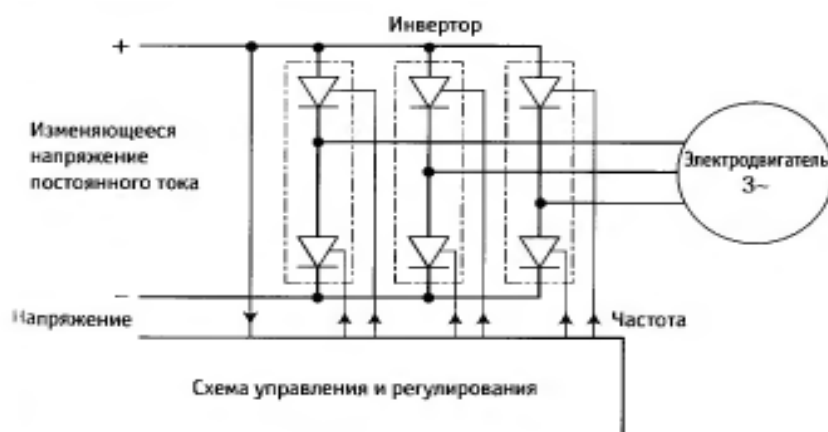
Invertor davr mobaynida chiqish kuchlanishi chastotasini o'zgartiradi va shu davr davomida yarim o'tkazgichli kommutatsion qurilmalar ko'p marta ishlaydi.

Davr davomiyligini ikki usul bilan boshqarish mumkin:

1. bevosita kirish signali bilan
2. kirish signaliga proporsional bo'lgan, o'zgarib turuvchi doimiy kuchlanish yordamida



23-rasm. Oraliq zanjiridagi uzgichli chastota o'zgartgichida kuchlanishni shakllanishi



24-rasm . Oraliq zanjir kuchlanishi yordamida chastotani boshqarilishi

2. KENG – IMPULSLI MODULYATSIYA (KIM).

Keng-impulsli modulyatsiya mos chastotali uch fazali kuchlanishni shakllantirishning eng ko'p tarqalgan usulidir. Keng-impulsli modulyatsiyada oraliq zanjirni to'liq kuchlanishni shakllanishi ($\approx \sqrt{2} \times U_{mains}$) kuch elementlari kommutatsiya davomiyligi va chastotasi bilan aniqlanadi. KIM qaytish chastotasi – ulanish va uzilish lahzalari orasidagi impulsar o'zgaruvchan bo'lib, kuchlanishni tartibga solish imkonini beradi.

Keng-impulsli modulyatsiya vositasida boshqariladigan invertorda kommutatsiya rejimini topshirishni uch asosiy varianti mavjud.

1. Sinusoid – boshqariladigan KIM
2. Sinxron KIM
3. Asinxron KIM

Uch fazali KIM har bir tarmog'i – invertorda ikkita har xil holatga ega bo'lishi mumkin (ulanish va uzilish).

Ulangan elektrodvigatel stator chulg'amida yoki inverter chiqishida uchta qayta ulagich, sakkizta bo'lishi mumkin bo'lgan kommutatsiyani (2^3), va demak kuchlanishni sakkizta raqamli vektorlarini hosil qiladi.

Oraliq zanjirga nisbatan kommutatsiya kombinatsiyalari holatida inverter uchala chiqish qisqichlarida ham bir xil bo'lgan, ijobiy yoki salbiy potentsial yaratiladi. Elektrodvigatel uchun, bu holat qisqichlarni qisqa tutashuviga yaqin ta'sirni bildiradi; elektrodvigatel chulg'amlariga ham 0 V kuchlanish qo'yilgan.

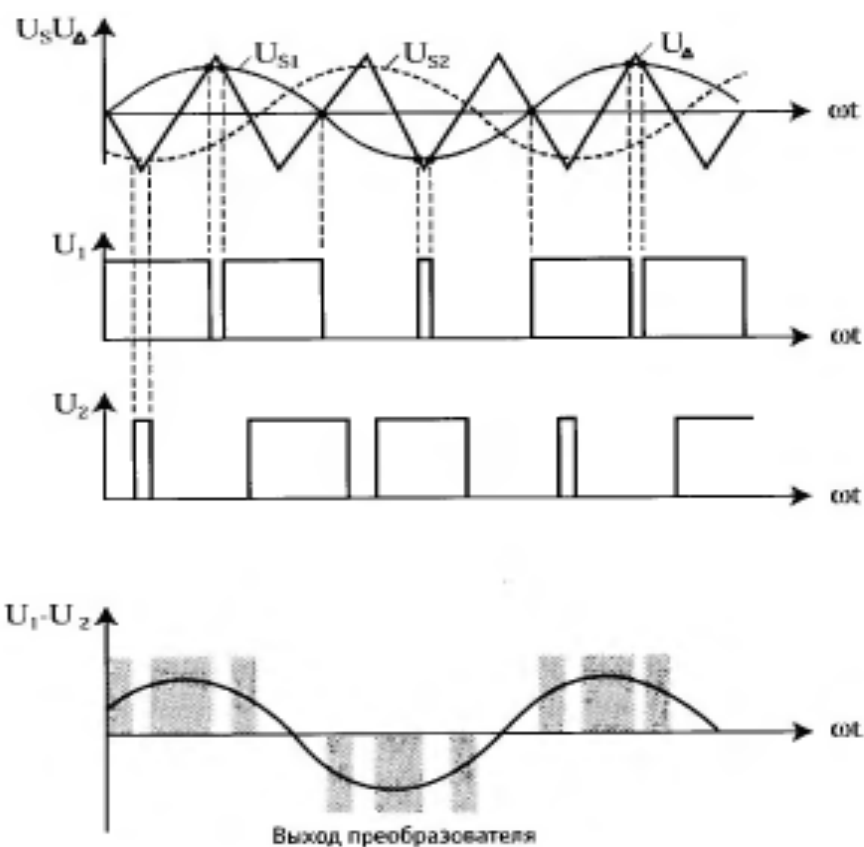
2.1.Sinusoidal – boshqariluvchi KIM.

Sinusoidal – boshqariluvchi KIM har bir inverterli chiqishni boshqarish uchun, sinusoidal tutib turuvchi kuchlanishni (U_s) ishlatadi. Sinusoidal kuchlanish davri davomligi chiqish kuchlanishini talab qilingan asosiy chastotasiga mos keladi. Uchta tutib turuvchi kuchlanishga arrasimon kuchlanish qo'yiladi (U_D) (22-rasmga karang). Arrasimon kuchlanish bilan sinusoidal tutib turuvchi kuchlanishni kesishganida inverter yarim o'tkazgich asboblari ochiladi, yoki yopiladi.

Kesishishlar boshqaruv platasi elektron elementlari bilan aniqlanadi. Agar arrasimon kuchlanish sinusoidal dan ko'p bo'lsa, unda arrasimon kuchlanish kamayishida chiqish impulslari musbat qiymatdan manfiyga (yoki manfiydan musbatga) o'zgaradi, shuning uchun chastota o'zgartgichi chiqish kuchlanishi oraliq zanjir kuchlanishi bilan aniqlanadi.

Chiqish kuchlanishi, ochiqlik va yopiqlik xolatlari orasidagi davomlik munosabati yordamida o'zgaradi, va talab qilingan kuchlanishni olish uchun bu munosabatni o'zgartirsa bo'ladi. Shunday qilib kuchlanishni salbiy va ijobiy impulslar amplitudasi doimiy ravishda oraliq zanjir kuchlanishini yarmiga tengdir.

Statorni past chastotasida yopiq holatdagi vaqt ko'payadi va shu qadar katta bo'lishi mumkinki, arrasimon kuchlanish chastotasini tutib turish imkoni yo'qoladi.



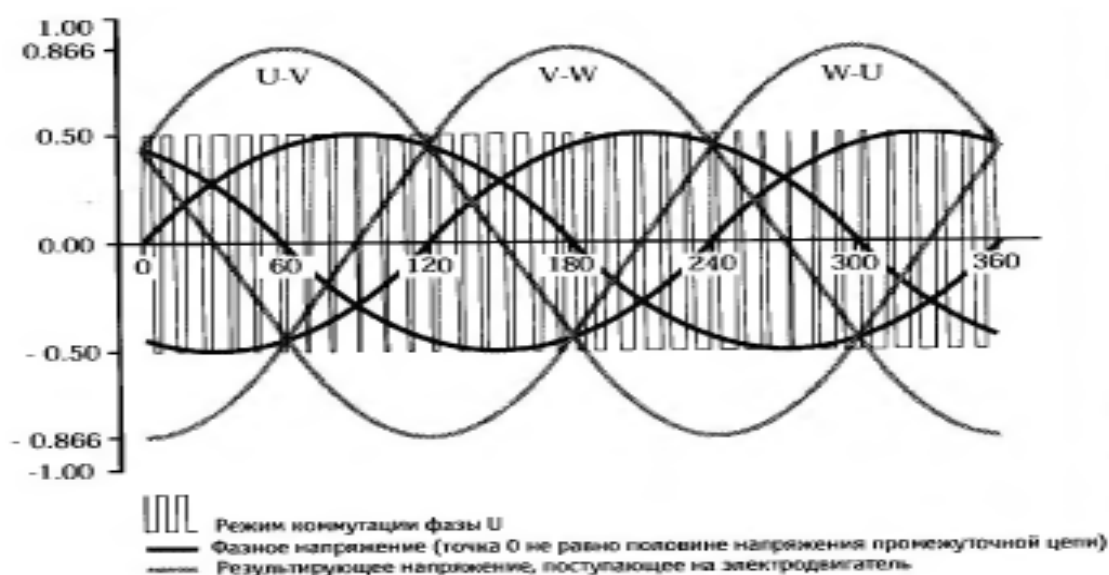
25-rasm. Sinusoidal – boshqariluvchi KIM xarakat printsiplari (ikki tutib turuvchi kuchlanishli)

Bu kuchlanish bo'lmagan davrni oshiradi, elektrodvigatel bir tekisda ishlamaydi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun, past chastotada arrasimon kuchlanish chastotasini ikki baravar oshirsa bo'ladi.

Chastota o'zgartgichi chiqish qisqichlarida fazali kuchlanish, oraliq zanjir kuchlanishi $\sqrt{2}$ bo'lingan yarmiga mosdir, yani manbalovchi tarmoq kuchlanishi yarmiga teng. Chiqish qisqichlaridagi chiziqli kuchlanish $\sqrt{3}$ baravar faza kuchlanishdan ko'p, ya'ni tarmoq kuchlanishi 0,866 ko'paytirilganiga teng.

Faqat tutib turuvchi sinusoidal kuchlanishli modulyatsiya bilan ishlaydigan KIM – boshqaruvli invertor, 86,6% teng nominal kuchlanishli kuchlanish berishi mumkin (25-rasmga qarang).

Sof sinusoidal modulyatsiya ishlatilganda chastota o'zgartgichi chiqish kuchlanishi elektrodvigatel kuchlanishiga yeta olmaydi, chunki chiqish kuchlanishi ham 13% kam bo'ladi. Biroq talab qilinayotgan qo'shimcha kuchlanishni, chastota taxminan 45 Gts oshganda impulsar sonini kamaytirish yo'li bilan olsa bo'ladi, lekin bu usulni ba'zi bir kamchiligi bor. Xususan u, kuchlanishni pog'onali o'zgarishini ta'minlaydi, bu esa elektrodvigatelni beqaror ishlashiga olib keladi. Agar impulsar soni kamaysa, chastota o'zgartgichi chiqishida yuqori garmonika oshadi, xuddi shu elektrodvigatelda yo'qotishlarni



26-Rasm. Sinusoidal – boshqariluvchi KIM chiqish kuchlanishi

oshiradi. Bu muammoni o'zga yechimi uchta sinusoidal kuchlanish o'rniga bo'lak tutib turuvchi kuchlanishlardan foydalanish bilan bog'liqdir. Bu kuchlanishlar turli shaklda (masalan, trapetseidal yoki pog'onali) bo'lishi mumkin. Masalan, bitta umumiy tutib turuvchi kuchlanish sinusoidal tutib turuvchi kuchlanishni uchinchi garmonikasini ishlatadi. Chastota o'zgartgichi chiqish kuchlanishi oshiruvchi, invertorni yarim o'tkazgich asboblari bunday kommutatsiya rejimini, sinusoidal tutib turuvchi kuchlanish amplitudasini 15,5% oshirish va unga uchinchi garmonikani qo'shish yo'li bilan olish mumkin.

2.2.O'zgaruvchan tokni zamonaviy namunali elektr yuritmalari tahlili.

Uzoq davr mobaynida (1960 y.gacha) boshqariluvchi elektr yuritma asosan doimiy tok elektrdvigatelida va elektromashinalarda bajarilgan, oxirgi vaqtlarda esa o'zgaruvchan tokni doimiyga o'tkazuvchi yarim o'tkazgichli o'zgartgichlarda (to'g'rilagichlarda) bajarilmoqda. Hozirgacha doimiy tok elektr yuritmasi neftni burg'ulovchi qurilmalar yuritmasi tizimida, ekskavatorlarda, shaxtalarda yuk ko'taradigan mashinalarda, prokat stanlarda, qog'oz ishlab chiqaruvchi mashinalarda va boshqa ob'ektlarda ko'p uchramoqda.

Shu bilan bir qatorda, doimiy tok elektr yuritmasiga nisbatan murakkab va qimmat bo'lgan, lekin shak - shubhasiz bir qator ustunliklarga ega o'zgaruvchan tokni chastota - boshqariluvchi elektr yuritmani yaratish va uni ishlab chiqarishga tadbiq qilish bo'yicha ilmiy - tadqiqot ishlari intensiv holda olib borilmoqda.

Oxirgi yillarda yuqori texnik tavsifnomali va raqamli boshqaruv tizimiga ega yarim o'tkazgichli asboblarni paydo bo'lishi, birinchi navbatda, yaqin kelajakda istiqbolli deb tan olingan asinxron elektrodvigatellar bazasida, chastota – boshqaruvli elektryuritmani mukammallashtirishga olib keldi.

Manba kuchlanishi chastotasini o'zgartirish yo'li bilan o'zgaruvchan tok AD burchak tezligini boshqarish mumkin, biroq, chastota – boshqariluvchi elektryuritma potentsial imkoniyatlarini to'laqonliroq amalga oshirish va yuqori iqtisodiy ko'rsatkichlarni olish uchun elektrodvigatellarni bir qancha konstruktiv

xususiyatli maxsus modifikatsiyasini yaratish maqsadga muvoffiqdir. 70-yillar o'rtasigacha asosiy talablar AD mexanik ta'rifiga, ishonchligiga va narxiga qo'yilgan. Elektroenergiya arzon bo'lgani uchun, o'sha yillarda e.yu.k va vibroakustik ta'riflar normalashmagan, shuning uchun bir quvvatga massogabarit ko'rsatkichlarini pasayishi bilan narhni pasaytirish imkoni bo'lmagan.

70- yillar o'rtasida kirib kelgan energetika krizisi mavjud talablarni o'zgartirishni taqozo etdi, buning natijasida yetarlicha yuqori e.yu.k.ga ega bo'lgan AD seriyalari va modifikatsiyalari paydo bo'ldi. Texnologik jarayonlarni avtomatizatsiya darajasi oshib ishlab chiqarishda elektrodvigatellar soni ko'paydi, binobarin shovqin va vibratsiya yuklamasi ham ko'tarildi. Shovqinni normalashtirish va darajasini pasaytirish talab etildi. Bundan tashqari boshqariluvchi elektr yuritma ishonchligiga va ehtiyojiga talablar juda jiddiy qilib qo'yildi.

Alohida qayd qilish kerakki, AD yarim o'tkazlichli o'zgartgichlar bilan birgalikda ishlashida dvigatelda o'tish jarayoni vujudga keladi. Ko'p pulsatsiya va yuqori garmonika va magnit oqimlarini paydo bo'lishi elektrik va magnit yo'qotishlar ortishiga, elektrodinamik zo'riqishga, qizish haroratini, shovqin bosimi va vibratsiyani ortishiga, ishlash muddatini va AD mustahkamligini pasayishiga olib keladi. Seriyali ishlab chiqarilgan mashinalarni dinamik rejimda ishlatilishi muammoli bo'lib, chastota-boshqariluvchi elektryuritmalarni tez-tez ishlatilishi – optimal bo'lmay qoldi. Ko'rsatilgan omillarni hisobga olgan holda boshqariluvchi AD mahsus modifikatsiyalarini ishlab chiqishga talab vujudga keldi.

Bundan tashqari, chastota-boshqariluvchi elektryuritma tarkibi va printsiplari xilma-xilligini ko'pligi, ular tanlovini texnik-iqtisodiy asoslanishi maqsadida tadqiqotlar o'tkazishga sabab bo'ldi. Va, nihoyat, ularni ishlab chiqaruvchilarni jahon bozorlariga aktiv intilishi bilan xalqaro standartizatsiya talablarini hisobga olish zarurati paydo bo'ldi.

Shunday qilib, hozirgi paytga kelib asinxron motorlarga, bajarilishi, ularni texnik darajasini belgilab beruvchi kompleks talablarni taqdim qilish zaruriy shart-sharoitlar hosil bo'ldi. Bu kompleks o'z ichiga boshqariluvchi elektyuritmani mexanik tavsifnomasiga, ishonchligiga, energetik ko'rsatkichlariga, vibroakustik tavsifiga, iqtisodiy samaradorligiga, halqaro standartlarga mosligi talablarni olgan.

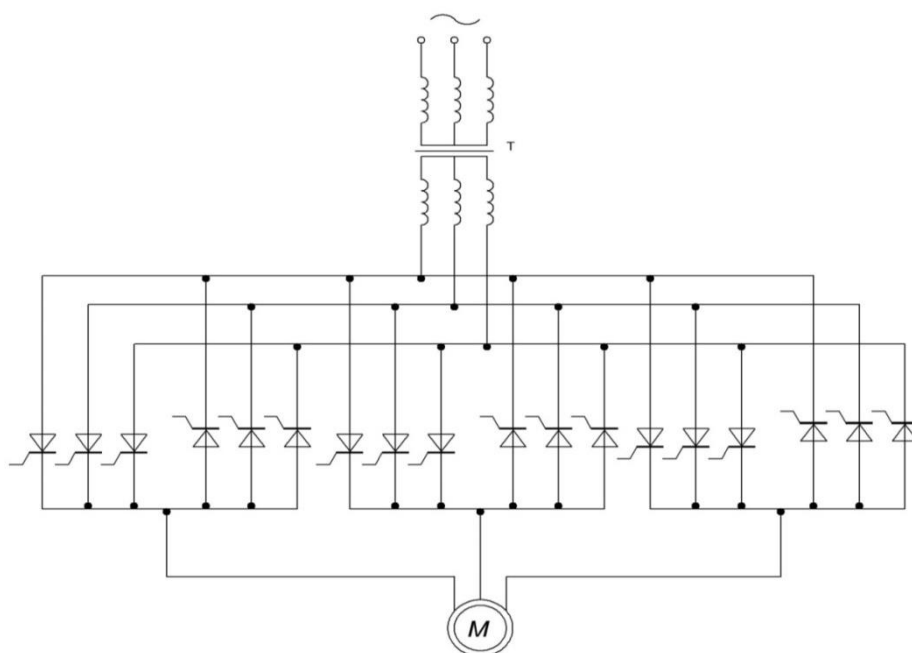
Asinxron motorlarni tezligi bo'yicha shartli ravishda boshqariladigan va boshqarilmaydiganlarga bo'lish mumkin.

Boshqarilmaydigan AD mexanik tavsifiga asosiy talablar: ishga tushish, maksimal va minimal lahzalar karraliligi, berilgan dinamik massa va qarshilik payti bilan ishga tushish imkoniyatlari - MEK xujjatlarida bayon qilingan.

Bu talablar asosan asinxron motorlarni ishga tushirish tavsifiga tegishli bo'lib, ular turli usullar bilan olinadi, shu jumladan: mashinalarni ishlash va loyihalashda; kontaktsiz mahsus ishga tushirish yoki boshqa elektron qurilmalardan foydalanish natijasida.

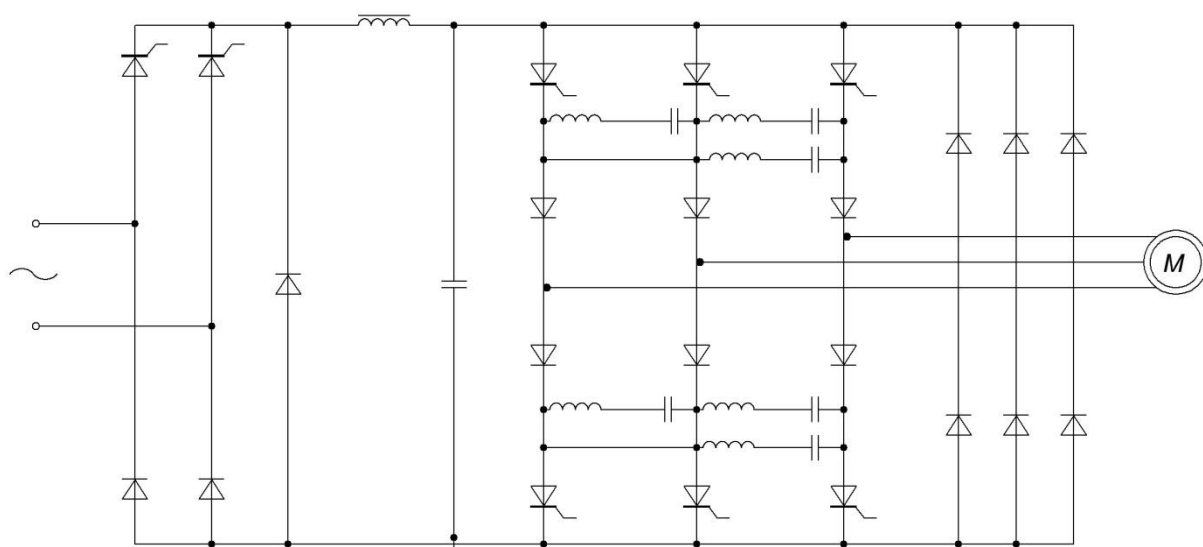
O'z navbatida boshqarilovchi elektyuritmani ishlatilgan o'zgartgich turiga qarab ajratish mumkin:

1. Bevosita aloqali chastota o'zgartgichi
2. Doimiy tok qismli chastota o'zgartgichi
- 3. KIM invertorli chastota o'zgartgichi**



27-rasm.
Bevosita aloqali
chastota
o'zgartgichi

Bevosita aloqali chastota o'zgartgichi yuqori chastotani past chastotaga almashtirish uchun mo'ljallangan va alohida boshqaruvli muqobil – parallel guruhlariga birlashtirilgan, 18 ta tiristorlardan tarkib topgan (rasm 27). O'zgartgich asosida to'g'rilagichni uch fazali nol sxemasi yotibdi; o'zgartgich har bir fazasi xuddi shunaqa ikkita qarama-qarshi ulangan to'g'rilagichlardan iborat.



28-rasm. Oraliq bo'g'inli chastota o'zgartgichi doimiy toki strukturaviy sxemasi

Bu tur o'zgartgichlar afzalliklariga quyidagilar kiradi:

1. Energiyani bir martalik o'zgarishii, demak, yuqori e.yu.k. (0,97-0,98)
2. chastotadan chiqishdagi kuchlanish amplitudasini mustaqil tartiblanish imkoni
3. reaktiv va aktiv energiyani tarmoqdan motorga va qayta motordan tarmoqqa erkin almashinishi
4. kommutatsiyalovchi kondensatorlarini yo'qligi

Ularni kamchiligiga quyidagilar kiradi:

1. chiqish chastotasini tartiblanishini cheklanganligi (0% dan 40% gacha tarmoq chastotasi)

2. kuch ventillari sonining kattaligi va ularni boshqarish sxemasi murakkabligi
3. quvvat koeffitsientining yuqori emasligi

Doimiy tok oraliq qismli o'zgartgich chastotani manbalovchi tarmoq chastotasidan ham yuqoriga, ham pastga boshqarishga ruxsat etadi. U yuqori e.yu.k (taxminan 0,95), juda tez xarakatga, kichik gabaritga, nisbatan yuqori ishonchlikka ega va shovqinsiz ishlaydi.

O'zgartgich ikkita kuch elementlardan iborat: boshqariluvchi to'g'rilagich BT va invertordan I (rasm 28). Boshqariladigan to'g'rilagich kirishiga sanoat chastotasini o'zgaruvchan tokini boshqarilmaydigan kuchlanishi beriladi; boshqariladigan to'g'rilagich chiqishidan doim boshqarib turiladigan kuchlanish doimiy kuchlanishni boshqariladigan chastota va amplituda o'zgaruvchaniga aylantiradigan inverter Iga uzatiladi.

3. TADQIQOT QISMI.

3.1. O'zgaruvchan tok namunali elektr yuritma tadqiqoti bo'yicha laboratoriya uskunasi talablari.

Laboratoriya uskunasi quyidagilarni ta'minlashi lozim:

- Elektroyuritma chastotasini tartibga solinish butun diapazonida, uning statik va dinamik tavsifini yechilishi;
- Ishga tushirish, aylanish chastotasini boshqarish, reverslash va motorni to'xtatish;
- Sinalayotgan motor valida yuklama o'lchamini boshqarish;
- Bir nechta chastota o'zgartgichlari tadqiqoti mumkinligi;
- O'zgartgich va motorni o'ta yuklanish va qisqa tutashuv tokidan himoyalash;
- Energiyani tejash;

5, 10, 40 va 60 Gts chastotani beramiz. Har bir rejim uchun oldin motorni tezlash vaqtini $t_{tez} = 5s$ va to'xtatish vaqtini $t_{torm} = 5s$, keyin $t_{tez} = 10s$ va $t_{torm} = 10s$ deb o'rnatamiz. Motor tezlaganda aylanish tezligi indikatsiyasini o'tkazamiz. Natijalarni quyidagi jadvallarga kiritamiz :

Jadval 2.

f	5	10	40	60	t_{raz}
n_1	10	10	10	510	5s

n_3	10	10	250	260	10s
n_4	50	120	516	510	
n_5	70	150	760	1030	
n_{max}	100	200	800	1200	

Jadval 3.

f	5	10	40	60	t_{torm}
n_1	60	126	760	936	5s
n_2	10	20	260	436	
n_3	80	180	732	1030	10s
n_4	50	150	482	760	
n_5	15	100	231	560	
n_{max}	100	200	800	1200	

3.2. Indikatsiya rejimlari tadqiqoti.

Laboratoriya qurilmasida, o'lchovchi asboblari va 4, 30 va 60Gts chastotalari uchun chastota o'zgartgichi displeyi yordamida, quyidagi parametrlar: $I_{dv}, I_g, U_{vx}, n_{dv}$ indikatsiyasini o'tkazamiz. Olingan qiymatlarni quyidagi jadvalga kiritamiz:

Jadval 4.

f	I_{dv}	I_g	n_{dv}
4	2,4	0,8	80
4	2,4	1	80
4	2,5	1,8	80
4	2,3	2,1	80
30	2,7	6,3	600
30	3	10	600

3.MEXNAT MUXOFAZASI.

Ish faoliyati xavfsizligi masalasiga ishlab chiqarishda shikastlanishni oldini olish, kasb kasalligi, zaharlanish, ishlab chiqarishda portlash, elektr xavfsizlikni ta'minlash va shu kabilar kiradi. Bu bo'limda yorug'lik, mikroklimat, yong'in xavfsizligi, ekspluatatsiya va murakkab tizimlarni sozlash talablari ko'rib chiqiladi.

Laboratoriya ishlarini o'tkazish uchun, «CHP-AD» laboratoriya xonasida laboratoriya stendi ko'rinishida bajarilgan. Laboratoriya stendi bilan ishlashda xavfsizlik talablariga rioya qilishni ta'minlash va ish joyini tashkil etish zarur.

3.1.Xavfli va zararli omillar tahlili.

CHastota o'zgartgichi tizimini tadqiqotini o'tkazishda laboratoriya qurilma – stendida ishlaganda-motor quyidagi xavfli va zararli omillarga ega:

- elektr tokidan shikastlanish xavfi;
- yong'in xavfi;

Ish joyini tashkil qilishda muhim omil bo'lib ishlab chiqarish maydonni aniqlash hisoblanadi.

Bu maydon, eng kam quvvat sarf qiladigan, xavfsiz va samarali ishni olib borish imkonini berishi lozim.

Ish joyini davlatning "Texnologik jarayonga, ishlab chiqarish jixozlarga va ishchi asboblarga gigienik talablar" to'g'risidagi mahsus qaroriga muvofiq tashkil qilinishi, uskuna atrofidagi o'tish joyini 1,5 m kam bo'lmasligini; masofa boshqarish pulbtidan, qayd qilish asboblariidan, ostsilloqrafidan kuch uskunasiigacha 1m. bo'lishi nazarda tutilgan. CHastota o'zgartgichi bilan ishlashda gavda turishi o'zgaruvchan, «o'tirish-turish» holatida bo'lishini hisobga olib ish zonasi 75 sm. radiusli maksimal qilib tanlanadi. Uskunalarni joylanishi qulaylik, xavfsizlik va ishni bajarilishini aniqligini ta'minlaydi.

3.2.Shovqin va vibratsiya.

Laboratoriya uskunasiida shovqin va vibratsiya manbai bo'lib ishlayotgan elektrodvigatel va sovitish ventilyatorlari hisoblanadi.

SHovqin va vibratsiyani pasaytirish bo'yicha tegishli chora-tadbirlar ko'rilmasa, ular darajasi «Ish joyida, binolarda, yashash imoratlarida va yashash uchun qurilayotgan imoratlar maydonlarida shovqin» va «Yashash imoratlari va jamoatchilik binolarida ishlab chiqarish vibratsiyasi» maxsus ko'rsatmadagi norma o'lchamidan jiddiy ravishda oshishi mumkin.

SHovqin insonni butun vujudiga, va birinchi navbatda yurak tomir va markaziy asab tizimlariga zararli ta'sir ko'rsatadi. SHovqin ishchiga yomon ta'sir qiladi: diqqat-e'tiborni bo'shashtiradi, charchashni tezlashtiradi, xavf-xatarni o'z vaqtida sezishni va unga qarshi ta'sir qilishni sekinlashtiradi.

Buning xammasi ish faoliyatini pasaytiradi va baxtsiz xodisaga sabab bo'lishi mumkin.

Vibratsiya – bu moddiy nuqtani mexanik tebranishi yoki jisimni turg'un muvozanatga nisbatan tebranishi. Modomiki tebranish jarayoni energiyasi tebranish chastotasi kvadratiga proportsional oshsa, mashinalarni tez yurishini ortishi bilan zararli ta'sir va vibratsiya oqibati oshadi. Tebranish manbasi bo'lib bir xil turmaydigan aylanib turuvchi massalar (rotorlar va elektr mashinalar langarlari) hisoblanadi.

Auditoriyada shovqin va vibratsiya manbai bo'lib ishlayotgan elektr mashinalar hisoblanadi, lekin har birini alohida quvvati nisbatan katta bo'lmagani uchun, tovushni izolyatsiyalaydigan kojuxdan tashqari, ishlashda vujudga keladigan shovqin effekti va vibratsiya, ularni yo'qotish bo'yicha alohida chora ko'rishni talab qilmaydi.

Shovqin va vibratsiyani zararli ta'sirini kamaytirish uchun quyidagi choralar qo'llaniladi:

1. Tovush ish joyiga yetib kelmaydigan qilib shovqin manbai joylashtiriladi.
2. Tovush yutadigan materiallardan foydalanish yo'li bilan shovqin tarkalishini pasaytirish.
3. Binolarni tovush izolyatsiyasi bilan jihozlash.
4. Individual himoya vositasini qo'llash.

5. Vibroizolyatsiyalovchi vositalardan (rezinali prokladka, prujina va sh.k.) foydalanish.
6. Elektr mashinalar aylanib turuvchi qismlari mustahkamligini oshirish.
7. Vibroizolyatsiyani ishlatish, ya'ni elektr mashinalar joylashgan stanina tagiga, pol bilan aloqani bartaraf qilish uchun rezinali qistirmalarni qo'yish.

SHovqinni bartaraf qilish uchun tovushni izolyatsiya qiluvchi kojuxlardan foydalanish.

3.3.Elektr xavfsizligi.

Stend uch fazali tarmoqdan 380V kuchlanish bilan ta'minlanadi. Stenda ishlashda shikastlanish xavfsizligi bor va bular ulangan kuchlanishda tokka olib boruvchi va mashinalar aylanib turuvchi qismlarga tegib ketishdan iborat.

Kuchlanish ostida qolishdan saqlanish uchun barcha ochik tok olib boruvchi qismlar izolyatsiyalangan bo'lishi shart. Elektr mashinalari, o'zgartkich javoni laboratoriya umumiy yerga ulovchi konturi bilan biriktirilgan. Stendda ishlash uchun, stend holati uchun ma'sul shaxslar, laboratoriya ishini olib boruvchi o'qituvchilar va stenda tadqiqot o'tkazuvchi talabalarga ruxsat beriladi. Boshqa shaxslarni stendda ishlashi yoki tegishi man etilgan.

Xizmat ko'rsatuvchi xodimlar va talabalarni ishlash sharoiti bilan ta'minlash texnika xavfsizligi asosiy vazifasi bo'lib hisoblanadi.

Laboratoriyada ishlash xavfsizligini ta'minlash maqsadida quyidagi tadbirlar o'tkaziladi:

- ish boshlashdan oldin avtomatika va ximoya vositalari PUEga binoan tekshiriladi;
- blokirovka va signalizatsiya ishiga alohida e'tibor bergan holda, PUE namunali yo'riqnomasiga muvofik doimiy ravishda rostlash va joriy remont bo'yicha profilaktika ishlarini o'tkazish;
- laboratoriya o'qituvchilari har yili malaka oshiradi va elektr qurilmani 1000 V kuchlanishli qismlariga tegishli qurilmalarni ishlatish koidalari bo'yicha imtixon topshirishadi.

- imtixon topshirgandan so'ng o'qituvchilarga mos turdagi guvohnoma beriladi;
- foydalanuvchilarga texnika xavfsizligi va laboratoriyada o'zini tutish koidalari bo'yicha ko'rsatma beriladi va texnika xavfsizligi instruktaj jurnalida qayd qilinadi.

3.4. Yoritish

- Laboratoriya qurilmasida ishlashda, ishlovchi ko'zini zo'riqtirmay o'z ishini bajarish imkonini beruvchi yorug'lik bo'lishi kerak. Xonada ikki hil yorug'likdan foydalaniladi – tabiiy va sun'iy. Tabiiy yorug'lik – deraza orqali, yon tomondan tushadigan. Normalashgan qiymati $\eta_e=1,\%$ hosil qiladi.
- Sun'iy yorug'lik lyuminescentlangan chiroqlar orqali amalga oshiriladi, chunki cho'g'lanma chiroqlarga nisbatan ular ancha ustunlikka ega.
- Tabiiy va sun'iy yorug'likni normalashtirish energetika vazirligi tomonidan chiqarilgan farmoishga asosan bajariladi.

3.5.Laboratoriya xonasi yorug'ligini hisoblash.

KEO normalangan qiymatini ta'minlovchi, xona poli hajmiga nisbatan, deraza kengligi foizda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$100 \cdot S_n = (l_{min} \cdot \eta_0 \cdot K_{zd}) / (\tau_0 \cdot r_1)$$

bunda S_0 - deraza kengligi, m^2

S_n - deraza kengligi, m^2

l_{min} - yon tomondan yoritishda KEO normalangan minimal qiymati

($l_{min} = 1,5\%$)

τ_0 – devordagi teshikdan yorug'lik o'tishi umumiy koefitsienti τ_0

$$= \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,4$$

r_1 - aks etgan yorug'lik ta'sirini hisoblovchi koefitsient ($r_3=3$)

η_0 - derazalar yorug'lik tavsifi ($\eta_0 = 9,5$)

K_{zd} – qarshida turgan binodan tushgan qorong'ulikni hisobga oluvchi koefitsient ($K_{zd} = 1$).

S_0 hisoblash uchun raqamlar bilan berilgan ma'lumotlar S_0 :

$$S_n = 78 \text{ m}^2$$

$$l_{min} = 1,5\%$$

$$\tau_0 = 0,4$$

$$r_1 = 3$$

$$\eta_0 = 9,5$$

$$K_{zd} = 1$$

Derazalar kengligi aniqlanadi:

$$S_0 = (1,5 \cdot 9,5 \cdot 1 \cdot 78) / (0,4 \cdot 100 \cdot 3) = 9,3 \text{ m}^2$$

Laboratoriya tabiiy yorug'ligi SNvaP 23-05-95 normalariga mos.

Hisoblash uchun raqamlar bilan berilgan ma'lumotlar:

$A = 6 \text{ m}$ – polning eni

$V = 13 \text{ m}$ – polning bo'yi

$N = 3,5 \text{ m}$ – auditoriya balandligi

Normalangan yorug'lik quyidagi (SNvaP 23-05-95 (4a razryad ko'rishga oid ishlar)) jadvalda joylashgan:

$E = 300 \text{ lk}$

$A-40$ nusxali 40 Vt quvvatga ega lyuminestsent lampa yorug'lik oqimi $F = 2850 \text{ Lm}$ tashkil etadi

$$r = 1,1$$

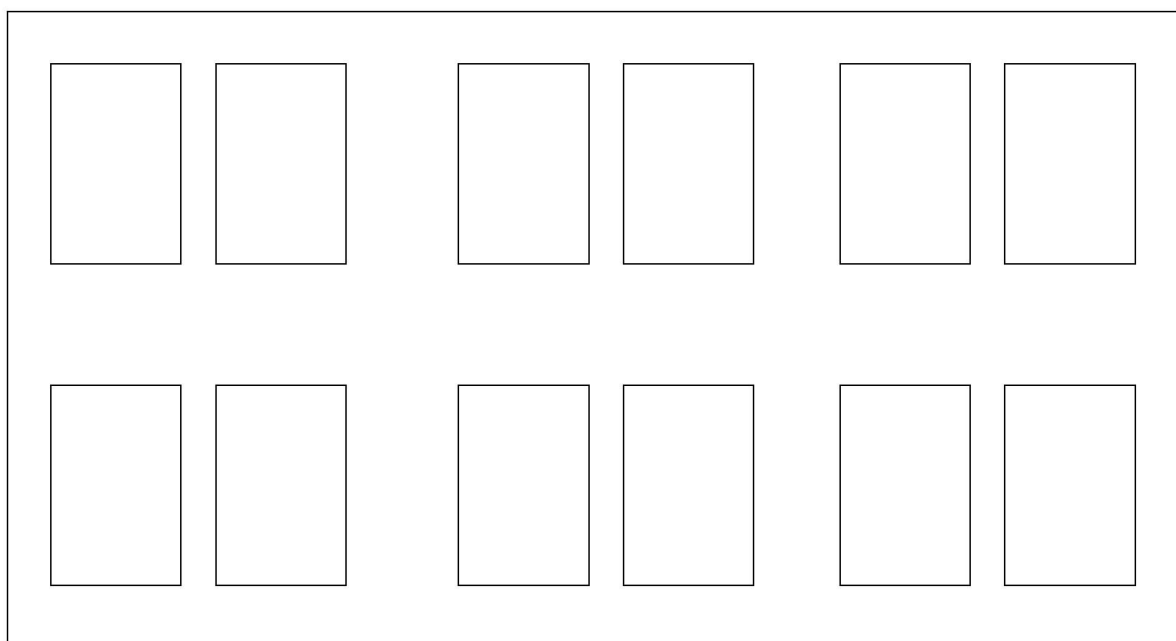
$$\eta = 0,53$$

Qiymatlarni formulaga qo'yib chiroqlar sonini hisoblab chiqaramiz:

$$N = \frac{E \cdot S_n \cdot l_{min} \cdot r}{F \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 78 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2850 \cdot 0,53} = 24,31 \approx 24$$

Yorug'likni loyihalashtirishda foydalanilgan LPO-04 turdagi chiroqda, har biri 40 Vt quvvatga ega bo'lgan ikkitadan LB-40 lampa borligi sababli, olingan chiroqlar

sonini ikkiga bo'lamiz. Oxirida 12 chiroq chiqadi, ularni laboratoriya xonasida ikki qator qilib joylashtiramiz. CHiroqlarni joylashish sxemasi 29- rasmda ko'rsatilgan



Rasm 29. Chiroqlarni joylashish sxemasi

3.6.Sanitar-gigienik normalar.

Ish joyida odamni o'rab turuvchi sharoit, ularni normaga mos emasligi, odamni ishiga ancha ta'sir ko'rsatadi va tez toliqishiga sabab bo'ladi. Laboratoriya uskunalari uchun GOST 12.1.005-88 «Ishchi zona xavosi. Umumiy sanitar-gigienik talablari»ga mos bo'lishi kerak. Optimal va ruxsat etilgan meteorologik parametrlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Jadval 20. Optimal parametrlar.

Ko'rsatkichlar	Optimal	Ruxsat etilgan
Xavo xarorati, S	20-23	19-25
Nisbiy namlik, %	40-60	75 Oshmagan
Xavo harakat tezligi, m/s	0,2	0,2

Yilni sovuq vaqtida binoda normal havo haroratini saqlab turish uchun suvli isitkich ishlatiladi.

3.7.Yong'in xavfsizligi.

Yong'inga qarshi himoya - yong'in avj olishiga yo'l qo'ymaslik, birdan chiqqan alangani boshlang'ich paytda yo'q qilish, yong'inni oldini olishdan iborat. Laboratoriyada yonuvchi qismlar bu: deraza romlari, eshiklar, mebellar, pollar, radiotexnika detallari, plastik materialdan ishlangan konstruksion detallar. Elektr simlar, elektr asbob va apparatlar shikastlanishi, laboratoriyada joylashgan elektromotorlar ishlash jarayonida vujudga keladigan uchqunlar va elektr yoyi, qisqa tutashuvlar yong'in chiqishiga sabab bo'lishi mumkin.

Odamlarga yong'in xavfli omili ta'sirini oldini olish uchun, ularni xonadan, binodan tez evakuatsiya qilish choralari nazarda tutilishi kerak.

Talaba va o'qituvchilar bilan yong'in boshlang'ich manbasini bartaraf qilish uchun, auditoriyada boshlang'ich yong'in o'chirish vositalari: yashikda qum, OU-2, OU-5 turdagi qo'l o't o'chirgichi bo'lishi kerak. Bu karbonat kislotali o't o'chirgich bo'lib, ulardan kuchlanish ostida bo'lgan elektr qurilmalarni o'chirishda foydalaniladi.

Agar elektr uskuna xona tabiatiga to'g'ri kelsa, yong'in xavfi ancha past bo'ladi.

O't o'chirgichlarni, kuchlanish ostidagi qurilmalarni o'chirish uchun kukinli va karbonat kislotali o't o'chirgichlari (OPU-5), xamda qattiq materiallar va yonuvchi suyuqliklarni o'chirish uchun ko'pikli o't o'chirgichlarni pol yuzasidan ilingan o't o'chirgich pastki chegarasigacha 1,5 m. balandlikdan oshiq bo'lmagan holda va o't o'chirgich korpusidagi ko'rsatma ko'rinib turadigan qilib o'rnatilishi shart. Laboratoriyadagi har bir ishlovchi o'rnatilgan yong'in xavfsizligi qoidalarini aniq bilishlari va bajarishlari shart, harakatlari yong'inga va o't chiqishiga olib keluvchi shaxslarni laboratoriyaga kiritmaslik kerak.

Yong'in paydo bo'lishi to'g'risida tez xabar berishga elektr signalizatsiya xizmat qiladi.

Yong'in vujudga kelganda va uni o'z kuchi bilan o'chirish imkoni bo'lmasa, yong'in qo'riqchilarini chaqirish va odamlar evakuatsiyasini ta'minlash kerak.

3.8.Yong'in vaqtida odamlar evakuatsiyasi

Evakuatsiya qilish yo'llari loyihalashtirishda nazarda tutiladi. Evakuatsiya yo'llari – bu evakuatsiya chiqish yo'liga olib boruvchi, xavfsiz va yetarlicha tez harakat qilish imkonini beruvchi o'tish joylari, yo'laklar, maydonchalar, zinalardir.

Evakuatsiya chiqish yo'li – bu binodan:

1. Tashqariga.
2. Zina xonasiga va tashqariga.
3. Tashqariga olib chiquvchi o'tish joyi yoki yo'lak.
4. O'tga chidamlilik darajasi uchdan past bo'lmagan qo'shni xonaga olib chikuvchi eshiklar, derazalar, devordagi eshik, deraza va sh.k.ning o'rni. Evakuatsiya chiqish joyi ikkitadan kam bo'lmasligi kerak, eshiklar evakuatsiya yo'nalishi tomon ochilishi lozim, SP 3.13130.2009. «Yong'inga qarshi himoya tizimi. Yong'inda odamlar evakuatsiyasini bildirish va boshqarish tizimi»ga muvofiq:

1. Eng uzoq joydan masofa eng qisqa bo'lishi kerak.
2. Harakat yo'llari bir-birini kesib o'tmasligi va to'qnashmasligi kerak.
3. O'tish joylari, eshiklar va yo'laklar soni va kengligi eng ko'p sonli smenada ishlovchilar soniga nisbatan olinadi.

4.IQTISODIY QISM

Chastota o'zgartkichli elektr yuritma qurilmasining iqtisodiy samaradorligi

Respublikamizda bozor munosabatlariga o'tish munosabati bilan har xil mulk shakllari amal qila boshladi. Bu esa o'z navbatida marketingni boshqarish jarayonida ham o'ziga xos jihatlarni keltirib chiqarmoqda. To'qimachilik korxonalarida ham boshqarishda tarkibiy o'zgarishlar qilinmoqda. Ushbu sohaning jahon bozoriga mahsulot olib chiqishini hisobga olsak, mahsulotni sotish jarayonini ham takomillashtirish va bunda marketing tamoyillaridan samarali foydalanish talab etiladiki, bakalavr tanlagan kurs ishi mavzusi ushbu masalani yechishga yo'naltirilganligi bois dolzarbligi bilan ajralib turadi.

O'zbekiston mustaqillikka erishgandan so'ng, uning jahon hamjamiyatidagi mavqei va obro'sini ko'tarish maqsadida chuqur iqtisodiy – ijtimoiy islohotlar amalga oshirilmoqda. Bugungi kunda ro'y berayotgan katta o'zgarishlar ho'jalik yuritish tizimi, uning shakllari va tamoyillari, ular zamiridagi ishlab chiqarish munosabatlari xususidagi tasavvurlarni tubdan o'zgartirib yubordi.

Biz bozor muhitini yangidan va qisqa fursatda vujudga keltirishimiz lozimki, buning uchun bozor o'zgarishlariga moslanuvchan boshqaruv qarorlarini qabul qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Uning samarali va real hayotni aks ettirishi esa, o'z navbatida rejalashtirishga, uning takomillashgan usullarini qo'llashga bog'liq bo'ladi. Bozorni har tomonlama o'rganish va unga moslashish yo'llarini izlab topish, mavjud resurslarni va chet el sarmoyalarini yetakchi tarmoqlarni rivojlantirishga yo'naltirish muvaffaqiyatlar garovidir. Bu borada respublikamizda bir qancha amaliy ishlar olib borilmoqda. Ammo, hali yechimini kutayotgan bir qancha muammolar mavjud.

Bugungi kunda bozor iqtisodiyoti o'ta o'zgaruvchanlikni qiyofa kasb etmoqda, kundan-kunga raqobat kuchayib bormoqda. Binobarin, ishlab chiqarish korxonalari kelgusi qilinishi lozim bo'lgan ishlar ko'lamini holisona aniqlash va va to'g'ri maqsadni bashoratlashi, rejalarini puxta o'ylab tuzishi, rejalashtirish usullarini takomillashtirishi, uni soddalashtirishi, ortiqcha hisob–

kitoblarni bartaraf etishi, uni tuzish ishlaridagi murakkab hisob-kitoblarni bajarishda keng miqyosida zamonaviy EHM lardan foydalanishi talab etiladi.

Iqtisodiy samaradorlik pirovardida ijtimoiy mehnat unumdorligini o'sishida nomoyon bo'ladi. Demak, ijtimoiy mehnat unumdorligining darajasi butun ishlab chiqarish samaradorligining asosiy mezonidir.

Ijtimoiy mehnat samaradorligi mutloq va qiyosiy iqtisodiy samaradorligini ajrata bilish kerak. Mutloq (absolyut) samaradorlik har bir ob'ekt uchun yoki yangi texnika uchun alohida-alohida topilishi mumkin. Bunda sarf qilingan xarajatlarning umumiy qaytarish miqdori bilan ifodalanadi. Qiyosiy samaradorlik esa ikki va undan ortiq ishlab chiqarish yoki xo'jalik misolida bu variantlarni taqqoslash yo'li bilan aniqlanadi. Demak, qiyosiy samaradorlik bir variantning boshqa variantlardan ustunligini va tanlab olingan variantning muqobilligini ko'rsatadi. Qiyosiy samaradorlik hisobiy rejalashtirish bosqichida va ko'riladigan obektlarni loyihalashtirishda maqsadga muvofiq variantlarini tanlab olish uchun yuritiladi. Ob'ekt qurilib bitirilgandan keyingina mutloq samaradorlikni bilish mumkin.

Samaradorlikni tavsiflaydigan asosiy ko'rsatkichlar jumlasiga quyidagilarni kiritish mumkin: kiritilgan mablag'larni solishtirma birligi mahsulot tan narxi, mehnat unumdorligi, rentabellik, foyda, qo'shimcha tarifiy mablag'larning qoplanish muddati yoki samaradorlik me'yoriy koeffisienti.

Xarajatlarni qoplash muddati (T) quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$T = \frac{K_1 - K_2}{C_1 - C_2} \quad (1)$$

$$E = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2} \quad (2)$$

bu yerda K_1, K_2 – variantlarni joriy etish uchun zarur bo'lgan kapital mablag'lar miqdori.

S_1, S_2 – shu variantni joriy etganda bir ishlab chiqariladigan mahsulot tan narxi.

Kiritilgan xarajatlar kapital mablag'larning qiyosiy samaradorlikni bildiruvchi ko'rsatkich bo'lib, texnikaviy va iqtisodiy vaziyatlarni xal qilish

variantlarining eng yaxshisini tanlab olishda qo'llaniladi. Keltirilgan xarajatlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\text{yoki } C_i + E_n K_i \rightarrow \min \quad \text{yoki } K_i + T_n C_i \rightarrow \min \quad (3)$$

bu yerda K_i - har bir variant bo'yicha sarflanadigan kapital mablag'lar.

S_i - muayyan variant bo'yicha ishlab chiqarilgan mahsulot tannarxi.

T_n - kapital mablag'larini me'yoriy qoplanish vaqti.

E_n - kapital mablag'larining samaradorlik me'yoriy koeffitsienti.

Yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E = (Z_1 - Z_2) A_2 \quad C_i + E_n K_i \rightarrow \min \quad \text{yoki } K_i + T_n C_i \rightarrow \min \quad (4)$$

bu yerda, Z_1, Z_2 – eski va yangi texnikani qo'llashda bir birlik mahsulot ishlab chiqarishga to'g'ri keladigan keltirilgan xarajatlar miqdori, so'm; A_2 – yangi texnikani qo'llashdagi mahsulot ishlab chiqarish hajmi, natural birlikda.

Yangi mehnat vositasini (mashina, asbob-uskuna va boshqalarni) ishlab chiqarish va undan foydalanishda olinadigan iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Theta = \left(3_1 \cdot \frac{\theta_2}{\theta_1} \cdot \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} + \frac{(U'_1 - U'_2) - E_H (K'_1 - K'_2)}{P_2 + E_H} - 3_2 \right) \cdot A_2 \quad (5)$$

bu yerda, θ_1 - eski va yangi asbob-uskuna bir birlik mahsulotga to'g'ri keluvchi keltirilgan xujjatlar miqdori, so'm;

θ_2 - bazis va yangi asbob-uskunalarining mos ravishdagi ish unumdorligi; 3_1 - bazis variantga solishtirgandagi asbob-uskunalar xizmat muddatini hisobga olish koeffitsienti; 3_2 - ma'naviy eskirishning hisobga olganda bazis va yangi asbob-uskunani to'liq tiklashga balans qiymatidan ajratma ulushi. Agarda to'la tiklash me'yori 16,4 % ni tashkil etsa, u holda $r=0,164$; E_n - samaradorlik me'yoriy koeffitsienti:

$$E_n = 0,15 \cdot \frac{(U'_1 - U'_2) - E_H (K'_1 - K'_2)}{P_2 + E_H}$$

Bazis variantga yangisini solishtirgandagi barcha xizmat muddatiga yo'naltirilgan kapital qo'yilmalardan iste'molchining kundalik xarajat va ajratmalaridan oladigan

samarasi; , - bazis va yangi asbob-uskunalaridan iste'molchi yo'naltirilgan kapital qo'yilmasi; , - tadbiq etilgan variantda iste'molchining bazis va yangi asbob-uskunadan foydalanganlik ekspluatasiya xarajatlari; -hisobot yilida yangi texnika orqali ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi, natural birliklarda.

Yangi yoki takomillashtirilgan mehnat predmetlarini (materiallar, xom-ashyo yoqilg'i) ishlab chiqarish va ulardan foydalanishdagi, shuningdek xizmat muddati bir yildan kam bo'lgan mehnat predmetlarini ishlab chiqarish va ulardan foydalanishdagi yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\Theta = \left[3_1 \cdot \frac{Y_1}{Y_2} + \frac{(U'_1 + U'_2) - E_H (K'_2 - K'_1)}{Y_2} - 3_2 \right] \cdot A_2 \quad (6)$$

bu yerda, Y_1, Y_2 - bir birlik mahsulot birligiga to'g'ri keluvchi bazis va yangi mehnat predmetlaridan foydalanishdagi xarajag sarfi ulushi, natural birliklarda, so'm;

21-jadval

№	Ko'rsatkichlar	Birlik	Variantlar	
			bazis	yangi
1	Yillik mahsulot ishlab chiqarish hajmi	Ming dona	11500	11500
2	Asbob-uskunalar soni	Dona	1	1
3	Asbob-uskuna ish unumi	m/soat	2820	3328
4	O'rnatilgan quvvat	kVt	26,3	26,5
5	Talab koeffitsienti	-	0,7	0,7
6	Iste'mol qilinadigan Elektroenergiya 1 kVt/soati narxi	So'm	132	132
7	O'rnatilgan quvvat uchun to'lov	So'm	34600	34600
8	Asbob-uskunaga amortizatsiya ajratmalari	%	15	15
9	Kundalik tiklashga ajratma	%	5	5
10	Minimal ish haqi miqdori	So'm	96105	96105
11	Sotsial sug'urtaga to'lov	%	23	23

Bazis va taklif etilayotgan variantlar bo'yicha keltirilgan va ekspluatatsiya xarajatlarini hisoblash natijalari, ming so'm

№	KO'RSATKICHLAR	Variantlar	
		Bazis	Yangi
1	Takomillashtirilguncha asbob-uskuna narxi	22730	22730
2	Asbob-uskunani tashib keltirish va o'rnatish xarajatlari	2273,0	2273,0
3	To'g'ri kapital xarajat	19752	19752
4	ITI lari xarajatlari	-	124
5	Asbob-uskunani yaratish bo'yicha ishlab chiqarish fondlari kapital qo'yilmalari	19752	19876
6	Asbob-uskunani tayyorlashga keltirilgan xarajatlar	27966	27984
	Ekspluatatsiya xarajatlari, jami shu jumladan	17338,7	17511,3
	- amortizatsiya ajratmalari	3750,45	3469,05
	- kundalik ta'mirlash	1250,15	1256,35
	- iste'mol qilinadigan elektroenergiya qiymati	12338,1	12431,9
	- material sarfi	-	54,0

Shu bilan birgalikda ishlab chiqarishga yangi texnika joriy qilinishi natijasida olinadigan tayyor mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlarning yaxshilanishiga ham erishiladi. SHu boisdan, yani texnikani ishlab chiqarishga joriy etishdan olinadigan yillik iqtisodiy samaradorlikni hisoblashda to'la sifat ko'rsatkichlari yaxshilanishda olinadigan qo'shimcha iqtisodiy samarani ham xisobga olish zarur bo'ladi.

Sifat ko'rsatkichlarni yaxshilashdan olinadigan iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$(7) \quad \Delta c = (L_2^1 - L_1^1) * A_2 \quad (7)$$

bu yerda, U_1^1 -bazis variantdagi mahsulot narxi;

U_2^1 - yangi variantdagi mahsulot narxi;

A_2 -yangi variantda yillik mahsulot ishlab chiqarish hajmi.

Hisob-kitob ishlarini amalga oshirish uchun zaruriy ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan. Olingan ma'lumotlarni formulaga qo'yib, takomillashtirilgan asbob-uskuna yillik iqtisodiy samaradorligini hisoblaymiz:

Iqt.samaradorlik=

$$27966 \cdot 1,18 \cdot 1,0 + \frac{(173387 - 175113) - 0,15 \cdot (2512,7 - 2500,3)}{0,164 + 0,15} - 27984 = 3707,56$$

ming so'm.

5. XULOSA

Bu bitiruv malakaviy ishda o'zgaruvchan tok elektr yuritmalari zamonaviy holati o'rganildi. Elektrli yuritma tadqiqoti uchun chastota o'zgartgichli qurilmasi ishlab chiqildi. 0,5Gts. dan 120Gts.gacha chastota aylanishini tartibga solish diapazoni olindi.

AP-100 chastota o'zgartgichi parametrlarini o'zgarishi tadqiqotlari o'tkazildi:

1. JK displeyga olib chiqaziladigan chastota o'zgartgichi indikatsiya parametrlari:

- a. Chiqish chastotasi. b. Berilgan chastota. v. Chiqish toki (nominaldan %da).
- g. Chiqish toki. d. Kirish kuchlanishi. ye. Motor tezligi.

2. Asosiy parametrlar:

a. Berilgan chastota 0,5-120Gts . b. Maksimal chastota 50-120Gts.

Nominal chastota 25-120Gts g. Chastotani yuqori chegarasi 0-120Gts. d. Chastotani pastki chegarasi 0-120Gts ye. Tezlikni oshirish vaqti 0,1-3200 sek. j. To'xtatish vaqti 0,1-3200 sek. z. Boshlangich chastota 0-120Gts. i. Tavsifnoma 0-20 U/f ko'rinishi.

Laboratoriya stendi boshlangich kapital qo'yilmalar va ishlatish xarajatlari qiymatini ta'riflovchi iqtisodiy ko'rsatkichlar hisob-kitobi o'tkazildi. Bu hisob-kitoblar yakunida texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar jadvali tuzildi.

Bitiruv malakaviy ishning oxirgi bo'limi mehnatni muhofaza qilish va inson hayoti va faoliyati xavfsizligiga bag'ishlangan. Unda laboratoriyada ishlashni o'ziga xos xususiyatiga mansub bo'lgan, yoritish normalari, yong'in va elektr xavfsizligi normalari ko'rsatkichlarini o'z ichiga oluvchi zararli va xavfli omillar ko'rib chiqildi.

6.ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Анисимов В.А., Горнов А.О., Москаленко В.В., Остриров В.Н., Фролов А.А. «Проектирование электрических устройств» М.: Издательство МЭИ, 2001.
2. Башарин А.В., Носиков В.А., Сокодовский Г.Г. «Управление электроприводами» Л.: Энергоавтоиздат, 1982.
3. Вешеневский С.Н. «характеристики двигателей в электроприводе» М: Энергоавтоиздат, 1988.
4. Герман-Галкин С.Г. « компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MatLab 6.0» Учебное пособие, 2001
5. Герман-Галкин С.Г., Лебедев В.Д., Марков Б.А., Чичерин Н.И. «Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями частоты». Л.: Энергоавтоиздат, 1986.
6. ГОСТ 12.2.049-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
7. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ стоя, общие требования».
8. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. «Оборудование производственное. Общие эргономические требования».
9. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочего места».
10. Глазенко Т.А., Гончаренко Р.Б. «Полупроводниковые преобразователи частоты в электроприводах» Л.: Энергия, 1969.
11. Калашников Б.Е., Кривицкий С.О, Эпштейн И.И. «Системы управления автономными инверторами» М.: Энергия, 1974.
12. Ключев В.И., Терехов В.М. «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов».
13. Кноррин Г.М. «Справочная книга для проектирования электрического освещения» М.: Машиностроение, 1985

- 14.Ковач К.П., Рац и. «Переходные процессы в машинах переменного тока» Л.: Госэнергоиздат, 1963.
- 15.Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34, 0-03, 150-00. М.: «изд-во НЦ ЭНАС», 2001.
- 16.Москаленко В.В. «Автоматизированный электропривод» М.: Энерго-издат, 1981.
- 17.Онищенко Г.Б. «Электрический привод» Учебник для вузов. М.: РАСХН. 2003.
- 18.Перельмутер В.М. «Комплектные тиристорные электроприводы». М.: Энергоавтомиздат, 1988.
- 19.Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иркутск: ИрГТУ, 2005.
- 20.ППБ-01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
- 21.Правила устройства электроустановок (ПУЭ). М.: Атомиздат, 2000.
- 22.Ромаш Э.М., Драбович Ю.И, Юрченко Н.Н, Шевченко П.В.
«Высокочастотные транзисторные преобразователи» М.: Радио и связь, 1988.
- 23.Руденко В.С., Синько В.И., Чиженко И.М. «Основы преобразовательной техники» Учебник для вузов. «2-е изд., перераб. И доп. М.: Высш. школа, 1980.
- 24.Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. «Автоматической частотной управление асинхронными двигателями» М.: Энергия, 1974.
- 25.Слежановский О.В. и др. «Системы подчинённого регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями». М.: Атомиздат, 1983.
- 26.СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
27. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»(в ред. Изменения N 1, утв. Постановлением Госстроя РФ от 29.05.2003 N 44М.:

- 28.СН 2.2 4/2 1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях, жилых зданиях и на территории жилой застройки».
- 29.СН 2.2. 4/2 1.8.566-96 «Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».
- 30.СП 3.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».
- 31.Чиликин М.Г., Сандлер А.С. «Общий курс электропривода» М.: Энергоиздат, 1981.
- 32.Эпштейн И.И. «Автоматизированный электропривод переменного тока» М.: Энергоиздат, 1982.