

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

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika kafedrası

“ELEKTROTEKNIKA”

fanidan

**O‘QUV – USLUBIY
MAJMU‘A**



Bilim sohasi:	500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta’lim sohasi:	530000 – Fizika va tabiiy fanlar
Ta’lim yo`nalishi:	60530900 – Fizika

Namangan-2023

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

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika kafedrası

«TASDIQLAYMAN»

Fizika fakulteti dekani

_____ O. Ismanova

« ____ » _____ 2023-yil

“ELEKTR VA MAGNETIZM”

fanidan

O‘QUV – USLUBIY
MAJMU'A

Bilim sohasi: 500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta’lim sohasi: 530000 – Fizika va tabiiy fanlar
Ta’lim yo`nalishi: 60530900 – Fizika

Namangan-2023

O‘quv uslubiy majmua Namangan davlat universiteti Kengashining ____ - yil
____ - avgustdagi ____-sonli yig‘ilishi bayonnomasi tasdiqlangan fan dasturi asosida
ishlab chiqilgan

Tuzuvchilar:

D. Alijanov– NamDU Fizika kafedrası katta-o‘qituvchisi, PhD

Taqrizchilar:

X. Qo‘chqarov – NamDU Fizika kafedrası dotsenti, f.-m.f.n.

O‘quv uslubiy majmua Namangan davlat universiteti Kengashining ____-yil
____ - avgustdagi ____ – sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilgan va foydalanishga tavsiya
etilgan.

MA'RUZA MATNI

Mavzu: O'zgaruvchan tok va uni hosil qilish.

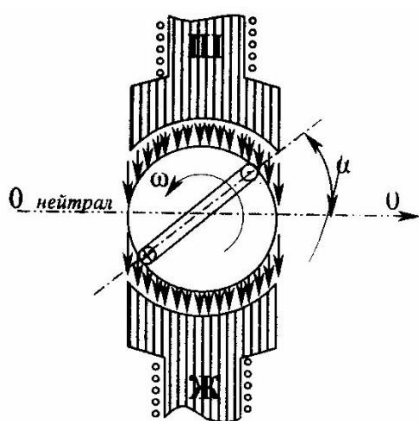
Reja:

1. O'zgaruvchan tokni hosil qilish.
2. O'zgaruvchan funksiyani xarakterlovchi kattaliklar.
3. Sinusoidal funksiyaning ta'sir etuvchi qiymatlari.

O'zgaruvchan tokni hosil qilish

O'zgaruvchan tokning keng qo'llanilishining sababi uning oddiy yo'l bilan deyarli isrofsiz transformatsiyalash mumkinligidir, ya'ni turli kuchlanishli - uzoq masofaga elektr energiyani uzatish uchun yuksak kuchlanishli va iste'molchi uchun past kuchlanishli – elektr toki olish mumkinligidir. Kattaligi va yo'nalishi jihatidan o'zgaradigan tok o'zgaruvchan tok deyiladi. Kattaligi va yo'nalishi jihatidan sinusoidal qonunga mos ravishda davriy o'zgaradigan tok **sinusoidal o'zgaruvchan tok** deyiladi.

O'zgaruvchan tok, asosan, elektrostansiyalarda bug' va gidravlik turbinali generatorlar



1-rasm. Eng sodda generatorning tuzilishi.

yordamida hosil qilinadi. Mazkur generatorlarning ishlashi esa elektromagnit induksiyasi va elektromagnit kuch qonunlariga asoslangan. 1-rasmda eng sodda generatorning tuzilishi keltirilgan. Elektromagnit NS qutblari orasida po'lat taxtachalardan tuzilgan va sirtiga sim o'rab mahkamlangan silindr-yakor joylashgan. O'ramning uchlari yakor uchiga izolyasiyalanib, o'rnatilgan mis halqalarga tutashtirilgan. Halqalarga tashqi zanjirga tutashtirilgan shchetkalar tegib turadi.

Qutblarga shunday ishlov berilganki, bunda havo tirqishi qutbning o'rtasidan chetiga qarab ortib boradi va tirqishdagi magnit induksiyasi V yakorning sirtida uning aylanasi bo'ylab sinuslar

qonuni bo'yicha o'zgaradi, ya'ni

$$B = B_m \sin \alpha$$

Bunda V_m -qutb markazi orasidagi maksimal induksiya, α - yakor o'qi orqali o'tuvchi OO^1 neytral tekislik bilan xuddi o'sha o'q orasidagi burchak.

Yakor o'zgarimas $\omega = \frac{\alpha}{t}$ burchak tezlik bilan aylangan vaqtda o'ramning har bir aktiv tomonida quyidagicha EYUK induksiyalanadi: $e' = Bl\vartheta = B_m l\vartheta \sin \alpha = B_m l\vartheta \sin \omega t$ o'ramning aktiv tomonlari ketma-ket ulangan shu sababli o'ramda induksiyalangan EYuK:

$$e = 2e' = 2B_m l\vartheta \sin \omega t$$

Rotor o'zining boshlang'ich holatidan 90° ga burilganida ($\alpha = \omega t = 90^\circ$ yoki $\sin 90^\circ = 1$), magnit induksiyasi $V=B_m$ bo'lib, induksiyalangan EYuK ham o'zining maksimal qiymatiga erishadi:

$$E_m = 2B_m l\vartheta$$

Demak, yakor g'altagida induksiyalangan EYuK

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

Agar o'ramining qismlariga biror nagruzka ulasak zanjir bo'ylab $i = I_m \sin \omega t$ tok o'ta boshlaydi. Bu vaqtda o'ramning qismlaridagi kuchlanish: $u = U_m \sin \omega t$.

O'zgaruvchan funksiyani xarakterlovchi kattaliklar.

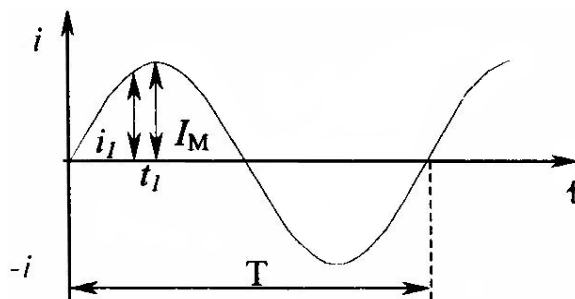
Sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaruvchi funksiyaning amplitudasi, davri, chastotasi va fazasi mazkur funksiyani xarakterlovchi kattaliklar hisoblanadi.

Sinusoidal o'zgaruvchan funksiyaning **amplituda qiymati** deb, uning musbat va manfiy yarim davrlarda erishgan eng katta qiymatlariga aytiladi. 2-rasmda Tok kuchi (I_m) ning amplituda va oniy qiymatlari tegishlicha belgilangan.

O'zgaruvchan tok kuchining bir marta to'la tebranishi uchun ketgan vaqt oralig'i **o'zgaruvchan tokning davri** (T) deyiladi.

Davrga teskari bo'lgan kattalik **tokning chastotasi** deyiladi: $f = \frac{1}{T}$; Chastota gersda o'lchanadi ($Gs=1/c$).

Elektrotexnikada o'zgaruvchan tokning standart chastotasi sifatida Hamdo'stlik va Evropa mamlakatlarida 50Gs, AQShda hamda Osiyo va Afrikadagi ayrim mamlakatlarda 60Gs qabul qilingan. Elektrotexnik qurilmalar uchun asosiy chastota sifatida $50 \div 60$ Gs ishlatilishi quyidagilarga bog'liq. Chastota $50 \div 60$ Gs dan kichik qiymatlarida elektr mashinalar va transformatorlarning tannarxi ortadi. Shuningdek, elektr lampochkalar yorug'ligining lippillashi ko'zga sezilarli bo'lib qoladi. Chastotani 50 Gs dan birmuncha orttirish elektr mashinalarda energiyani isrofini ortishiga sabab bo'lib, hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYuK va elektr sig'imi hodisalari o'zgaruvchan tok qurilmalarining ishiga salbiy ta'sir qiladi.



2-rasm.

Chastotani 50 Gs dan birmuncha orttirish elektr mashinalarda energiyani isrofini ortishiga sabab bo'lib, hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYuK va elektr sig'imi hodisalari o'zgaruvchan tok qurilmalarining ishiga salbiy ta'sir qiladi.

50 Gs chastotali o'zgaruvchan tokni hosil qilish (yoki sinusoidal o'zgaruvchan EYuK hosil qilish) uchun 1 juft qutbli o'zgaruvchan tok generatori (1-rasm) rotorini

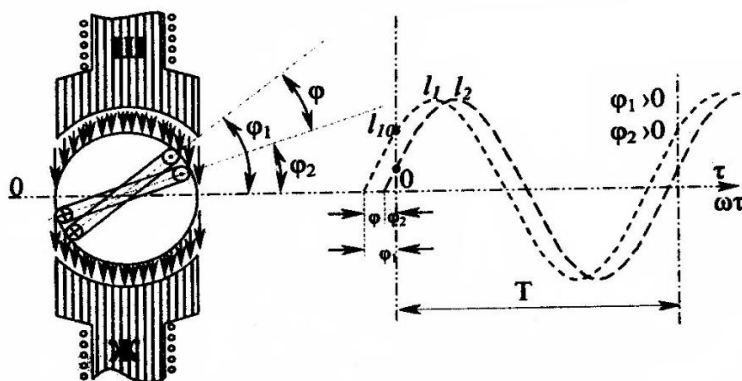
$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ aйл/мин}$$

tezlik bilan aylantirish kerak.

bu erda: 60 sekunddan minutga o'tish koeffitsienti; r-rotor magnit maydoninng juft qutblar soni.

Rotori bug' turbinalari yordamida katta tezlik bilan aylanadigan turbogeneratorning magnit qutblari bir juftli bo'ladi. Rotorining aylanish tezligi nisbatan kichik bo'lgan gidravlik turbinalarda esa ko'p qutbli generatorlardan foydalaniladi.

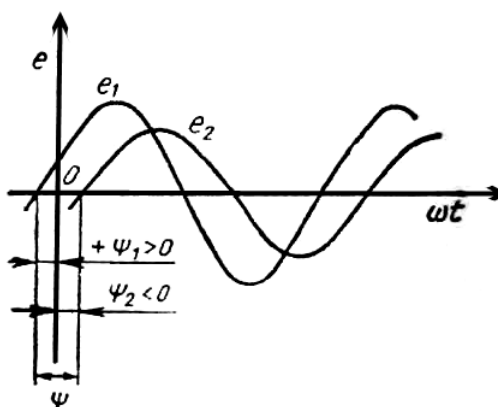
Faza-biror t vaqtda stator chulg'amlari o'ramlarining rotorning magnit kuch chig'iqclariga nisbatan holatidir. Shuning uchun ana shu $t=0$ paytda chulg'amlarda induksiyalangan EYuK ning qiymatini bilish ahamiyatga ega.



3-rasm. O'zgaruvchan tokning boshlang'ich fazasi va faza siljishi.

3-rasmdagi grafikda boshlang'ich faza ψ ning qiymati sinusoidaning koordinata boshidagi holati bilan aniqlanadi. Sinusoidal o'zgaruvchan funksiyaning nol qiymatlardan o'tish nuqtasi davrning boshlanish lahzasi hisoblanadi. Musbat boshlang'ich faza koordinata boshidan chap tomonga, manfiysi o'ng tomonga qo'yiladi.

Masalan, turlicha boshlang'ich fazaga ega bo'lgan ikkita sinusoidal o'zgaruvchan funksiya $e_1 = E_m \sin(\omega t + \psi_1)$ va $e_2 = E_m \sin(\omega t - \psi_2)$.



4-rasm.

4-rasmda ko'rsatilgan ikki sinusoidal o'zgaruvchan kattalik e_1 va e_2 ning boshlang'ich fazalari orasidagi burchak ψ ga **faza siljish burchagi** deyiladi. Amalda tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi φ ($\cos\varphi$) ko'proq ishlatiladi.

Sinusoidal funksiyaning ta'sir etuvchi qiymatlari.

Har qanday elektr zanjiridagi tokning qiymatini bilish, baholash yoki aniqlash muhim ahamiyatga ega.

O'zgarmas tok zanjirida tok miqdori doimo o'zgarmas bo'lgani uchun uni elektr zanjiri qonunlari yoki o'lchash asboblari yordamida o'lchash mumkin. O'zgaruvchan tok zanjirida esa tok o'z yo'nalishi va qiymatini uzluksiz o'zgartirib turadi, shuning uchun uni ixtiyoriy lahzadagi oniy qiymatlar orqali baholab bo'lmaydi. Shu boisdan o'zgaruvchan tokning tasir etuvchi (effektiv) yoki o'rtacha qiymatidan foydalaniladi.

Umumiy holda, o'zgaruvchan tokning ta'sir etuvchi qiymati deb, mazkur tokning T davr ichida R qarshilikdan o'tayotib, xuddi shu kattalikdagi o'zgarmas tok ta'sirida ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga ekvivalent bo'lgan qiymatiga aytiladi.

Ma'lumki, o'zgarmas tokning R qarshilikdan T davr ichida o'tishida ajralib chiqqan issiqlik miqdori:

$$Q = I^2 R t$$

Shu davrda o'zgarmas tokning R qarshilikdan o'tgan sinusoidal tok $i = I_m \sin \omega t$ ta'siridan ajralib chiqqan issiqlik miqdori esa:

$$Q = \int_0^T i^2 R dt = R \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t dt = R I_m^2 \int_0^T \sin^2 \omega t dt$$

Quyidagi o'zgarishlar natijasida

$$\int_0^T \sin^2 \omega t dt = \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt = \frac{1}{2} \int_0^T dt - \frac{1}{2} \int_0^T \cos 2\omega t dt = \frac{T}{2}$$

Chunki

$$\frac{1}{2\omega} \int_0^{2\pi} \cos 2\omega t dt = 0$$

Demak,

$$Q \sim \frac{I_m^2}{2} R T$$

Ikkala tok issiqlik ta'sirining ekvivalent sharti $Q_- = Q_+$ ga binoan

$$I^2 R T = \frac{I_m^2}{2} R T \text{ yoki } I^2 = \frac{I_m^2}{2}$$

yoki

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Demak, sinusoidal o'zgaruvchan tokning ta'sir etuvchi qiymati uning maksimal qiymatidan $\sqrt{2}$ marta kichikdir.

Yuqoridagiga o'xshash yo'l bilan sinusoidal o'zgaruvchan EYuK va kuchlanishlarning ham ta'sir etuvchi qiymatlarini yoza olamiz:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

O'zgaruvchan tok zanjirlaridagi barcha o'lchov asboblari sinusoidal kattaliklarning ta'sir etuvchi qiymatlarini o'lchashga mo'ljallangan.

Sinusoidal kattaliklarning ta'sir etuvchi qiymatlari o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlari orasidagi asosiy qonuniyatlarni bog'lashda o'xshash matematik ifodalar olinishiga imkon beradi.

Sinusoidal kattaliklarning o'rtacha qiymati. Ba'zan elektr zanjirlarining va o'zgaruvchan tok qurilmalarining ishlashi tahlil qilinganda sinusoidal o'zgaruvchan kattaliklarning o'rtacha qiymatini aniqlash kerak bo'ladi. Umuman, sinusoidal kattaliklarning davr ichidagi o'rtacha qiymati nolga teng bo'lganidan uning musbat yarim davrdagi o'rtacha qiymati inobatga olinadi (5-rasm). U holda tok $i = I_m \sin \omega t$ ning o'rtacha qiymati:

$$I_{ypm} = \frac{1}{0,5T} \int_0^{0,5T} i dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t dt = \frac{I_m}{\pi} |\cos \omega t|_0^{\pi} = \frac{2I_m}{\pi} = 0,636I_m$$

Demak, sinusoidal tokning o'rtacha qiymati musbat yarim davrdagi oniy toklar yig'indisining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng.

Yuqoridagiga o'xshash yo'l bilan EYuK va kuchlanishning ham o'rtacha qiymatlarini topish mumkin:

$$E_{ypm} = \frac{2E_m}{\pi} = 0,636E_m$$

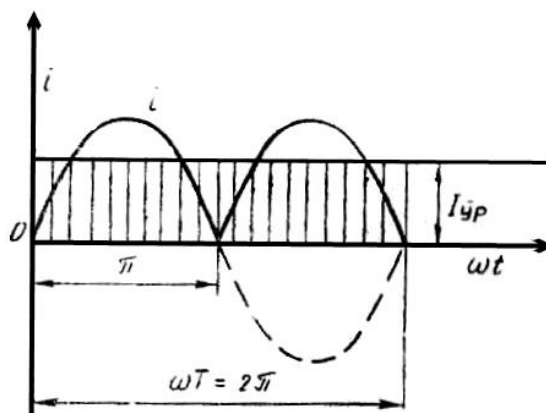
$$U_{ypm} = \frac{U_m}{\pi} = 0,636U_m.$$

O'zgaruvchan tokning ta'sir etuvchi qiymatining uning o'rtacha qiymatiga nisbati (I/I_{ypm}) sinusoida shaklining koeffitsienti K_ϕ ni ifodalaydi:

$$K_\phi = \frac{I}{I_{ypm}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1,11.$$

Olingan nisbat sinusoidal o'zgaruvchan kattaliklarning o'rtacha qiymatlari ma'lum bo'lsa, ularning ta'sir etuvchi qiymatlarini aniqlashga va aksincha, ta'sir etuvchi qiymatlari ma'lum bo'lsa, o'rtacha qiymatlarini aniqlashga imkon beradi:

$$I = 1,11 I_{ypm}; E = 1,11 E_{ypm}; U = 1,11 U_{ypm}.$$



2.7-расм

Mavzuni mustahkamlash savollari:

1. O'zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O'zgaruvchan tokning keng qo'llanilishining sababi nimada?
3. O'zgaruvchan tok deb qanday tokka aytiladi?
4. O'zgaruvchan tok qanday hosil qilinadi?

5. Bir fazali o'zgaruvchan tok generatori qanday tuzilgan?
6. Sinusoidal o'zgaruvchn funksiyani xarakterlovchi kattaliklar haqida nimalar bilasiz?
7. Nima uchun o'zgaruvchan tokning standart chastotachi Hamdo'stlik va Evropa mamlakatlarida 50Gs, AQShda hamda Osiyo va Afrikadagi ayrim mamlakatlarda 60 Gs qabul qilingan? Buning sababi nimada?
8. Sinusoidal funksiyaning ta'sir etuvchi qiymati deganda nimani tushunasiz?
9. Sinusoidal kattaliklarning o'rtacha qiymati qanday aniqlanadi?

Mavzu: O'zgarmas tok zanjirlari uchun Om qonunlari

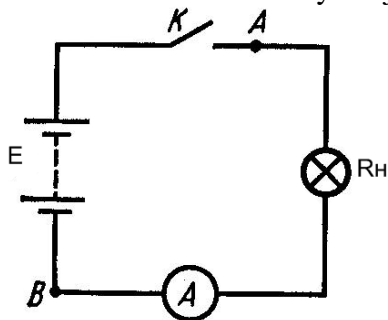
Reja:

1. O'zgarmas tok elektr zanjirlari
2. Elektr zanjirlarining asosiy qonunlari
3. O'tkazgich qarshiligini hisoblash
4. Elektr tokining ishi va quvvati

Darsning maqsadi: Talabalarda o'zgarmas tok elektr zanjirlari, elektr zanjirlarining asosiy qonunlari, elektr tokining ishi va quvvatiga oid bilimlarni shakllantirish, mustaqil fikrlashni rivojlantirish.

O'zgarmas tok elektr zanjirlari

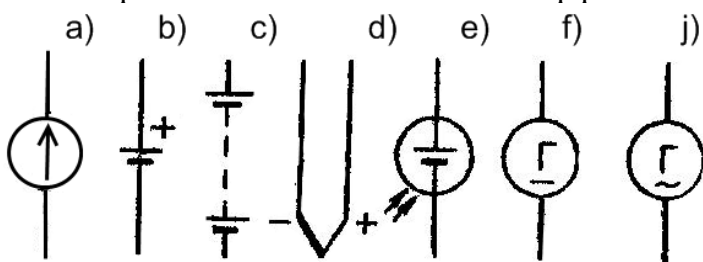
Har qanday elektr zanjiri o'zaro simlar bilan birlashtirilgan, bitta yoki bir nechta elektr energiyasi manbalaridan va iste'molchilardan iborat bo'ladi. Shuning uchun elektr zanjiri deb, elektr tokini hosil qiluvchi va uning oqib o'tishini ta'minlash uchun berk yo'l hosil qiladigan qurilmalar yig'indisiga aytiladi. Elektr zanjirlarini shartli belgilar yordamida tasvirlash elektr sxema deb ataladi. Oddiy zanjirning sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Elektr zanjiri, asosan, elektr energiyasining manbai – E, elektr energiyasining iste'molchisi (nagruzka) - R_n , birlashtiruvchi simlar (masalan, elektr uzatish liniyasi) va zanjirni ulab-uzish uchun moslama (ulagich) – K kabi elementlardan tashkil topgan.



Zanjirdan tok 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

elementlar va akkumulyatorlar ximiyaviy jarayonlar energiyasini, termoelementlar va magnitogidrodinamik generatorlar issiqlik energiyasini, turli fotoelementlar yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi. Elektr energiyasini hosil qiluvchi turli manbalarning shartli belgilanishi 2-rasmda keltirilgan: a) EYuK, v) galvanik elementlar yoki akkumulyatorlar batareyalari, s) – d) –termoelementlar, e) –fotoelement, f)-o'zgarmas tokning elektr mashina generatori, j) o'zgaruvchan tokning elektr mashina generatori. Bular elektr yurituvchi kuchlari – E, ichki qarshiligi – r_0 , nominal toki - I_{nom} va boshqa kattaliklari bilan bir-biridan farq qiladi.

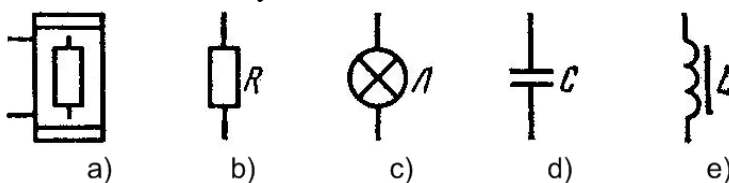
Elektr energiyasini iste'molchilarga uzatish elektr uzatish liniyalari orqali amalga oshiriladi. Elektr energiyasini energiyasining boshqa turlari (mexanik, issiqlik, ximiyaviy, yorug'lik va h.k) ga aylantirib beruvchi moslamalar (elektr dvigatellar, elektr pechlar,



elektrolazerlar, elektr yoritish asboblari va boshqalar) **elektr iste'molchilari** deyiladi. 1-rasmda

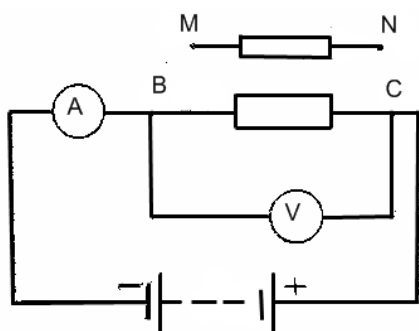
ko'rsatilgan elektr zanjirlarida elektr energiyasining manbai mazkur zanjirning ichki qismini, iste'molchi (nagruzka) - R_n , ampermetr - A, ulagich - K, tashkil etadi. Ulagich K ulanganda berk zanjir (kontur) hosil bo'lib, zanjirdan elektr toki o'ta boshlaydi.

Elektr energiya iste'molchilari juda turli-tumandir. Masalan, akkumulyator zaryadlash vaqtida iste'molchiga aylanadi, bu vaqtda elektr energiya kimyoviy energiyaga aylanadi. Dvigatel rejimida



ishlayotgan elektr mashinalarda elektr energiya mexanik energiyaga, elektr pechlarda (3.a -rasm) yoki rezistorda (3.b-rasm)-issiqlik energiyasiga, svetodiod, chug'lanma lampalarda (3.s-rasm)-yorug'lik energiyasiga aylanadi. Elektr energiyasining elektr maydon energiyasiga (kondensatorlar, 3.d-rasm) va magnit maydon energiyasiga (induktiv g'altaklari, drossellar, 3.e-rasm) aylantirib beruvchi iste'molchilar, iste'molchilarning alohida o'ziga xos guruhini tashkil etishadi.

Elektr zanjirlarining asosiy qonunlari



4-rasm

Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni. Zanjirning biror qismidan o'tayotgan tokning uning uchlariga qo'yilgan potensial bilan qanday bog'lanishda bo'lishligini aniqlash uchun 4-rasmda keltirilgan sxemaning VS uchlari oralig'iga o'tkazgich ulab, undan tok o'tkazaylik. Tok kuchini a ampermetr bilan, o'tkazgich uchlaridagi kuchlanishni V voltmetr bilan o'lchaymiz.

Agar zanjirga ulangan tok manbalarini o'zgartirsak, ham zanjirdagi tokning, ham o'tkazgich uchlaridagi kuchlanishning o'zgarganini ko'ramiz. Bunda o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish necha marta ortsa, tok kuchi ham

shuncha marta ortadi. Boshqa MN o'tkazgich bilan tajribani takrorlaganda ham kuchlanish bilan tok kuchi o'zaro bog'liq holda, yuqorida aytilganidek, o'zgaradi. U vaqtda bu bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I = GU \quad (1)$$

Bu erda G-o'tkazgichning xossasini xarakterlaydigan kattalik bo'lib, uning son qiymati kuchlanishga ham, tok kuchiga ham bog'liq emas. Bu kattalik o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi deb ataladi.

O'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligiga teskari bo'lgan $R = \frac{1}{G}$ kattalik o'tkazgichning elektr qarshiligi deb ataladi. Bu ifodani e'tiborga olsak, (1) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I = \frac{U}{R} \quad (2)$$

Bu ifodadan shunday xulosaga kelamiz: **zanjirning ma'lum bir qismidagi tok kuchi shu qismga qo'yilgan kuchlanishga to'g'ri proporsional va uning qarshiligiga teskari proporsionaldir.** Bu qonunni Georg Om 1827 yilda tajribada kashf etdi, shuning uchun uni olim sharafiga **zanjirning bir qismi uchun Om qonuni** deb ataladi.

Om qonunidan foydalanib, quyidagi ifodani yozamiz:

$$U = IR \quad (3)$$

Bundan ko'rinadiki, zanjirning bir qismidagi kuchlanish uning qarshiligi bilan undan o'tuvchi tok kuchining ko'paytmasiga teng bo'lib, kuchlanish tushishi deb ataladi

Kuchlanish bir xil bo'lgan vaqtda ikkita o'tkazgichdan qaysi biri o'zi orqali kuchsizroq tok o'tkazsa, shu o'tkazgichning qarshiligi kattaroq bo'ladi.

Nima uchun o'tkazgichning qarshiligi bo'ladi?

Metallardagi elektr tokining erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat ekanligini esga olsak, o'tkazgichning qarshiligi tushunarli bo'ladi. Elektr maydonining ta'sirida harakatlanuvchi

elektronlar metalning kristall panjarasi tugunlaridagi ionlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Elektronlarning kristall panjara ionlari bilan va o'zaro ta'siri xuddi elektronlar harakatini sekinlatuvchi qandaydir kuchning, masalan, ishqalanish kuchining ta'siriga o'xshab ketadi. Buning natijasida elektronlarning tartibli harakat tezligi kamayishi hisobiga o'tkazgichdagi tok kuchi ham kamayadi.

Elektrolitlarning qarshiligi elektr maydonda harakatlanuvchi ionlarning eritma molekullari yoki atomlari bilan hamda o'zaro ta'siri natijasidir.

Si sistemada qarshilik birligi qilib, nemis fizigi Om sharafiga Om qabul qilingan, (49) formuladan:

$$[R] = \frac{[U]}{[I]} = \frac{1B}{1A} = 1O_M$$

O'tkazgichdan bir amper tok kuchi o'tganda o'tkazgichdagi kuchlanish tushishi bir volt bo'lsa, bunday o'tkazgichning qarshiligini bir Om deb qabul qilingan. Amalda qarshilikning nisbatan katta birliklari kiloom (K_{Om}) va megaom (M_{Om}) dan foydalaniladi.

O'tkazgichning qarshiligini hisoblash. Solishtirma qarshilik

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

$$R = \rho \frac{l}{S};$$

bu erda: ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, Om·m; l- o'tkazgichning uzunligi, m; S-o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi, m².

Ayrim hollarda elektr qarshiligi o'rniga (qarshiliklari parallel ulangan zanjirlar o'rnatilganda) unga teskari bo'lgan kattalik o'tkazuvchanlikdan foydalaniladi, ya'ni

$$G = \frac{1}{R}; \left| \frac{1}{O_M} = 1\text{cuмeнc} = 1C_M \right|$$

Solishtirma qarshilikka teskari bo'lgan kattalik solishtirma o'tkazuvchanlikdir:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

Elektrotexnikada turli maqsadlar uchun tayyorlanadigan simlar uchun ishlatiladigan asosiy material nisbatan yuqori solishtirma o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan metallardir (mis, alyuminiy, po'lat). SHuningdek, mazkur metallarning qotishmalari (manganin, konstantan, nixrom va b) dan ham keng qo'llaniladi.

O'tkazgich qarshiligining temperaturaga bog'liqligi. O'tkazgichning solishtirma qarshiligi nafaqat materialning tabiatiga, balki uning temperaturasiga ham bog'liqdir. Tajribalarning ko'rsatishicha, solishtirma qarshilik va demak qarshilik ham temperaturaga chiziqli bog'liqdir, ya'ni

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_0(1 + \alpha t) \\ R &= R_0(1 + \alpha t) \end{aligned} \quad (2)$$

bu erda ρ_0 va R_0 - o'tkazgichning 0^oS dagi, ρ va R lar esa t vaqtdagi solishtirma qarshiligi va qarshiligi, α -qarshilikning temperatura koeffitsienti deyiladi. (2) dan α ni topamiz:

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 t}$$

demak, α - o'tkazgichning temperaturasi bir gradusga o'zgarganda uning solishtirma qarshiligining nisbiy o'zgarishini ko'rsatadi. Uncha past bo'lmagan temperaturalarda toza metallar

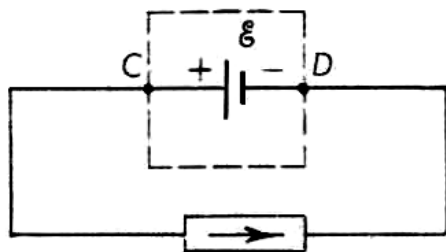
uchun $\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$. SHu hol uchun qarshilikning absolyut temperaturaga bog'liqligini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin $T = t + 273,15$

$$\rho = \alpha \rho_0 T$$

$$R = \alpha R_0 T \quad (4)$$

(4) ifodadan ko'rinib turibdiki, qizdirilganda metallarning qarshiligi ortadi, sovutilganda esa kamayadi.

Bunga sabab temperatura ortishi bilan erkin elektronlarning, kristall panjara tugunlaridagi musbat ionlarning issiqlik harakat tezliklarining ortishidir. Bu esa o'z navbatida ularning ko'proq to'qnashuviga, elektronlar energiyasining ko'proq yo'qotilishiga, ya'ni elektr qarshiligining ortishiga olib keladi.



5-rasm

O'ta o'tkazuvchanlik. Tajribalarning ko'rsatishicha, bir qancha materiallar (Al, Pb, Zu va h.k.) va ularning qotishmalari kritik deyiluvchi juda past temperaturalarda $T_k(0,14-20K)$ qarshiliklar sakrab nolgacha kamayishi va ular o'ta o'tkazuvchan bo'lib qolishi kuzatilgan. Bu hodisa birinchi bo'lib 1911 yilda simob bug'lari uchun G.Kamerling-Onnes tomonidan kuzatilgan. O'ta o'tkazuvchanlik kvant nazariyasi asosida tushuntiriladi.

Berk zanjirga oid Om qonuni. Tok manbai va R qarshilikdan iborat eng sodda berk zanjirni ko'rib chiqamiz (5-rasm). Tok manbaining qarshiligi ko'pincha zanjirning tashqi qarshiligidan farq qilib, ichki qarshilik deb ataladi va r harfi bilan belgilanadi. Generatorlarda ichki qarshilik deganda chulg'amlar qarshiligi, galvanik elementda elektrolit eritmasi va elektroliklarning qarshiligi tushuniladi.

Berk zanjirga oid Om qonuni zanjirdagi tok kuchi, manbaning EYuK va zanjirning to'la qarshiligi ($R+r$) orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Agar 5-rasmda ko'rsatilgan EYuK manbaiga zanjirning tashqi qismi ulansa, berk zanjirda tok hosil bo'ladi. Berk zanjirning EYuK faqat manba ichidagina ta'sir etadi. EYuK ning qiymati zanjirdagi tok kattaligiga bog'liq emas va ochiq manba qutblaridagi potentsiallar farqiga teng bo'ladi.

Zanjir ochiq bo'lganda EYuK manba qutblaridagi potentsiallar farqi kompensatsiyalansa, zanjir berk bo'lganda potentsiallar farqi pasayadi. Shuning uchun manba ichidagi tok kuchi zanjirning bir qismiga oid Om qonuniga muvofiq, quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \frac{E - U}{r}$$

Bu erda U-zanjir berk bo'lganda manbaning S va D qutblaridagi kuchlanish. Zanjirning tashqi qismidagi tok kuchi esa:

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

bo'ladi. Bu ikki tenglamadan U ni yo'qotib, zanjirdan o'tayotgan tok kuchi uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (5)$$

Bu formula berk zanjir uchun Om qonunini ifodalaydi: zanjirdagi tok kuchi manbaning elektr yurituvchi kuchiga to'g'ri proporsional va butun zanjirning qarshiligiga teskari proporsional bo'ladi:

(5) ifodadan EYuK ni topamiz:

$$E = IR + Ir \quad (6)$$

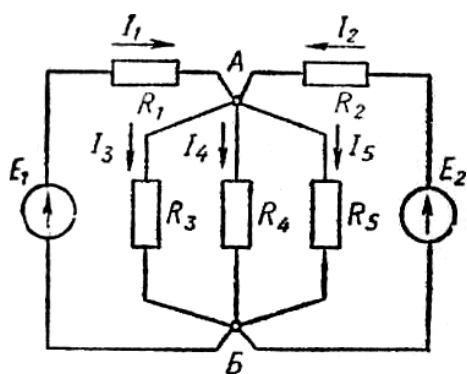
Manba qutblaridagi kuchlanishga teng bo'lgan IR ko'paytma zanjirning tashqi qismida birlik zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish o'lchovi, Ir ko'paytma esa zanjirning ichki qismida

birlik zaryadni ko'chirishda bajarilgan ish o'lchovi bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun (6) formulaga asoslanib, EYuK ga quyidagicha umumiy ta'rif berish mumkin:

Birlik musbat zaryadni butun zanjir bo'yicha ko'chirishda bajarilgan ish bilan o'lanadigan kattalik manbaning elektr yurituvchi kuchi deyiladi.

Zanjirdagi tok kuchi E , R va r ga bog'liq. Agar ichki qarshilik tashqi qarshilikka nisbatan juda kichik ($R \gg r$) bo'lsa, ichki qarshilik tok kuchiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Bu holda manba qutblaridagi kuchlanish EYuK ga taxminan teng bo'ladi. Biroq qisqa tutashuvda ($R \rightarrow 0$) zanjirdagi tok kuchi manbaning ichki qarshiligiga bog'liq bo'ladi va r juda kichik bo'lgan holda EYuK bir necha volt chamasida bo'lganda ham tok kuchi juda ortib ketadi. Bunda simlar erib ketishi, manbaning o'zi buzilib qolishi mumkin. Shuning uchun elektr zanjirini yig'ish va umuman tok manbalari bilan ish ko'rganda qisqa tutashuvga juda ehtiyot bo'lish kerak.

Kirxgof qonunlari murakkab (ikki va undan ortiq konturli) elektr zanjirlarini hisoblash va ularning elektr holatlarini to'la aniqlash uchun xizmat qiladi. Murakkab zanjirlar uchun tarmoq,



6-rasm

tugun va kontur tushunchalari qo'llaniladi. Tarmoq – elektr zanjirining ma'lum bir qismi bo'lib, ketma-ket birlashtirilgan qarshiliklar (rezistorlar, energiya manbalari va h.k.lar) dan iborat. Tugun–elektr zanjirining uchta va undan ortiq tarmoqlarining birlashgan joyi. Kontur-zanjirning bir necha tarmoqlaridan iborat yopiq yo'l. Masalan, 6-rasmdagi elektr zanjiri beshta tarmoq (bulardan ikkitasining energiya manbai bor), ikkita tugun va to'qqizta konturdan iborat.

Kirxgofning birinchi qonuni (toklar qonuni).

Elektr zanjirining tarmoqlanish tugunidagi toklarning qanday taqimlanganligini ifodalaydi. Bu qonunga ko'ra,

elektr zanjirining tarmoqlanish tuguniga kelayotgan va undan chiqib ketayotgan toklarning algebraik yig'indisi nolga teng. Chunonchi, 6-rasmdagi elektr zanjirining A tuguni uchun

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

deb yozish mumkin. Bunda tarmoqlanish tuguniga kelayotgan toklarni “+” ishora va undan chiqib ketayotgan toklarni “-” ishora bilan olgan bo'lamiz. Umumiy holda

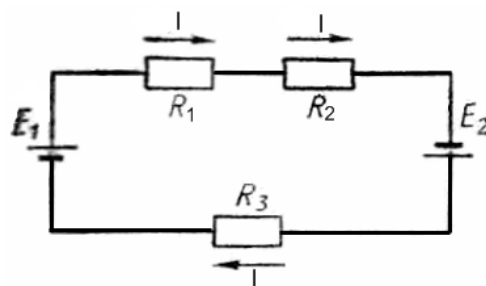
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Kirxgofning ikkinchi qonuni (kuchlanishlar qonuni). Berk elektr zanjirining qismlarida EYuK va kuchlanishlarning qanday taqsimlanganligini aniqlashga yordam beradi. Binobarin, berk konturdagi barcha EYuK larning algebraik yig'indisi shu konturning barcha qismlaridagi kuchlanishlar pasayishining algebraik yig'indisiga teng:

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

Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan, 7-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirida EYuK ning shrtli musbat yo'nalishi bo'yicha, (ya'ni soat milining harakat yo'nalishi bo'yicha) zanjirning elektr muvozanat tenglamasi:

$$E_1 + E_2 = IR_1 + IR_2 + IR_3$$



7-rasm

Elektr tokining ishi va quvvati

Elektr tokining ishi deyilganda, elektr maydonda zaryadlangan zarrachalarning (musbat zaryadlangan) potentsiali kichikroq nuqtadan potentsiali yuqoriroq nuqtaga ko'chishda bajarilgan ish (A) yoki shu ishni bajarish uchun sarflangan energiya (W) tushuniladi, ya'ni

$$A = UIt = W$$

Demak, bajarilgan ish (yoki sarflangan energiya) kuchlanish, tok va vaqtning o'zaro ko'paytmasiga teng. Bajarilgan ishning jadalligini aniqlash uchun quvvat tushunchasi kiritiladi. Elektr tokining quvvati vaqt birligida bajarilgan ishga yoki ishni bajarish uchun sarflangan energiyaga teng, ya'ni

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

SI sistemasida quvvatning o'lchov birligi sifatida vatt (Vt) qabul qilingan. $1\text{Vt}=1\text{J}/1\text{s}$, ya'ni 1 vatt quvvat hosil qilish uchun 1 sekund davomida 1 joul ish bajarilishi lozim. Xuddi shuningdek, elektr zanjirida o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish 1V, tok kuchi 1A bo'lganida 1Vt quvvat sarf bo'ladi ($1\text{Vt}=1\text{V}\cdot 1\text{A}$). Amalda quvvatning quyidagi o'lchov birliklari: millivatt (mVt) $|1\text{mBm}=10^{-3}\text{Bm}|$, kilovatt (kVt) $|1\text{kBm}=1000\text{Bm}|$ va mega vatt (MVt) $|1\text{MBm}=10^6\text{Bm}|$ dan foydalaniladi. Elektr zanjiridagi tokning quvvati vattmetr asbobi bilan o'lchanadi.

Zanjir elementlarida erishiladigan quvvatni kuchlanish bilan ham, tok bilan ham rostlash 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 ($I \cdot U_{\text{li}} = \Delta U_{\text{li}}$) ham shunchalik kichik bo'ladi. Natijada liniyaning foydali ish koeffitsienti yuqori bo'ladi:

$$\eta = \frac{P_{\text{ucm}}}{P_{\text{M}}} = \frac{U_{\text{ucm}} \cdot I}{U_{\text{M}} \cdot I} = \frac{U_{\text{ucm}}}{\Delta U_{\text{li}} \cdot U_{\text{ucm}} \cdot I}, \quad (7)$$

bu erda P_{ucm} -iste'molchining quvvati; P_{M} -manbaning quvvati.

Elektr energiyasini ancha yuqori kuchlanish bilan o'zgarmas tokda uzatish birmuncha tejimli hisoblanadi. Bunga kuchlanishi 1500 kV li o'zgarmas tok elektr uzatish liniyalari misol bo'la oladi.

Xalqaro birliklar sistemasida energiya birligi qilib joul qabul qilingan ($1\text{J}=1\text{Vt}\cdot 1\text{s}$), ammo amalda kilovatt-soatdan ham keng foydalaniladi ($1\text{kVt}\cdot \text{soat}=1000\text{Vt}\cdot 3600\text{s}=3,6\cdot 10^6\text{J}$).

Elektr tokining issiqlik ta'siri

Elektr zanjirlaridagi qarshilik tabiati jihatidan mexanikadagi ishqalanishga o'xshab ketadi, chunki o'tkazgichda elektr tokini hsiol qiluvchi erkin elektronlarning ilgarilanma harakati elektronlarning o'tkazgich ichida atomlar yoki molekulalar bilan qo'shimcha to'qnashishiga sabab bo'ladi. To'qnashishlar (ishqalanishlar) natijasida mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanib (bunda ishqalanish kuchini engish uchun ma'lum bir ish bajariladi), o'tkazgich (sim) qiziydi. Om qonuniga binoan $U = I \cdot R$ ekanligini hisobga olsak, tok I ning R qarshilikli zanjir qismida bajargan ishi quyidagini tashkil etadi:

$$A = I^2 \cdot R \cdot t \quad (8)$$

(8) formula Joule-Lens qonunining analitik ifodasidir.

SHunday qilib, elektr energiya issiqlik energiyasiga aylanadi va bu energiya o'tkazgichni qizitishga sarflanib, atrof muhitga tarqaladi. Issiqlikka aylanuvchi elektr energiya:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t \quad (\text{J})$$

yoki

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \quad (\text{kal})$$

Ajralib chiqqan issiqlik, tok kuchi, qarshilik va vaqt orasidagi munosabatni ifodalovchi bu ifodani 1844 yilda bir vaqtda rus akademigi E.X.Lens tajriba asosida va ingliz olimi Joule topgan edi. Bu munosabat hozir Joule-Lens qonuni deb ataladi. ***O'tkazgichda tok ajratib chiqargan issiqlik miqdori tok kuchi kvadratiga, o'tkazgichning qarshiligi va tokning o'tish vaqtiga proporsionaldir.*** (Elektr tokining issiqlik ta'siri elektr yoritish, elektr payvandlash, elektr metallurgiya, elektr qizitish, shuningdek, avtomatik nazorat asboblari foydali hisoblanadi. Ammo elektr dvigatellarda, transformatorlarda va manba bilan iste'molchilarni birlashtiruvchi uzatish simlarida bu issiqlik zararlidir. Chunki bunda elektr energiyasining bir qismi issiqlik energiyasi tarzida isrof bo'ladi. SHuning uchun elektr simlarning ko'ndalang kesimini uning qizish darajasidan kelib chiqib tanlash muhim ahamiyatga ega.

O'tkazgichdan elektr toki o'tishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik o'tkazgichni qizitib, atrof-muhitga tarqaladi. Elektr toki ajratib chiqargan issiqlik miqdori tashqi muhitga tarqalayotgan issiqlik miqdoriga teng bo'lganda, o'tkazgichda issiqlik muvozanati yuzaga keladi. Bu temperatura berilgan o'tkazgich (sim) uchun *chegaraviy qizish temperaturasi* hisoblanadi. Chegaraviy qizish temperaturasidan o'tganda o'tkazgichning temperaturasi tashqi muhit temperaturasidan yuqori bo'ladi. Simlarning ortiqcha qizishi ularning izolyasiyasiga putur etkazishi, ochiq simning mexanik xususiyatlarini susaytirib yuborishi mumkin. Qizigan izolyasiya sovuq sovuq izolyasiyaga qaraganda tezroq eskirib, elektr mashinalari va apparatlarining xizmat muddatini keskin qisqartiradi. Elektr simlarning ortiqcha qizib ketmasligi uchun ma'lum ko'ndalang kesimga ega bo'lgan o'tkazgichdan o'tadigan uzoq vaqtli turg'un nagruzka tokining miqdorini aniqlash kerak bo'ladi.

Amaliy hisoblashlarda turli ko'ndalang kesimga ega bo'lgan elektr simlar chegaraviy nagruzka toklarining qiymatlari ko'rsatilgan tayyor jadvallardan foydalaniladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun quyidagi savollar beriladi:

1. Elektr tokining mavjud bo'lish shartlarini tushuntiring?
2. Elektr zanjiri deb nimaga aytiladi?
3. Zanjirning bir qismi uchun va berk zanjir uchun Ohm qonunlarini tushuntiring?
4. Qarshilik va solishtirma qarshilik haqida ma'lumot bering.
5. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlari haqida nimalar bilasiz?
6. Elektr tokining ishi va quvvati deganda nimani tushunasiz?
7. Elektr yurituvchi kuchi nima?
8. Elektr energiya iste'molchilari va manbalariga misollar keltiring.
9. Elektr tokining issiqlik ta'sirini tushuntiring.

Mavzu: Uch fazali tok.

Reja:

1. Uch fazali tok haqida umumiy ma'lumotlar.

2. Uch fazali EYuK, kuchlanish va tok sistemasini hosil qilish.

Darsning maqsadi: Talabalarda uch fazali o'zgaruvchan tok haqidagi umumiy ma'lumotlar, uch fazali EYuK, kuchlanish va tok sistemasini hosil qilishga oid bilimlarni shakllantirish. Talabalarda mustaqil fikrlashni shakllantirish.

Uch fazali tok haqida umumiy ma'lumotlar

Bir fazali tok o'zgaruvchan tokning barcha afzalliklariga ega bo'lishiga qaramay, xalq xo'jaligida keng qo'llanilishiga uning ayrim kamchiliklari to'sqinlik qiladi. Masalan, bir fazali tok yordamida aylanuvchi magnit maydonini hosil qilib bo'lmaydi. Bunday maydon esa o'zgaruvchan tokda ishlovchi barcha dvigatellarning "yuragi" hisoblanadi. Texnologik qurilmalarni harakatga keltirish uchun ishlatishga qulay va ishonchli bo'lgan katta quvvatli o'zgaruvchan tok dvigatellarini yaratish esa faqat ko'p fazali tok orqali amalga oshiriladi.

Uch fazali sistemaning barcha elementlarini dastlab mashhur rus injener-ixtirochisi M.O.Dolivo-Dobrovolskiy (1861-1919) ishlab chiqqan edi. U qisqa vaqt davomida uch fazali qurilmalarni: aylanuvchi magnit maydonli generator (1888), rotor chulg'ami qisqa tutashadigan asinxron dvigatel (1889), transformator va b. yaratdi. Jahon elektrotexnika ko'rgazmasida birinchi marta 175 km masofaga elektr uzatishning uch fazali liniyasini namoyish etdi.

Elektr zanjirlarining uch fazali sistemasini uchta zanjirning to'plamidan iborat bo'lib, ularda bir xil chastotali, bir-biriga nisbatan faza jihatdan siljigan va umumiy energiya manбайдan hosil bo'ladigan uchta sinusoidal EYuK ta'sir etadi.

Elektr zanjirlarining alohida fazalari elektr jihatdan bir-biriga ulangan uch fazali sistemasini **uch fazali zanjir** deyiladi.

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

1. Elektr energiyasini uch fazali tok sistemasini yordamida uzoq masofalarga uzatish uni fazalar soni boshqacha bo'lgan o'zgaruvchan tok bilan uzatishga qaraganda iqtisodiy jihatdan birmuncha tejimli hisoblanadi. Chunki elektr

energiyasi uch fazali tok sistemasi bilan uzatilganda uzatish liniyalariga sarf qilinadigan rangli metall uni bir fazali tok sistemasi bilan uzatishdagiga qaraganda 25% kam sarf bo'ladi.

2. Uch fazali tok sistemasining asosiy elementlari hisoblangan uch fazali asinxron dvigatelъ va transmatorlarning tuzilishi oddiy, ishlatishga qulay bo'lib, ishonchliligi va tejamliligi nisbatan yuqoridir.

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

4. Agar uch fazali EYuK (yoki kuchlanish) sistemasiga simetrik nagruzka ulangan bo'lsa, uning oniy quvvati 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 (1-rasm.a) qo'zg'almas stator va uning ichida aylanuvchi rotordan iborat.

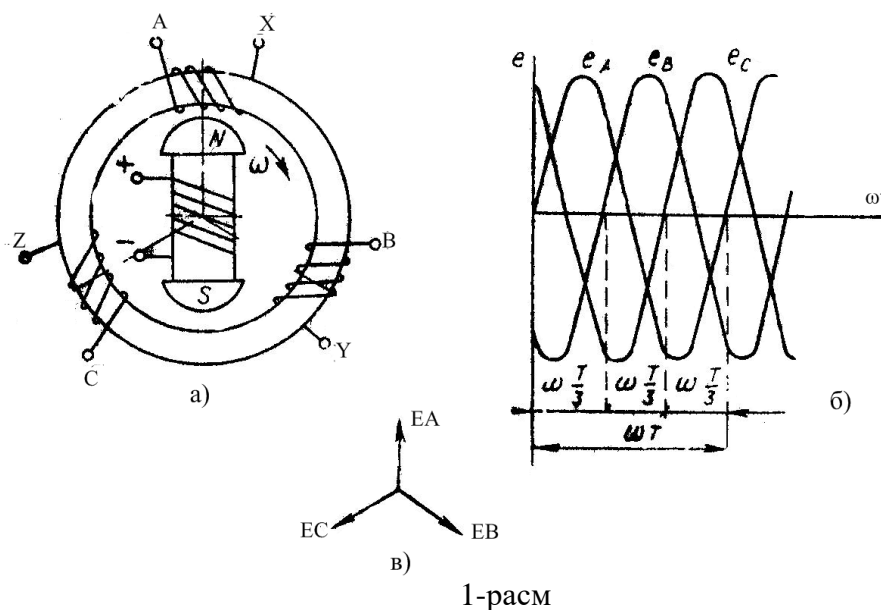
Statorning pazlariga (ariqchalariga) o'ramlar soni o'zaro teng bo'lgan va birbiridan faza bo'yicha 120^0 ga siljigan (yoki T/3 davrga farq qilgan)

A-X; V-Y; C-Z; uchta chulg'amlar joylashtirilgan. CHulg'amlarning bosh uchlari A, V,S va oxirgi uchlari X, Y, Z, harflari bilan belgilangan. Har bir chulg'am uch fazali generatorning alohida fazasi hisoblanadi*.

**“Faza atamasi ikki xil ma'noga ega sinusoidal o'zgaruvchan kattaliklarning oniy qiymatini aniqlovchi faza burchagi hamda uch fazali zanjirlarning tashkiliy qismi”.*

Bu chulg'amlarda(fazalarda) induktsiyalangan EYuKlarning ta'sir etuvchi qiymatlari Ye_A , Ye_V va Ye_S harflari bilan belgilanadi.

Rotor o'zgarmas magnit (elektromagnit)dan yasalgan bo'lib, mashinaning asosiy magnit maydonini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Unga o'ralgan "uyg'otish



1-pacm

chulg'ami"dan o'tadigan tok yordamida rotorning magnit maydonini boshqarish mumkin.

Rotor o'zgarmas burchak tezligi ω bilan aylanganda uning magnit kuch chiziqlari statorning har bir chulg'amida (fazasida) elektromagnit induktsiyasi qonuniga ko'ra, amplituda va chastotalari bir xil bo'lgan, ammo bir-biridan faza bo'yicha $2\pi/3$ ga (yoki $T/3$ davrga farqlanuvchi) quyidagi sinusoidal o'zgaruvchan EYuK larni induktsiyalaydi:

$$\begin{aligned}
 e_A &= E_m \sin \omega t \\
 e_B &= E_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \\
 e_C &= E_m \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Bu ifodalarga mos grafiklar 1-rasm, b da ko'rsatilgan.

1 ifodadan uch fazali EYuK lar sistemasining simmetrikligi ko'rinib turibdiki. Yuqoridagiga o'xshash yo'l bilan uch fazali kuchlanish va tok sistemi uchun ham quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$u_A = U_m \sin \omega t$$

$$u_B = U_m \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_C = U_m \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

$$i_A = I_m \sin \omega t$$

$$i_B = I_m \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$i_C = I_m \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Demak, uch fazali EYuK, kuchlanish 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 EYuKlarning (yoki toklarning) simmetrik sistemasi deyiladi. EYuKlarning simmetrik sistemasida uchala faza EYuK lari oniy qiymatlarining yig'indisi istalgan lahzada nolga teng. Masalan, grafikdan (1-rasm, b) foydalanib, t_1 vaqt uchun quyidagini yozish mumkin:

$$e_A + e_B + e_C = E_m - \frac{1}{2}E_m - \frac{1}{2}E_m = 0$$

SHuningdek, grafikdan ko'rinadiki (3.1-rasm, b), har bir faza EYuK lari o'zlarining maksimumlariga $T/3$ davr o'tib erishadi. Shunga ko'ra, EYuK vektorlari $\bar{E}_A, \bar{E}_B, \bar{E}_C$ larning geometrik yig'indisi (1-rasm, v)

$$\bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0$$

bo'lib, qirrali simmetrik yulduz shaklini tashkil etadi.

1-rasm, b va v dagi grafik haqida vektorlar diagrammasi generator rotorining soat mili harakati yo'nalishida aylanishiga mos keladi. Bunda hosil bo'lgan fazalarning A-V-S ketma-ketligi (almashinuvi) fazalarning to'g'ri ketma-ketligi deyiladi. 1-rasm, v da ko'rsatilgan vektor diagrammada esa EYuK vektorlari o'zining effektiv qiymatlarida ifoda qilingan.

Adabiyotlar:

1. A.S.Karimov va boshqalar. “Elektrotexnika va elektronika asoslari”, T.: O’qituvchi, 1995 y. 464 b.
2. F.E.Evdokimov “Umumiy elektrotexnika”, T.: O’qituvchi, 1995 y. 388 b.
3. A.I.Xonboboev, N.A.Halilov “Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari”, T.: O’zbekiston, 2000 y. 445 b.
4. S.Tursunov, J.Kamolov “Umumiy fizika kursi” (Elektr va magnetizm), T.: O’qituvchi, 1996 y. 280 b.
5. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov, S.G.Bleyxman, V.A.Popov “Elektrotexnika va elektronika asoslari”(masalalar to’plami va laboratoriya ishlari), T.: O’qituvchi, 1989 y, 244 b.
6. A.Raximov. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Namangan-2003.

Mavzu: Uch fazali tokning aylanuvchan magnit maydonini tuzilishi va belgilanishi.

REJA:

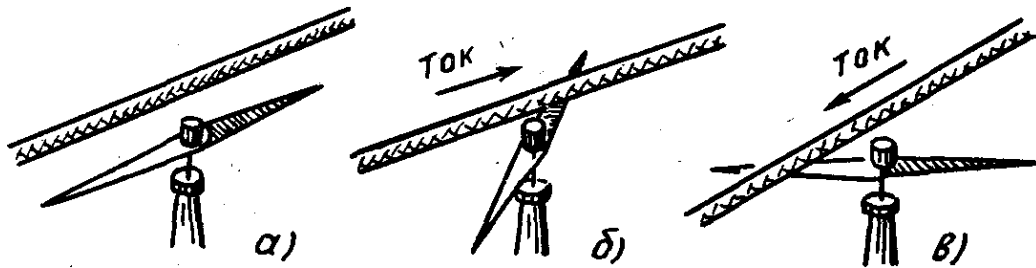
1. Uch fazali tokning aylanuvchan magnit maydonini tuzilishi va belgilanishi.
2. Magnit maydon induktsiyasi, magnit oqimlar ifodalari.
3. Natijaviy magnit maydon oqimini hosil qilish.
4. Aylanuvchi magnit maydoni.

Darsning maqsadi: talabalarda uch fazali tokning aylanuvchan magnit maydonini tuzilishi va belgilanishi. Magnit maydon induktsiyasi, magnit oqimlar ifodalari. Natijaviy magnit maydon oqimini hosil qilishni o’rgatish.

Harakatsiz turgan elektr zaryadlari orasida hosil bo’luvchi o’zaro ta’sir har bir zaryad atrofida mavjud bo’lgan elektr maydoni orqali o’zatilib, Kulon qonuni bilan aniqlanar edi.

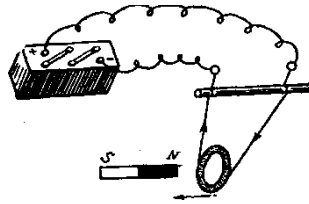
Endi 1820 yillarda daniyalik olim Ersted tomonidan o’tkazilgan, elektr hodisalari bilan magnit hodisalari orasidagi bog’lanishni ko’rsatuvchi tajribalar bilan tanishib chiqaylik.

1. Halkasimon o’tkazgich olib, undan tok o’tkazamiz va unga ipak ipga osilgan zaryadlangan A sinash sharchasini yaqinlashtiramiz (1-rasm). Sharchaga halqa tomonidan ta’sir etuvchi hech qanday kuchni sezmaymiz. Demak, tokli o’tkazgichdan tashqarida elektr maydoni hosil bo’lmay, balki o’tkazgichdan o’zgarmas tok o’tganda hosil bo’luvchi elektr maydoni butunlay o’tkazgich ichiga joylashgan bo’lar ekan.



1-rasm.

2. Magnit strelka olib, uning o'qi bo'ylab sim tortaylik (1-a rasm). Simdan tok o'tganda magnit strelkasi o'zining dastlabki vaziyatidan og'adi (1-b rasm). Agar tokning yo'nalishini o'zgartirsak, magnit strelkasining og'ish yo'nalishi ham o'zgaradi (1-v rasm).



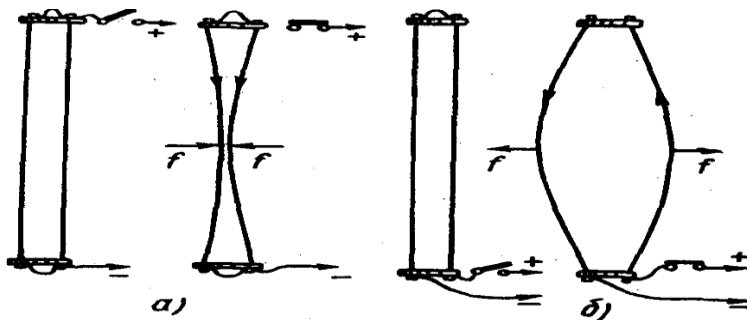
2-rasm.

Tajribaga asoslanib tokli o'tkazgich atrofidagi fazoda magnit strelkasini harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta'sir qiladi, degan xulosaga kelamiz.

3. Elastik simga izolyasiyalangan simdan qilingan g'altakni osib, undan tok o'tkazamiz va unga magnitni yaqinlashtiramiz (2-rasm). G'altakdan o'tayotgan tokning yo'nalishiga qarab g'altakning magnitga tortilishini yoki undan itarilishini ko'ramiz.

Tajriba magnit va tokli o'tkazgich atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichni harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta'sir qilishini ko'rsatadi.

4. Ikkita elastik to'g'ri simni bir-birita parallel qilib vertikal ravishda



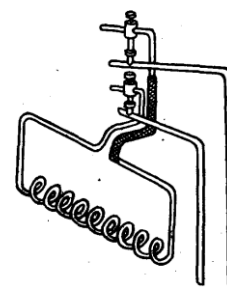
112-расм.

o'rnatamiz. Shu simlardan tok o'tkazsak, ular bir-biriga ta'sir qiladi. Agar toklar qarama-qarshi yo'nalishlarda bo'lsa, o'tkazgichlar itarishadi (3-b rasm), toklar bir yo'nalishda bo'lsa, o'zaro tortishadi (3- a rasm).

5. Agar metall o'tkazgichlarni suyultirilgan kislota eritmasi bilan

tuldirilgan shisha nay bilan to'ldirib, unga metall sim tushirib tok o'tkazsak hamda simlarni ulanish qutblarini almashtirib tursak, nay yonida turgan magnit strelkasining holati tok yo'nalishi o'zgarishiga qarab o'zgarishini ko'ramiz. Demak, bu holda ham magnit strelkasiga ta'sir etuvchi kuch mavjud bo'lar ekan.

6. Amper uzun to'g'ri simdan yasalgan g'altak (solenoid) ni shunday o'rnatadiki, unga tashqi ta'sir bo'lganda erkin siljiy oladi. U solenoiddan tok o'tkazib, uning bir uchiga to'g'ri doimiy magnitning shimoliy qutbini yaqinlashtirsa, undan itariladi, janubiy qutbini yaqinlashtirsa esa yaqinlashganini, ya'ni tortilganini kuzatadi. Bu vaqtda tokli solenoid xuddi to'g'ri magnitdek ta'sirlashganligini ko'ramiz. Maydon yo'nalishini keyingi paragrafda qanday aniqlashini ko'ramiz. Tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siriga o'zaro magnit ta'sir deyiladi.



113-рasm.

Demak, yuqoridagi tajribalarga asoslanib, tokli o'tkazgichlar atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichlarni harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta'sir qiladi degan xulosaga kelamiz.

Bu tajribalarning hammasi toklar o'zaro ta'sir etganda, magnit tokka yoki tok magnitga ta'sir qilganda namoyon bo'ladigan kuchlarning tabiati bir xil degan xulosaga olib keladi. Bu kuchlar magnit kuchlari deyiladi.

Tinch holatda turgan elektr zaryadlari atrofidagi fazoda elektr maydon hosil bo'lgani kabi, toklar atrofidagi ham tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi materiyani maxsus shakli bo'lgan magnit maydon hosil bo'ladi. Mana shu magnit maydonlar magnit kuchlarining manbaidir.

Bu o'tkazilgan tajribalardan ko'rinadiki, elektr toki, ya'ni xarakatlanayotgan elektr zaryadlari mavjud bo'lgan hamma erda magnit maydonlari ham bo'ladi. Demak, elektr toki bilan magnit maydonni bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Magnit maydonni tok (harakatlanayotgan zaryad) hosil qiladi; magnit maydonning mavjud ekanligi tokka (harakatlanayotgan zaryadga) ta'siri orqali aniqlanadi. Bu magnit maydonning asosiy xususiyatlaridir. O'tkazgichda tok hosil bo'lgandagina magnit maydon vujudga kelganidan, tokni ko'pincha, magnit maydon manbai deb qaraladi.

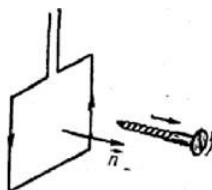
Magnit maydon modda emas, balki alohida zarralardan mujassamlangan moddadan tamomila farkli ravishda materiyani fazoda uzluksiz mavjud bo'lgan turidir.

Magnit maydon materiya bo'lgani uchun energiyaga ega. Magnit maydon energiyasi fazoda uzluksiz taqsimlangan. Tokli o'tkazgichlarning magnit maydoni cheksizlikka deyiladi, biroq masofa ortishi bilan magnit kuchlari juda tez zaiflashadi. SHuning uchun amalda magnit kuchlarining ta'sirini tokli o'tkazgichga yaqin masofalardagina sezish mumkin.

Magnit maydon induksiya vektori. Elektrostatikada biz elektrostatik maydonning xossalari, nuqtaviy zaryad, ya'ni o'lchamlari shu maydonni hosil qilayotgan zaryadlarga bo'lgan masofalarga nisbatan kichik bo'lgan jismlarda



4-рasm.



5-рasm.

to'plangan zaryad yordamida o'rgandik. Magnit maydonning xossalari esa shu maydonning tokli berk yassi konturga ko'rsatadigan ta'siriga qarab o'rganamiz. Bunday kontur ramka deb ataladi. Bu konturning o'lchamlari magnit maydonni vujudga keltirayotgan

toklar oqayotgan o'tkazgichlargacha bo'lgan masofaga nisbatan kichik bo'lishi kerak. Magnit maydonni tekshirish uchun buralish deformatsiyasini seza oladigan, ingichka elastik simga osib qo'yilgan ramkadan foydalanamiz.

Tajriba, tokli ramka tokli o'tkazgich yaqiniga joylashtirilganda tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydon ramkaga orientirlovchi ta'sir ko'rsatishi natijasida uni ma'lum burchakka burilishini ko'rsatadi. Masalan, uzun to'g'ri sim orqali I tok oqayotguk bo'lsin (4-rasm). Bunday sim yaqiniga keltirilgan I_1 tok o'tayotgan ABCD ramka burilib, sim orqali o'tuvchi $A_1—ABCDD_1$ tekislik bo'ylab joylashgan. Bunda ramkaning orientirlanishi undagi tokning yo'nalishiga bog'liq bo'ladi, ramkadagi I_1 tokning yo'nalishi o'zgarganda ramka 180° ga buriladi. Ramkaning magnit maydonda muayyan tarzda orientirlanish hodisasi magnit maydonning o'zi ham yo'nalishga ega ekanligini bildiradi. Demak, magnit maydonni xarakterlaydigan kattalik vektor bo'lishi va bu vektorning yo'nalishi ramka yoki magnit strelkasi egallaydigan yo'nalishga bog'liq bo'lishi kerak. Magnit maydonni xarakterlaydigan bu vektor kattalik magnit induksiya vektori deb ataladi.

Magnit induksiya vektorining ramka turgan joydagi yo'nalishi uchun ramka tekisligiga o'tkazilgan normalning musbat joylashadigan yo'nalishi qabul qilingan. Normalning uchidan qaralganda ramkadagi tok soat strelkasi harakatiga teskari yo'yalgan holda ko'rinsa (5-rasm), bu yo'nalishni normalning musbat yo'nalishi deb qabul qilinadi. Boshqacha aytganda, normalning musbat yo'nalishi qilib parma dastasining harakat yo'nalishi ramkadan oqayotgan tokning yo'nalishi bilan mos bo'lgan parma (o'ng vint)ning ilgarilanma harakat yo'nalishi qabul qilingan.

Maydon ta'sirida ramkaning orientirlanishi magnit maydonda ramkaga juft kuch ta'sir qilishini ko'rsatadi. Tajriba bu juft kuch momentining kattaligi magnit maydonni vujudga keltirayotgan toklarga va ularning vaziyatiga, shuningdek, ramkaning xossalari: o'lchamlari, orientirlanishi va undan o'tayotgan tok kuchiga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Ma'lum kattalikdagi tok o'tayotgan ramkaga o'tkazilgan normal, magnit maydon bo'ylab yo'nalganda ramkaga ta'sir qilayotgan juft kuch momenti nolga teng bo'ladi. Ramkaga o'tkazilgan normal magnit maydonga perpendikulyar yo'nalganda esa juft kuch momenti maksimal qiymatga erishadi.

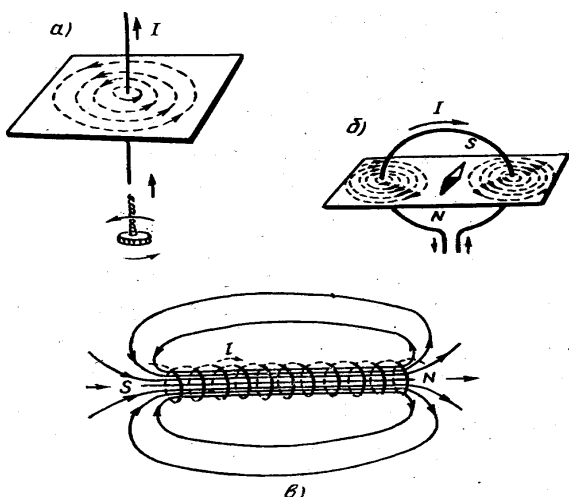
Tajribada juft kuchlar momentining maksimal qiymati M_{\max} ramkadagi I tok kuchiga hamda ramkaning S yuziga proporsional ekanligiga ishonch hosil qilish oson, ya'ni

$$M_{\max} \sim IS$$

Tajribada topilgan bu asosiy faktdan magnit maydonni miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun foydalanish mumkin. Haqiqatan ham

$$B = \frac{M_{\max}}{IS} \quad (1)$$

nisbat ramkaning xossalriga bog'liq bo'lmay fazoning aniq bir nuqtasida magnit maydonni xarakterlaydi. Bu kattalik magnit maydon induksiya vektori deb ataladi.



Bu kattalik \vec{B} harfi bilan belgilanadi. Kuch momenti kuch bilan elkaning ko'paytmasiga teng ekanligini hisobga olsak, bu formulani kuch orqali ifodalashimiz mumkin bo'ladi va $B = \frac{F}{Il}$ ko'rinishini oladi. Agar o'tkazgichning dl elementar qismini olsak, uning hosil qilgan maydon induksiyasi ham elementar bo'lib quyidagicha ifodalanadi:

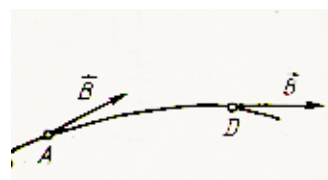
$$dB = \frac{dF}{Il}$$

Magnit maydon induksiya vektori magnit maydonni to'liq tavsiflaydi, chunki fazoning har bir nuqtasi uchun bu vektorning son qiymati va yo'nalishini topish mumkin.

SI sistemasida magnit maydon induksiya birligi qilib shunday magnit maydonning induksiyasi qabul qilinadiki, bu maydonda yuzi 1 m^2 bo'lgan ramkadan 1 A tok o'tganda ramkaga maydon tomonidan $1 \text{ H} \cdot \text{m}$ moment bilan ta'sir ko'rsatiladi. Magnit maydon induksiyasining bu birligi Tesla sharafiga tesla (Tl), deb ataladi. Shunday qilib,

$$1 B = \frac{1 \text{ H} \cdot \text{m}}{1 \text{ A} \cdot \text{m}^2} = 1 \frac{\text{H}}{\text{mA}} = 1 \text{ тесла} = 1 \text{ Tл}$$

Elektr maydonning kuch xarakteristikasi bo'lib maydon kuchlanganligining \vec{E} vektori hisoblansa, magnit induksiya \vec{B} vektori magnit maydonning kuch xarakteristikasi bo'lib hisoblanadi.



116-расм.

Elektrostatikada elektrostatik maydon kuchlanganlik chiziqlari orqali tasvirlangani kabi magnit maydonni ham magnit maydon induksiya chiziqlari orqali tasvirlash mumkin.

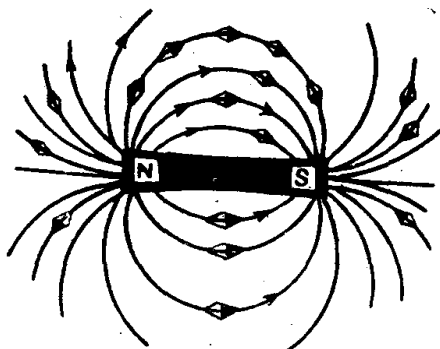
Magnit maydon induksiya chiziqlari deb shunday chiziq'larga aytiladiki, ularga o'tkazilgan urinmalar maydonning har bir nuqtasida \vec{B} vektor bilan bir xil yo'nalgan bo'ladi (6-rasm).

Parma koidasidan foydalanib, turli xususiy xollarda magnit maydon kuch chiziqlarining manzarasini aniqlashimiz mumkin. Misol tariqasida tokli to'g'ri o'tkazgichning magnit maydon uchun magnit induksiya chiziqlarini yasaymiz: agar parmaning ilgari lanma harakatini tok bilan bir xil yo'naltirsak, u holda parma dastasining aylanish yo'nalishi magnit induksiya chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi (7-a rasm).

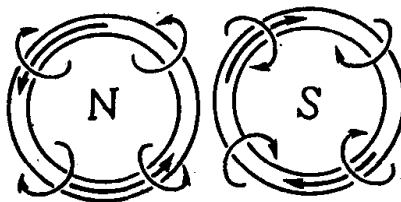
To'g'ri tok magnit maydonining induksiya chiziqlari markazlari o'tkazgich o'qida joylashgan konsentrik aylanalardan iborat bo'lib, bu aylanalarda o'tkazgich o'qiga perpendikulyar tekislikda yotadi. Aylanalarga o'tkazilgan strelkali chiziqlar mazkur kuch chiziqlariga urinma bo'lgan \vec{B} induksiya vektorining yo'nalishini

ko'rsatadi. Elektr maydon kuchlanganligining chiziqlari kabi magnit induksiya chiziqlari shunday o'tkaziladiki, ularning zichligi magnit maydon induksiya vektorining shu joydagi qiymatini xarakterlaydi.

Yuqorida ko'rsatilgan usul bilan aylanma tokning (7-b rasm), solenoid (tokli g'altak) ning (7-v rasm) va toroid (markazlari aylana bo'ylab joylashgan bir xil aylanma toklar sistemasi) ning (7-g rasm) magnit induksiyasi chiziqlarining manzarasini aniqlash mumkin. Solenoidning ichki qismida magnit maydonni bir jinsli deyish mumkin. Toroidning magnit maydoni faqat uning ichki qismida mujassamlangan bo'ladi.



118-pacm.



119-pacm.

Solenoidning magnit maydoni (solenoid tashqarisidagi maydon) bilan doimiy magnit maydoni orasida o'xshashlik bor (8-rasm). Shartli ravishda kuch chiziqlari g'altakning bir uchidan chiqib, ikkinchi uchiga kiradi,

deb hisoblash mumkin. Doimiy magnitning kuch chiziqlari chiqadigan uchi magnitning shimoliy qutbi (bu qutb N harfi bilan belgilanadi), kuch chiziqlari kiradigan ikkinchi uchi esa janubiy qutbi (bu qutb S harfi bilan belgilanadi) deb ataladi. Tokli har qanday g'altakning ham ikkita magnit qutbi bo'ladi (7-v rasmga qarang). G'altak o'ramlaridagi tokning yo'nalishi ma'lum bo'lsa, magnit qutblarini parma qoidasi aso-sida aniqlash mumkin.

G'altakning bir uchiga qaralganda g'altak o'ramlaridagi tok soat strelkasi harakatyaga teskari yo'nalishda oqadigan bo'lib ko'rinsa, g'altakning bu uchi shimoliy qutb bo'ladi (9-a rasm). G'altakning ikkinchi uchi janubiy qutb bo'lib, uning bu uchiga qaralganda tok g'altak o'ramlaridan soat strelkasi harakati yo'nalishida oqadi (9-b rasm). G'altakning qutblarini o'zgartirish uchun undagi tokning yo'nalishini o'zgartirish kifoya. Ayni bir aylanma tok ikki qarama-qarshi tomondan (bir tomondan qaraganda soat strelkasi harakati bo'yicha, ikkinchi tomondan unga qarama-qarshi oquvchi tok sifatida) ta'sir etadi. Bu magnit qutblari faqat juft holda mavjud bo'lishini va biror usul bilan bitta qutb hosil qilish mumkin emasligini bildiradi.

Tokli o'tkazgichlarning atrofida magnit maydon mavjud ekanligini temir kukunlar yordamida aniqlash mumkin. Magnit maydonda temir kukunlarini tashkil qilgan temir parchalari kichkina magnit strelkalari vazifasini bajaradi. Magnit maydonga joylashtirilgan magnit strelka shunday vaziyatni oladiki, bu vaziyatda uning o'qi (qutblardan o'tuvchi yo'nalish) shu strelka joylashgan nuqtadagi maydon yo'nalishi bilan moc tushadi. Shuning uchun magnit maydonga kiritilgan temir kukunlarining joylashishi maydonning xarakterini ko'rsatadi.

Magnit induksiyasi chiziqlarining muhim xususiyati shundan iboratki, ularning boshlanishi ham oxiri ham bo'lmaydi. Ular hamisha berk bo'ladi.

Aylanuvchi magnit maydoni. Uchta chulg'am orqali fazalari $\frac{1}{3}T$ ga siljigan bir xil amplitudali va bir xil chastotali sinusoidal toklar o'tadi.

Bu toklar hosil qilgan magnit maydonlarining magnit induktsiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$B_A = B_m \sin \omega t$$

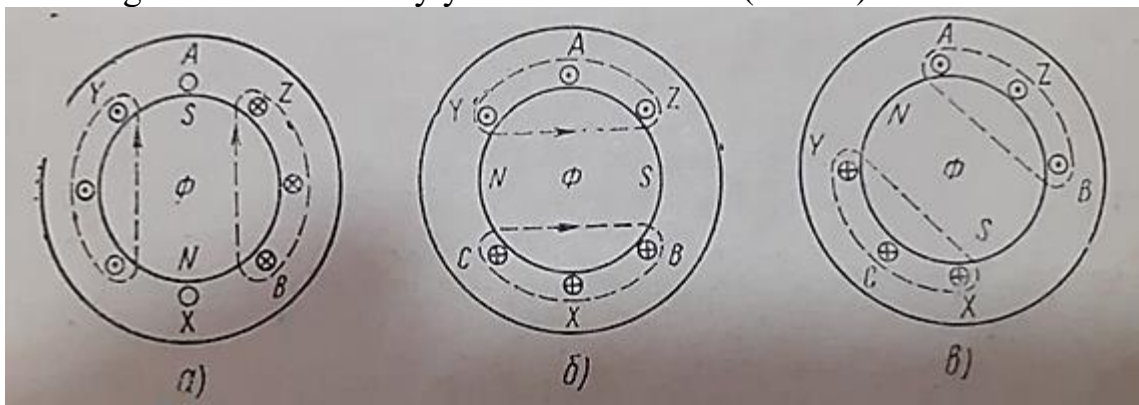
$$B_B = B_m \sin (\omega t + 180^\circ)$$

$$B_C = B_m \sin (\omega t + 270^\circ)$$

bu yerda B_m -xar bir chulg'am o'qi bo'ylab yo'nalgan magnit induktsiyasini maksimal qiymati.

Uchala magnit maydon uchala chulg'amlar sistemasida bir vaqtda ta'sir yetadi. Natijada alohida magnit maydonlari yemas, balki teng ta'sir yetuvchi yagona magnit maydon hosil bo'ladi.

Uch fazali chulg'am hosil qilgan magnit maydonning har xil paytdagi yo'nalishini aniqlaylik $t = 0$ bo'lganda, A-X chulg'amda tok nolga teng. B-Z chulg'amdagi tok manfiy C-Y chulg'amda esa tok musbat. Demak bu paytda A va X o'tkazgichlarda tok bo'lmaydi; C va Y o'tkazgichlarda tok musbat yo'nalishda, B va Z o'tkazgichlarda tok manfiy yo'nalishda bo'ladi (a-rasm).



a, b, v – turli vaqt oralig'i da uch fazali chulg'amning magnit maydoni.

Shunday qilib, $t=0$ bo'lganda C va Y o'tkazgichlarda tok biz tomonga B va Z o'tkazgichlarda esa chizma t yekisligiga qarab yo'naladi. Tok bunday yo'nalganda hosil bo'lgan magnit maydonning magnit chiziqlari parma qoidasiga muvofiq, pasdan yuqoriga yo'naladi, stator ichki aylanasining pastki qismida shimoliy qutb, yuqori qismida esa janubiy qutb joylashadi.

t_1 paytda tok A fazada musbat B va C fazalarda manfiydir. Demak Y, A va Z o'tkazgichlarda tok biz tomonga C, X va B o'tkazgichlarda esa biz tomondan chizmaga qarab yo'naladi (b-rasm) va magnit maydonning magnit chiziqlari

o'zining boshlang'ich yo'nalishiga nisbatan soat strelkasi yo'nalishida 90^0 ga burilgan bo'ladi.

t_2 paytda A va B fazlarda tok musbat, C fazada esa manfiydir. Demak A va B o'tkazgichlarda bir tomonga, C, X va Y o'tkazgichlarda esa chizmaga yo'nalgan va magnit maydonning magnit chiziqlari o'qi boshlang'ich yo'nalishlarga nisbatan yanada kattaroq burchakka burilgan bo'ladi (v-rasm).

Nazorat savollari:

1. Doimiy magnitni tushuntirib bering?
2. Magnit maydon deganda nimani tushunasiz?
3. Magnit maydon induksiya vektori deganda nimani tushunasiz?
4. Tok elementi deganda nimani tushunasiz?
5. Toklarning magnitli o'zaro ta'sirlashuvi deganda nimani tushunasiz?
6. Aylanuvchi magnit maydoni.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kalashnikov S.G Oliy O'quv yurtlarining fizika ixtisosi bo'yicha darslik. O'qituvchi, Toshkent-1979, 615 bet.
2. Sivuxin D.V. Elektrichestvo, Uchebnoe posobie dlya studentov fizicheskix spetsialnostey visshix uchebnix zavedeniy. Nauka, M.-1977, 687 str.
3. Saxarov D.I. Oliy O'quv yurtlari uchun qo'llanma. O'qituvchi, Toshkent-1965, 365 bet.
4. Kashin. N.V. Kurs fiziki. t.II. Elektrichestvo i magnetizm, kolebaniya i volni. Uchebnoe posobie dlya studentov vtuzov. Visshaya shkola. M-1963 644 str
5. Savel'ev I.V. Umumiy fizika kursi. II qism. Oliy texnika O'quv yurtlari uchun qo'llanma. O'qituvchi, Toshkent-1976, 450 bet.
6. N. Sultanov "Fizika kursi", "Fan va texnologiya", nashriyoti, 2007.
7. O. Qodirov, A. Boydedayev "Fizika kursi", "O'zbekiston milliy kutubxonasi", nashriyoti, 2005.
8. B.F. Izbosarov, I.R. Komolov "Elektromagnetizm", "Iqtisod-moliya", nashriyoti, 2006.
9. S. Bozorova, N. Komolov "Fizika", "Aloqachi", nashriyoti, 2007.
10. J. Komolov, I Ismoilov va bosh. "Elektr va magnetizm", "Iqtisod-moliya", nashriyoti, 2007.
11. Raximov A. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Namangan nashriyoti 2003.

Мавзу: Уч фазали токнинг айланувчан магнит майдонинг тузилиши ва белгиланиши.

РЕЖА:

1. Уч фазали токнинг айланувчан магнит майдонини тузилиши ва белгиланиши.
2. Магнит майдон индукцияси, магнит оқимлар ифодалари.
3. Нативавий магнит майдон оқимини ҳосил қилиш.
4. Айланувчи магнит майдони.

Дарсинг мақсади:

Таълимий: талабаларда уч фазали токнинг айланувчан магнит майдонини тузилиши ва белгиланиши, магнит майдон индукцияси, магнит оқимлар ифодалари, нативавий магнит майдон оқимини ҳосил қилишни ўргатиш.

Тарбиявий: талабаларга уч фазали ток, унинг ижтимоий ҳаётдаги ва давлатимиз ривожланишидаги ўрни (экологик томонлари) тушунтирилади.

Ривожлантирувчи: талабалар токнинг айланувчан магнит майдонини тузилиши ва белгиланиши, магнит майдон индукцияси, магнит оқимлар ифодалари, нативавий магнит майдон оқимини ҳосил қилишни, инновацион гоё ва ишланмаларни қилишга мотивациялар бериш.

Учта чулғам орқали фазалари $\frac{1}{3}T$ га силжиган бир хил амплитудали ва бир хил частотали синусоидал токлар ўтади.

Бу токлар ҳосил қилган магнит майдонларининг магнит индукциялари куйидагича бўлади:

$$B_A = B_m \sin \omega t$$

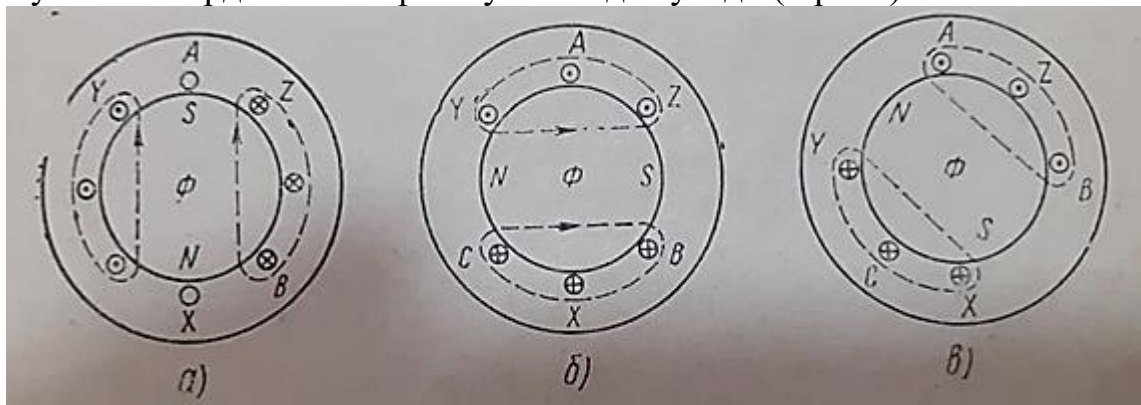
$$B_B = B_m \sin (\omega t - 180^\circ)$$

$$B_C = B_m \sin (\omega t - 270^\circ)$$

бу ерда B_m -хар бир чулғам ўқи бўйлаб йўналган магнит индукциясини максимал қиймати.

Учала магнит майдон учала чулғамлар системасида бир вақтда таъсир этади. Нативада алоҳида магнит майдонлари емас, балки тенг таъсир етувчи ягона магнит майдон ҳосил бўлади.

Уч фазали чулғам ҳосил қилган магнит майдоннинг ҳар хил пайтдаги йўналишини аниқлайлик $t = 0$ бўлганда, А-Х чулғамда ток нолга тенг. В-Z чулғамдаги ток манфий С-У чулғамда эса ток мусбат. Демак бу пайтда А ва Х ўтказгичларда ток бўлмайди; С ва У ўтказгичларда ток мусбат йўналишда, В ва Z ўтказгичларда ток манфий йўналишда бўлади (а-расм).



а, б, в – турли вақт оралиғи да уч фазали чулғамнинг магнит майдони.

Шундай қилиб, $t=0$ бўлганда С ва У ўтказгичларда ток биз томонга В ва Z ўтказгичларда эса чизма т екислигига қараб йўналади. Ток бундай йўналганда ҳосил бўлган магнит майдоннинг магнит чизиқлари парма коидасига мувофиқ, пасдан юқорига йўналади, статор ички айланасининг пастки қисмида шимолий қутб, юқори қисмида эса жанубий қутб жойлашади.

t_1 пайтда ток А фазада мусбат В ва С фазаларда манфийдир. Демак У, А ва Z ўтказгичларда ток биз томонга С, X ва В ўтказгичларда эса биз томондан чизмага қараб йўналади (б-расм) ва магнит майдоннинг магнит чизиқлари ўзининг бошланғич йўналишига нисбатан соат стрелкаси йўналишида 90^0 га бурилган бўлади.

t_2 пайтда А ва В фазларда ток мусбат, С фазада эса манфийдир. Демак А ва Б ўтказгичларда бир томонга, С, X ва У ўтказгичларда эса чизмага йўналган ва магнит майдоннинг магнит чизиқлари ўқи бошланғич йўналишларга нисбатан янада каттароқ бурчакка бурилган бўлади (в-расм).

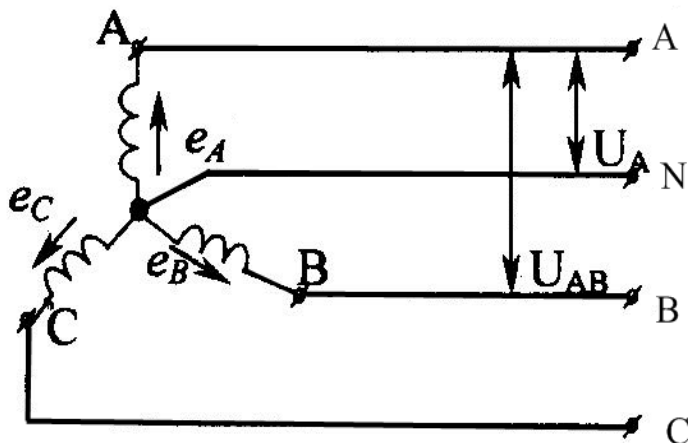
5-mavzu: Generator chulg'amlarini uchburchak va yulduz usulida ulash.

REJA:

1. Generator chulg'amlarini yulduz usulida ulash.
2. Generator chulg'amlarini uchburchak usulida ulash.
3. Istemolchilarni yulduz usulida ulash.
4. Istemolchilarni uchburchak usulida ulash.
5. Simmetrik uch fazali zanjirlarni hisoblash.

Darsning maqsadi: talabalarga generator cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak usullarida ulash, iste'molchilarni yulduz va uchburchak usulida ulash va simmetrik uch fazali zanjirlarni hisoblashni o'rgatish.

Generator chulg'amlarini yulduz usulida ulashda liniya simlari generator chulg'amlarining A, B va C uchlariga ulanadi. Chulg'amlarning X, Y, Z oxirlari generatorning **neytral yoki nol nuqtasi** deb ataladigan tugunga tutashtiriladi. Ana shu nuqtaga **neytral sim** ulanadi. (1-rasm.) Fazaning uchi bilan oxiri orasidagi kuchlanish **faza kuchlanish** deb ataladi va U_A , U_B yoki U_C orqali, umumiy holda U_Φ orqali belgilanadi. Har bir liniya simi bilan neytral sim orasida ham faza kuchlanishi bo'ladi.



1-rasm.

Agar generator chulg'amlarida kuchlanish tushishini e'tiborga olmasak, u holda faza kuchlanishlari faza EYuK lariga teng bo'ladi.

Cho'lg'amlarning boshlari (yoki ularga ulangan simlar) orasidagi kuchlanishlar **liniya kuchlanishlari** deb ataladi va U_{AB} , U_{BC} yoki U_{CA} orqali, umumiy ko'rinishda esa U_L orqali belgilanadi.

Birinchi fazaning oxiri X ikkinchi fazaning boshi bilan emas, uning oxiri Y bilan tutashtirilgan, shu sababli A va B simlar orasidagi liniya kuchlanishining oniy qiymati mos kuchlanishlarning yig'indisiga emas, balki ayirmasiga tengdir.

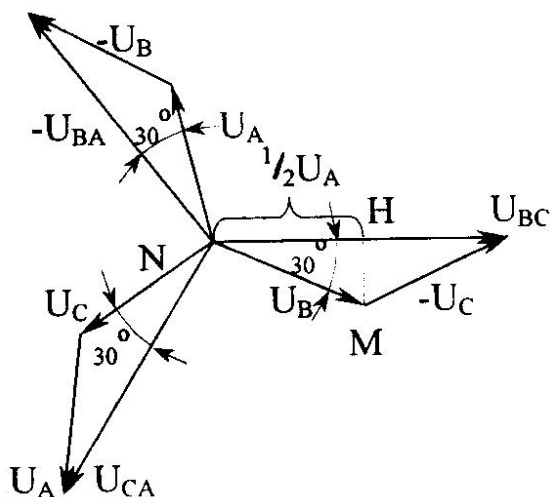
$$u_{AB} = u_A - u_B$$

Xuddi shunga o'xshash boshqa liniya kuchlanishlarining oniy qiymatlari

$$U_{BC} = U_B - U_C \text{ va } U_{CA} = U_C - U_A$$

Faza va liniya kuchlanishlari sinusoidal o'zgaradi, shu sababli bu kattaliklarning effektiv qiymatlari orasidagi munosabatlarni vektorlar diagrammasidan (2-rasm) topish mumkin.

Faza kuchlanishlarining vektorlari bir-birlariga nisbatan 120^0 ga burilgan. Liniya kuchlanishi vektori U_{AB} ni topish uchun faza kuchlanishining vektori U_A ga 180^0 ga burilgan U_B kuchlanish vektori qo'shiladi. Xuddi shu kabi liniya kuchlanish



2-rasm

vektori U_{BC} , U_B va U_C vektorlarining ayirmasi kabi, kuchlanish vektori U_{CA} , U_C va U_A vektorlarning ayirmasi kabi topiladi.

Liniya kuchlanishi vektori masalan, U_{BC} o'rtasidan perpendikulyar o'tkazib, ONM to'g'ri burchakli uchburchakni hosil qilamiz, bu uchburchakdan

$$\frac{1}{2}U_{\pi} = U_{\phi} \cos 30^0 = U_{\phi} \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_{\pi} = \sqrt{3}U_{\phi}$$

Shunday qilib, yulduz usulida ulaganda fazalar kuchlanishlarining simmetrik sistemasi uchun liniya kuchlanishining effektiv qiymati faza kuchlanishining effektiv qiymatidan $\sqrt{3}$ marta katta bo'lar ekan. Undan tashqari, vektorlar diagrammasidan ko'rinishicha (3) U_{AB} liniya kuchlanishi U_A faza kuchlanishidan 30^0 ga ilgari yuradi va U_{BC} hamda U_{CA} liniya kuchlanishlari mos U_B hamda U_C faza kuchlanishlaridan o'sha burchakka ilgari yuradi. Liniya kuchlanishlari vektorlari yulduzi faza kuchlanishlari vektorlari yulduziga nisbatan soat strelkasi aylanishiga teskari yo'nalishda 30^0 burchakka burilgandir.

Amalda uch fazali generatorlarning chulg'amlarini yulduz usulida ulash afzal ko'riladi.

Sababi: agar generatorning EYuK sinusoidal shaklidan chetga chiqsa, unda yuqori garmonik qismlar paydo bo'ladi va ularning oniy qiymatlarining yig'indisi nolga teng bo'lmaydi. Natijada, uchburchak usuli bilan ulangan generator chulg'amlarida yuklama yo'qligida ham toklar paydo bo'ladi. Bu toklar

chulg'amlarni qizitadi va generatorning foydali ish koeffitsientini pasaytiradi. Neytral sim ishlatilganda uch fazali zanjir to'rt simli bo'ladi. Bu esa faza va liniya kuchlanishlarini olishga imkoniyat beradi.

Generator chulg'amlarini uchburchak usulda ulash. Generator chulg'amlarini uchburchak usulida ulash uchun birinchi fazaning oxiri X ikkinchi fazaning boshi B bilan, ikkinchi fazaning oxiri Y uchinchi fazaning boshi C bilan, uchinchi fazaning oxiri Z birinchi fazaning boshi A bilan ulanadi (3-rasm). Bunda liniya kuchlanishlari faza kuchlanishlariga teng bo'ladi:

$$U_{AB} = U_A, U_{BC} = U_B, U_{CA} = U_C$$

Bu sxemada generatorning uchta chulg'ami kichik qarshilikli berk konturni tashkil qiladi. Iste'molchi yo'qligida bu konturdagi tok nolga teng bo'ladi (4, b-rasm) SHu vektor diagrammadan quyidagilarni chiqarish mumkin:

$$\bar{E}_A + \bar{E}_B = -\bar{E}_C$$

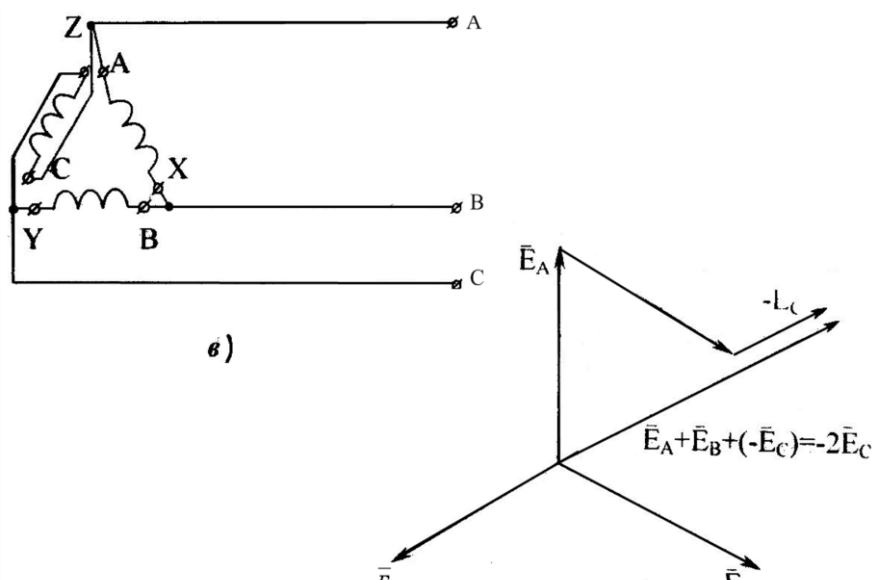
yoki

$$-\bar{E}_C + E_C = 0$$

Generator chulg'amlarini uchburchak usulida noto'g'ri ulash xavfli, chunki bunda ular EYuK larining geometrik yig'indisi nolga teng bo'lmaydi. Masalan, C fazada C va Z uchlarini o'zaro almashtirsak, generator chulg'amlari EYuK larining geometrik yig'indisi:

$$\bar{E}_A + \bar{E}_B + (-\bar{E}_C) = -\bar{E}_C - \bar{E}_C = -2\bar{E}_C$$

bo'ladi. Bu esa qisqa tutashuvning o'zginasidir (4 v, g-rasmlar)



Iste'molchilarni yulduz va uchburchak usulida ulash. Iste'molchilarning fazalarini manba manba fazalarini qanday sxemada ulanganligidan qat'iy nazar, yulduz usulida ulash mumkin

Iste'molchilarni yulduz usulida ulagan vaqtda uch fazali sistema to'rt simli (yorituvchi nagruzka) yoki uch simli (kuch nagruzkasi) bo'lishi mumkin.

Birinchi holda lampalar har bir liniya simi bilan neytral sim orasiga ulanadi (4-rasm). Bunda neytral sim iste'molchilarning alohida fazalaridagi kuchlanishlar bilan generatorning mos fazalaridagi kuchlanishlarning tengligini ta'minlaydi. Shunday qilib, iste'molchilarning ish sharoitlari xuddi bir fazali sistemadagidek qoladi.

Bunday usulda ulanganda (4-rasm) liniya simlaridagi toklar iste'molchi bilan generatorning mos fazalaridagi toklarga teng bo'ladi, ya'ni

$$I_{\phi} = I_{\pi}$$

Iste'molchilarning alohida fazalaridagi toklar ma'lum formulalarga asosan hisoblanadi:

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A}; I_B = \frac{U_B}{Z_B}; I_C = \frac{U_C}{Z_C}.$$

Faza toklarining faza kuchlanishlariga nisbatan siljish burchaklari ularning kosinuslari orqali topiladi:

$$\cos\varphi_A = \frac{R_A}{Z_A}; \cos\varphi_B = \frac{R_B}{Z_B}; \cos\varphi_C = \frac{R_C}{Z_C}.$$

bu yerda $R_A, R_B, R_C, Z_A, Z_B, Z_C$ lar iste'molchilar fazalarining aktiv va to'la qarshiliklari.

Kirxgofning birinchi qoidasiga binoan neytral simdagi tokning oniy qiymati faza toklari oniy qiymatlarining yig'indisiga teng.

$$i_N = i_A + i_B + i_C.$$

Neytral simdagi tokning vektori faza toklari vektorlari yig'indisi sifatida aniqlanadi.

$$I_N = I_A + I_B + I_C$$

Neytral simning ko'ndalang kesimi liniya simlarining ko'ndalang kesimiga teng (yoki bir oz kichikroq) qilib olinadi, chunki neytral sim orqali o'tadigan tok liniya simlaridagi toklarga qaraganda kichikroq bo'ladi.

Bordi-yu iste'molchilarning fazalari qarshiliklari turlicha bo'lsa, neytral sim borligida iste'molchilarning har bir fazadagi kuchlanishi $\frac{U_{\text{fl}}}{\sqrt{3}} = 0,58U_{\text{fl}}$; bu esa iste'molchining nominal kuchlanishidir. Neytral sim uzilsa, iste'molchilarning fazalaridagi kuchlanish o'zgarib ketadi. Iste'molchining kichikroq qarshilikli fazasida kuchlanish kamayib ketadi va $R_{\phi} = 0$ bo'lsa, hatto nolga ham tenglashib qolishi mumkin. Qarshiligi kattaroq bo'lgan fazada kuchlanish ortib ketadi va U_{fl} ga tenglashib qolishi ham mumkin; bunga aslo yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki u iste'molchining nominal kuchlanishidan $\sqrt{3}$ marta katta va yuklama yoritgichdan iborat bo'lsa, bu fazaga ulangan lampalar kuyib ketadi. Neytral simning uzilib

qolishiga yo'l qo'ymaslik uchun uning zanjiriga saqlagichlar va viklyuchatellar qo'yilmaydi.

Agar fazalar qarshiligi bir xil (masalan, elektrodvigatel) va generatorning faza EYuK lari simmetrik bo'lsa, u holda faza toklari o'zaro teng va mos faza kuchlanishlaridan bir xil burchaklarga siljigan, ya'ni toklar sistemasi ham simmetrik bo'ladi. Bu holda neytral simdagi tok, u faza toklari yig'indisiga teng, nolga teng bo'ladi va bu simni ishlatish uchun zarurat qolmaydi. Uni uzib qo'yish mumkin va natijada biz uch fazali uchta simli sistemaga ega bo'lamiz.

Simmetrik uch fazali zanjirlarni hisoblash. Uch fazali zanjirni hisoblash masalasi iste'molchi fazalaridagi, liniya kuchlanishlari, fazalarning qarshiliklari berilgan bo'lsa, iste'molchining har qaysi fazasidagi va umumiy quvvatni aniqlashdan iborat. Bunga teskari masala ham qo'yilishi mumkin.

Simmetrik zanjirda iste'molchi fazalarining qarshiliklari bir xil bo'ladi va uning qismalarida manba qanday sxemada (yulduz yoki uchburchak) ulanganidan qat'iy nazar, liniya kuchlanishlarining simmetrik sistemasi ta'sir etadi. SHu sababli hisoblash sxemasida manba (generator yoki transformator) ko'pincha ko'rsatilmaydi va iste'molchi uch fazali tarmoqqa ulangan deyiladi. Bunday zanjir uchun bitta fazani hisoblashning o'zi yetarlidir, chunki barcha fazalarda toklar va quvvatlarning qiymati bir xil bo'ladi.

Uch fazali zanjirning har qaysi fazasi uchun ilgari bir fazali zanjirlar uchun oliga barcha formulalarni shu jumladan quyidagi formulalarni ham tatbiq etish mumkinligini ta'kidlab o'tamiz:

$$Z_{\phi} = \sqrt{R_{\phi}^2 + X_{\phi}^2}; \cos \varphi = \frac{R_{\phi}}{Z_{\phi}}; \sin \varphi = \frac{X_{\phi}}{Z_{\phi}}.$$

To'g'ri masalaning yechilishi 1-jadvalda berilgan.

Aniqlanadigan kattaliklar	Yulduz usulida ulanganda	Uchburchak usulida ulanganda
Faza kuchlanishi	$U_{\phi} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}}$	$U_{\phi} = U_{\Pi}$
Faza tok	$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}}$	$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}}$

Liniya tok	$I_{\text{Л}} = I_{\phi}$	$I_{\text{Л}} = \sqrt{3}U_{\phi}$
Bitta fazaning quvvati:		
aktiv	$P = U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$	
reaktiv	$Q = U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi$	
to'la	$S = U_{\phi} I_{\phi}$	
Uch fazali zanjirning quvvati:		
Aktiv	$P = 3U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi = \sqrt{3}U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \cos \varphi$	
Reaktiv	$Q = 3U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi = \sqrt{3}U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \sin \varphi$	
to'la	$S = 3U_{\phi} I_{\phi} = \sqrt{3}U_{\text{Л}} I_{\text{Л}}$	

“Venn diagrammasi”

Bir fazali o'zgaruvchan tok		Uch fazali o'zgaruvchan tok	
xususiylik	Umumiylik		xususiylik

Mavzuni mustahkamlash uchun quyidagi savollar beriladi:

1. Uch fazali tok tizimining keng qo'llanilishining sababi nimada?
2. Uch faza tok tizimi kim tomonidan, qachon ixtiro qilingan?
3. Uch fazali zanjir deb nimaga aytiladi?
4. Uch fazali EYuK, kuchlanish va tok tizimini hosil qilishni tushuntiring.
5. Generator chulg'amlarini yulduz usulida ulashni tushuntiring
6. Generator chulg'amlarini uchburchak usulida ulashni tushuntiring
7. Faza kuchlanishi qanday kuchlanish?
8. Liniya kuchlanishi qanday kuchlanish?

9. Iste'molchilarni yulduz usulida ulashni tushuntiring
10. Iste'molchilarni uchburchak usulida ulashni tushuntiring
11. Liniya toki deganda nimani tushunasiz?
12. Faza toki deganda nimani tushunasiz?
13. Simmetrik uch fazali zanjir deganda nimani tushunasiz?

6-mavzu: Transformatorlar.

REJA:

1. Transformatorlar haqida umumiy tushunchalar.
2. Transformatorning tuzilishi va ishlash printsipli.
3. Transformatorning transformatsiya koeffitsienti.

Darsning maqsadi: talabalarga bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash printsipli, bir fazali transformatorning sxematik tuzilishi, oniy va haqiqiy EYuK qiymatlari, transformatsiya koeffitsienti, magnit induksiya vektori va magnit oqimi ifodalarini o'rgatish.

Transformatorlar haqida umumiy tushunchalar. Elektrotexnikaning asosiy vazifalaridan biri elektr energiyasini bir joydan ikkinchi joyga uzatishdir. Chunki elektr energiyasining iste'molchilari aksariyat hollarda yoqilg'i va gidroresurslar tabiiy joylashgan rayonlarga qurilgan elektr stantsiyalaridan bir necha o'nlab va yuzlab kilometr masofalarda joylashadi. Elektr energiyasini uzatish liniyalarida esa quvvatning issiqlikka sarf bo'ladigan isrofi $\Delta P = I^2 \cdot R_{\text{li}}$ va kuchlanishning pasayuvi $\Delta U = I \cdot R_{\text{li}}$ doimo mavjuddir. Liniyaning uzunligi ortgan sari bu ko'rsatkichlar ham ortadi. Elektr tokining to'la quvvati ($S = U \cdot I$)ni o'zgartirmagan holdi uni turli kuchlanish va tok bilan uzatish mumkin. Quvvat formulasidan ko'rinib turibdiki, uzatishda kuchlanish qanchalik yuqori bo'lsa ($S = const$), tok kuchi shunchalik kichik bo'lib, u bilan bog'liq isroflar ham

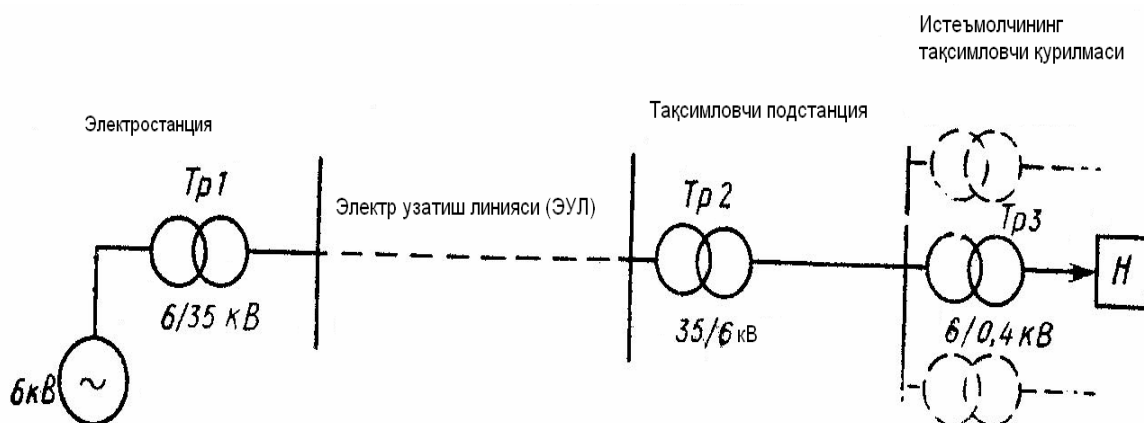
shunchalik kam bo'ladi. Tok kuchini kamaytirish uzatish simining ko'ndalang kesimini kichik olishga va rangli metallarni tejashga imkon beradi.

Hozirgi vaqtda o'zgaruvchan tokning 35, 110, 220, 500, 750, va 1150kV kuchlanishli uzatish liniyalari mavjud. Ammo o'ta yuqori kuchlanishlarni bevosita generatorlardan olib bo'lmaydi. Odatda, elektr stantsiyalaridagi generatorlarning nominal kuchlanishi ko'pi bilan 21kVdan oshmaydi. Elektr energiyasining iste'molchilari esa 380/220; 220/127 V nominal kuchlanishlarga mo'ljallangan. SHuning uchun generatorlar ishlab chiqaradigan elektr energiyasining nisbatan past kuchlanishli, ammo katta tok kuchiga ega bo'lgan quvvatini (hozirgi vaqtda 150,300, 500, 800 va 1200 ming kVli generatorlar ishlab chiqariladi) yuqori kuchlanishli va nisbatan kichik tok kuchiga ega bo'lgan quvvatga o'zgartirish kerak. Bu vazifa transformatorlar yordamida hal etiladi.

Transformatorning ixtirochisi P.N.Yablochkov hisoblanadi. U 1876 yilda elektr yoy lampasi uchun manba sifatida ilk bor transformatoridan foydalangan.

Transformatorlardan foydalanish 1891 yili uch fazali transformatorning konstruktsiyasi ishlab chiqilib, elektr energiyasini uch fazali tok sistemasi yordamida uzatish amalga oshirilgandan so'ng yanada kengaydi. Bu elektrlashtirishning jadal rivojlanishiga sabab bo'ldi.

1-rasmda elektr energiyasini transformatorlar yordamida uzatish sxemasi ko'rsatilgan. Sxemadan ko'rinib turibdiki,



1-rasm

elektrostantsiyada generator ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi transformator Tr1 yordamida 6kv kuchlanishdan 35 kVgacha orttirilib, elektr uzatish liniyasi orqali taqsimlovchi podstantsiyaga berilmoqda. U yerda pasaytiruvchi transformator Tr2 yordamida kuchlanish 35 kVdan 6 kVgacha pasaytirilib, iste'molchining transformatori Tr3 ga uzatilmoqda. Bunday transformatorlardan bir nechta bo'lishi mumkin. Transformator Tr3 yordamida kuchlanish 6kVdan iste'molchi uchun zarur bo'lgan 380/220, 220/127 V kuchlanishlarga aylantiriladi. Ko'rinib turibdiki, elektr energiyasi elektrstantsiyadan iste'molchiga yetib kelguncha uch marta transformatsiyalanmoqda. Real hollarda transformatsiyalanish soni bundan ham ko'p bo'lishi mumkin.

Elektr energiyasini bir pog'onada bo'lgan u_1, i_1 kuchlanish va tokini boshqa pog'onadagi, u_2, i_2 kuchlanish va tokka aylantirib beradigan statik (harakatlanuvchi qismlari bo'lmagan) elektromagnit apparati **transformator** deyiladi. Transformatorlar energetik sistemalarda qo'llanishidan tashqari, kuchsiz toklarda ishlovchi hisoblash mashinalari, avtomatika, telemexanika, aloqa, radiotexnika va televidenie qurilmalari zanjirlarida va umuman, elektr kuchlanishini o'zgartirib berish kerak bo'lgan barcha joylarda ishlatiladi.

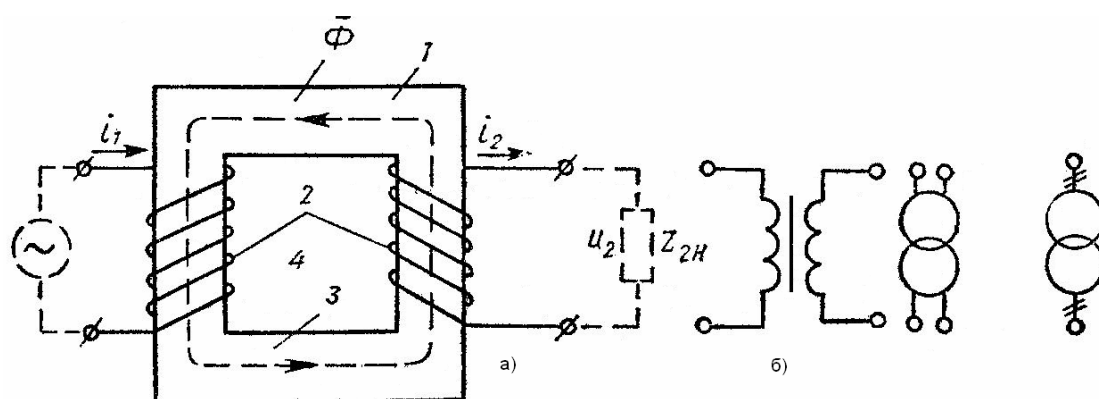
Transformatorlar bajaradigan vazifasiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi:

- 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 induktsion rostlagichlar; o'lchov asboblari va himoya vositalarini sxemalarga ulash uchun mo'ljallangan o'lchov transformatorlari . payvandlash, qizdirish pechlari sinov, to'g'rilash va hokazolar uchun mo'ljallangan maxsus transformatorlar.

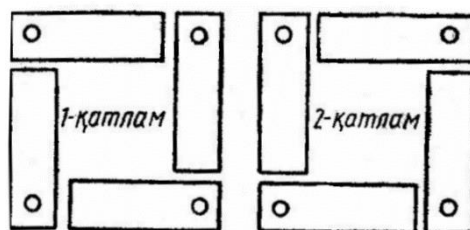
Transformatorning tuzilishi va ishlash printsipti. Transformator turlarining ko'p bo'lishiga qaramay, ularda bo'ladigan elektromagnit jarayonlar umumiy

o'xshashlikka ega bo'lib, ularning ishlash printsipli bir xildir. 2-rasmda bir fazali ikki



2- rasm

chulg'amli transformatorning sxemasi va shartli belgilanishi ko'rsatilgan. Transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich) 1 dan ikkita mis chulg'amlar 2 dan iborat. Po'lat o'zakning induksion toklar hisobiga qizib ketishini kamaytirish maqsadida u qalinligi $0,35 \div 0,5$ mm bo'lgan elektrotexnik po'lat plastinalardan yig'iladi. Platinalarning ikki tomoniga izolyatsion lok surtiladi yoki ular tegishlicha qizdiriladi. Po'lat o'zak plastinalarni yig'ish tartibi 3-rasmda ko'rsatilgan. Qatlam platinalarining choklari ustma-ust tushmasligi kerak.



3-rasm

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 sterjenn deyiladi. Transformatorning manbaga ulangan chulg'ami **birlamchi**, iste'molchiga ulangani esa **ikkilamchi chulg'am** deyiladi. SHuning uchun birlamchi chulg'amga (zanjirga) oid kattaliklar 1 indeksiga ega, masalan, birlamchi chulg'amning o'ramlar soni w_1 , qismlaridagi kuchlanish u_1 ,

zanjirdagi tok i_1 va h.k. Shuningdek, ikkilamchi chulg'amga oid kattaliklar soni 2 indeksiga ega, masalan, w_2, u_2, i_2 va h.k.

Transformatorning transformatsiya koeffitsienti. Transformatorning birlamchi chulg'amiga berilgan sinusoidal kuchlanish ($u_1 = U_m \cdot \sin \omega t$) ta'sirida chulg'amdan o'zgaruvchan tok oqib o'tadi. Bu tok transformatorning po'lat o'zagida o'zgaruvchan magnit oqimi (F)ni 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 hodisasiga binoan tegishli e_1 va e_2 elektr yurituvchi kuchlarni induksiylaydi. Mazkur EYuKlarning ta'sir etuchi qiymatlari:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot \Phi, \quad (1)$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot \Phi. \quad (2)$$

Bu yerda f —o'zgaruvchan tokning chastotasi, Gts; w_1, w_2 —birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning o'ramlari soni; F —asosiy magnit oqimi, Vb.

Demak, (1) va (2) ifodalardan ko'rinadiki, chastota f va magnit oqimi F o'zgarmas bo'lganda chulg'amlarda induksiylangan EYuK E_1 va E_2 lar ularning o'ramlari soniga proporsional ekan, ya'ni

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2}.$$

Bu nisbat transformatorning **transformatsiya koeffitsienti** hisoblanadi, ya'ni

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2}. \quad (3)$$

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 2-rasm, a da ko'rsatilgan transformatorning ikkilamchi chulg'amiga nagruzka (Z_{2H}) ulasak, EYuK (e_2) ta'sirida undan tok (i_2) 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.

Transformatorning manbadan (tarmoqdan) olayotgan birlamchi quvvati $P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$ bo'lsa, uning iste'molchiga berayotgan ikkilamchi quvvati $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2$. Agar transformatoridagi quvvat isrofi hisobga olinmasa, $P_1 \approx P_2$ bo'ladi.

Birlamchi va ikkilamchi zanjirlardagi faza siljish burchaklarini taxminan bir xil desak, $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$ deyish mumkin. Agar kuchlanishlar bir-birlari bilan xuddi EYuKlar kabi nisbatta bo'ladi desak, transformatsiya koeffitsientini qayta 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 proportsional.

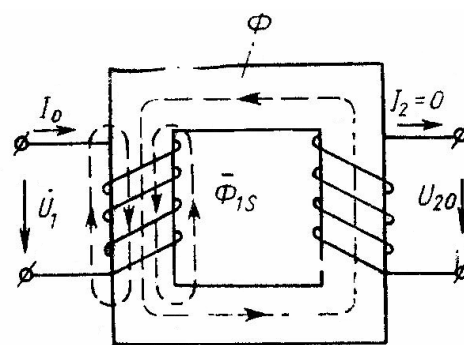
Mavzu: Transformatorning salt ishlashi.

REJA:

1. Transformatorning ish rejimlari.
2. Transformatoridagi quvvat isroflari va uning foydali ish koeffitsienti.
3. Transformatorning nominal kattaliklari.

Transformatorning ish rejimlari. A) Salt ishlash rejimi. Transformatorlarni ishlatish jarayonida ko'pgina vaqt ularning birlamchi chulg'ami manbaga ulanib, ikkilamchi chulg'am uchlari bo'sh qoladi. Bunday rejim transformatorning sal (nagruzkasiz) rejimi deyiladi. Salt ishlash rejimida $U_1 = U_{1nom}$ va $I_2 = 0$ bunga mos sxema 1-rasmda ko'rsatilgan.

Transformatorning birlamchi chulg'amiga berilgan sinusoidal kuchlanish U_1 ta'sirida chulg'amdan salt ishlash toki I_0 oqib o'tadi. Bu tokning magnitlovchi kuchi $I_0 W_1$ po'lat o'zak bo'ylab tutashuvchi asosiy magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ ni va qisman havo hamda po'lat o'zak orqali tutashib tarqalgan magnit



1-rasm

oqimi F_{1S} ni hosil qiladi. Bu o'zgaruvchan magnit oqimlari o'zining chulg'amlarida induktsiyalangan EYuK lari bilan quyidagi bog'lanishga ega:

$$\begin{aligned}
 e_1 &= -W_1 \frac{d\Phi}{dt} = \omega W_1 \Phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) \\
 e_2 &= -W_2 \frac{d\Phi}{dt} = \omega W_2 \Phi_m \sin(\omega t - 90^\circ) \\
 e_{1S} &= -W_1 \frac{d\Phi}{dt} = \omega W_1 \Phi_{1S} \sin(\omega t - 90^\circ)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Demak, EYuK lar ularni induktsiyalagan magnit oqimlaridan faza bo'yicha 90° ga kechikadi. Bu EYuK larning ta'sir etuvchi qiymatlari:

$$E_1 = \frac{F_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\omega W_1}{\sqrt{2}} \Phi_m = \frac{2\pi f}{\sqrt{2}} W_1 \Phi_m$$

yoki

$$E_1 = 4,44 f_1 W_1 \Phi_m$$

$$E_2 = 4,44 f W_2 \Phi_m$$

$$E_{1S} = 4,44 f_1 W_1 \Phi_{1S}$$

Birlamchi chulg'amga berilgan kuchlanish \bar{U}_1 EYuK (\bar{E}_1 va \bar{E}_{1S}) larni, shuningdek, chulg'amning aktiv qarshiligi R_1 kuchlanishning pasayishini kompensatsiya qiladi. U holda Kirxgofning 2-qonuniga binoan birlamchi chulg'am zanjirining elektr muvozanat holati:

$$\bar{U}_1 = -\bar{E}_1 + \bar{E}_{1S} + \bar{I}_0 R_1$$

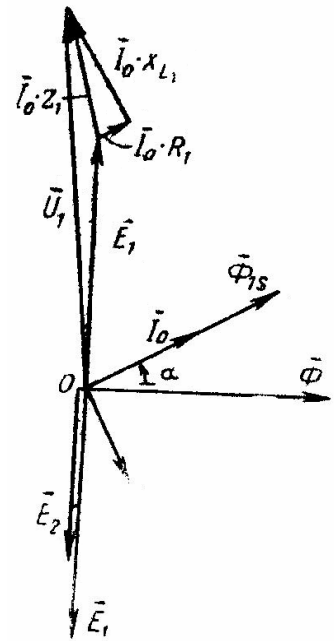
Agar EYuK \bar{E}_{1S} ni chulg'amdagi kuchlanishning induktiv pasayuvi $I_0 \cdot X_{L1}$ bilan kompensatsiya qilinadi desak va $\bar{I}_0 R_1 = \bar{U}_{R1}$ bo'lsa:

$$\bar{U}_1 = -\bar{E}_1 + \bar{U}_{R1} + \bar{U}_{L1}$$

yoki

$$\bar{U} = -\bar{E}_1 + \bar{I}_0 R_1 + \bar{I}_0 X_{L1} \quad (2)$$

(6) tenglama yordamida transformator salt ishlash rejimining vektor diagrammasini quramiz (2-rasm). Bosh vektor sifatida ixtiyoriy O nuqtadan asosiy magnet oqimining vektori $\bar{\Phi}$ ni gorizontaal yo'nalishda chizamiz. Undan faza bo'yicha 90° ga kechikuvchi burchak ostida \bar{E}_1 va \bar{E}_2 lar chiziladi. Tok \bar{I}_0 po'lat o'zakdagi quvvat (magnet) isroflari tufayli magnet oqimi $\bar{\Phi}$ dan α burchakka ilgarilab keladi. Magnet oqimi $\bar{\Phi}_{1S}$ tok \bar{I}_0 bilan bir xil yo'nalishda bo'ladi. EYuK \bar{E}_{1S} oqim $\bar{\Phi}_{1S}$ dan 90° ga kechikadi. Kuchlanish \bar{U}_1 vektorini (2) tenglamadagi \bar{E}_1 ning davomiga vektor $\bar{I}_0 R_1$ ni tok \bar{I}_0 yo'nalishida chizamiz. So'ngra vektor $\bar{I}_0 R_1$ ga nisbatan 90° ga ilgarilovchi burchak ostida vektor $\bar{I}_0 X_{L1}$ ni chizamiz. Vektor $\bar{I}_0 X_{L1}$ ning oxirgi uchini O nuqta bilan tutashtirib, kuchlanish vektori \bar{U}_1 ni hosil qilamiz. Vektor $\bar{I}_0 R_1$ ning bosh uchini vektor $\bar{I}_0 X_{L1}$ ning oxiri bilan birlashtirib, birlamchi chulg'amdagi kuchlanishning to'la ichki pasayuvi ($\bar{I}_0 z_1$) ni hosil qilinadi.

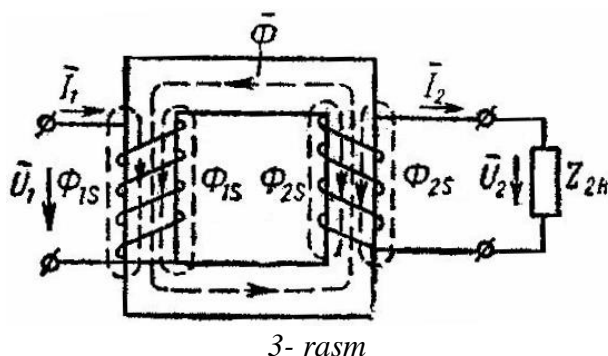


2- rasm

Tok I_0 birlamchi chulg'am nominal tokining $(3 \div 10) \%$ ini tashkil etgani uchun vektor diagrammada hosil bo'lgan kuchlanishlar uchburchagi real masshtablarda qurilsa, juda kichik bo'ladi. Shuning uchun $U_1 \approx E_1$ deyish mumkin. U holda olingan nisbat va $E_1 = 4,44 f W_1 \Phi_m$ ga binoan asosiy magnet oqimi $\bar{\Phi}$ ni kuchlanishga proporsional deyish mumkin. Salt ishlash rejimida transformatorning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,2 \div 0,3$ ikkilamchi chulg'amdagi tok $I_2 = 0$ bo'lgani uchun $U_{20} = E_2$ bo'ladi.

B) Nagruzka rejimi. Bu rejimda kuchlanish \bar{U}_1 nagruzkaga bog'liq emas. Transformatorning ikkilamchi chulg'amini biror nagruzka z_{2H} ga ulaganimizda

EYuK \bar{I}_2 ta'sirida undan I_2 nagruzka toki o'ta boshlaydi. Bu tok hosil qilgan magnetlovchi kuch $\bar{I}_2 W_2$ po'lat o'zak va havo orqali tutashgan, tarqalgan magnet oqimi F_{2S} ni hosil qiladi (3-rasm). Bu oqim asosiy magnet oqimiga qarama-qarshi yo'nalgani uchun uni, shuningdek, elektr yurituvchi kuch Ye_1 ni ham kuchsizlantirmoqchi bo'ladi. U holda transformator elektrik muvozanat holatini buzilishiga yo'l qo'yiladi. Ammo birlamchi chulg'amning magnetlovchi kuchi $\bar{I}_1 W_1$ shunday o'zgaradiki, natijada transformatorning muvozanat holati saqlanib, o'zakdagi asosiy magnet oqimi F miqdor jihatidan o'zgarishsiz qoladi. Bu holda magnetlovchi kuchlar muvozanati quyidagicha ifodalanadi: $\bar{I}_1 W_1 + \bar{I}_2 W_2 = \bar{I}_0 W_1$ yoki

$$\bar{I}_1 W_1 = \bar{I}_0 W_1 - \bar{I}_2 W_2 \quad (3)$$


Demak, birlamchi tokning magnetlovchi kuchi ikkilamchi tokning magnitsizlash ta'sirini kompensatsiyalaydi. Agar (3) ifodaning ikkala tomonini W_1 ga bo'lsak, magnetlovchi kuchlar

tenglamasidan toklar tenglamasiga o'tish mumkin:

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_0 + \left(-\bar{I}_2 \frac{W_2}{W_1}\right) \quad (4)$$

Bu yerda $\bar{I}_2^1 = -\bar{I}_2 \frac{W_2}{W_1}$ kattalik ikkilamchi tokning magnitsizlash ta'sirini muvozanatlovchi birlamchi tokning tashkil etuvchi hisoblanadi. Shuning uchun bu kattalik ikkilamchi tok deyiladi. U holda birlamchi tok:

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_0 + I_2^1 \quad (5)$$

ya'ni slat ishlash toki bilan keltirilgan ikkilamchi tokning geometrik yig'indisiga teng. Nagruzka toki I_2 noldan boshlab, tok I_1 esa salt ishlash toki I_0 dan boshlab ortadi. Salt ishlash toki nominal tokning $I_0 = (2,5 \div 10\%) \cdot I_{nom}$ ulushini tashkil etadi.

Taxminiy hisoblashlarda $\bar{I}_1 \approx \bar{I}_2^1$ deyish mumkin.

Nagruzka toki I_2 ning o'zgarishi bilan tok I_1 ning tashqi ta'sirisiz o'z-o'zidan o'zgarishi **transformatorning o'z-o'zidan rostlanishi** deyiladi. Buni nagruzka rejimi uchun qurilgan vektor diagrammadan (4-rasm) ko'rish qulay. U holda ikkilamchi zanjirning nagruzka rejimidagi elektr muvozanati tenglamasi Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan

$$\bar{U}_2 = \bar{E}_2 - \bar{U}_{R2} - \bar{E}_{2S}$$

bu yerda: U_2 – ikkilamchi chulg'am uchlaridagi kuchlanish; $I_2 \cdot R_2 = \bar{U}_{R2}$ - ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanishning aktiv pasayishi; E_{2S} - tarqalgan magnit oqimi F_{2S} tufayli induktsiyalangan EYuK.

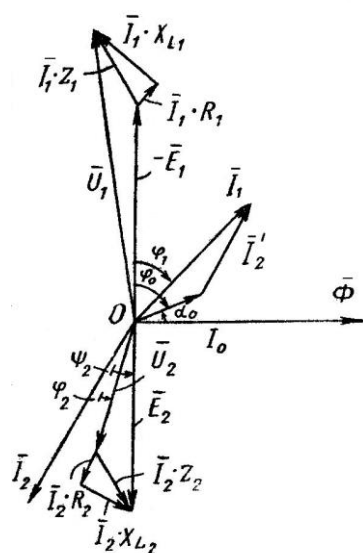
F_{2S} ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanishning induktiv pasayuvi $\bar{U}_{L2} = \bar{I}_2 \cdot X_{L2}$ bilan kompensatsiya qilinadi, u holda

$$\bar{U}_2 = \bar{E}_2 - \bar{U}_{R2} - \bar{U}_{L2} \quad \text{yoki}$$

$$\bar{U}_2 = \bar{E}_2 - \bar{I}_2 R_2 - \bar{I}_2 X_L \quad (6)$$

Salt ishlash rejimi uchun chizilgan vektor dianrammani (3.rasm) asos diagramma hisoblab, unga (5) va (6) tenglamalar yordamida transformatorning nagruzka rejimidagi vektor diagrammasini qo'shib quramiz (4. rasm).

Nagruzkani induktiv xarakterga ega desak, tok \bar{I}_2 EYuK \bar{E}_2 ga nisbatan faza



4- rasm

bo'yicha ψ_3 burchakka siljiydi. Endi kuchlanish \bar{U}_2 vektorini (6) ifodaga binoan aniqlash uchun vektor $\bar{I}_2 X_{L2}$ ni vektor \bar{E}_2 ning oxirgi uchidan tok \bar{I}_2 ga perpendikulyar ravishda chizamiz. Chunki ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanishning induktiv pasayuvi tok \bar{I}_2 dan 90° ga ilgarilab keladi. So'ngra kuchlanishning aktiv pasayuvi $\bar{I}_2 R_2$ ni tok \bar{I}_2 bilan bir xil yo'nalishda $\bar{I}_2 X_L$ ga perpendikulyar qilib joylashtiramiz. Vektor $\bar{I}_2 R_2$ ning boshlanishini \bar{E}_2 va $\bar{I}_2 X_L$ vektorlarning oxirgi uchlari bilan birlashtirib ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanishning to'la ichki pasayuvi

vektori \bar{I}_{2z_2} ni va koordinati boshi 0 nuqta bilan birlashtirib, kuchlanish \bar{U}_2 ni aniqlaymiz. Tok \bar{I}_2 bilan kuchlanish \bar{U}_2 orasida faza siljish burchagi φ_2 hosil bo'ladi. Agar $\bar{I}_2^1 = -I_2$ desak, (5) ifodadan \bar{I}_1 ni aniqlaymiz. Kuchlanish \bar{U}_1 tok \bar{I}_1 dan φ_1 burchakka ilgarilab keladi, ammo φ_1 burchak φ_2 burchakdan katta. Vektorlar diagrammasidan ko'rinib turibdiki, \bar{I}_2 ning ortishi bilan \bar{I}_1 ham ortib, φ_1 tobora kichraymoqda. Demak, transformatorning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_0$ dan to $\cos \varphi_i$ gacha ortishi mumkin.

Transformatorning o'z-o'zidan rostlanish xususiyati faqat nominal nagruzka doirasida o'rinlidir. Boshqa hollarda \bar{I}_2 ning magnitsizlash ta'siri ortib ketadi.

V) **Qisqa tutashuv rejimi.** Bu rejimda ikkilamchi chulg'am uchlari o'zaro tutashib, tashqi qarshilik $z_{2H} = 0$ bo'ladi. Transformator uchun bunday rejim nomaqbul rejim hisoblanadi. Bunda ikkilamchi, shuningdek birlamchi tok nominalidan 18-20 marta ortib ketadi. Bu hodisaga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun real sharoitlarda transformatorni qisqa tutashuv tokidan saqlash maqsadida avtomatik ajratgichlar o'rnatiladi. Transformatorlarni laboratoriya sharoitida tekshirish uchun "qisqa tutashuv" pasaytirilgan kuchlanishlarda amalga oshiriladi.

2. Transformatoridagi quvvat isroflari va uning foydali ish koeffitsienti.

Har qanday elektr mashinalarida ham keltirilgan energiyaning bir qismi uning o'zida isrof bo'ladi. Bu quvvat isroflari quyidagilardan iborat:

1. Tokning issiqlik ta'siri tufayli mis chulg'amlarda yuzaga kelgan quvvat isrofi:

$$P_M = I_{1nom}^2 R_1 + I_{2nom}^2 R_2$$

2. Magnit oqimining o'zgaruvchanligi tufayli yuzaga kelgan po'lat o'zakdagi gisterezis va uyurma toklarga sarf bo'ladigan quvvat isrofi $P_{II} = P_r + P_v$. Bu quvvat isrofi po'lat o'zakning marialiga, magnit induktsiyasi va o'zgaruvchan tokning chastotasiga bog'liq.

3. Transformator konstruktsiyasiga bog'liq bo'lgan quvvat isrofi R_K .

Bulardan R_M va R_P asosiy isroflar hisoblanadi. Mis chulg'amlardagi quvvat isroflari nagruzkaga bog'liq bo'lgani uchun o'zgaruvchan, po'lat o'zakdagi quvvat isroflari R_P esa transformatorning ish jarayonida o'zgarmas (nominal kuchlanish chegarasida) dir.

Transformatorning foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_1 + \Delta P} = \frac{P_2}{P_1 + P_{II} + P_M} \quad (7)$$

bu yerda: R_1 -transformator kirish tomonidagi quvvati; R_2 -transformatorning chiqish tomonidagi foydali quvvati; ΔR -transformatorning to'la quvvat isrofi.

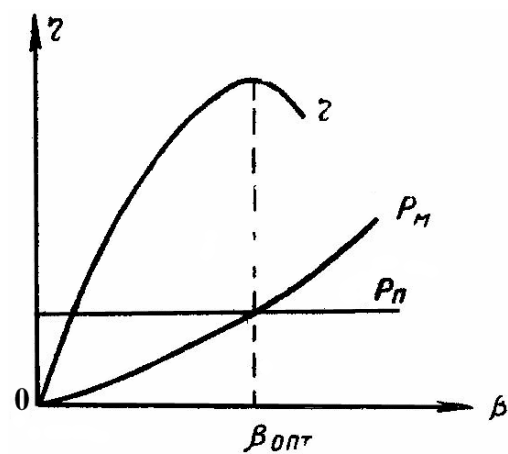
Agar transformatorning foydali ish koeffitsientini uning qanday yuklanganligini

ko'rsatuvchi yuklanish koeffitsienti $\beta = \frac{I_2}{I_{2H}}$ orqali ifodalasak,

$$\eta'' = \frac{\beta \cdot P_{2nom}}{\beta \cdot P_{2nom} + P_{II} + \beta^2 \cdot P_M} = \frac{\beta \cdot S_{nom} \cdot \cos\varphi_2}{\beta \cdot S_{nom} \cdot \cos\varphi_2 + P_{II} + \beta^2 P_M}$$

$\cos\varphi_2$ -nagruzka quvvat koeffitsienti; S_{nom} - transformatorning to'la quvvati, VA.

Katta quvvatli transformatorlarning foydali ish koeffitsienti $0,97 \div 0,99$, kichik quvvatlilariniki esa $0,82 \div 0,9$ atrofida bo'ladi. Transformatorlarda $R_{II} = P_M$ bo'lganda, uning yuklanish koeffitsienti optimal ($\beta_{opt} = 0,5 \div 0,6$)



bo'lib, bunda transformatorning foydali ish koeffitsienti eng yuqori bo'ladi (5-rasm).

3.Transformatorning nominal kattaliklari.

Transformatorlardan normal foydalanish maqsadida uning pasportida quyidagi nominal kattaliklar ko'rsatilgan bo'ladi:

- 1) transformator turi;
- 2) chiqish tomonidagi nominal quvvat S_{nom} , kVA;
- 3) birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning nominal liniya kuchlanishlari (U_{1nom} va U_{2nom}), kV;

- 4) salt ishlagandagi quvvat isrofi ($P_0 = P_n$), kVt;
- 5) mis chulg'amlardagi, ya'ni qisqa tutashuv paytidagi quvvat isrofi ($P_M = P_K$), kVt;
- 6) qisqa tutashuv kuchlanishi (u_K), %;
- 7) nagruzka nominal va uning yarmiga teng hamda $\cos\varphi = 1$ dagi foydali ish koeffitsienti.

Transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarining nominal tokleri esa uning nominal kattaliklaridan hisoblab topiladi.

Bir fazali transformatorlarda:

$$I_{1НОМ} = \frac{S_{НОМ} \cdot 10^3}{U_{1НОМ}} [A]; \quad I_{2НОМ} = \frac{S_{НОМ} \cdot 10^3}{U_{2НОМ}} [A].$$

Uch fazali transformatorlarda:

$$I_{1НОМ} = \frac{S_{НОМ} \cdot 10^3}{\sqrt{3}U_{1НОМ}} [A] \quad I_{2НОМ} = \frac{S_{НОМ} \cdot 10^3}{\sqrt{3}U_{2НОМ}} [A]$$

Kichik quvvatli transformatorlarning nominal kuchlanishi va toki xujjatlarda ko'rsatilgan bo'ladi.

ADABIYOTLAR:

1. A.S. Karimov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent "O'qituvchi" 1995.
2. A. Xonboboev, N. Xalilov. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent "O'zbekiston" 2000.
3. F.E. Yevdokimov. Umumiy elektrotexnika. Toshkent "O'qituvchi" 1995.
4. A. Raximov. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Namangan 2003.
5. U. Rustamov Elektrotexnika va radiotexnikadan o'quv-uslubiy majmua TDPU 2013 y.
6. <https://arxiv.uz/ru/documents/referatlar/energetika/transformatorlar-hakida-tushuncha>

7. <https://yandex.ru/search/?clid=2255395-225&win=420&from=chromesearch&text=%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BB%D0%B0%D1%80%20%D2%B3%D0%B0%D2%9B%D0%B8%D0%B4%D0%B0&lr=10335>
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>
9. <https://ofaze.ru/elektrooborudovanie/transformator>
https://zen.yandex.ru/media/asutpp.ru/chto-takoe-transformator-iz-chego-sostoit-i-kak-rabotaet-5df523553639e600af66dcc7?utm_source=serp

Mavzu: Elektr o'lchash asboblari.

Reja:

1. Elektr o'lchash asboblari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.
2. Elektr o'lchash asboblari qo'yiladigan umumiy texnik talablar.

Elektr o'lchash asboblari to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Elektr qurilmalari (transformatorlar, elektr energiya iste'molchilari va energiyani o'zgartiruvchi boshqa qurilmalar) ning normal ishlashi uchun aniq texnik talablar ta'minlangan bo'lishi kerak. Bunday talablarning bajarilishini tekshirish elektr o'lchash asboblari yordamida bajariladi, chunki insonning sezgi a'zolari elektr kattaliklar (tok, kuchlanish, chastota, quvvat, energiya va h.k.) ni bevosita kuzata olmaydi.

Elektr o'lchash asboblari yuqori sezgirlikka, aniqlikka ega bo'lishi hamda ishonchli va oddiy bo'lganliklari tufayli aksariyat fizik kattaliklar (temperatura, bosim, yorug'lik, tezlik va h.k.) elektr o'lchash asboblari yordamida o'lchanadi. Bunda noelektr kattaliklar unga proporsional bo'lgan elektr kattaliklarga o'zgartiriladi.

Elektr o'lchash usuli elektr va elektr bo'lmagan kattaliklarni uzoq masofadan o'lchash (telemetriya) imkonini beradi. Telemetrik o'lchashlar chuqur burg'ilanadigan quduqlarda, Erning sun'iy yo'ldoshlarida keng qo'llaniladi.

Zamonaviy ishlab chiqarishda elektr o'lchashlar texnikasi mashina va mexanizmlarga ta'sir etib, har xil texnologik jarayonlarni kuzatish imkoniyatini beradi. SHuning uchun ham ular ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik boshqarishining asosiy bo'g'ini hisoblanadi.

Hozirgi paytda asbobsozlik sanoati fan-texnikaga kerak bo'lgan barcha tekshiruv-o'lchash asboblari ishlab chiqarishni yo'lga qo'ygan. O'lchash apparatlarining yuqori sifati va aniqligi Davlat nazorati tomonidan kafolatlanadi.

Maxsus texnik vositalar—o'lchash asboblari yordamida fizik kattaliklarning qiymatlarini tajriba yo'li bilan aniqlash **o'lchash** deyiladi. O'lchash natijasi son bilan ifodalanadi. Masalan, kuchlanishi 220 V.

Ma'lum o'lchamdagi fizik kattaliklarni aks ettirishda foydalaniladigan ashyoviy o'lchash vositasi **o'lchov** deb ataladi. Elektr qarshiligini o'lchovi—o'lchash rezistorlari (qarshilik g'altaklari), elektr yurituvchi kuch va kuchlanishlarning o'lchovlari—normal elementlar, induktivlikning o'lchovi—o'z va o'zaro induktivlik o'lchash g'altaklari, elektr sig'iminining o'lchovi—namunaviy kondensatorlar.

O'lchash ma'lumotlarini kuzatuvchining bevosita o'zlashtirishi uchun qulay bo'lgan shaklda ko'rsatuvchi bevosita o'zlashtirishi uchun qulay bo'lgan shaklda ko'rsatuvchi texnik vositasi **o'lchash asbobi** deyiladi.

Barcha elektr o'lchash asboblari ikki turga bo'linadi: **analogli** va **raqamli**. Ko'rsatishi o'lchanayotgan miqdorning o'zgarishiga uzluksiz bog'liq bo'lgan o'lchash asbobi **analogli** o'lchash asbobi deb ataladi. O'lchash ma'lumotlari avtomatik holda diskret signallarni hosil qiladigan va ko'rsatishi raqam shaklida ifodalanadigan asboblar raqamli o'lchash asboblari deb ataladi.

O'lchash ma'lumotlarining olinish usuliga qarab o'lchash asboblari quyidagilarga bo'linadi:

Ko'rsatuvchi asboblar: (o'lchash natijasini shkala bo'yicha ko'rish mumkin);

Qayd qiluvchi asboblar: (o'lchash natijasini tasmada aks ettiradi).

O'lchash asboblari o'lchov bilan taqqoslash usuli bo'yicha bevosita va bilvosita taqqoslash asboblariga bo'linadi. Bevosita taqqoslaydigan asbobda signalni bir yoki bir nechta o'zgartirish nazarda tutilgan. Bularga strelkali ampermetrlar, voltmeterlar, vattmetrlar va shunga o'xshash asboblar misol bo'ladi. Bilvosita taqqoslash asboblari o'lchanayotgan miqdorlarni ma'lum miqdor bilan taqqoslashga asoslangan. Bularga o'lchash ko'priklari, potensiometrlar misol bo'ladi. Ko'p hollarda bevosita baholaydigan elektr o'lchash asboblaridan foydalaniladi. Bunday asboblar bilan o'lchashda o'lchovning keragi yo'q. O'lchov dastlab asbob shkalasini darajalashda foydalaniladi, xolos. Solishtirib o'lchaydigan asboblar o'lchashni yuqori aniqlik bilan bajarishni ta'minlaydi, ular yuqori sezgirlikka ega. Lekin, o'lchashning bu usuli murakkab va ko'p vaqt sarflashni talab qiladi.

Elektr o'lchash asboblariga qo'yiladigan umumiy texnik talablar. O'lchash asbobining aniqligi uning xatoligi nolga qancha yaqinligini bildiruvchi ko'rsatkichdir. Strelkali o'lchash asboblarining aniqligi *keltirilgan xatolik* bilan baholanadi:

$$\gamma = \frac{\pm \Delta}{A_{\text{iii}}} \cdot 100\% = \frac{\dot{A}_{\delta} - \dot{A}_{\delta}}{\dot{A}_{\text{iii}}} \cdot 100\%.$$

Bu erda: A_{δ} – o‘lchangan miqdor; A_{h} – o‘lchanadigan miqdorning haqiqiy qiymati; Δ – absolyut xatolik.

O‘lchash xatoligi asbobdagi kamchiliklar (ishqalanish, qo‘zg‘aluvchan qismlarning muvozanatlanmaganligi, shkalaning noto‘g‘ri o‘rnatilishi va hokozolar) hamda tashqi ta’sirlardan kelib chiqadi.

Normal ish sharoitlarida aniqlangan keltirilgan xatolik asbobning asosiy xatoligi deb ataladi. Asosiy xatolik bo‘yicha bevosita baholaydigan asboblarda DA bo‘yicha 8 ta aniqlik sinfiga ajratiladi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 va 4. Ular o‘lchash asboblarining shkalalarida ko‘rsatilgan bo‘ladi. Aniqlik sinfini bildiruvchi raqam asosiy eng katta joiz keltirilgan xatolikni bildiradi. Masalan, asbobning aniqlik sinfi 0,2 bo‘lganda $\gamma = \pm 0,2\%$ bo‘ladi.

Qo‘shimcha xatoliklar asbob ishlash sharoitlarining normal sharoitlar (muhit temperaturasi, ishchining normal holati, o‘zgaruvchan tokning kuchlanishi va chastotasi) dan chetga chiqishi oqibatida kelib chiqadi. Tashqi magnit va elektr maydonlarining mavjudligi ham o‘lchashda qo‘shimcha xatolikni vujudga keltiradi.

Ishlatish sharoitiga qarab elektr o‘lchash asboblari quyidagi turkumlarga bo‘linadi: A (temperatura orlig‘i +10 dan +35 °S gacha; muhitning nisbiy namligi 80% gacha); B (-30 dan +40 °S gacha; 90% gacha); V₁ (-40 dan +50 °S gacha; 95% gacha); V₂ (-50 dan +60 °S; 95 % gacha); V₃ (-50 dan +80 °S gacha%; 98% gacha).

Tropik iqlim sharoitida ishlatishga mo‘ljallangan elektr o‘lchash asboblarida “T” belgisi bo‘ladi.

Asbobning sezgirligi o‘lchash asbobining chiqish qismidagi signal o‘zgarishi (ΔI) ning kirish qismidagi signal o‘zgartiruvchi (Δx^c) ga nisbatidir:

$$S = \frac{\Delta I}{\Delta x^c}.$$

Asbobning sezgirligi o‘lchanayotgan miqdorlar birligiga mos keluvchi shkalaning bo‘linmalar soni bilan aniqlanadi.

Asbobning o‘zi iste’mol qiladigan quvvat. Elektr o‘lchash asbobining ishlashi elektr energiyaning sarflanishi bilan bog‘liqdir. Bunda asbobning elektr zanjiri qiziydi. Asbobning quvvat isrofi va uning parametrlari shunday bo‘lishi kerakki, asbob ulanganda o‘lchash bajarilayotgan zanjirning ish rejimi o‘zgarmasligi kerak.

Asbobning tez ishlay olishi. O‘lchanayotgan miqdorlar o‘zgarganda asbobning qo‘zg‘aluvchan qismi (strelka) biror muvozanat holatdan ikkinchi muvozanat holatga o‘tadi. Strelkaning shkala uzunligi bo‘yicha 1% dan oshmagandagi tebranish amplitudasi uchun ketgan

vaqt oralig'i tinchlanish vaqti deb ataladi. Barcha o'lchash asboblari tinchlantirgichlar (dempferlar) bilan ta'minlanadi. Tinchlanish vaqti 4-6 sekunddan oshmasligi kerak.

Izolyasiya mustahkamligi. O'lchash asboblari va yordamchi qismlarning izolyasiyasi etarli mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Izolyasiya DA 1845-59 ga muvofiq 1 minut davomida 2 dan 5 kV gacha kuchlanishga bardosh berishi kerak (mos ravishda tarmoq kuchlanishi 40 V dan 2 kV gacha bo'lganda).

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. A.I.Xonboboev, N.A.Xalilov «Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'zbekiston, 2000 yil.
2. F.E.Evdokimov, «Umumiy elektrotexnika» T., O'qituvchi, 1995.
3. A.S.Karimov va boshqalar. «Elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'qituvchi, 1995 yil.
4. U.Ibrohimov «Elektr mashinalar» T., O'qituvchi, 2001.
5. A.E.Kitaev «Elektrotexnika va sanoat elektrotexnika asoslari» T., O'qituvchi, 1996 yil.
6. Sh.A.Sharipov, U.A.Bozorov Elektrotexnika va radiotexnika fanidan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
7. X. Rixsitillayev Elektr o'lchash asboblari va elektrik o'lchashlar. O'quv qo'llanma, Toshkent – 2007.
8. A.Raximov «Elektrotexnika va elektronika asoslari» Namangan 2003.
9. P. Ismatullayev, Sh.Qodirov, G'oziyev. Elektr o'lchash asboblarini rostdash va ta'mirlash. I-qism –T.: Sharq, 2007/

Mavzu: Elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari.

REJA:

1. Bevosita baholaydigan elektr o'lchash asboblarining tasnifi.
2. Elektr o'lchash asboblari ishlash prinsipiga ko'ra tizimlari.
3. Elektr o'lchash asboblarining shartli belgilari.
4. Elektr o'lchash asboblarining mexanizmlari.












Darsning maqsadi: elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari, asboblarning ishlash printsiplari, o'lchash vaqtidagi vaziyatlari, guruhlari, o'lchanishi lozim bo'lgan kattalik turlari, o'lchanadigan tok, kuchlanish va qarshiliklar kattaliklari bo'yicha klassifikatsiyalanish to'g'risidagi ma'lumotlar berish.

Bevosita baholaydigan elektr o'lchash asboblarning tasnifi

O'lchanadigan kattaliklarning turiga qarab elektr o'lchash asboblari quyidagilarga bo'linadi (1-jadval).







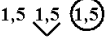





O'lchanadigan kattalik	O'lchash asbobi	Asbobning shartli belgisi
Tok kuchi	Ampermetr	A
	Milliampermetr	mA
	Mikorampermetr	μ A
Kuchlanish	Voltmetr	V
	Millivolmetr	mV
Elektr quvvati	Vattmetr	W
	Kilovattmetr	kW
Elektr energiyasi	Elektr energiya schyotchigi	kWh
Fazalar siljishi	Fazometr	φ
Chastota	Chastotometr	Hz
Elektr qarshilik	Ommetr	Ω
	Magommetr, megger	M Ω

Elektr o'lchash asboblari ishlash prinsipiga ko'ra quyidagi tizimlarga bo'linadi (2-jadval).

Tizimning nomi	Shkaladagi shartli belgilanish
Magnitoelektrik: qo'zg'aluvchan ramkali, teskari ta'sir ko'rsatuvchi mexanik momenti bo'lgan asbob	
Magnitoelektrik: teskari ta'sir ko'rsatuvchi mexanik momenti bo'lmagan, qo'zg'aluvchan ramkali asbob (logometr)	
Elektromagnit tizimli	
Elektrodinamik tizimli	
Ferrodinamik tizimli	
Induksion tizimli	
Elektrostatik tizimli	
Vibratsion tizimli	
Issiqlik tizimli	
Bimetall tizimli	
To'g'rilagichli magnitoelektrik tizimli	

Shuningdek, o'lchash asbobining shkalasida quyidagi shartli belgilar: tok turi, fazalar soni, asbobning aniqlik sinfi, izolyasiyasi tekshirib (sinab) ko'rilgan kuchlanish, asbobning ish holati, asbob ijrosining eksplutatsiya sharoitiga bog'liqligi, tashqi magnet maydondan himoyalaniish darajasi ko'rsatilgan bo'ladi

(3-jadval).

Shartli belgilar	Shartli belgining ma'nosi
	O'zgarmas tok asbobi
	O'zgaruvchan tok asbobi
	O'zgarmas va o'zgaruvchan tok asbobi
	Uchfazali tok tizimidagi asbob
	Asbobni vertikal holatda ishlating
	Asbobni gorizontal holatda ishlating
	Asbobning aniqlik sinfi
	Asbobning o'lchaydigan zanjiri uning korpusidan izolyasiyalangan va bu izolyasiya ushbu kuchlanish (2 kV) bilan tekshirilgan
	Havfli! Asbobning o'lchaydigan zanjirining izolyasiyasi talablarga javob bermaydi
	Asbob tashqi magnit maydoni ta'siridan himoyalangan
	Asbob tashqi elektr maydoni ta'siridan himoyalangan
	Diqqat! Asbob yo'riqnomasidagi ko'rsatmalarga e'tibor ber.

Elektr o'lchash asboblarining mexanizmlari

Elektr o'lchash asbobining asosiy qismlari undagi o'lchash zanjiri va o'lchash mexanizmidir. O'lchash zanjiri (kuchlanish, quvvat, chastota va boshqalar) ni unga proporsional bo'lgan va o'lchash mexanizmiga ta'sir etuvchi kattalikka aylantirib beradi. Masalan, voltmetrning o'lchash zanjiri o'lchash mexanizmining cho'lg'amidan va qo'shimcha qarshilikdan iborat. Bunday qarshilik zanjiri o'zgarmasdir. Demak, o'lchash mexanizmi orqali kuchlanishga proporsional bo'lgan tok o'tadi.

O'lchash mexanizmi (O'M) o'lchash asbobi konstruksiyasining bir qismi bo'lib, elementlarning o'zaro ta'siri natijasida ularning bir-biriga nisbatan harakatini vujudga keltiradi. O'lchash mexanizmi qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlardan iborat. O'lchash mexanizmi chulg'amidagi tokning qo'zg'almas qismining magnit (yoki elektr) maydoni bilan ta'sirlashishi natijasida mexanizmning qo'zg'aluvchi qismi suriladi. Aylantiruvchi moment M_{ayl} o'lchanayotgan midorlarga bir xilda bog'liq. O'lchanayotgan kattalikning qiymati qo'zg'aluvchi qismning surilishiga qarab aniqlanadi.

Aylantiruvchi moment teskari ko'rsatuvchi moment M_{tes} bilan muvozanat bo'lganda qo'zg'aluvchi qism strelka bilan birgalikda o'lchanayotgan kattalik qiymatiga mos keladigan aniq

holatni egallaydi. O'lchash asboblardagi teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment ko'pincha prujina yordamida hosil qilinadi.

Qo'zg'aluvchan qismning surilishi muvozanat holatda bo'lishi momentlarning tengligi $M_{ayl} = M_{tes}$ bilan ifodalanadi.

Asosiy elektromexanik o'lchash mexanizmlariga magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik va induksion mexanizmlar kiradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

10. A.I. Xonboboev, N.A. Xalilov «Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'zbekiston, 2000 yil.
11. F.E. Evdokimov, «Umumiy elektrotexnika» T., O'qituvchi, 1995.
12. A.S. Karimov va boshqalar. «Elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'qituvchi, 1995 yil.
13. U. Ibrohimov «Elektr mashinalar» T., O'qituvchi, 2001.
14. A.E. Kitaev «Elektrotexnika va sanoat elektrotexnika asoslari» T., O'qituvchi, 1996 yil.
15. Sh.A. Sharipov, U.A. Bozorov Elektrotexnika va radiotexnika fanidan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
16. X. Rixsitillayev Elektr o'lchash asboblari va elektrik o'lchashlar. O'quv qo'llanma, Toshkent – 2007.
17. A. Raximov «Elektrotexnika va elektronika asoslari» Namangan 2003

Интернет манзиллари:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B
2. <https://foxford.ru/wiki/fizika/elektroizmeritelnye-pribory>
3. <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/70/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B/elektroizmeritelnie-pribori.pdf>
4. <https://electrono.ru/elektroizmeritelnye-pribory-i-metody-izmerenij/95-naznachenie-i-tipy-elektroizmeritelnyx-pribov>
5. <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SIMANKINFA/Study/Tab4/Lab1.pdf>
6. <https://yandex.ru/images/search?text=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&stype=image&lr=10335&parent-reqid=1598340729656071-1184246950453998037900280-production-app-host-man-web-yp-74&source=wiz>

MAVZU: Elektr o'lchov asboblarning turlari va ularning ishlash prinsiplari.

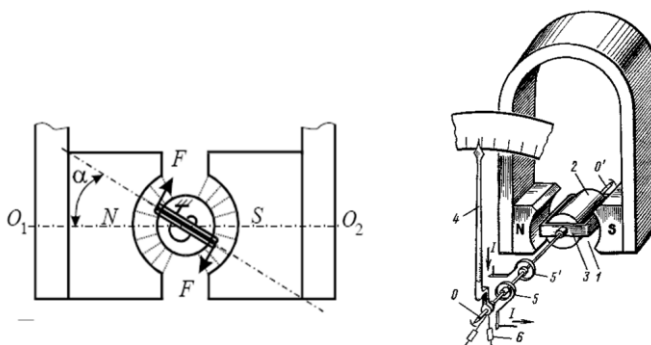
REJA:

1. Magnitoelektrik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.
2. Elektromagnit mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.
3. Elektrodinamik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.
4. Ferrodinamik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.
5. Induksion mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.

Magnitoelektrik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Magnitoelektrik mexanizmli asboblari jumlasiga o'lchov mexanizmi qo'zg'almas doimiy magnitdan va qo'zg'aluvchan g'altakdan iborat elektr o'lchov asboblari kiradi. Asbob o'zgarmas tok zanjiriga ulanganda g'altak burila oladi.

Magnitoelektrik mexanizmli asbobda bo'ladigan o'lchov mexanizmining tuzilishi 1-rasmda keltirilgan. 1 doimiy magnitning 2 qutb uchliklari orasiga po'latdan yasalgan 3 silindirik o'zak qo'zg'almas qilib mahkamlangan. Qutb uchliklari bilan silindirik o'zak orasida bir xil havo oralig'i hosil bo'ladi.

Mana shu oraliqda izolyasiyalangan sim o'rab yasalgan engil alyuminiy ramkadan iborat 7 qo'zg'aluvchan g'altak bo'ladi; ramkaning torets tomonlariga 5 yarim o'qlar mahkamlangan bo'lib, bu yarim o'qlar 6 podpyatniklarga tiraladi. Yarim o'qlardan bittasiga 8 strelka mahkam biriktirilgan. Strelkaning uchi bo'limlariga bo'lingan shkala ustida bemalol yura oladi. Ikkita 4 spiral prujina teskari ta'sir etuvchi moment hosil qilish uchunгина emas, balki ramka chulg'amini tashqi zanjirga elektrik bog'lash uchun ham xizmat qiladi. Buning uchun bir prujinaga chulg'amning boshi, ikkinchi prujinaga esa chulg'amning oxiri kavsharlab qo'yiladi. Pруjinalarning tashqi uchlariga asbob klemmalariga o'tkazgichlar bilan ulanadi.



1-расм

Magnitoelektrik mexanizmning ishlash prinsipi tokli o'tkazgich bilan doimiy magnit maydoni orasida bo'ladigan o'zaro ta'sir hodisasiga asoslangan. Doimiy magnit ramka atrofida havo oralig'ida bir tekis va radial yo'nalgan magnit maydon hosil qiladi. Asbobni zanjirga ulaganda g'altakda o'zgarmas tok paydo bo'ladi. Ma'lumki, magnit maydondagi tokli o'tkazgichga elektromagnit kuch ta'sir qiladi; bu kuchning yo'nalishi chap qo'l qoidasi asosida aniqlash mumkin. Aylantiruvchi moment M_{ayl} elektromagnit kuchlar qonuni asosida aniqlanadi. Bunda har bir o'tkazgichga ta'sir etayotgan kuch

$$f = B * I * l$$

bu erda:

V-havo oralig'idagi magnit induksiya;

l-o'tkazgichning aktiv uzunligi;

I-o'tkazgichdagi tok kattaligi.

G'altakning W o'rami ikkita aktiv tomonga ega. Elkaga qo'yilgan kuchlar g'altak kengligi b ning yarmiga teng. Demak, aylantiruvchi moment:

$$M_{a\ddot{u}n} = 2 * f * W * \frac{b}{2} = B * I * W * l * b$$

Agar $l * b = S$ g'altak yuzasi bo'lsa, u holda $M_{a\ddot{u}n} = W * B * I * S = c_1 * I$. Teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment M_{tes} tortqilarning yoki spiral prujinalarning buralishidan hosil bo'ladi va ularning buralish burchagiga proporsionaldir:

$$M_{mec} = c_2 * \alpha$$

bu erda s_2 – prujinaning bikrlilik koeffitsienti.

Momentlar tenglashganda $M_{ayl} = M_{tes}$ yoki $c_1 * I = c_2 * \alpha$ strelka surilishidan to'xtaydi. Tortqi yoki spiral prujinalarning burilish burchagi bir vaqtda asbob strelkasining surilish burchagi hamdir.

Demak, strelkaning surilish burchagi: $\alpha = \frac{c_1}{c_2} I = c * I$

Qo'zg'aluvchan qismning burilish burchagi o'lchanayotgan tokka to'g'ri proporsionaldir. SHuning uchun magnitoelektrik asboblarning shkalasi tekisdir, bu esa asbobning afzalligi hisoblanadi.

Asbob cho'lg'ami engil alyumin karkasga o'ralgan bo'lib, qisqa tutashgan o'ramdan iborat. Karkas (yoki asbobning karkassiz chulg'ami) o'zgarimas magnit (N-S) ning magnit maydonida burilganda (harakatlanganida) unda uyurma tok induksiyalanib, uning yo'nalishi Lens prinsipiga asosan karkas (chulg'am) burilishiga teskari ta'sir ko'rsatadi. Bunday uyurma toklar magnit oqimi bilan o'zaro ta'sirlashib, tinchlantiruvchi momentni hosil qiladi va chulg'amli karkasning (chulg'amning) tezda tinchlanishini ta'minlaydi (magnit induksionli tinchlantirgich).

Magnitoelektrik asboblarda, asosan, karkasli tinchlantirgichlar qo'llaniladi. Karkassiz ishlab chiqarilayotgan mikroampermetrlardagi tinchlantirgichlar chulg'amlardir.

Qo'zg'aluvchn g'altak 150-200 mA tokka mo'ljallab tayyorlanadi, chunki tok qiymatining yuqori bo'lishi teskari ta'sir ko'rsatuvchi momentni hosil qiluvchi va g'altakka tok uzatuvchi tortqilar yoki spiral prujinalarning qizishini oshiradi.

Magnitoelektrik tizimga taalluqli asboblarning shkalalarining bir tekisligi yuqori aniqlik sinfidagi o'lchash chegarasi keng bo'lgan asboblarning tayyorlash imkonini beradi. Masalan, M-1150 turdagi magnitoelektrik ampermetr 0,1 aniqlik sinfda 0,75 mA dan 15 A gacha bo'lgan 14 ta o'lchash chegarasiga egadir.

Shkalasi notekis bo'lgan boshqa tizimdagi asboblarni ko'p o'lchash chegarali, aniqlik sinfi yuqori qilib tayyorlash qiyindir. Aylantiruvchi moment yo'nalishi g'altakdagi tok yo'nalishiga bog'lqidir. Asbobni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan g'altak tez o'zgaradigan mexanik impulslarni sezadi va strelka nol atrofida tebranib turadi. Magnitoelektrik asboblarning faqat o'zgarimas tok zanjirlarida qo'llaniladi. Strelkaning kerakli tomonga burilishini ta'minlash uchun asbobni ulashda qutblilikka amal qilish kerak.

Magnitoelektrik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning afzallik va kamchilik tomonlari va ishlatilish sohalari. Magnitoelektrik tizimga taalluqli asboblarning **afzalliklari** quyidagilardan iborat:

- 1) aniqlik sinfining yuqoriligi;
- 2) tashqi magnit maydonlar tavsifining kam sezishi (chunki ular o'zining kuchli magnit maydoniga ega);
- 3) shkalaning tekisligi;
- 4) o'zi iste'mol qiluvchi quvvatning ancha kichik bo'lishi (sezgirligining yuqoriligi).

Uning **kamchiliklariga** ortiqcha yuklanishga sezgirligi, mexanizmlarning nisbatan qimmatligini keltirish mumkin.

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmlaridan yuqori sezgir asboblarning (ampermetr, voltmeter va galvonometr) tayyorlashda foydalanilib, asosan nol indikatorlar (nol asboblarning), ya'ni zanjir yo'qligini qaydlagichlar (fiksatorlar) sifatida ishlatiladi.

Magnitoelektrik ampermetrlar va voltmetrlarning o'lchash mexanizmlari, umuman olganda, bir-biridan farq qilmaydi. Farqi faqat o'lchash zanjiridadir. Kuchlanishni o'lchash uchun-bu kuchlanishga proporsional bo'lgan tokni o'lchashdir, ya'ni

$$I_b = \frac{U}{r_b}$$

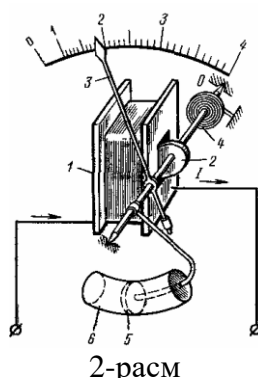
$r_b = const$ bo'lganda $I_b = U$ va bunday ampermetrning shkalasi voltlarda darajalangan bo'ladi.

Ampermetrlar zanjirga ketma-ket ulanib, ularning ichki qarshiliklari (parallel ulangan shunt bilan birga) nolga yaqin bo'ladi. Voltmetrlar zanjirga parallel ulanib, ichki qarshiligi bir necha yuz va ming Ohmni tashkil etadi (o'ramlar soni ko'p bo'lgan ingichka sim). Bundan tashqari, o'lchash mexanizmi bilan ketma-ket qilib qo'shimcha qarshilik ulanadi. Voltmetrlar qarshiliklarining yig'indisi bir necha o'n ming Ohmni tashkil etadi.

Asbobsozlikda aniqligi yuqori (aniqlik sinfi 0,1) bo'lgan aboblar ko'plab ishlab chiqariladi. Chunonchi, o'lchash chegaralari 750 mA gacha, 45 mV gacha bo'lgan M1150 A, M1151 mV, M1150 V asboblar, M95 mikroampermetrlar va M1201 voltmetrlar shular jumlasidandir.

Elektromagnit mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.

Elektromagnit tizimli o'lchov asboblari jumlasiga o'lchov mexanizmi qo'zg'almas g'altak va engil ferromagnit o'zakdan iborat elektr o'lchov asboblari kiradi. G'altak o'zgarimas yoki o'zgaruvchan tok zanjiriga ulanganda o'zak g'altakka nisbatan siljiydi. Elektromagnit tizimidagi asboblarning ishlash prinsipi o'lchanayotgan tokli g'altak 1 ga po'lat o'zak 2 ning tortilishiga asoslangan. Bunday qurilmada elektromagnit kuchlar shunday yo'nalgan bo'lishi kerakki, bunda o'zakning holatini o'zgartirish uchun mexanizmdagi magnit oqim eng ko'p bo'lsin. Qo'zg'aluvchan o'zak 2 yaproqcha ko'rinishida bo'lib, eksentrik holda o'qqa mahkamlangan bo'ladi. SHu o'qqa strelkaga teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment hosil qiladigan spiral prujina 3 va tinchlantirgich 4 ning porsheni 5 mahkamlangan bo'ladi. O'lchanayotgan tok I qo'zg'almas g'altak orqali o'tib, magnit maydonini hosil qiladi. o'zak 2 magnitlanib, g'altakning teshigiga tortiladi va u mahkamlangan o'qni buradi. O'z navbatida, o'qqa mahkamlangan asbob strelkasi α burchakka buriladi.



Asbobning qo'zg'aluvchan qismiga ta'sir etayotgan aylantiruvchi moment umumiy holda, magnit maydon energiyasi o'zgarishining burilish burchak bo'yicha olingan tartibli hosilasi orqali aniqlash mumkin:

$$M_{a\ddot{u}n} = \frac{dW_M}{d\alpha} = \frac{d}{d\alpha} \left(\frac{Li^2}{2} \right) = \frac{i^2}{2} \frac{dL}{d\alpha},$$

bu erda L-g'altakning o'zak holatiga bog'liq bo'lgan induktivligi; i-o'lchanayotgan tok.

Aylantiruvchi moment g'altakdagi tokning kvadratiga proporsional deb qabul qilinadi:

$$M_{a\ddot{u}n} = c_1 I^2$$

Aylantiruvchi moment M_{ayl} ni muvozanatlovchi teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment spiral prujina 3 yordamida hosil qilinib, asbob strelkasining burilish burchagiga, ya'ni spiralning buralish burchagiga proporsionaldir:

$$M_{mec} = c_2 \alpha$$

Strelka burilishining barqarorlashuvi $M_{ayl} = M_{tes}$ yoki $c_1 I^2 = c_2 \alpha$ ga mos keladi. Bundan:

$$\alpha = \frac{c_1}{c_2} I^2 = c I^2$$

Elektromagnit mexanizmli elektr o'lchash asboblarning afzallik va kamchilik tomonlari va ishlatilish sohalari.

Strelkaning burilish burchagi tokning kvadratiga proporsional bo'lganligi uchun bu asboblarning shkalasi notekis bo'ladi.

$\alpha = cI^2$ ifodadan ko'rinadiki, qo'zg'aluvchan qism burilish burchagining ishorasi tok yo'nalishiga bog'liq emasdir. Elektromagnit asboblardan o'zgaras va o'zgaruvchan tok zanjirlarida foydalanish mumkin. Ular o'zgaruvchan tok zanjirida tokning ta'sir etuvchi qiymatini o'lchaydi.

Asbobning qo'zg'aluvchan qismi tinchlanishi uchun odatda havoli tinchlantirgich qo'llaniladi. U egilgan silindr 4 dan iborat. Asbobning o'qi silindr ichida porshen 5 shtogi bilan bog'langan. Silindr ikkala qismida bosimlar farqi natijasida qo'zg'aluvchan qismning harakati sekinlashadi.

Shkalasining notekisligi eletromagnit mexanizmlil asboblarning kamchiligi hisoblanadi. Asbob shkalasining notekisligini kamaytirish uchun aylantiruvchi moment tok kuchiga

proporsional bo'lishi kerak. Elektromagnit mexanizm uchun bu shartga $I \frac{dL}{d\alpha} = const$ bo'lganda

erishiladi. O'zakning shaklini tanlash va uni g'altakka nisbatan joylashtirish yo'li bilan asbobning

shkalasini deyarli tekis qilishga erishiladi. SHkalaning boshlang'ich qismi uchun $I \frac{dL}{d\alpha} = const$

shartni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki $I \rightarrow 0$ da $\frac{dL}{d\alpha} \rightarrow \infty$ bajarilmaydi. Shuning uchun

shkalaning 10÷20% qismi siqiq bo'lib, qolgan qismi ancha tekisdir.

Tashqi magnit maydonning ta'siri ham mazkur asboblarning kamchiligi hisoblanadi, chunki g'altakning magnit maydoni havoda tutashganligi uchun ozroq induksiya bilan xarakterlanadi. Tashqi magnit maydoni ta'sirida vujudga kelgan xatoliklarni kamaytirish uchun elektromagnit mexanizmlil asboblar po'lat g'ilof bilan niqoblangan bo'ladi.

Elektromagnit mexanizmlil asboblarning yangi konstruksiyalarida magnit-o'tkazgichli mexanizmlar qo'llaniladi. Bunday mexanizmlarda tashqi magnit maydon ta'siri ancha susaygan bo'ladi. Bunday asboblarning o'zi iste'mol qiladigan quvvat avvalgi konstruksiyadagi asboblardan 3-4 marta kam bo'lib, sezgirligi nisbatan yuqoridir. G'altak 1 ikkita qutb uchliklari 3 bo'lgan magnit o'tkazgich 2 ga joylashtirilgan. G'altak chulg'amidan tok o'tganda sektor shakldagi qo'zg'aluvchan o'zak 4 o'q (tortqi) atrofida burilib, magnit sistemaning maksimum energiyasiga mos keluvchi holatni egallaydi. Tortqilarga o'rnatilgan qo'zg'aluvchan qismning burilishi teskari ta'sir ko'rsatuvchi momentni hosil qiladi. Dempfer sifatida suyuqlikli tinchlantirgichlarning qo'llanishi mexanizm o'lchamlarini ancha kichraytiradi. Bu ularning boshqa sistemadagi o'lchash asboblaridan afzalligidir.

Elektromagnit mexanizmlil asboblar o'zining tuzilishiga ko'ra oddiy, nisbatan arzon, o'ta yuklanishga g'oyat chidamlidir. Chunki o'lchash mexanizmining g'altagi qo'zg'almas bo'lganligidan, u katta tokka (500A gacha) mo'ljallangan bo'lishi mumkin. Asbobsozlikda o'lchash toki 10mA gacha bo'lgan ko'chma E59; 1,5mA gacha bo'lgan shchitli E378 milliampermetrlar; 500A gacha bo'lgan E59/103 va E59/102 ampermetrlar; 600V gacha bo'lgan E59/106 voltmetrlar; tor profilli E390 ampermetrlar va E391 voltmetrlar ishlab chiqariladi.

Elektrodinamik mexanizmlil elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.

Elektrodinamik mexanizmlil asboblarning ishlashi tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sir prinsipi (toklari qarama-qarshi yo'nalgan, ikkita o'tkazgich bir-biridan itarilishi, toklari bir xil yo'nalishda bo'lsa, bir-biriga tortilishi) ga asoslanadi. Bunday o'zaro ta'sirni g'altaklardan biridagi tokning boshqa g'altakda hosil bo'lgan tokning magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri, deb xulosa chiqarish mumkin.

Elektrodinamik mexanizmlil asboblar ikkita: ikki seksiyali qo'zg'almas 1 va qo'zg'aluvchan 2 g'altakdan iborat. Qo'zg'almas g'altak yo'g'on simdan yasalgan bo'lib, o'ramlar soni oz bo'ladi. Bu g'altak ikkita bir xil seksiyalar bir-biriga parallel joylashgan. Qo'zg'aluvchan g'altak qo'zg'almas g'altak ichiga joylashgan bo'lib, o'qqa mahkamlangan va burila oladi. G'altaklardan o'zgaras tok o'tganda bu tizim asboblarini magnitoelektrik tizim asboblariga

o'xshatish mumkin. Bunda tok o'tayotgan qo'zg'almas g'altak doimiy magnit vazifasini o'taydi. Qo'zg'aluvchan g'altak ingichka simdan ko'p o'ramli qilib yasalgan.

Qo'zg'aluvchan g'altakka tok I_2 ikkita spiral prujina 3 orqali beriladi. Bu tok teskari ta'sir ko'rsatuvchi moment hosil qilish uchun xizmat qiladi. O'qqa strelka va havoli tinchlantirgich ham mahkamlangan bo'ladi. Aylantiruvchi moment g'altaklardagi toklarning ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir. Bundan tashqari, u qo'zg'aluvchan g'altak burilishi bilan g'altaklarning nisbatan o'zgarish holatiga bog'liqdir. Aylantiruvchi moment qo'zg'aluvchan g'altak surilganda o'zaro induktivlikning o'zgarishiga proporsional holda ifodalanadi, ya'ni

$$M_{a\ddot{u}i} = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

Tormozlovchi moment $M_{mop} = K \cdot \alpha$ prujinaning buralish burchagi α ga proporsionaldir. Bu burchak asbob strelkasining burilish burchagidir. Strelka burilishining barqarorlashuvi $M_{tes} = M_{tor}$ ga mos keladi. Bundan

$$\alpha = \frac{1}{K} I_1 \cdot I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

O'zgaruvchan tokda bunday bog'lanish quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\alpha = \frac{1}{K} I_1 I_2 \cos(I_1 I_2) \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

Yuqoridagi ifodadan ko'rinadiki, I_1 va I_2 toklar yo'nalishlarining bir vaqtda o'zgarishi bilan burilish burchagi α ning ishorasi o'zgarmaydi. Shu sababli ham elektrodinamik mexanizmli asboblarda o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llanilishi mumkin.

G'altaklarning shaklini, ularning o'zaro joylashishini o'zgartirish orqali burchakning kichik o'zgarishida $\frac{dM_{12}}{d\alpha}$ ga ta'sir ko'rsatish, ya'ni $\frac{dM_{12}}{d\alpha} = const$ bo'lishiga erishish mumkin.

Bunda shkalaning birmuncha tekis bo'lishiga erishiladi.

O'lchash mexanizmlari tayyorlashda po'latdan foydalanmaslik 0,5; 0,2; 0,1 kabi yuqori aniqlik sinfidagi asboblarni yasash imkoniyatini beradi.

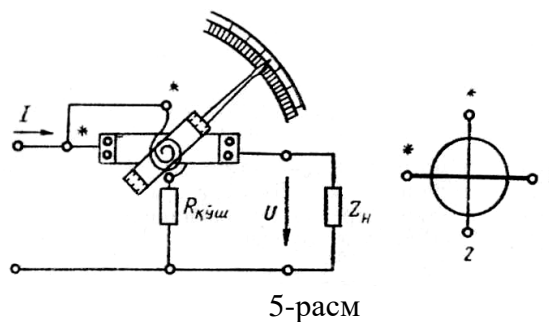
Elektrodinamik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning afzallik va kamchilik tomonlari. G'altaklarning magnit oqimlari havo orqali tutashganligi uchun kuchsizdir. Elektrodinamik mexanizmli asboblarning tashqi magnit maydon ta'siriga berilishi ularning kamchiligi hisoblanadi. Elektrodinamik mexanizmlarni tashqi magnit maydon ta'siridan

himoyalash uchun ular permalloy bilan ikki qavat qilib niqoblanadi. Elektrodinamik mexanizmli asboblari, elektromagnit asboblari kabi energiyani ancha ko'p oladi.

Elektrodinamik mexanizmli asboblarning sezgirliigi juda yuqori bo'lganligidan ular asosan, ko'chma laboratoriya asboblari (aniqlik sinfi 0,1-0,5) hisoblanib, ampermetrlar va voltmtrlar sifatida ishlatiladi. O'zgaruvchan va o'zgaruvchan tok zanjirlarida quvvatlarni o'lchash uchun elektrodinamik vattmetrlar keng qo'llaniladi. Asbobda ikkita tok zanjiri borligi ularni ampermetrlar, voltmtrlar, vattmetrlar, fazometrlar va chastotametrlar sifatida ishlatishga imkon beradi.

Vattmetrning qo'zg'almas g'altagi 1 tok g'altagi deb atalib, nagruzka zanjiriga ketma-ket ulanadi (5-rasm). Shunday qilib, tok I_1 nazorat qilib turilgan qurilmaning toki I ga teng. Qo'zg'aluvchan g'altak 2 qo'shimcha rezistor R_x bilan birgalikda parallel zanjirni yoki kuchlanish zanjirini tashkil qiladi. Bunday g'altakdagi tok

$$I_2 = \frac{U_{nazp}}{rV + R} \equiv U_{nazp}.$$



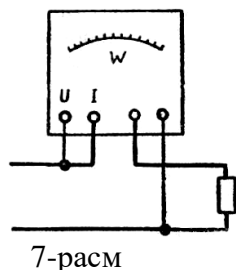
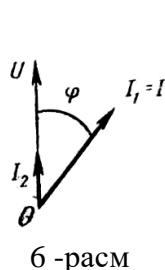
5-расм

Aylanuvchi moment va strelkaning burilish burchagi α avval ko'rganimizdek,

$$M_{a\ddot{u}r} = I_1 I_2 \cos(I_1 I_2) \frac{dM}{d\alpha} \text{ va } \alpha = \frac{1}{K} I_1 I_2 \cos(I_1 I_2) \frac{dM}{d\alpha}.$$

Parallel zanjir o'zgaras va reaktivsiz qarshiliklardan iborat bo'lsa, bunday g'altakdagi tok $\left(I_2 = \frac{U_{nazp}}{const} \right)$ kuchlanish bilan bir xil fazada bo'ladi. Aktiv-induktiv nagruzkaning vektor diagrammasida ko'rsatilgandek bo'ladi.

Bunday holda burchak $(I_1 I_2)$ tok I va kuchlanish U orasidagi faza siljish burchagiga teng bo'ladi.



$$\frac{dM}{d\alpha} = const.$$

deb qabul qilsak, $M_{a\ddot{u}r} = KUI \cos\varphi = K_1 \cdot P$ ni hosil qilamiz, ya'ni aylanuvchi moment aktiv quvvatga proporsionaldir va $\alpha = \frac{K_1}{K} UI \cos\varphi = \frac{K_1}{K} P$ bo'ladi.

Elektrodinamik vattmetr "qutbli" asbob hisoblanadi, chunki chulg'amlarning birortasidagi tok yo'nalishi o'zgaranda strelka teskari tomonga buriladi. Vattmetrni to'g'ri ulashni ta'minlash uchun chulg'amning ikkala "uchlari" sxemada yulduzcha (*) yoki nuqta (·) bilan belgilanadi. Yulduzcha bilan belgilangan ikkala zanjirning qisqichlari *generator (boshlang'ich) qisqichlar* deb ataladi.

Mamlakatimizda ishlab chiqarilgan vattmetrlarning chulg'am klemmalari kuchlanish chulg'amiga, o'rtadagilari tok chulg'amiga tegishli. Generator qismlari U va I harflari bilan belgilangan.

Elektrodinamik vattmetrlar tok va kuchlanish bo'yicha, odatda, bir nechta o'lchash chegaralaridan iborat (masalan, tok bo'yicha chegara-30, 150 va 300 V). Bunday asboblarda shartli shkalali bo'lib, vattmetrda o'lchangan kattalikning haqiqiy qiymatini topish uchun strelka ko'rsatayotgan bo'laklar soni asbobning diomiyligi s (har bir bo'lakka mos kelgan quvvat) ga ko'paytiriladi. U quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$c = \frac{U_{nom} \cdot I_{nom}}{N},$$

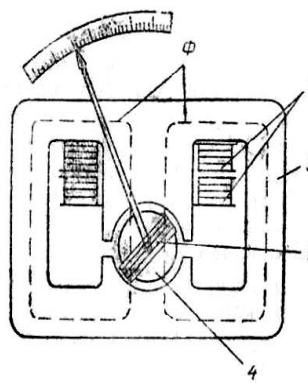
Bunda N -asbob shkalasining bo'laklar soni $(c = \frac{150 \cdot 5}{100} = 7,5 \text{ Bm/} \delta_{y_{max}})$, agar strelka 10

bo'lakka teng bo'lgan burchakka burilsa, vattmetr o'lchayotgan quvvat $P = 7,5 \cdot 10 = 75 \text{ Bm}$ bo'ladi). Uch fazali zanjirlardagi quvvatni o'lchash uchun uch fazali, ikki elementli vattmetrlardan foydalaniladi.

Ferrodinamik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.

Elektrodinamik mexanizmli asboblarning tashqi magnit maydon ta'siriga berilishini va aylantiruvchi momentining nisbatan kichik bo'lishini mexanizmida elektrotexnik po'lat plastinkalardan yoki permalloydan iborat ferromagnitli magnit o'tkazgichni qo'llash bilan bartaraf etish mumkin. Shunday magnit o'tkazgichli elektrodinamik asboblari ferrodinamik asboblarda deb ataladi. Ularning ishlash prinsipi elektrodinamik asboblarnikiga o'xshashdir. Qo'zg'almas g'altak 1 magnit o'tkazgich 3 ichiga joylashtiriladi, qo'zg'aluvchan karkassiz g'altak 2 esa po'lat 4 dan iborat qo'zg'almas silindr bilan o'rab olingan bo'ladi (6.14-rasm). Po'lat magnit o'tkazgich o'lchash mexanizmining magnit maydonini kuchaytiradi, natijada asbobning aylantiruvchi momenti birmuncha oshadi. O'zida kuchli magnit maydonining bo'lishi tashqi magnit maydonlar ta'sirini kamaytiradi.

Ferrodinamik mexanizmli asboblarda o'zi yozar asboblarda hamda tebranish, silkinish va zarbli silkinish sharoitlarida ishlatish uchun mo'ljallangan asboblarda qo'llaniladi. O'zi yozar (qayd qilish) asboblarda strelka harakatlanayotgan qog'oz lentasida o'zining ko'rsatishlarini



(ma'lumotlarini) qayd qilish uchun siyohli pero bilan ta'minlangan bo'ladi. Havo kemalarida esa tashqi maydon va vibratsiya kuchli bo'lganligi uchun faqat ferrodinamik asboblardan foydalaniladi.

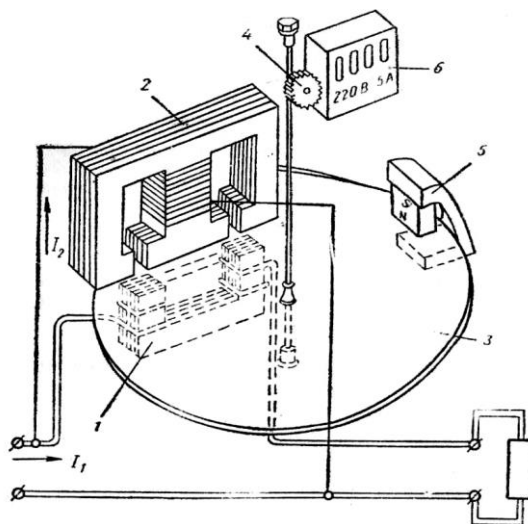
Ferrodinamik mexanizmli elektr o'lchash asboblarning afzallik va kamchilik tomonlari. Ulash mexanizmida chiziqli bo'lmagan element (po'lat magnit o'tkazgich) ning bo'lishi, gisterizis, uyurma toklar va po'latning magnitlanish egri chizig'i chiziqli bo'lmasligi sababli asbobning aniqlik sinfi pasayadi. Ferrodinamik mexanizmli asboblarning aniqlik sinflari 1,5; 2,5 bo'ladi. Ferrodinamik asboblarning tuzilishi mustahkam va ishonchlidir, ular deyarli tashqi magnit maydoni ta'sirini sezmaydi.

Induksion mexanizmli elektr o'lchash asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi.

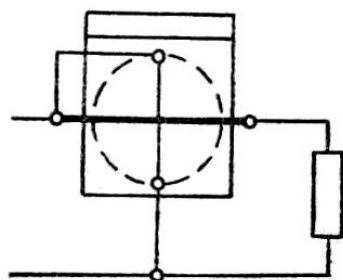
Induksion mexanizmli asboblarda aylantiruvchi moment qo'zg'almas konturlar hosil qilgan o'zgaruvchan magnit oqimlari va asbobning qo'zg'aluvchan qismida shu oqimlar induktivlangan uyurma toklarning o'zaro ta'siri natijasida vujudga keladi. Bunday asboblarning ishlash prinsipidan ko'rinadiki, ular faqat o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llanishi mumkin.

Hozirgi vaqtda induksion o'lchash mexanizmlari faqat elektr energiyasi schyotchiklarida qo'llaniladi.

Induksion schyotchik ishlashining asoiy sharti elektromagnit g'altaklardagi toklar orasida fazalar siljishi mavjud bo'lishidir. Elektr energiyasi bir fazali schyotchigining SO=1 turi keng tarqalgan (9-rasm). U – simon 1 va T – simon 2 qo'zg'almas elektromagnitlarning o'zgaruvchan oqimlari o'qqa o'rnatilgan alyuminiyli engil disk 3 ni kesib o'tadi.



9-pacm



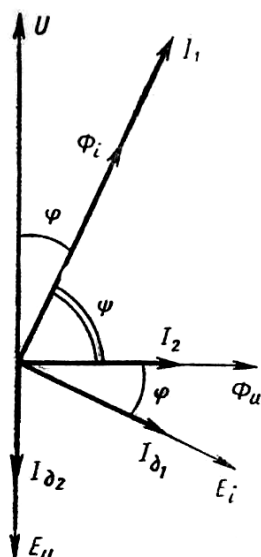
10-pacm

O'zgaruvchan oqimlar induksiya qilingan toklar (uyurma toklar) bilan elektromagnit oqimlari o'zaro ta'sirlashib, aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Bu moment diskka ta'sir qiladi va uni aylantiradi.

Elektr energiyasi schyotchigi yig'uvchi (jamlovchi) asbob bo'lib, ko'rsatuvchi qismi prujina bilan cheklanmagandir. U biror vaqt davomida (bir soat, bir sutkada, bir oyda va h.k.) sarflangan elektr energiyasini hisobga oladi. Pastki elektromagnit 1 ning chulg'ami schyotchikning nominal tokiga mos keladigan, ko'ndalang kesimi nisbatan yo'g'on simdan o'ralgan (yasalgan) bo'lib, tok chulg'ami deb ataladi. U zanjirga ampermetr kabi ketma-ket ulanadi. Elektromagnit 2 ning chulg'ami esa ingichka simdan 8-12 ming o'ram qilib o'raladi va voltmeter kabi tarmoqqa parallel ulanadi. Schyotchik tarmoqqa vattmetr kabi ulanadi (10-rasm). Tok chulg'amidagi I_1 tok magnit oqimi Φ_i ni hosil qiladi va u disk 3 ni ikki marta kesib o'tadi.

Tok I_2 kuchlanishga proporsional holda Φ_u oqimni hosil qilib, diskni bir marta kesib o'tadi (Φ_u magnit o'tkazgichning po'lat halqasi 2 bo'yicha tutashgan bo'lib, rasmda ko'rsatilmagan).

Ish toki I ga teng bo'lgan I_1 tok va U kuchlanish nagruzkaning xarakteri bilan aniqlanib, faza bo'yicha bir-biridan φ burchakka farq qiladi. Kuchlanish g'altagi induktivligining katta bo'lishi,



11-pacm

o'ramlar sonining ko'pligi sababli tok I_2 kuchlanish U dan 90^0 ga yaqin burchakka kechikadi (bunda Φ_u oqim bir qismining shuntlanishi yordam beradi). Agar asbobdagi elektromagnitlar to'yinmagan rejimda ishlayotganligini hisobga olsak (ya'ni $\Phi \equiv I_2 \equiv U$ va $\Phi_i \equiv I_1$) va isroflar burchagini hisobga olmasak, quyidagi vektor diagrammani hosil qilamiz (11-rasm). O'zgaruvchan oqimlar Φ_i va Φ_u diskda shu oqimlardan 90^0 kechikuvchi E_1 va E_2 EYUK larni induksiyalaydi. Bu EYUK lar diskda I_{g1} va I_{g2} uyurma toklarni hosil qiladi va ular bilan bir xil fazada bo'ladi (diskning induktivligini hisobga olmasa ham bo'ladi). Oqimlarning "begona" toklar bilan o'zaro ta'siri natijaviy aylantiruvchi momentni beradi. Mazkur momentning bir davradagi o'rtacha qiymati:

$$M_{a\ddot{u}n} = K_1 \Phi_i \cdot I_{g2} \cos(\Phi_i I_{g2} + K_2 \Phi_u I_{g1} \cos - \varphi \Phi_u I_{g1}) = \\ = K' \Phi_i \Phi_u \cos(90^0 + \varphi) + K'' \Phi_i \Phi_u \cos(90^0 - \varphi) = K \Phi_i \Phi_u \sin \varphi.$$

Ushbu ifodada $\sin \varphi = \sin(90^0 - \varphi) \Leftrightarrow \cos \varphi$. Shunday qilib, aylantiruvchi moment $M_{a\ddot{u}n} = I_1 U \cos \varphi = K_M P$, ya'ni u nagruzka

iste'mol qilayotgan aktiv quvvatga proporsionaldir.

Schyotchik diskining aylanishlar sonini sarflayotgan energiyaga proporsional qilish uchun diskning aylanish tezligiga proporsional bo'lgan tormozlovchi moment bo'lishi kerak. bu momentni o'zgarimas magnit 5 (9-rasm) hosil qiladi. Disk aylanganda uning Φ_M maydoni (magnit oqimi) diskda o'zining uyurma toklarini induksiyalaydi. Lens qoidasiga asosan, bu toklar diskning aylanishiga teskari ta'sir ko'rsatadi. Uyurma toklar diskning aylanish tezligi nga proporsional bo'lganligi uchun tormozlovchi moment:

$$M_{mopm} = K\tau \cdot n$$

Barqarorlashgan tezlikda $M_{a\ddot{u}n} = M_{mopm}$ yoki $K_M P = K\tau \cdot n$ ifoda $t = 0$ dan t_1 gacha vaqt oralig'ida

$$\int_0^{t_1} K_M P dt = \int_0^{t_1} K_T n dt \text{ yoki } K_M P t_1 = K_T n t_1$$

Bunda $P t_1 = W - t$ vaqt ichida qurilma iste'mol qilayotgan elektr energiyasi, $n t_1 = N$ esa shu vaqtdagi schyotchik diskining aylanishlar soni.

Demak,

$$W = \frac{K_T}{K_M} N = cN .$$

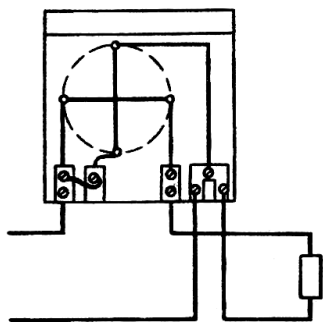
Bunda s-schyotchik doimiysi bo'lib, schyotchik diskining bir marta to'la aylanishiga to'g'ri keluvchi Vt^* sek dagi energiya.

Schyotchikdagi aylanadigan diskning o'qi chervyak va tishli uzatma orqali hisoblash mexanizmi bilan tutashtirilgan. Schyotchikning hisobga olayotgan energiyasi hisoblash mexanizmining ko'rsatishi bo'yicha o'lchanadi. Induksion schyotchiklarning quyidagi aniqlik sinflari mavjud: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0. Schyotchik qismalarining joylashishi 6.18-rasmda ko'rsatilgan.

Uch fazali elektr qurilmalarda elektr energiyasining uch fazali schyotchiklari qo'llanib, ular ikkita yoki uchta asosiy elementlardan iborat bo'ladi va o'q orqali hisoblash mexanizmiga ta'sir ko'rsatadi.

Reaktiv energiyani hisobga olishda aktiv quvvat schyotchiklari tuzilishiga o'xshash, lekin g'altaklarning ijrosi va o'zaro ulanishi bilan farq qiladigan uch fazali maxsus schyotchiklar ishlab

chiqariladi. Korxonalar va boshqa ob'ektlar elektr qurilmalarining elektr quvvati 100kVA va undan katta bo'lganda reaktiv energiya schyotchiklaridan foydalaniladi.



12-pacm

Aktiv va reaktiv energiya schyotchiklarining ko'rsatishlari bo'yicha elektr qurilmalarning o'lchangan qiymatining o'rtachasi aniqlanadi (bir oyda, kvartalda, yilda). Buning uchun bir oydagi kVAr*soat da ifodalangan elektr energiyaning sarfi kVt*soatda ifodalangan aktiv energiya sarfiga bo'linadi. Bu nisbat faza siljishi burchagining tangensini beradi:

$$\frac{W_p}{W_a} = \frac{0.00 IUI \sin \varphi}{0.00 IUI \cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi$$

$\operatorname{tg} \varphi$ bo'yicha $\cos \varphi$ topiladi.

Elektr qurilmalarining o'rtacha o'lchangan sini har oyda aniqlashdan maqsad iste'molchining qiymatini hisobga olib, sarflangan elektr energiyasiga to'lanadigan haqni belgilashdir.

Induksion mexanizmlilar asboblarning kamchilik va afzallik tomonlari. Induksion o'lchash mexanizmlilarining asosiy afzalliklari – o'z maydonining kuchlilik sababli, tashqi magnit maydonlarning ta'siri sezilmasligi hamda ortiqcha yuklamaga bardosh bera olishining ancha yuqoriligidir.

Bu asboblarning kamchiliklari – faqat o'zgaruvchan tok zanjirlari uchun yaroqligi, chastotaning o'zgarishiga sezgirligi va aniqligining ancha pastligidir.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

18. A.I. Xonboboev, N.A. Xalilov «Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'zbekiston, 2000 yil.
19. F.E. Evdokimov, «Umumiy elektrotexnika» T., O'qituvchi, 1995.
20. A.S. Karimov va boshqalar. «Elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O'qituvchi, 1995 yil.
21. U. Ibrohimov «Elektr mashinalar» T., O'qituvchi, 2001.
22. A.E. Kitaev «Elektrotexnika va sanoat elektrotexnika asoslari» T., O'qituvchi, 1996 yil.
23. Sh.A. Sharipov, U.A. Bozorov Elektrotexnika va radiotexnika fanidan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
24. X. Rixsitillayev Elektr o'lchash asboblari va elektrik o'lchashlar. O'quv qo'llanma, Toshkent – 2007.
25. A. Raximov «Elektrotexnika va elektronika asoslari» Namangan 2003

Интернет манзиллари:

7. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B
8. <https://foxford.ru/wiki/fizika/elektroizmeritelnye-pribory>
9. <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/70/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B/elektroizmeritelnie-pribori.pdf>
10. <https://electrono.ru/elektroizmeritelnye-pribory-i-metody-izmerenij/95-naznachenie-i-tipy-elektroizmeritelnyx-priborov>
11. <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SIMANKINFA/Study/Tab4/Lab1.pdf>
12. <https://yandex.ru/images/search?text=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B&stype=image&lr=10335&parent-reqid=1598340729656071-1184246950453998037900280-production-app-host-man-web-yp-74&source=wiz>

Mavzu: O'zgaruvchan tok elektr mashinalari.

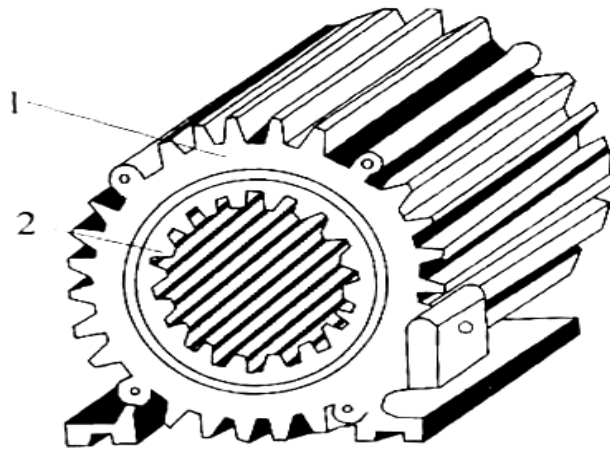
REJA:

1. Asinxron elektr dvigatellar.
2. Dvigatel, generator mashinaning qaytuvchanligi, elektr mashina o'tkazgichlari haqidagi ma'lumotlar.

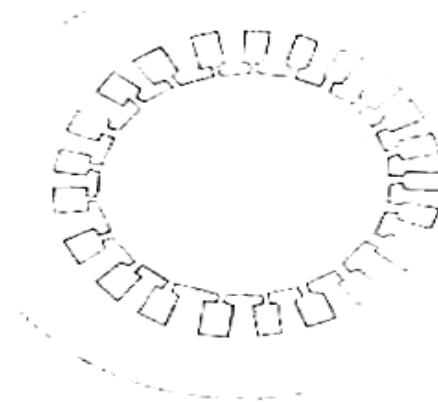
Elektr mashinalari ichida eng ko'p tarqalgani asinxron mashinadir. Uni birinchi bo'lib, M. O. Dolivo-Dobrovolskiy (1888 y) ixtiro qilgan bo'lib, u hozirgacha o'zining asosiy xususiyatlarini saqlab qolgan. Asinxron mashina statori aylantiruvchi magnit maydonini hosil qiladi, rotor esa kichik tezlik bilan, ya'ni **asinxron** aylanadi. Dvigatel yuklamasining ortishi rotor aylanish tezligini kamaytiradi.

Sinxron mashinada rotorning aylanish tezligi statorning magnit maydonining aylanish tezligiga mos bo'lib, dvigatel yuklamasiga bog'liq bo'lmaydi.

Asinxron mashinalarni uni aylanish tezligini doimiy saqlash zarur bo'lmagan joylarda, shuningdek bir fazali qilib kichik quvvatlarda ishlatish mumkin. Uning tuzilishi sodda, ishonchli va arzon hisoblanadi. Asinxron dvigatel **stator** va **rotor**dan tashkil topadi. Dvigatelning qo'zg'almas qismi **stator**, aylanadigan qismi esa **rotor** deb ataladi. Stator (4-rasm) tashqi po'lat tana va unga preslangan po'lat o'zakdan iborat. O'zak shtamplangan bo'lib, bir biri bilan lak orqali izolyatsiyalangan po'lat listlardan yig'iladi (5-rasm).

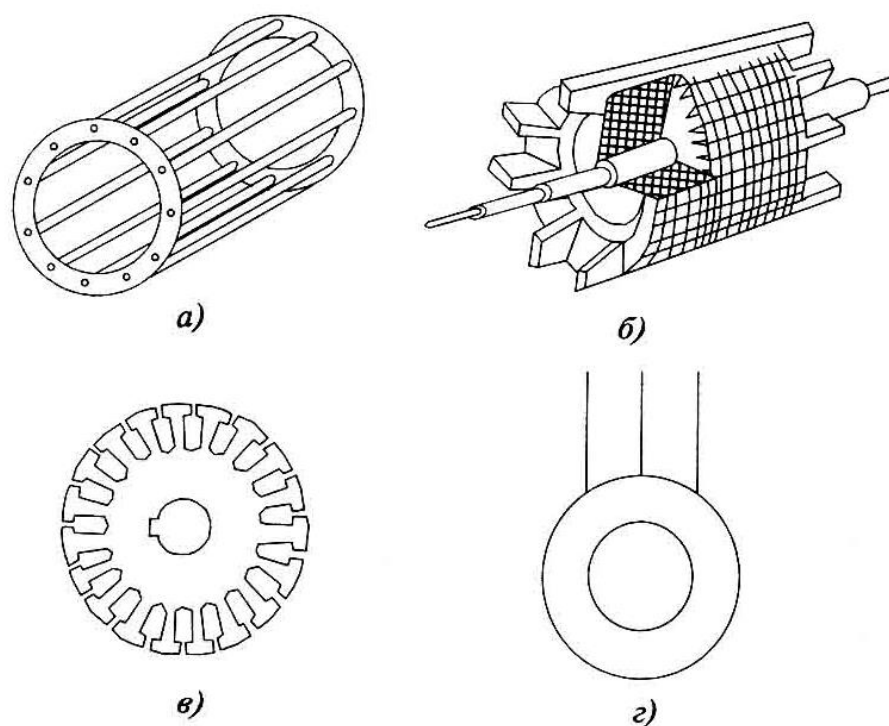


4 -расм. Асинхрон двигателнинг
чулғамсиз статори:
а—пўлат корпуси, 2—ўзак.



5.-расм. Статор ўзакнинг
пўлат листи.

Po'lat o'zakning ichki tomonida ariqchalar bor, unga statorning uch fazali chulg'amlari joylashtiriladi. Stator ichiga aylanuvchi qism – rotor joylashtiriladi (6-b-rasm). Rotor o'zagi ham ingichka po'lat tunukalardan yig'iladi (6-v-rasm).



6-rasm. **Qisqa tutashtirilgan rotor.** a) olmaxon g'ildiragi, b) rotor kesimi, v) rotorning po'lat listi, g) rotori qisqa tutashtirilgan asinxron dvigatelning shartli belgisi.

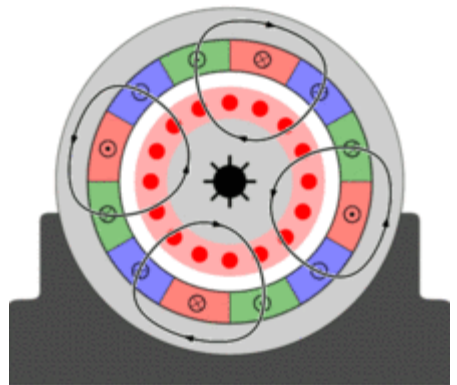
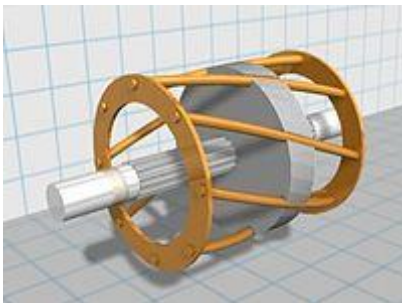
Rotor o'zagining tashqi tomonida ariqchalari bor, unga rotor chulg'ami joylashtiriladi. Agar chulg'amlar bir biriga nisbatan 120^0 burchak ostida joylashtirilsa va unga uch fazali tok ulansa rotor o'zagida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi va rotor asinxron aylanadi. Bu Amper kuchi natijasidir.

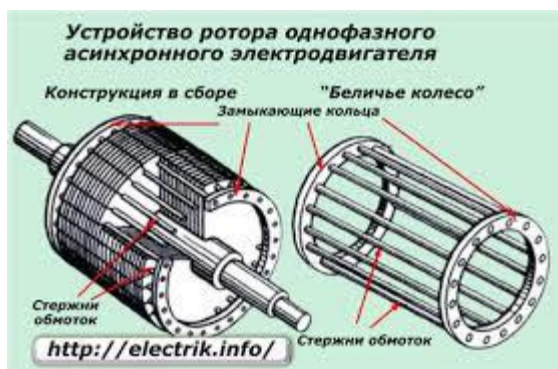
Stator chulg'amlariga tarmoqdan uch fazali tok beriladi, natijada stator chulg'amlaridan o'tgan tok aylanuvchi magnit oqimi hosil qiladi. U stator va rotor chulg'amlarini kesib o'tib, ularda EYuK larni induktsiyalaydi. Natijada rotorning berk o'ramlaridan tok oqadi. Bu tok bilan aylanuvchi maydon ta'sirlashib elektromagnit kuchni hosil qiladi va rotor aylanadi.

Asinxron mashina o'zgaruvchan tok mashinasi bulib uning ishlash printsipi aylanuvchan magnit madoni xodisasiga asoslangan. Barcha elektr mashinalari kabi asinxron mashinalar ham ikki asosiy qism: qo'zgalmas stator va aylanuvchan rotordan tashkil topgan

Stator po'lat o'zak va statorning pazlariga joylashtirilgan uch fazali chulg'amlardan iborat. Stanina cho'yandan yoki alyuminiydan silindr simon shaklida yasalgan bulib, uning urniga statorning pulat uzagi maxkamlanadi. Shuningdek statina mashinani tashki mexanik ta'siridan saklash uchun xam xizmat kiladi. Statinada stator chulgamlarini elektr energiya manbaiga ulash uchun shu chulgamlarning uchlari chikarilgan, "klemmalar kutisi" bor. AD ishlayotganda uni yaxshirok sovitish maksadida statina qobirgali qilib yasaladi.

Rotor aylana shaklida po'lat listlardan tuzilgan bo'lib silindr ko'rinishida bo'ladi. Undagi tok rotor aylanishi paytida aylanuvchi maydondan orkada kolishi natijasida sodir buladi. Bu toklar qiymatlari magnit maydoni aylanish tezligida aniqlanadi.





АСИНХРОН ЭЛЕКТР ДВИГАТЕЛЬ - двигатель режимда ишлайдиган асинхрон машина; электр энергиясини механик энергияга айлантириб беради. Иш тарзи статор чулғамлари бўйлаб уч фазали ўзгарувчан ток ўтганда вужудга келадиган айланувчи магнит майдонининг статор майдони ротор чулғамларида ҳосил келадиган ток билан ўзаро таъсирга асосланган. Айланиш тезлигини ток частотаси, кутблар сони ва сирпанишга таъсир этиб ўзгартириш мумкин. Ток частотасини ўзгартириш энергия иерофини чеклаган ҳолда тезликни равон ўзгартиришга имкон беради. Шунинг учун частота бўйича бошқарилувчи Асинхрон электр двигателни яратиш асосий муаммолардан бирига айланган. Асинхрон электр двигатель электр юритмаларда асосий двигатель сифатида ишлатилади. Қуввати бир неча Вт дан ўнлаб МВт гача бўлади.

АСИНХРОН ГЕНЕРАТОР — генератор режимда ишлайдиган асинхрон машина; механик энергияни электр энергиясига айлантириб беради. Асинхрон генератор ҳаракатлантирувчи двигатель ёрдамида магнит майдон йуналишида катта тезлик билан айлантирилади. Бу вақтда Асинхрон генератор роторнинг сирпаниши манфий бўлиб қолади, машина валида тормозловчи момент вужудга келади ва энергиясини тармоққа бериб, генератор сифатида ишлайди. Асинхрон генератордан кичик қувватли ёрдамчи электр ток манбаи ва тормозлаш қурилмаси сифатида фойдаланилади.

СТАТОР (инг. stator, лот. sto - тураман) - 1) электр машинада - магнит ўтказгич вазифасини бажарувчи қўзғалмас қисм. Ўзак ва станинадан иборат. Ўзак лок билан изоляцияланган электротехника пўлати листларидан (0,35—0,5 мм қалинликда) пакет (таҳлам) тарзида ясалади. У қуйма ёки пайвандлаб ясалган корпус - станинага маҳкамланган;

2) гидротехникада - гидроафегат массасидан нагрукани ва сув босимини ГЭС биносига узатувчи қисм; гидротурбинашгг пойдевор қисми. У спиралсимон бетон камерали қилиб ясалади. Йирик турбиналар учун мўлжалланган С, одатда, пайвандлаб тайёрланади.

РОТОР (лот. rotare - айлантормок) - 1) турбина, компрессор, гидронасос ёки гидромоторнинг айланувчи қисми. Иш жисмидан энергия ҳосил қилувчи ёки энергияни иш жисмига берувчи органлар Роторга жойлаштирилади;

2) электр машиналарининг айланувчи қисми. Одатда, статор ичига жойлаштирилади. Роторга ўралган чулғам майдони статор чулғамининг магнит майдони билан таъсирлашиб, электр юритувчи куч ҳосил қилади;

3) кемага ўрнатиладиган ва кичик двигатель билан ҳаракатлантириладиган айланувчи вертикал труба (минора); Р. ёрдамида кемани юргизишда шамол кучидан фойдаланилади.

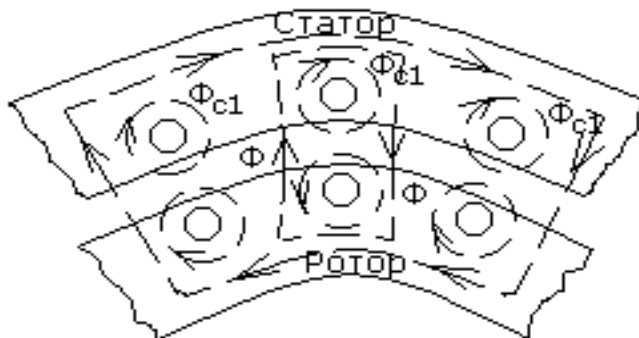
12-mavzu: Asinxron dvigatelning ishlash printsipini.

REJA:

1. Asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti.
2. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi.
3. Asinxron dvigatelning mexanik va ish xarakteristikalari.

Asinxron motor statorida uchta chulg'am bo'lib, bu chulg'amlar stator pazlarida simmetrik joylashgan, shuning uchun ularda bir xil jarayonlar sodir bo'ladi. Asinxron motor tarmoqqa ulanganda, uning chulg'amlaridan uch fazali tok o'ta boshlaydi. Motorning rotori faza rotor bo'lsa, bu sharoitda rotor chulg'amida ham uch fazali tok hosil bo'ladi. Agarda motor rotori qisqa to'tashgan rotor bo'lsa, rotor chulg'amidan m fazali tok o'ta boshlaydi. Stator va rotor toklari alohida magnitlovchi kuchlarni hosil qiladi. Statorning ayrim faza chulg'amlaridan o'tuvchi tok kuch chiziqlari faqat shu chulg'am o'ramlari, stator temir o'zagi va qisman stator

va rotor orasidagi xavo oralig'idan o'tib, berqiluvchi sochilma oqim F_{s1} ni hosil qiladi. Rotor toklari kuch chiziqlari faqat rotor sterjeni, temir o'zagi va qisman havo oralig'idan o'tib, berqiluvchi sochilma oqim F_{s2} ni hosil qiladi.



1-rasm. Kotsentrik chulg'amni yoyilgan sxemasi.

Motor elektr tarmog'iga ulanganida hosil bo'ladigan aylanma magnit maydonining kuch chiziqlari stator chulg'ami o'ramlarini kesib o'tadi va chulg'amda E_{e1} asosiy EYuK ni hosil qiladi. Stator chulg'amida F_{es1} sochilma EYuK ni hosil qiladi. Ayrim bir o'ramda hosil bo'ladigan EYuK quyidagicha aniqlanadi:

$$e^1 = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\text{yoki } df = e^1 dt$$

f-bitta o'ram bilan qurshalgan magnit oqimi. Yarim davr ichida EYuK ning o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$E^1_{o'rt} = \frac{1}{2} \int_0^{\pi} e^1 de = -\frac{2}{T} \int_{+\phi_{maks}}^{-\phi_{maks}} d\phi = \frac{2}{T} |\phi|_{1-\phi_{maks}} = \frac{\gamma}{T} F_{maks} = \gamma f f_{maks}$$

Bir o'ramda hosil bo'ladigan EYuK ning effektiv qiymati, ya'ni Ye^1 xavo oralig'idagi magnit oqimining tarqalish egri chizig'iga bog'liq bo'ladi. O'zgaruvchan tokning o'rtacha effektiv qiymati xaqidagi nazariyaga asosan $E' = E'_{o'rt} \cdot R_f$. R_f -egri chiziq shaklini harakterlovchi koeffitsient. $E' = \gamma R f f_{maks} >$.

O'zgaruvchan tok sinusoidal o'zgarsa, $R_f = 1,11$ ga teng bo'ladi. Bunda EYuK effektiv qiymati $E' = 4,44 f f_{maks}$ yettita chulg'am koef-fitsientni R_1 bilan belgilasak u xoldagi ayrim faza chulg'amiga hosil bo'lgan EYuK ning to'la effektiv qiymati quyidagicha aniq-lanadi $Ye_1 = E' \cdot k_1$ $\omega_1 = 4,44 f_1 \cdot \omega_1 f_{maks}$ f_{maks} -magnit oqimi (v·sek). Asosiy magnit oqimi stator chulg'amni va rotor chulg'amni kesib o'tadi va rotor chulg'amida $f_1 \frac{p \cdot n_1}{\sigma_0 - U}$ chastotali EYuK hosil bo'ladi.

Chulg'am o'ramlari rotorda bir-biriga nisbatan ma'lum burchakka surilganligi uchun formulaga ham chulg'am koeffitsienti kiritilgan.

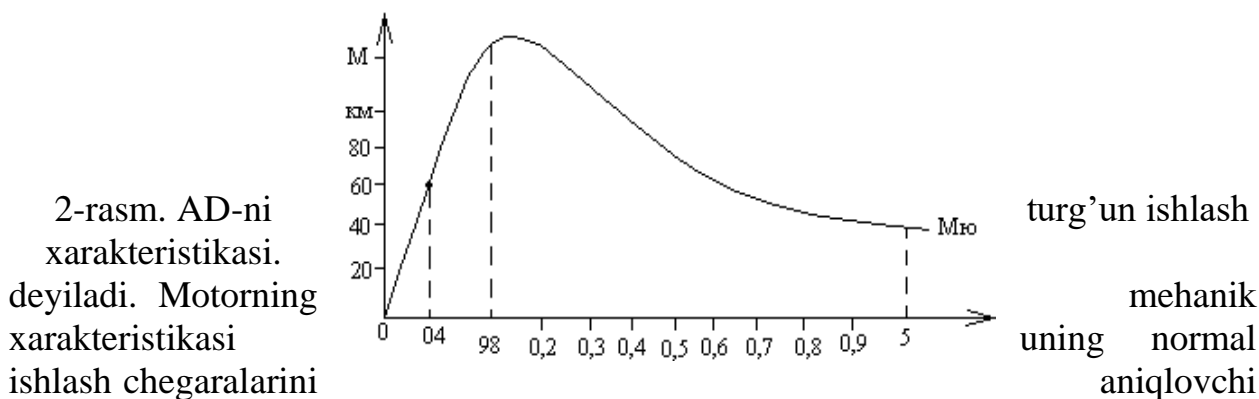
$$E_{2q} = 4,44 f_2 \cdot \omega_2 \cdot k_2 \cdot f_{maks}$$

E_{2q} - qo'zg'almas rotor chulg'amida hosil bo'lgan EYuK;

ω_2 - rotor chulg'amining o'ramlar soni;

R_2 - rotor chulg'amini chulg'am koeffitsienti;

Asinxron motor uchun aylantiruvchi momentning sirpanishiga bog'lanishi $[M=f(s)]$ ahamiyatga ega, bu bog'lanish motorning mexanik harakteristikasi



2-rasm. AD-ni xarakteristikasi deyiladi. Motorning xarakteristikasi ishlash chegaralarini

asosiy xarakteristikadir. Mexanik harakteristikasining aniqlash uchun turli sharoitda (salt ishlashdan to nominal yuk bilan ishlashigacha) sirpanish qiymatini ifodasiga qo'yib, uning aylantiruvchi momenti hisoblab chiqiladi va ma'lum masshtabda xarakteristika quriladi.

Bir vaqtda, motorda hosil bo'lgan aylantiruvchi moment bosh-lang'ich yoki yurgizish momenti deyiladi. Agar $S=1$ ni ifodaga qo'ysak, yurgizish momentining qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{yu} = \frac{m_1 p U_1^2 R_2^1}{2If_1 [(R_1 + R_2^1)^2 + (x_1 + x_2^1)^2]}$$

Motorning yurg'izish momenti statik moment $(M_s)^*$ dan katta bo'lsa, rotor aylana boshlaydi va aylantiruvchi moment statik momentga tenglashguncha rotorning aylanish tezligi orta boradi. Shu bilan motorni yurgizish tamom bo'ladi va u turg'un sharoitda ishlay boshlaydi. Motorning sirpanishi kamaygan sari uning aylantiruvchi momenti kattalashadi, sirpanish biror qiymatgacha kamayganda motorning aylantiruvchi momenti maksimal qiymatga erishadi. Sirpanishning bu qiymati kritik sirpanish deyiladi va S bilan belgilanadi. Agar motor nominal yuk bilan ishlasa, uning sirpanishi ham nominal qiymatga erishadi. Aylantiruvchi momentning maksimal qiymatini aniqlash uchun dastlab kritik sirpanish aniqlanadi. Buning uchun sirpanish bo'yicha aylantiruvchi momentning birinchi tartibli hosilasi olinadi va u nolga teng-lashtiriladi.

$$\frac{dM}{dS} = 0$$

Aylantiruvchi moment o'rniga dagi ifodasini qo'yib bu masala xal qilinadi va so'ngra S_k qo'yidagicha aniqlanadi:

$$s_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

Bu ifodadagi «plyus» va «minus» ishora mashinaning motor yoki generator sifatida ishlashiga tegishli. Mashina generator rejimida ishlasa, uning sirpanishi manfiy bo'ladi. Mashina motor yoki elektromagnit tormoz sifatida ishlaganda uning sirpanishi mus-bat bo'ladi. Kritik sirpanish qiymatini qo'yib aylantiruvchi momentning maksimal qiymati aniqlanadi:

$$M_{\max} = \frac{m_1 p u_1^2}{4\pi f_1 [R_1 + \sqrt{P_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]}$$

$$s_k \approx \pm \frac{R_2'}{x_1 + x_2'}$$

va $M_{\max} = \frac{m_1 p u_1^2}{4\pi f_1 [R_1 + x_1 + x_2']}$

Demak, asinxron motor uchun kritik sirpanish rotor chulg'aminging aktiv qarshiligiga proporsional ekan. +isqa to'tashgan rotorli asinxron matorlarda kritik sirpanish 12–20%-ni, katta quvvatli motorlarda 4-5%-ni tashkil qiladi. Ma'lum sharoitda motorning yurgizish momenti aylantiruvchi momentining mak-simal qiymatiga teng bo'lishi mumkin. Motorning to'la induktiv qarshiligi qancha katta bo'lsa, uning yurgizish momenti shuncha kichik bo'ladi. Faza rotorli asinxron motorda rotor chulg'aminging qarshiligi ikki qismdan: rotor chulg'aminging qarshiligi R va yurgizish reostatning qarshiligi R_{yu} dan iborat bo'ladi. Agar tar-moq kuchlanishi o'zgarmas bo'lsa, rotorning aylanish tezligi asosan yukka bog'liq bo'ladi. Motor yuki o'zgarsa, rotorning aylanish tez-ligi asosan yukka bog'liq bo'ladi. Motor yuki o'zgarsa, rotorning aylanish tezligi o'zgaradi, u xolda rotorga ta'sir etuvchi moment-lar tenglamasi quyidagicha yeziladi:

$$M = M_{st} = I \frac{d\omega}{dt} = M_{ort.}$$

M-motorning aylantiruvchi momenti. M_{ort} —ortiqcha moment. I—inertiya momenti. Ortiqcha momentni dinamik moment yoki inertiya kuchlarining momenti deyiladi. Dinamik moment musbat yoki manfiy bo'ladi, bu motorning aylantiruvchi momenti yoki uning harakatga keltiraetgan yukli mexanizmining momentlarining o'zgarishidan hosil bo'ladi. Xarakteristikaning S –0 dan S – S_q dan S-1 gacha bo'lgan qismi va qism motor to'rg'un ishlamaydigan qism deyiladi. Mexanik xarak-teristikaning OV qismi ishchi qism deyiladi. Asinxron motor turg'un ishlashi uchun uning maksimal momenti nominal momentidan ancha katta bo'lishi lozim. Maksimal momentning nominal momentga nisbati, asinxron motorning o'ta yuklanish qobiliyati deyiladi, va λ bilan ifodalanadi. $\lambda = M_{mak}/M_{nom}$. Amalda kichik va o'rta asin-xron motorlarning o'ta yuklanish qobilyati 1,6 –1,8 o'rta va katta quvvatli motorlarda 1,8-2,5 ga teng bo'ladi. 89 ifodani 104 ifo-daga bo'lib mexanik xarakteristikani hisoblash uchun qulay teng-lama olinadi

$$M = 2M_{mak}(1+q)/S$$

$$M = \frac{2M_{MAX}(1+q)}{\frac{S}{S_{KP}} + \frac{S_{KP}}{S} + 2q}$$

$$M = \frac{2M_{mak}}{\frac{S}{S_{kp}} + \frac{S_{kp}}{S}}$$

bunda

$$S_{kr} = S(\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

Har bir motor uchun o'ta yuklanish qobiliyatining qiymati jadvallarda beriladi. Asinxron motorlar turli mexanizmlarni harakatga keltiradi. Turli mexanizmlarga ulangan motorlar turli sharoitda ishlaydi. Motorning yurgizish

xarakteristikalari yurgizish tokining I_{yu} yoki yurgizish tokining nominal tokga nisbati $\frac{I_{ю}}{I_{НОМ}}$ yurgizish momenti M_{yu} yoki yurgizish momentining nominal momentga nisbati M_{yu}/M_n hamda motorning to'la va bir tekis yurgizish uchun ketgan vaqti bilan aniqlanadi.

MUAMMO: Asinxron dvigatelni yurgizishda qanday usullardan foydalanish mumkin?

Asinxron motorni yurgizishning boshlang'ich vaqtida $S=1$ bo'ladi. Magnitlovchi tokni e'tiborga olmay, motorni yurgizish toki 90 ifoda yordamida qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{yu} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2^1)^2}}$$

Yurgizish momenti 111 ifoda bilan aniqlanadi. (101) ifodadan motorni yurgizishni rotor zanjirining aktiv qarshiligi R_2 ning qiymatini oshirish yoki tarmoqdan berilayotgan kuchlanish U_1 ning qiymatini kamaytirish yo'li bilan yaxshilash mumkin. Motorni yurgizishni yaxshilashni bu usullari, uning konstruksiyasiga va yurgizish sharoitiga qarab tanlanadi.

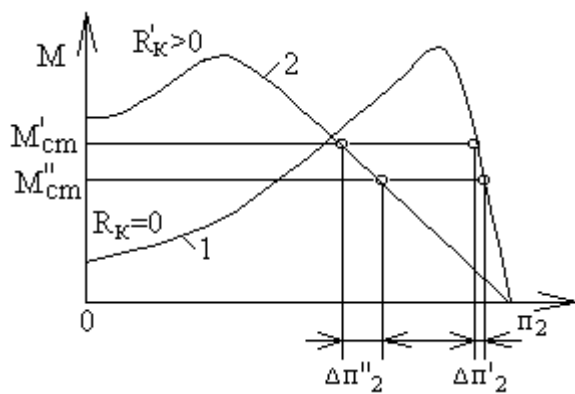
Asinxron motorning tezligi mexanik yuk o'zgarishi bilan juda oz ($1 \div 5\%$) bo'lsa ham o'zgaradi. Sirpanish ifodasidan rotorning aylanish tezligi qo'yidagicha aniqlanadi:

$$P_2 = P_1 \cdot (1-S) = \frac{60f_1}{P} \cdot (1-S)$$

Demak, asinxron motorning aylanish tezligini o'zgartirish uchun uning sirpanishini yoki berilayotgan kuchlanish chastotasini o'zgartirish yoki juft qo'tblar sonini o'zgartirish lozim. a) Sirpanishni o'zgartirish bilan aylanish tezligini o'zgartirish faqat faza rotorli motorlarga tadbiiq qilinadi. Bunday motorda rotor zanjirining aktiv qarshiligi o'zgarsa, uning sirpanishi o'zgaradi. Motorning sirpanishi (binobarin uning aylanish tezligi) rotor zanjirining aktiv qarshiligi bilan bog'lanishi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$S = \frac{m_1 I_2^2 \cdot R_2}{\omega_1 M}$$

Cirpanishni o'zgartirish yo'li bilan faqat yukli motorlarning tezligini o'zgartirish mumkin. Motor salt ishlasa, rotor zanjirining aktiv qarshiligi o'zgarsa ham uning aylanish tezligi deyarli o'zgarmaydi.



Agar motorning statik yuk momenti $\Delta M_{st}=M'_{st}-M''_{st}$ ga o'zgarsa, uning aylanish tezligi $2P_2$ ga o'zgaradi (bunda rotor zanjiriga qo'shimcha qarshilik yo'q birinchi egri chiziq). Agar motor zanjiriga qo'shimcha qarshilik ulansa motorning

3-rasm. AD-ni mexanik xarakteristikasi mexanik xarakteristikasi bo'tunlay boshqacha bo'ladi. Bu xolda statik moment

ΔM_{st} ga o'zgarsa motorning aylanish tezligi ΔP_2 ga o'zgaradi. b) Tarmoq kuchlanishi chastotasini o'zgartirish bilan asinxron motorning aylanish tezligini o'zgartirish asinxron motordan aylanma magnit may-donining tezligi tarmoq kuchlanishi chastotasiga proporsionaldir $P_1 = \frac{60f_1}{P}$

Tarmoq kuchlanishning chastotasi doimo o'zgaras ya'ni ($f_1=50$ Gts) bo'ladi. Shuning uchun kuchlanish chastotasini o'zgartirish yo'li bilan motorning aylanish tezligini o'zgartirishda maxsus o'zgar-tirgich qurilmalaridan foydalaniladi. Amalda elektron lampali, yarim o'tkazgich va elektr mashina chastota o'zgartirgichlar keng ishlatiladi. Elektr mashina chastota o'zgartirgichlar sifatida sinxron yoki asinxron mashinalardan foydalaniladi. Oddiy faza rotorli asinxron motor ham chastota o'zgartirgich mashina sifatida ishlay oladi.

MUAMMO: Asinxron dvigatelni aylanish tezligini o'zgartirishda qo'llaniladigan usullar.

Chastota o'zgartirgich yordamida asinxron motorning aylanish tezligini o'zgartirish.

1. Faza rotorli asinxron motor.
2. O'zgaras tok motori.
3. Tezligi o'zgartirilishi lozim bo'lgan qisqa to'tashgan rotorli asinxron motor.
4. Ish bajaruvchi mexanizm.

Undan tashqari stator chulg'amining juft qo'tblari sonini o'zgartirish bilan asinxron motorning aylanish tezligini o'zgar-tirish mumkin.

Bir fazali asinxron motorning statorida bitta chulg'am, stator temir o'zagi fazalarining $2/3$ qismida joylashtiriladi. Ko'pincha uch fazali chulg'amning bir fazasini olib tashlab, qolgan ikkitasini ketma-ket ulab bir fazali chulg'am olinadi.

Agar bir fazali asinxron motorning stator chulg'ami bir fazali o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulansa, stator chulg'amidan o'tuvchi tok vaqt birligi ichida faqat qiymati o'zgaradigan, ya'ni pul'bslanuvchi magnit oqimini hosil qiladi. Bu oqimning maksimal qiymati F_{maks} bilan belgilaymiz. Pul'bslanuvchi magnit oqimini bir-biriga nisbatan teskari aylanadigan va qiymati $F_{maks}/2$ ga teng, ikkita F_1 va F_2 aylanma magnit oqimlariga ajratish mumkin.

Bu oqimlarni aylanish tezligi $P_1 = \frac{f_1 \cdot 60}{P}$ bilan aniqlanadi. SHartli ravishda F_1 oqimni to'g'ri oqim, F_2 oqimini esa teskari oqim deb belgilaymiz. Aylanma magnit

oqimlari ham qo'zg'almagan rotor chulg'amida o'zaro teng va bir-biriga nisbatan qarama-qarshi yo'nalgan ikkita Ye'_2 va Ye'_2 , EYuK larni hosil qiladi. Bu EYuK lar o'z navbatida rotor chulg'amida I'_2 , va I'_2 , toklarni hosil qiladi. Natijada rotorga o'zaro teng va qarama-qarshi yo'nalgan ikkita aylantiruvchi moment ta'sir etadi. Bu sharoitda motorning boshlang'ich aylantiruvchi momenti nolga teng, ya'ni motor tarmoqqa ulansa ham u qo'zg'ala olmaydi. Agar shu vaqtda rotorni biror tashqi kuch ta'sirida aylantirilsa ishlashi mumkin.

MUAMMO: Bir fazali asinxron dvigatelni kondensatorsiz aylanma magnit maydonini hosil qilish mumkinmi?

Bir fazali asinxron motorning statorida ikkita chulg'am, ya'ni asosiy chulg'am (A) va yurgizish chulg'ami (V) bo'lsa ham u tarmoqqa ulansa ham ishlamasligi mumkin. Agar uning yurgizish chulg'ami bilan ma'lum sig'imli kondensator ketma-ket ulansa, motor tarmoqqa ulanishi bilan ishlaydi, ya'ni unda aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi. Motorda aylanma magnit maydoni faqat chulg'am toklari bir-biriga nisbatan 90^0 ga yaqin burchakka surilsa hosil bo'ladi. Demak yurgizish chulg'ami bilan kondensator ketma-ket ulansa toklar orasida 90^0 ga yaqin burchak hosil bo'ladi. Bu bir fazali asinxron motor kondensatorli motor deyiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ф.Е. Евдокимов. «Общая электротехника». Москва. «Выс.школа», 2001 г.
2. Н.А. Халилов, А. И. Ханбабаев. «Общая электротехника с основами электроники». Т. 2004 г.
3. А. И. Ханбабаев, Н. А. Халилов. “Умумий электротехника ва электроника асоослари”.Т.“Ўзбекистон”. 2000

13 Mavzu: O'zgarmas tok elektr mashinalari.

Reja:

1. O'zgarmas tok mashinasi haqida umumiy tushunchalar.
2. O'zgarmas tok elektr mashinasining tuzilishi va ishlash printsipti.
3. O'zgarmas tok hosil qilishda kollektorning ahamiyati.
4. O'zgarmas tok mashinasining chulg'amlari
5. Yakorda induktsiyalangan EYuK

Darsning maqsadi: talabalarda o'zgarmas tok elektr mashinasining tuzilishi va ishlash printsipti, o'zgarmas tok mashinasining chulg'amlari, yakorda induktsiyalangan EYuK, tormozlovchi va aylantiruvchi momentlar, yakorъ reaksiyasi va kommutatsiyasiga oid bilimlarni shakllantirish. Talabalarda mustaqil fikrlashni shakllantirish.

O'zgarmas tok mashinasi haqida umumiy tushunchalar.

Mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirish va aksincha, elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirishga mo'ljallangan qurilmalar **elektr mashinalari** deyiladi. Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi mashina **generator** deyiladi. Agar mashina elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirsa, **elektr dvigateli** deb ataladi.

Ayni bir mashina ham generator, ham elektr dvigatel bo'lib ishlashi mumkin. O'zgarmas tok mashinalarining bu xususiyatidan keng foydalaniladi. Lekin bitta mashina ham generator, ham dvigatel vazifasini bajarganda, uning ishchi tavsiflari yomonlashadi. Masalan, foydali ish koeffitsienti pasayib ketadi.

O'zgarmas tok elektr generatorlari elektroliz qurilmalarida, o'zgarmas tok dvigatellariga energiya berishda, akkumulyatorlarni zaryadlashda ishlatiladi; Elektr dvigatellari esa katta aylantirish momenti hosil qilish va tezlikni keng chegaralarda rostash kerak bo'lgan joylarda-elektr yordamida tortish, shaxta ko'targichlari va prokat stanlarida ishlatiladi. Ular avtomatikada aylanish tezligini o'lchash (taxogeneratorlar), berilgan signallarni ijro etish va signallarni o'zgartirishda ishlatiladi.

O'zgarmas tok mashinalari o'zgaruvchan tok mashinalaridan oldin (dastlab o'zgarmas tok dvigateli, so'ngra o'zgarmas tok generatori) yaratilgan. O'zgarmas tok mashinalari qaytaruvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, dvigatel va generator rejimlarida ishlay oladi. Ularning tuzilishi ham bir xil. Generator rejimida birlamchi dvigatelning (asosan, asinxron dvigatelning, gohida ichki yonuv dvigatelining) mexanik energiyasi elektr energiyaga, dvigatel rejimida esa elektr energiyasi qayta mexanik energiyaga aylantirib beriladi.

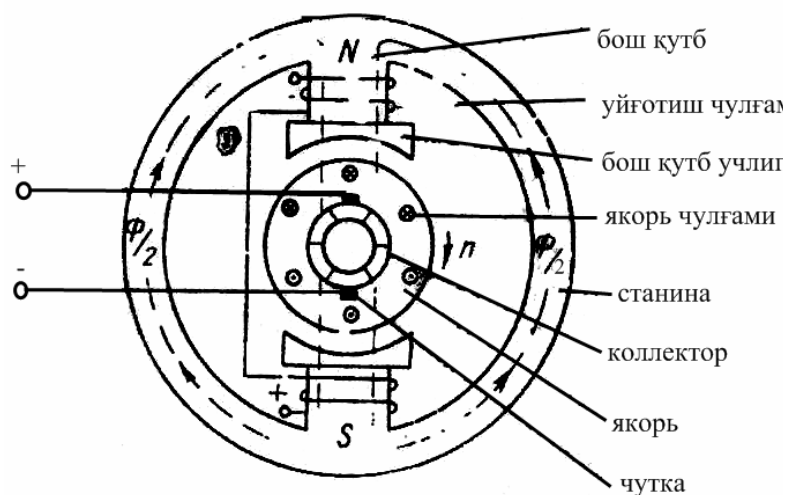
O'zgarmas tok mashinalari turli xil quvvatlarda ishlab chiqariladi: juda katta mashinalar (6000 kVt) – prokat stanoklari uchun; juda kichik mashinalar (vattning yuzdan bir ulushi) – avtomatika sxemalari uchun. Yuqori kuchlanish mashinalari (30 kV gacha) va quvvati 3-150 kVt radiotexnikada ishlatiladi. Tramvay vagonlarining

quvvati 40-45 kVt, kuchlanishi 550 V. Elektr poezdlarning quvvati 150-200 kVt va kuchlanishi 1500 V. Elektrovozlarning quvvati 450-500 kVt va kuchlanishi 3kV.

1838 yili akademik B.S.Yakobi o'zgarmas tok dvigatelini amalda ishlatib ko'rsatdi. O'zgaruvchan tok texnikasi taraqqiy eta borishi bilan o'zgarmas tok mashinalarini ishlab chiqarish o'zgaruvchan tok mashinalariga nisbatan kamaya bordi. Bunga sabab o'zgarmas o'zgarmas tok mashinalari konstruksiyasining nisbatan murakkabligi (ayniqsa kollektor va chutkaning mavjudligi) va qimmatligi bo'ldi. SHunga qaramasdan, o'zgarmas tokni elektr energiyasidan foydalanishning ma'lum sohalarida o'zgaruvchan tok bilan almashtirib bo'lmasligi hamda u birmuncha afzalliklarga ega bo'lgani uchun shu kunda ham ishlatib kelinmoqda. Masalan, elektroliz qurilmalarida, akkumulyatorlarni zaryadlashda, avtomatikada, tezlikni keng doirada bir tekisda boshqarish hamda katta aylantiruvchan moment talab etilgan joylarda, elektr transportida va hokozolarda o'zgarmas tokdan foydalaniladi. Sanoatda o'zgarmas tok generatorlari va dvigatellarini ko'plab ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Shuningdek, o'zgaruvchan tokni yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar yordamida o'zgarmas tokka aylantirish sxemalarida ham keng qo'llaniladi.

O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi va ishlash printsiipi

O'zgarmas tok mashinasi, asosan, qo'zg'almas qism-stanina, va qo'zg'aluvchan qism-yakordan iborat. Stanina yirik mashinalar uchun po'latdan, kichik mashinalar uchun cho'yandan quyib yasaladi va unga qutblarning o'zaklari o'rnatiladi (1-rasm).



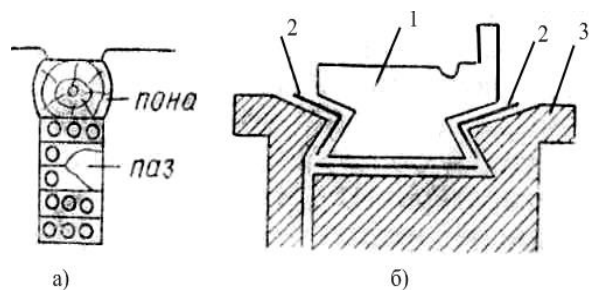
1-rasm.

Bosh qutblar stanining ichki sirtiga o'rnatilgan bo'lib, unga uyg'otish chulg'amlari o'ralgan. Bosh qutb mashinaning asosiy magnet maydonini hosil qiladi. Magnet maydonining tekis tarqalishi uchun bosh qutbga uchlik o'rnatilgan.

Yakorь tsilindrsimon o'zak bo'lib, o'qqa o'rnatiladi. Yakorь qalinligi 0,35-0,5 mm qalinlikdagi elektrotexnik po'lat plastinkalar to'plamidan tayyorlanadi. Uyurma toklarga bo'ladigan quvvat isrofini kamaytirish maqsadida plastinkalar bir-biridan izolyatsiya qilinadi. Aylanuvchan yakorьning chulg'amlarida o'zgaruvchan EYuK hosil qilinib, kollektor va cho'tkalar yordamida generatordan o'zgarimas tok olinadi.

Yakorь chulg'ami izolyatsiyalangan mis simdan iborat bo'lib, u alohida-alohida sektsiya qilinib yasalgandan so'ng yakorning o'zagidagi pazlar orasiga joylashtiriladi. Chulg'am yakorning o'zagida yaxshilab izolyatsiya qilinadi va maxsus yog'och panalar yordamida pazlarda mahkamlanadi (8.2-rasm, a). Chulg'amning uchlari kollektor plastinkalariga biriktiriladi.

Kollektor tsilindr shaklida bo'lib, misdan yasalgan alohida-alohida plastinkalardan iboratdir. Uning tuzilishi 2-rasm, b da ko'rsatilgan. Plastinkalar bir-biridan va korpusdan mekanit manjeta vositasida izolyatsiyalanadi. Korpusdagi tutqichga o'rnatilagn cho'tkalar yordamida kollektordan tok olinadi. Cho'tkalar ko'mir, grafit, mis yoki bronzadan yasaladi.



2-rasm.

Mashinaning yakori birlamchi dvigatelъ yordamida o'zgarmas tezlik bilan aylantirilganda (generator rejimi) uning chulg'am o'ramlarini bosh magnet kuch chiziqlari kesib o'tishi natijasida, elektromagnit induksiya qonuniga

binoan, EYuK induktsiyalanadi, ya'ni

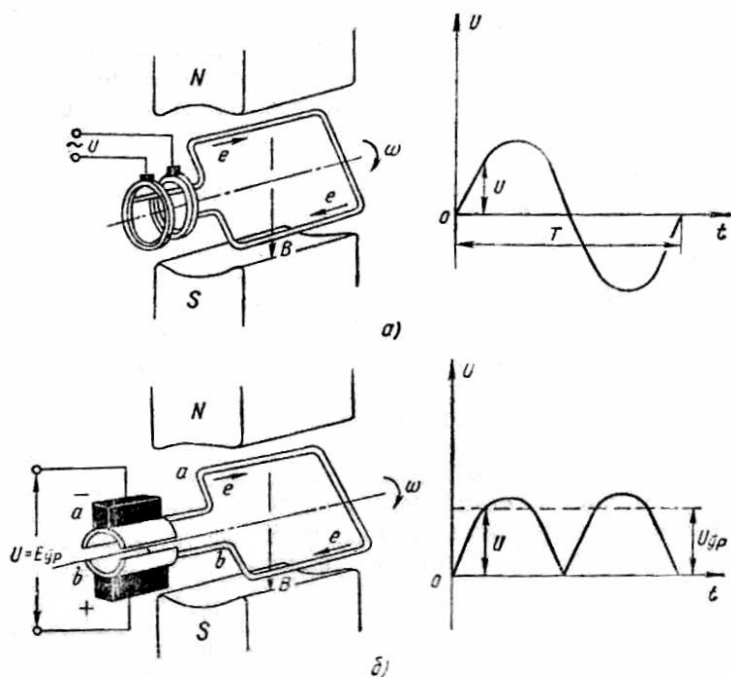
$$E = c \cdot n \cdot \Phi,$$

bu yerda c - o'zgarmas koeffitsient; n - yakorning aylanish tezligi; Φ - bosh qutblarning magnet oqimi, Vb.

Induktsiyalangan EYuK ning yo'nalishini "o'ng qo'l" qoidasiga ko'ra aniqlash mumkin. Yakorda EYuK induktsiyalanish hodisasi o'zgarmas tok mashinasining dvigatelъ rejimida ham sodir bo'ladi. Biroq bunda generatorda induktsiyalangan EYuK tokni generatorga ulangan tashqi zanjirda hosil qiladi. Dvigatelda esa bu EYuK unga berilgan kuchlanishga teskari yo'nalgandir.

O'zgarmas tok hosil qilishda kollektorning ahamiyati

O'zgarmas tok hosil bo'lish jarayonini tushunish uchun avval 3-rasm, a ga so'ngra, 3-rasm, b ga murojaat qilaylik. 3-rasm, a da ramka shaklidagi o'tkazgich magnit maydonida aylanganda unda qanday elektr hodisalar ro'y berishini ko'rib chiqaylik. Ramkaning a va b o'tkazgichlari (ya'ni sterjenlari) ikkita halqaga biriktirilgan bo'lib, a o'tkazgich N qutbning, b o'tkazgich S qutbning ta'sirida turibdi. Ramkaning aylanishi mobaynida a o'tkazgich S qutbning, b o'tkazgich N

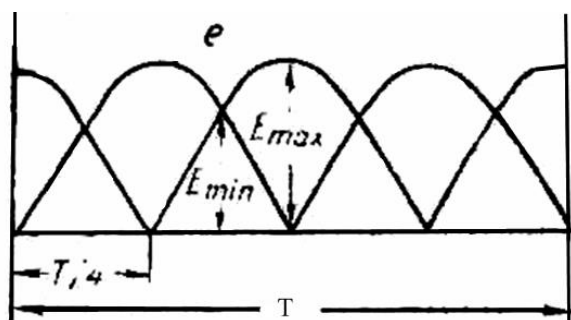


3-rasm.

qutbning ta'siriga o'tadi. Demak, o'tkazgich qaysi qutb ta'sirida bo'lsa, u biriktirilgan ramka va cho'tka ham shu qutb ta'sirida bo'lar ekan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, ramka aylanganda, unda hosil bo'lgan EYuK sinusoidal o'zgaruvchandir. Har bir ramka o'z halqasi bilan elektr bog'langanligi uchun undagi potentsiallar ayirmasi, ya'ni kuchlanish ham sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi. Bu kuchlanishning o'zgarishi 3-rasm, a ning o'ng tomonida ko'rsatilgan. SHuning uchun bunday holda tashqi zanjirdan o'zgaruvchan tok o'tadi. Demak, bunday sxema bo'yicha ishlaydigan mashina o'zgaruvchan tok generatoridir.

Endi yuqoridagi sxemani biroz o'zgartirib, ramkaning boshlanish va oxirini bir-biridan izolyatsiya qilingan ikkita yarim halqaga ulaymiz (3-rasm, b) va mashinaning chutkalarida potentsiallar ayirmasining o'zgarishini kuzatamiz.

Ramkaning yarim aylanishi davomida har bir o'tkazgichida EYuK, shuningdek, teng ta'sir etuvchi EYuK ham noldan maksimal qiymatgacha ortadi va yana nolgacha kamayadi. Birinchi yarim aylanish davomida qo'zhalmas 1-cho'tka ositida N qutb ta'siridagi a o'tkazgich biriktirilgan yarim halqa (ya'ni yakor) sirpana, 2-cho'tka



ostida esa S qutb ta'siridagi b o'tkazgich biriktirilgan yarim halqa sirpanadi. Ikkinchi yarim aylanish davomida esa a o'tkazgich N qutbning ta'siridan chiqib, S qutbning ta'siriga kira boshlaydi. b o'tkazgich esa S qutbning ta'siridan chiqib, N qutbning

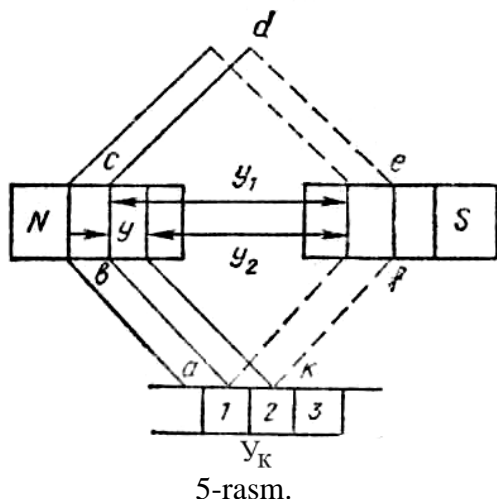
ta'siriga kira boshlaydi. Demak, 1-cho'tka ostida doimo N qutbning, 2-cho'tka ostida esa S qutbning ta'siridagi potentsiallar bo'lar ekan. SHunga ko'ra, EYuK ning yo'nalishi hamda tashqi zanjirdagi kuchlanishning yo'nalishi o'zgarmaydi. Bunday kuchlanishning o'zgarish xarakteri 3-rasm, b ning o'ng tomonida ko'rsatilgan. Bunda tashqi zanjirdagi tokning yo'nalishi o'zgarmas bo'ladi. Ammo u qiymat jihatdan pulbslanuvchidir. Agar yarim halqalar va ramkalar sonini (ya'ni mashinaning kollektor plastinkalari va yakor chulg'amidagi o'ramlar sonini) ikki baravarga ko'paytirsak, yakorning halqasi bo'ylab bir-biridan 90° ga surilgan, ketma-ket ulangan ikkita o'ram (yoki ramka) hosil bo'ladi. Bunday surilish natijasida o'ramlarda hosil bo'lgan EYuK ham faza jihatdan chorak davrga surilgan bo'ladi.

Har bir parallel o'ramdagi teng ta'sir etuvchi EYuK ayrim o'ramlarda hosil bo'lgan EYuK oniy qiymatlarining yig'indisiga teng. Bunday kuchlanishning o'zgarish xarakteri 4-rasmda ko'rsatilgan. Egri chiziqdan ko'rinadiki, mashinaning chulg'amidagi o'ramlar soni va kollektor plastinkalarining soni ortganda kuchlanishning pulbslanishi qisman kamayar ekan. Demak, chulg'amning o'ramlar sonini va kollektor plastinkalarining sonini ko'paytirish yo'li bilan kuchlanishning pulbslanishini kamaytirish va uning doimiy xarakterga ega bo'lishini ta'minlash mumkin.

Demak, o'zgarvas tok generatori aslida o'zgaruvchan tok mashinasi bo'lib, undagi o'zgaruvchan EYuK keyinchalik kollektor yordamida to'g'rilanib, tashqi zanjirga o'zgarvas tok berilar ekan. Bunda kollektor mexanik to'g'rilagich vazifasini bajaradi.

O'zgarvas tok mashinasining chulg'amlari

Dastlabki o'zgarvas tok mashinalarining yakori halqa shaklida bo'lib, unga halqasimon chulg'am joylashtirilgan edi. Halqasimon yakorlar bir qancha kamchiliklarga ega bo'lgani uchun (chulg'amni tashkil qilgan o'tkazgich uzunligining yarmidan ko'pi EYuK hosil qilishda qatnashmay, yakor tashqarisidagi simlarning o'zaro ulanishi uchun xizmat qiladi) keyinchalik baraban turidagi yakorlar bilan almashtirildi. Baraban turidagi yakorlarda chulg'amni andazalar yordamida tayyorlab, ochiq pazlarga joylashtirish mumkin. Chulg'am bir qancha o'tkazgichlardan iborat bo'lib, ular birlashtirilgan da yopiq zanjir hosil bo'ladigan EYuK lar qo'shiladi.



5-rasm.

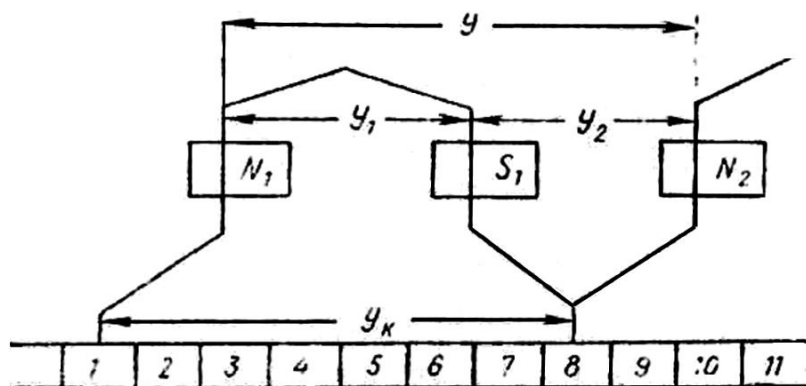
Ulanishiga qarab sirtmoqli yoki parallel, to'liqsimon yoki ketma-ket chulg'amlar bo'ladi.

Sirtmoqli chulg'amda (5-rasm) shimoliy N qutb ostida bo'lgan birinchi o'tkazgichning oxiri janubiy S qutb ostida bo'lgan ikkinchi o'tkazgichning oxiriga ulanadi. Ikkinchi o'tkazgichning boshi (janubiy qutb ostida bo'lgan) shimoliy qutb ostida bo'lgan uchinchi o'tkazgichning boshiga ulanadi. SHu tartibda ulangan barcha o'tkazgichlar sirtmoq hosil qilib, joylashtiriladi.

Yakor chulg'amining asosiy elementi sektsiyalar. Sektsiya-chulg'amning sxemasi "abcdfk" bo'ylab bir-biri bilan ketma-ket keluvchi ikkita kollektor plastinkalari orasidagi chulg'amning bir qismidir. Har bir sektsiyaning ikkita aktiv tomoni bo'lib, yakor pazlarining ichiga joylashtirilgandir. Sektsiyaning aktiv tomonlari yakorning chekkasida o'zaro birikadi. Sektsiya bitta yoki bir nechta

o'ramlardan iborat bo'lishi mumkin. Demak, chulg'am bir yoki ikki qavatli bo'lishi mumkin. Asosan, ikki qavatli chulg'am ishlatiladi.

Sektsiyaning aktiv tomoni bitta o'tkazgichdan iborat bo'lsa, bunday chulg'am sterjenli chulg'am deyiladi. Agar sektsiyaning aktiv tomoni bir nechta o'tkazgichdan iborat bo'lsa, bunday chulg'am g'altakli chulg'am deyiladi.



6-rasm.

Chulg'am sektsiyasi chulg'am odimi bilan xarakterlanadi. Chulg'amning birinchi odimi "u₁" elementar pazlar soni bilan ifodalangan bo'lib, o'sha sektsiyaning birinchi va ikkinchi aktiv tomonlari o'rtasidagi oraliq masofani ifodalaydi. Chulg'amning ikkinchi odimi "u₂" elementar pazlar soni bilan ifodalangan bo'lib, ikkinchi aktiv sektsiyasi bilan birinchi aktiv sektsiyadan keyin chulg'am sxemasi bo'ylab ketgan sektsiya o'rtasidagi oraliq masofadir. Yakunlovchi odim "u" elementar pazlar soni bilan o'lchanib, chulg'am sxemasi bo'ylab ketma-ket keladigan ikkita sektsiyaning aktiv tomonlari o'rtasidagi oraliq masofadir

$$y = y_1 - y_2$$

To'lqinsimon chulg'amda N₁ shimoliy qutb ostida bo'lgan birinchi o'tkazgichning oxiri janubiy qutb S₁ ostida bo'lgan ikkinchi o'tkazgichning oxiri bilan birlashtiriladi (6-rasm). Janubiy qutb S₁ ostida bo'lgan ikkinchi o'tkazgichning boshi shimoliy qutb ostida bo'lgan uchinchi o'tkazgichning boshi bilan birlashtiriladi va hokazo. Shunday usulda birlashtirilgan barcha o'tkazgichlar yakor aylanasi bo'ylab to'lqin shaklida joylashadi. To'lqinsimon chulg'amda yakunlovchi odim $y = y_1 + y_2$ ga teng.

Kollektorning bo'ylama odimi kollektor plastinkalari orasidagi masofani ko'rsatib, y_K bilan belgilanadi. Umuman, $y_K = y$ bo'ladi.

Yakorda induktsiyalangan EYuK

O'zgarmas tok mashinasining yakori aylanganda uning chulg'am o'ramlari qutblarining magnit kuch chiziqlarini kesib o'tishi natijasida elektromagnit induksiya qonuniga ko'ra unda EYuK induktsiyalanadi. Yakorъ chulg'amida induktsiyalangan EYuK formulasini chiqarish uchun 1-rasmga murojaat qilaylik. Rasmda ikki qutbli mashinaning magnit sistemasi ko'rsatilgan.

Agar bir qutbning magnit oqimini Φ , qutblar juftining sonini p , yakorning diametrini d va uzunligini l deb belgilasak, u holda yakorъ yuzasiga to'g'ri kelgan o'rtacha magnit induksiya:

$$B_{ypm} = \frac{\Phi_p}{\pi \cdot d \cdot l}.$$

Yakorъ n (ayl/min) tezlik bilan aylanayotganda yakorъ chulg'amining har bir sterjenida induktsiyalangan EYuK ning o'rtacha qiymati:

$$E_{ypm} = B_{ypm} l v = \frac{\Phi_p}{\pi d l} \cdot l \cdot \frac{\pi d n}{60} = p \Phi \frac{n}{60}.$$

Generatorning elektr yurituvchi kuchi yakorъ chulg'amining bitta parallel tarmog'idagi teng ta'sir etuvchi EYuK ga teng.

Agar yakorъ chulg'amidagi umumiy sterjenlar sonini N deb, parallel tarmoqlar sonini a orqali belgilasak, yakorda induktsiyalangan EYuK:

$$E = E_{ypm} \frac{N}{a} = \frac{N}{a} \cdot p \Phi \frac{n}{60} = \frac{PN}{60a} \cdot n \cdot \Phi = c \cdot n \cdot \Phi$$

yoki

$$E = c \cdot n \cdot \Phi$$

bu yerda: c - o'zgarmas koeffitsient bo'lib, mashinaning konstruktsiyasiga bog'liq kattaliklarni o'z ichiga oladi.

Demak, p , N , a larning qiymati o'zgarmasdir. Φ ning qiymatini esa uyg'otish chulg'amidagi tokni boshqarish yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Binobarin, mashinaning elektr yurituvchi kuchi magnit oqim bilan yakorning aylanish tezligiga proporsionaldir.

Mavzuni mustahkamlash uchun quyidagi savollar beriladi:

1. O'zgarmas tok mashinalari qanday sohalarda ishlatiladi?
2. O'zgarmas tok dvigateli kim tomonidan va qachon ishlab chiqarilgan?
3. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi haqida ma'lumot bering
4. O'zgarmas tok mashinasining ishlash printsipini tushuntiring
5. O'zgarmas tok hosil qilishda kollektorning ahamiyati nimadan iborat?
6. O'zgarmas tok mashinasining chulg'amlari haqida ma'lumot bering
7. Tormozlovchi va aylantiruvchi momentlar haqida ma'lumot bering.
8. Yakor reaksiyasi nima?
9. Yakor kommutatsiyasi nima?

14 Mavzu: O'zgarmas tok generatorining elektromagnit momenti

REJA:

1. Tormozlovchi va aylantiruvchi momentlar
2. Yakor reaksiyasi.
3. Yakor kommutatsiyasi

Tormozlovchi va aylantiruvchi momentlar

O'zgarmas tok mashinasidagi generatorning tormozlovchi momenti va dvigatelning aylantiruvchi momenti Amper qonuniga asosan juda qulay topiladi.

Yakor chulg'ami parallel tarmoqdan tashkil topganligi uchun yakor toki ular orasida bo'linadi. Demak, yakorning har bir o'tkazgichidan $I = BI l = B \frac{I_{\ast} l}{2a}$.

Bu kuch magnit induktsiyasi B ga nisbatan o'tkazgichning qutb orasidagi holatiga qarab o'zgaradi.

Agar biz bitta qutb ostidagi induktsiyaning o'rtacha qiymatini olsak:

$$F_{ypm} = B_{ypm} \cdot l \frac{I_a}{a}.$$

Bu kuchga to'g'ri keladigan moment:

$$M_{ypm} = F_{ypm} \cdot D,$$

bu yerda D -yakorning diametri.

Yakorning butun N simlarida hosil bo'lgan moment, albatta, katta bo'ladi:

$$M = M_{ypm} \cdot N = B_{ypm} l D \frac{I_a}{2a} N.$$

Yakor bitta qutbining magnit oqimi kesib o'tayotgan yuza $S = \frac{\pi D l}{2a}$ ga tengdir. Shu

yuzaning o'rtacha induktsiyaga ko'paytmasi bir

qutbning magnit oqimini beradi:

$$\Phi = B_{ypm} \frac{\pi D l}{2p}; \quad B_{ypm} l D = \frac{2\Phi p}{\pi}.$$

Bu qiymatni moment formulasiga qo'ysak:

$$M = \frac{2\Phi p}{\pi} \frac{I_a}{2a} N = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{p}{2a} N \Phi I_a.$$

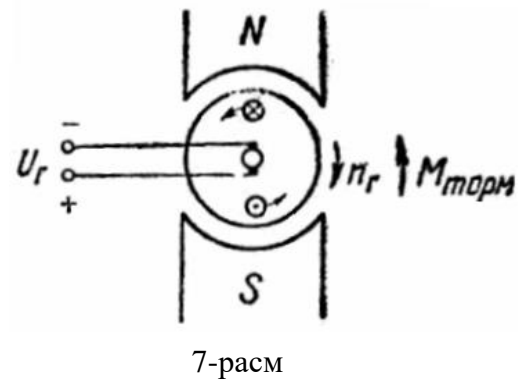
U holda

$$M = k_M \cdot \Phi \cdot I_a,$$

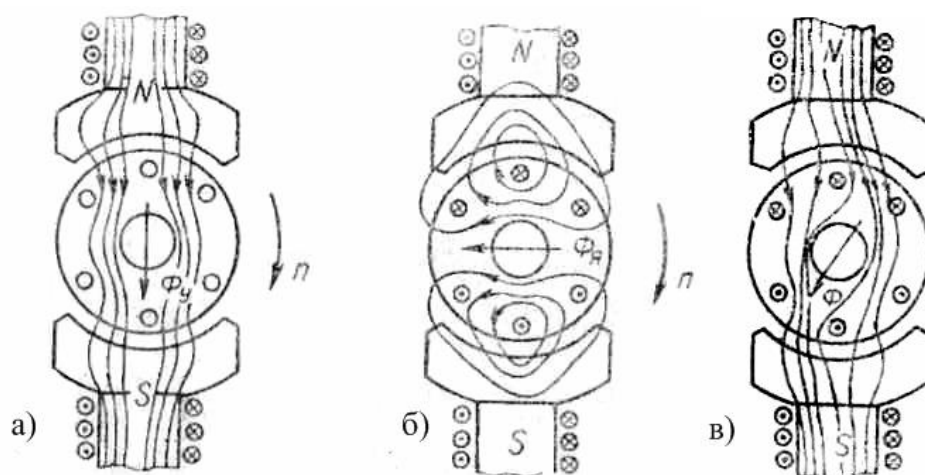
bu yerda k_M -berilgan mashina uchun o'zgarmas qiymat.

Bu moment generatorda tormozlash vazifasini bajarsa, dvigatelda aylantirish vazifasini bajaradi (7-rasm). Generatorning yakorini aylantiradigan birlamchi dvigatel ana shu tormozlovchi momentni yengishi kerak.

Yakor reaksiyasi



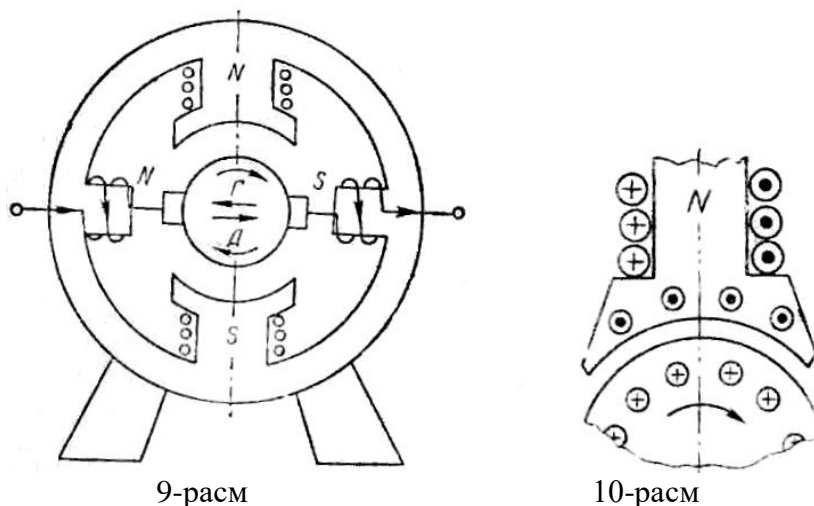
Generator salt ishlaganda bosh qutb hosil qiladigan asosiy magnet oqimi Φ mavjud bo'ladi (8-rasm, a). Unga nagruzka ulanganda yakor o'tkazgichlaridan tok oqib o'tib, yakorning asosiy magnet maydoni mashinaning bosh qutblari hosil qilgan asosiy magnet magnti oqimiga ta'sir ko'rsatadi va uning yo'nalishini o'zgartiradi (8-rasm, b). Rasmdan yakor toki hosil qilgan magnet maydonining yo'nalishi asosiy magnet oqimining yo'nalishi bilan mos bo'lgan joylarda umumiy magnet oqimining



8-расм

yo'nalishi bilan mos bo'lgan joylarda umumiy magnet maydonining kuchayganligini, yo'nalish qarama-qarshi bo'lgan joylarda esa kuchsizlanganligini ko'rish mumkin. Ba'zi joylarda esa yakor tokining magnet maydoni asosiy magnet maydonga tik yo'nalgan. Umuman, yakor magnet maydonining asosiy magnet maydoniga ta'sir etib, uning yo'nalishini o'zgartirish hodisasi **yakor reaksiyasi** deb ataladi. Yakor reaksiyasi natijasida mashinaning asosiy magnet oqimi deformatsiyalanadi (8-rasm, v). Demak, qutblarning bir tomonida magnet chiziqlarining zichligi ortsa, ikkinchi tomonida kamayadi.

Yakorning o'ramlari qutb ostidagi magnit kuch chiziqlari ko'p joydan (yoki yakor reaksiyasi natijasida magnit induktsiyasi kuchaygan yerdan) o'tganda



induksiyalangan EYuK qiymati birmuncha ko'payadi. Bu ortiqcha EYuK plastinalar orasida uchqun hosil qilib, kollektor bo'ylab olov paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu esa mashinaning normal

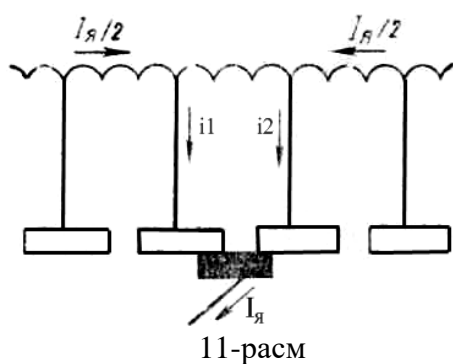
ishlashini buzadi, nagruzka ortganda generatorning EYuK ini kamaytirib, generatorning uchlaridagi kuchlanishning qo'shimcha pasayishiga olib keladi. Yakor reaksiyasining ta'siri asosiy qutblar o'rnatish yo'li bilan kamaytiriladi (9-rasm). Bu chulg'am yakorning chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi.

Mazkur chulg'am shunday o'raladiki, bunda uning magnit maydoni yakorning magnit maydoniga qarama-qarshi yo'naladi.

150 kVt dan yuqori quvvatli mashinalarda yakorning butun aylanasi bo'ylab yakor reaksiyasini kamaytirish maqsadida bosh qutb uchlariga kompensatsiyalovchi chulg'am o'rnatiladi (10-rasm). Bu chulg'am yakor chulg'ami va qo'shimcha qutbning chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi. Kompensatsiyalovchi chulg'amning magnit maydoni yakorning magnit maydoniga qarama-qarshi bo'lib, bosh qutb uchligi zonasida yakor reaksiyasini kompensatsiyalash uchun xizmat qiladi. Kichik quvvatli mashinalarda esa qo'shimcha qutb o'rniga cho'tkalarni geometrik neytral chizig'idan surib qo'yish usuli qo'llaniladi. Natijada cho'tkalarining yakor reaksiyasining ta'siridan uchqunlanishi birmuncha kamayadi.

Yakor kommutatsiyasi

O'zgarmas tok mashinasi ishlaganda cho'tka bilan kollektor o'rtasida uchqun paydo bo'ladi. Kuchli uchqun mashinaning normal ishlashiga halaqit beradi. Uchqun chiqishiga mexanik kamchiliklar (kollektor yuzasining notekisligi, cho'tka bosimining bo'shligi, kollektorning ifloslanganligi va cho'tka bilan kollektor orasidagi urinishning buzilishiga olib keladigan boshqa kamchiliklar) sabab bo'ladi. Natijada kollektor kuyib, yemiriladi. Uchqun hosil bo'lishi kollektor plastinkalarining cho'tka ostidan o'tish tezligiga bog'liq.



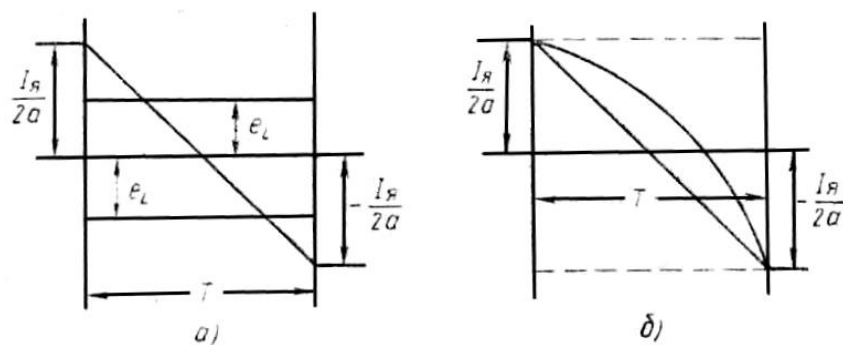
Yakor aylanganda kollektor plastinkalari cho'tkaga navbatma-navbat tegib o'tadi. Juda qisqa vaqt ichida cho'tka kollektorning bir plastinkasidan ikkinchi plastinkasiga o'tishi natijasida sektsiyadagi tok $+\frac{I_A}{2}$ dan $-\frac{I_A}{2}$ gacha o'zgarishi kerak (11-rasm). Sektsiyasidagi

tokning juda tez o'zgarishi (0,001÷0,003) s natijasida o'zinduksiya EYuK (e_L) paydo bo'ladi. Yakorning tezligi orta borgan sari bu qiymat ko'paya borib, cho'tka bilan kollektorning navbatdagi plastinkasi va chiqib ketayotgan plastinkasi orasida uchqun hosil bo'ladi.

Cho'tka bilan tutashgan yakor chulg'ami sektsiyalaridagi tok yo'nalishining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan hodisalar majmuiga **kommutatsiya** deyiladi. Sektsiyaning kommutatsiyalanish vaqtiga **kommutatsiya davri** (T) deyiladi. Cho'tka qanchalik keng bo'lib, mashina shunchalik sekin aylansa, T ning qiymati orta boradi:

$$T = \frac{b_r}{v_k},$$

bu yerda b_r -cho'tkaning eni; v_k -kollektorning aylanma tezligi.



12-расм

Yaxshi kommutatsiya faqat, kommutatsiyalanuvchi sektsiyadagi tokning o'zgarish jarayoni, kollektor plastinkalari bilan cho'tka o'rtasidagi o'tkainchi qarshilik orqali aniqlanishi mumkin. Bu qarshilik **kommutatsiya qarshiligi** deyiladi. Bu hodisa yakor birmuncha sekin aylanganda sodir bo'ladi.

O'zinduksiya EYuK e_L ni kompensatsiya qilish uchun qo'shimcha qutblar hosil qilgan kommutatsiyalovchi EYuK e_k dan foydalaniladi. Bu qutbning chulg'ami yakorga ketma-ket ulanadi.

Sof kommutatsiya $e_L + e_k = 0$ bo'lganda, ya'ni e_k e_L ni to'la kompensatsiya qilganda sodir bo'ladi. Kommutatsiyalovchi sektsiyadagi tok $+\frac{I_{\text{я}}}{2}$ dan $-\frac{I_{\text{я}}}{2}$ gacha (8.12-rasm, a) o'zgarгани uchun kommutatsiya chiziqli hisoblanadi. Agar kommutatsiya davrida $e_L > e_k$ bo'lsa, o'induksiya EYuK e_L tokning o'zgarishini sekinlashtiradi. SHuning uchun kommutatsiya davri ortib, u sekinlashgan kommutatsiya hisoblanadi (12-rasm, b).

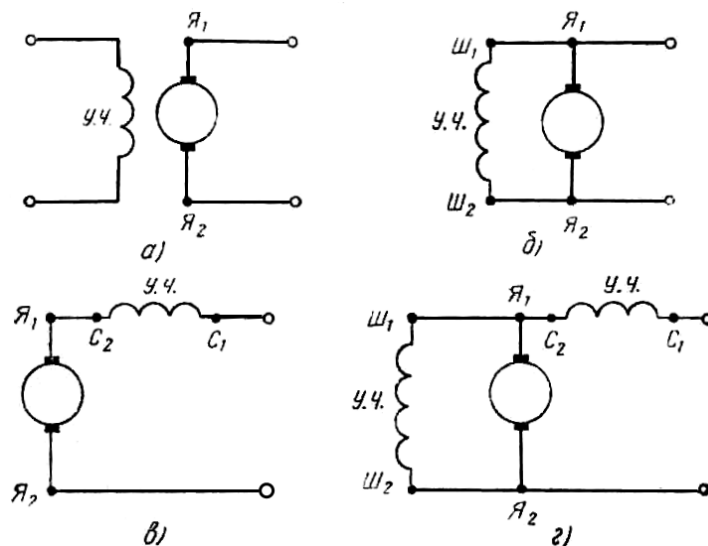
Kommutatsiyaning yaxshi kechishi (uchqunning kam bo'lishi) uchun:

1. Cho'tka bilan kollektorning holatini doimo kuzatib turish kerak.
2. Quvvati 1 kVt dan yuqori bo'lgan o'zgarimas tok mashinalariga qo'shimcha qutblar o'rnatish kerak.

3. Ana shunday hodisani kichik quvvatli mashinalarda ham hosil qilish uchun cho'tkani fizik neytral holatidan generatorlarda yakorning aylanish yo'nalishi bo'yicha, dvigatelda esa teskari burish kerak.

Magnit maydonini uyg'otish usuliga ko'ra o'zgarmas tok generatorlarini tasniflash

O'zgarmas tok generatorlarining xususiyatlari ularning uyg'otish sxemasiga qarab, ya'ni tok bosh qutbning uyg'otish chulg'amlariga qanday yuborilishiga qarab turlicha bo'ladi.



13-расм

O'zgarmas tok generatorlari magnit maydonini uyg'otish usuliga qarab, mustaqil uyg'otishli, va o'z-o'zidan uyg'otishli bo'ladi. Mustaqil uyg'otishli generatorlarning uyg'otish chulg'amlariga yuboriladigan tok tashqi manba (akkumulyator batareyasi yoki boshqa generator) dan olinadi (13-rasm, a). O'z-o'zidan uyg'otishli generatorlarning uyg'otish chulg'amlariga yuboriladigan tok bevosita generatorning o'zidan (yakoridan) olinadi. O'z-o'zidan uyg'otishli generatorlar uch xil bo'ladi:

- a) parallel uyg'otishli yoki shunt uyg'otishli generatorlar;
- b) ketma-ket uyg'otishli yoki series generatorlar;
- v) aralash uyg'otishli yoki kompaund generatorlar.

Parallel uyg'otishli generatorlarda uyg'otish chulg'ami yakor chulg'amiga parallel qilib ulanadi (13-rasm, b). Ketma-ket uyg'otishli generatorlarda esa uyg'otish chulg'ami yakor chulg'amiga ketma-ket ulanadi (13-rasm, v). Aralash uyg'otishli generatorlarning uyg'otish chulg'ami ikkita bo'ladi. Ulardan biri yakor chulg'amiga parallel, ikkinchisi esa tashqi yakor shaxobchasiga ketma-ket qilib

ulanadi (13-rasm, g). Agar ushbu generatorning parallel chulg'amidan o'tuvchi ozgina tok hisobga olinmasa, ketma-ket uyg'otish chulg'amini ham yakor chulg'amiga ketma-ket ulangan, deb hisoblasa bo'ladi.

O'zgarmas tok generatorining o'z-o'zidan uyg'otilishi

O'zgarmas tok generatorlarining o'z-o'zidan uyg'otish zanjirida ishlatiladigan quvvati juda kichik (yakorda iste'mol qilinadigan quvvatning $3 \div 5$ qismini tashkil qiladi). Uyg'otish zanjirini ta'minlash uchun alohida mustaqil manba ishlatish juda noqulay. SHuning uchun amalda uyg'otish chulg'amini yakordan olingan tok bilan ta'minlaydigan o'z-o'zidan uyg'otish generatori ko'proq ishlatiladi.

Parallel uyg'otishli generatorda uyg'otish chulg'ami rostlash qarshiligi orqali yakorga parallel qilib ulanadi. Parallel uyg'otishli generatorning sxemasi 14-rasmda ko'rsatilgan. Bunday generatorning yakori qismalaridagi kuchlanish

$$U_{\text{я}} = E - I_{\text{я}} R_{\text{я}} = U.$$

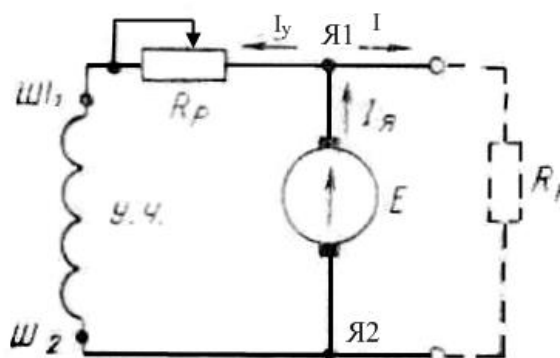
bu yerda $I_{\text{я}} R_{\text{я}}$ -yakor qarshiligidagi kuchlanishning pasayishi. 14-rasmda ko'rsatilganidek, yakor ham tashqi elektr shoxobchasini, ham uyg'otish zanjirini tok bilan ta'minlaydi, ya'ni

$$I_{\text{я}} = I + I_y.$$

Generator normal ishlaganida uning uyg'otish chulg'amidan o'tadigan tokning miqdori:

$$I_y = \frac{U_y}{R_y + R_p} = \frac{U}{R_y + R_p}, \quad (5)$$

bu yerda U_y -uyg'otish kuchlanishi (u yakor qismalaridagi kuchlanishga teng); R_y -uyg'otish chulg'amining qarshiligi; R_p -rostlash reostatining qarshiligi.



14-рaсм

Nagruzka bo'lmaganida, ya'ni

$$I = 0 \text{ da } I_{я} = I_y.$$

Uyg'otish toki yakorning nominal tokiga nisbatan juda oz bo'lganligi uchun yakor kuchlanishining pasayishini e'tiborga olmasa ham bo'ladi, ya'ni $U_{я} \approx E = cn\Phi$ bo'ladi. Bunda

$$\Phi = \frac{I_y W_y}{R_M}. \quad (6)$$

Yakorning aylanish tezligi o'zgarmas bo'lganida yakor qismlaridagi kuchlanish uyg'otish tokigagina bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$U_{я} = E = f(I_y) \quad (*)$$

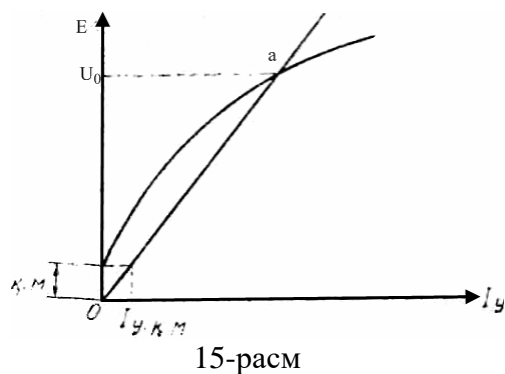
(7) ifodaga muvofiq uyg'otish tokini hosil qilish uchun yakor qismlarida kuchlanish bo'lishi kerak. (*) ifodaga ko'ra yakor qismlarida kuchlanish hosil qilish uchun uyg'otish toki bo'lishi kerak.

Dastlab yakor birlamchi dvigatelъ vositasida aylantirila boshlaganda uyg'otish toki va uyg'otish tokini hosil qiluvchi yakor qismlarida hech qanday kuchlanish bo'lmaydi. SHunday bo'lsa, mashinada kuchlanish va tok qanday hosil bo'ladi? Bunday generatorda EYuK paydo bo'lishi o'z-o'zidan uyg'otish printsiptiga asoslangan.

Generator ishlashi yoki o'z-o'zidan uyg'onishi uchun uning magnit sistemasi (qutblar va stanina) da qoldiq magnitizm $\Phi_{\kappa.M}$ bo'lishi shart. Mashinada bunday qoldiq magnitizm dastlab zavodning o'zida tashqi tok manbai yordamida vujudga keltiriladi. Qoldiq magnitizm $\Phi_{\kappa.M}$ yakor chulg'amlarida biroz bo'lsa ham EYuK $E_{\kappa.M}$ ni induktsiyalaydi (15-rasm). SHu EYuK uyg'otish chulg'amlarida $I_{y.\kappa.M}$ tokini hosil qiladi.

$$I_{y.\kappa.M} = \frac{E_{\kappa.M}}{R_{я} + R_y + R_p} = \frac{E_{\kappa.M}}{R_y + R_p}, \quad (7)$$

bunda yakorning qarshiligi e'tiborga olinmaydi, chunki u uyg'otish chulg'aming qarshiligiga qaraganda ancha kichik bo'ladi. $I_{y.k.m}$ uyg'otish toki magnit maydonini hosil qiladi. Ushbu magnit maydoni qoldiq magnitizmning magnit maydoni tomon yo'nalgan. Agar ular bir tomonga yo'nalmasa, generator o'z-o'zidan uyg'onmaydi va ishlay olmaydi.



Uyg'otish tokini hosil qiluvchi magnit maydoni qoldiq magnitizmning magnit maydoni tomon yo'nalgan bo'lsa, jami magnit maydoni va induksiyanuvchi EYuK osha boradi. EYuK orta borga sari uyg'otish toki ham kuchaya boradi. Bu jarayon uyg'otish zanjiridagi kuchlanish induksiyanuvchi EYuK ni muvozanatlagunga qadar davom etadi (15-rasmdagi a nuqta). Ammo magnit to'yinishi tufayli kuchlanishning o'sish jarayoni cheklangan bo'ladi.

Bunda generator yakorini teskari tomonga aylantirish yoki uyg'otish zanjiridagi tokning yo'nalishini o'zgartirishga to'g'ri keladi. Buning uchun uyg'otish zanjirining yakor chulg'amlariga ulangan uchlarini almashtirish kerak.

Uyg'otish tokini hosil qiluvchi magnit maydoni qoldiq magnitizmning magnit maydoni tomon yo'nalgan bo'lsa, jami magnit maydoni va induksiyanuvchi EYuK osha boradi. EYuK orta borga sari uyg'otish toki ham kuchaya boradi. Bu jarayon uyg'otish zanjiridagi kuchlanish induksiyanuvchi EYuK ni muvozanatlagunga qadar davom etadi (15-rasmdagi a nuqta). Ammo magnit to'yinishi tufayli kuchlanishning o'sish jarayoni cheklangan bo'ladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun quyidagi savollar beriladi:

1. O'zgarmas tok mashinalari qanday sohalarda ishlatiladi?
2. O'zgarmas tok dvigateli kim tomonidan va qachon ishlab chiqarilgan?
3. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi haqida ma'lumot bering
4. O'zgarmas tok mashinasining ishlash printsipini tushuntiring
5. O'zgarmas tok hosil qilishda kollektorning ahamiyati nimadan iborat?
6. O'zgarmas tok mashinasining chulg'amlari haqida ma'lumot bering
7. Tormozlovchi va aylantiruvchi momentlar haqida ma'lumot bering.
8. Yakor reaksiyasi nima?
9. Yakor kommutatsiyasi nima?

15 - MAVZU: Elektr yuritma asoslari

REJA:

1. Elektr yuritma haqida umumiy tushunchalar.
2. Elektr yuritmaning mexanik bo'g'inlari
3. Statik va inertsia momentlari.
4. Elektr yuritmaning harakat tenglamasi.
5. Elektr yuritmalarning mexanik xarakteristikalari.

Qishloq xo'jaligi, sanoat, qurilish va elektr transportlarida turli mashina va mexanizmlarni harakatga keltirishda elektr yuritmalardan foydalaniladi. Ular yordamida o'zgaruvchan yoki o'zgarmas tok elektr energiyasi mexanik energiyaga aylantirilib ishlab chiqarish mashinasining (ishchi mexanizm) bevosita texnologik jarayonni bajaruvchi qismi bo'lgan ijro organi harakatga keltiriladi.

Elektr dvigatel, uzatuvchi qurilma, ijro organi va boshqarish apparatlaridan tuzilgan elektromexanik tizimga elektr yuritma deyiladi. Elektr yuritmani asosiy elementi elektr dvigateli bo'lib u elektr energiyani mexanik energiyaga aylantiradi. Elektr dvigateli sifatida sinxron dvigatel, asinxron dvigatel, o'zgarmas tok dvigateli va boshqa turdagi dvigatellardan foydalaniladi. Elektr dvigatel va ijro organining harakatlarini moslashtirish uchun mexanik uzatuvchi qurilma xizmat qiladi, u dvigatel hosil qilayotgan mexanik energiyani ko'rinishini va ko'rsatkichlarini (aylanish tezligi) o'zgartiradi. Elektr dvigatelni harakatlanuvchi qismi (rotor), uzatuvchi qurilma va ijro organi elektr yuritmaning mexanik qismini tashkil qiladi. Ba'zi xollarda uzatuvchi qurilma ishlatilmaydi, bunda elektr dvigatel to'g'ridan-to'g'ri ijro organi bilan birlashtiriladi.

Boshqarish apparatlari yordamida elektr yuritma ishga tushiriladi, ishdan to'xtatiladi va parametrlari rostlanadi. Boshqarish apparatlariga knopka, boshqarish kaliti, rostlagich, kuchaytirgich, rele, kontaktor, logik elementlar va boshqa apparatlar kiradi. Elektr dvigatelga elektr energiya to'g'ridan-to'g'ri elektr energiya manbasidan yoki agarda elektr energiya ko'rsatkichlarini o'zgartirish va rostlash zarur bo'lsa elektr o'zgartiruvchi qurilma orqali beriladi. O'zgartiruvchi qurilmalarga boshqariladigan to'g'rilagichlar, o'zgaruvchan tok kuchlanishi va chastotasini o'zgartirgichlar, inverterlar kiradi. Elektr energiya manbai vazifasini bir yoki uch fazali o'zgaruvchan tok tarmog'i, o'zgarmas tok tarmog'i, dizel-generator qurilmasi, akkumulyator batareyasi va quyosh batareyalari bajarishi mumkin. Elektr yuritma uch xil ko'rinishga ega bo'ladi. Agarda ijro mexanizmi bitta dvigatel orqali harakatga keltirilsa—yakka, dvigatel ijro mexanizmlar guruhini harakatga keltirsa—guruhli, ijro mexanizmlari alohida dvigatellar orqali harakatga keltirilsa—ko'p dvigatelli elektr yuritma deyiladi.

Elektr yuritmalarni boshqarishdagi avtomatlashtirilganlik darajasiga qarab uni avtomatlashtirilmagan, avtomatlashtirilgan va avtomatik xillarga ajratish mumkin. Agar elektr yuritmani ishga tushirish, to'xtatish va u yordamida jarayonning boshqarishning odam bajarsa, bunday yuritma avtomatlashtirilmagan elektr yuritma deyiladi. Agar odam faqat boshlangich boshqarish ta'sirini hosil qilishdagina ishtirok etsa, bunday yuritma avtomatlashtirilgan elektr yuritma deyiladi. Bunda murakkab ishlab chiqarish jarayonlari avtomatik bajariladi. Masalan, operatsiyalarni ma'lum ketma-ketlikda bajarish, andoza bo'yicha ishlash, katta quvvatli va murakkab elektr yuritmalarning tezligini boshqarish, harakat yo'nalishini o'zgartirish va boshqalar misol bo'ladi.

Agar odam faqat avtomatik boshqarish va elektromexanik sistemalarning xolatini kuzatishdagina ishtirok etsa, bunday yuritma avtomatik elektr yuritma yoki mashinalarning avtomat liniyalari deyiladi. Avtomat liniyalar sanoat korxonalarini avtomatlashtirishda yangi bosqich bo'lib, unda bir necha mashinalar guruhi ishlaydi. Mashinalar detalga ishlov berishdagi bir qancha operatsiyalarni birin-ketin bajaradi hamda mazkur detalb bir mashinadan ikkinchisiga avtomatik ravishda uzatiladi.

Avtomatlashtirilgan elektr yuritmani qo'llash mehnat unumdorligini ortishiga, mahsulot sifatini yaxshilanishiga va tannarxning kamayishiga hamda ishlab chiqarish maydonini qisqarishiga olib keladi.

Elektr yuritmalar mexanik energiyasidan xalq xo'jiligidan hamma soxalarida keng foydalaniladi. Ular mamlakatimizda hosil qilinayotgan elektr energiyani 60 foizdan ko'prog'ini iste'mol qiladi. Elektr yuritmalarning keng qo'llanilishi ularning boshqa ko'rinishdagi yuritmalarga (mexanik, gidravlik, pnevmatik) nisbatan bir qator afzalliklari va o'ziga xos xususiyatlari bilan belgilanadi:

- mexanik energiya hosil qilishda eng tejimli bo'lgan elektr energiyadan foydalanish;

- quvvati va tezligini o'zgarishi oraliq'ini kengligi;

- turli xil muhitlarda (suyuqlik, gaz, kosmik fazo sharoitlarida keng harorat oraliq'ida) ishlashi mumkinligi;

- oddiy vositalar yordamida ijro organi harakatini har xil va murakkab turlarini hosil qilish, uni harakat yo'nalishi va tezligini o'zgartirish mumkinligi;

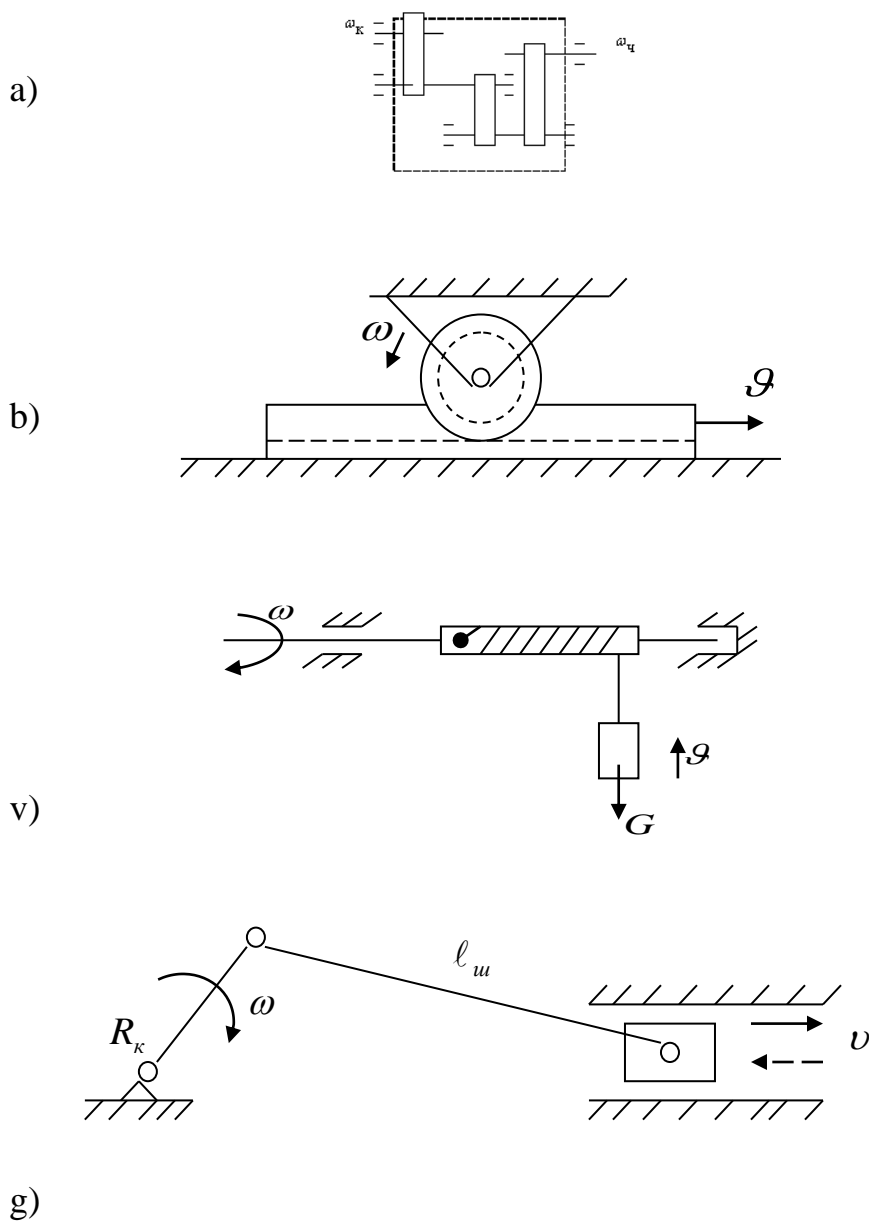
- texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni qulayligi, elektr yuritmani umumiy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimiga osonlik bilan ulash mumkinligi;

- yuqori foydali ish koeffitsienti, ishlashdagi ishonchliligi.

Xozirgi zamon elektr yuritmalarining imkoniyatlari mashinasozlik, asbobsozlik, elektronika va elektrotexnika yutuqlaridan foydalanish hisobiga kengayib bormoqda. Murakkab funktsiyali elektr yuritmalarni boshqarishda mikroprotessorli qurilmalardan foydalanish yuqori samara beradi.

Elektr yuritmaning mexanik bo'g'inlari. 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 mexanizmli, zanjirli yoki tasmali bo'ladi.

1-rasmda uzatish qurilmalarining kinematik sxemalari ko'rsatilgan.



1-rasm. Uzatish qurilmalarining kinematik sxemalari.

a - reduktorli uzatgich; b – tishli reykali uzatgich; v – trosli barabanli uzatgich;
g – krivoship – shatun mexanizmli uzatgich.

Statik va inertsiya 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.

$$P_M = M \cdot \omega \quad (1)$$

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

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

$$n = 60\omega / 2\pi = 9,55 \cdot \omega \quad (3)$$

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

Inertsiya momenti quyidagicha aniqlanadi:

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

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'zgartirgan vaqtda hosil bo'ladi. Elektr yuritmaning tezlanishi (aylanayotgan massalarning) natijasida olayotgan yoki uning to'xtashi natijasida berilayotgan quvvati

$$R_{din} = J\omega \left(\frac{d\omega}{dt} \right) \quad (5)$$

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

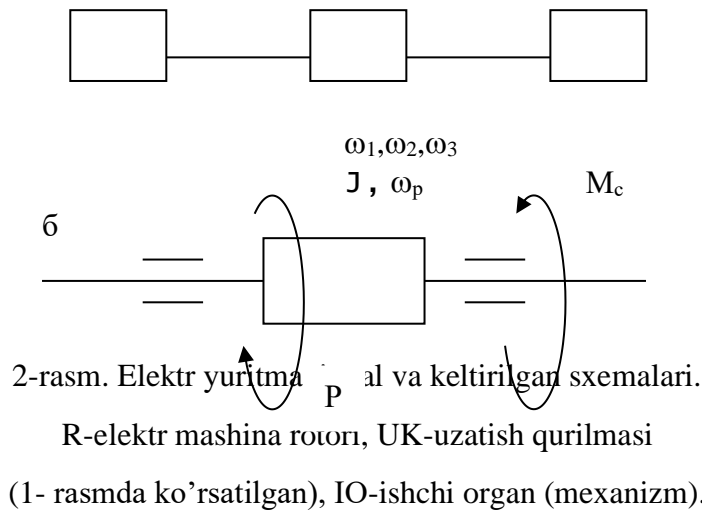
$$M_{din} = R_{din} / \omega \quad (6)$$

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

$$J \frac{\omega_p^2}{2} = J_p \frac{\omega_p^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2} + J_3 \frac{\omega_3^2}{2} \quad (7)$$

$$J = J_p + J_{mex} \quad (8)$$

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



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'langanidir.

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 inertsiyasidan 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:

$$M = M_K \pm M_{DIN}. \quad (9)$$

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

$$M_{din} = J d\omega / dt \quad (10)$$

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

ω -dvigatel o'qining burchak tezligi, [rad/s].

O'qning burchak tezligi ω ni aylanishlar soni n [ayl/min] da ifodalab

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

dinamik momentning boshqa ifodasini keltirib chiqarish mumkin:

$$M_{din} = M - M_k = (J / 9,55) \cdot dn / dt. \quad (11)$$

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

$$J = GD^2 / 4g, \quad (12)$$

(12) ifodani (11) ga qo'yib, dinamik moment uchun quyidagi ifodani hosil qilish mumkin:

$$M_{din} = M - M_k = (GD^2 / 375) \cdot dn / dt. \quad (13)$$

(11) yoki (1.13) ifoda elektr yuritmaning harakat tenglamasi deb ataladi va (13) dan ko'rinadiki:

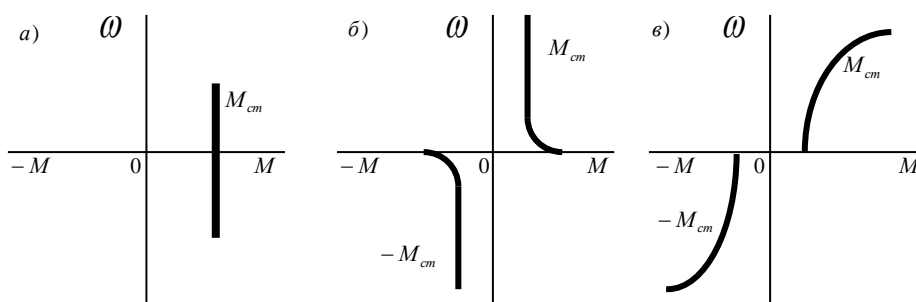
1. Agar $M > M_k$ bo'lsa, $dn / dt > 0$, bo'lib, yuritma musbat tezlanish oladi va o'z tezligini $M = M_k$ bo'lguncha oshiradi.
2. Agar $M < M_k$ bo'lsa, $dn / dt < 0$ bo'lib, yuritma manfiy tezlanish oladi va o'z tezligini $M = M_k$ bo'lguncha kamaytiradi.
3. Agar $M = M_k$ bo'lsa, $dn / dt = 0$ bo'lib,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

$$\pm M \pm M_k = (GD^2 / 375) \cdot dn/dt. \quad (14)$$

(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. 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. 3-rasm da mexanizmlarning mexanik xarakteristikalari ko'rsatilgan. Aktiv statik momentli M_{st} mexanizmlarda (3-rasm 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 (3-rasm.b, v) tezlik yo'nalishi o'zgarganda, moment yo'nalishi o'zgaradi. Bunday mexanizmlarda burchak tezlik momentga bog'liq xolda o'zgaradi.

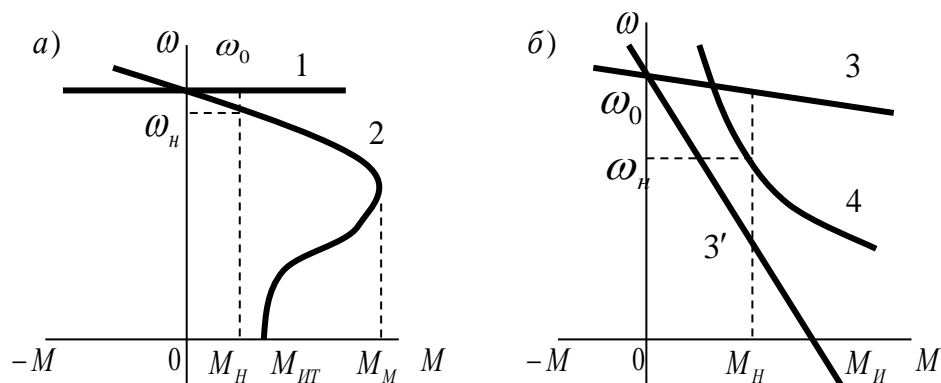


3-rasm . Mexanizmlarning mexanik xarakteristikalari.

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

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, (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 (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.



4-rasm. Dvigatellarni mexanik xarakteristikalari. 1-sinxron, 2-asinxron, 3 va 3'-parallel uyg'otishli o'zgarmas tok, 4-ketma-ket o'yg'otishli o'zgarmas tok dvigatellari uchun.

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

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

1. *Mutloq qattiq mexanik xarakteristika.* Bunda momentning o'zgarishi bilan tezlik o'zgarmay qoladi ($\Delta M / \Delta n \rightarrow \infty$). Bunday xarakteristika sinxron dvigatelga xosdir.
2. *+attiq 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'zgarmas 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'zgarmas 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. Statik moment M_{st} ni nimalar hosil qiladi?
6. Inertsiya 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.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

«TASDIQLAYMAN»

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

_____ D.Xolmatov

« _____ » _____ 2022 yil

E L E K T R O T E X N I K A

fani uchun

O‘QUV DASTURI

2022/2023 o‘quv yili kunduzgi ta’lim shakli, 3-bosqich uchun

Bilim sohasi: 100000 - Gumanitar soha
Ta’lim sohasi: 140000 - Tabiiy fanlar
Bakalavrning ta’lim yo`nalishi: 5140200 - Fizika

Namangan – 2022

Fan/modul kodi		O‘quv yili 2022-2023	Semestr 5	EKTS-Kreditlar 2
Fan/modul turi <u>Tanlov fan</u>		Ta’lim tili <u>O‘zbek</u>		Haftadagi dars soatlari <u>5- 6-semestr 2 soat</u>
1	Fanning nomi	Auditoriya mashgulotlari (soat)	Mustaqil ta’lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Elektrotexnika	60	60	120

I. Fanning mazmuni

Elektrotexnika fani elektr maydoni va dielektriklar magnitizm va elektomagnitizm, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlarini amalda qo'llashni o'rgatuvchi fandır.

Tavsiya etilayotgan ushbu o'quv dasturida fizika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu sohada ishlayotgan taniqli olimlar, akademiklar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan va ilmiy xodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi va ishchi o'quv dasturida o'z aksini topadi.

Fanning maqsadi – talabalarda elektr maydoni va dielektriklar magnitizm va elektomagnitizm, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlarini amalda qo'llash va ularga mos turli masalalarning yechimlariga oid bilim, ko'nikma va malaka shakllantirishdir.

Fanning vazifasi – elektr toki, elektr kuchlanish, elektr quvvat, elektr energiyasi, elektr maydoni va dielektriklar magnitizm va elektomagnitizm, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlarini amalda qo'llash haqida talabalarga bilim berishdir.

Fan bo'yicha bilim, ko'nikma va malakaga qo'yiladigan talablar

Elektrotexnika fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

– elektr maydoni va dielektriklar magnitizm va elektomagnitizm, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlarini, R, L, C larni tuzilishini, kattaliklarini, turlarini, ishlatish joyini bilishi kerak;

– aktiv elementlar: yarim o'tkazgichli diod, tranzistor, maydon tranzistorlaraning turlari, tuzilishlari xarakteristikalarini, ularni farqlay olishi, xizmat joylarini bilishi kerak;

– mavzularga oid texnik masalalarni yechish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

– har xil sxemali kuchaytirgichlarni hisoblash, ishlash printsipli, sxemasini o'qiy bilish malakalariga ega bo'lishi kerak.

II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari)

II.1. Fan tarkibiga quyidgi mavzular kiradi

1-mavzu. O'zgaruvchan tok va uni hosil qilish

O'zgaruvchan tok, uni gosil qilish, uzatish va taqsimlash. O'zgaruvchan tokning effektiv va o'rtacha qiymatlari. O'zgaruvchan tok zanjirlarida aktiv, induktiv va sig'im qarshiliklar.

2-mavzu. O'zgaruvchan tok zanjirlari

Vektor diagrammalar. O'zgaruvchan tok zanjirlari uchun Om qonunlari. Ketma-ket va parallel ulangan elementlar uchun qarshiliklar va quvvatlar uchburchaklari. Tok va kuchlanishlar rezonansi.

3-mavzu. Uch fazali tok.

Uch fazali tok, uni hosil qilish. Uch fazali tok generatorining tuzilishi va ishlash printsipti. Tok va EYuK larning tenglamalari, grafiklari va vektor diagrammalari.

4-mavzu. Generator cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak usullarida ulash. Generator cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak usullarida ulash. Liniya va faza kuchlanishlari ular orasidagi munosabatlar. Uch fazali tokning quvvati.

5-mavzu. Transformatorlar.

Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash printsipti. Bir fazali transformatorning sxematik tuzilishi, oniy va haqiqiy EYuK qiymatlari, transformatsiya koeffitsienti, magnit induksiya vektori va magnit oqimi ifodalari.

6-mavzu. Transformatorning salt ishlashi.

Transformatorning salt ishlashi. Iste'molchisiz (nagruzkasiz) transformatorning ulanish sxemasi. Transformator salt ishlaganda iste'mol qiladigan aktiv quvvat isroflari.

7-mavzu. Elektr o'lchash asboblari.

Umumiy ma'lumotlar va elektr o'lchashlar. Elektr o'lchash haqida tushunchalar, namuna asboblari. Absolyut xatoliklar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

8-mavzu. Elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari. Elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari, asboblarning ishlash printsipti, o'lchash vaqtidagi vaziyatlari, guruhlari, o'lchanishi lozim bo'lgan kattalik turlari, o'lchanadigan tok, kuchlanish va qarshiliklar kattaliklari bo'yicha klassifikatsiyalanish to'g'risidagi ma'lumotlar.

9-mavzu. Elektr o'lchov asboblarning turlari va ularning ishlash prinsiplari. Magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik va induksion tizimli asboblari. Detektorli va termoelektrik asboblar.

10-mavzu. O'zgaruvchan tok elektr mashinalari.

Asinxron elektr dvigatellar. Dvigatel, generator mashinaning qaytuvchanligi, elektr mashina o'tkazgichlar haqidagi ma'lumotlar

11-mavzu. Asinxron dvigatelning ishlash printsiptini.

Elektr mashinaning ishlash printsiptini tushuntirish sxemasi. Asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti. Sirpanish. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi. Asinxron dvigatelning mexanik va ish xarakteristiklari.

12-mavzu. O'zgarmas tok elektr mashinalari.

O'zgarmas tok elektr mashinalari, ularning tuzilishi va ishlash printsipti. Stator, yakor va kollektor, chetka va chutka tutqichlari tuzilishi va ishlash printsipti.

13-mavzu. Elektr yuritma asoslari.

	<p>Elektr dvigatelni mexanik xarakteristikalar bo'yicha tanlash. Elektr yuritmani boshqaradigan qurilmalar.</p> <p>14-mavzu. Elektr energiyasini uzatish.</p> <p>Elektr energiya uzatish va taqsimlash sxemalari. Energiyaning radial va magistral taqsimlanishi, transformator magistral blokining sxemasi.</p> <p>15-mavzu. Xavfsizlik qoidalari.</p> <p>Elektrdan shikastlanishni oldini olish va elektrdan shikastlangan kishiga birinchi yordam ko'rsatish.</p>	
II.2. Ma'ruza mavzularini taqsimlanishi		
№	Mavzular	Soati
5-semestr		
1	<p>O'zgaruvchan tok ba uni hosil qilish</p> <p>O'zgaruvchan tok, uni gosil qilish, uzatish va taqsimlash. O'zgaruvchan tokning effektiv va o'rtacha qiymatlari. O'zgaruvchan tok zanjirlarida aktiv, induktiv va sig'im qarshiliklar.</p>	2
2	<p>O'zgaruvchan tok zanjirlari</p> <p>Vektor diagrammalar. O'zgaruvchan tok zanjirlari uchun Om qonunlari. Ketma-ket va parallel ulangan elementlar uchun qarshiliklar va quvvatlar uchburchaklari. Tok va kuchlanishlar rezonansi.</p>	2
3	<p>Uch fazali tok.</p> <p>Uch fazali tok, uni hosil qilish. Uch fazali tok generatorining tuzilishi va ishlash printsipi. Tok va EYuK larning tenglamalari, grafiklari va vektor diagrammalari.</p>	2
4	<p>Generator cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak usullarida ulash.</p> <p>Generator cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak usullarida ulash. Liniya va faza kuchlanishlari ular orasidagi munosabatlar. Uch fazali tokning quvvati.</p>	2
5	<p>Transformatorlar.</p> <p>Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash printsipi. Bir fazali transformatorning sxematik tuzilishi, oniy va haqiqiy EYuK qiymatlari, transformatsiya koeffitsienti, magnit induksiya vektori va magnit oqimi ifodalari.</p>	2
6	<p>Transformatorning salt ishlashi.</p> <p>Transformatorning salt ishlashi. Iste'molchisiz (nagruzkasiz) transformatorning ulanish sxemasi. Transformator salt ishlaganda iste'mol qiladigan aktiv quvvat isroflari.</p>	2
7	Elektr o'lchash asboblari.	2

	Umumiy ma'lumotlar va elektr o'lchashlar. Elektr o'lchash haqida tushunchalar, namuna asboblari. Absolyut xatoliklar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.	
6-semestr		
8	Elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari. Elektr o'lchov asboblari va ularning shartli belgilari, asboblarning ishlash printsiplari, o'lchash vaqtidagi vaziyatlari, guruhlari, o'lchanishi lozim bo'lgan kattalik turlari, o'lchanadigan tok, kuchlanish va qarshiliklar kattaliklari bo'yicha klassifikatsiyalanish to'g'risidagi ma'lumotlar.	2
9	Elektr o'lchov asboblarining turlari va ularning ishlash prinsiplari. Magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik, ferrodinamik va induksion tizimli asboblari. Detektorli va termoelektrik asboblar.	2
10	O'zgaruvchan tok elektr mashinalari. Asinxron elektr dvigatellar. Dvigatel, generator mashinaning qaytuvchanligi, elektr mashina o'tkazgichlar haqidagi ma'lumotlar.	2
11	Asinxron dvigatelning ishlash printsiplari. Elektr mashinaning ishlash printsiplari tushuntirish sxemasi. Asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti. Sirpanish. Asinxron dvigatelda quvvat isrofi. Asinxron dvigatelning mexanik va ish xarakteristikalarini.	2
12	O'zgarmas tok elektr mashinalari. O'zgarmas tok elektr mashinalari, ularning tuzilishi va ishlash printsiplari. Stator, yakor va kollektor, chetka va chutka tutqichlari tuzilishi va ishlash printsiplari.	2
13	Elektr yuritma asoslari. Elektr dvigatelni mexanik xarakteristikalar bo'yicha tanlash. Elektr yuritmani boshqaradigan qurilmalar.	2
14	Elektr energiyasini uzatish. Elektr energiya uzatish va taqsimlash sxemalari. Energiyaning radial va magistral taqsimlanishi, transformator magistral blokining sxemasi.	2
15	Xavfsizlik qoidalari. Elektrdan shikastlanishni oldini olish va elektrdan shikastlangan kishiga birinchi yordam ko'rsatish.	2
	Jami	30 soat
III. Amaliy mashg'ulotlar		
1. O'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlari.		

	2. Uch fazali tok. 3. Transformatorlar. Elektr o'lash asboblari. 4. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok mashinalari. 5. Elektr energiyasini uzatish.	
III.2. Amaliy mashg'ulot mavzularini taqsimlanishi		
№	Amaliy mashg'ulot mavzulari	Soati
5-semestr		
1	O'zgarmas va o'zgaruvchan tok qonunlari.	2
2	Uch fazali tok.	2
3	Transformatorlar. Elektr o'lash asboblari.	2
6-semestr		
4	O'zgaruvchan va o'zgarmas tok mashinalari.	2
5	Elektr energiyasini uzatish.	2
Umumiy jami		10 soat
IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar		
1. Mustakil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular: 2. O'zgarmas tok qonunlari 3. O'zgaruvchan tok qonunlari 4. O'zgaruvchan tok zanjirlari 5. Uch fazali tok, uning parametrlari va qo'llanish sohalari 6. Bir fazali transformatorlar, ularning parametrlari, qo'llanish sohalari 7. Uch fazali transformatorlar, ularning parametrlari, qo'llanish sohalari 8. Elektromagnitik elektr o'lchov asboblari. 9. Elektr o'lashlar va ulash metodlari. 10. Uch fazali asinxron dvigatellari 11. Bir fazali asinxron dvigatellari 12. O'zgarmas tok elektr mashinalari 13. O'zgaruvchan tok mashinalari 14. Elektr energiyani hosil qilish, taqsimlash va uzatish 15. Elektr yoritish qurilmalari		
IV. Mustaqil ta'lim mavzularini taqsimlanishi		
№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Soati
1	Ma'ruza mashg'lotlarini takrorlash, konspekt qilish, darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va o'rganish.	8
2	Laboratoriya mashg'lotlarini takrorlash darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash.	10
3	Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish,	10

	kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash, seminar mavzusini yoritish.	
4	O'zgarmas tok qonunlarini o'rganish	2
5	O'zgaruvchan tok qonunlarini o'rganish	2
6	O'zgaruvchan tok zanjirlari o'rganish	2
7	Uch fazali tok, uning parametrlari va qo'llanish sohalari o'rganish	2
8	Bir fazali transformatorlar, ularning parametrlari, qo'llanish sohalari o'rganish	2
	Uch fazali transformatorlar, ularning parametrlari, qo'llanish sohalari o'rganish	2
	Elektromagnitik elektr o'lchov asboblari o'rganish	2
	Elektr o'lchashlar va ulash metodlari o'rganish	4
	Uch fazali asinxron dvigatellari o'rganish	2
	Bir fazali asinxron dvigatellari o'rganish	2
	O'zgarmas tok elektr mashinalari o'rganish	2
	O'zgaruvchan tok mashinalari o'rganish	2
	Elektr energiyani hosil qilish, taqsimlash	2
	Elektr yoritish qurilmalari o'rganish	2
	Elektromagnitik elektr o'lchov asboblari o'rganish	2
	Jami	60
V. Laboratoriya mashg'ulotlar taqsimoti.		
№	Mavzular	Soati
5-semestr		
1	Bir fazali zanjir aktiv energiyasini o'lchash.	2
2	O'zgaruvchan tok zanjirlarini o'rganish.	2
3	Bir fazali transformatorini sinash.	2
4	Uch fazali asinxron dvigatelini o'rganish.	2
5	Magnitli ishga tushirgichni sinash.	2
6-semestr		
6	Bir fazali asinxron dvigatelini o'rganish.	2
7	O'zgaruvchan tok quvvatini ossillograf yordamida o'rganish.	2
8	Induksion tizimli asboblarni o'rganish.	2
9	O'zgarmas tok to'g'irlagichlarini sxemalarini o'rganish.	2
10	Bir fazali zanjir aktiv energiyasini o'lchash.	2
	Jami:	20
VI. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetentsiyalar)		
Fanni o'zlashtirishi natijasida talaba:		

	<ul style="list-style-type: none"> • fanlar tizimida tutgan oʻrni, obyekt va predmeti, shakllanishi, rivojlanishi, zamonaviy tuzilishi haqida <i>tasavvurga ega boʻladi</i>; • fanining asosiy qonuniyatlarini fizik masalalarni taxlil qilish va yechish, eksperiment natijalarini kayta ishlash va taxlil qilishni bilish va ulardan foydalana oladi; • tajribalarni rejalashtirish, qoʻllaniladigan sxemalar va ulardagi elementlarni tanlash, elektr zanjirlarining asosiy parametr va xossalarini eksperimental oʻlchash elektr va magnetizmning asosiy qonunlari va ularni fchikaviy elektronikada qoʻllash kunikmalariga ega boʻladi.
	<p>VII. Taʼlim texnologiyalari va metodlari</p> <ul style="list-style-type: none"> - maʼruzalar; - interfaol keys-stadilar; - seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar); - guruhlarda ishlash; - taqdimotlar qilish; - individual loyixalar; - jamoa boʻlib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar
	<p>VIII. KREDITLARNI OLISH UCHUN TALABLAR</p> <p>Fanga ajratilgan kreditlar talabalarga har bir semestr boʻyicha nazorat turlaridan ijobiy natijalarga erishilgan taqdirda taqdim etiladi.</p> <p>Fan boʻyicha talabalar bilimni baholashda oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlari qoʻllaniladi. Nazorat turlari boʻyicha baholash: 5 – “aʼlo”, 4 – “yaxshi”, 3 – “qoniqarli”, 2 – “qoniqarsiz” baho mezonlarida amalga oshiriladi.</p> <p>Oraliq nazorat har semestrda bir marta yozma ish shaklida oʻtkaziladi.</p> <p>Talabalar semestrlar davomida fanga ajratilgan amaliy (seminar) mashgʻulotlarda muntazam, har bir mavzu boʻyicha baholanib boriladi va oʻrtachalanadi. Bunda talabaning amaliy (seminar) mashgʻulot hamda mustaqil taʼlim topshiriqlarini oʻz vaqtida, toʻlaqonli bajarganligi, mashgʻulotlardagi faolligi inobatga olinadi.</p> <p>Shuningdek, amaliy (seminar) mashgʻulot va mustaqil taʼlim topshiriqlari boʻyicha olgan baholari oraliq nazorat turi boʻyicha baholashda inobatga olinadi. Bunda har bir oraliq nazorat turi davrida olingan baholar oʻrtachasi oraliq nazorat turidan olingan baho bilan qayta oʻrtachalanadi.</p> <p>Oʻtkazilgan oraliq nazoratlardan olingan baho oraliq nazorat natijasi sifatida qaydnomaga rasmiylashtiriladi.</p> <p>Yakuniy nazorat turi semestrlar yakunida tasdiqlangan grafik boʻyicha yozma ish shaklida oʻtkaziladi.</p> <p>Oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlarida:</p>

	<p>Talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo‘llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – <u>5 (a‘lo) baho</u>;</p> <p>Talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo‘llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – <u>4 (yaxshi) baho</u>;</p> <p>Talaba olgan bilimni amalda qo‘llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – <u>3 (qoniqarli) baho</u>;</p> <p>Talaba fan dasturini o‘zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega emas, deb topilganda – <u>2 (qoniqarsiz) baho</u> bilan baholanadi.</p>
	<p style="text-align: center;">TAVSIYA ETILAYOTGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI</p> <p style="text-align: center;">Asosiy adabiyotlar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A.I.Xonboboev, N.A.Xalilov «Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O‘zbekiston, 2000 yil. 2. F.E.Evdokimov, «Umumiy elektrotexnika» T., O‘qituvchi, 1995. 3. A.S.Karimov va boshqalar. «Elektrotexnika va elektronika asoslari», T., O‘qituvchi, 1995 yil. 4. U.Ibrohimov «Elektr mashinalar» T., O‘qituvchi, 2001. 5. A.E.Kitaev «Elektrotexnika va sanoat elektrotexnika asoslari» T., O‘qituvchi, 1996 yil. 6. Sh.A.Sharipov, U.A.Bozorov Elektrotexnika va radiotexnika fanidan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil. <p style="text-align: center;">Qo‘shimcha adabiyotlar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. X. Rixsitillayev Elektr o‘lchash asboblari va elektrik o‘lchashlar. O‘quv qo‘llanma, Toshkent – 2007. 2. A.Raximov «Elektrotexnika va elektronika asoslari» Namangan 2003 3. A.S.Karimov, M.M.Mirxaydarov, S.G.Blexman. “Elektrotexnika va elektronika asoslari” (masalalar to‘plami va laboratoriya ishlari), Toshkent, O‘qituvchi, 1989 yil. <p style="text-align: center;">Axborot manbaalari:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Animatsion rolik (http://www.upscale.utorouto.ca va html,http://tical ua.es). 2. Fizika “Physicon”. 3. Fizikadan o‘quv kinofilmlari. 4. Ko‘rgazmali rangli rasmlar (http://www.hord-Wareandlysis.com). 5. “Phusics onlian”. 6. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm

	<p>7. www.eneriu.ru. Portal</p> <p>8. www.ziyonet.uz</p> <p>9. www.edu.uz</p>
	<p>Namangan davlat universiteti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan:</p> <p>- “Fizika o‘qitish metodikasi” kafedrasining 2022-yil, “___” - _____dagi №___-sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqqa tavsiya etilgan.</p> <p>- Fizika fakulteti kengashining 2022-yil, “___” - _____dagi №___-sonli majlisida ma’qullangan va tasdiqqa tavsiya etilgan.</p> <p>- NamDU o‘quv-uslubiy kengashining 2022-yil, “___” - _____dagi №___-sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqlangan.</p>
	<p>Fan/modul uchun mas’ul: I.O. Zaxidov - Namangan davlat universiteti fizika o‘qitish metodikasi kafedrasida p.f.n., dotsent.</p>
	<p>Taqrizchilar: M.A.Ergasheva Namangan davlat universiteti fizika kafedrasida f-m.f.n., dotsent.</p>

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr toki, uning tabiati va mavjud bo'lish shartlari. Tok kuchi va zichligi.
2. O'zgarmas tok qonunlari (Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni, to'liq zanjir uchun Om qonuni, Kirxrgofning birinchi va ikkinchi qonunlari).
3. O'zgarmas tokning ishi va quvvati. O'tkazgichning qarshiligi va o'tkazuvchanlik.
4. Elektr tokining issiqlik ta'siri.
5. Bir fazali sinusoidal o'zgaruvchan tokni hosil qilish.
6. Sinusoidal o'zgaruvchan funktsiyani xarakterlovchi kattaliklar.
7. Tok va kuchlanishning effektiv qiymatlari.
8. Aktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri.
9. Induktiv g'altak ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri.
10. Kondensator ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri.
11. Aktiv va reaktiv qarshiliklar o'zaro ketma-ket ulangan zanjir.
12. Aktiv, reaktiv va to'la quvvat.
13. Quvvat koeffitsienti.
14. Uch fazali o'zgaruvchan tok sistemasi haqida umumiy ma'lumotlar.
15. Uch fazali EYuK, kuchlanish va tok sistemasini hosil qilish.
16. Generator chulg'amlarini yulduz usulida ulash.
17. Generator chulg'amlarini uchburchak usulida ulash.
18. Iste'molchilarni yulduz usulida ulash.
19. Iste'molchilarni uchburchak usulida ulash.
20. Simmetrik uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirlari.
21. Transformator haqida umumiy ma'lumot.
22. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash printsipi.
23. Transformatorlarning ish rejimlari.
24. Uch fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash printsipi.
25. Avtortransformatorlarning tuzilishi va ishlash printsipi.
26. O'lchash (kuchlanish va tok) transformatorlari.
27. Maxsus transformatorlar (Payvandlash transformatorlari).

28. Elektr o'lchash asboblari haqida umumiy ma'lumot.
29. Bevosita baholaydigan elektr o'lchash asboblari qo'yiladigan shartli grafik belgilar.
30. Magnitoelektrik mexanizmlil elektr o'lchash asboblari.
31. Elektromagnit mexanizmlil elektr o'lchash asboblari
32. Elektrodinamik mexanizmlil elektr o'lchash asboblari.
33. Ferrodinamik mexanizmlil elektr o'lchash asboblari.
34. Induktsion mexanizmlil elektr o'lchash asboblari.
35. Raqamli elektr o'lchash asboblari.
36. Elektr o'lchash asboblari yordamida elektr kattaliklar (tok kuchi, kuchlanish, qarshilik) ni o'lchash.
37. Elektr o'lchash asboblari yordamida elektr kattaliklar (quvvat, elektr energiyani) ni o'lchash.
38. O'zgarmas tok mashinalari haqida umumiy ma'lumot.
39. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi va ishlash printsipi
40. Asinxron elektr dvigatellarining tuzilishi va ishlash printsipi.
41. Asinxron elektr dvigatellarini ishga tushirish va aylanish chastotasini rostlash.
42. Asinxron dvigatellarning quvvat koeffitsientini oshirish.
43. Sinxron mashinalar haqida umumiy ma'lumot.
44. Sinxron mashinaning tuzilishi va ishlash printsipi.
45. Boshqarish va himoya elektr apparatlari haqida umumiy ma'lumotlar.
46. Qo'l bilan boshqariladigan apparatlar.
47. Elektromagnit kontaktorlar. Magnitli ishga tushirgichlar.
48. Himoya asboblari (saqlagichlar, relelar).
49. Elektr yuritma haqida umumiy ma'lumotlar.

ELEKTROTEXNIKA FANIDAN TEST SAVOLLARI

№1. Fan bob-1; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Elektrotexnika qanday fan?
Elektrotexnika-bu elektr va magnit hodisalarni xamda ulardan amalda foydalanish to`g`risidagi fandır.
Elektrotexnika-elektrostantsiyalarni o`rganadigan fandır
Elektrotexnika – elektr yuritmalarni o`rganadigan fandır.
Elektrotexnika – elektr mashinalar, transformatorlar va elektr o`lchov asboblarini o`rganadigan fandır

№2. Fan bob-4; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

O`zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
Yo`nalishi va qiymati davriy ravishda o`zgarib turadigan har qanday tok o`zgaruvchan tok deyiladi.
Yo`nalishi davriy ravishda o`zgarib turadigan tok o`zgaruvchan tok deyiladi
Vaqt bo`yicha ma`lum qonun asosida o`zgarmaydigan tokka o`zgaruvchan tok deyiladi
Yo`nalishi qiymati davriy ravishda o`zgarmaydigan tokka o`zgaruvchan tok deyiladi.

№3. Fan bob-7; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Uch fazali transformatorni kim yaratgan?
1876 yilda M.O. Dolivo-Dobrovolskiy
1867 yilda P.N. Yablochkov
1877 yilda Kulon
1876 yilda A.M. Amper

№4. Fan bob-5; Fan bo`limi-5; Qiyinlik darajasi-1;

Transformatsiya koeffitsienti nima?
Transformator salt ishlaganda birlamchi chulg`am kuchlanishining ikkilamchi chulg`am kuchlanishiga nisbati transformatsiya koeffitsienti deyiladi
Transformator to`la quvvat bilan ishlaganda birlamchi chulg`am kuchlanishining ikkilamchi chulg`am kuchlanishiga nisbati transformatsiya koeffitsienti deyiladi
Transformator to`la quvvat bilan ishlaganda ikkilamchi chulg`am kuchlanishining birlamchi chulg`am kuchlanishiga nisbati transformatsiya koeffitsienti deyiladi
Transformator salt ishlaganda ikkilamchi chulg`am kuchlanishining birlamchi chulg`am kuchlanishiga nisbati transformatsiya koeffitsienti deyiladi

№5. Fan bob-7; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Toklar rezonansi deb nimaga aytiladi?
Elektr zanjirning parallel ulangan induktiv va sig`im elementlari bor qismidagi rezonans toklar rezonansi deyiladi
Elektr zanjirlarining ketma-ket ulangan induktivligi bor qismidagi rezonans hodisasi toklar rezonansi deyiladi.

Elektr zanjirlarining ketma-ket ulangan sig'im elementlari bor qismidagi rezonans hodisasi toklar rezonansi deyiladi.

Elektr zanjiri parallel ulansa toklar rezonansi bo'ladi.

№6. Fan bob-7; Fan bo'limi-5; Qiyinlik darajasi-1;

Zanjirdagi tok qaysi tenglama bilan ifodalanadi?

$$i = J_m \sin \omega t$$

$$i = \sin \alpha + \beta$$

$$i = \sin \omega t$$

$$i = J_m \sin \alpha$$

№7. Fan bob-2; Fan bo'limi-7; Qiyinlik darajasi-1;

Induktiv qarshilikni ko'rsating?

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \sin \omega t$$

$$X_L = \frac{1}{\omega L}$$

№8. Fan bob-1; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Kirxgofning birinchi qonunini ko'rsating?

Elektr zanjirining bitta elektr tugunida birlashtirilgan tarmoqlarida tugunga yo'nalgan toklar yig'indisi tugundan yo'nalgan toklar yig'indisiga teng

Tugunga kirayotgan toklar yig'indisi tugundan yo'nalgan toklar yig'indisiga teng emas.

Elektr zanjirining ikkita tugunidagi toklar yig'indisi

Elektr zanjirining bitta elektr tugunida birlashtirilgan tarmoqlarida tugunga yo'nalgan toklar yig'indisi tugunga yo'nalgan toklar yig'indisidan katta

№9. Fan bob-1; Fan bo'limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Kirxgofning ikkinchi qonunini ko'rsating?

Elektr zanjirining konturini hosil qiluvchi tarmoqlarda EYuK algebrik yig'indisi passiv elementlarda kuchlanish pasayishining algebrik yig'indisiga teng

Elektr zanjirning konturidagi toklarning ayirmasi nolga teng

Elektr zanjirning konturini hosil qiluvchi toklar ayirmasi

Elektr zanjirning konturini hosil qiluvchi tarmoqlarda EYuK algebraik yig'indisi passiv elementlarda kuchlanish pasayishining algebraik yig'indisiga teng emas

№10. Fan bob-8; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Dvigatelni FIK qaysi ifodada to'g'ri ko'rsatilgan?

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{P}{P_2} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{W_1}{W_2} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{W_2}{W_1} \cdot 100\%$$

№11. Fan bob-7; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Kuchlanish rezonansi nima?

Elektr zanjirining ketma-ket ulangan induktiv va sig'im elementlari bor qismdagi rezonans hodisasi kuchlanishlar rezonansi deyiladi .

Elektr zanjirlarining parallel ulangan sig'im elementi bor qismidagi rezonans hodisasi kuchlanishlar rezonansi deyiladi.

Elektr zanjirining parallel ulangan induktiv elementi bor qismidagi rezonans hodisasi kuchlanishlar rezonansi deyiladi.

Elektr zanjirning ketma-ket ulangan qismida aktiv qarshilik bo'lsa, kuchlanishlar rezonansi bo'ladi.

№12. Fan bob-5; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Transformatorning FIK qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\eta = \frac{W_2}{W_1}$$

$$\eta = \frac{W_1}{W_2}$$

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$

№13. Fan bob-7; Fan bo`limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

Kondensatorning sig'im qarshiligini ko'rsating?

$$X_c = \frac{1}{\omega c}$$

$$X_c = \frac{1}{4c}$$

$$X_c = cu^2$$

$$X_c = \omega t$$

№14. Fan bob-7; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Voltmetr nimani o'lchaydi?

Kuchlanishni

tok kuchini

Chastotani
Sig'inni

№15. Fan bob-2; Fan bo`limi-6; Qiyinlik darajasi-2;

Vektor diogramma nima?
Vektor diogramma – sinusoidal EYuK va toklarni effektiv yoki amplituda qiymatlarini ifodalovchi vektorlar yig'indisi
Vektor diogramma – koordinataga o'qiga nisbatan proektsiyasi ko'rilayotgan funktsiyadir.
Vektor diogramma –har qanday o'zgaruvchan kattalikni vaqtga bog'laydigan kattalikdir.
Vektor diogramma – garmonik o'zgaruvchi kuchlanish ifodasidir.

№16. Fan bob-15; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Elektron diod lampa nima maqsadda ishlatiladi?
Tokni to'g'rilash maqsadida.
tok kuchini kuchaytirish maqsadida.
Kuchlanishni kuchaytirish maqsadida.
Elektr signalni kuchaytirish maqsadida.

№17. Fan bob-15; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Elektron lampalarning ishlash printsipi nimaga asoslangan?
Zaryadli zarralarni vakuumdagi harakatiga.
Zaryadli zarralarni elektr maydonidagi harakatiga.
Fotoeffekt hodisasiga.
Zaryadli zarralarning tebranishiga

№18. Fan bob-3; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Qanday sistema uch fazali sistema deyiladi?
EYuK va chastota bir xil hamda bir biriga nisbatan faza bo'yicha 1/3 davrga siljigan uchta elektr zanjirning to'plami.
EYuK va chastotasi bir xil bo'lgan zanjirlar.
faza bo'yicha bir xil bo'lgan zanjirlar.
faqat chastotasi bir xil bo'lgan zanjirlar.

№19. Fan bob-7; Fan bo`limi-6; Qiyinlik darajasi-1;

Kondensator qoplamalar orasiga dielektrik kiritsa, kondensator energiyasi qanday bo'ladi.
ortadi.
o'zgarmaydi.
kamayadi.
nolga teng bo'ladi.

№20. Fan bob-7; Fan bo`limi-6; Qiyinlik darajasi-1;

Induktivlikning SI tizimidagi birligini aniqlang.
Gn
Amper.
Om.
Tesla.

№21. Fan bob-7; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Ampermetr nimani o`lchaydi?
tok kuchini
Sig`imni
Chastotani
Qarshilikni

№22. Fan bob-7; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

Elektr sxema nima?
elektr zanjirning ulanishini, uning xossalarini aks ettiruvchi grafik tasvir
tok manbaining ulanishini aks ettiruvchi grafik tasvir
elektr zanjirning ulanishini, uning xossalarini aks ettirilmaydigan grafik tasvir
elektr zanjirning ulanmaslik xossalarini aks ettiruvchi grafik tasvir

№23. Fan bob-7; Fan bo`limi-5; Qiyinlik darajasi-1;

Ommetr nimani o`lchaydi?
Qarshilikni
tok kuchini
Chastotani
Sig`imni

№24. Fan bob-8; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Gertsometr nimani o`lchaydi?
Chastotani
tok kuchini
Sig`imni
Qarshilikni

№25. Fan bob-8; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Tebranishlar davri nima?
o`zgaruvchan EYuK o`zgarishlarining to`la tsiklini amalga oshirish uchun zarur bo`lgan vaqt orali`i
o`zgaruvchan EYuK o`zgarishlarining to`la tsiklini amalga oshirish uchun zarur bo`lgan tebranishlar soni
Bir sekunddagi tebranishlar soni
Bir sekunddagi tok miqdori

№26. Fan bob-7; Fan bo`limi-5; Qiyinlik darajasi-2;

O'zbekistonda necha gertsli tok ishlatiladi?
50
55
60
65

№27. Fan bob-2; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-1;

Sinusoidal o'zgaruvchan EYuK deb nimaga aytiladi?
sinus qonunlari bilan o'zgaradigan EYuKga
kosinus qonunlari bilan o'zgaradigan EYuKga
Kosinus va sinus qonunlari bilan o'zgaradigan EYuKga
uchburchak qonunlari bilan o'zgaradigan EYuKga

№28. Fan bob-2; Fan bo`limi-5; Qiyinlik darajasi-1;

Elektr zanjir elementlariga nimalar kiradi?
tok manbalari, iste'molchilar, tutashtiruvchi simlar
Tutashtiruvchi simlar, akkumulyatorlar, dvigatellar
akkumulyatorlar, dvigatellar, iste'molchilar
akkumulyatorlar, dvigatellar, generatorlar

№29. Fan bob-5; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Transformator deb nimaga aytiladi?
Bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tokni xuddi shunday chastotali, lekin boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirishga mo'ljallangan elektromagnit apparatga
Ikki xil kuchlanishli o'zgaruvchan tokni xuddi shunday chastotali, lekin boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirishga mo'ljallangan elektromagnit apparatga
Bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tokni xuddi shunday chastotali, lekin boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirmaydigan elektromagnit apparatga
Bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tokni xuddi shunday chastotali, lekin boshqa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirishga mo'ljallanmagan elektromagnit apparatga

№30. Fan bob-3; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Uch fazali tok sistemasini kim ixtiro qilgan?
M.O. Dolivo-Dobrovolskiy
P.N. Yablochkov
Kulon
A.M. Amper

№31. Fan bob-3; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Uch fazali tok sistemasida liniya simlari deganda nimani tushunasiz?
uchchala fazaning oxirgi uchlari umumiy O nuqtaga, bosh uchlari esa energiyani iste'molchilarga eltuvchi uchta o'tkazgichni
uchchala fazaning bosh uchlari umumiy iste'molchilarga ulangan uchta o'tkazgichni

uchchala fazaning oxirgi uchlari umumiy O nuqtaga ulangan simlarni
bosh uchlari umumiy manbaga ulangan simlarni

№32. Fan bob-8; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-2;

Ifodalarning qaysi birida aktiv quvvat to'g'ri ko'rsatilgan ?
$P = IU \cos^2(\omega t + \varphi)$
$U = IU \cos^2(\omega t + \varphi)$
$I = IU \cos^2(\omega t + \varphi)$
$P = \cos^2(\omega t + \varphi)$

№33. Fan bob-3; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Uch fazali tok sistemasida faza kuchlanishi nima?
bir fazaning bosh uchi bilan oxirgi uchlari orasidagi kuchlanishga
bir fazaning bosh uchi bilan ikkinchi faza uchlari orasidagi kuchlanishga
Uch fazaning bosh uchi bilan nol sim orasidagi kuchlanishga
bir fazaning bosh uchi bilan oxirgi uchlari orasidagi tok kuchiga

№34. Fan bob-3; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Uch fazali tok sistemasida liniya kuchlanishi ifodasi qanday bo'ladi?
$U_n = \sqrt{3}U_C$
$U_n = 2\sqrt{3}U_C$
$U_n = \sqrt{3}I_C$
$U_n = \sqrt{3}R_C$

№35. Fan bob-3; Fan bo`limi-4; Qiyinlik darajasi-2;

Uch fazali tok sistemasida liniya toki ifodasi qanday bo'ladi?
$I_n = \sqrt{3}I_\phi$
$I_n = 2\sqrt{3}I_\phi$
$U_n = \sqrt{3}U_C$
$I_n = \sqrt{3}U_\phi$

№36. Fan bob-6; Fan bo`limi-2; Qiyinlik darajasi-2;

Elektr o'lchash asboblari eksplatatsiya sharoitiga ko'ra nechta guruhga bo'linadi?
4
3
2
5

№37. Fan bob-3; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Uch fazali tok sistemasida liniya kuchlanishi deganda nimani tushunasiz?
istalgan ikki liniya simi orasidagi kuchlanishni

istalgan ikki liniya simi orasidagi tok kuchini
istalgan ikki liniya simi orasidagi kuchlanish tushuvini
istalgan uchta liniya simi orasidagi kuchlanishni

№38. Fan bob-13; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Ifodalarning qaysi birida to`la quvvat to`g`ri ko`rsatilgan ?
$P_T = IU$
$P_T = I^2U^2$
$U_T = IU$
$P_T = RU$

№39. Fan bob-11; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Generator chulg`amlari yulduz usulida ulanganda liniya kuchlanishini effektiv qiymati faza kuchlanishining effektiv quvvatidan necha marta katta bo`ladi?
$\sqrt{3}$
$3\sqrt{3}$
$\sqrt{1/3}$
2

№40. Fan bob-11; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-2;

Qachon generator chulg`amlarini uchburchak usulda ulash mumkin?
Generator uchta fazasi o`zaro juda kichik qarshilikli berk kontur hosil qiladi. Ana shu konturda ta`sir etuvchi EYuK ning yig`indisi nolga teng bo`lsagina
Generator uchta fazasi o`zaro juda kichik qarshilikli berk kontur hosil qiladi. Ana shu konturda ta`sir etuvchi EYuK ning yig`indisi nolga teng bo`lmasa
Generator uchta fazasi o`zaro juda kichik qarshilikli berk kontur hosil qiladi. Ana shu konturda ta`sir etuvchi EYuK ning yig`indisi juda katta bo`lsa
Generator uchta fazasi o`zaro juda kichik qarshilikli berk kontur hosil qiladi. Ana shu konturda ta`sir etuvchi EYuK ning yig`indi juda kichik bo`lsa

№41. Fan bob-6; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

O`lchash nima?
O`lchash-o`lchanayotgan kattalikni shartli ravishda o`lchov birligi sifatida qabul qilingan xuddi shu jinsdagi kattalik bilan taqqoslash
O`lchash-o`lchanayotgan kattalikni shartli ravishda o`lchov birligi sifatida qabul qilingan boshqa jinsdagi kattalik bilan taqqoslash
O`lchash-o`lchanayotgan kattalikni shartli ravishda o`lchov birligi sifatida qabul qilinmagan kattalik bilan taqqoslash
O`lchash-o`lchanayotgan kattalikni shartli ravishda o`lchov birligi sifatida qabul qilinmagan xuddi shu jinsdagi kattalik bilan taqqoslash

№42. Fan bob-6; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

O`lchash asbobi nima?

O'lchanayotgan kattalikni o'lchov birligi yoki o'lchov bilan taqqoslash uchun mo'ljallangan moslama
O'lchanmayotgan kattalikni o'lchov birligi yoki o'lchov bilan taqqoslash uchun mo'ljallangan moslama
O'lchanayotgan kattalikni o'lchov birligi yoki o'lchov bilan taqqoslash uchun mo'ljallanmagan moslama
O'lchanayotgan kattalikni o'lchov birligi yoki o'lchov bilan taqqoslash

№43. Fan bob-1; Fan bo'limi-1; Qiyinlik darajasi-11;

Absolyut xatolik ifodasini ko'rsating?
$\Delta A = A_2 - A_1$
$\Delta A = A_1 - A_2$
$\Delta P = A_2 - A_1$
$\Delta U = A_2 - A_1$

№44. Fan bob-1; Fan bo'limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Nisbiy xatolikni o'lchash qaysi ifodada to'g'ri ko'rsatilgan?
$\gamma = \frac{\Delta A}{A_2} 100\%$
$\gamma = \frac{\Delta A}{A_1} 100\%$
$\gamma = \frac{\Delta A_1}{A_2} 100\%$
$\gamma = \frac{\Delta A}{A_2}$

№45. Fan bob-6; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-1;

O'lchash asboblari aniqlik darajasi bo'yicha nechta guruhga bo'linadi?
8
7
6
4

№46. Fan bob-9; Fan bo'limi-2; Qiyinlik darajasi-2;

Asinxron tezlik nima?
Agar rotorning aylanish tezligi n_2 magnit maydonining aylanish tezligi n_1 ga teng bo'lmasa.
Agar rotorning aylanish tezligi n_2 magnit maydonining aylanish tezligi n_1 ga teng bo'lsa.
Agar rotorning aylanish tezligi n_1 magnit maydonining aylanish tezligi K ga teng bo'lmasa.
Agar rotorning tezligi n_2 elektr maydonining aylanish tezligi n_1 ga teng bo'lmasa.

№47. Fan bob-5; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-1;

Transformatorning salt ishlashi qanday?
Transformator tarmoqdan quvvat oladi lekin foydali energiyasi nolga teng bo'lishi
Transformator tarmoqdan quvvat olamaganda foydali energiyasi nolga teng bo'lishi
Transformator tarmoqdan quvvat oladi lekin foydali energiyasi noldan katta bo'lishi
Transformator tarmoqdan quvvat oladi lekin foydali energiyasi noldan past bo'lishi

№48. Fan bob-5; Fan bo`limi-3; Qiyinlik darajasi-2;

Transformator salt ishlash tokining effektiv qiymati nimaga teng?
$I_0 = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$
$I_0 = \sqrt{I_a^2 + I}$
$I_0 = \sqrt{R_a^2 + I_p^2}$
$I_0 = \sqrt{I_a^2 + U_p^2}$

№49. Fan bob-5; Fan bo`limi-11; Qiyinlik darajasi-1;

Avtotransformator deb nimaga aytiladi?
Past kuchlanish chulg'ami yuqori kuchlanish chulg'aming bir qismi bo'lgan transformatorga
Yuqori kuchlanish chulg'ami past kuchlanish chulg'aming bir qismi bo'lgan transformatorga
Past kuchlanish chulg'amli transformatorga
Yuqori kuchlanish chulg'amli transformatorga

№50. Fan bob-9; Fan bo`limi-1; Qiyinlik darajasi-1;

Asinxron dvigatel necha qismdan iborat?
2
5
4
3