

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG`LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT FARMASEVTIKA INSTITUTI

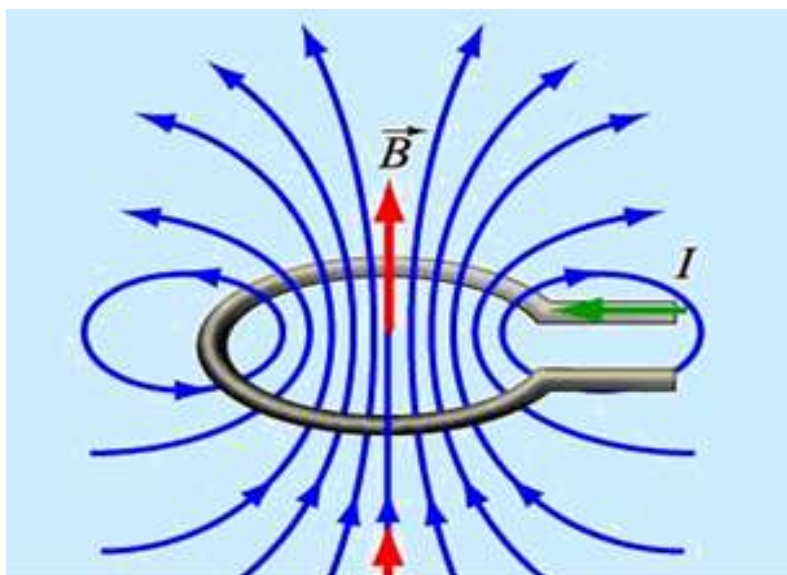
**“Fizika, matematika va axborot texnologiyalari”
kafedrası**

Texnika fanlari doktori, dotsent
Inog’omov sobitjon Yoqubjonovich

“ELEKTROTEKNIKA”

fanidan “Sanoat farmatsiyasi” va “biotexnologiya”
yo’nalishlari uchun

**O’QUV USLUBIY
MAJMUUA**



Toshkent - 2016

MUNDARIJA

1. Sillabus (o`qituvchining ish dasturi)	3
2. O`tilayotgan fanning asosiy nazariy materiali	9
3. Prezentastiya	24
4. Tarqatma materiallar, mustaqil ta'lim uchun materiallar.....	33
5. Amaliy mashg`ulot uchun materiallar.....	81
6. Laboratoriya mashg`ulotlari uchun materiallar	82
7. Glossariy.....	87

МУНДАРИЖА

Ўқув дастури	0
Ишчи дастур	5
Тестлар	25
Назорат учун саволлар (ЖН, ОН ва ЯН)	42
Умумий саволлар	44
Глоссарий	47
Реферат мавзулари	49
Адабиётлар рўйхати	50
Ўқув материаллари	
(маъруза матни, ўқув қўлланма)	51
Ҳорижий манбалар	231
Муаллифлар ҳақида маълумот	234
Меъёрий хужжатлар	
Баҳолаш меъзони	236

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT FARMASEVTIKA INSTITUTE

“Fizika, matematika va axborot texnologiyalari” kafedrası

5510600-Sanoat farmasiyasi (turlari bo'yicha)
5320500-Biotexnologiya (farmasevtik biotexnologiya) yo'nalishi uchun

“ELEKTROTEKNIKA”
fanidan
O'QUV USLUBIY MAJMUA

Toshkent – 2016

Tuzuvchi:

S.Y.Inog'omov - "Fizika, matematika va axborot texnologiyalari" kafedrası
mudiri, t.f.d.

O'quv uslubiy majmua kafedraning
2016 yil "___" _____ dagi ___ -sonli majlisida muhokama qilinib,
tasdiqlash uchun tavsiya etildi.

Fizika, matematika va axborot
texnologiyalari kafedrasining
mudiri, t.f.d.

S.Yo.Inog'omov

O'quv uslubiy majmua MUKda ko'rib chiqildi va tasdiqlandi.
"___" _____ 2016 yil ___ - sonli bayonnomasi.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT FARMASEVTIKA INSTITUTI

FIZIKA, MATEMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI KAFEDRASI

Ro'yxatga olindi

№ _____
2016 y. «___» _____

“Tasdiqlayman”
O'quv ishlari bo'yicha
prorektor f.f.n.,
S.U Aliyev

” _____ 2016 yil

“ELEKTROTEKNIKA”

fanidan

I Sh Ch I D A S T U R

Bilim sohasi: 500000 Sog'liqni saqlash va ijtimoiy ta'minot

Ta'lim sohasi: 510000 Sog'liqni saqlash

Ta'lim yo'nalishi: 5320500 - Biotexnologiya (Farmatsevtik biotexnologiya)
5510600– Sanoat farmasiyasi (turlari bo'yicha)

Toshkent – 2016

Tuzuvchi:

Inog'omov S. Yo. Fizika, matematika va axborot texnologiyalari
kafedrası dosenti, t.f.d.

Taqrizchilar:

S. Amirov – TTYMI Elektrotexnika asoslari
kafedrasining mudiri, t.f.d., prof.

F.X. Tuxtaev - Biotexnologiya kafedrasining dotsenti, f. f. n.

Ishchi dastur namunaviy dastur asosida ishlab chiqildi va kafedraning 2016 yil “--
----”-----dagi ----- - sonli majlisida muxokama qilinib, tasdiqlash uchun
tavsiya etildi.

Fizika, matematika va axborot texnologiyalari kafedrasining
mudiri, S.Yo.Inog'omov

Sanoat farmatsiyasi ilmiy kengashi 2016 yil “____” _____dagi _____ - sonli majlisida muxokama qilinib, tasdiqlash uchun tavsiya etildi.

Sanoat farmatsiya fakulteti ilmiy
kengashi raisi, dotsent

X.Sh.Ilxomov

“ ” 2016yil

Ishchi dastur MUKning 2016 yil “__”_____dagi ____-sonli majlisida muhokama qilinib, tasdiqlandi.

MUK raisi, f.f.n.

S.U Aliyev

“ ” 2016 yil

Kirish

Hozirgi vaqtda mahalliy xom ashyo asosida arzon va talabga javob beradigan dori vositalari olish dolzarb masala hisoblanadi. Bu masalani hal qilishda chuqur nazariy va amaliy malakaga ega bo'lgan mutaxassislar tayyorlash kerak.

Elektrotexnika asoslari fani sanoat farmasiyasi yo'nalishi bo'yicha taxsil olayotgan bo'lg'usi mutaxassislar uchun assosiy fanlardan hisoblanadai. Chunki sanoat miqyosida dori vositalari ishlab chiqaruvchi mutaxassislar yangi texnologiya va texnikadan foydalana bilishi, ularni boshqara olish hamda texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni bilishlari kerak. Bu esa dori vositalari tayyorlash bo'yicha injener-texnologlar uchun elektrotexnika asoslari fanining ahamiyati naqadar katta ekanligini ko'rsatadi.

Bu ishchi dastur Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2014-yil 13-noyabrdagi 430-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan o'quv dasturi asosida yozilgan.

Elektrotexnika asoslari fanining asosiy maqsadi va vazifalari:

- Elektrotexnika asoslari va elektr o'lchashlarning asosiy qonunlari;
- o'zgarmas tok zanjirlarini tuzish va hisoblash;
- o'zgaruvchan tok zanjirlarni analiz qilish va qonunlar asosida hisoblab chiqish;
- turli o'lchov asboblari (ampermetr, voltmetr va boshqalar) yordamida o'lchashlarni bajarish;
- sanoat farmasiyasi va biotexnologiyada qullaniladigan elektrotexnika qurilmalari va asboblarni ishlash prinsiplarni o'rganish;
- to'g'irlagichlarni tuzilishi , ishlash prinsipi vaigsh faoliyatida ulardan foydalana bilash.
- Fizik va elektrotexnika apparatlari bilan ishlashda o'lchov talablarini, texnika xavfsizligi qoidalarini bilish kerak.

Fan bo'yicha talabalarning bilimiga, o'quviga, ko'nikmasiga qo'yiladigan talablar

Bilimi bo'yicha;

- fan bo'yicha o'tilayotgan temalarni to'liq o'zlashtirishlari.
- Egallagan bilimlarini ishlab chiqarishga tatbiq qilishlari
- o'zgarmas tok zanjirlarini tuzish
- o'zgaruvchan tok zanjirlarini analiz qilish
- elektrotexnik o'lchov apparatlari bilan ishlashda o'lchov talablari
- texnika xavfsizligi qoidalari.

O'quvi bo'yicha:

- elektrotexnika va biotexnologik qurilmalarni ishlata olish
- o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarini yilish
- laboratoriya ishlarini mustaqil bajarish.

Ko'nikmasi bo'yicha:

- o'lchov asboblari (ampermetr, voltmeter va boshqalar) parametrlarini hisoblab chiqarish va ular yordamida o'lchashlarni bajarish.
- Fizika va elektrotexnika apparatlarini ishlata olish;
- Olgan nazariy va amaliy bilimlarini ishlab chiqarishga tatbiq qila olishga ega bo'lishlari kerak.

1.3.Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Elektrotexnika asoslari fanini umumiy fizika kursining uzviy bog'langan tarmog'i sifatida qarash mumkin. Shuning uchun elektrotexnika asoslari fani fizika bilan

bog'langan xolda undagi nazariy bilimlarni elektrotexnika asoslari fanida ishlab chiqarishga tatbiq qilgan xolda olib boriladi.

Shu bilan birga elektrotexnika asoslari fani avtomatika asoslari, oliy va hisoblash matematikasi, robototexnika asoslari hamda biotexnologiya mutaxassisligi bo'yicha o'qitilayotgan fanlar bilan uzviy bog'langan xolda olib boriladi.

1.4. Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Fan va texnikaning to'xtovsiz rivojlanib borishi dorishunoslik soxasidagi biotexnolog, injener-texnolog kabi mutaxassislarni yuqori bilimga ega bo'lishini taqozo etmoqda. Tayyorlanayotgan mutaxassislarni chuqur bilimli, yuqori saviyaga ega bo'lgan mutaxassis bo'lib chiqishi uchun "Elektrotexnika asoslari" fani bo'yicha nazariyani amaliyot bilan bog'lagan xolda olib borish katta ahamiyatga ega.

"Elektrotexnika asoslari" fani – elektr toki va elektromagnit xodisalarini sanoat ishlab chiqarishi va turmush ehtiyojlari uchun texnik maqsadlarda foydalanishni o'rganadigan fan bo'lib, ishlab chiqarishning asosiy negizi hisoblanadi.

1.5. Fanni o'qitishda zamonaviy axborot

va pedagogik texnologiyalar

Elektrotexnika asoslari fanini o'qitishda talabalar o'tilayotgan mavzularni yaxshi o'zlashtirishi uchun ko'rgazma qurollaridan keng foydalangan xolda olib bariladi.

Talabalar bu fanni chuqur o'zlashtirishlari uchun amaliy ish mashg'ulotlarini muntazam ravishda o'tkazish rejalashtiriladi. Talabalar fanning nazariy qismidan olgan bilimlarini amalda qo'llashlari va o'z mahoratlarini to'la namoyish qilishlari uchun amaliy ishlarni shunday tashkil qilish kerakki, unda asbob-uskunalaridan, ko'rgazma qurollaridan, plakatlardan, slaydlardan, diafilmlardan, videofilm va kompyuterdan hamda yangi pedagogik texnologiyalardan (aqliy xujum, 3*4 texnologiyasi, bumerang,

FSMU texnologiyasi, charxpalak, muammo, muloqot, baxslashuv va boshqalar) foydalangan holda olib boriladi. Bu esa talabalarda o'lchash sxemalarini mustaqil tuzish uchun hamda o'lchov asboblari ishlab chiqarishga tatbiq qilish uchun nazariy, hamda amaliy zamin bo'ladi.

FANNING MAZMUNI

1 – Mavzu: O'zgarmas tok zanjirlari

O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash

O'zgarmas tok zanjirlari. Dorishunoslik sohasidagi muhandislar uchun elektrotexnikaning ahamiyati. O'zgarmas tok zanjirlarining ta'rifi, sxemasi va uning sxematik belgilari. Tok manbalari va elektr qarshiliklarni o'zaro ketma-ket, parallel va aralash ulash.

Elektr o'tkazuvchanlik. Om, Joul-Lens, Kirxgof qonunlari. Elektr tokining energiyasi va quvvati. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash. Tarmoqlangan oddiy tok zanjirlarini hisoblash.

2 – Mavzu: Magnit maydoni va uni

xarakterlovchi asosiy kattaliklar

Magnit maydoni va uning asosiy ko'rsatkichlari (magnit induksiyasi, magnit singdiruvchanlik, magnit oqimi, magnit maydon kuchlanganligi, magnit kuchlanish, magnit yurituvchi kuchlar). To'la tok qonuni. Magnitlanish egri chizig'i. Magnit zanjiri va uning Om qonuni. Magnit zanjirini hisoblash. Amper (elektromagnit kuchlar) qonuni. Chap qo'l qoidasi.

3 – Mavzu: Bir fazali va uch fazali tok zanjirlari

Bir fazali sinusoidal kattaliklar. Bir fazali sinusoidal kattaliklar va ularning ifodasi hamda asosiy ko'rsatkichlari (davri T , chastotasi ω , fazasi (ωt *) boshlang'ich fazasi, amplituda, oniy va ta'sir etuvchi qiymatlari. Sinusoidal tok zanjirlari va ularning

fizik parametrlari (aktiv qarshilik, sig'ım elementli zanjirdagi tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlari).

Sinusoidal tok zanjirlari va ularni hisoblash.

Uch fazali tok zanjirlari. Uch fazali generator va iste'mol-chilarning yulduz va uchburchak sxemasi bo'yicha ulanishi.

4 – Mavzu: Elektr o'lchashlar va elektr o'lchov asboblari

Elektr o'lchov asboblari. Ularning asosiy elementlari. Magnitoelektr sistema asboblari. Elektromagnit sistema asboblari. Elektrodinamik sistema asboblari. Elektr o'lchashlar. Elektr o'lchashlar tushunchasi. Elektr kattaliklarni o'lchash. O'lchash xatoliklari va aniqlik klassi. Elektr kattaliklarni elektr usulida o'lchash. O'lchash usullari. Noelektrik kattaliklarni elektr usulida o'lchash. O'zgarmas tok zanjirlarida qarshilikni, kuchlanishni va tok kuchini o'lchash. Ommetrlar. Shuntlar va qo'shimcha rezistorlar. Avometr.

5 – Mavzu: Transformatorlar.

Transformatorlar va ularning vazifalari. Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Transformasiyalash keffisienti va foydali ish koefisienti (F.I.K.). Transformatorlarning salt ishlashi, qisqa tutashtirish tajribalari va maqsadlari. Uch fazali transformatorlar.

6 – Mavzu: O'zgarmas tok mashinalari

O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi va ishlash prinsipi. O'zgarmas tok mashinalarining konstruksiyasi. Ularni xalq xo'jaligida va sanoatda ishlatilishi. O'zgarmas tok generatorlari. O'zgarmas tok generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsipi. Generatorlarning turlari va tav-siflari. Uyg'otish qutblari. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli o'zgarmas tok generatorlari. O'zgarmas tok dvigatellari. O'zgarmas tok dvigatellarining tuzilishi, ishlash prinsipi. O'zgarmas tok

dvigatellarining turlari, ulanish sxemalari va ishlatilishi. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatellari.

7 – Mavzu: Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uzatish

Elektr stansiyalar. Elektr energiyasini ishlab chiqarish. Ishlab chiqarish turlari GES, GRES, KES, TES, AES.

Energetik sistemalar. Transformatorlar podstansiyalari va ularning turlari. Elektr uzatish simlarining ko'ndalang kesimini tanlashga oid asosiy mezonlar. Elektr tarmoqlari va sistemalari va ularning vazifalari. Korxonalarning quvvat koeffisienti uning texnika-iqtisodiy ahamiyati.

8 – Mavzu: Elektrovakuum priborlari

Elektrovakuum priborlarining xususiyatlari. Elektron emissiya: termoelektron, fotoelektron, elektrostatistik (avtoelektron) emissiyalar.

Diodning tuzilishi, ishlash prinsipi va xarakteristikalar. Uch elektrodli lampa-triod.

Triodning tuzilishi, xarakteristikalar va parametrlari. Ko'p elektrodli lampalar. Elektron nur trubkasi. Ion priborlar. Elektrovakuum fotoelementlar

9 – Mavzu: Yarim o'tkazgichli priborlar.

Yarim o'tkazgichli diod, triod va tiristorlarning elektrotexnik qurilmalarda ishlatilishi va ahamiyati

Elektronika asoslari. Elektronika asboblari ularning tuzilishi, ishlash prinsipi va qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichli diod. Uning tuzilishi va xarakteristikalar. Yarim o'tkazgichli tranzistorlar. Ularning tuzilishi, ishlash prinsipi, shartli belgilari, parametr va tavsiflari.

Yarim o'tkazgichli diod, triod va tiristorlarning elektrotexnik qurilmalarda ishlatilishi va ahamiyati. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, to'g'rilagichlarning

vazifasi va sxemalari. Elektron kuchaytirgichlarning umumiy ishlash prinsipi va klassifikatsiyasi.

Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar va ularning avtomatik nazorat va boshqarish sistemalarida qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichli mikrointegral sxemalar va ularning qo'llanilishiga doir tushunchalar

3. AMALIY MASHG'ULOTLARNING NOMI

(rejalashtirilmagan)

4. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINING NOMI

t/r	Laboratoriya ishining nomi va mazmuni	Mustaqil vazifalarni bajarish uchun zarur bo'lgan asbob-uskunalar, reaktivlar, tarqatma materiallar va uslubiy ta'minot	Adabiyotga ko'rsatma
1.	Mavzu: Kirish. O'lchash vositalari bilan tanishish. O'lchashlar xaqida umumiy tushunchalar. O'lchash xatoliklarini aniqlash.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.2.
2.	Mavzu: Om qonunini tekshirish	Laoratoriya qurilmasi	1.4-2.4.
3.	Mavzu: Cho'g'lanma lampochkaning qarshiligi va quvvatini o'lchash.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.2. 1.4-2.4.
4.	Mavzu: Uitston ko'prigi yordamida rezistor qarshiligini aniqlash.	Laoratoriya qurilmasi	1.1,-1.4. 1.5.
5.	Mavzu:. Yerning magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.2. 1.4-2.5.

	va tan-gensgalvanometr doimiysini aniqlash.		
6.	Mavzu: Transformatorlarning transformasiyalash ko'efficientini va foydali ish ko'efficientini aniqlash.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.2. 1.4-2.5.
7.	Mavzu: Yarim o'tkazgichligi to'g'rilagich bilan tanishish.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.4.
8.	Mavzu: Yarim o'tkazgichligi diodning voltamper xarakteristikasini aniqlash.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.4.
9.	Mavzu: Quvvat ko'efficientini aniqlash. O'tilgan mavzular yuzasidan oraliq baholash. Laboratoriya ishlarining hisoboti va topshirish.	Laoratoriya qurilmasi	1.1.-1.4. 2.4.

5. FANNI O'QITISHDA QO'LLANILADIGAN AXBOROT VA PEDAGOGIK TEKNOLOGIYALAR

Talabalarga elektrotexnika fanini o'qitishda kompyuter, axborot va boshqa zamonaviy texnologiyalarni qo'llab, bilim saviyasini oshirish va shu orqali Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talablariga javob beradigan ilmiy salohiyatli yetuk mutaxassis kadrlar tayyorlash jarayonini amaliyotga oshirish. Ma'ruzalarni slaydlar orqali kadoskopda o'qish, internet ma'lumotlaridan samarali foydalanish, shuningdek talabalarni elektron darsliklardan foydalanishlari uchun sharoitlar yaratish. O'qitish jarayonida o'quv dasturlarini kompyuter orqali o'qitishni joriy etish, talabalarning kompyuter savodxonligini oshirishga ko'nikma berish, zamonaviy pedagogik texnologiya usullarini qo'llash.

Elektrotexnika fanini o'qitishda quyidagi zamonaviy texnologiyalar qo'llaniladi.

№	Ma'ruzalar mavzusi	Axborot va kommunika-sion texnologiyalar	Pedagogik texnologiya-lar
1.	O'zgarmas tok zanjirlari. Dorishunoslik sohasidagi muhandislar uchun elektrotexnikaning ahamiyati. O'zgarmas tok zanjirlarining ta'rifi, sxemasi va uning sxematik belgilari. Tok manbalari va elektr qarshiliklarni o'zaro ketma-ket, parallel va aralash ulash. Elektr o'tkazuvchanlik. Om, Joul-Lens, Kirxgof qonunlari. Elektr tokining energiyasi va quvvati. O'zgarmas tok zanjirlarini hisoblash. Tarmoqlangan oddiy tok zanjirlarini hisoblash.	Taqqimot va animasiya ko'rinishida, multimediali	Muloqotli ma'ruza Tarqatma material
2.	Magnit maydoni va uning asosiy ko'rsatgichlari (magnit induksiyasi, magnit singdiruvchanlik, magnit oqimi, magnit maydon kuchlanganligi, magnit kuchlanish, magnit yurituvchi kuchlar). To'la tok qonuni. Magnitlanish egri chizig'i. Magnit zanjiri va uning Om qonuni. Magnit zanjirini hisoblash. Amper (elektromagnit kuchlar) qonuni. Chap qo'l qoidasi.	Taqqimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza Aqliy hujum
3.	Bir fazali sinusoidal kattaliklar. Bir fazali sinusoidal kattaliklar va ularning ifodasi hamda asosiy ko'rsatkichlari (davri T, chastotasi ω , fazasi (ωt)) boshlang'ich fazasi, amplituda, oniy va ta'sir etuvchi qiymatlari. Sinusoidal tok zanjirlari va ularning fizik parametrlari (aktiv qarshilik, sig'im	Taqqimot va multimediali (animasiya) ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza Tarqatma material

	elementli zanjirdagi tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlari). Sinusoidal tok zanjirlari va ularni hisoblash. Uch fazali tok zanjirlari. Uch fazali generator va iste'mol-chilarning yulduz va uchburchak sxemasi bo'yicha ulanishi.		
4.	Elektr o'lchashlar va elektr o'lchov asboblari Elektr o'lchov asboblari. Ularning asosiy elementlari. Magnitoelektr sistema asboblari. Elektromagnit sistema asboblari. Elektrodinamik sistema asboblari. Elektr o'lchashlar. Elektr o'lchashlar tushunchasi. Elektr kattaliklarni o'lchash. O'lchash xatoliklari va aniqlik klassi. Elektr kattaliklarni elektr usulida o'lchash. O'lchash usullari. Noelektrik kattaliklarni elektr usulida o'lchash. O'zgarmas tok zanjirlarida qarshilikni, kuchlanishni va tok kuchini o'lchash. Ommetrlar. Shuntlar va qo'shimcha rezistorlar. Avometr.	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza
5.	Transformatorlar. Transformatorlar va ularning vazifalari. Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Transformasiyalash keffisienti va foydali ish ko'efficienti (F.I.K.). Transformatorlarning salt ishlashi, qisqa tutashtirish tajribalari va maqsadlari. Uch fazali transformatorlar.	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Aqliy hujum
6.	O'zgarmas tok mashinalari O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi va ishlash prinsipi. O'zgarmas tok mashinalarining konstruksiyasi. Ularni xalq xo'jaligida va sanoatda ishlatilishi. O'zgarmas tok generatorlari. O'zgarmas tok generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsipi. Generatorlarning turlari va tav-siflari. Uyg'otish qutblari. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza

	o'zgarmas tok generatorlari. O'zgarmas tok dvigatellari. O'zgarmas tok dvigatellarining tuzilishi, ishlash prinsipi. O'zgarmas tok dvigatellarining turlari, ulanish sxemalari va ishlatilishi. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatellari.		
7.	Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uzatish Elektr stansiyalar. Elektr energiyasini ishlab chiqarish. Ishlab chiqarish turlari GES, GRES, KES, TES, AES. Energetik sistemalar. Transformatorlar podstansiyalari va ularning turlari. Elektr uzatish simlarining ko'ndalang kesimini tanlashga oid asosiy mezonlar. Elektr tarmoqlari va sistemalari va ularning vazifalari. Korxonalarning quvvat koeffisienti uning texnika-iqtisodiy ahamiyati.	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza
8.	Elektrovakuum priborlari Elektrovakuum priborlarining xususiyatlari. Elektron emissiya: termoelektron, fotoelektron, elektrostistik (avtoelektron) emissiyalar. Diodning tuzilishi, ishlash prinsipi va xarakteristikalar. Uch elektrodli lampa-triod. Triodning tuzilishi, xarakteristikalar va parametrlari. Ko'p elektrodli lampalar. Elektron nur trubkasi. Ion priborlar. Elektrovakuum fotoelementlar	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza
9.	Yarim o'tkazgichli priborlar. Yarim o'tkazgichli diod, triod va tiristorlarning elektrotexnik qurilmalarda ishlatilishi va ahamiyati. Elektronika asoslari. Elektronika asboblari ularning tuzilishi, ishlash prinsipi va qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichli diod. Uning tuzilishi va	Taqdimot va multimediali ko'rinishda tayyorlangan	Muloqotli ma'ruza

	xarakteristikalar. Yarim o'tkazgichli tranzistorlar. Ularning tuzilishi, ishlash prinsipi, shartli belgilari, parametr va tavsiflari. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, to'g'rilagichlarning vazifasi va sxemalari. Elektron kuchaytirgichlarning umumiy ishlash prinsipi va klassifikatsiyasi. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar va ularning avtomatik nazorat va boshqarish sistemalarida qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichli mikroiintegral sxemalar va ularning qo'llanilishiga doir tushunchalar.		
--	---	--	--

No	Amaliy mashg'ulotlar rejası	Axborot va kommunika-sion texnologiyalar	Pedagogik texnologiya-lar
1.	Mavzu: Kirish. O'lchash vositalari bilan tanishish.O'lchashlar xaqida umumiy tushunchalar. O'lchash xatoliklarini aniqlash.	Ko'rgazmali Laboratoriya ishi qurilmasi	Aqliy hujum
2.	Mavzu: Om qonunini tekshirish	Laboratoriya ishi qurilmasi	Aqliy hujum
3.	Mavzu: Cho'g'lanma lampochkaning qarshiligi va quvvatini o'lchash.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	Aqliy hujum
4.	Mavzu: Uitston ko'prigi yordamida rezistor qarshiligini aniqlash.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	
5.	Mavzu: YErning magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi va	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi	Tarqatma material

	tan-gensgalvanometr doimiysini aniqlash.	qurilmasi	
6.	Mavzu: Transformatorlarning transformasiyalash koeffisientini va foydali ish koeffisientini aniqlash.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	Aqliy hujum Tarqatma material
7.	Mavzu: Yarim o'tkazgichligi to'g'rilagich bilan tanishish.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	Tarqatma material
8.	Mavzu: Yarim o'tkazgichligi diodning voltamper xarakteristikasini aniqlash.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	Aqliy hujum
9.	Mavzu: Quvvat koeffisientini aniqlash. O'tilgan mavzular yuzasidan oraliq baholash.	Ko'rgazmali, Laboratoriya ishi qurilmasi	Tarqatma material

6. KURS ISHLARINING MAVZULARI(REJALASHTIRILMAGAN)

7. MALAKAVIY AMALIYOT (REJALASHTIRILMAGAN)

8. YAKUNIY NAZORAT SAVOLLARI

1. O'zgarmas tok zanjirlari.
2. Dorishunoslik sohasidagi muhandislar uchun elektrotexnikaning ahamiyati.
3. O'zgarmas tok zanjirlarining ta'rifi, sxemasi va uning sxematik belgilari.
4. Tok manbalari va elektr qarshiliklarni o'zaro ketma-ket, parallel va aralash ulash.
5. Elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) va kuchlanish

6. Elektr o'tkazuvchanlik. Om, Joul-Lens, Kirxgof qonunlari.
7. Elektr tokining energiyasi va quvvati.
8. O'zgaras tok zanjirlarini hisoblash.
9. Tarmoqlangan oddiy tok zanjirlarini hisoblash.
10. Elektromagnitizm
11. Magnit maydoni va uning asosiy ko'rsatgichlari (magnit induksiyasi, magnit singdiruvchanlik, magnit oqimi, magnit maydon kuchlanganligi, magnit kuchlanish, magnit yurituvchi kuchlar).
12. To'la tok qonuni.
13. Magnitlanish egri chizig'i.
14. Magnit zanjiri uchun Om qonuni.
15. Magnit zanjirini hisoblash.
16. Amper (elektromagnit kuchlar) qonuni. Chap qo'l qoidasi.
17. O'zgaruvchan tok zanjirlari
18. Bir fazali sinusoidal kattaliklar.
19. Bir fazali sinusoidal kattaliklar va ularning ifodasi hamda asosiy ko'rsatkichlari (davri T , chastotasi ω , fazasi (ωt)) boshlang'ich fazasi, amplituda, oniy va ta'sir etuvchi qiymatlari.
20. Sinusoidal tok zanjirlari va ularning fizik parametrlari (aktiv qarshilik, sig'im elementli zanjirdagi tok va kuchlanishlarning vektor tasvirlari).
21. Sinusoidal tok zanjirlari va ularni hisoblash.
22. Uch fazali tok zanjirlari
23. Uch fazali generator va iste'mol-chilarning yulduz va uchburchak sxemasi bo'yicha ulanishi.

24. Elektr o'lchashlar va elektr o'lchov asboblari Elektr o'lchov asboblari.

Ularning asosiy elementlari.

25. Magnitoelektr sistema asboblari.

26. Elektromagnit sistema asboblari.

27. Elektrodinamik sistema asboblari.

28. Elektr o'lchashlar. Elektr o'lchashlar tushunchasi. Elektr kattaliklarni o'lchash.

29. O'lchash xatoliklari va aniqlik klassi.

30. Elektr kattaliklarni elektr usulida o'lchash. O'lchash usullari.

31. Noelektrik kattaliklarni elektr usulida o'lchash.

32. O'zgarmas tok zan-jirlarida qarshilikni, kuchlanishni va tok kuchini o'lchash. Ommetrlar. Shuntlar va qo'shimcha rezistorlar. Avometr.

33. Transformatorlar

34. Transformatorlar va ularning vazifalari.

35. Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi. 36. Transformasiyalash keffisienti va foydali ish koefisienti (F.I.K.).

37. Transformatorlarning salt ishlashi, qisqa tutashtirish tajribalari va maqsadlari.

38. Uch fazali transformatorlar.

39. O'zgarmas tok mashinalari

40. O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi va ishlash prinsipi.

41. O'zgarmas tok mashinalarining konstruksiyasi. Ularni xalq xo'jaligida va sanoatda ishlatilishi.

42. O'zgarmas tok generatorlari. O'zgarmas tok generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsipi. Generatorlarning turlari va tav-siflari.

43. Uyg'otish qutblari.

44. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli o'zgarmas tok generatorlari.

45. O'zgarmas tok dvigatellari. O'zgarmas tok dvigatellarining tuzilishi, ishlash prinsipi.

46. O'zgarmas tok dvigatellarining turlari, ulanish sxemalari va ishlatilishi.

47. Mustaqil uyg'otishli va parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatellari.

48. Elektr energiyasini ishlab chiqarish va uzatish

Elektr stansiyalari.

49. Elektr energiyasini ishlab chiqarish. Ishlab chiqarish turlari GES, GRES, KES, TES, AES.

50. Transformatorlar podstansiyalari va ularning turlari.

Korxonalarning quvvat koeffisienti uning texnika-iqtisodiy ahamiyati.

51. Elektrovakuum priborlari

52. Elektrovakuum priborlarining xususiyatlari.

Elektron emissiya: termoelektron, fotoelektron, elektrostatistik (avtoelektron) emissiyalar.

53. Diodning tuzilishi, ishlash prinsipi va xarakteristikalar.

54. Uch elektrodli lampa-triod. Triodning tuzilishi, xarakteristikalar va parametrlari.

55. Ko'p elektrodli lampalar. Elektron nur trubkasi.

56. Ion priborlar. Elektrovakuum fotoelementlar.

57. Yarim o'tkazgichli priborlar

Elektronika asoslari. Elektronika asboblari ularning tuzilishi, ishlash prinsipi va qo'llanilishi.

58. Yarim o'tkazgichli diod. Uning tuzilishi va xarakteristikalar.

59. Yarim o'tkazgichli tranzistorlar. Ularning tuzilishi, ishlash prinsipi, shartli belgilari, parametr va tavsiflari.

60. Yarim o'tkazgichli diod, triod va tiristorlarning elektrotexnik qurilmalarda ishlatilishi va ahamiyati.

61. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar, to'g'rilagichlarning vazifasi va sxemalari. Elektron kuchaytirgichlarning umumiy ishlash prinsipi va klassifikatsiyasi.

62. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar va ularning avtomatik nazorat va boshqarish sistemalarida qo'llanilishi. Yarim o'tkazgichli mikroiintegral sxemalar va ularning qo'llanilishiga doir tushunchalar.

9. BAHOLASH MEZONLARI

Talabalarning fan bo'yicha o'zlashtirishini baholash 100 ballik tizim bo'yicha olib boriladi va semestr (o'quv yili) davomida muntazam ravishda olib boriladi va quyidagi turlar orqali amalga oshiriladi:

- joriy baholash (**JB**)
- oraliq baholash (**OB**)
- talabani mustaqil ishi (**TMI**)
- yakuniy baholash (**YaB**)

Har bir fan bo'yicha talabani semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

No	Baholash turi	Maksimal ball	Saralash bali
1	Joriy baxolash va mustaqil ishi uchun	50	37,4
2	Oraliq baholash	20	6,6
3	Yakuniy baholash	30	8,25

	JAMI	100	55,0
--	------	-----	------

Talabaning fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har-bir baholash turlarida to'plagan ballar yig'indisiga teng bo'ladi.

JORIY BAHOLASH (JB)

JBda fanning har bir mavzusi bo'yicha talabaning bilimi va amaliy ko'nikmalarini aniqlab borish ko'zda tutiladi va u laboratoriya mashg'ulotlarida amalga oshiriladi. Baholashda talabaning bilim darajasi, mashg'ulot materiallarini o'zlashtirishi, nazariy material muhokamasida va ta'limning interaktiv usullarida qatnashishning faollik darajasi, shuningdek amaliy bilim va ko'nikmalarni o'zlashtirish darajasi (ya'ni nazariy va amaliy yondashuvlar) hisobga olinadi.

JB har bir fanning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda og'zaki, yozma ish, test yoki ularning kombinatsiyasi shaklida amalga oshiriladi.

Har bir mashg'ulotda barcha talabalar baholanishi shart.

TALABA BILIMINI BAHOLASH TARTIBI

Talabaning ballarda ifodalangan o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi: har bir JB da talaba maksimal 8 ball oladi. 8 ta JB o'tkaziladi.

O'zlashtirish, %	Ballar	baho
86-100	3,44-4,0	"5" a'lo
71-85	2,84-3,4	"4" yaxshi
55-70	2,2-2,8	"3" qoniqarli
55 dan kam	1-2,2	"2" qoniqarsiz

No	O'zlashtirish (%)	Ballar	Baho	Talabaning bilim darajasi
1	86-100	58,5-68	A'lo "5"	Talabalar uy vazifasini bajargan, og'zaki

				savollarga aniq javob beradi, mavzu bo'yicha qonuniyat, tariflarni yod biladi, mazmunini tushunadi, tenglamalarni yoza oladi mavzu bo'yicha mustaqil fikrlay oladi. Laboratoriya ishini mustaqil bajaradi, natijalarni rasmiylashtirib tahlil qila oladi.
2	71-85	47,7-58,4	Yaxshi "4"	Talaba uy vazifasini bajargan, og'zaki va test savollariga javob bera oladi. Qonuniyat va ta'riflarni yod biladi. Mavzuni tushungan, laboratoriya ishini mustaqil bajarib natijalarni rasmiylashtiradi, lekin tahlil qila olmaydi.
3	55-70	37,4-47,6	Qoniqarli "3"	Talaba uy vazifasini bajarib kelgan, og'zaki va test savollariga qiynalib javob beradi, tariflarni, tenglamalarni yod biladi, lekin mohiyatini yaxshi tushunmaydi. Laboratoriya ishini bajaradi, natijalarni rasmiylashtiradi.
4	55 dan kam	17-37,3	Qoniqarsiz "2"	Talaba uy vazifasini daftariga yozib kelgan, lekin mavzu bo'yicha savollarga javob bera olmaydi. Mohiyatini tushunmaydi, tenglamalarni to'g'ri yoza olmaydi.

Talaba darsga kelib unga mutloq tayyorlanmaganida va muhokamada mutloq ishtirok etmaganida – **2 ball** qo'yiladi.

TALABANING MUSTAQIL ISHI (TMI)

Talabaning mustaqil ishi O'zR oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 21.02.2005 yil 34-sonli buyrug'i va institut rektori tomonidan 2005 yil 3 sentyabrda tasdiqlangan "Talaba mustaqil ishini tashkil etish, nazorat qilish va baholash tartibi to'g'risida Nizom" asosida tashkil etiladi.

Mustaqil ish bo'yicha belgilangan maksimal reyting balining 55%dan kam ball to'plagan talaba fan bo'yicha yakuniy nazoratga qo'yilmaydi.

Talabaning mustaqil ishi kafedra arxivida ro'yxatga olinadi va 2 yil mobaynida saqlanadi.

Fizik va kolloid kimyo fanidan talaba mustaqil ishining kafedra nizomi ishlab chiqiladi. Bunda talaba mustaqil ishining shakl va turlari, har bir ish turiga soatlarni taqsimlash va aniq baholash mezonlari ishlab chiqiladi.

TMI ning o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi. Maksimal ball 5.

O'zlashtirish, %	Ballar	baho
86-100	4,3-5,0	"5" a'lo
71-85	3,6-4,2	"4" yaxshi
55-70	2,8-3,5	"3" qoniqarli
55 dan kam	2,8 dan kam	"2" qoniqarsiz

ORALIQ BAHOLASH

OB da fanning bir necha mavzularini qamrab olgan bo'limi yoki qismi bo'yicha mashg'ulotlar o'tib bo'lingandan so'ng, talabaning nazariy bilimlari baholanadi va unda talabaning muayyan savolga javob berish yoki muammoni yechish qobiliyati aniqlanadi.

OB semestr oxirida bir marotaba o'tkaziladi. OBga o'quv mashg'ulotlaridan qarzi bo'lmagan talabalar qo'yiladi.

OB da talabaning o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi. Maksimal ball 21.

O'zlashtirish, %	Ballar	baho
------------------	--------	------

86-100	10,3-12,0	“5” a’lo
71-85	8,5-10,2	“4” yaxshi
55-70	6,6-8,4	“3” qoniqarli
55 dan kam	6,6 dan kam	“2” qoniqarsiz

OB kafedra majlisi qarori bilan yozma ish, test, og’zaki suxbat shakllarida yoki ularning kombinasiyalarida o’tkazilishi mumkin. OB bo’yicha belgilangan maksimal reyting balining 55 % dan kam ball to’plagan talaba YaBga qo’yilmaydi.

YaKUNIY BAHOLASH

YaB da talabaning bilim, ko’nikma va malakalari fanning umumiy mazmuni doirasida baholanadi. YaB fan bo’yicha o’quv mashg’ulotlari tugaganidan so’ng o’tkaziladi. Elektrotexnika fani bir semestr davomida rejaga kiritilgan mavzular o’tiladi va semestr oxirida YaB o’tkaziladi.

JB, TMI va OB ga ajratilgan umumiy ballarning har biridan 55% dan yuqori ball to’plagan talabaga YaB da ishtirok etishga ruxsat beriladi.

YaB o’tkazish shakli – test, og’zaki, yozma ish yoki ushbu usullar kombinasiyasida Ilmiy Kengash qarori bilan belgilanadi.

JB, OB va YaB turlarida fanni o’zlashtira olmagan (55 % dan kam ball to’plagan) yoki uzrli sabablar bilan baholash turlarida ishtirok eta olmagan talabalarga quyidagi tartibda qayta baholashdan o’tishga ruxsat beriladi:

- qoldirilgan amaliy mashg’ulot kelgusi darsga qadar guruh o’qituvchisiga qayta topshirish va maslahat kunida topshiriladi. 3ta mashg’ulotni qoldirgan talaba fakultet dekani ruxsati bilan qayta topshiradi;
- OB ni 2 hafta muddatda qayta topshirishga ruxsat beriladi va bali koeffisientsiz qayd etiladi;

- semestr yakunida fan bo'yicha saralash balidan kam ball to'plagan talabaning o'zlashtirishi qoniqarsiz (akademik qarzdor) hisoblanadi.

akademik qarzdor talabalarga semestr tugaganidan keyin dekan ruxsatnomasi asosida qayta o'zlashtirish uchun – 2 hafta muddat beriladi. Shu muddat davomida o'zlashtira olmagan talaba belgilangan tartibda rektorning buyrug'i bilan talabalar safidan chetlashtiriladi (birinchi kurs talabalariga o'quv yili yakunlari bo'yicha amalga oshirish maqsadga muvofiqdir).

REYTING NATIJALARINI QAYD QILISH TARTIBI

Namuna:

N	F.I.Sh.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	20 TMI	JB	OB	Ya B	U m
1	NABIEVA.	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	47	18	28	93
2	Axrоров V.	4	3	4	4	4	4	3	4	4	5	39	14	23	76
3	Jumaev S.														
4															

Fandan reyting nazorati bo'yicha yakunlovchi qaydnoma varaqasi (vedomost) fan tugagan kundan 1 kun muddatda kafedra 2 nusxada to'ldiriladi va mas'ul xodim kafedra mudiri tomonidan imzolanib, 1 nusxasi dekanatlarga topshiriladi.

Talabaning fan bo'yicha baholash turlarida to'plagan ballari reyting qaydnomasiga butun sonlar bilan qayd qilinadi. Reyting daftarchasining "O'quv rejasida ajratilgan soat" ustuniga fanga ajratilgan umumiy yuklama soatlari, "Fandan olgan baho" ustuniga esa, talabaning mazkur Nizomining 3.1. – bandiga muvofiq 100 ballik tizimdagi o'zlashtirish bali qo'yiladi.

Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi "Reyting daftarchasi"da qayd etilmaydi.

Dekanat va kafedralar tomonidan belgilangan tartibda fan bo'yicha talabaning JB, OB hamda YaB turlarida ko'rsatilgan o'zlashtirish reyting ko'rsatgichlarining monitoringi olib boriladi. O'zlashtirish natijalari kafedralar tomonidan reyting nazorati

ekranida muntazam ravishda yoritib boriladi va belgilangan tartibda qaydnomalarga kiritiladi. Reyting nazorati ekranini tashkil etish va uni belgilangan muddatlarda to'ldirish vazifasi kafedra mudiri va fakultet dekani zimmasiga yuklatiladi.

Talabaning reyting ko'rsatgichlari oliy ta'lim muassasasining Ilmiy kengashida muntazam ravishda muhokama etib boriladi va ular bo'yicha tegishli qarorlar qabul qilinadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy:

1. Evdokimov. Umumiy elektrotexnika.
2. S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.T.Jabborov "Elektrotexnikaning nazariy asoslari" 1-kitob Toshkent 2007 y.
3. S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.T.Jabborov "Elektrotexnikaning nazariy asoslari" 2-kitob Toshkent 2007 y.
4. S.F.Amirov, M.S.Yoqubov, N.T.Jabborov "Elektrotexnikaning nazariy asoslari" 3-kitob Toshkent 2007 y.
5. S.Yo.Inog'omov Elektrotexnika fanidan praktikum.

Qo'shimcha:

- 1.A.S.Karimov «Elektrotexnika va elektronika laboratoriya ishlari uchun qo'llanma» 1986.
2. V.G.Gerasimov «Elektrotexnika», 1985 y.
- 3.T.Berezstina «Zadanie po obshchey elektrotexnik i elektroniki», M.: Visshaya shkola 1998g.
- 4.T.Glazenko «Elektrotexnika va elektronika» YuNIS 1996y.

5. D.M.Borisov Elektrotexnika M., Energiya 1985y.
6. A.S.Kasatkin, M.V. Nemsov. Elektrotexnika M., 1983y.
7. S.Majidov. Elektrotexnikadan ruscha-uzbekcha lug'at spravochnik. Toshkent. 1983y.
8. Elektr o'lchashlar bo'yicha laboratoriya ishlari ToshPI, Toshkent 1982y.
9. Elektrotexnikadan laboratoriya ishlari, 1-qismi «Elektr zanjirlari», Toshkent, TIQXIMMI, 1992y.
10. A.S.Kasatkin. "Elektrotexnika asoslari" Toshkent 1985 y.
11. A.Karimov "Elektrotexnika va elektronika asoslari" Toshkent 1998 y.

ТЕСТЛАР

Elektrotexnika fanidan test savollari

1. Berilgan tenglamalardan qaysi biri elektr toki ishini ifodalaydi

1. $A = qNt$ 2. $A = Fs\cos\alpha$ 3. $A = q(\phi_1 - \phi_2)$

4. $A = IUt$ 5. $A = I^2Rt$

A. 1,2,3 B. 2,3,4 C. 3,2,4 D. 3,4,5

2. Berilgan tenglamalarning qaysi biri Joule-Lentz qonunini ifodalaydi?

1. $Q = I^2Rt$ 2. $Q = cm(t_1 - t_2)$ 3. $Q = Am$ 4. $Q = A + U$

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

3. Tўg'ri javobni toping

O'zgarmas tok zanjiridagi quvvatni toping.

1. $P = UI$ 2. $P = I^2r$ 3. $P = U^2g$ 4. $P = mg$

A. 1,3 B. 1,2,3 C. 1,4 D. 2,4

4. Voltmetr qarshilik uchlaridagi kuchlanishni to'g'ri o'lchashi uchun unga nisbatan qanday ulanadi?

A. Paralel B. Ketma-ket C. Paralel va ketma-ket D. Aralash

5. Zanjir uchlaridagi kuchlanishni 2 marta oshirganda ajralgan quvvat 4 marta oshdi. Zanjirdan o'tayotgan tok kuchi o'zgaradimi?

A. o'zgarmaydi B. 2 marta oshadi C. 4 marta oshadi

D. 2 marta kamayadi

6. Agar kuchaytirish koeffitsienti 500 ga, to'rdagi kuchlanish o'zgarishi 50 ga teng bo'lsa, anoddagi kuchlanish o'zgarishini isbotlang.

A. 5000 B. 550 C. 200000 D. 25000

7. Berilgan tenglamalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok kuchining ifodasi bo'ladi?

A. $I = q/t$ B. $I = U/R$ C. $I = I \cdot \sin(\omega t)$ D. $I = E/(R+r)$

8. Berilgan tenglamalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok kuchlanishining ifodasi bo'ladi?

A $I=q/t$ B. $I=U/R$ C. $I=I \cdot \sin(\omega t)$ D. $U=U_0 \cdot \sin(\omega t)$

9. Berilgan tenglamalardan induksion E.Yu.K. ifodasini ko'rsating.

A. $I=q/t$ B. $E=\Delta\Phi/\Delta t$ C. $I=I \cdot \sin(\omega t)$ D. $E=-L \cdot \Delta I/\Delta t$

10. 3500 o'ramga ega bo'lgan transformator ikkilamchi cho'ljamining uchlaridagi kuchlanish 105 V bo'lsa, 1000 o'ramga ega bo'lgan birlamchi cho'ljamning uchlaridagi kuchlanish nimaga teng?

A. 60 B. 70 C. 30 D. 105

11. Kuchlanishni 220 V dan 660 V gacha kuchaytiruvchi transformatorning birlamchi cho'lgamida 850 o'ram bor. Ikkilamchi cho'gamidagi o'ramlar sonini aniqlang?

A. 3300 B. 2550 C. 3500 D. 4000

12. Berilgan tenglamalardan qaysi biri tok kuchini aniqlash ifodasini ko'rsatadi?

A. $I=I_1+I_2$ B. $I=\Delta q/\Delta t$ C. $I=I \cdot \sin(\omega t)$ D. $E=-L \cdot \Delta I/\Delta t$

13. Tokning ta'sir etuvchi qiymati uchun Om qonunining ifodasini ko'rsatib bering.

A. $I=E/(l/j \cdot S)$ B. $E=\Delta\Phi/\Delta t$ C. $I=I \cdot \sin(\omega t)$ D. $E=-L \cdot \Delta I/\Delta t$

14. Berilgan tenglamalardan qaysi biri Joule-Lentz qonunini ifodalaydi?

A. $Q=I^2 \cdot R \cdot t$ B. $Q=c \cdot m \cdot (t_1 - t_2)$ C. $Q=A \cdot m$ D. $Q=A+U$

15. Berilgan tenglamalarning orasidan magnit maydon oqimi ifodasini ko'rsating.

A. $M=B \cdot J \cdot S \cdot \sin\alpha$

B. $\Phi=B \cdot S \cdot \cos\alpha$

C. $I=I \cdot \sin(\omega t)$

D. $E=-L \cdot \Delta I/\Delta t$

16. Uzgaruvchan tok zanjirida kuchlanishning effektiv qiymati 220V. Kuchlanishning amplitudali qiymati topilsin.

A. 220 B. 440 C. $220 \sqrt{2}$ D. $220 / \sqrt{2}$

17. Magnit maydonida uchib borayotgan zaryadlangan zarrachaga Lorents kuchi ta'sir etadi. Agar magnit maydonning induktsiyasi 2 marta va zaryad tengligini ham 2 marta oshirsak, zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuch qanday o'zgaradi? Induktsiya vektori zaryad tezligiga perpendikulyar yo'nalgan. Berilgan javoblardan to'g'risini toping.

A. 4 marta oshadi B. 4 marta kamayadi C. 2 marta oshadi

D. 2 marta kamayadi

18. Radiostantsiyaning peredatchigi $6 \cdot 10^6$ Gts chastotada ishlaydi. Agar $c = 300000 \text{ km/s}$ bo'lsa, elektromagnit to'lqin uzunligi topilsin.

A. 50 B. 18 C. 20 D. 30

19. T'g'ri javobni toping:

Magnit maydon oqimi ortadi, agar ...

1. magnit maydon induktsiyasi ortsa

2. magnit maydon induktsiyasi kamaysa

3. magnit maydonni kesib o'tuvchi yuza kamaysa

4. magnit maydonni kesib o'tuvchi yuza oshsa

A. 1 B. 2 C. 3 D. 1,3

20. Berilgan tenglamalardan qaysi biri Kirxgofning 1 chi qonunini ifodalaydi?

A. $I = I_1 + I_2$ B. $E = \Delta\Phi/\Delta t$ C. $I = I \sin \omega t$ D. $E = - L \Delta I / \Delta t$

21. Berilgan tenglamalardan qaysi biri o'tkazgich qarshiligining uning uzunligiga bog'likligini ifodalaydi?

A. $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$ B. $\Phi = BS \cos \alpha$ C. $I = I \sin(\omega t)$ D. $R = \rho_0 \cdot l / S$

22. Keltirilgan o'lchov birliklar orasidan xalqaro birliklar sistemasida quvvat o'lchov birligini toping?

A. Om B. Kulon C. Vatt D. Genri.

23. To'g'ri javobni toping

Elektr tokining quvvati

A. Fakat tok kuchiga bog'liq;

- B. Faqat kuchlanishga bog'liq;
- C. Tok kuchi va kuchlanishga bog'liq;
- D. Faqat qarshilikka bog'liq.

24. Metallarda elektr tokini qanday elektr zaryadlarning tartibli xarakati tufayli xosil bo'ladi?

- A. Elektron va musbat ionlar.
- B. Musbat va manfiy ionlar.
- V. Musbat, manfiy ionlar va elektronlar.
- C. Faqat elektronlar.

25. Berilgan ŷlchov birliklar orasidan induktivlik koefitsientining ŷlchov birligini toping.

- A. Tesla
- B. Joul
- C. Veber
- D. Genri

26. Kirish kuchlanishi 110 V ga, chiqish kuchlanishi 220 V ga teng bo'lgan kuchaytirgichning kuchaytirish koefitsientini aniqlab bering.

- A. 22
- B. 110
- C. 2
- D. 330

27. Kuchaytirish koefitsienti 10 ga, anoddagi kuchlanish o'zgarishi 220 V ga teng bo'lgan kuchaytirgichning to'rdagi kuchlanishini aniqlab bering.

- A. 2200
- B. 22
- C. 230
- E. 210

28. Keltirilgan tenglamalar orasidan zanjirning bir qismi uchun Om qonuni ifodasini ko'rsating.

- A. $I=U/R$
- B. $\Phi=BS \cos \alpha$
- C. $I=I \sin(\omega t)$
- D. $I=E/(R+r)$

29. Keltirilgan o'lchov birliklar orasidan xalqaro birliklar sistemasida zaryad o'lchov birligini toping

- A. Om.
- B. Kulon
- C. Volt
- D. Amper

30. 250 va 190 Om qarshilikka ega bo'lgan ikkita elektr lampasi 220 V kuchlanishli tok manbaiga ketma-ket ulangan. Lampalardagi tok kuchini xisoblang?

- A. 0,2
- B. 0,3
- C. 0,4
- D. 0,5

31. Metalllarda elektr toki qanday elektr zaryadlarining tartibli xarakati tufayli xosil bo'ladi?

- A. elektron va musbat ionlar.
- B. Musbat va manfiy ionlar.
- C. Musbat, manfiy ionlar va elektronlar .
- D. Faqat elektronlar.

32. Zanjir bir eismidagi tok kuchi

- A. qarshilikka to'g'ri va kuchlanishga teskari proportsional.
- B. Kuchlanishga to'g'ri va qarshilikka teskari proportsional.
- C. Kuchlanish va qarshilik ko'paytmasiga teng;
- D. O'tkazgichdan vaqt birligida o'tgan zaryad miqdoriga teng.

33. Berilgan tenglamalardan qaysi biri Kirxgofning 2- qonunini ifodalaydi?

- A. $J=U/R$ B. $J=J_1+J_2$ C. $J=E/R+r$ D. $\sum E=\sum J r$

34. To'g'ri javobni toping .

Berilgan tenglamalardan qaysi biri o'tkazgichning ko'ndlang kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tayotgan zaryad miqdorini xarakterlaydi?

- | | |
|------------|-------------|
| 1. $I=U/R$ | 2. $I=m/RT$ |
| 3. $I=q/t$ | 4. $I=m/RT$ |

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 1,4. E. 4

35. To'g'ri javobni toping

O'tkazgich kesim yuzasi 2 marta ortganda , uning qarshiligi

- A. 4 marta kamayadi B. 4 marta ortadi C. 2 marta kamayadi
- D. 2 marta ortadi

36. To'g'ri javobni toping

Tebranish konturining tebranish davri, oshadi, agar

- 1. elektr sig'imi oshsa 2. Elektr sig'imi kamaysa
- 3. induktivlik oshsa 4. Induktivlik kamaysa

A. 1,4 B. 2,3 C. 1,3 D. 2,4

37. Berilgan tenglamalarning orasidan o'zgaruvchan tok kuchlanishning effektiv qiymatini ifodalovchi bog'lanishni ko'rsating

A. $U=J R$ B. $U_1=U_0/\sqrt{2}$ C. $U=U \sin \phi t$ D. $U=A/q$

38. Uzunligi 0,7 m bo'lgan o'tkazgich induktsiyasi 0,1 Tl ga teng bo'lgan magnit maydon kuch chiziqlariga tik ravishda joylashtirilgan. o'tkazgichdan 70 A tok o'tganda unga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

A. 0,49 B. 4,9 C. 10 D.1

39. Magnit maydon oqimi oshadi, agar

A. Magnit maydon induktsiyasi oshsa.

B. Magnit maydon induktsiyasi kamaysa.

C. Magnit maydon induktsiyasining kesib o'tuvchi yuzaga ko'paytmasi o'zgarmasa.

D. Magnit maydon induktsiyasi va maydonni kesib o'tuvchi yuza oshsa.

40. 80 yramga ega b'lgan g'altakdan 5 ms ichida magnit oqimi tekis $3 \cdot 10^{-3}$ dan $1,5 \cdot 10^{-3}$ Vb gacha y'zgargandagi induksion E.Yu.K. aniqlansin.

A. 96 B. 48 C. 24 D. 36

41. G'altakdan 50 A tok otganda, uni 0,5 Vb magnit oqimi kesib o'tsa g'altak induktivligi topilsin.

A. 5 B. 50 C. 8 D. 0,8

42. Kuchaytiruvchi transformator yordamida 220 V li kuchlanishni 1100 V gacha kuchaytirish mumkin. Agar transformator birlamchi cho'ljami 20 o'ramdan iborat bo'lsa, uning ikkilamchi cho'ljamidagi o'ramlar soni qancha?

A. 200 B. 400 C. 100 D 50

43. Kuchaytirish koeffitsentlari mos ravishda 10, 35 va 20 ga teng bo'lgan uch kaskadli kuchaytirgichning umumiy kuchaytirish koeffitsientini aniqlang.

A. 5000 B. 1000 C. 3500 D. 7000

44. To'g'ri javobni toping

Elektron zaryadining qiymati nimaga teng?

- A. $9,65 \times 10^4$ Кл/моль B. $9,11 \times 10^{-31}$ кг
C. $3,00 \times 10^8$ м/с D. $1,602 \times 10^{-19}$ Кл

45. Keltirilgan o'lchov birliklari orasidan elektr kuchlanish o'lchov birligini toping.

- A. Vatt B. Ом C. Volt D. Amper

46. Keltirilgan o'lchov birliklar orasidan tok kuchining o'lchov birligini toping.

- A. Ом B. Kulon C. Volt D. Amper

47. Ampermetr zanjirdagi tok kuchini to'g'ri o'lchashi uchun zanjirga qanday ulanadi?

- A. paralel B. Ketma - ket C. parallel va ketma - ket
D. Javoblar ichida to'g'risi yo'q

48. To'g'ri javobni toping.

O'tkazgich uzunligi 3 marta ortganda, uning qarshiligi qanday o'zgaradi?

- A. 3 marta ortadi B. 3 marta kamayadi C. 6 marta ortadi
D. 6 marta kamayadi

49. Metall o'tkazgichdan tok o'tganda qanday ta'sirlar kuzatiladi?

- A. o'tkazgich qizishi , kimyoviy va magnit ta'sirlar.
B. Kimyoviy va magnit ta'sirlar.
C. qizishi va magnit ta'sirlar.
D. qizishi va kimyoviy ta'sirlar

50. Gazlarda elektr toki qanday elektr zaryadlarning tartibli xarakati tufayli xosil bo'ladi?

- A. elektron va musbat ionlar .
B. Musbat va manfiy ionlar .
C. Musbat , manfiy ionlar va elektronlar.
D. Faqat elektronlar

51. To'g'ri javobni toping.

Konturdagi tok kuchi bir sekundda bir birlikka o'zgarganda konturda xosil bo'ladigan o'zinduksiya E.Yu.K. ga son jixatdan teng bo'lgan fizik kattalik...

- A. ŷzinduksiya EYuK deyiladi.
- B. Induktivlik koeffitsienti deyiladi.
- C. Magnit maydon induktsiyasi deyiladi
- D. Magnit o'cimi deyiladi.

52. Berilgan tenglamalar orasidan magnit maydonining oqimi ifodasini ko'rsating.

- A. $M = BIS \times \sin \alpha$ B. $\Phi = BS \times \cos \alpha$ C. $F = BIl \times \sin \alpha$
- D. $E = E_0 \times \sin(\omega t)$

53. Kemalar xalokatga uchraganda signallar xalqaro kelishuvga muvofiq 600 m to'liq uzunlikda beriladi. Shu signallar sanday chastotada beriladi? Elektromagnit to'liq tarqalish tezligi 300000 km/s

- A. 800000 B. 180000 C. 900000 D. 500000

54. Elektrolitlarda elektr toki qanday elektr zaryadlarning tartibli xarakati tufayli xosil bo'ladi?

- A. elektron va musbat ionlar.
- B. Musbat va manfiy ionlar.
- C. Musbat, manfiy ionlar va elektronlar
- D. Fasat elektronlar.

55. Berilgan tenglamalar orasidan Amper qonunining ifodasini ko'rsating.

- A. $F = BIl \sin \alpha$ B. $F = BqV \sin \alpha$
- C. $I = m/RT$ D. $I = q/t$

56. Magnit zanjiri uchun Om qonunini ifodalovchi formulani ko'rsatib bering.

- A. $I = U/R$ B. $I = E/(R+r)$ C. $I = E/\sum R_i$ D. $I = \Phi/\sum (1/\omega c)$

57. Samolyot radiolakatorlardan 9×10^4 m masofada bo'lganda , necha sekunddan keyin yuborilgan signal qaytib qabul etiladi? $C = 3 \times 10^8$ m/s.

- A. 0,0006 B. 0,0004 C. 0,0003 D. 0,0007

58. O'zgarmas tok zanjirida qarshiligi 50 om bo'lgan lampochkadagi kuchlanish miqdori 100 V ga teng. Zanjirdagi tok kuchini aniqlang.

A. 0,5 B. 0,25 *C. 2 D 1 E. 1,25

59. Induktivligi 0,4 Gn bo'lgan elektromagnit cho'l g'amidagi tok kuchi 0,02 s ichida 5 A ga o'zgarsa, cho'lgamda qanday kattalikda o'zinduktsiya E.Yu.K. vujudga keladi?

A 100 B. 400 C. 200 D. 300

60. Berilgan tenglamalar orasidan transformatorning transformatsiyalash koefitsienti ifodasini toping.

A. $K=U_1/U_2$ B $R=M/q$ C. $R=F/x$ D. $R=A/ZF$

61. Zanjir uchlaridagi kuchlanish 2 marta oshirilganda ajralgan q quvvat 4 marta oshdi. Zanjirdan o'tayotgan tok kuchi o'zgaradimi?

A.2 marta oshadi B 4 marta oshadi

C. 4 marta kamayadi D. 2 marta kamayadi

62. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om sonuni formulasini ko'rsatib bering.

A $I = U / R$ B . $J = E / (R + r)$ C. $I = u / r$ D. $R = U / I$

63. Qanday elektron emissiya qizdirish tufayli vujudga keladi?

A. Termoelektron emissiya B Fotoelektron emissiya

C. Elektrostatik emissiya D. Avtoelektron emissiya

64. 4 kaskadli kuchaytirish koefitsientlari mos ravishda 10,5,2 va 20 ga teng. Umumiy kuchaytirish koefitsientini aniqlang.

A. 50 B. 2000 C 1000 D. 500

65. Bir jinsli magnit zanjiri uchun to'liq tok qonuni ifodasini ko'rsatib bering.

A. $H I = I \omega$ B. U / I C. U / R D. U / I

66. Quyida keltirilganlardan qaysi birlari elektrovakuum priborlarga kiradi?

A. sarshilik, sigim, reostat

B. Stabilatron , gazotron , reostat

C. Tetrod, pentod, klitron, magnetron

D. Yarim ŷtkazgichli diod, tranzistor.

67. Berilgan tenglamalardan qaysi biri o'zgaruvchan tok kuchining tenglamasini ifodalaydi?

A $I = I_0 / R + r$ B. $I = U/R$ C. $I = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$ D. $I = E R + r$

68. Qanday emissiya yorug'lik ta'sirida vujudga keladi?

A. Termoelektron emissiya.

B. Fotoelektron emissiya.

C. Avtoelektron emissiya

D. Fotoelektron va avtoelektron emissiyalar.

69. Berilgan tenglamalardan qaysi biri triodning kuchaytirish koeffitsientini ifodalaydi?

A. U_a / U_T B. U/I C. U/R D. $\Delta I_a / \Delta U_T$

70. Vakuumli diodda elektr toki qanday elektr zaryadlarining tartibli xarakati tufayli xosil bo'ladi?

A. Elektron va musbat ionlar.

B. Musbat va manfiy ionlar .

C. Musbat, manfiy ionlar va elektronlar .

D. Fasat elektronlar.

71. Parallel ulangan $R_1 = 1 \text{ Om}$ va $R_2 = 2 \text{ Om}$ bo'lgan qarshiliklarning umumiy qiymatini aniqlang.

A. 1 B. 2 C. 3 D. 0,66

72. Aktseptor aralashmali o'tkazgichlar qanday tipdagi o'tkazuvchanlikka ega?

A. Asosan elektron ŷtkazuvchanlikka.

B. Asosan teshikli ŷtkazuvchanlikka.

C. Teng misdorda elektron va teshikli ŷtkazuvchanlikka

D. Elektr tokini ŷtkazmaydilar.

73. Uzgarmas tok zanjirida qarshilikning qiymati 300 Om bo'lib, undagi kuchlanish voltmetr korsatishi bo'yicha 90 V ga teng. Zanjir qismidagi tok kuchini aniqlang.

- A. 0,1 B. 0,2 C. 0,3 D. 0,4

74. Ketma-ket ulangan qarshiliklarni $R_1 = 5 \text{ Om}$ va $R_2 = 4 \text{ Om}$ umumiy qiymatini hisoblang.

- A. 9 om B. 3 om C. 4 om D. 8

75. Quyida keltirilgan ifodalardan triodning ichki qarshiligini aniqlash formulasini toping.

- A. $\Delta U_a / \Delta I_a$ B. U/I C. U/R D. $\Delta I_a / \Delta U_T$

76. Po'lat simning uzunligi 10 metr, ko'ndalang kesim yuzasi 2 mm^2 , solishtirma qarshiligi $0,12 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Agar o'tkazgich uchlariga 1,2 V kuchlanish berilsa undan qanday tok kuchi o'tadi?

- A. 1 B. 4 C. 5 D. 6

77. Ketma-ket ulangan $R_1 = 100 \text{ Om}$ va $R_2 = 200 \text{ Om}$ bo'lgan o'tkazgichlarning umumiy qarshiligini hisoblang.

- A. 200 B. 100 C. 300 D. 400

78. Berilgan o'lchov birliklar orasidan magnit maydon induktsiyasining o'lchov birligini toping .

- A. Tesla B. Volt C. Veber D. Genri

79. Kuchaytirish koefitsienti 30 ga, ichki qarshiligi 300 Om ga teng bo'lgan triodning xarakteristika tikligini anislang.

- A. 0,05 B. 0,1 C. 0,2 D. 0,15

80. O'zgaruvchan tok deb:

- A. o'z yo'nalishini o'zgartirib turadigan tokka aytiladi.
B. o'z qiymatini o'zgartirib turadigan tokka aytiladi.
C. o'z yo'nalishi va qiymatini davriy ravishda o'zgartirib turadigan tokka aytiladi.
D. Yo'nalishini o'zgartirmaydigan tokka aytiladi

81. O'zgaruvchan tokning to'liqin uzunligini ko'rsatib bering. Chastotasi 50 Gertsga teng.

- A. 6000000 km B. 6000 km.
C. 300000 km. D. 500000 km.

82. Sigim qarshiligi ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunining tenglamasini ko'rsatib bering.

- A. $I=U/\omega C$ B. $\Delta I_a/\Delta U_T$ C. U/R D. U/I

83. Berilgan tenglamalardan qaysi biri triodning ichki sarshiligini ifodalaydi.

- A. $\Delta U_a/\Delta U_t$ B. U/I C. U/R D. $\Delta I_a/\Delta U_T$

84. Triodning kuchaytirish koeffitsienti asosan sanday siymatlar chegarasida b'ylishini k'ysatib bering.

- A. 5 – 100. B. 4 – 100. C. 1000 – 10000 D. 100 – 300.

85. Generator sanday energiyani sanday ko'rinishdagi energiyaga aylantirib beradi?

- A. Elektr energiyani mexanik energiyaga.
B. Mexanik energiyani elektr energiyaga.
C. Yoruglik energiyasini mexanik energiyaga
D. Yoruglik energiyasini elektr energiyasiga.

86. Chastotasi $3 \cdot 10^{10}$ Gerts bo'lgan elektromagnit to'liqin uzunligi nimaga teng bo'ladi?

- A. 1 m B. 10 m C. 0,01 m D. 100 m

87. Aralashmasiz yarim o'tkazgichlar qanday tipdagi o'tkazuvchanlikka ega?

- A. asosan elektr y'tkazuvchanlikka.
B. Asosan teshikli y'tkazuvchanlikka.
C. Teng misdorda elektron va teshikli y'tkazuvchanlikka.
D. elektr tokini y'tkazmaydilar

88. Vakuumli triodda elektr zaryadlarini qaysi elektrod ajaratib beradi?

- A. anod va katod. B. Anod va to'r.
C. Katod. D. Katod va to'r

89. Yoruglik tufayli yuzaga keladigan emissiyaning turi

- A. Avtoelektron. B. Termoelektron.
C. Elektrostatik. D. Fotoelektron.

90. Quyidagi keltirilgan ifodalardan triodning ichki tenglamasi formulasini ko'rsatib bering.

- A. $K=R_i S_i$ B. $W=E_m D/2$ C. U/R D. $\Delta I_a/\Delta U_T$

91. Oddiy sharoitda yz-yzidan maydon ta'sirida yuzaga keladigan emissiyaning turi?

Avto elektron

Termo elektron

Elektrostatik

Fotoelektron

- A. 1,2 B. 1,3 C. 1,4 D. 2,3

92. Ichki qarshiligi 10 ga, xarakteristika tikligi 50 ga teng bo'lgan triodning kuchaytirish koeffitsientini aniqlang.

- A. 40 B. 60 C. 500 D. 100

93. Elektr payalnik 220 V kuchlanish va 0,2 A tok kuchiga mo'ljallangan. Payalnik quvvatini vatt o'lchov birligida hisoblang.

- A. 22 B. 36 C. 40 D. 44

94. Keltirilgan tenglamalar orasidan tebrnish konturining tabranish davrini anislovchi ifodani kysating

- A. $T=2\pi \sqrt{LC}$ B. $\Phi=BS \cos \alpha$ C. $I=I \sin(\omega t)$ D. $R=\rho_0 * l/S$

95. Elektron lampalarda katodni cho'glatish uchun unga necha volt kuchlanish beriladi?

- A. 380 V B. 20 -100 V C. 2 - 30 V D. 35-100V

96. O'zgaruvchan tok davri 1 s bo'lsa, bu tokning to'lqin uzunligini toping. .

A 3 106 km. B. 3 109 km. *C. 3 105 km. D. 3 1010 km

97. Transformatsiyalash koeffitsienti 5 ga teng. Transformatorning birlamchi cho'lgami 220 V kuchlanishga ulangan. Ikkilamchi cho'lgam uchlaridagi kuchlanish topilsin.?

A. 22 B. 36 C 88 D. 44

98. Kimiyoviy jarayonlar energiyasini elektr energiyaga aylantirib beradigan qurilma?

1. generatorlar
2. fotoelementlar
3. galvanik elementlar
4. akkumulyatorlar

A. 1,2 B. 1,3 C. 2,3 D. 4,5

99. Nur energiyasini elektr energiyaga aylantirib beradigan qurilma:

- A. Termoelementlar.
- B. Magnitogidrodinamik generatorlar.
- C. Generatorlar.
- D. Fotoelementlar.

100. Tebranish konturidagi kondensatorning sigimini 4f ga oshirsak, radiopriyomnikning konturiga sozlangan elektromagnit to'lqin uzunligi qanday o'zgaradi?

- A. 2 marta oshadi.
- B. 4 marta oshadi
- C. 4 marta kamayadi.
- D. 2 marta kamayadi.

101. 3500 o'ramga ega bo'lgan transformator ikkilamchi cho'lg'aming uchlaridagi kuchlanish 105 V bo'lsa, 1000 o'ramga ega bo'lgan birlamchi cho'lg'amning uchlaridagi kuchlanish nimaga teng?

A. 60 B. 70 C. 30 D. 105

102. Kuchlanishni 220 V dan 660 V gacha kuchaytiruvchi transformatorning birlamchi cho'g'amida 850 o'ram bor. Ikkilamchi cho'g'amidagi o'ramlar soni nechta?

A. 3300 B. 2550 C. 3500 D. 1050

HAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Elektr zanjirdagi asosiy elementlar va ularning shartli belgilari haqida gapirib bering?

2. Ampermetr va voltmترلar elektr zanjiriga qanday ulanadi?

3. Qanday pribor yordamida zanjirdagi tok kuchini va kuchlanishni boshqarish mumkin?

4. Ko'p chegarali o'lchov asboblari haqida gapirib bering?

5. Ko'p chegarali o'lchov asboblaridan foydalanish qoidalarini haqida tushuntiring?

6. O'lchov asboblarining absolyut va nisbiy xatoliklari haqida gapiring va tushuntiring?

7. Berk elektr zanjir deganda qanday zanjir tushuniladi?

8. Berk elektr zanjir qanday elementlardan tashkil topadi?

9. Ko'p chegarali o'lchov asboblari haqida tushuncha bering?

10. Qanday ko'p chegarali o'lchov asboblarini bilasiz?

11. Tok kuchi deb nimaga aytiladi? U qanday birliklarda o'lchanadi?

12. O'tkazgichlarda qarshilikning mavjud bo'lishini o'tkazgichlarning elektron nazariyasiga asosan tushuntiring?

13. O'tkazgichning qarshiligi va qarshilikning temperaturaga bog'liqlik formulalarini yozib bering va tushuntirib bering.

14. Zanjirning bir qismi uchun Om qonunini ta'riflang.

15. O'tkazgichlarning ketma-ket va parallel ulashdagi formulalarini keltirib chiqaring.
16. To'liq zanjir, zanjirning bir qismi va bir jinsli bo'lmagan qismlari uchun Om qonunini, ish va quvvat formulalarini yozing.
17. Qurilmaning sxemasini chizib tushuntirib bering.
18. Cho'g'lanma lampochkaning temperaturasi hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
19. Katta qarshiliklar deganda qanday qarshiliklar tushuniladi?
20. Galvanometr bilan qanday miqdordagi toklar o'lchanadi?
21. Kirxgofning 1 — qonunini ta'riflab bering?
22. Kirxgofning 2 — qonunini ta'riflab bering?
23. Berk zanjir uchun Om qonunini ta'riflab bering?
24. Galvanometrning ishlash prinsipini tushuntirib bering?
25. Uitston ko'prigi sxemasini tushuntirib bering.
26. Zanjir tuguni nima?
27. Qarshiliklar ketma—ket ulanganda umumiy tok kuchi, kuchlanish va qarshiliklar qanday aniqlanadi?
28. Qarshiliklar parallel ulanganda umumiy tok kuchi, kuchlanish va qarshiliklar qanday aniqlanadi?
29. Noma'lum qarshilikning xatoliklari qanday hisoblab chiqiladi.
30. Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligini tushuntiring.
31. Faradey qonunlarini elektroliz asosida tushuntiring.
32. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti nima?
33. Faradey soni, kimyoviy ekvivaletning fizik ma'nosi.
34. Vannada o'zgaruvchan tok o'tkazib, moddaning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlab bo'ladimi?

УМУМИЙ САВОЛЛАР

1. Ўзгармас ток занжирлари.
2. Доришунослик соҳасидаги муҳандислар учун электротехниканинг аҳамияти.
3. Ўзгармас ток занжирларининг таърифи, схемаси ва унинг схематик белгилари.
4. Ток манбалари ва электр қаршиликларни ўзаро кетма-кет, параллел ва аралаш улаш.
5. Электр юритувчи куч (Э.Ю.К.) ва кучланиш
6. Электр ўтказувчанлик. Ом, Жоуль-Ленц, Кирхгоф қонунлари.
7. Электр токининг энергияси ва қуввати.
8. Ўзгармас ток занжирларини ҳисоблаш.
9. Тармоқланган оддий ток занжирларини ҳисоблаш.
10. Электромагнитизм
11. Магнит майдони ва унинг асосий кўрсаткичлари (магнит индукцияси, магнит сингдирувчанлик, магнит оқими, магнит майдон кучланганлиги, магнит кучланиш, магнит юритувчи кучлар).
12. Тўла ток қонуни.
13. Магнитланиш эгри чизиғи.
14. Магнит занжири ухеу Ом қонуни.
15. Магнит занжирини ҳисоблаш.
16. Ампер (электромагнит кучлар) қонуни. Чап қўл қоидаси.
17. Ўзгарувчан ток занжирлари
18. Бир фазали синусоидал катталиклар.

19. Бир фазали синусоидал катталиклар ва уларнинг ифодаси ҳамда асосий кўрсаткичлари (даври T , частотаси ω , фазаси (ωt^*) бошланғич фазаси, амплитуда, оний ва таъсир этувчи қийматлари.

20. Синусоидал ток занжирлари ва уларнинг физик параметрлари (актив қаршилик, сиғим элементли занжирдаги ток ва кучланишларнинг вектор тасвирлари).

21. Синусоидал ток занжирлари ва уларни ҳисоблаш.

22. Уч фазали ток занжирлари

23. Уч фазали генератор ва истеъмол-чиларнинг юлдуз ва учбурчак схемаси бўйича уланиши.

24. Электр ўлчашлар ва электр ўлчов асбоблари Электр ўлчов асбоблари. Уларнинг асосий элементлари.

25. Магнитоэлектр система асбоблари.

26. Электромагнит система асбоблари.

27. Электродинамик система асбоблари.

28. Электр ўлчашлар.Электр ўлчашлар тушунчаси. Электр катталикларни ўлчаш.

29. Ўлчаш хатоликлари ва аниқлик классси.

30. Электр катталикларни электр усулида ўлчаш. Ўлчаш усуллари.

31. Ноэлектрик катталикларни электр усулида ўлчаш.

32. Ўзгармас ток зан-жирларида қаршиликни, кучланишни ва ток кучини ўлчаш. Омметрлар. Шунтлар ва қўшимча резисторлар. Авометр.

33. Трансформаторлар

34. Трансформаторлар ва уларнинг вазифалари.

35. Бир фазали трансформаторларнинг тузилиши ва ишлаш принципи. 36. Трансформациялаш кэффиценти ва фойдали иш кэффиценти (Ф.И.К.).

37. Трансформаторларнинг салт ишлаши, қисқа туташтириш тажрибалари ва мақсадлари.

38. Уч фазали трансформаторлар.
39. Ўзгармас ток машиналари
40. Ўзгармас ток машиналарининг тузилиши ва ишлаш принципи.
41. Ўзгармас ток машиналарининг конструкцияси. Уларни халқ хўжалигида ва саноатда ишлатилиши.
42. Ўзгармас ток генераторлари. Ўзгармас ток генераторларининг тузилиши ва ишлаш принципи. Генераторларнинг турлари ва тав-сифлари.
43. Уйғотиш кутблари.
44. Мустақил уйғотишли ва параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторлари.
45. Ўзгармас ток двигателлари. Ўзгармас ток двигателларининг тузилиши, ишлаш принципи.
46. Ўзгармас ток двигателларининг турлари, уланиш схемалари ва ишлатилиши.
47. Мустақил уйғотишли ва параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателлари.
48. Электр энергиясини ишлаб чиқариш ва узатиш
Электр станциялари.
49. Электр энергиясини ишлаб чиқариш. Ишлаб чиқариш турлари ГЭС, ГРЭС, КЭС, ТЭС, АЭС.
50. Трансформаторлар подстанциялари ва уларнинг турлари.
Корхоналарнинг қувват коэффициенти унинг техника-иқтисодий аҳамияти.
51. Электровакуум приборлари
52. Электровакуум приборларининг хусусиятлари.
Электрон эмиссия: термоэлектрон, фотоэлектрон, электростатистик (автоэлектрон) эмиссиялар.
53. Диоднинг тузилиши, ишлаш принципи ва характеристикалари.
54. Уч электродли лампа-триод. Триоднинг тузилиши, характеристикалари ва параметрлари.
55. Кўп электродли лампалар. Электрон нур трубкasi.

56. Ион приборлар. Электровакуум фотоэлементлар.

57. Ярим ўтказгичли приборлар

Электроника асослари. Электроника асбоблари уларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва қўлланилиши.

58. Ярим ўтказгичли диод. Унинг тузилиши ва характеристикалари.

59. Ярим ўтказгичли транзисторлар. Уларнинг тузилиши, ишлаш принципи, шартли белгилари, параметр ва тавсифлари.

60. Ярим ўтказгичли диод, триод ва тиристорларнинг электротехник қурилмаларда ишлатилиши ва аҳамияти.

61. Ярим ўтказгичли тўғрилагичлар, тўғрилагичларнинг вазифаси ва схемалари. Электрон кучайтиргичларнинг умумий ишлаш принципи ва классификацияси.

62. Ярим ўтказгичли кучайтиргичлар ва уларнинг автоматик назорат ва бошқариш системаларида қўлланилиши. Ярим ўтказгичли микроинтеграл схемалар ва уларнинг қўлланилишига доир тушунчалар.

ГЛОССАРИЙ (АТАМАЛАР ЛУҒАТИ)

1. Электротехника — elektr toki va elektromagnit hodisalarini sanoat ishlab chiqarishi va turmush ehtiyojlari uchun texnik maqsadlarda foydalanishni o'rganadigan fan hisoblanadi.

2. Электр занжири - Elektr toki o'tishi mumkin bo'lgan elektrotexnik qurilma .

3. Тўғрилагич - O'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokga aylantirib beradigan qurilma to'g'rilagich deb ataladi

4. Реостат - o'zgaruvchan qarshilikni o'zgartirish uchun mo'ljallangan surgichdan

5. Кўп чегарали ўлчов асбоблари - O'lchov asbobining o'zida shkala diapazonini o'zgartirish uchun maxsus ruchkasi bo'lib, bu ruchka yordamida kerakli diapazonga qo'yib ishlatiladi.

6 . Электр токи - Elektr zaryadlarining tartibli harakati

7.Тармоқланган занжир – учта ва ундан ортиқ ўтказгичларнинг туташган нуқтаси

8.Автомат- (юнон. **Automatos-** ўзи ҳаракатланувчи) энергия, материаллар ва ахборотларни олиш, ўзгартириш, узатиш ва тақсимлаш жараёнларидаги

барча операцияларни берилган дастур бўйича одамнинг иштирокисиз бажарадиган қурилма.

9. Автоматик бошқариш- объектни бошқариш жараёни, бунда берилган бошқариш мақсадига эришишни таъминлайдиган операцияларни одам иштирокисиз ишлайдиган системага аввалдан берилган алгоритмга мувофиқ бажаради.

10. Автоматик бошқариш назарияси- техник кибернетика бўлими, автоматик бошқариш системаси (АБС) ни тузиш принциплари ва уларда борадиган жараёнларнинг қонуниятларини ўрганади.

11. Автоматик бошқариш системаси (АБС) - ўзаро таъсирлашувчи бошқариш қурилмаси билан бошқарилувчи объектлар мажмуи.

12. Автоматик линия – ишлаб чиқариш маҳсулоти ёки унинг бир қисмини тайёрлаш ёки қайта ишлашдаги барча жараёнлар маълум технологик изчиллик ва маромда автоматик тарзда бажарадиган машиналар системаси, асосий ва ёрдамчи жиҳозлар комплекси,

13. Автоматик ростлаш- техникавий жараёни характерловчи ростланувчи физик катталикларни олдиндан берилган қонун бўйича ёки белгиланган қиймат чегарасида ўзгаришини автоматик тарзда ушлаб туриш, бунда ростланувчи объектнинг ростловчи органига бошқарувчи таъсир кўрсатилади.

14. Автоматика- техник кибернетика бўлими. У АБС техника воситаларини яратиш ва уларнинг ишини ташкил қилишнинг назарий ва амалий асослари билан бирга автоматик бошқариш назариясини ўз ичига олади. Автоматик тарзда ишлайдиган механизм ва қурилмалар мажмуи.

15. Автоматлаштирилган бошқариш системаси - АБС бошқарувчи қарорлар қабул қилиш учун “одам-машина” ягона системасида ўзаро боғланган маъмурий, ташкилий, иқтисодий-математик методлар ва ҳисоблаш техникасининг техника воситалари, ташкилий техника ҳамда алоқа воситалари мажмуи.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ФАНИ БЎЙИЧА

РЕФЕРАТ МАВЗУЛАРИ

Ўзгармас ток занжиридаги кучланиш, қаршилиқ, ток кучи ва Электр ўтказувчанлик қийматларини ҳисоблаш.

Ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблаш.

Ўзгарувчан ток занжирида қувватни ўлчаш

Ўзгарувчан ток занжири параметрларини дори ишлаб чиқариш технологиясида қўлланилиши.

Бир фазали трансформаторларни уланиш усуллари, саноатда ва дори тайёрлаш технологиясида ишлатилиши.

Уч фазали трансформаторларни уланиш усуллари, саноатда ва дори тайёрлаш технологиясида ишлатилиши.

Электрон ва ион электровакуум приборларини электротехник қурилмаларда ишлатилиши

Дори воситалари ишлаб чиқарадиган корхоналардаги электротехник қурилмалар билан танишиш.

Ўзгармас ток машиналари ва уларнинг конструкциялари.

АДАБИЁТЛАР ТЎПЛАМИ

- 1) A. S.Karimov, M.M.Mirhaydarov.Nazariy elektrotexnika. Toshkent, 1995 y
- 2) F.Ye.Yevdokimov Umumiy elektrotexnika Toshkent «O'qituvchi» . 1995 y
- 3) A.O.Kasatkin. Elektrotexnika asoslari. Toshkent. «O'qituvchi», 1989 y.
- 4) C.Amirov . Elektrotexnikaning nazariy asoslari. Toshkent 2008 y.
- 5) A. Raximov. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent 1988 y.
- 6) A S.Karimov. Elektrotexnika va elektronika laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. 1989 y.
- 7) V.G.Gerasimov. Elektrotexnika M. «Oliy maktab» 1985 y.
- 8) S. Majidov. Elektr mashinalari va elektr yuritma asoslari.Toshkent.O'qituvchi, 1979 y.
- 9) Yu.M.Borisov. Elektrotexnika.M.Energiya, 1985 y.
- 10) AS.Kasatkin. M.V.Nemtsov. Elektrotexnika.Moskva 1983 y.
- 11) Ye.S.Pantyushina Red.asosida. Лабораторные работы по электротехнике. М. Energiya, 1977 г.
- 12) S.Majidov. Elektrotexnikadan ruscha—o'zbekcha lutat— spravochnik. Toshkent.O'qituvchi 1985 y.
- 13) Elektrik o'lchashlar bo'yicha laboratoriya ishlari / talabalar uchun metodik ko'rsatma, 1 va 2 qismlar./ Tosh PI, Toshkent 1982 y.
- 14) Elektrotexnikadan laboratoriya ishlari, 1—qism. «Elektr zanjirlari», Toshkent. TIQXMMI 1992 y.

- 15) Elektrotexnikadan laboratoriya ishlari, 2-qism."Elektr mashinalari va elektronika asoslari", Toshkent. TIQXMMI. 1992 y
- 16) S.Yo.Inog'omov, A.K.Saakova, S.Temirov, G.T.Abduazimova, N.X Ulug'murodov. Elektrotexnika asoslari fanidan laboratoriya ishlari uchun metodik qo'llanma. Toshkent 1993 y.
- 17) N.Axrоров. O'lchovshunoslik asoslari va elektr ulchashlaridan amaliy ishlar. Toshkent. "Uzbekistan" 1994y.

O'QUV MATERIALLARI

MA'RUZALAR MATNI

1 – маъруза

Ўзгармас ток занжирлари, ўзгармас ток занжирлари ва уни ҳисоблаш

Режа:

Кириш

- 1. Доришунослик соҳасидаги муҳандислар учун электротехниканинг аҳамияти.**
- 2. Ўзгармас ток занжир элементлари, таърифи ва уларнинг схематик белгиланиши.**
- 3. Ўзгармас ток занжири элементларининг уланиш усуллари.**
- 4. Электр юрутувчи куч ва кучланиш.**
- 5. Электр ўтказувчанлик. Ом, Жоуль-Ленц, Кирхгоф қонунлари.**
- 6. Электр токининг энергияси ва қуввати.**
- 7. Ўзгармас ток занжирларини ҳисоблаш.**

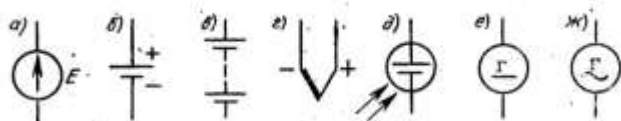
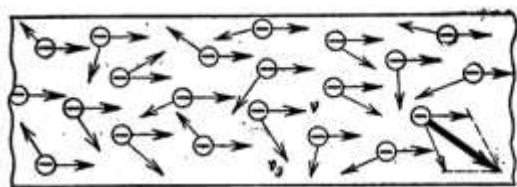
АДАБИЁТЛАР

- 1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й.**
- 2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й.**

➤ **3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты**

**O'ZGARMAS TOK ZANJIRLARI
ELEKTR TOKI**

Elektr o'tkazuvchanlik toki—bu modda yoki vakuumda elektr zaryadini erkin tashuvchilarning yo'nalgan harakat hodisasidir. Harakati elektr tokini vujudga keltiradigan zaryadlarning tashuvchilari, ko'p hollarda erkin elektronlar (jumladan metallarda), kamroq hollarda esa (suyuqlik va gazlarda)— ionlar bo'ladi. Elektrotexnikada va elektronikada zaryad tashuvchilarining zichligi turlicha, ya'ni elektr o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan har xil moddalar ishlatiladn. Metallardan alyuminiy, mis, kumush va oltindan, ba'zi hollarda esa ularning qotishmalaridan foydalaniladi. Elektr zanjirlar elementlarining izolyatsiyasi elektr o'tkazuvchanligi normal ish sharoitlarida metallarning elektr o'tkazuv-chanligidan ancha kam bo'lgan (10^{18} — 10^{20} marta) materiallardan tayyorlanadi. Elektron qurilmalarning (televizorlar, radiopriyomniklar, hisoblash mashinalari va hokazo) asosiy elementlari yarim o'tkazgichlardan, asosan germaniy bilan kremniydan, shu elementlarning elektr o'tkazuvchanligini oshiradigan qo'shilmalar qo'shish yo'li bilan tayyorlanadi. Metallarda erkin elektronlarning bir yo'nalishda V tezlik bilan uzoq siljishi (1-rasm) ularning V_e tezlik bilan bo'ladigan tartibsiz issiqlik harakatiga qo'shiladi. Bunday siljish (ko'chish) ga dreyfdeyiladi; demak, metallarda elektr tokini elektronlar dreyfi vujudga keltiradi. Lekin elektrotexnik hisoblashlarda ko'p elektronlar dreyfining o'rniga unga ekvivalent bo'lgan musbat elektr zaryadlarning elektr kuchlar ta'siri yo'nalishida to'g'ri chiziqli harakati bilan almashtirish mumkin.



1.1- rasm. Elektr maydon ta'sirida elektronlar dreyfining vujudga kelishi

1.2-rasm. Elektr energiyasi turli xil manbalarining shartli grafik tasvirlanishi:

a-eyuk manbai, б-galvanik elementlar yoki akkumulyatorlar, в- galvanik elementlar yoki akkumulyatorlar batareyalari, r-termoelementlar, e-o'zgarmas tok elektr mashina generatori, ж-o'zgaruvchan elektr mashina generatori

Metalda erkin elektronlarning tartibli (ilgarilama) harakat tezligi nisbatan kichik, otda u sekundiga 1mm dan oshmaydi. Lekin elektr energiyasining tarqalish tezligi ancha kattahavo linyalarida u amalda yorug'lik tezligiga teng bo'ladi. Shu sababli elektr zanjir tutashtirilganda unda tok dyarli bir onda paydo bo'ladi. Bu erda xech qanday qarama-qarshilik yo'q, chunki elektr energiyasi manbai vujudga keltiradigan va zaryadlarga ta'sir etadigan elektr maydon liniya bo'ylab yorug'lik tezligida tarqaladi, elektr zaryadlar esa maydon ta'sirida nisbatan sekin siljiydi. Bu erda shunday taqqoslash mumkin: suv bosimi stantsiyasidan yuboriladigan suv zarrachalari trubalarda ancha sekin xarakatlangani bilan vodoprovod jo'mragini ochish bilan bosim ostida shu zaxoti suv tusha boshlaydi.

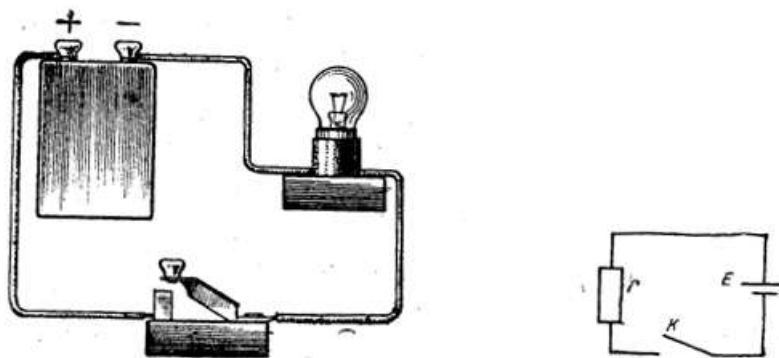
Elektr toki vujudga kelishi uchun o'tkazgichlardan tarkib topgan elektr zanjir yaratish lozim.

Tok doimo kelid turishi uchun elektr energiyasining manbai (elektr yurituvchi kuchlar manbai) bo'lishi kerak, bu manba boshqa tur energiyani elektr energiyasiga aylantiradi. Qudratli elektr mashina generatorlar mexanik energiyani elektr energiyasiga, galvanik elementlar va akkumulyatorlar— ximiyaviy protsesslar

energiyasini, kam quvvatli termoelementlar va magnitogidrodinamik generatorlar — issiqlik energiyasini, va nihoyat, turli xil fotoelementlar (Erning sun'iy yo'ldoshlari va planetalararo kosmik stantsiyalarda keng qo'llaniladigan)—nur energiyasini elektr energiyasiga aylantiradi. 2 rasmda eyuk manbaining va turli xil elektr energiyasi manbalarining shartli grafik tasvirlari ko'rsatilgan.

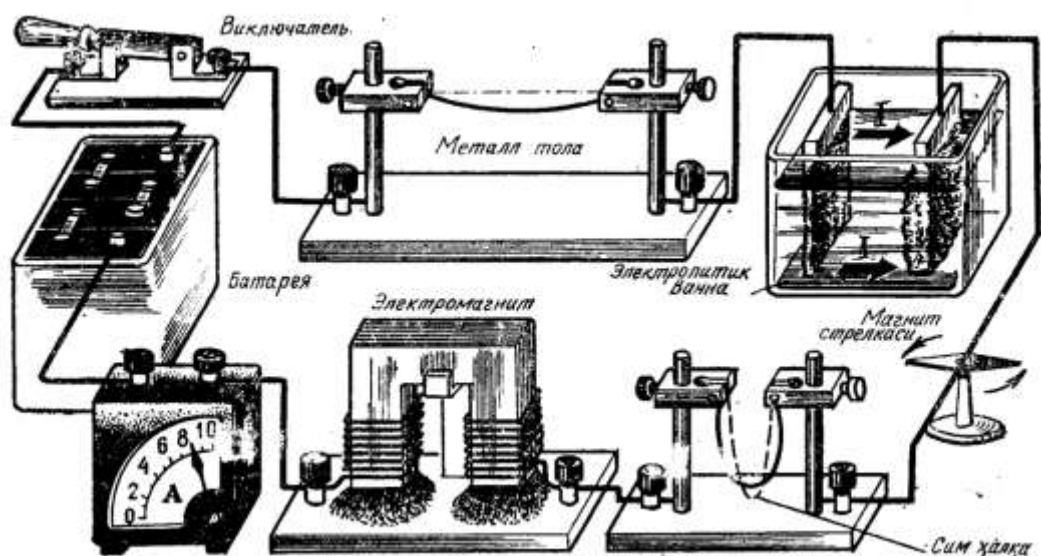
Lekin elektr faqat energiyani uzatish uchun xizmat qiladi, chunki turli xil iste'molchilarda elektr energiyasi doimo energiyaning boshqa turlariga: elektr dvigatellarda—mexanik energiyaga, yoritish qurilmalarida—nur energiyasiga, elektr pechlarda—issiqlikka aylanadi va hokazo.

Binobarin, oddiy elektr zanjirning asosiy qismlari eyuk E bo'lgan elektr energiyasi manbai (3-rasm), qarshiligi r bo'lgan elektr energiyasi iste'molchisi, ularni o'zaro tutashtiriladigan sim va zanjirni uzib- ulaydigan viklyuchatel K dan iborat.



1.3 – rasm. Eng oddiy zanjir va uning sxemasi

Odam elektr tokini bevosita kuzata olmaydi, tok borligi haqida shu tok sababli bo'ladigan hodisalarga qarab fikr yuritadi. Bunday hodisalarni turli xil elektr energiyasi iste'molchilari yordamida kuzatish mumkin. 4-rasmda bir necha eng oddiy elektr energiyasi iste'molchilari ko'rsatilgan, ular bir-biri bilan ketma-ket ulangan, ya'ni ulardan elektr energiyasi manбайдan (ketma-ket ulanganakkumulyatorlar yoki galvanik elementlar batareyasidan) keladigan bitta tokning o'zi o'tadi. Tokni o'lchash uchun zanjirga barcha iste'molchilar bilan ketmaket ampermetr A ulangan.



1.4- rasm. Eng oddiy elektr energiyasi iste'molchilari

Zanjir viklyuchatel yordamida ulangandan keyin ma'lum vaqt o'tgach, ingichka metall tola qizib, shu'lalana va uzaya boshlaydi, natijada u solqilanib qoladi. Demak, ushbu iste'molchida elektr energiyasi issiqlikka va nur energiyasiga aylanadi.

Tok yo'lidagi elektrolitik vanna— bu shishaidish bo'lib, unga bir-biridan ma'lum masofada ikkita mis plastinka o'rnatilgan va elektrolit—mis kuporosi eritmasi quyilgan. Vannada tokning mis plastinkalar orqali elektrolitga ximiyaviy ta'sir etishini kuzatish mumkin, bunda elektroliz sodir bo'ladi, ya'ni bir plastinkaning massasi kamayadi, ikkinchisniki esa ortadi. Tok metallni elektrolit orqali olib o'tadi. Shu kuzatishlar asosida elektr zanjirida tok metallni tashish yo'nalishida harakatlanadi, deb hisoblay boshladilar. Elektr energiyasi manbaining tok tashqi zanjirga yo'naladigan qismasi musbat qutb deb ataldi va (Q) ishora bilan belgilandi, mos ravishda ikkinchi qisma manfiy qutb deb ataldi va (—) ishora bilan belgilandi. Keyinchalik shu narsa aniqlandi-ki, elektrolitda ziryadlarning musbat va manfiy zaryadlangan tashuvchilari— ionlar — ikki qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanar ekan, metallarda esa zaryad tashuvchilar, ya'ni erkin elektronlar tokning qabul qilingan yo'nalishiga teskari

yo'nalishda harakatlanadi. Ana shu notug'ri taxmin tufayli elektronlar zaryadini manfiy deb hisoblashga, ya'ni elektronlar dreyfi elektr tokiga teskari tomonga yo'nalgan deb qabul qilishga to'g'ri keldi.

Tokning elektrodinamik ta'sirini kuzatish uchun iste'molchi xizmat qiladi, unda egiluvchan sim qismalarga ensiz halqa xosil qilib mahkamlangan. Tokli halqa tomonlari bir-birini elektrodinamik itarishi natijasida halqa kengayadi.

Elektromagnit va magnit strelkasi tokning elektromagnit ta'sirini ko'rsatadi. Elektromagnit chulg'amidan tok o'tganda po'lat qirindilar o'zak uchlariga tortiladi. Shu bilan bir vaqtda magnit strelkasi tokli sim yo'nalishiga perpendikulyar bo'lib qoladi.

Shunga o'xshash oddiy hodisalar asosida tok borligi haqidagina emas, balki uning intensivligi haqida ham fikr yuritish mumkin. Tokni miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun I kattalik xizmat qiladi. U o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryad miqdori q bilan aniqlanadi. Agar zaryadlar harakati bir xil va t vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali q elektr miqdori o'tgan bo'lsa, o'tkazgichdagi tok $I = q/t$ bo'ladi. Zaryadlar turlicha harakatlanganda $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ bo'ladi, bunda Δt — o'tkazgich kesimi orqali Δq elektr miqdori o'tgan juda oz vaqt oralig'i.

Xalqaro birliklar sistemasi (SI) da tokning asosiy elektr birligi amper (A) xisoblanadi.

Tok birligi — amper (A)—o'tkazgichning tok bilan o'zaro elektrodinamik ta'siri asosida aniqlanadi. Amper metrologik laboratoriyalarda pribor (ampertarozilar) yordamida aniq topiladi, bu priborda g'altaklar orasidagi o'zaro elektrodinamik ta'sir kuchlarini aniq hisoblash mumkin.

Katta tokni o'lchash uchun karrali birlik— 1000 A ga teng kilo-amper (kA), kichik toklarni o'lchash uchun esa—amparning mingdan bir qismiga ($1 \cdot 10^{-6}$ A) teng bo'lgan milliamper (mA) va ampurning milliondan bir qismiga teng bo'lgan ($1 \cdot 10^{-6}$ A) mikroamper (mkA) ishlatiladi.

Tok kuchiga bir necha misollar keltiramiz, ular amper haqida ancha konkret tasavvur beradi. Tok taxmiian 5mA ga etganida odam tok o'tayotganligini seza

boshlaydi, lekin bu tok 50 mA gacha ortganda odam hayoti uchun xavfli bo'ladi. Eng ko'p tarqalgan cho'g'lanish lampalarining toki 0,1—1A, turmushda ishlatiladigan lyuminestsent lampaniki 0,15A.

Elektr plita uchun 1,5-5A tok kerak. O'rtacha quvvatli elektr dvigatellarning toki 5-25Aga teng. Elektrometallurgiya ustanovkalarida tok 50 kA va undan ham ortiq bo'ladi.

Elektr miqdorining birligi kulon (Kl) o'zgarmas tok 1 A bo'lganda 1 s da o'tkazgich ko'ndalang kesimidan o'tgan zaryad sifatida aniklanadi:

$$1\text{ Kl} = 1\text{ A} \cdot \text{s}.$$

ELEKTR MAYDON KUCHLANGANLIGI VA KUCHLANISH

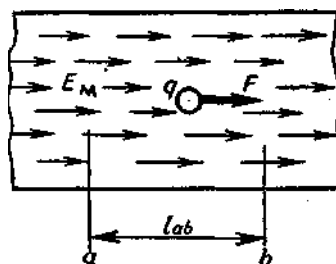
Tokli o'tkazgichda elektr maydon mavjud bo'ladi, u elektr zaryadlarga ta'sir etadi hamda ularni maydon kuchlari yo'nalishida harakatlanishga majbur etadi. Elektr maydonning asosiy miqdoriy xarakteristikasi bo'lib kuchlanganlik E xizmat qiladi. Kuchlanganlik maydonning ko'rilyotgan nuqtasida musbat elektr zaryad birligiga ta'sir etadigan kuch sifatida aniqlanadi. Agar musbat zaryad q ga kuch F ta'sir etayotgan bo'lsa (5-rasm), u holda shu nuqtadagi kuchlanganlik quyidagicha bo'ladi:

$$E = F/q,$$

Kuchlanganlik va kuch qora shrift bilan ko'rsatilgan, chunki ular fizik vektorlar, ya'ni fazoda muayyan yo'nalishga ega bo'lgan kattaliklardir. Keyinchalik, faqat kuchlanganlikni hisobga olish zarur bo'lganda u E_m bilan belgilanadi.

Agar maydonning barcha nuqtalarida kuchlanganlik bir xil bo'lsa, u holda bu maydon tekis bo'ladi. Zaryad tekis maydon yo'nalishida harakatlanganda maydon kuchlarining bajargan ishi kuchning yo'l t ga ko'paytmasiga teng:

$$A = Ft = qEmt.$$



1.5- rasm. Tekis elektr maydonda
zaryadlarning harakatlanishi

Elektr ustanovkani xarakterlovchi asosiy kattaliklardan biri kuchlanish hisoblanadi. U son jihatdan musbat elektr zaryad birligining (bir kulon) ikki nuqta (masalan, elektr energiyasi manbaining ikkita qisqichi) orasida harakatlangandagi bajarilgan ishga teng:

$$U = A/q.$$

Kuchlanish birligi sifatida volt (V) — SI sistemasidagi hosila birlik xizmat qiladi. Zanjirning ikki nuqtasi orasida musbat elektr zaryad birligi harakatlanganda bir joulga teng ish bajarilsa, u holda ular orasidagi kuchlanish bir voltga teng bo'ladi. Demak, $J = B \cdot Kl$.

Yuqori kuchlanishlarni o'lchash uchun karrali birlik — 1000 V ga teng kilovolt (mV), past kuchlanishlarni o'lchash uchun esa—0,001 V ga teng millivolt (kV) hamda $0,000001 \text{ B} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ B}$ ga teng mikrovolt (mkV) qo'llaniladi.

Турли хил электр қурилмалардаги кучланишларга мисоллар келтирамиз. Ishlab turgan elektr uzatish tarmoqlarida kuchlanish 750, 500, 330, 220 va 110 kV, shaharlardagi kabelli (erosti) tarmoqlardagi kuchlanish odatda 6 yoki 11 kV, kontakt sim bilan shahar tramvayining relsi orasidagi kuchlanish 600 V (metropolitenda 825 V) bo'ladi. Odam uchun xavfsizlik jihatidan past kuchlanish deb 250 V. dan oshmaydigan kuchlanish qabul qilingan. Odam uchun eng xavfli sharoitlarda elektrotexnika

qurilmalarining erga nisbatan kuchlanishi 12 V dan oshmasligi kerak (zax va issiq binolarda 36 V). Bitta galvanik element 1 V dan salgina ko'proq kuchlanish beradi; termoelementlarning kuchlanishi o'nlab millivolt miqdorda bo'ladi. (1)va (2) formulayaar asosida zaryad tekis maydonda a va b nuqtalar orasida maydon yo'nalishida harakatlanganda bajarilgan ish (5- rasm) quyidagicha bo'ladi:

$A = E_m I_{ab} q$ yoki, agar uni a va b nuqtalar orasidagi kuchlanish orqali ifodalasak:

$$A = U_{ab} q \quad (3)$$

binobarin, tekis maydonda

$$U_{ab} = E_m t_{ab}.$$

SI sistemasida t_{ab} masofa m da o'lchanganligi sababli, elektr maydon kuchlanganligi metrga to'g'ri keladigan volt hisobida (V/m) o'lchanishi kerak, lekin ko'pincha karrali birlik V/sm q 100V/m qo'llaniladi.

«Kuchlanish» tushunchasi ta'rifining o'zi u elektrotexnik qurilmaning ikki nuqtasiga taalluqli bo'lishi lozimligini ko'rsatadi: masalan, elektr tarmoq simlari orasidagi kuchlanish, sim bilan er orasidagi kuchlanish, lekin «simning kuchlanishi»degan ifoda noto'g'ridir. Shunga qaramay, kuchlanganlik elektr maydonning istalgan nuqtasida muayyan qiymatga ega bo'ladi.



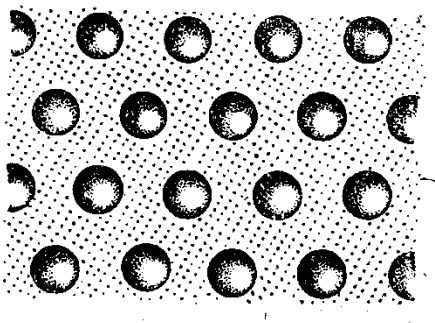
1.6- rasm. Kuchlanishni voltmترلaryordamida o'lchash

Kuchlanish o'lchanadigan pribor— voltmetr orasidrgi kuchlanishni o'lchash lozim bo'lgan ikki nuqtaga, masalan generatorning a va b qismalariga hamda nagruzka H ning s va d qismalariga ulanadi. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, ampermetr o'lchash ob'ekti bilan ketma-ket, volimetr esa shu ob'ektga parallel ulanadi.

QARSHILIK VA O'TKAZUVCHANLIK

Elektr maydon kuchlari ta'sirida sljiydigan (harakatlanadigan) elektronlarning ilgarilanma harakati o'tkazgich atomlari yoki molekulalari bilan to'knashishi natijasida tormozlanadi. To'knashishlar chastotasi materialning strukturasiga va uning temperaturasiga bog'liq. Zaryadlarning yo'nalgan harakatiga, ya'ni elektr tokiga o'tkazgichning aeskari ta'siri o'tkazgichning elektr qarshishgi deyiladi. Metall o'chkazgichlarda erkin elektronlar kristall panjara orqali harakatlanadi, bu panjarani metallning musbat ionlari hosil qiladi, ular o'zaro manfiy zaryadlangan elektrdan gaz (tok tashishda ishtirok eta oladigan erkin elektronlar to'plami) vositasida bog'langan bo'ladi.

Qattiq o'tkazgichlarda tokni fakat eleshronlar harakati vujudga keltiradi. Ular elektron elektr o'tkazgichlardir.



1.7 – rasm. Metallarning kristall panjarasi

Suyuqlik va gazlarda zaryadlarni musbat va manfiy ionlar tashiydi. Ularning harakati — musbat ionlarning maydon yo'nalishida va manfiy ionlarning unga teskari yo'nalishda harakatlanishi elektr tokni vujudga keltiradi. Bunday o'tkazgichlar ionli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi va ikkinchi tur o'tkazgichlar deyiladi. Qarshilik R

yoki r harfi bilan belgilanadi.

Om qonuni tok, kuchlanish va qarshilik orasidagi miqdoriy bog'lanishni ifodalaydi. Shu qonunga muvofiq energiya manbaisiz zanjir kismining qarshiligi uning uchlari orasidagi kuchlanish V ga to'g'ri proportsional va tok I ga teskari proportsional:

$$r = U/I$$

Qarshilik om hisobida (Ω) o'lchanadi. Qarshilik birligi 1 Ω o'tkazgich uchlariidagi kuchlanish 1 V bo'lganda 1 A tokli o'tkazgichning qarshiligiga teng. Katta qarshiliklarni o'lchash uchun karrali birliklar: kiloom ($k\Omega$) va megom ($M\Omega$) qo'llaniladi.

Elektr eanjirining elektr qarshiligidan foydalanish uchun mo'ljallangan elementiga rezistor (ingl. resistance — qarshilik so'zidan) deyiladi. 1- jadvalda rezistorlarning shartli grafik belgilanishi ko'rsatilgan.

Berk elektr zanjirda eyuk zanjirning alohida qismlaridagi kuchlanishlar yig'indisiga teng, binobarin Om qonuni asosida shu zanjirning qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$r = E/I$$

Bu qarshilik zanjir alohida qismlarining qarshiliklari yig'indisidan iborat bo'lib, unga energiya manbaining ichki qarshiligi ham kiradi. Eyuk manba ichidagi elektr maydon kuchlarini va manbaning ichki qarshiligini engib manba ichida zaryadlarni manfiy kismadan musbat qismaga siljitishi lozim. Odatda elektr zanjirning qarshiligi nisbatan kichik bo'lgan ichki qarshilik $r_{\text{ич}}$ bilan nisbatan katta qarshilik $r_{\text{таш}}$ — barcha tashqi zanjirning qarshiliklari yig'indisidan tarkib topadi. Shunday qilib, berk zanjir uchun Om qonuniga muvofiq tok

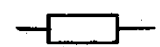
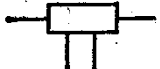
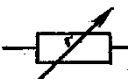
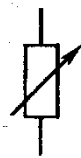
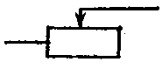
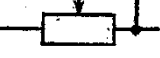
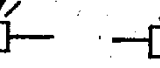
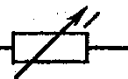
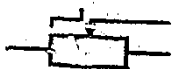
$$I = \frac{E}{r_{ich} + r_{tash}}$$

va binobarin, e'yuk $E=r_{ich}I+r_{tash}I$ bo'ladi. Manba qismalaridagi kuchlanish $U=r_{tash}I$ bo'lgani sababli

$$U = E - r_{ich}I. \quad (5)$$

1-jadval

Rezistorlarning shartli grafik belgilanishi

Rezistorlarning turlari	Shartli belgisi
Boshqarilmaydigan resistor	
Tarmoqlari bor boshqarilmaydigan resistor	
Boshqariladigan resistor (reostat)	
umumiy belgilanishi	
zanjir uzilganda	
zanjir uzilmaganda	
Boshqariladigan resistor (potensiometr)	
Umumiy belgilanishi	
Ravon boshqariladigan resistor (reostat)	
Bosqichli boshqariladigan resistor (potensiometr)	
	

Energiya manbai qismalaridagi (chiqishdagi) kuchlanish ichki kuchlanish pasayishi

tufayli eyuk dan kichik bo'ladi.

Elektr toki o'zgarmas kesimli to'g'ri o'tkazgichdan (simdan) o'tayotgan hol uchun elektr maydon tekis bo'ladi. Bunday sharoitlarda o'tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish U o'tkazgichdagi maydon kuchlanganligi E_m bilan uning uzunligi l ning ko'paytmasiga teng bo'ladi, ya'ni $U = E_m l$. O'zgarmas tok o'tkazgich kesimida tekis taqsimlanadi, shu sababli j harfi bilan belgilanadigan tok zichliga quyidagiga teng bo'ladi:

$$j = I/S \text{ ёки } I = jS$$

Shunday qilib, Ohm qonuniga asosan o'tkazgichning qarshiligi

$$r = U/I = E_m l / jS \quad (6)$$

Maydon kuchlanganligi E_m o'tkazgichda muayyan tok zichligini j vujudga keltiradi va o'tkazgichning hajm birligidagi erkin elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, u zichlik shuncha katta bo'ladi. Berilgan o'tkazgich materiali uchun E_m/j nisbat—deyarli o'zgarmas kattalikdir. Bu kattalik nisbiy elektr qarshilik deyiladi r , a grekcha ρ (ro) harfi bilan belgilanadi. Demak, $\rho = E_m/j$. Bu ifodani (6) formulaga qo'ysak, to'g'ri o'tkazgichning qarshiligi uchun quyidegi ifodani olamiz:

$$r = \rho \frac{l}{S}$$

Bu formuladan ko'pincha o'tkazgichlarning qarshiligi yoki ularning ko'ndalang kesim yuzini hisoblashda foydalaniladi.

Tegishli material (alyuminiy yoki mis) uchun r ning qiymati jadvallardan olinadi. SI da hajmiy qarshilik deyiladigan nisbiy qarshilik sifatida qirralari 1m bo'lgan kubning qarama-qarshi tomonlar orasidagi qarshiligi qabul qilingan. U $\text{Om} \cdot \text{m}^2/\text{m} = \text{Om} \cdot \text{m}$ da o'lchanadi. Lekin elektrotexnikada o'tkazgichlarning qarshiligi hisoblashda uzunlik l , odatda m hisobida, kesimi S — mm^2 hisobida o'lchanadi. Shu sababli elektrotexnik jadvallarda nisbiy qarshilik deganda, odatda, ko'rsatilgan

materialdan tayyorlangan, uzunligi 1 m va ko'ndalang kesimi 1 mm^2 bo'lgan o'tkazgichning qarshiligi tushuniladi. Bunday nisbiy qarshilik $\text{Om-mm}^2/\text{m}$ xisobida o'lchanadi. U Om-m da o'lchangan nisbiy qarshilikdan million marta (10^6) ortiq bo'ladi.

Jadvallarda nisbiy qarshilik muayyan temperaturada (odatda 20°C yoki 0°C da) ko'rsatiladi, chunki temperatura o'zgarganda u ham o'zgaradi, nisbiy qarshilikning temperaturaga bog'liqligi ancha murakkab. Lekin temperatura nisbatan tor doirada (200°C atrofida) o'zgarganda bu bog'liklikni taqriban quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$\rho_t = \rho_0(1 + at) \quad (8)$$

bunda ρ_0 — boshlang'ich temperaturadagi nisbiy qarshilik; t — temperaturaning o'zgarishi; a — qarshilikning temperatura koeffitsienti, toza metallar uchun taqriban $1/273 = 0,004$ ga teng (a — bu temperatura 1°C ga o'zgarganda qarshilikning 1 Om ga o'zgarishi). Toza metallarda koeffitsient a musbat bo'ladi. Qotishmalarda u musbat ham, manfiy ham bo'lishi mumkin. Jumladan, reostatlar, o'lchov qarshiliklari va boshqalarni tayyorlashda ishlatiladigan qotishmalar uchun a ning qiymati juda kichik bo'ladi. Bunday qotishmalarga manganin (84% mis, 12% manganets, 3% nikel), konstantan va hokazo kiradi, Elektrolitlar va grafitdan yasalgan bu-gomlarning temperatura koeffitsienti manfiy bo'ladi, ya'ni temperatura ko'tarilishi bilan ularning nisbiy qarshiligi kamayadi. O'tkazgichning qarshiligi uning nisbiy qarshiligiga proportsional, shu sababli rezistor qarshiligining temperaturaga bog'liqligi uning materiali nisbiy qarshiligining bog'liqligi kabi bo'ladi. Qarshilikning temperaturaga bog'liqligidan elektor qarshilik termometrlarida temperaturani o'lchash uchun keng ko'lamda foydalaniladi.

Qarshilikka teskari katgalik utkazuvchanlik. deyiladi:

$$g = 1/r,$$

SI sistemasida o'tkazuvchanlik birligi simens (Sm)

$$1 \text{ Sm} = 1/\Omega \text{m}.$$

Tegishli nisbiy o'tkazuvchanlik

$$\nu = 1/p.$$

O'tkazuvchanlik tushunchasidan ko'p hollarda parallel ulangan elektr energiyasi iste'molchilarini hisoblashlarda foydalaniladi.

POTENSIAL VA ELEKTR YURITUVCHI KUCH

Potentsial (lat. potentia —imkoniyat so'zidan) yordamchi kattalik bo'lib, kuch maydonidagi (xususan elektr maydondagi) fizik jismning ish bajara olish xususiyatini xarakterlaydi.

Musbat elektr zaryadi elektr energiyasi manbaining musbat qutbida bo'lganida muayyan potentsial energiyaga ega bo'ladi. U tekis maydonda kuchlanganlik E_m ta'sirida maydon yo'nalishida t masofaga siljiganida quyidagicha ish bajaradi:

$$A = qE_m t.$$

Zaryad q ning potentsial energiyasi xuddi shuncha kattalikka kamayadi. Potentsial energiyaning bunday kamayishi zaryadning ancha yuqori potentsialli nuqtadan (musbat qutbda) potentsiali pastroq nuqtaga (u zanjirda musbat qutbdan t masofada bo'ladi) o'tishi natijasida sodir bo'ladi. Potentsialga nisbatan «katta» va «kichik» terminlar o'rniga «yuqori» va «past» degan terminlar ishlatishga sabab uni mexanik sistemaga o'xshatishdandir. Bunday sistemada yuk G turgan balandlik h yukning potentsial energiyasi Gh ni belgilaydi. Potentsialning xarfiy belgisi— φ yoki V . Zaryad q m

nuqtadan n nuqtaga o'tganida ish bajariladi, bu ish shu nuqtadagi potentsiallar ayirmasining zaryadga ko'paytmasiga teng:

$$A_{mn} = q(\varphi_m - \varphi_n)$$

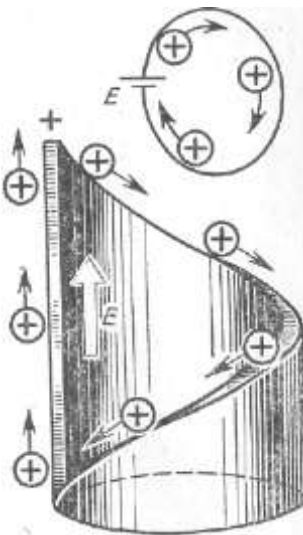
Xuddi shu ishni m va n nuqtalar orasidagi kuchlanish orqali aniklash mumkin:

$$A_{mn} = qU_{mn}$$

Keyingi ikkala formulani o'zaro taqqoslab, kuyidagicha yozish mumkin:

$$\varphi_m - \varphi_n = U_{mn}$$

Binobarin, o'zgarmas tok zanjirining ikki nuqtasidagi (potentsial elektrostatik maydonning ikki nuqtasidagi) potentsiallar ayirmasi shu nuqtalar orasidagi kuchlanishga teng. Bu ifoda kuchlanish qanday birlikda ifodalansa potentsial ham shu birlikda, ya'ni volt xisobida ifodalanishi lozimligini ko'rsatadi.



1.8- rasm. Poteniialning yopik elektrzaijir bo'ylab
o'zgarishining hajmiy modeli

Potentsial son jihatidan musbat elektr zaryad birligining ko'rilayotgan nuqtadan potentsiali nolga teng deb qabul qilingan nuqtaga tomon siljnganida maydon kuchlari

bajargan ishi (teskari qiymatli) bilan aniqlanadi. Elektrotexnikada urning potentsiali, ya'ni nixoyatda yirik o'tkazgich bo'lgan er sharining potentsiali nolinci potentsial deb hisoblanadi. Ko'p hollarda potentsial emas, balki nolning tanlanishiga bog'liq bo'lmagan potentsiallar ayirmasi amaliy ahamiyatga ega bo'ladi.

Elektr zanjirida elektr toki asosan manfiy zaryadli erkin elektronlarning elektr maydonning shartli yo'nalishiga teskari yo'nalishda harakatlanishidan vujudga keladi. Lekin elektronlarning harakati musbat zaryadlarning maydon yo'nalishi bo'yicha harakatlanishiga ekvivalent bo'ladi. Elektr zanjirlar nazariyasini o'rganishda, odatda, musbat zaryadlarning harakatlanishi ana shunday tasavvur qilinadi. Elektr energiyasi manbaining tashqi zanjirida musbat zaryadlar yuqori potentsialli nuqtalardan ancha past potentsialli nuqtalarga tomon harakatlanadi. Elektr energiyasi manbaining ichida sharoit boshqacha bo'ladi, Bunda shu zaryadlar past potentsialli nuqtadan — energiya manbaining manfiy qismasidan — yuqori potentsialli nuqtaga — shu manbaining musbat qismasiga tomon siljishi kerak. Zaryadlarning yuqori potentsialli nuqtalarga bunday siljishi tashqi kuchlar (yopiq zanjirga nisbatan), masalan mashina generagorlarida elektromagnit induksiya, fotoelementlarda nur energiyasi, galvanik elementlarda ximiyaviy proiess ta'sirida sodir bo'ladi. Bu tashqi kuchlar elektr energiyasi manbainyng ichida elektr yurshpuvchi kuch ($e \cdot yu \cdot k$) hosil qiladi, bu kuch zanjirda musbat zaryadlarning past potentsialli nuqtalardan siljishiga sabab bo'ladi. $U \cdot E$ yoki e harfi bilan belgilanadi. $E \cdot yu \cdot k$ go'yo elektr zaryadlarni eng yuoqori elektr sathga ko'taradi. 8- rasmda ko'rsatilgan xajmiy diagramma elektr zanjirda zaryadlarning aylanma harakatini tasvirlaydi.

Tashqi kuchlar bajaradigan ish A ning musbat elektr birligiga nisbati elektr energiyasi manbaining $e \cdot yu \cdot k$ ga teng, ya'ni:

$$A/q = E.$$

Lekin bu ish tashqi zanjirda q ni elektr energiyaci manbaining musbat qismasidan manfiy qismasiga siljiganida sarflanadi.

Демак, $A = q \sum_{k=1}^n U_k$ бунда $\sum_{k=1}^n U_k$ — yopiq zanjir qismlaridagi kuchlanishlar

yig'indisi, u zanjirdagi e.yu.k ga teng, ya'ni:

$$E = \sum_{k=1}^n U_k$$

QUVVAT

Energetik sharoitlar xarakteristikasi uchun ish qanchalik tez bajarilganligi muhim ahamiyatga ega. Vaqt birligi ichida bajarilgan ishga quvvat deyiladi:

$$P = A/t.$$

Agar zaryadlarning harakati o'zgarmas tok hosil qilgan bo'lsa, u holda:

$$q = I t$$

bunda t — zaryadning ko'chishi uchun ketgan vaqt. Binobarin, t vaqt ichida bajarilgan ish $A = q U$. O'zgarmas tok va kuchlanish elektr zanjiridagi quvvat

$$P = A/t = U I.$$

Shu ifodani $U = I R$ yoki $I = U / R$ qonuniga asosan o'zgartirsak, o'zgarmas tok quvvatining uch ifodasini hosil qilamiz:

$$P = U I = I^2 R = U^2 / R. \quad (10)$$

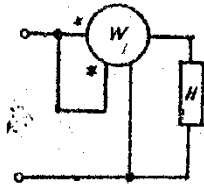
Quvvatning bu ifodalaridan hisoblash shartiga qarab foydalaniladi.

Quvvatning o'lchov birligi sifatida vatt ishlatiladi ($Вт$) = $В$. $А.с = J/c$ yoki $J = Вт \cdot c$.

Vatt — bu 1 s davomida 1 J ga teng ish bajariladigan quvvat. Elektr zanjirida bu quvvat o'tkazgichda uning uchlaridagi kuchlanish 1 V va tok kuchi 1 A bo'lganda sarflanadigan quvvatdir. Katta quvvatlarni o'lchash uchun qarrali birliklar ishlatiladi: kilovatt (kVt) q 1000 Vt va megavatt (mVt) q 1 000 000 Вт. = $1 \cdot 10^6$ Вт; kichik quvvatlar

uchun — millivatt (mBt) = 10^{-3} Bt va mikrovatt = $1 \cdot 10^{-6}$ Bt.

Quvvat o'lchanadigai pribor - vatt-metrning ikkita o'lchov zanjiri (ikkita g'altagi) bo'ladi, ulardan biri (tok zanjiri) ampermetr singari o'lchash ob'ekt bilan ketma-ket ulanadi (9-rasm), ikkinchi kuchlanish zanjiri bulib, u shu ob'ektga voltmetr kabi parallel ulanadi.



1.9- rasm. Vattmetrni ulash sxemasi

Ish va energiyaning asosiy birligi joule kichik bo'lgani sababli elektrotexnika ustanovkalarda o'lchashda ishni o'lchashning amaliy birligi sifatida, odatda joule nisbatan ancha katta birlik - kilovatt-soat ishlatiladi. U 1 kVt o'zgarmas quvvatda bir soat davomida bajarilgan ishdur, Demak, $1 \text{ kBt} \cdot \text{c} = 3600.000 \text{ J}$.

KIRXGOF QONUNLARI

REZISTORLARNI PARALLEL VA ARALASH ULASH

Kirxgof qoidalarini ham doyladigan Kirxgofning ikkita qonuni murakkab elektr zanjirlarni hisoblashda ishlatiladi va ularning elektr holatini to'liq aniqlaydi. Murakkab zanjirlar uchun tarmoq, tugun va kontur degan tushunchalar qo'llaniladi. Elektr zanjir tarmog'i — zanjirning bitta tok o'tadigan qismi bo'lib u ketma-ket ulangan elementlardan—rezistorlar, elektr energiyasi manbalari va shunga o'xshashlardan tarkib topadi. Elektr zanjir tugun — bu uchta yoki undan ko'p tarmoqlarning biriktirilgan joyi. Zanjir konturi — bu bir necha tarmoqlar bo'ylab aylanib o'tish mumkin bo'lgan istalgan yopiq yo'l. 10-rasmdagi zanjir uchta tarmoqdan tarkib topgan, ulardan bittasida elektr energiya manbai E_3 ikkita tugun va uchta kontur bor.

Kirxgofning birinchi qonuni (toklar uchun qonun) elektr zanjir tugunlariga taalluqlidir. Bu qonunga muvofiq elektr zanjirning istalgan tugunida tugundan yoʻnalgan toklarning yigʻindisi tugunga yoʻnalgan toklarning yigʻindisiga teng. 10-rasmda $I = I^1 + I^2$. Boshqacha aytganda, zanjirning isalgan tugunida toklarning algebraik yigindisi nolga teng:

$$\sum I = 0, \quad (11)$$

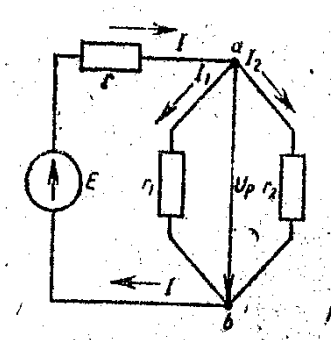
bunda tugundan yoʻnalgan toklar musbat, tugunga yoʻnalganlari-manfiy hisoblanadi.

10-rasmda $I - I^1 - I^2 = 0$ yoki $I^1 + I^2 = I$. Kirxgofning birinchi qonuni elementar zarrachalar zaryadi saqlanish printsiplining oqibati hisoblanadi, bu zarrachalar statsionar harakatlanganda tok hosil boʻladi.

Kirxgofning birinchi qonuni va Om qonuni asosida tarmoqlanishning, ya'ni rezistorlarni parallel ulashning umumiy oʻtkazuvchanligi va qarshiligi aniqlanadi. Agar rezistorlar bitta tugunlar juftiga (10-rasmda a va b tugunlar) tutashtirilgan boʻlsa, u holda ular parallel ulangan va, demak, bitta kuchlanish U_p ostida boʻladi.

Ikkita rezistor r_1 va r_2 parallel ulanganida alohida tarmoqlardagi toklar Om qonuniga muvofiq quyidagicha boʻladi;

Binobarin, $I_1/I_2 = r_2/r_1 = g_1/g_2$, parallel ulanganda toklar qarshiliklarga teskari proportsional tarmoqlarning oʻtkazuvchanligiga toʻgʻri proportsional taqsimlanadi. Kirxgofning birinchi qonuniga asosan energiya manbaining tokil= $I_1+I_2=U_p(I/r_1+I/r_2)$ boʻladi.



1.10- rasm. Rezistorlarni aralash ulash

$$I_1 = U_p I_{r_1}; I_2 = U_p I_{r_2}.$$

Kuchlanish U_p ning tarmoqlanish umumiy toki I ga nisbati tarmoqlanishning qarshiligini ko'rsatadi, ya'ni ekvivalent rezistorning shunday qarshiligiki, u ikkita parallel biriktirilgan rezistorlar o'rniga ulanganida qolgan barcha zanjirda elektr sharoit o'zgarmaydi. Tarmoqlanishning ekvivalent qarshiligi quyidagicha bo'ladi:

$$r_e = \frac{U_p}{I} = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 + r_2}$$

Umumiy holda bir necha rezistor parallel ulanganida umumiy tok va, demak

$$r_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^n 1/r_k}$$

Xususan, uchta rezistor r_1, r_2, r_3 parallel ulanganda ekvivalent qarshilik

$$r_e = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3} = \frac{r_1 r_2 r_3}{r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3}$$

Agar qarshiliklar tegishli o'tkazuvchanliklar bilan almashtirilsa, tarmoqlanish uchun Om qonunining ifodasi juda soddalashadi;

$$g_k = 1/r_k$$

Bunday almashtirishdan keyin ikkita rezistor parallel ulangan Om qonuni quyidagi shaklga keladi:

$$I = U_p (g_1 + g_2)$$

umumiy holda esa

$$I = U_p (g_1 + g_2 + \dots + g_n) = U_p \sum_{k=1}^n g_k$$

Kirxgofaing birinchi qonunini va Om qonunini tatbiq etib, rezistorlarni aralash ulashni hisoblab chiqish mumkin. Zanjirda faqat bitta elektr energiyasi manbai bo'lganda uni ko'pincha aralash ulash sifatida, yani parallel ulangan bir necha rezistor boshqa rezistorlar bilan ketma-ket ulangan deb qarash mumkin. 10-rasmda r_1 va r_2 rezistorlar parallel ulangan va rezistor r bilan ketma-ket ulangan. Bunday zanjirni hisoblash uchun dastlab tarmoqlanishni ekvivalent qarshilikka almashtirish, so'ngra esa zanjirni ketma-ket ulangan ikkita rezistor sifatida hisoblab chiqish mumkin. Tarmoqlanish ekvivalent qarshiligi

$$r_e = \frac{r_1 r_2}{r_2 + r_1}$$

Endi zanjirga r va r_e ketma-ket ulangan deb qarash mumkin. Umumiy tok

$$I = \frac{E}{r + r_e} = \frac{E}{r + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}}$$

Tarmoqlardagi tugunlar orasidagi kuchlanish quyadagiga teng:

$$U_T = I r_e = I \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

Om qonuniga asosan ikkita tarmoqdagi tok

$$I_1 = U_T / r_1 \quad \text{va} \quad I_2 = U_T / r_2$$

10-rasmda biror manba energiyasini simlar orqali ikkita iste'molchiga (r_1 va r_2) uzatish sxemasi tasvirlangan, deb hisoblash mumkin, bu erda I_g — tarmoq simlarida kuchlanishning pasayishi, energiya iste'molchilardagi (masalan, elektr lampalardagi)

kuchlanish.

Kirxgofning ikkinchi qonuni berk elektr zanjir konturlaridagi muvozanatni xarakterlaydi. Bu qonunga muvofiq har qanday berk koiturada, e.yu.k.ning algebraik yig'indisi shu konturga kiradigan rezistorlardagi kuchlanishlarning algebraik yig'indisiga teng, boshqacha aytganda e.yu.k. ning algebraik yig'indisi konturning tegishli qismlaridagi toklarning qarshiliklariga ko'paydmasining algebraik yig'indisiga teng:

$$\sum E = \sum I r$$

Bu ifodada yo'nalishi ko'rib chiqilayotgan konturni aylanib o'tishshinig ixtiyoriy tailangan yo'nalishi bilan mos tushadigan e.yu.k. va tokni musbat deb hisoblash kerak.

Kirxgofniig nkkpichi qonuni zanjir istalgan nuqtasining poteitsiali uning zanjirdagi o'rniga ko'ra aniklanadi, degan fikrning oqibati hisoblanadi. Bu Knrxgofning nkkinchi qonunining yozilishidan yaqqol ko'rinadi: $\sum E = \sum I r = 0$, ya'ni berk konturni aylanib o'tishda potentsial o'zgarishlarning algebraik yig'indisi nolga teng, chunki istalgan berk konturni aylanib o'tgandan keyin biz boshlang'ich nuqtaga, binobarin boshlang'ich potentsialga qaytamiz.

Kirxgofning ikkinchi qonuni tarkibida ikkita va undan ko'p elektr energiyasi manbalari bo'lgan ko'p elektr zanjirlarni hisoblashda tatbiq etish lozim. Bunday zanjirda (11-rasm) toklarni hisoblashda Kirxgofnnng ikkala qonunining tenglamasini tuzish uchun dastlab zanjirdagi toklarning yo'nalishini ixtiyoriy belgilab olish kerak, So'ngra tugunlar uchun tenglamalar tuzishda shu iarsani nazarda tutish kerak-ki, bunda mustaqil tenglamalar soni tugunlar soni m dan bitta kam bo'ladi, ya'ni shunday tenglamalar soni m-1 ga teng; bu shart shundan kelib chiqqanki, bunda har qaysi tarmoqning toki tugunlar tenglamasida ikki marta ishtirok etadi, chunki har qaysi tarmoq ikkita tugunga ulanadi. Shunday qilib, oxirgi tugunning toklar tenglamasiga boshqa tugunlar tenglamalariga kirgan toklargina kiradi. Zanjirni hisoblash uchun bu tenglamaning foydasi yo'q. Masalan, oddiy zanjirda (11-rasm) ikkita tugun a hamda b (m-2) bor va, binobarin, a tugunga doir Kirxgofning birichi qonuniningfaqat bitta mustaqil tenglamasini tuzish mumkin:

$$-I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad (12)$$

b tugun uchun tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$I_3 + I_1 + I_2 = 0,$$

ya'ni uning tarkibida birinchi tenglamadagi toklargina bo'ladi.

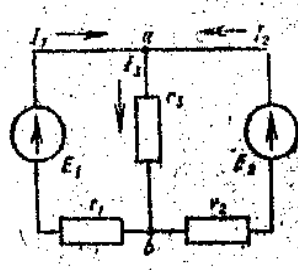
Kirxgofning ikkinchi qonuni asosida tenglamalar tuzishda aylanib o'tish konturlarini shunday tanlash kerakki, bunda har qaysi keyigi konturga ilgari aylanib o'tilgan konturlarga ulanmagan kamida bitta tarmoq kirsin. Tarmoqlar soni n noma'lum toklar soniga teng. Ana shu n toklarni aniqlash uchun Kirxgofning birinchi qonuni asosida $(m - 1)$ tenglama oldin tuzilgan. Demak, Kirxgofning ikkinchi qonuniga ko'ra toklarni hisoblash uchun yana $n - m + 1$ tenglama tuzish kerak. 11- rasmdagi $n = 3$, $m = 2$ sxema uchun Kirxgof ikkinchi qonunining tenglamalari soni $n - m + 1 = 2$ bo'ladi. Bu tenglamalar quyidagicha bo'ladi:

$$E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3;$$

$$E_2 = I_2 r_2 + I_3 r_3;$$

Bu sxemadagi uchinchi konturda dastlabki ikki konturga kirgan tarmoq bor, shu sababli $E_1 - E_2 = I_1 r_1 - I_2 r_2$ tenglama hisoblash uchun kerak emas.

Shunday qilib, noma'lum toklar n ni aniqlash uchun n tenglama tuziladi,



1.11-rasm. Ikkita elektr energiyasi manbai bor zanjir.

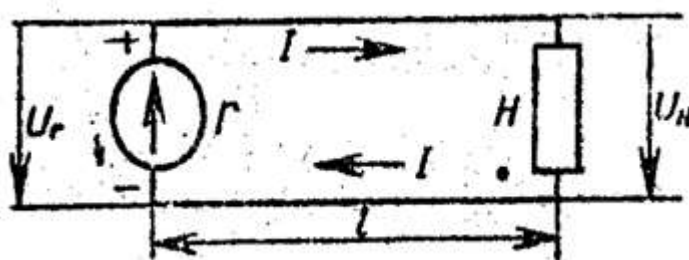
ularni birgalikda echish lozim. Agar berilgan sonlarni qo'yib chiqqandan keyin biror tokning qiymati manfiy chiqib qolsa, u holda -tokning haqiqiy yo'nalishi hisoblash boshida taxminan olingan yo'nalishga teskari bo'ladi.

Tenglamalar sistemasini birgalikda echish bilan bog'liq bo'lgan bunday hisoblashga ancha vaqt sarflash kerak, shu sababli murakkab elektr zanjirlarni hisoblashning qator maxsus metodlari bor, lekin ularning hammasi nazariy jihatdan Kirxgofning ikkala qonuni bilan asoslanadi.

SIMLARNI ISROFLARGA VA KUCHLANISH O'ZGARISHIGA HISOBLASH

Elektr energiyasini uzatishda liniya simlarining kesimini shunday tanlash kerakki, elektr energiyasi iste'molchilariing qismalarida normal ish kuchlanishi U_n (nominal kuchlanish) ta'minlansin. Bu ayniqsa yoritish ustanovkalari uchun muxim, chunki kuchlanish nominalga nisbatan fakat 5% ko'payganda normal lampaning enish! davomiyligi (xizmat muddati) 50 % ga kamayadi; kuchlanish 5 % pasayganda esa shu lampaning yorug'lik oqimi 18% ga kamayadi.

Simlarning kesimi yuzasini hisoblashda odatda quyidagilar ma'lum bo'ladi: elektr energiyasi manbaining (generatorning) kuchlanishi U_r manbadan nagruzkagacha bo'lgan masofa l , elektr energiyasi iste'molchilarining normal ishlashi uchun zarur bo'lgan nagruzka qismlaridagi kuchlanish U_H va tok yoki nagruzka quvvati U_H va tok yoki nagruzka quvvati P_H Om qonuniga ko'ra bunday zanjirniig sxemasiga (12-rasm) muvofiq kuchlanish.



1.12- rasm. Elektr znergiyasi uzatish liniisining sxemasi

$$U_r = I r_{\text{л}} + I r_{\text{H}} = I r_{\text{л}} = U_H \quad (13) \text{ liniya simlaridagi qarshilik}$$

$$r_n = \rho \frac{2l}{S}$$

bunda ρ —sim materialining (odatda alyuminiyning) nisbiy qarshiligi; $2l$ — liniyaning umumiy uzunligi; S -sim kesimining izlanayotgan yuzasi.

$U_r - U_H = \Delta U$ ayirma liniyadagi kuchlanish isrofi; tok o'zgarmas bo'lganda u kuchlanishning kamayishiga teng. Formulani tegishlicha o'zgartirib, quyidagini olamiz

$$\Delta U = I \rho \frac{2l}{S}$$

bundan kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$S = \frac{I}{\Delta U} \rho 2l$$

Kesim yuzasining shu yo'l bilan topilgan qiymatini odatda sim kesim yuzasining eng yaqin standart qiymatiga qadar yaxlitlashga to'g'ri keladi.

Agar tok emas, balki nagruzka qurilmasining quvvati P_H berilgan bo'lsa, u holda hisoblash metodi o'zgarmaydi, faqat oldin tokni aniqlash

$$I = P_H / U_H \quad \text{lozim.}$$

Ko'p hollarda nagruzka qurilmasining toki o'zgaruvchan bo'ladi, uning o'zgarishi esa kuchlanish isrofi ΔU Uning tegishlicha o'zgarishini keltirib chiqaradi; shu sababli energiya va iste'molchilarining qismlaridagi kuchlanishning eng katta va ekg kichik toklarda nominal qiymatidan chetga chiqishini hisoblab topish zarur bo'ladi.

«Elektr ustanovkalarining tuzilish qoidalarini» ga (qisqacha PUE) ko'ra, kuch tarmoqlarida (shu jumladan o'zgaruvchan tok tarmoqlarida) normal rejimda kuchlanishning energiya manbaidan tarmoqning eng uzoq nuqtasigacha bo'lgan oraliqda yo'l qo'yiladigan isrof 5% dan oshmasligi kerak.

Turarjoy binolarida eng uzoqda joylashgan yorilish lampalarida kuchlanish lampalarning nominal kuchlanishdan 5% dan ortiq kamaymasligi, sanoat korxonalari va jamoat binolarida esa -2%dan ortiq, kamaymasligi lozim.

Bir xil quvvatning o'zini past kuchlanish va katta tokda yoki yukori kuchlanish va past tokda uzatish mumkin, bu katta amaliy ahamiyatga ega.

12-rasmda ko'rsatilgan energiya uzatishning eng oddiy sxemasiga qaytamiz. Ushbu tenglamani

$$U_2 = I r_a + U_H$$

tokka ko'paytirib, uni quvvatning zanjirda taqsimlash teqlamasiga aylantiramiz:

$$U_2 I = I^2 r_a + U_H I,$$

bunda $U_2 I$ —generatorning quvvati; $I^2 r_a$ —liniya simlarida quvvat isrofi (qizishga); $U_H I = P_H$ —nagruzka istismol qiladigan quvvat. Agar nagruzka simlaridagi kuchlanish ikki marta oshirilsa, u holda o'sha quvvatni olish uchun tokni ikki marta, ya'ni $I' = I/2$ qiymatga qadar kamaytirish lozim. Shunda liniya simlaridagi isroflar (r_a , o'zgarmas bo'lganda) to'rt marta kamayadi chunki

$$I'^2 r_a = I^2 r_a / 4.$$

Binobarin kuchlanish ikki marta ortganda, uzatishdagi quvvat isrofi protsentini o'zgartirmay saqlash uchun liniya simlarining kesim yuzasining to'rt marta kamaytirish yoki uzatish liniyasini to'rt marta uzaytirish kerak.

O'TKAZGICHLARNING TOK TA'SIRIDA QIZISHI VA SIMLARNI QIZISHGA HISOBLASH

Elektr zanjirda qarshilikning roli mexanik sistemadagi ishqalanishning roliga o'xshaydi. Rezistorlarda elektr energiyasi qaytmas ravishda o'zgarib, ichki energiyaga – issiqlikka aylanadi. Bunday o'zgarish erkin elektronlarning ilgarilama xarakat qilib elektr toki hosil qilishida atomlar bilan qo'shimcha to'qnashuvi tufayli sodir bo'ladi. Bunday to'qnashuvlarda elektronlar o'tkazgich atomlariga (metallarda musbat ionlarga) qo'shimcha energiya beradi. Bu energiya kristall panjaralarning tugunlaridagi musbat ionlarning tebranishini kuchaytiradi.

Tokning o'tkazgichdan ajratib chiqaradigan issiqlik miqdori Q (J) zaryad qsiljiganida elektr maydon bajaradgan ish A ga teng: $Q = A = Uq = UIt$ yoki $U = Ir$ va $I = Uq$ ni qo'ysak, quyidagini olamiz:

$$Q = I^2rt = U^2gt, \quad (15)$$

Agar issiqlikni joule hisobida emas, balki kaloriya hisobida ifodalasak, $Q = 0,24 I^2rt = 0,24 U^2gt$ kaloriya bo'ladi.

Bu Joule-Lentz qonuni bo'lib, elektr toki o'tganida o'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini aniqlaydi. Bu qonunni ingliz olimi J.Joule va undan bexabar holda rus akademigi E. X. Lentz aniqlaganlar.

Toshkent issiqlik ta'siri bir tomondan zararli qushimcha hodisa hisoblanadi. Elektr energiyasi manbaini uning iste'molchilari bilan tutashtiradigan simlarning tok ta'sirida qizib ketishi simlarni tok bilan nagruzkalashni cheklaydi, chunki temperaturning ko'tarilishi izolyatsiyaning emirilishiga olib keladi. Shu sababli ko'p hollarda simlarni kuchlanish isrofiga hisoblashning o'zi etarli bo'lmaydi, ularni qizib ketishga ham qo'shimcha hisoblash zarur bo'ladi.

Elektr mashina. va apparatlarda chulg'amlar simining qizib ketishi iomaqbul, lekin muqarrar hodisa hisoblanadi. XX asr boshlarida tayyorlangan elektr mashinalar kam qizir edi, chunki ularning o'lchachamlari va, jumladan, simlarining kesim yuzasi katta zapas bilan tanlanadi.

"Kaloriya — issiqlik miqdorining sistemadan tashqari birligi— bu bir gramm suvni 19,5 dan 20,5°S ga qadar (normal bosimda) isitish uchun zarur bo'lgan issiqlikdir: 1

$k_{al} = 4,1868 \text{ J}$.

Lekin keyinchalik konstruktorlar mashinaning massasi va o'lchamlarini kichraytirishga, shuningdek, qimmatli rangli metallarni tejashga harakat qilib, hozirgi elektr mashina apparatlarning nominal nagruzkada qizishini izolyatsiya materiallar uchun yo'l qo'yiladigan chegaraga etkazib qo'ydilar. Elektr mashinalarda issiqlik ko'payishi ularning f. i. k ni tegishlicha kamaytirdi va ajralib chiqayotgan issiqlikni olib ketish uchun maxsus choralar ko'rishni (ventilyatsiya va hokazo) taqazo qiladi, issiqbardoshligi yuqori bo'lgan yangi izolyatsiya materiallari ishlab chiqildi. Materiallardan to'liq foydalanilishi tufayli elektr mashinalar, apparatlar va priborlarning massasi bilan o'lchamlarini 2—3 va undan ko'p marta kamaytirishga erishildi.

Ikkinchi tomondan, elektr tokining qizdirishidan cho'g'lanish lampalarida, elektr pechlarda, turmushdagi elektr isitish priborlarida, shuningdek, elektr ustunovkalarini qisqa tutashuvlaridan va o'ta nagruzkalardan saqlash priborlarida foydalaniladi.

Amalda elektrotexnik qurilmaning temperaturasi shu tokka muvofiq qiymatga birdaniga etmasligini hisobga olishga to'g'ri keladi. Dastlab o'tkazgichda issiqlikning bir qismi Q_n o'tkazgich temperaturasi ko'tarilishiga sarflanadi, qolgan qismi Q_{at} esa o'tkazgich sirtidan atrof-muhitga tarqaladi:

$$Q = I^2 r t = Q_k + Q_{at}.$$

Lekin o'tkazgich temperaturasi ko'tarila borgan sari uning atrof-muhitga issiqlik berishi ham ortadi. Nihoyat, muvozanat qaror topib, issiqlik berish tokning qizdirishi tufayli issiqlik kelishiga teng bo'lib qoladi. $I^2 r t = Q_{at} = K_{at} S_{at} u_t$, bunda K_{at} — o'tkazgichning nisbiy issiqlik berishi; S_{at} —issiqlik berish sirti; u_m —o'tkazgich temperaturasi atrof-muhit temperaturasidan maksimal ko'tarilishi.

Shu ifoda asosida o'tkazgichning berilgan sharoitda atrof-muhitganisbatan qizishi mumkin bo'lgan maksimal temperaturasini aniqlash mumkin:

$$u_m = \frac{I^2 r}{K_{at} S_{at}} \quad (16)$$

$$K_{at} S_{at}$$

Shu narsani ta'kidlab o'tamizki, o'tkazgichning yo'l qo'yiladigan temperatura qiymati $T_{o'T}$ temperaturaning ortishi u_M bilan atrof- muhit temperaturasi T_M yig'indisiga teng, ya'ni $T_{o'T} = T_M + u_M$ yoki $u_M = T_{o'T} - T_M$ bo'lib, shundan ortib ketmasligi kerak.

Masalan, mashinalarning chulg'ami $105—150^{\circ}\text{S}$ dan ortiq qizib ketmasligi lozim. Um ni hisoblashda atrof - muhit temperaturasi sifatida shu temperaturaning mumkin bo'lgan eng noqulay qiymati $Q4000\text{S}$ olinadi. Demak, shu chulg'am uchun

$$u_M = 90 - 40 = 50^{\circ}\text{C}.$$

Tok qizdirayotgan qurilmaning temperaturasi asta-sekin ko'tariladi va jismning issiqlik sig'imi (jism temperaturasini 10S ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik) qancha katta bo'lsa, shuncha sekin ko'tariladi. Demak, qisqa, lekin muayyan muddatga ancha katta o'ta nagruzka bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Elektr tarmoqlari simlarining har qaysi kesimi uchun (16) formula asosida issiqlik hisobini bajarish juda qiyin, bunga sabab nisbiy issiqlik berish koeffitsienti K_{at} ning izolyatsiya sharoitiga, tashqi sharoitlarga bog'liqligi va sim bo'ylab K_{at} ning o'zgaruvchanligidir. Xuddi shu sababli liniya simlarini qizishga hisoblash uchun sim va kabellarga uzoq vaqt uchun yo'l qo'yiladigan tok nagruzkalari jadvali qo'llaniladi. Ular PUE va spravochniklarda keltirilgan. Shu jadvallarga muvofiq simning kesim yuzasi kattalashishi bilan tokning yo'l qo'yiladigan zichligi I/S kamayadi, bu esa simning kesim yuzasi ortishi bilan issiqlik berish nisbiy sirtining kamayishi oqibatidir.

Shunday qilib, simlarning kesim yuzasini hisoblash tartibi quyidagicha: dastlab yo'l qo'yiladigan kuchlanish isrofi asosida simning kesimi yuzasi aniqlanadi va natija eng yaqin standart qiymatga qadar yaxlitlanadi; so'ngra qizdirish sharoitlari bo'yicha tekshirib ko'rish uchun tok nagruzkalarining tegishli jadvalidan yul qo'yilgan kuchlanish isrofiga ko'ra tanlangan kesim yuzasi uchun tok topiladi. Agar bu jadvaldagi tok kuchlanish isrofi bo'yicha hisoblangan tokdan katta bo'lsa, u holda kuchlanish

isroflarini hisoblashda topilgan kesim yuzasini tanlash mumkin. Agar jadvalda ko'rsatilgan tok hisoblangandan kichik bo'lsa, u holda kesim yuzasini jadval talablariga mos keladigan darajada kattalashtirish zarur bo'ladi.

2 – маъруза

Электр токининг магнит майдони ва уни характерловчи катталиклар. Электромагнит индукция қонуниятлари ва магнит занжирини ҳисоблаш

Режа:

- Магнит майдони ҳақида тушунча.
- Электр токининг магнит майдони.
- Магнит майдонини характерловчи катталиклар: магнит индукцияси, магнит сингдирувчанлик, магнит оқими, магнит майдон кучланганлиги.
- Тўлиқ ток қонуни.
- Магнитланиш эгри чизиги. Магнит занжири учун Ом қонуни.
- Магнит занжирини ҳисоблаш.
- Ампер қонуни. Чап кул қоидаси.
- Магнит майдон энергияси.
- Электромагнит индукция қонуни.

АДАБИЁТЛАР

- 1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й. 234 – 247 бетлар
- 2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й. 3 – 24 бетлар

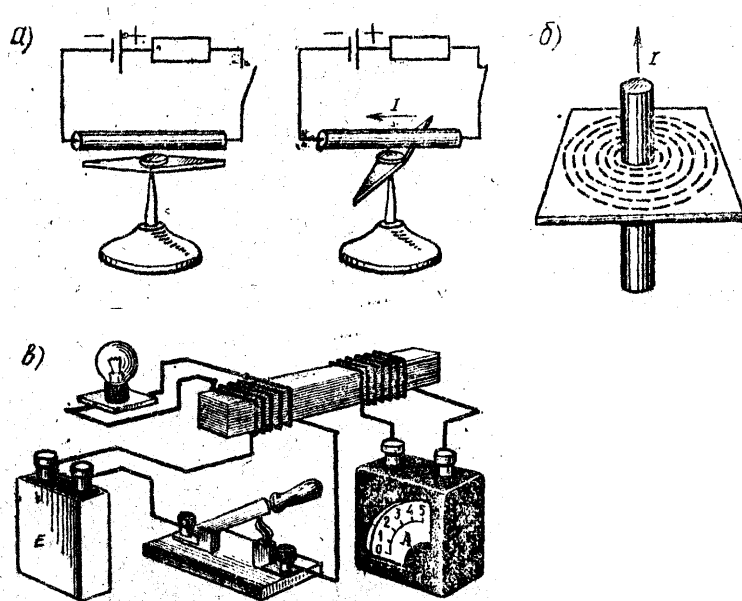
➤ 3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты

ELEKTROMAGNETIZM VA ELEKTOMAGNIT INDUKTSIYA ELEKTR TOKINING MAGNIT MAYDONI

Elektr toki o'zini o'rab turgan fazoda magnit maydon vujudga keltiradi. Bu maydon qator hodisalar yordamida aniqlanadi.

Magnit maydon magnit strelkasiga ta'sir etadi, strelka yukli o'tkazgichga perpendikulyar joylashishga ingiladi (2.1- rasm, a). Qarton list orqali tokli sim o'tkazib, karganga po'lat qirindilar to'kilsa, qirindilar sim atrofida konsentrik aylanalar bo'ylab joylashadi (2.1-rasm, b). Tokli o'tkazgichlar bir-biridan itariladi yoki bir-biriga tortiladi. Zanjirda tok ta'sirida paydo bo'lgan magnit maydon shu zanjirning har qaysi elementida magit oqim tutunishini xosil qiladi.

Tokning o'zgarishi bilan oqim tutunish o'zgaradi va zanjir elementlarida o'zinduksiya eyuk paydo bo'ladi. Odam tutunishning element tokiga nisbati uning induktivlik kattaligini ifodalaydi.



2.1- rasm-
Elektromagnetizm
hodisasi:

a — tokli o'tkazgich
magnit strelkasiga ta'sir
etadi, b — po'lat
qirindilar tokli
o'tkazgich atrofiga
to'planadi, v — tok

zanjiri va o'zinduksiya
eyuk uzilganda elektor
yoyi paydo bo'ladi.

O'zinduksiya eyuk zanjir uzilganda uzilgan kontaktlar orasida elektr yoyi hosil bo'lishiga olib keladi (2.1- rasm, ϵ), G'altakka parallel ulangan lampaning yonish kuchlanishi elektr energiyasi manbaining kuchlanishidan ancha katta bo'lishiga qaramay, bu lampa ham o'zinduksiya eyuk ta'sirida birdaniga charaqlab ketadi. Nihoyat, g'altak ulanganda va uzilganda g'altakka tutashtirilgan, tokli zanjirdan izolyatsiyalangan, lekin tokning magnit maydondagi galvanometrning strelkasi og'adi — bu o'zaro induksiya xodisasining natijasidir.

Magnit maydonini istalgan nuqtasida uni xarakterlovchi asosiy kattalik magnit induksiya B dir. Magnit induksiya magnit mandon vujudga kelgan muhitning magnit xossalriga bog'liq. Magnit induktsiyaning qiymati moddaning tuzilishiga magnit holatiga bog'liq.

Tokli bitta kontur modda yo'ldirilgan bo'shliqda hamda vakuumda intensivligi turlicha bo'lgan magnit maydon hosil qiladi. Bakuumdagi maydonni vektor H bilan xarakterlash mumkin, unga magnit maydon kuchlanganligi deb ataladi. Induksiya B_0 bilan vakuumdagi maydon kuchlanganligi H_0 o'zaro $B_0 = \mu_0 H_0$ munosabatda bog'langan, bunda, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m — magnit doimiysi.

Magnit induktsiyasi bilan magnit maydon kuchlanganligi qora shrift bilan belgilanadi, bundan maqsad ularining fizik vektorlar ekanini ko'rsatishdir, ya'ni ular faqat son qiymatlar bilan emas, balki fazodagi muayyan yo'nalishi bilan ham aniqlanadi; bu kattaliklarning faqat qiymatlari (modullari) ko'rib chiqiladigan hollarda ular odatdagi shrift bilan belgilanadi.

Magnit induktsiyaning magnit maydon kuchlanganligiga nisbati absolyut magnit singdiruvchanlik μ (myu) deyiladi :

$$\mu_0 = B / H$$

Lekin ko'p hollarda moddaning absolyut magnit singdiruvchanligi μ_0 emas, balki nisbiy magnit singdiruvchanliga ko'rsatiladi:

$$\mu_r = B / B_0 = \mu_a / \mu_0$$

MAGNIT KATTALIKLAR BIRLIKLARI

Birliklar sistemasi (SI) magnit kattaliklarning birliklarini elektromagnetizm qonunlari asosida tegishli elektr va mexanik birliklar orqali aniqlaydi. Magnit maydon kuchlanganligi H metrga to'g'ri keladigan amper (A/m) bilan o'lchanadi. Bir amper taqsim metr — bu cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichning 12,566 A (4π A) toki o'tkazgichning o'qidan 2 m masofada vujudga keltirgan magnit maydon kuchlanganligi. Birlikning o'lchami (A/m) va u to'liq tok qonuni asosida aniqlangan.

Magnit oqimi Φ veber hisobida (Vb) o'lchanadi. Bir veber shunday magnit oqimmiki, unda u bir sekundda nolga kamayganida oqim bilan tutashgan konturda bir volt induksiya eyuk hosil bo'ladi: demak, $Vb = B \cdot c$. Birlikning o'lchami va uni aniqlash elektromagnit induksiya qonuniga asosan berilgan.

Magnit induksiya tesla (Tl) da o'lchanadi, 1 tesla — bu bir tekis shunday magnit maydon induktsiyasiki, unda 1 m² yuza orqali o'tadigan, maydon yo'nalishiga perpendikulyar magnit oqimi bir veberga teng bo'ladi. Demak, $Tl = Vb/m^2$.

Absolyut magnit singdiruvchanlik μ_a va magnit doimiysi μ_0 metrga to'g'ri keladigan om·sekundda o'lchanadi. $\mu_a = B / H$ bo'lgani sababli absolyut magnit singdiruvchanlik birligi quyidagi o'lchamlarda o'lchanishi kerak:

$$\frac{T}{A / m} = \frac{Vb \cdot m}{m^2 A} = \frac{B \cdot s}{A \cdot m} \cdot \frac{Om \cdot s}{m}$$

Induktivlik genri (Gn) da o'lchanadi. Konturda kuchi 1 A bo'lgan tok shu kontur bilan tutashgan 1 veber oqim hosid qilsa, bunday konturning induktivligi bir genri bo'ladi. $Gn = Vb / A = B \cdot s / A = Om \cdot s$ bo'lgani uchun μ_a ning birligi Gn/m bo'ladi.

SI da birlk tegishliha tanlab olingani tufayli elektromagnetizm qonunlarining formulalarida hech qanday o'zgaras koeffitsientlar bo'lmaydi. Bu sistema rasionallashtirilgan. Lekin u bilan birga rasionallashtirilmagan elektromagnetizm sistema SGS (μ_0 ning magnit birliklari) dan foydalanishga ham ruxsat etiladi; bu sistemaning asosiy birliklari santimetr, gramm, sekund va bo'shliqning birga teng deb olinadigan hamda o'lchamsiz absolyut magnit singdiruvchanligi μ_0 magnit doimiysi.

Bu sistemada kuchlangallik H ersted (E) da o'lchanadi:

$$IA/m = 4\pi \cdot 10^{-5} E$$

Magnit oqimi F maksvelda o'lchanadi (Mks) $1Vb = 10^8$ Mks.

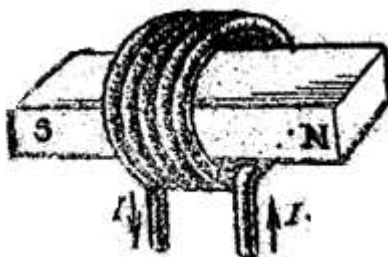
Magnit induksiya B gausslarda o'lchanadi (Gs). $1T = 10^4$ Gs.

Induktivlik santimetr (sm) da o'lchanadi $1Gn = 10^9$ sm. :

SGS μ_0 sistemasidan foydalanishda shuni nazarda tutish kerakki, bu sistemada elektromagnetizm formulalari rasionallashtirilmagan; ularda koeffitsient 4π bo'ladi.

DIAMAGNIT, PARAMAGNIT VA FERROMAGNIT MODDALAR

Atom yadrosi atrofida doiraviy orbita bo'yicha harakatlanadigan elektron doiraviy tokka teng qiymatlidir; shu sababli atom va molekulalar ichida zaryadlangan zarrachaldr. harakatlangani tufayli barcha moddalar magnit xossalarga ega bo'ladi. Moddalarning atom va molekulalari ichida go'yo doiraviy toklar («Amperning molekulyar toklari») bo'ladi.



2.2 – rasm. Tok o'tadigan g'altakdagi

po'lat sterjen.

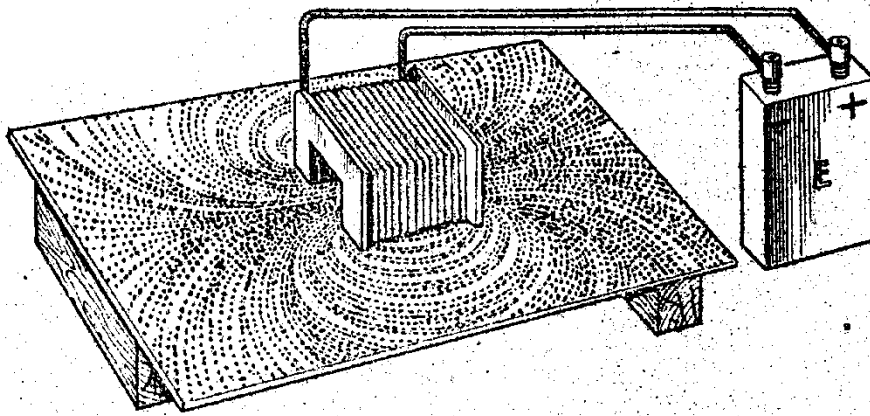
Har bir shunday tok ma'lum maydonni vujudga keltiradi. Lekin moddalarda bu ichki toklarning yo'nalishi tartibsiz bo'ladi, shu sababli ularda tashqi magnit maydon bo'lmaydi.

Moddalar tashqi magnit maydonlardagi (masalan, tokli sim g'altakning ichida vujudga kelgan maydondagi) moddaning tabiatiga qarab paramagnet va diamagnet moddalarga bo'linadi. Paramagnet moddalar tashqi magnit maydon ta'sirida o'z magnit maydonini hosil qiladi, bu maydon tashqi maydon yo'nalishi tomonga yo'nalgan bo'lib, uni kuchaytiradi. Diamagnet moddalar ham tashqi magnitlanishda o'z magnit maydonini hosil qiladi, lekin u tashqi maydon yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ldi va binobarin, bu asosiy maydonni birmuncha susaytiradi. Nisbiy magnit singdiruvchanlik paramagnet jismlarda $\mu_r > 1$ va diamagnet jismlarda $\mu_r < 1$ bo'ladi.

Lekin ko'p paramagnet va diamagnet jismlarda magnit singdiruvchanligi birdan kam farq qiladi, shuning uchun amalda elektrotexnik hisoblashlarda bu farqni e'tiborga olmasdan barcha jismlarning magnit singdiruvchanligini birga teng, deb hisoblash mumkin. Masalan, paramagnet alyuminiyda $\mu_r = 1,000023$, diamagnet misda $\mu_r = 0,99991$.

Paramagnetiklarning alohida, oz sonli, lekin amalda juda muhim gruppasini *ferromagnetiklar* (lat. "ferrum"-temir) tashkil etadi –bular temir, kobalt, nikel', ba'zi siyrak –yer elementlari (gadolinii va hokazo) hamda ferromagnetmas elementlardan tarkib topgan ferromagnet qotishmalardir. Ferromagnetliklardan magnit singdiruvchanlik katta o'zgaruvchan.

Ferromagnet materiallar elektr mashinalar, transformatorlar va turli elektromagnet apparatlar hamda priborlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.



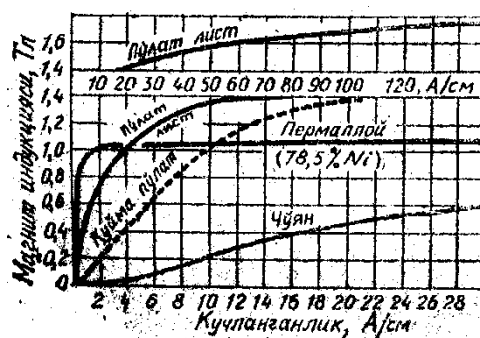
2.3- rasm. Tok o'tadigan g'altakning magnet maydonidagi qirindilar.

Ular magnet maydoni kuchaytirish va unga zarur konfiguratsiya berish uchun xizmat qiladi. Bu materiallar magnet maydonda magnetlanadi. Masalan, tok o'tadigan g'altakka joylashtirilgan po'lat sterjen (2.2-rasm) magnetlanib qoladi. Uning bir uchida shimoliy qutb N (magnet strelkasi yordamida bunga ishonch hosil qilish mumkin), ikkinchi uchida esa – janubiy qutb S vujudga keladi. Shundan keyin tok uzilsa yoki sterjen g'altakdan olinsa qoldiq magnetlanish ta'sirida sterjenda ma'lum darajada magnet xossalari saqlanib qoladi. Transformatorlar va elektr mashina hamda apparatlarning ko'p qismlarini yasashda ishlatiladigan elektrotexnik po'latda qoldiq magnetlanish kam bo'ladi; bu po'lat – magnet yumshoq materialdir. Lekin doimiy magnetlar tayyorlash uchun ishlatiladigan magnet qattiq materiallarda (masalan, temirning kobalt bilan qotishmalarida) qoldiq magnetizm ancha kuchli bo'ladi. Shuni takidlab o'tamizki, magnet maydonda ferromagnetiklar bo'lmaganda magnet doimiysi μ_0 ni kuchlanganlik bilan induksiya orasidagi o'zgarmas proporsionallik koeffitsienti, deb hisoblash mumkin, ya'ni $B=\mu_0 H$ va $\mu_a=\mu_0$.

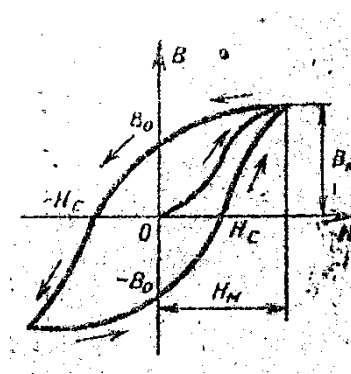
SI da B bilan H birliklari elektromagnetizmning ikkita turli qonuni asosida bevosita aniqlangan, shu sababli magnet doimiysiga aniq son qiymat beriladi $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m.

Elektrotexnik qurilmalar magnit maydonning tasvirini ancha yaqqol ko'rsatish uchun magnit chiziqlarning ish modeli keng qo'llatilsiladi. 2.3- rasmda g'altak maydonining po'lat qirindilar yordamida hosil qilingan tasviri ko'rsa-tilgan. Magnit chiziqlirning yo'nalishi sifatida kompas strelkasining — magnit maydoniga kiritilgan magnit strelkasining shimoliy uchi ko'rsatgan yo'nalishini hisoblash shartli qabul qilingan. Magnit maydon zich joylashtirilgan cho'zilgan elastik naylar sifatida tasvirlanadi: naylarning yo'nalishi induksiya vektorlari bilan ustma-ust tushadi. Magnit chiziqlari shu naylarning o'qi sifatida qaraladi va magnit maydon tasvirida magnit chiziqlari bilan faqat ana shu o'qlar tasvirlanadi. Shu tsvirdan (rasmdan) foydalanib, magnit induksiyaning magnit chiziqlarining zichligi sifatida, ya'ni magnit maydon yo'nalishiga perpendikulyar, binobarin, magnit chiziqlari yo'nalishiga perpendikulyar yuza birligi (1 m^2 yoki 1 sm^2) orqali o'tadigan magnit chiziqlarining soni sifatida yaqqol aniqlash mumkin. Magnit maydon induktsiyasi va kuchlanganligi. magnit maydonning ayrim nuqtalaridagi sharoitni ko'rsatadi. Magnit maydonni xarakterlaydigan yig'indi kattalik magnit oqimi F dir (magnit induktsiyasi vektorining oqimi). Barcha nuqtalarida induksiya bir xil bo'ladigan tekis maydonda $F=BS$, bunda S — oqim o'tib ketadigan va uning yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan sirt yuzasi. Agar magnit maydon tekis bo'lmasa, u holda oqim F , uning hosil qiluvchisi kichik yuzalardan ΔS_k o'tadigan, magnit oqimlarining yig'indisi ΔF_k sifatida aniqlanadi va yuzalarda induktsiyatni o'zgarmas deyish mumkin: $F = \sum_{k=1}^n \Delta F_k = \sum_{k=1}^n B_k \Delta S_k$. Magnit oqimini ma'lum yuzadan o'tib ketadigan barcha magnit chiziqlarining yig'indisi sifatida qarash mumkin. Magnit chiziqlarining muhim xossasi — ularning berkligidir, ya'ni ular shu chiziqlarni vujudga keltiradigan (uyg'otuvchi) elektr toki chiziqlarini qamrab oladi.

Elektrotexnik hisoblashlar uchun ferromagnetik magnit induktsiyasi B ning magnit maydon kuchlanganligi H ga bog'liqligi muhim ahamiyatga ega.



2.4- rasm. Turli xil ferromagnit materiallarning magnitlanish egri chiziqlari.



2.5-rasm. Dastlabki magnitlanish egri chizig'i va gisterezis sirtmog'i.

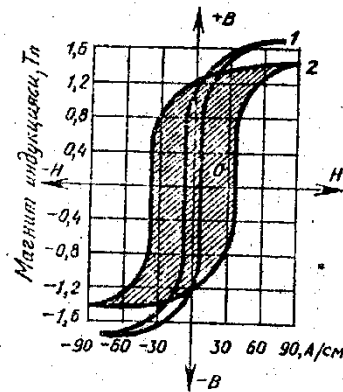
Bu bog'liqlik nisbatan murakkab va uni biror oddiy formula bilan ifodalab bo'lmaydi. Shuning uchun hiroblashlarda standart ferromagnit materiallar uchun tuzilgan B ning H ga bog'liqlik jadvallaridan yoki shu bog'liqlikning grafik tasviridar — magnitlanish egri chizig'idan foydalaniladi. 2.4 - rasmda keng ko'lamda ishlatiladigan bir necha ferromagnit materiallarning magnitlanish egri chiziqlari ko'rsatilgan. Bunday egri chiziqning shakli materialning magnit xossalari bilan aniqlanadi. Uning pastki tarmog'i to'yinmagan holatga, bukilgan joyi («tirsagi» xam deyiladi) - to'yingan xolatga o'tshiga muvofiq keladi. Bu «tirsak» ayniqsa permalloyda — o'lchash asboblari, magnitli ekranlar, rele va hokazolarda ishlatiladigan temir bilan nikeldan tarkib topgan qotishmada yaqqol ifodalangan.

Ko'p xollarda magnit gisterezisining ta'sirini hisobga olish zarur, ferromag-nekdagi magnit induksiya gisterezis tufayli faqat maydonning berilgan kuch-langonligi bilan

emas, balki jismning oldingi magnit holati bilan ham aliqlanadi. **Gisterezis** (grekcha kechikish ma'nosini bildiradigan so'zdan) — qoldiq magnitlanish bilan uzviy bog'liq bo'lgan hodisa; ferromagnetikda tashqi maydon vujudga keltirgan magnit siljishlar ma'lum darajada qaytmadir. Ferromagnetikning magnitlanmagan boshlang'ich xolatini tiklash uchun ichki tortishish kuchlari yetarli emas. Tashqi maydon susayganida kuchlanglikning bir xil qiymatlarida induksiya magnit maydon kuchlanganligi ortib borgan vaqtdan katta bo'ladi. Magnitlovchi tok va u hosil qilgan kuchlanganlik H kamayganda gisterezis tufayli magnit induksiya oldin magnitsizlangan namuna uchun olingan, koordinata boshidan boshlanadigan dastlabki magnitlanish egri chizig'i bo'yicha emas, balki bir oz yuqoridan o'tgan egri chiziq bo'yicha kamayadi (2.5- rasm). Tashqi mandon yo'qolgandan (magnitlovchi tok uzilgandan) keyin ferromagnetikda ma'lum daryajada qoldiq induksiya B_0 bo'ladi. Induksiyani nolga qadar kamaytirish, ya'ni ferromagnetikni batamom magnitsizlash uchun manitsizlovchi tashqi maydon vujudga keltirish (g'altakdagi tokning yo'nalishini o'zgartirish) zarur; qoldiq magnitlanish yo'qotish uchun bu maydonning kuchlanganligi koertsitiv kuch deyiladagin H_c qiymatga yetishi kerak.

Teskari yo'nalishdagi maydon yanada kuchayganida ferromagnetikda teskari yo'nalishli induksiya vujudga keladi. Teskari maydonni asta-sekin kuchaytira borib (magnitlovchi tokni oshira borib) yana magnitga to'yinish sharoitini yaratish mumkin, unga induksiyaning maksimal qiymati B_m muvofiq keladi. So'ngra asta-sekin H ni kamaytirib, teskari yo'nalishdagi qoldiq induksiya B_0 ni olish mumkin. Magnitlovchi maydonning yo'nalishi yana o'zgartirilsa (magnitlovchi tokning yo'nalishini o'zgartirib), induksiyaning dastlabki maksimal qiymatga B_m qadar ko'paytirish mumkin. Shu yo'l bilan **gisterezis sirtmog'i** deyiladigan berk egri chiziq hosil qilish mumkin. Uning yuzasi ferromagnetik materialning hajm birligini qayta magnitlashning bitta sikliga sarflangan energiyaga proporsional bo'ladi.

Agar gisterezis sirtmog'ini yasashda magnit induktsiyasi $T_f=B \cdot c/m^2$ da kuchlanganlik esa A/m da ifodalangan bo'lsa, u holda sirtmoq yuzasining birligi $B \cdot c/m^2 \cdot A/m = B \cdot A \cdot c/m^2 = J/m^3$ bo'ladi.



2.6- rasm. Magnit yumshoq (1) va manit qattiq (2) materiallarning gisterezis sirtmog'i.

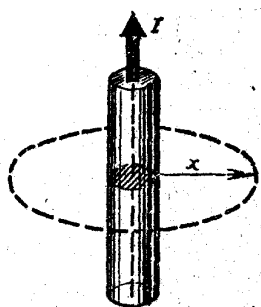
Transfopmatorlarning o'zaklari, o'zgaruvchan tok mashina va apparatlari siklik qayta magnitlanish sharoitida ishlaydi. Ularda gisterezis tufayli bo'ladigan isroflar iloji boricha kam bo'lishi uchun gisterezis sirtmog'i nisbatan, juda tor bo'lgan ferromagnit materiallar ishlatgan ma'qul (31-rasm, egrichiziq 1). Bunday materiallarga elektrotexnik po'lat list kiradi. Lekin doimiy magnitlar uchun koertsitiv kuchi va qoldiq induktsiyasi katta, binobarin, gisterezis sirtmog'i keng magnit qattiq material ishlatgan ma'qul (2.61-rasm, egri chiziq 2).

TO'LIQ TOK QONUNI

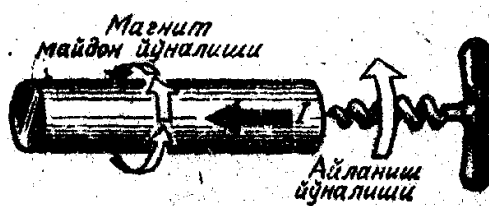
To'liq tok qonuni magnit maydon kuchlanganligining uni vujudga keltirgan toklarga bog'liqligini aniqlaydi. Eng oddiy holda to'g'ri chiziqli uzun simning o'qida x masofadagi maydonning kuchlanganligi H (32-rasm) quyidagicha bo'ladi:

$$H = \frac{1}{2\pi x} = \frac{1}{\tau},$$

Bunda $I=2\pi x$ sim atrofida x radiusda chizilgan aylananing uzunligini ifodalaydi. Bu aylananing barcha nuqtalarida sistemaning simmetriyasi tufayli magnit maydon kuchlanganligining yo'nalishi parma (shtopor) qoidasi yordamida aniqlanadi: agar parma o'tkazgichga tok yo'nalishi bo'yicha burab kiritilsa (33-rasm), u holda parma dastasining aylanish yo'nalishi shu tok vujudga keltirgan magnit maydonning yo'nalishi bilan mos keladi.



2.7-rasm. Tokli to'g'ri
chiziqli o'tkazgich

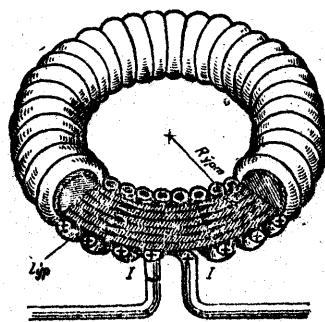


2.8-rasm. Parma qoidasi.

To'la tok qonunini tatbiq etishning ikkinchi eng oddiy holi – bu istalgan materialdan tayyorlangan, izolyatsiyalangan sim o'ralgan bir jinsli halqa (toroid) ning ichidagi magnit maydon kuchlanganligini hisoblashdir. Bunda magnit chiziqlar halqa kesimi ichida joylashgan aylanalar shaklida bo'ladi (34-rasm). Ular orasidagi ayrim o'ramlarning magnit chiziqlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan va o'zaro kompensatsiyalanadi. Magnit oqimi halqa ichida to'planadi. O'rta magnit chiziqlar uzunligi $l_{or}=2\pi R_{or}$, shu chiziq ichida joylashgan (unga tutashgan) toklarning yig'indisi I_{ω} ga – tokning g'altak o'ramlari soniga ko'paytmasiga teng. Shu sababli maydon kuchlanganligi barcha o'ramlardagi toklarning ta'iri orqali aniqlanadi.

$$H = \frac{I_{\omega}}{2\pi R_{or}}$$

Ko'p elektrotexnik qurilmalarda magnit zanjirida vujudga keltiriladi. Bunday zanjirni kichik qismlarga ajratish mumkin.



2.9-rasm. Sim bilan o'ralgan halqa (torond)

$$H_1 l_1 + H_2 l_2 + \dots + H_n l_n = \sum_{k=1}^n H_k l_k = I \omega \quad (25)$$

Bunda $\sum_{k=1}^n$ belgi ko'rib chiqilayotgan yig'indi n ta qo'shiluvchidan iborat ekanligini bildiradi. $H_k l_k$ kattalik— zanjirning k qismidagi magnit kuchlanshi, $I \omega$ kattalik esa — zanjirning magnit yurituvchi kuchi (myuk) deyiladi.

(25) tenglama magnit zanjiri uchun to'la tok qonunini ifodalaydi.

Eng oddiy holda bir jinsli magnit zanjiri uchun (34- rasm) to'la tok qonuni quyidagicha bo'ladi:

$$Hl = I \omega$$

MAGNIT ZANJIR UCHUN OM QONUNI

Magnit zanjirni elektr zanjir bilan taqqoslash mumkin, bu magnit kattaliklar nisbatlarini ancha yaqqol tasavvur qilishga imkon beradi.

Agar to'la tok qonuni ifodasida (25) magnit maydon kuchlanganligi o'rniga

$$H_k = \frac{B_k}{\mu_{a,k}} = \frac{\Phi}{S_K \mu_{a,k}}$$

qo'yilsa, u holda magnit oqimi quyidagicha bo'ladi:

$$\Phi = \frac{I \omega}{\sum_{K=1}^n \frac{l_K}{S_K \mu_{a,k}}} \quad (26)$$

Om qonuniga muvofiq elektr zanjirdagi tok

$$I = \frac{E}{\sum_{k=1}^n r_k} = \frac{E}{\sum_{k=1}^n \frac{l_k}{\gamma_k S_k}}$$

bunda l_k – o'tkazgichning uzunligi; S_k – o'tkazgichning kesim yuzasi; γ_k chiziqli o'tkazgichning nisbiy elektr o'tkazuvchanligi.

Magnit oqimi bilan tok uchun formulalarni bunday taqqoslash asosida olingan formulalardan birinchisi magnit zanjiri uchun Om qonuni deb ataladi. Ushbu nisbat bilan aniqlanadigan kattalik

$$\frac{l_K}{S_K \mu_{a,k}} = R_{M.K}$$

magnit qarshilik deb ataladi. Shunday qilib, magnit oqimi magnit yurituvchi kuchning magnit qarshiliklar yig'indisiga bo'linganiga teng.

Magnit zanjirdagi sharoitni elektr zanjirdagi sharoit bilan taqqoslash magnit zanjirni sifat jihatdan xarakterlash uchun qulay, lekin uni hisoblashda kam qo'llaniladi. Ferromagnetiklar bo'lmaganida magnit maydon ko'pincha tekis bo'lmaydi va magnit qarshilikni hisoblash qiyinlashadi. Agar magnit zanjir tarkibida ferromagnetiklar bo'lsa, u holda ularning magnit singdiruvchanligi oqim qiymatiga bog'liq bo'ladi va binobarin, Om qonunining ifodasida ikkita noma'lum bo'lib qoladi.

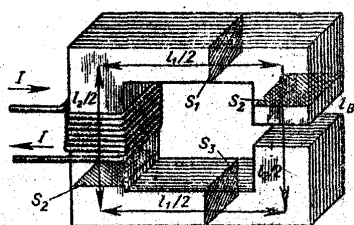
Formulalarning o'xshashligi protsesslarning o'xshashligiga mos emasligini esdan chiqarmaslik kerak. Elektr zanjirda erkin elektronlar harakat qiladi — bu uzluksiz energiya sarflashni talab qiladigan protess. Magnit zanjirda magnit induktsiyasi faqat

muhitning holati bo'lib, magnit yurituvchi kuch o'zgarmaganda o'zgarmaydi, ya'ni bunda material zarrachalar harakatlanmaydi.

MAGNIT ZANJIRNI HISOBLASH

Elektr mashina va apparatlarning magnit zanjirining biror qismida (odatda havo zazorida) magnit induktsiyasi hosil qilinishi kerak, buni qurilmaning ish sharoitlari talab qiladi. Demak, bunday zanjirni hisoblashdan maqsad berilgan induktsiyani hosil qilish uchun zarur bo'lgan magnitlovchi kuchni aniqlashdan iborat. Bu to'la tok qonuni asosida hisoblanadi, bu qonunga muvofiq magnitlovchi kuch zanjirning alohida qismlaridagi magnit kuchlanishlari yig'indisiga teng:

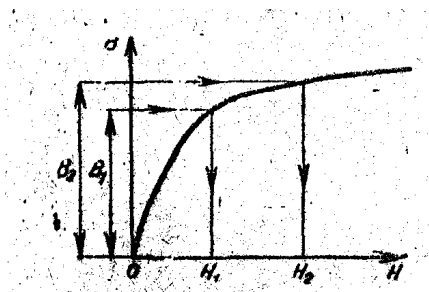
$$\sum_{K=1}^n H_K l_K = I \omega$$



2.10- rasm. Havo zazori bor magnit o'tkazgich

2.10-rasmda elektrotexnik po'lat listdan tayyorlangan magnit o'tkazgich hosil qilgan magnit zanjir ko'rsatilgan. Magnit o'tkazgichning kichikroq havo zazori l_x (oraliq) bor. Bunda magnit zanjir uch qismga bo'linadi: birinchi qism l_1 — ikkita yon sterjenlar, ikkinchi qism l_2 — o'zakning yuqorigi va pastki sterjenlari (ularning kesimi bir xil) va uchinchi qism- havo oralig'i l_x . Agar havo zazoridagi induktsiya B berilgan bo'lsa, u holda magnit maydonning bu zazordagi katta kuchlanganligi $H_x = B_h / \mu_0$ bo'ladi. So'ngra magnit o'tkazgichdagi magnit oqimi aniqlanadi. Oqimning havodagi kesim yuzasini

taqriban yonidagi qismning kesim yuzasi S_1 ga teng deb qabul qilish mumkin, demak, oqim $\Phi = B_x S_1$



2.11- rasm. Magnitlanish egri chizig'i yordamida kuchlanganlikni aniqlash

Birinchi qismdagi magnit induktsiyasi

$$B_1 = \Phi / S_1$$

Kuchlanganlikning unga mos keladigan qiymati H_1 ni magnit o'tkazgich materialining magnitlanish egri chizig'i yordamida topish mumkin (36-rasm). Shundan keyin $B_2 = F/S_2$ aniqlanadi va magnitlanish egri chizig'idan kuchlanganlik H_2 topiladi.

Qismlarning har biri uchun uzunlik l 35-rasimda ko'rsatilgandek o'rta magnit chizig'idan olinadi. Shundan keyin magnit yurituvchi kuchni aniqlash uchun to'la tok qonunidan foydalanish mumkin:

$$I\omega = H_h l_h + H_1 l_1 + H_2 l_2,$$

yoki, agar o'ramlar soni berilgan bo'lsa, magnitlovchi tokni ham topsa bo'ladi.

MAGNIT OQIMINING TOKLI O'TKAZGICHGA TA'SIRI

Barcha elektr dvigatellarda magnit maydonga joylashtirilgan tokli o'tkazgichlarga ta'sir etuvchi mexanik kuchlardan foydalaniladi.

Tokli to'g'ri chiziq o'tkazgich i ga magnit maydonida mexanik kuch f ta'sir etadi, bu kuch o'tskazgichni induksiya B vektori yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda siljitishga harakat qiladi.

Bu kuchning yo'nalishini aniqlash uchun *chap qo'l qoidasidan* foydalaniladi (37-rasm): chap qo'l kafti magnit chiziqlari unga kiradigan qilib (ya'ni B yo'nali-shiga tik) tutiladi; to'rtta barmoq o'tkazgich bo'ylab tok yo'nalishi bo'yicha cho'ziladi; shunda ochilib turgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir etuvchi mexanik kuchning yo'nalishini ko'rsatadi. Bu kuch *elektromagnit kuch* deyiladi, chunki u tok bilan magnit maydonning o'zaro ta'sirlashish natijasidir.

Tekis maydonda elektromagnit kuch magnit induktsiyasi B ning tok i ga ko'paytmasiga, shuningdek, o'tkazgichning aktiv uzunligiga (ya'ni o'tkazgichning magnit maydonidagi qismining uzunligiga) proportsioinal. Ko'p mashina sva apparatlarda o'tkazgichlar vektor B ning yo'nalishiga deyarli perpendikulyar joylashadi, bu holda kuch

$$f = BIl \quad (29)$$

Agar o'tkazgich vektor B ning yo'nalishi bilan α burchak hosil qilsa, u holda

$$f = BIl \sin \alpha .$$

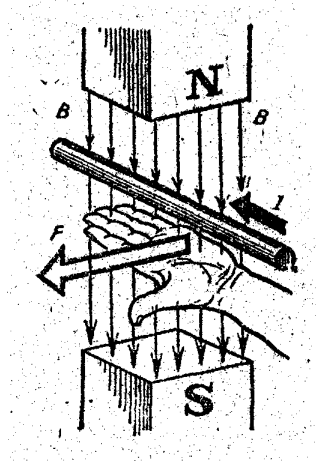
Agar magnit induktsiyasi 1 Tl, tok 1 A, aktiv uzunlik 1 m va burchak α ga $=90^0$ teng bo'lsa, u holda o'tkazgichga bir nyutonga (H) teng elektromagnit kuch tasir etadi.

O'tkazgich shu kuch ta'sirida siljiganida tegishlicha ish bajariladi, bu ish kuchning yo'l x ga ko'paytmasiga teng: $A=fx$; agar kuch $f=BIL$ bo'lsa, u holda $A=IBL_x$, $l_x=S$ — o'tkazgich kesib o'tgan yuza bo'lgani uchun $BS=F$ — o'tkazgich siljiganida kesib o'tgan magnit oqimi. Demak, o'tkazgich siljiganida elektron magint kuch bajargan ish

$$A = I\Phi$$

ya'ni tokning o'tkazgich siljiganida kesib o'tgan magnit oqimiga ko'paytmasiga teng. Si da bu ish joulda ifodalanadi. Ayrim zaryadlar harakatida ham magnit maydonning tasiri bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan tok i da uni zaryad q orqali ifodalash, mumkin, ya'ni $I=q/t$; yo'lning shu yo'l o'tilgan vaqtga nisbati harakatlanish tezligini $v = l/t$ ifodalangani sababli, zaryad q ga ta'sir etuvchi elektromagnit kuch (Lorents kuchi) quyidagicha bo'ladi:

$$f = Bq v \sin \alpha \quad (30)$$

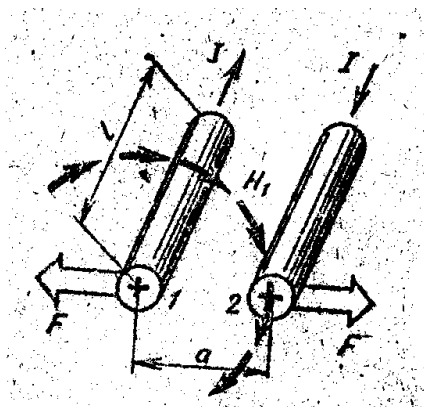


2.12-. rasm. Chap qo'l qoidasi

Kuchning yo'nalishini aniqlash uchun chap qo'l qoidasini tatbiq etish mumkin, bunda oldinga cho'zilgan barmoqlar musbat zaryadning harakat yo'nalishi tomon yo'nalgan bo'lishi kerak.

Elektromagnit kuch qonunidan foydalanib, ikki simli liniya simlarining o'zaro ta'sir kuchini osongina hisoblab topish mumkin, bunda simlarning o'qlari orasidagi masofa a ga teng. (38-rasm). Sim i dagi tokning magnit maydon kuch-langanligi a masofada (24) formulaga muvofiq quyidagicha bo'ladi:

$$H_1 = I / 2\pi a$$



2.13- rasm. Tok o'tadigan havo liniyasining ikkita parallel simi

Shu kuchlanganlik hosil qiladigan magnit induksiya:

$$B_1 = \mu_0 H_1 = \frac{\mu_0}{2\pi a} I_1.$$

Sim 1 magnit maydon kuchlanganligining yo'nalishi sim 2 ning yo'nalishiga perpendikulyar ($\alpha = 90^\circ$), demak, sim 2 ga ta'sir etadigan kuch

$$f_2 = B_1 I_2 l = \frac{\mu_0 l}{2\pi a} I_1 I_2 \quad (31)$$

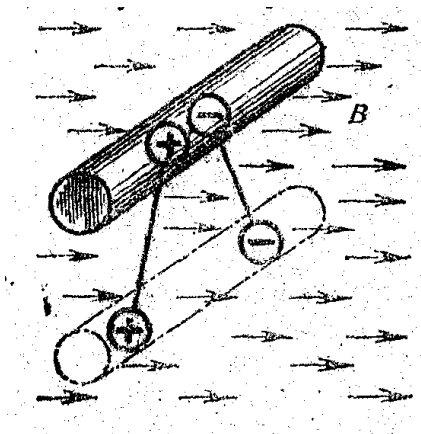
Sim 1 ga ham xuddi shunday, lekin teskari yo'nalishdagi kuch ta'sir qiladi. Ikki simli liniyada toklarning yo'nalishi qarama-qarshi bo'lib, simlar bir-biridan itariladi.

Ikkala kuch ham tok kuchining kvadratiga proporsional; shu sababli ustanovalarda qisqa tutashuvlarda toklar yuzlab marta ko'payib ketganida o'zaro ta'sir kuchlari o'n minglab marta ko'payadi va katta zarar etkazishi mumkin.

ELEKTROMAGNIT INDUKTSIYA VA LENTS PRINTSIPI

Elektrotexnika uchun M. Faradey kashf etgan elektromagnit induksiya qo-nuni muhim ahamiyatga ega. Bu qonuni o'tkazgichlar magnit chiziqlarini kesib o'tganda va o'tkazgichlardan hosil qilingan konturga tutashgan magnit oqimi o'z-garganda paydo

bo'ladigan EYUK ni aniqlashga xizmat qiladi, elektromagnit in-duksiya qonuni tajribalar asosida topilgan, lekin uni elektromagnit kuch qonunining mantiqiy oqibati deb hisoblash mumkin.



2.14- rasm. O'tkazgich magnit maydonda harakatlanganda zaryadlarning siljishi

Magnit maydonda harakatlanayotgan elektr zaryadga Lorents elektromagnit kuchi ta'sir etadi [(30) formula]. Zaryad q maydon yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishida v tezlik bilan harakatlanayotgan eng oddiy holda bu kuch $f_{em}=q v B$ bo'ladi. Bunday harakatlanish induktsiyaga perpendikulyar maydonda biror mexanik kuch ta'sirida o'tkazgich siljiydigan bo'lgandagina mumkin (39-rasm). O'tkazgichda erkin elektromagnit kuch ta'sir etib, ularni simning bitta uchiga siljitadi. Bu o'tkazgichning bir uchida manfiy zaryad va ikkinchi uchida musbat zaryad to'planadi, degan so'zdir. O'tkazgichda turli ishorali ikkita zaryad o'rtasida elektr maydon vujudga keladi kuchlanganlik E_k paydo bo'ladi. Turli ishorali zaryadlarning o'zaro tortishish kuchini (ko'pincha kulon kuchlari deyiladi) shu kuchlanganlik orqali ifodalash mumkin:

$$f_k = qE_k$$

O'zaro tortishish kuchi zaryadlarni ajratishga harakat qiladigan elektromagnit kuchni muvozanatlashi kerak:

$$f_{EM} + f_K = 0$$

Bu kuchlarning tegishli ifodalalarini qo'yib, quyidagini olamiz:

$$q \nu B = q E_k$$

uV ko'paytma induktsiyalangan elektr maydon kuchlangailigi deyiladi:

$$E_{m.ind} = \nu B$$

O'tkazgich tekis magnit maydonda harakatlanganda induktsiyalanadigan kuchlanganlik uning butun aktiv uzunligi l bo'yicha bir xil bo'ladi, demak, o'tkazgichda quyidagicha eyuk induktsiyalanadi:

$$E = E_{m.ind} l = \nu B l \quad (32)$$

O'tkazgich V ning yo'nalishiga nisbatan «burchak ostida harakatlanganda bu eyuk quyidagicha bo'ladi:

$$E = \nu B l \sin \alpha$$

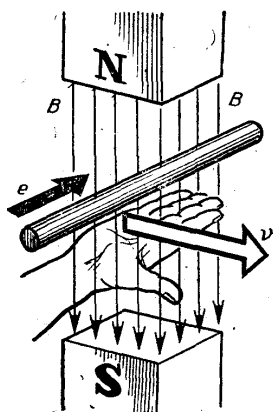
Induktsiyalangan EYUKning yo'nalihini *o'ng qo'l qoidasidan* foydalanib aniqlash mumkin (40-rasm): o'ng qo'lni magnit chiziqlari kaftga kiradigan qilib ko'yish kerak; bosh barmoqni o'tkazgichning harakat yo'nalishi bo'ylab yo'naltirish lozim; induktsiyalangan EYUKning yo'nalishini to'rtta oldinga cho'zilgan barmoq ko'rsatadi.

Induktsiyalangan EYUKning yo'nalishini aniqlash uchun ko'pincha Lents printsipini (Lents qoidasi yoki qonuni ham deyiladi) qo'llagan ma'qul; induktsiyalangan EYUKni keltirib chiqargan sababga qarshi ta'sir etishga harakat qiladi.

EYUK ni kontur bilan tutashgan magnit oqimining o'zgarishi orqali ifoda-lashning ancha umumiy ahamiyati bor. Uni hosil qilish uchun (32) formuladagi tezlik ν o'rniga yo'l Δx ning shu yo'l bosib o'tilgan vaqt Δt ga nisbati qo'yiladi: $\nu = \Delta x / \Delta t$ binobarin,

$$E = B \frac{l \Delta x}{\Delta t}$$

lekin ko'paytma $I\Delta x = \Delta S$ — bu o'tkazgich kesib o'tgan yuza (41-rasm), $B\Delta S = \Delta\Phi$ -



2.15- rasm. O'ng qo'l qoidasi

shu yuzadan o'tgan va o'tkazgich kesgan oqim. Demak,

$$[E] = \left[\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right] \quad (33)$$

bunda ΔF ni EYUK induktsiyalanadigan kontur bilan tutashgan oqim F ning o'z-garishi sifatida qarash mumkin; shunga asosan induktsiyalangan EYUK shu induk-tsiyalanish konturi bilan tutashgan magnit oqimining o'zgarish tezligiga teng. Agar magnit maydonda harakatlanayotgan o'tkazgich rezistor r ga tutashtirilsa, u holda induktsiyalangan EYUK konturda tok i hosil qiladi. Bu tok induktsiya-langan magnit maydon bilan o'zaro ta'sirlashib o'tkazgichning harakatlanishiga, ya'ni magnit oqimining o'zgarishiga—EYUK paydo bo'lish sababiga qarshi ta'sir etadigan mexanik kuchni vujudga keltiradi; xuddi ana shunda Lents printsiipi namoyon bo'ladi.

MAGNIT MAYDON ENERGIYASI

Magnit maydonida muhit alohida holatda bo'ladi. Bu holatni yaratish, magnit maydon hosil qilish uchun tegishli energiya sarflash zarur. Magnit maydon yo'qolganida bu energiya yo'qolmaydi u o'zinduktsiya eyuk ta'sirida yana zanjirga qaytadi. O'zinduktsiya eyuk paydo bo'lishining energetik sababi magnit maydon hosil bo'lishi yoki uning yo'qolishidir.

Magnit maydoya energiyasini miqdor jihatidan quyidagi mulohazalar asosida elektr zanjir parametrlari orqali ifodalash mumkin. Maydon hosil bo'lishidagi kuchlakshn tenglamasi $U = ir + L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ ni $i \Delta t$ ga ko'paytirib, uni zanjirning energetik tenglamasiga oson aylantirsa bo'ladi:

$$U i \Delta t = i^2 r \Delta t + L i \Delta i$$

Shu ifodaga muvofiq Δt vaqt orasida zanjirga beriladigan energiya $U i \Delta t$ qisman issiqlikka aylanadi — bu tenglama o'ng qismining birinchi ifodasi, energiyaning qolgan qismi esa magnit maydon hosil qilishga sarflanadi

$$L i \Delta i = \psi \Delta i = \Delta W_{mag}$$

Oqim tutinish gr tok i ga to'g'ri proportsional (agar magnit maydonda ferro-magnetiklar bo'lmasa). ψ ning i ga bunday chiziqli bog'lanishi grafik tarzda koordinatalar boshi orqali o'tadigan to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi (45-rasm).

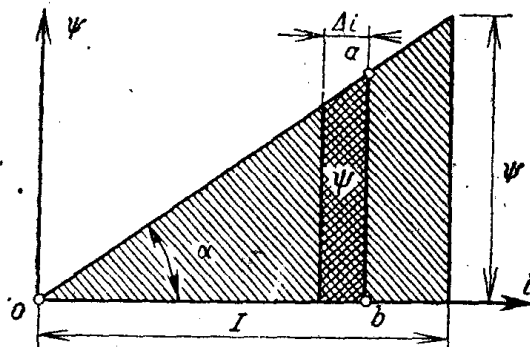
Bu to'g'ri chiziq abstsissalar o'qi bilan ma'lum burchak α hosil qiladi, u oqim tutinish bilan tokning barqaror qiymatlari nisbatidan aniqlanadi:

$$\psi / I = ktga ,$$

bunda k — yasash masshtabi.

Tok Δi ga ko'payganida energiyaning ortishi $\Delta W_{mag} = \psi \Delta i$ ushbu grafikda asosi Δi va o'rtacha balandligi gr bo'lgan trapetsiyaning yuzi orqali tasvirlanadi. Tok oxirgi barqaror qiymatiga $I = U/r$ etgach, magnit maydonda barcha Δi yuzalarning yigindisi

bilan tasvirlanadigan energiya to'planadi; demak, i tokda zanjirniig magnit maydonida yg'ailgan energiya yasash masshtabida katetlari ψ va i bo'lgan to'g'ri burchakli uchburchakning yuzi bilan aniqlanadi, ya'ni



2.17- rasm. Oqim tutinishning tokka chiziqli bog'liqligi

$$W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{\psi I}{2}. \quad (40)$$

Bu energiya joule hisobida o'lchanadi. Maydonning hajm birligida to'planadigan va magnit maydonning nisbiy energiyasi deyiladigan energiya $\omega_M = W_M / V$ bo'ladi, bunda V -maydon egallagan hajm. Agar magnit o'tkazgichda tekis maydon vujudga kelgan bo'lsa, u holda $\psi = \omega \Phi = \omega SB$, esa $I = Hl / \omega$, - demak

$$\omega_M = \frac{BH}{2} = \frac{B^2}{2\mu_a} \quad (41)$$

Mavzuni mustaxkamlash uchun savollar

1. Elektr toki magnit maydoni kuchlanganligining yo'nalishi qanday aniqlanadi?
2. Magnityumshoq va magnitqattiq materiallarning magnit xossalari qanday farq bor?
3. Gisterezis sikli deganda nima tushuniladi?

4. Magnit maydonidagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiladigan kuchning yo'nalishi qanday aniqlanadi?
5. Magnit maydon kuchlanganligi nimadan iborat?
6. To'g'ri chiziqli tokli o'tkazgach maydonida magnit chiziqlari qanday joylashadi?
7. Ferromagnitmas jismlarda magnit induktsiyasi kuchlanganlikka qanday bog'liq?
8. Ferromagnetiklarda magnit induktsiyasining magnit maydon kuchlanganligiga bog'liqligi qanday ifodalanadi?
9. To'la tok qonuni qanday bog'liqlikni ifodalaydi.
10. Magnit oqimining magnit yurituvchi kuch ga bog'liqligi qanday qonun bilan aniqlanadi?
11. Magnit doimiysi deganda nimani tushuniladi?
12. Elektr mashina va apparatlarda ferromagnit o'zaklar qanday maqsad uchun xizmat qiladi?

3 – маъруза

Ўзгарувчан ток занжирлари

Уч фазали ток занжирлари

Режа:

- 1.Ўзгарувчан ток занжирлари.**
- 2.Ўзгарувчан ток занжирларини характерловчи катталиклар.**
- 3.Ўзгарувчан токни ишлаб чикариш генераторлари.**
- 4. Уч фазали ток занжирлари.**
- 5. Уч фазали ток занжирларини уланиш усуллари.**

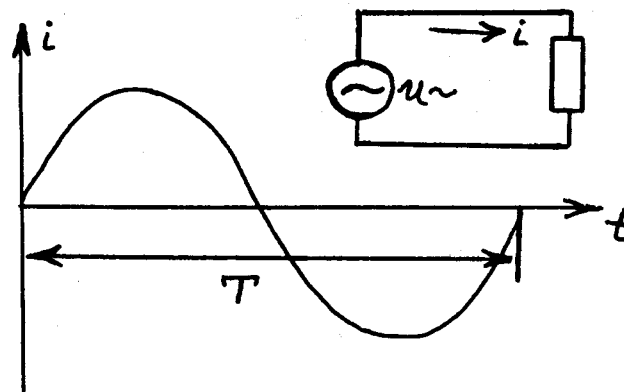
АДАБИЁТЛАР

- 1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й. 234 – 247 бетлар**
- 2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й.**
- 3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты**

O'zgaruvchan tok zanjirlari

O'zgaruvchan tok kattaliklari

O'z yo'nalishi va kattaligini davriy ravishda o'zgartirib turadigan tok (yoki kuchlanish) o'zgaruvchan deyiladi, bunda davr orasida uning o'rtacha qiymati nolga teng bo'lishi mumkin. Davr deyiladigan muayan vaqt oralig'i T dan keyin tokning o'zgarishi takrorlanadi. Davr davomiyligi sekunda o'lchanadi.

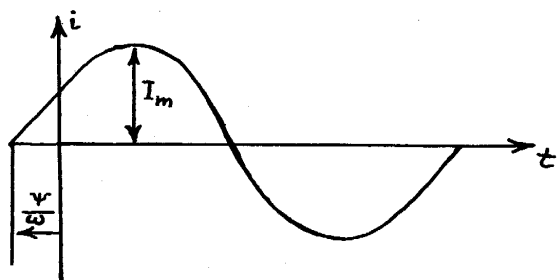


Bir sekunda davrlar soni chastota f deyiladi. Demak, chastota $f=1/T$. U gertsda (Gts) o'lchanadi, ya'ni o'zgaruvchan tokning davri bir sekundga teng bo'lsa, uning chastotasi bir gerts bo'ladi. Elektrotexnik qurilmalar kuchlanishining chastotasi standartlashtirilgan. Bu shuning uchun zarurki, o'zgaruvchan tok elektr mashina va apparatlari faqat ular xisoblangan bir xil muayan chastotada normal ishlaydi. SSSR da va ko'p mamlakatlarda ko'p sanoat qurilmalarining chastotasi 50 Gts, AKSh da – 60 Gts.

Chastotaning 50 Gts dan kamayishi nomaqbul, chunki chug'lanish lampalari ko'zga ko'rinadigan darajada lipillay boshlaydi; chastotaning ko'tarilishi xam nomaqbul, chunki u o'zinduktsiya eyuk ni proporsional ravishda oshiradi, bu esa xavo liniyalari simlaridan energiya uzatishni ancha qiyinlashtiradi.

Sanoatda maxsus maqsadlar uchun turli xil chastotali: tez yurar dvigatellarda 400 – 2000 Gts, elektr pechlarda 500 Gts – 50 MGts va xokazo chastotali o'zgaruvchan toklardan keng foydalaniladi. Radiotexnikada, televideniya (3 10^{10} Gts gacha) va sanoat elektronikasining ko'p qurilmalarida nisbatan kichik miqdordagi energiyani elektromagnit to'lqinlar vositasida simsiz uzatish uchun yuqori chastotali uzgaruvchan toklar zarur.

Yuqori chastotali qurilmalar uchun chastota o'rniga to'lqin uzunligi tushunchasidan – chastota f ga teskari proportsional kattalikdan keng foydalaniladi. O'zgaruvchan tokning davriy ravishda tebranishlari elektromagnit to'lqinlar xolida oxirgi v tezlik bilan tarqaladi. To'lqin tebranishi bir xil fazada, ya'ni qiymati va yo'nalishi bir xil bo'ladigan eng yaqin ikki nuqta orasidagi masofa to'lqin uzunligi deyiladi. Demak, to'lqin uzunligini bir davr mobaynida to'lqin bosib o'tadigan masofa sifatida aniqlash mumkin:



$$\lambda = vT = v/f$$

O'zgaruvchan tokning to'lqin uzunligini aniqlashda tezlik v ni vakuumdagi yorug'lik tezligiga teng 300000 km/s deb

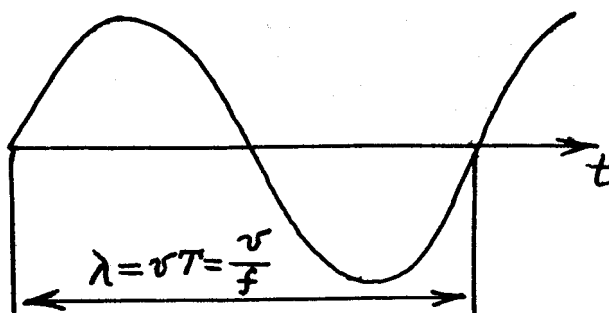
xisoblash kerak, binobarin

$$= 300000000/f \text{ m}$$

50 Gts chastotada to'lqin uzunligi

6000km, lekin $3 \cdot 10^{10}$ Gts chastotada

sm ga teng bo'ladi.



u 1

Elektroenergetikada va sanoatda o'zgaruvchan tok ko'proq ishlatilishining sababi asosan shundaki, transformatorlar o'zgaruvchan tok dvigatellari esa o'zgarmas tok dvigatellariga nisbatan soda, pishiq va arzon. Bunda elektr energiyasini transformatsiyalash, ya'ni katta qiymatli va past kuchlanishli tokni kichik qiymatli va yuqori kuchlanishli toka aylantirish xamda shunga teskari o'zgartirish imkoniyati ayniqsa muxim.

Sinusoidal tok. O'zgaruvchan tok manbalari.

O'zgaruvchan tok zaryadlarining davriy o'zgarib turadigan Harakatidan iborat, matematik nuqtasi nazardan esa biror kattalikning vaqtga eng oddiy davriy bog'likligi

sinusoidal bog'liqlik xisoblanadi. Sinusoidal o'zgaruvchan tokning oniy qiymati Ushbu formula Bilan ifodalanadi:

$I = I_m \cdot \sin(\omega t + \phi)$ bunda I_m – sinusoidal tokning amplitudasi;

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ - o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi;

$\omega = 2\pi f$ – o'zgaruvchan tokning;

ϕ - o'zgaruvchan tokning boshlang'ich fazasi.

Sinusoidal egri chiziqni yasash tartibini eslatib o'tish zarur. Ma'lum masshtabda I_m – kesma sinusoidal tokning aptitudasiga teng.

Bu tok vektori dastlab gorizantal uq bo'ylab joylashgan bo'lsin – bu uning $t=0$ dagibya'ni vaqtini xisoblashni boshlash momentidagilangich xolati. Vektor I_m soat strelkasi aylanishiga teskari yo'nalishda o'zgarmas burchak tezlik ω Bilan aylanadi. Bir davr T vaqt ichida u 2π rad ga buriladi. Demak, burchak tezligi $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$.

Hisoblashni boshlash momentidan t vaqt o'tgach, shu usul bilan olingan perpendikulyarning uzunligi bunda $I \sin \omega t$ bo'ladi.

Hisoblanishni boshlash momentidan t vaqt o'tgach, shu usul bilan olingan perpendikulyarning uzunligi $I \sin \omega t$ bo'ladi. Nixoyat, $t = T/4$ vaqt ichida 6 ya'ni davrning to'rtidan biri o'tgach, vektor I_m gorizantal o'qqa perpendikulyar bo'lib qoladi va perpendikulyarning uzunligi $I_m \sin \pi/4 = I_m/2$ bo'ladi. Ana shunday xisoblashlar asosida polyar diagrammada to'g'ri burchagli kordinatalar sistemasida sinusoidal egri chiziq yasaladi. Abtsissalar o'qiga vaqt oraliqlari $t, 2t, 3t, \dots$, ordinatalar holiga esa $I_m \sin \omega t, I_m \sin 2\omega t, I_m \sin 3\omega t, \dots$ kesmalar qo'yiladi.

Agar sinusoidal kattalikdan biri sinusoidal bo'yicha o'zgarsa masalan, iqlim $i = I_m \sin \omega t$, ikkinchisi esa – kosinusoidal bo'yicha o'zgarsa $e = E_m \cos \omega t$, ular orasidagi fazalar siljishi quyidagicha bo'ladi: $\phi = \pi/2$

Biror birlamchi dvigatelsh (Bug yoki gidravlik turbinalar) Bilan aylantiriladigan elektromashina generatorlar sanoat chastotasi (50 Gts) o'zgaruvchan tok manbalari bo'lib xizmat kiladi. Yuqori chastotali o'zgaruvchan toklar hosil qilish uchun ko'pincha yarim o'tkazgichli priborlari bor elektrogeneratorlar ishlatiladi.

O'zgaruvchan tokning va kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymatlari.

O'zgaruvchan tokni o'lchashlarda uning ta'sir etuvchi qiymati I asosiy kattalik xisoblanadi – bu o'zgaruvchan tokning davr mobaynidagi o'rtacha kvadratik qiymatidir:

$$I = \sqrt{(i^2)_{o'r}}$$

O'zgaruvchan tokning ta'sir etuvchi qiymati bosh Harakteristika sifatida tanlashinishiga asosiy sabab, elektr tokning ta'siri ko'pchilik xollarda tok yoki kuchlanish kvadratiga proportsionalligidir, masalan, to'g'ri va teskari tokli simlarning issiqlik ta'siri, mexanik o'zaro ta'sirlashuvi, 2 ta zaryadlangan plastiklarning o'zaro ta'siri va x.k.

Jumladan, masalan, o'zgaruvchan tokning ta'siri etuvchi qiymati I o'zgaruvchan tokning o'rtacha issiqlik ta'sirini (issiqlik ajralib chiqishini) o'zgarmas tokning issiqlik ta'siri bilan taqqoslash orqali aniqlanadi.

Masalan, o'zgaruvchan tok davriy ravishda o'zgarib, biror rezistorni 5A o'zgarmas tok qizdirgani kabi qizdiradi. Demak, $J=5A$.

Sinusoidal tokda $i = I_m \sin \omega t$, $j = I_m \sin \omega t$, lekin

$$\sin \omega t = \frac{1 - \cos \omega t}{2} \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$i = \frac{I_m (1 - \cos \omega t)}{2} = \frac{I_m}{2} - \frac{I_m}{2} \cos \omega t$$

Davr ichida $\cos \omega t$ dan o'rtacha qiymat nolga teng, demak, sinusoidal tokning davr ichidagi o'rtacha qiymatining kvadrati $(i)_{o'r} = I_m^2 / 2$ lekin $I = \sqrt{(i^2)_{o'r}}$ bo'lgani uchun

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

O'sha printsipning o'ziga asoslansak, o'zgaruvchan sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati quyidagicha bo'ladi:

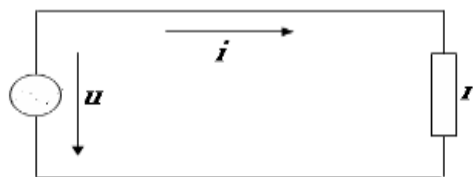
$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

Ko'p sistemalarning kvadratik aylantiruvchi momentli, o'zgarmas tok uchun darajalangan va o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan elektr o'lchash priborlari o'zgaruvchan tokning yoki kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymatini ko'rsatadi. Bunday priborlarga issiqlik, elektrodinamik, elektrostatik va x.k. priborlar kiradi.

O'zgaruvchan tok kuchlanishlarning vektor ifodalari

O'zgaruvchan kattaliklarning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida muvakkat diagrammalar ifodalanadi, sinusoidal kattaliklar uchun bunday diagrammalar aylanuvchi vektorlarning polyar diagrammalari asosida tuziladi. Lekin ko'p xollarda o'zgaruvchan tok anjirlarini analiz qilishida kuchlanish, e. yu. k. va toklarning ta'sir etuvchi qiymatlarini xamda ular orasidagi fazalar siljishini aniqlash zarur bo'ladi. Shu maksadda tegishli anjirlar tok va kuchlanishlarning vektor diagrammalarini tuzishning o'zi kifoya.

Bunday diagrammalar qo'zg'almas vektorlar uchun tuziladi, ya'ni zanjir kuchlanish va tokning vektorlari ular muayyan momentda egallagan biror xolatda ko'rib chiqiladi.



Vektor diagrammalarini tuzish o'tkazuvchan tok zanjirlarini analiz qilishni ancha soddalashtiradi. Bunday diagramma asosida Kirxgof qonunlariga tenglama tuziladi.

Bir xil chastotali sinusoidal kattaliklarni algebratik kushni yoki oniy qiymatlarini ayirib tashlashga shu kattaliklarning vektorlarni geometrik qo'shish yoki ayrish to'g'ri keladi. Buni oddiy misolda ko'rib chiqamiz. Biror zanjirning bitta tugunini ko'rib chiqamiz: unda 2 ta ma'lum tok

$$I = I_m i \sin \omega t \quad \text{va} \quad i = I_m \sin (\omega t + \Psi)$$

Kirxgofning birinchi qonuniga muvofiq aniqlanish lozim bo'lgan tokni hosil qiladi:

$$i = i + i$$

sxemadagi strelkalarining yo'nalishiga qarab tutundagi toklar qo'shiladi yoki ayriladi.

Tokning oniy qiymati i ni 2 ta sinusoidal kattalikning:

$$i = i_1 + i_2 \text{ aniqlanadi.}$$

$$I = i_1 + i_2 = J_{1m} \sin \omega t + J_{2m} \sin (\omega t + \Psi_2) = \\ (J_{1m} + J_{2m} \cos \Psi_2) \sin \omega t + (J_{2m} \sin \Psi_2) \cos \omega t.$$

Uch fazali tok zanjirlari

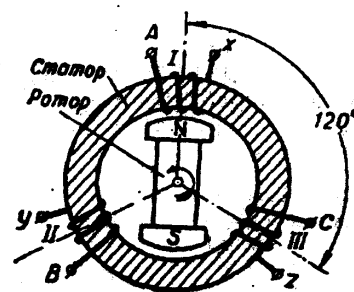
Uch fazali zanjir elementlari

Uch fazali generator. Xozirgi vaqtda o'zgaruvchan tok elektr energiyasi uch fazali zanjirlar sistemasida ishlab chiqariladi, o'sha sistemadagi ayrim iste'molchilarga uzatiladi va taqsimlanadi.

Uch fazali zanjirlar sistemasi deb elektr zanjirlarning shunday to'plamiga aytiladiki, bunda iste'molchilar elektr energiyasi umumiy uch fazali generatordan oladi. Uch qismdan iborat cho'lg'ami bo'lgan generator uch fazali generator deb ataladi. Bu chulgamning Har bir qismi faza deb ataladi. Shuning uchun bu generatorlar uch fazali generatorlar deb atalgan.

Uch fazali generatorning ishlash printsipli. Generator po'lat xalqa shaklida ishlangan statordan va doimiy magnitdan iborat rotordan tuzilgan. Stator xalkasining Har bir fazasida o'ramlar soni bir xil bo'lgan uch fazali chulgam bo'ladi. Chulgam fazalari fazoda bir-biriga nisbatan 120° burchakda joylashgan.

Rotor qutblarining aylanish tezligi o'zgarmas bo'lganda stator chulgami fazalarida xosil qilinadigan e. yu.k. larning amplitudasi va chastotasi o'zgarmaydi. Ammo Har bir paytda fazalardan biridagi elektr yurituvchi kuchning kattaligi va ta'sir etish yo'nalishi qolgan 2 ta fazadagi e. yu. k. ning kattaligi va ta'sir etish yo'nalishidan farq qilinadi.



Binobarin, ikkinchi faza e.yu.k. o'zgarishining barcha bosqichlari birinchi faza e.yu.k o'zgarishining tegishli bosqichlaridan davrning uchdan biri qadar kechikib yuz beradi. Uchinchi faza e.yu.k. ning davriy o'zgarishlari ikkinchi fazadagidan shuncha kechikib yuz beradi.

$$F = \frac{Pn}{60}$$

n –rotorning aylanishlar soni

p-magnit qutblari soni

Magnitlarning qutblarini kerakli shaklda qilib yasash bilan e.yu.k ning vaqt bo'yicha o'zgarish qonunini sinusondal qonunga yaqinlatish mumkin.

Agar generator fazasining e.yu.k.

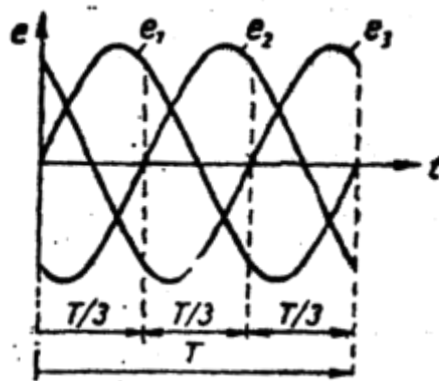
$$e = E_m \sin \omega t$$

sinusondal qonun Bilan o'zgarsa, u xolda ikkinchi fazasining e.yu.k. ning o'zgarish qonuni:

$$e = E_m \sin \omega(t - T/3)$$

formula Bilan, uchunchi fazaniki:

$$e = E_m \sin \omega(t - 2/3 T)$$



formula Bilan ifodalanadi.

Bulardan quyidagi xulosa kelib chiqadi: rotor qutblari

bir tekis aylanganda generatorning uchala fazasida o'zgaruvchan e.yu.k. lar xosil bo'ladi. Bu e.yu.k larning chastota va amletudalari bir xil bo'lib, davriy o'zgarishlari bir-biriga nisbatan davrning uchdan bir qadar kechikib yuz beradi.

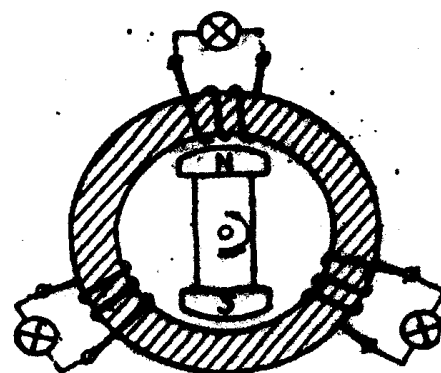
Uch fazali iste'molchilar

Uch fazali generator bir fazali elektr qurilmalarga xam, uch fazali elektr qurilmalarga xam elektr energiya beradi.

Generator fazalarini va iste'molchilar fazalarini ulash usullari

Bog'lanmagan va bog'langan uch fazali zanjirlar

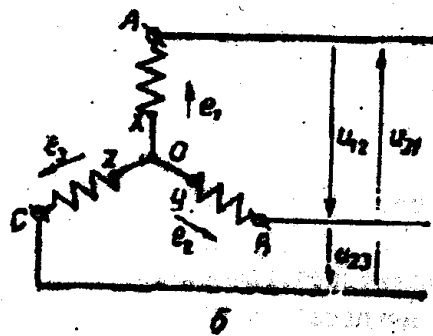
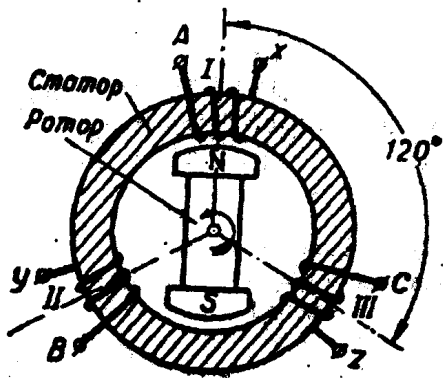
Agar generatorning Har bir fazasi boshqa fazalaridan aloxida ravishda uz iste'molchisiga ikkita sim Bilan ulangan bo'lsa, uch fazali zanjir bog'lanmagan zanjir deb ataladi. Bog'lanmagan uch fazali zanjirning asosiy kamchiligi shundagi, elektr energiyani generatoridan iste'molchilarga uzatishda oltita sim ishlatishga tug'ri keladi. Generatorning va iste'molchilarning fazalarini ma'lum tartibda ulab, simlarni to'rta va xatto uchtaga keltirish mumkin. Bu xolda uch fazali zanjir bog'langan uch fazali zanjir deb ataladi.



Amalda deyarli xamma vaqt bog'langan uch fazali zanjirlar ishlatiladi. Bu zanjirlar ancha takomillashgan va tejamlidir. Generator fazalarini va iste'molchilar fazalarini ulashning ikkita asosiy usuli: yulduz usuli va uchburchak usuli bor.

Generator fazalarini yulduz usulida ulash.

Generator fazalarini yulduz usulida ulaganda fazalarning barcha X,Y,Z oxirlari bita umumiy 0 nuqtaga ulanadi. Bu nuqta generatorning netral nuqtasi yoki nol nuqtasi deb aytiladi. Rasmda generatorning uchta fazasi g'altaklar shaklida sxematik ravishda ko'rsatilgan: g'altaklarning o'qlari fazoda bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan. Generator Har bir fazasining boshi Bilan oxiri orasidagi kuchlanish deb ataladi.



aza kuchlanishlari vaqt bo'yicha sinusoidal qonun asosida o'zgargani sababli liniya kuchlanishlari xam sinusoidal qonuni asosida o'zgaradi. Liniya kuchlanishlari birinchi fazani A klemmasidan ikkinchi fazaning V klemmasiga, ikkinchi fazaning V klemmasidagi uchinchi fazaning S klemmasiga, uchinchi fazaning S klemmasidan birinchi fazaning A klemmasiga ta'sir qiladigan yo'nalishni liniya kuchlanishlarining musbat yo'nalishi deb xisoblashga kelishib olamiz. Yuqoridagi rasmda bu musbat yo'nalish strelka bilan ko'rsatilgan.

Xulosa qilib aytganda: uchta fazasi yulduz usulida ulangan generatorda liniya kuchlanishining effektiv qiymati faza kuchlanishining effektiv qiymatidan ildiz 3 marta ortiq bo'ladi.

Iste'molchilar fazalarini yulduz usulida ulash

Fazalari yulduz ulangan generator dan bir fazali yoki uch fazali iste'molchilarga energiya uzatish uchun umumiy xolda to'rtta sim kerak. Uchta sim generator fazalarining A,V,S boshlariga ulanadi. Bu simlar liniya simlari deb ataladi.

To'rtinchi sim generatorning 0 neytral nuqtasiga ulanadi va neytral nuqtasiga sim (yoki 0 sim) deb ataladi.

Neytral simi bo'lgan uch fazali zanjir generatorning ikkita kuchlanishidan foydalanishga imkon beradi. Bunday zanjir iste'molchilarni liniya simlariga ulab, liniya kuchlanishini yoki liniya simlari va neytral simga ulab, faza kuchlanishini olish mumkin.

Nagruzkaning Har bir fazasi bitta iste'molchidan xam, bir-biriga paralel ulangan bir nechta iste'molchidan xam xosil qilinishi mumkin.

Faza toklari va bu toklarning faza kuchlanishlariga nisbatan fazalar siljish burchagi bir xil bo'lsa, bunday nagruzka simmetrik nagruzka deb ataladi. Agar ko'rsatilgan shartlardan birontasi bajarilmasa xam nagruzka nosimmetrik bo'ladi. Masalan, quvvatlari bir xil bo'lgan chug'lanma lampalardan simmetrik nagruzka yasash mumkin. Nagruzkaning Har bir fazasida uch bir xil lampochka bor deb faraz qilaylik (rasm). Bevosita o'lchab ko'rish yo'li bilan shunga ishonch xosil qilish mumkinki, nagruzkani yulduz usulida neytral simli qilib ulanganda nagruzkaning Har bir fazasidagi IF kuchlanish (generator chulgamlari fazalarini yulduz usulida ulaganda bo'lganidek) II liniya kuchlanishdan uch marta kam bo'ladi:

$$II = 3 IF$$

II=380 v; IF=220 v yoki **II=220 v If=127 v** kuchlanishli uch fazali tokning to'rt qismli sistemasi amalda ko'p ishlatiladi.

Liniya simidagi tok fazadagi tok teng ekanligi rasmda ko'rinib turibdi:

$$II = If$$

Nagruzka simmetrik bo'lganda neytral simdagi tok kattaligi nolga teng bo'ladi, shunday ekaniga bevosita o'lchab ko'rib xam ishonish mumkin.

Modomiki, neytral simda tok bo'lmas ekan, uning nima keragi bor, degan savol tug'ilishi mumkin?

Neytral simning nima keragi borligini bilish uchun shunday bir tajriba qilib ko'raylik. Nagruzkaning Har bir fazasida uchtadan bir xil lampochka va bittadan volmetr bo'lsin, neytral simga esa ampermetr ulangan deb faraz etaylik (yuqoridagi rasm). Har bir fazaga uchtadan lampochka qo'shilganda bu lampochka qo'shilganda bu lampochkalarining xammasiga ayni bir kuchlanish ta'sir qiladi va ular bir xil yonadi, neytral simda esa tok nolga teng bo'ladi. Endi nagruzkaning Har bir fazasida yonib

turgan lampochkalar sonini o'zgartirsak, faza kuchlanishlari bu xolda xam o'zgarmay qolishlarini, ammo neytral simda tok paydo bo'lishini ko'rish mumkin.

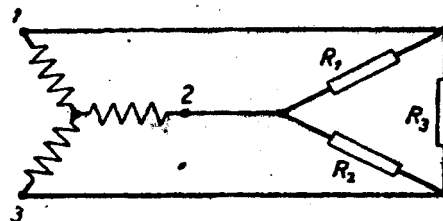
Neytral simning iste'molchilarning nol nuqtasidan ajratib qo'yib, fazalardagi nagruzkadagi barcha o'zgarishlarini takrorlaymiz. Bunda qarshiligi boshqa fazalarinikiga qaraganda katta bo'lgan fazada, ya'ni yonig'lik lampochkalar soni kamroq bo'lgan fazada kuchlanish kattarok bo'lishini payqaymiz. Bu fazada lampochkalar juda yorug' yonadi va xatto kuyib ketishi mumkin, chunki nagruzkaning qarshiligi katta bo'lgan fazalarida kuchlanish pasayishi xam kattaroq bo'ladi.

Binobarin, nagruzka fazalarining qarshiligi Har bo'lganda neytral sim nagruzkaning fazo kuchlarini tenglashtiradi.

Iste'molchilarning fazalarini uchburchak usulda ulash

Agar nagruzkaning uchta fazasi liniya simlariga bevosita ulansa, iste'molchilar fazalarining bunday ulanishi uchburchak usulda ulanish deb ataladi (rasm).

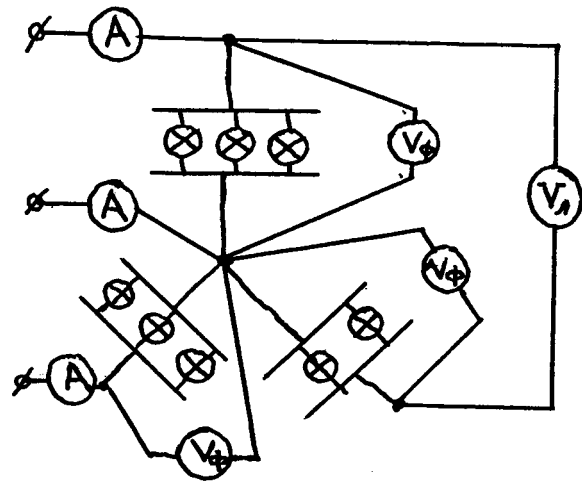
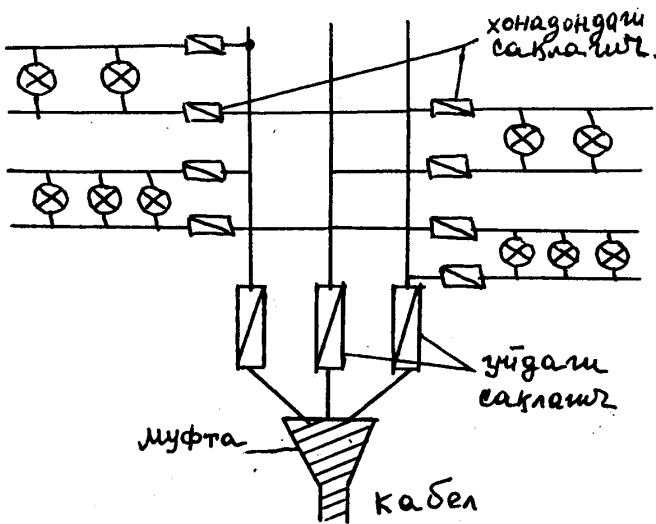
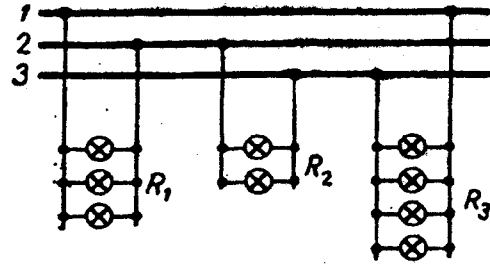
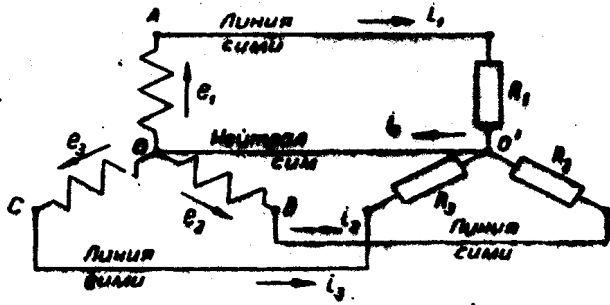
Nagruzkaning birinchi fazasi birinchi va ikkinchi liniya simiga ikkinchi fazasi ikkinchi va uchinchi liniya simiga, uchinchi fazasi esa uchinchi va birinchi liniya simlriga ulangan deb faraz etaylik. Har qaysi liniya simi nagruzkaning ikkita Har xil fazasiga ulanganligi ko'rish qiyin emas.



Har qanday nagruzkalarni uchburchak usulida ulash mumkin. Nagruzka fazalarini uchburchak usulida ulashning umumiyrok sxemasi berilgan. Nagruzka fazalarini uchburchak usulda ulaganda nagruzkaning Har bir fazasidagi kuchlanish liniya kuchlanishiga teng bo'ladi: $U=U_f$

Nagruzka bir tekis bo'lmaganda xam bu tenglik o'rinli bo'ladi. Ulchashlarning kursatishicha, fazalardagi nagruzka simmetrik bo'lganda liniya toki faza tokidan $\sqrt{3}$ marta katta bo'ladi:

Ammo shuni nazarda tutish kerakki, fazalardagi nagruzka nosimmetrik bo'lganda yuqoridagi tenglik buziladi.



Generator fazalarini xam, umuman olganda, uchburchak usulda ulash mumkin, ammo odanda bunday qilinmaydi. Gap shundaki, kerakli liniya kuchlarini xosil qilish uchun generatorning Har bir fazasi uchburchak usulda ulanganda yulduz usulida ulangandagidan uch marta ortiqroq kuchlanishga mo'ljallangan bulishi kerak. Generator fazasida kuchlanishning yuksakroq bo'lishi esa ramlar sonini oshirishni va chulg'am simining izolyatsiyasini mustaxkamroq qilishni talab etadi. Oqibatda mashining o'lchamlari kattalashadi va o'zi qimmatga tushadi. Ana shuning uchun xam uch fazali generatorlarning fazalari deyarli xamma vaqt yulduz usulida ulanadi.

Elektr energiya iste'molchilari generator chulg'amlarining qanday usulda ulanganidan qattiy nazar, yo yulduz usulida yoki uchburchak usulida ulanishi mumkin. Iste'molchilarni qaysi usulda ulash tarmoq kuchlanishining kattaligiga va iste'molchilarning nominal kuchlanishiga qarab belgilanadi.

4 – маъруза

Электр ўлчаш ва электр ўлчов асбоблари

Режа:

- 1. Электр ўлчашлар ва электр ўлчов асбоблари**
- **2. Электр ўлчов асбобларининг асосий элементлари**
- **3. Магнитоэлектр система ўлчов асбоблари**
- **4. Электромагнит система ўлчов асбоблари**
- **5. Электродинамик система ўлчов асбоблари**
- **6. Электрик катталикларни ўлчаш**
- **7. Ўлчаш хатоликлари ва аниқлик классификацияси**
- **8. Электрик катталикларни электр усулида ўлчаш**
- **9. Ўлчаш усуллари**
- **10. Ўзгармас ток занжирида қаршиликни, кучланишни ва ток кучини ўлчаш. Омметр. Авометр.**

АДАБИЁТЛАР

- 1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й. 234 – 247 бетлар**
- 2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й. 3 – 24 бетлар**
- 3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты**

ELEKTR O'LCHASHLAR VA ELEKTR O'LCHASH PRIBORLARI

ELEKTR O'LCHASHLARNING AHAMIYATI

Elektr o'lchash priborlarishshg ko'rsatuvi elektr texnika qurilmalarining ishi haqida fikr yuritish uchun asos bo'ladi, chunki insonning sezgi organlari tok, kuchlanish kabi elektr kattaliklarni bevosita kuzata olmaydi. Bu elektrotexnikada o'lchashlar katta ahamiyatga ega ekanligini kursatadi. Lekin elektr o'lchashlar elektrotexnika qurilmalarida o'lchashlar bilan cheklanmaydi. Elektr o'lchashlar boshqa o'lchash turlariga qaraganda soddaligi, ishonchliligi, aqiqqligi va sezgirligi bilan ajralib turadi. Shuinnng uchun ulardagi ko'pgina fizik kattaliklarni, chunonchi temperatura, bosim, tezlik va hokazoni o'lchashda foydalaniladi.

Telemetriyada (turli fizik kattaliklarni ma'lum masofada turib o'lchashning texnik vositalari va usullarining yig'indisi) asosan o'lchashlarning elektr usullari qo'llanadi. U o'lchash qiyin bo'lgan va hatto o'lchash mumkin bo'lmagan joylarda (masalan, chuqur parmalash quduqlarida, sun'iy yer yo'ldoshlarida) o'lchash ishlarini bajarish imkonini beradi. Ishlab chiqarish protsesslarini avtomatlashtirish ko'p jihatdan elektr o'lchashlardan foydalanishga asoslangan, chunki ular o'lchash qurilmasi bilan bevosita ishlab chiqarish mashinalari va apparatlariga ta'sir etish (avtomatik rostlash), o'lchangan kattaliklar ustida matematik operatsiyarni avtomatik bajarish imkonini beradi.

Elektr o'lchash mexanizmlarini yarim-utkazgichli va elektron priborlar bilan birlashtirish imkoni paydo bo'lgach, elektr o'lchashlardan foydalanish sohasi kengaydi; signallarni kuchaytirishda elektron kuchaytirgich qo'llanila boshlagach, bu o'lchashlar amalda universal bo'lib qoldi. Hozirgi kunda yerning turli o'g'itlarga bo'lgan talabini agronomlar elektr usuli bilan aniqlaydilar; geologlar ruda konlarini samolyotdan turib magnit usullari bilan razvedka qiladilar; yulduzlar sirtidagi temperaturani astronomlar fotoelementlar yordamida elektr usuli bilan o'lchaydilar.

SSSRda priborsozlik Ulug' Vatan urushidan keyin tez rivojlandi. Har besh yillikinng bajarilishi natijasida bir yilda elektr o'lchash priborlarini ishlab chiqarish 2,5—3 marta ortdi. Barcha o'lchov va o'lchash priborlari usti-

dain davlat nazorati o'rnatilganligi ularning kerakli darajada aniq va o'lchash apparatining yuqori sifatli bo'lishiga kafolat beradi.

O'LCHOVLAR VA O'LCHASH PRIBORLARI

Istalgan fizik kattalikni o'lchash, uni fizik eksperiment o'tkazish yo'li bilan bir xil fizik kattalikning birligi sifatida qabul qilingan miqdoriga solishtirishdan iborat. Demak, umumiy holda o'lchash uchun o'lchov va taqqoslash pribori kerak buladi.

O'lchov, bu o'lchash birliginng ashyoviy qayd qilinishidir. Taqqoslash pribori ulchanadigan kattalikni o'lchov bilan solishtirish uchun xizmat qiladigan maxsus texnik qurilmadir. Masalan, tortib o'lchashda qadoqtosh o'lchov xisoblansa, shayinli tarozilar o'lchash pribori xisoblanadi.

Elektr o'lchash sohasida muxim o'lchovlar bo'lib, o'lchash rezistorlari (qarshilik o'lchovlari), normal elementlar (elektr yurituvchi kuch va kuchlanish o'lchovlari), induktivlik o'lchovlari bo'lmish o'z va o'zaro induktivlikni o'lchash g'altaklari, o'lchash kondensatorlari xizmat qiladi.

O'lchash ko'priklari va potentsiometrlar taqqoslash elektr priborlari hisoblanadi.

Bitta yoki bir necha fizik kattaliklarni o'lchash uchun zarur bo'lgan barcha vositalar (o'lchovlar, taqqoslash priborlari va yordamchi surilmalar) birlashtirilgan ulchash asboblari keng qo'llaniladi.

Lekin ko'p hollarda bevosita hisob yuritiladigan elektr o'lchash priborlaridan foydalanish o'lchash ishlarini ancha soddalashtiradi. Ularda o'lchangan qiymatlar shkala yoki siferblatlar bo'yicha hisoblanadi. Bunday priborlarga ampermetrlar, voltmetrlar, vattmetrlar, elektr energiyasining. schetchiklari kiradi. Bunday priborlar bilan o'lchashda o'lchov kerak bo'lmaydi, lekin u priborni shkalalarga darajalashda kerak bo'lgan.

Taqqoslash priborlari ancha sezgir bo'lganligidan katta aniqlikda o'lchash imkonini beradi, lekin bevosita xisob yuritiladigan priborlar bilan o'lchash sodda, tez bo'ladi pa arzonga tushadi.

O'LCChASH USULLARI

O'lchashning bevosita va bilvosita xillari farqlanadi. Bevosita ulchash yo'li bilan o'lchanadigan kattalikning son qiymati aniqlanadi, masalan, tokni ampermetr bilan o'lchash. Bilvosita o'lchashda o'lchanadigan kattalikning son qiymati u bilan qandaydir bog'lanishda bo'lgan boshqa fizik kattalikni bevosita o'lchab va hisoblab aliqlanadi. Masalan, voltmetr bilan kuchlanishni, ampermetr bilan tokni bevosita ulchash yo'li bilan qarshilikni aniqlash bilvosita o'lchash hisoblanadi.

Ulchash usullari priborlar va o'lchovlardan foydalanish usullariga qarab xam farqlanadi bevosita o'lchash, nolli o'lchash va differentsial o'lchash kabi asosiy usullar mavjud.

Bevosita o'lchashda o'lchanadigan kattalikka o'lchash priborlarining kursatishini olish yo'li bilan (tokni ampermetr bilan bevosita o'lchab) yoki o'lchov bilan solishtirish yo'li bilan (uzunlikni metr bilan o'lchab) aniqlanadi. Bunday o'lchash aniqligi yuqori emas, chunki uning yuqori chegarasi bevosita xisob yuritiladigan o'lchash priborining aniqligiga asoslangan.

Nol usuli bilan ulchashda ma'lum (namunaviy) kattalik (yoki uning ta'siri natijasi) rostlanadi va o'lchanadigan kattalikka (yoki uning ta'siri natijasiga) yetkaziladi. Bu xolda o'lchash pribori qayd qilingan tenglikning amalga oshirilishini aniqlash uchungina kerak. Bunday vazifadagi pribordan aniqlikdan ko'ra yuqori sezgirlik talab qilinadi; bunday pribor nolli yoki nol-indikatorli pribor deb ataladi. Uzgarmas tok o'lchash qurilmalarida sezgir magnit-elektrik galvanometrlar, o'zgaruvchan tok qurilmalarida elektron nol-indikatorlar nolli priborlar hisoblanadi. Nolli o'lchash usulining aniqligi namuna o'lchovlarning aniqligi hamda nol-indikatorlarning sezgirligi bilan aniqlaladi. U juda yuqori bo'ishi mumkin.

O'lchashning differentsial usullarida o'lchanadigan kattalik oldindan ma'lum kattalik bilan muvozanatlanadi, lekin sistema to'la muvozanat holatgacha etkazilmaydi. Ulchanadigan va ma'lum kattaliklarning qiymatlari orasidagi farq bevosita xisoblash usuli bilan o'lchanadi. Differentsial usullar bir-biridan ko'm farq qiladigan ikkita kattalikni taqqoslash uchun qo'llanadi.

O'LCHASH XATOLIKLARI VA ANIQLIQ KLASSLARI

O'lchash priborlarining aniqligi bu pribor ko'rsatishning o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatlariga yaqinlashish darajasini belgilovchi snfatdir. O'lchangan A , va haqiqiy qiymat A lar orasidagi farq absolyut xatolikdir:

$$\Delta A = A_o' - A$$

Masalan, voltmetr 120 V ni kursatadi, kuchlanishning haqiqiy qiymati 118 V, absolyut xatolik

$$\Delta U = 120 \text{ V} - 118 \text{ V} = 2 \text{ V}.$$

Tuzatish teskari ishora bilan olingan absolyut xatolikka teng. Xaqiqiy qiymatni aninqlash uchun o'lchangan kattalikka tuzatishni qo'shish zarur.

O'lchash aniqligiga baho berish uchun asosiy kattalik hisoblangan nisbiy xatolikdan foydalaniladi. "U protsentlarda ifodalangan absolyut xatoliknnng o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbatidan iborat:

$$\lambda = \Delta A / A * 100\%$$

A_o' va A lar o'rtasidagi farq juda kichik, A esa noma'lum bulgani uchun nisbiy xatolikka taxminan quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\lambda = \Delta A / A_o' * 100\%$$

Bizning kuchlanishni o'lchash misolimizda bu xatolik

$$\lambda = 2 / 120 * 100\% = 1,68\% \text{ga teng.}$$

Strelkaln ulchash priborlarida ko'pincha absolyut xatolik butun shkala bo'yicha bir xil tartibdagi kattalik bo'lgani uchun

o'lchanadigan kattalikning nisbiy kich-ayishi bilan (ya'ni nol darajaga yaQin joydagi shkala bilan o'lchaganda) nisbiy xatolik tez usadi. Shuning uchun strelkali priborning o'lchash chegaralarini shkalaning ikkinchi yarmida, oxiriga yaqin joyda olish tavsiya etiladi.

Strelkali o'lchash priborlarinnng aniqligiga ularning keltirilgan xatoligi asosida ba-xo beriladi. Keltirilgan xatolik absolyut xatolik ΔA_{ni} priborning yuqori o'lchash chegarasiga bo'lgan (protsentlarda ifodalangan) nisbatiga teng.

Bizning misolimizda kuchlanish ulchash chegarasi 200 V li voltmetr bilan o'lchangan bo'lsa, keltirilgan xatolik

$\lambda_k = 2/200 \cdot 100\% = 1\%$ bo'ladi.

Pribor ko'rsatishidagi xatoliklar priborning o'zidagi nuksonlar va tashqi ta'sirlar tufayli bo'lishi mumkin. Normal ish sharoitlarida xatoliklar priborning faqat o'z nuksonlari tufayli paydo bo'ladi. Normal ish sharoitida atrof- muxit temperaturasi 20°S (yoki shkala priborida ko'rsatilgan darajada), shkala normal ish holatida (priborning shkalasida shartli belgi bilan ko'rsatilgan) bo'lishi, pribor yaqinida ferromagnitli massa va tashqi magnit maydonlari (yer magnit maydonidan boshqa) bo'lmasligi va ma'lum tipdagi priborlar uchun ko'rsatilgan boshqa sharoitlar (nominal kuchlanish va o'zgaruvchan tok chastotasi, bu tokning egri chizigi sinusoidal shaklda bo'lishi) ta'minlanishi zarur. Bunday sharoitlarda topilgan keltirilgan xatolik asosiy xatolik deb ataladi.

Ruxsatetilgan asosiy xatolik priborning shkalasida ko'rsatilgan aniqlik klassini belgilaydi. Priborning u yoki bu klassga mansubligi shkalasining raqamlar bilan darajalangan ish qismida priborning- asosiy xatoligi priborning

aniqlik klassiga mos keluvchi qiymatidan oshib ketmasligini nnn ko'rsatadi (masalan, 0,5 klassdagi priborda ruxsat etilgan keltirilgan xatolik 0,5 % ga teng).

Tashqi sharoit normal holatdan chetga og'ganda qushimcha xatoliklar yuzaga keladi. Bu sharoitlarning normal holatdan chetga og'ishida GOST tomonidan ruxsat etilgan xatoliklar nazarda tutiladi.

STRELKALI ELEKTR O'LCHASH PRIBORLARINING UMUMIY UZELLARI

Bevosita hisoblaydigan elektr o'lchash priborlarining tuzilishi har xil bo'lsa xam vazifasi turlicha bo'lgan priborlar va sistemalarniig qator detallari va uzellari bir-biridan kam farq qiladiadi. Bunday detallarga so'zgaluvchan qismini o'rnatish uchun, aks ta'sir ko'rsatuvchi moment hosill qilish uchun, qo'zgaluvchan qismini muvozanatlash uchun ishlatidadigan detallar, shuningdek tinchlantirgichlar, korrektorlar va arretrlar kiradi.

O'lchash priborlarida o'lchanadigan kattalik ta'siri ostida uning qo'zg'aluvchan qismi qo'zg'almas k,ismnga nisbatan siljiydi. Shuning uchun ham qo'zg'aluvchan qismini o'rnatish va mahkamlash muhim ahamiyatga ega. Hozirgi zamon priborlarida qo'zg'aluvchan qismi uchta usuldan biri bilan (tortqilarda, tayanchlarda va osmalrda) mahkamlanadi.

Yangi ishlab chiqarilayotgan ko'pgina priborlarda - qo'zg'aluvchan qismi tortqilarda o'rnatilmoqda. Tortqi bir uchi qo'zgaluvchan qismga, ikkinchi uchi uni tarang-qilib tortib turuvchi egilgan prujinaga biriktiriladigan metall prujinadan tashkil topgan. Zarur bo'lganda tortqilardan quzg'aluvchan qismga tok yuborish uchun ham foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda bunday qurilmalarning afzalligi quyidagilar bilan tushuntiriladi: unda amalda ishqalanish yo'q, o'lchash mexanizmining sezgirligi katta, silkinish va vibratsiyalarga turg'unligi yuqori.

Tayanchlarda o'rnatishda qo'zgaluvchan qismi alyuminiy trubadan iborat bo'lsa o'qqa mahkamlanadi. O'qining uchlari po'lat sim bo'lagidan iborat kern presslanadi, kernning uchlari esa yo'niladi va 0,01—0,15 mm ga teng kichik radius bilan yumaloqlangan bo'ladi. Agar priborda bir butun o'q bo'lmasa, kernlar qo'zg'aluvchan qismiga bevosita mahkamlangan va priborning ikkita yarim o'qini hosil qiluvchi buksalarga presslanadi.

Kernlar aniq korund, maxsus shisha, kamdan-kam po'lat yoki bronza kabi qattik, materiallardan yasalgan ikkita podpyatnikka o'rnatiladi. Potpyatiiklarda tubi yumaloqlashgan koussimon kraterlar qo'yilgan. Podpyatnik toshi tayanch vintga valtsovka qilingan, bu esa podpyatnik holatini rostlash imkonini beradi. Tayanchlarga o'riatishda podpyatiiklarda ishqalanish mavjud bo'lsa suzga-luvchan qismi suriladi, bu esa pribor ko'rsatishida ba'zi xatoliklarli yuzaga keltiradi. Uzoq, muddat ish davomida kernlar eyilishi natijasida ishkala-ishdai yuzaga keladigan xatoliklar 'ancha sezilarli bo'ladi.

Qo'zg'aluvchan qismini osmalarda o'rnatish o'ta sezgir priborlar (galvanometrlar) da qo'llaniladi. Ularning qo'zgaluvchan qismi elastik metall (bazan kvarts) iplarga osiladi. Qo'zg'aluvchan qismi o'z yaqinidagi qo'zg'almas detallarga tegmasligi uchun

priborlar qat'iy vertikal holatda o'rnatiladi, bu ning uchun ular «shaytonlar» (vaterpast) lar bilan jixozlanadi. Ularning kopchiligi nur ko'rsatkichga ega; yordamchi manbadan tushadigan yorug'lik nuri ko'rsatkich (strelka) vazifasini o'taydi. Optik sistemadan ko'zguga yo'naltirilgan bu nur ko'zgudan qaytib, hisobga olinadi-gan shkalada yorug'lik dog'i hosil qiladi. Bunday yorug'lik ko'rsatkichi juda uzun (odatda, 1 m ga teng) strelkaga tenglashtiriladi,-shuning uchun yorug'lik ko'rsatkichning shkala bo'ylab anchagina surilishi pribor qo'zgaluvchan qismiling nisbatan kichik og'ishlariga to'g'ri keladi.

Yorug'lik ko'rsatgichi ko'chma - priborlarda uning sezgnrlngini oshirnsh uchun qo'llanadi, qo'zg'aluvchan qismi tortqilarda yoki tayanchlarda o'rnatiladi. Priborga o'rnatilgan lampa 1 dan chiqqan va linza 2 hamda diafragma -3

dan o'tgan yorug'lik nuri qo'zg'almas kozgular4 va 6 bilan fokuslovchi linzalar 5 va 7 orqali priborning qo'zg'aluvchan qismiga ornatilgan ko'zgu 8 ga yo'naltiriladi.KKo'zgu 8 dan, so'ngra qo'zg'almas kozgu 9 va 10 dan qaytgan nur shkala 11 yoki 12 da dumaloq yoruglik dog'I hosil qiladi, priborning shkalasi ikkita yoli bolib uning boshlang'ich belgisi pribor shkalasi yuqori yoli 11 ning chap tomonida, shkalaning oxirgi belgisi pstki yol 12 ning o'ng tomonida bo'ladi. Qo'ztauvchan qismi og'ishining asta-sekin orta borishi yorug'lik kursatknchining avval shkalaning butun yuqori qismini, so'ngra butun pastki qisminn o'tishshini, bu bilan shkalaning uzunligi ikki hisea ortishini va priborning sezgirligini oshirishni ta'minlaydi, Ko'rsatkichning ikkala shkala buyicha oldlnma-ketin xarakatlanib chiqisiga ma'lum burchak ostida o'zaro biriktirilgan ikkita yassi ko'zgu orqali erishiladi.

Ko'zgucha kichik burchaklarga og'ganida yorug'lik nuri uning bir yarmidan qaytib, shkalaning yuqori yo'liga tushadi, katta burchakka og'ganda ko'zgu 8 ning ikkinchi yarmidan qaytib shkalaning pastki yo'liga tushadi. O'lchash priborlarida aylantiruvch moment M_{ayl} elektr toki yoki kuchlanish bilan bog'liq bulgan u yoki bu fizik hossadan foydalanishga asoslangan. Ko'p o'lchash mexanizmlarida bu moment o'lchanadigan kattalikka chiziqsiz bog'liq bo'ladi, albatta, chiziqli bog'lanish maqsadga muvafiqdlr.

Aylantiruvchi momentga aks ta'sir etuvchi moment ham bo'lishi lozim. Aks ta'sir etuvchi moment bo'lmaganda edi priborning strelkasi shkalasidan chetga chiqib ketgan bo'llar edi, Aks ta'sir etuvchi moment aylantiruvchi momentga qarshi yo'naltirilgan bo'lib, qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi kattalashishi bilan ortishni lozim. Aks ta'sir etuvchi moment aylantiruvchi momentga tenglashguncha qo'zgaluvchan qism aylantiruvchi moment ta'sirida buriladi. Ko'p elektr o'lchash priborlarida aks ta'sir etuvchi moment tortqi prujina va osmalarning burilishi bilan hosil qilinadi. Bunday qurilmada aks ta'sir etuvchi moment burilish burchagiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$M_{aks} = k_{aks} * \alpha, \text{ bu yerda}$$

k_{aks} = tortiq yoki prujinaning materiali va uning olchamlariga bogliq bolgan ozgarmas kattalik\$ bu α burchakning birligiga mos keluvchi moment bolib, solishtirma aks tasir etuvchi moment deb aytadi.

Elektr o'lchash priborlarning prujinalari ko'p hollarda ferromagnit material hisoblanmaydigan fosforli bronzadan tayyorlanadi; shunda priborning magnit maydoni prujinaning ishiga ta'sir qilmaydi.

Elektr tarmog'iga ulanmagan priborning strelkasi qandaydir sabab bilan shkalaning nol holatidan surilib qolgan bo'lsa, uni nolga o'rnatish uchun korrektor deb ataladigan moslamadan foydalaniladi. Korrektor yordamida tortqi yoki osma ipining maxkamlanish nuqtasining holatiga ta'sir qilinadi. Prujina ishlatilgan holda uning bir uchi qo'zg'aluvchan qismning o'qiga, ikkinchi uchi 3 esa korrektorking tortqisiga maxkamlanadi.

Priborning ko'rsatishiga qo'zg'aluvchan qismining og'irlik kuchi ta'sirini bartaraf etish uchun qo'zg'aluvchan qismining ogirlik markazi uning aylanish o'qi ustida yotishi kerak. Buning uchun qo'zg'aluvchan qismi posangi yuklar 6 yordamida muvozanatlanadi: odatda, bu posangilar qo'zg'aluvchan. qismining o'qiga strelka bilan birga o'rnatiladigan ingichka boltlarga kiydiriladi. Tok zanjiriga ulanmagan yaxshi muvozanatlanadigan priborning strelkasi shkalaning istalgan holatida ko'pi bilan pribor har bir darajasining o'ngdan bir ulushi qadar noldan ogadi; uning ko'rsatishi shkalaning holatiga bogliq bo'lmaydi. Muvozanatlanganlik, masalan, priborning qisqa muddatga o'ta yuklanishi natijasida yuzaga keladigan kuchli turtki tufayli buzilishi mumkin.

Priborning qo'zgaluvchan qismi prujina bilan birga mexanik tebranishlar-ga moyil sistema hosil qiladi. Shuning uchun biron kattalikni o'lchashda qo'zg'aluvchan qismi bir necha tebranishlardan so'ng yangi holatga o'rnatiladi. Tinchlantirgichlar qo'zg'aluvchan qismi va u bilan birga strelka tezroq yangi holatni egallashi uchun xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda magnitoinduksion, havo va suyuqlik tinchlantirgichlari keng' qo'llanadi.

Magnitoinduksion tinchlantirgich o'zgarmas magnitlar 2 va qo'z-g'aluvchan qismining o'qiga o'rnatilgan qo'zg'aluvchan plastina 1 (sektor, disk, silindr) dan tashkil togan. Plastina xarakatlanganda unda uyurma toklar hosil bo'ladi, bu tokning o'zgarmas magnit maydon bilan o'zaro ta'sirlanishi natijasida Lents prinsipiga muvofiq, plastinani tormozlovchi kuch paydo bo'ladi.

Parrakli havo tinchlantirgichda pribor o'qi aylanganda yopiq, kamerada engil alyuminiy parrak suriladi. Parrak bilan kamera devori orasidagi zazor bo'lgani uchun parrakning ikkala tomonidagi bosimlar o'rtasida farq yuzaga kelib, tormozlovchi kuch paydo bo'ladi.

Hozirgi zamon suyuqlik tinchlantirgichlari priborning qo'zg'almas va qo'zgaluvchan qismlariga mahkamlangan ikkita metall diskdan tashkil topgan. Ular 0,1 mm ga teng zazor bilan bir-biriga qarama qarshi o'rnatilgan. Zazor qovushoq suyuqlik bilan to'ldirilgan. Suyuqlik ilashish kuchi ta'sirida priborning istalgan holatida ham to'kilib ketmaydi. Bu suyuqlikdagi disklarning harakati kuchli tinchlantiruvchi ta'sir hosil qiladi.

ELEKTR O'LCHASH PRIBORLARINING MEXANIZMLARI

O'lchash zanjiri va o'lchash mexanizm elektr o'lchash priborining asosiy . qismlari hisoblanadi.

O'lchash zanjiri o'lchanadigan elektr kattalikni (kuchlanish, quvvat, chastota va hokazoni) unga proportsional bo'lgan va o'lchash qismiga ta'sir qiluvchi kattalikka o'zgartirib beradi. Masalan, voltmetrning o'lchash zanjiri o'lchash mexanizm chulg'amlaridan va qo'shimcha rezistordan tashkil topgan. Bu zanjirning qarshiligi

o'zgaras bo'lgani uchun o'lchash mexanizmi orqali o'tadigan to'k o'lchanadigan kuchlailshga proporsional va voltmotr strelkasini ma'lum miqdorda og'diradi.

Ulchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo'zgaluvchan qism va u bilan bog'liq bo'lgan kursatkich (masalan, strelkatni) harakatning mexanik energiyasiga aylaltirib beradi.

Asosiy elektromexanik ulchash mexanizmlariga magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodilamik, induksion va elektrostatik mexanizmlar kiradi. Bundan tashqari tor maqsadlar uchun mo'ljallangan ko'pgina shunday mexanizmlar ham mavjud .

Magnitoelektrik mexanizm o'zgaras tok bilan ishlasa xam uning sifati yuqori bo'lgani uchun turli o'zgartnruvchi qurilmalar bilan birtalikda o'zgaruvchan tokni o'lchashda ham ishlatiladi, Magnitoelektrik mexanizm va yarmutkazgichli to'grilagich birlashtirilganda tugrilagich (detektorli) pribor hosil bo'ladi; agar bu mexanizm termoparalar bilan biriktirilsa,termoelektrik pribor yuzaga keladi.

Magiitoelektrik mexanizmda aylantiruvki moment doimiy magnit maydon bilan g'altakdagi o'lchanadigan toknnig-o'zaro ta'siri natijasida hosil qilinadi. Bu sistemadagi mexanizmlar qo'zg'aluvchan g'altakli va qo'zg'aluvchan magnitli bo'linsh mumkin. Qo'zgzluvchan magnitli mexanizmlarning aniqligi ancha past bo'lgani uchun ular nisbatan kam qo'llaniladi.

Qo'zgaluvcha g'altakli magnitoelektrik o'lchash mexanizmlari o'ziningkonstruktiv xususiyaglariga ko'ra tashqi magnitli va ichki ramali magnitli mexanizmlarga bo'linadi.

Tashqi magintli mexanizmlarning magnit sistemasi kuchli o'zgaras magnit 1, magnit o'tkazgich 2, qutb uchliklari 3 va o'zakdan tashkil topgan. So'nggi uchta qismi oson ishlov beriladigan magnit yumshoq po'latdan tayyorlanadl. Qutb uchliklari va o'zakka yaxshilab ishlov berilganligidan ular orasidagi zazorda tekis radnali magnit maydoni hosil bo'ladi.

Ichki ramali magnitli mexainzmlarda o'zgaras magnit 1 o'zak vazifasini o'taydi. Uni magnit yumshok, po'latdan tayyorlangan halqasimon magnit o'tkazgnch 3 qamrab turadi. O'zgaras magnitning magnit yurituvchi kuchi havo zazornning turli qismlarnda bir xil emas. Zazor bir tekis bo'l ganda magnit yurituvchi kuch uzak aylanasi bo'ylab

zazorda taxminan sinusoidal qonun bo'yicha taqsimlanadigan induksiya hosil qilgan bo'lardi. Magnit yumshoq po'latdan qilinadigan ustqo'ymalar 2 yordamida zazorning katta qismida magnit maydonni amalda bir tekis, radial qilish mumkin.

O'lchash mexanizmlarining ikkala konstruksiyasida ham qo'zgaluvchan g'altak tortqilarda yoki tayanchlarda o'rnatiladi va u o'zakka nisbatan taxminan 90° chegarasida burilishi mumkin. Bu g'altak allyuminiydan yasalgan karkasga o'raladi. Bunday qo'zgaluvchan qismni ramka deb atash qabul qilingan. Bu mexanizmda alyuminnyli karkas magnitoiduksion tinchlantirgich vazifasini o'taydi, chunki u qisqa ulangan hamda o'zgaras magnit maydoniga jonlashtirilgan o'ram ko'rinishida. Qo'zgaluvchan qismi surilganda karkasning oqim tutinishi o'zgaradi, natijada unda eyuk induksiyalanib, karkasda tok paydo bo'ladi. Tok o'zgaras magnit maydoniga ta'sir etib, ramkaning tebra nishini tormozlaydigan kuch hosil qiladi.

Pribordagi aylantiruvchi moment elektromagnit kuch qoidasi asosida aniqlanadi. G'altakning har bir simiga ta'sir etuvchi kuch:

$$F = BIL$$

bunda L — taxminan g'altak balandligi h ning yarmisiga teng bo'lgan simning aktiv uzunligi. G'altak o'ramlarni w ning har biri ikkita aktiv tomonga ega. Kuchning qo'yilish yelkasi g'altak eni h ning yarmiga teng bo'lgani uchun magnitoelektrik mexanizmining qo'zgaluvchan qismiga ta'sir etuvchi aylantiruvchi momentga teng bo'ladi.

Quzg'lluvchar qismining og'ish burchagi o'lchanadigan tokka to'g'ri proportsional, chunki magnitoelektrik pribor tekis taqsimlangan shkalaga ega (chunki magnit iduksnyasini havo zazorining ish qismida bir xil hisoblash mumkin).

Chap qo'l qoidasini qo'llab qo'zgaluvchan g'altak o'zning maydoni yo'nalishi magnit hosil qladigan asosiy magnit maydon yo'nalishiga mos keladigan holatni egallashga intilishga osongina ishonch hosil qilish mumkin. Tok yo'nalishi o'zgarishi bilan aylantiruvchi momentning yo'nalishi ham o'zgaradi, shuning uchun sanoat chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulanganda strelka nol holatda qoladi, chunki

qo'zg'aluvchan qismga tez o'zgaruvchan teskari tomonga yo'nalgan aylantiruvchi momentlar ta'sir qiladi.

Magnitoelektrik mexanizmlarning asosiy magnit maydoni o'lchanadigan tok bilan emas, balki o'zgarmas magnit bilach uyg'otiladi. Shu sababli yutqori sezgirlikdagi nol priborlarda (galvanometrlarda), odatda, magnitoelektrik o'lchash mexanizmlaridan foydalaniladi.

Magnitoelektrik mexanizmning sezgirligi katta bo'lganligidan o'zi kam energiya iste'mol qilishi bilan ajralib turadi.

Priborlarning o'z magnit maydoni kuchli bo'lgani uchun hamda yumshoq magnit po'latdan yasalgan magnit o'tkazgichining ekranlovchi ta'siri tufayli tashqi magnit maydonlari bu priborlarning ko'rsatishiga kam ta'sir ko'rsatadi. Bunday sistemalarning kamchiligi sifatida mexanizmlarning tannarxi yuqoriligini kursatish mumkin.

Tugrilagich sistemali priborlarda uzgaruvchan tokni o'lchash uchun magnitoelektrik mexanizm bitta yarimdavrl yoki ikkita yarimdavrl yarimo'tkazgich vintillni to'g'rilagichlar bilan biriktiriladi.

Bitta yarimdavrl to'g'rilagichda ulchash mexanizmida tok faqat davrning bitta, yarmidya mavjud bo'ladi. Bunda ulchash mexanizmi O'M va ventil B_1 teskari yo'nalishida ulangan ikkinchi ventil B_2 , bilan shuntlanadi. Bunday tutashtirish tekshiriladigan zanjirning ish rejimini buzmaydi va tokning teskari yo'nalishida ventil B_1 zanjirning to'la (teskari) kuchlanishi ostida bo'lmaydi, shunday qilib ventillning teshilishiga yo'l qo'yilmaydi.

O'lchash mexanizmlarida ikkita yarim-davrl to'g'rilash ko'pincha ikkita ventil va ikkita rezistor yordamida amalga oshiriladi.

To'g'rilagich sistemasi priborning o'lchash mexanizmi orqali o'tadigan tok bir xil yo'nalishda pulsatsiyalanadi. Pribor qo'zgaluvchan qnsmining inertsias katta bulganligi uchun bunday pulsatsiyalanishlarga ulgura olmaydi, uning og'ishi esa davr mobaynida aylantiruvchi momentning o'rtacha qiymati sifatida topiladi. Aylantiruvchi moment tokka proporsional bo'lgani uchun, u ikkita yarim davrl to'g'rilashda ham tokning o'rtacha qiymati $I_{o,r}$ ga ham pronorsionaldir

Bitta yarimdavrl to'g'rilashda bu moment ikki marta kichikdir.

Sinusoidal o'zgaruvchan tokda tokning ta'sir etuvchi qiymati

$$I=1,1I_{0,r}$$

To'g'rilagich priborning magnitoelektrik mexanizmi amalda tokning o'rtacha qiymatini ulchagani bilan o'zgaruvchan tok zanjrlarida o'lchashlar uchun u uzgaruvchan tok yoki kuchlanishning amaldagi qiymatlari uchun darajalanadi. Masalan, sinusoidal kuchlanishning o'rtacha qiymatn 109 B bo'lg'anda pribor $120 B=109*1,1$ ni ko'rsatadi. Demak, o'zgaruvchan tokning oniy qiymatlari egri chiziqli sinusoidal bo'lmasa, pribor ko'rsatishlarida ma'lum xatoliklar vujudga keladi.

To'g'rilagich qurilmasinnng takomillashmaganligi tufayli yuzaga keladigan xatoliklar natijasida to'g'rilagich priborlarning aniqligi yuqori emas. 20 kGts dan yuqori chastotalar uchun ventillarning ichki sig'implari shuntlovchi ta'sir ko'rsatilganligidan ishlatilmaydi.

Tug'rilagich priborlar magnitoelektrik sistemaiing qator afzalliklarini o'zida saqlaydi, chunki sezgirliigi yuqori, o'zi kam energiya iste'mol qiladi, ma'lum chegaralarda ko'rsatishlari chastotalarga juda kam bog'liq. To'g'rilagich sistema priborlar universal ko'p chegarali priborlar (testerlar) sifatida keng qo'llaniladi, chunki shunt va qo'shimcha rezistorlarni qayta ulash yo'li bilan o'lchash chegaralarini osongina o'zgartirish mumkin. Yarimo'tkazgichli ventillarning o'lchash uchun zarur bo'lgan o'lchamlari kerakli darajada kichik va ular to'g'rilagich priborlarda korpus ichida osongina joylashadi.

Yuqori chastotali o'zgaruvchan toklar ko'pincha termoelektrik sistema priborlari yordamida o'lchanadi. Bu priborlarda magnitoelektrik mexanizm termoo'zgartkich bilan birlashtiriladi. Termoo'zgartkich bitta yoki bir necha termoparalar va isitgichdan tashkil topgan bo'lib, o'lcha-adigan o'zgaruvchan tok u orqali o'tadi. Termoparalarning eyuk termoparalar issiq va sovuq uchlaridagi temperaturalarning farqiga, ya'ni termoparaning qizdirilishiga, qizdirilish esa o'zgaruvchan tok qiymatining kvadratiga. (I^2) proporsional, demak, pribor shkalasi notekis. Bu sistemadagi priborlar kam sezgir, aniqligi past hamda ortiqcha yuklanishlarga barkaror emas.

Elektromagnitli o'lchash mexanizmlarida aylantiruvchi moment o'lchanadigan tok magnit maydonning qo'zg'aluvchan ferromagnitli o'zagiga qo'zg'aluvchan galtak ta'sir

etishi bilan hosil qilinadi. Bunday qurilmalarda elektromagnit kuchlar o'zakni magnit oqimi mexanizmda eng katta bo'ladigan qilib surishga intiladi. Hozirgi vaqtda elektromagnitli mexanizmlarning uch xil asosiy konstruksiyasi qo'llanadi.

Yassi g'altakli mexanizmlarda yumshoq magnit materialdan yasalgan o'zak 1 g'altak 2 da o'lchanadigan tok mavjud bo'lganda uning nisbatan tortiq tirqishiga tortiladi. Magnit maydonni kuchaytirish va aylantiruvchi momentni rostlash uchun ikkinchi qo'zg'almas o'zak 3 xizmat kiladi.

Dumaloq g'altakli mexanizmlarda g'altak 1 ichida ikkita ferromagnitli o'zak 2 va 3 bo'ladi. Ulardan biri 2 qo'zg'almas, ikkinchisi 3 qo'zg'aluvchan bo'lib, o'qqa o'rnatilgan. G'altakda o'lchanadigan tok mavjud bo'lganda o'zaklar magnitlanadi va birbiridan itarilishga intiladi, natijada aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.

Magnit o'tkazgichli mexanizmlarda qo'zg'aluvchan o'zak 1 magnit o'tkazgich zazorida tirnoqqa o'xshash qutb uchliklari 2 va 3 orasida o'rnatilgan. Magnit oqimi g'altak 4 dagi o'lchanadigan tok tomonidan uyg'otiladi. Sektor shakliga ega bo'lgan qo'zg'aluvchan o'zak magnitli sistemaning maksimum energiyasiga mos keluvchi holatni egallashga intiladi.

Elektromagnitli priborlarning qo'z g'aluvchan qismi tortqilarda yoki tayanchlarda o'rnatiladi. Aks ta'sir etuvchi moment hosil qilish uchun tortqi yoki spiral prujinaning buralinishidan foydalaniladi. O'z magnit maydoni kuchsiz bo'lgan dumaloq yoki yassi g'altakli elektromagnit g'altakli mexanizmlarni tashqi magnit ta'siridan himoya qilish uchun ular ekranlar 4 bilan jihozlanad.

Elektromagnitli priborlarda tinchlantirish uchun havo magnitinduksion va suyuqlikli tinchlantirgichlar qo'llanadi. Bu priborlarning aylantiruvchi moment tok kvadratiga (I^2) va qo'zg'aluvchan qismining burilishida sistema induktivligining o'zgarishiga proporsional.

Demak, o'lchanadigan tok yo'nalishining o'zgarishi aylantiruvchi moment yo'nalishini o'zgartirmaydi, tokning yo'nalishi o'zgarishi bilan bir yo'la o'zaklarning qutbligi va magnit maydonning yo'nalishi ham o'zgaradi. Umuman olganda priborlar o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarni o'lchash uchun yaroqli. Lekin o'zgarmas tokda gisterezis ta'siri tok ko'payganda va kamayganda priborning ko'rsatishlarida farq

keltirib chiqaradi (bu farq taxminan 2 % gacha etadi). O'zgaruvchan tokda o'zakda gisterezisga va uyurma toklarga bo'ladigan isroflar qo'zg'aluvchan qismining og'ishlarini birmuncha kamaytiradi. Laboratoriya va ko'chma priborlarda permalloydan yasalgan o'zaklardan foydalanilganda o'zgarmas va o'z-garuvchan toklarda ko'rsatishlarning farqi juda kichik bo'ladi, Bu sistemaning ko'pgina shchitli priborlari faqat o'zgaruvchan toknigina o'lchashga mo'ljallangan.

Elektromagnitli sistema priborlarining konstruksiyasi sodda, arzon, o'ta yuklanishlarga ustivor bo'lganlig'idan shchitli elektromagnitli o'zgaruvchan tok ampermetrlari va voltmetrlari amalda keng qo'llanadi.

Elektromagnitli sistema mexanizm-larining kamchiliklariga o'eining nisbatan ko'p energiya iste'mol qilishi, ko'rsatishlarining tashqi magnit maydoniga bog'liqligi va shkalasining, ayniqsa, uning boshlang'ich qismining notekisligi kiradi.

Elektrodinamik mexanizmlar tok o'tuvchi simlarning o'zaro ta'sir qilish printsipligiga asoslangan: qarama-qarshi yo'nalishda tok oqadigan ikkita sim bir-biridan itariladi, bir xil yo'nalishda tok oqadiganlari bir-biriga tortiladi. Bu sistemaning o'lchash mexanizmi asosan I_n va I_p toklar o'tuvchi qo'zg'almas 1 hamda qo'zg'aluvchan 2 g'altaklardan tashkil topgan.

Qo'zg'aluvchan g'altakka tok I_n ikkita tortqi yoki spiral prujinalar 3 orqali beriladi. Bu tortqi va prujinalar aks ta'sir etuvchi moment hosil qilish uchun ham xizmat qiladi. Priborning g'altak-lari po'lat o'zakli yoki po'lat o'zaksiz bo'lishi mumkin; elektrodinamik printsipligiga asoslangan priborlarda qo'llanilsa ham elektrodinamik priborlar deb birinchi tip priborlarga aytiladi, ikkinchi tip priborlar ferrodinamik priborlar deyiladi.

Priborning ikkita g'altagidagi tok-larning o'zaro ta'siri bilan hosil qilina-digan kuch bu toklarning ko'paytmaeig'a proporsional. Bundan tashqari bu kuch g'altaklarning o'zaro nisbiy holatiga ham bog'liq, ularning holati qo'zg'aluvchan g'altakning surilishi bilan o'zgaradi. So'nggi bog'lanish qo'zg'aluvchan g'altak $\Delta\alpha$ ga surilganda o'zaro induktivlik ΔM ning o'zgarishiga proporsional ravishda ifodalanadi.

Ikkala g'altakda tokning yo'nalishi bir vaqtda o'zgarganda aylantiruvchi momentshshg yo'nalishi o'zgarmaydi. Demak, elektrodinamik mexanizmlar ham, fer-

rodinamik mexanizmlar ham o'zgaruvchan toklar uchun ham, o'zgarmas toklar uchun ham yaroqlidir.

O'zaksiz mexanizmlarda Xususiy magnit maydoni kuchsiz, chunki u ferromagnitsiz muhitda hosil qilinadi. Shuning uchun ham mexanizm g'altaklarida etarli darajada aylantiruvchi moment hosil qilish uchun o'ramlar soni yetarli darajada bo'lishi kerak; lekin o'ramlarning soni ko'pligidan g'altakning qarshiligi nisbatan katta bo'ladi, natijada bunday mexanizmlarning o'zi iste'mol qiladigan energiyaga nisbatan katta bo'ladi. Tashqi magnit ta'siridan himoya qilish uchun hozirda chiqarilayotgan elektrodinamik mexanizmlar permalloyning ferromagnit materialidan yasalgan qo'sh ekran ichiga joylashtiriladi. Tashqi magnit maydonlar ekranlangan mexanizmga o'tmaydi, chunki ular ekranlar orkali tutashadi.

Mexanizmga ferromagnetiklarning yo'qligi tufayli aniqligining yuqoriligi elektrodinamik (o'zaksiz) priborlarning xarakterli xususiyati hisoblanadi. O'zgaruvchan tokda o'lchashlar uchun bu priborlarni ancha aniq hisoblash mumkin. Shunday qilib, elektrodinamik priborlar asosan yuqori aniqlikdagi (0,5; 0,2 va 0,1 klasesdagi) ko'chma laboratoriya priborlari (vattmetrlar) xizmatini o'taydi. Elektrodinamik vattmetrlarning shkalasi amalda tekis, ampermetr va voltmetrlarniki notekis (uning boshlang'ich qismi maydaroq).

Elektrodinamik mexanizmlarning sovitish sharoiti yomonligi tufayli va o'zi anchagina energiya iste'mol qilishi sababli ularga ortiqcha nagruzka bermaslik lozim.

Elektrodinamik sistema priborlari-ni tayyorlash murakkab, ular qimmatroq turadi.

ferrodinamik mexanizmlarda qo'zg'almas g'altak 1 po'lat magnit o'tkazgich 3 bilan ta'minlangan, ko'zg'aluvchan g'altak 2 esa po'lat o'zakni qamrab turadi. Bu mexanizmlarda po'lat borligi tufayli kuchli o'z magnit maydoni hosil bo'ladi, demak, aylantiruvchi moment ham katta, bu esa o'zi iste'mol qiladigan energiyani ancha kamaitirish imkonini beradi. Tashqi magnit maydonlar ularning ko'rsatishiga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Po'lat o'zakdan foydalanishning salbiy tomoni shundan iboratki, undagi isroflar va po'latning magnitlanishi egri chiziq bo'yicha bo'lganligi, sababli yuzaga keladigan qo'shimcha xatolnklar ularning aniqligini birmuncha kamaytiradi. O'zgarmas tokda

gisteresis o'lchanadigan kattalik oshtanda va kamayganda ko'rsatishlardagi farqni yuzaga keltiradi. Po'latning borligi priborlarning chastota diapazonini cheklaydi (yuqori chegara taxminan 500 Gts ga teng).

Ferrodinamik priborlar shchitli va o'zgaruvchan tokda ishlash uchun ko'chma qilib tayyorlanadi. Ferrodinamik mexanizmlar bundan tashqari katta aylantiruvchi moment kerak bo'ladigan o'zi yozar priborlarda qo'llanadi.

Indushion o'lchash mexanizmlari hr-zirgi vaqtda elektr energiyasi schetchik-la^idagina qo'llanadi.

Elektrostatik mexanizmlarda zaryadlangan simlarning o'zaro ta'siri natijasida aylantiruvchi moment paydo bo'ladi. Boshqa sistemadagi mexanizmlardan farqli ravishda elyoktrostatik mexanizmlarda tokdan emas, balki berilgan kuchlanishning bevosita ta'siridan foydalanilgan. Ko'pgina hollarda bu sistemadagi priborlar voltmetrlar bo'lib xizmat kiladi. Voltmetrda o'q 2 yoki tortqilarga mahkamlangan qo'zg'aluvchan plastinalar 3 hamda qo'zg'almas plastinalar bo'lib, ularga nisbatan qo'zg'aluvchan plastinalar suriladi. Elektrostatik mexanizmlar elektr zanjirining elementa sifatida qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas qoplamali yassi kondensatorlar bo'lishi mumkin. Qo'zg'aluvchan qismi-ning surilishi mexanizm sig'imini ma'lum darajada o'zgartiradi. O'lchanadigan kuchlanish qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas plastinalar orasida paydo bo'ladi. Elektrostatik ta'sir o'zaro ta'sir etuvchi zaryadlar ko'paytmasiga to'g'ri proportsional, zaryadlar esa ularni yuzaga keltiradigan kuchlankshlarga proportsional, shuning uchun elyoktrostatik mexanizmning aylantiruvchi momenti o'lcha-nadigan kuchlanishning kvadratiga (U_2) to'g'ri proportsional, bundan tashkari bu moment qo'zg'aluvchan qismning $\Delta\alpha$ burchakka o'zgarishida sig'imning o'zgarishiga ham bog'liq.

Aks ta'sir etuvchi moment tortqi yoki prujinaning buralishi bilan hosil qilinadi.

Plastina zaryadlarining ishorasi o'zgarishi bilan aylantiruvchi momentning yo'nalishi o'zgarmaydi, shuning uchun elektrostatik voltmetr o'zgarmas va o'zgaruvchan kuchlanishlarni o'lchash uchun yaroqli. Voltmetrning deyarli energiya iste'mol qilmasligi qatst tadqiqot ishlari uchun juda muhimdir, bu esa undan quvvati kichik elektr zanjirlarida o'lchash ishlarida foydalanish imkonini beradi.

Bundan tashqari momentning U^2 ga proportsionalligi tufayli past kuchlanishlarda bu voltmetrning aylantiruvchi momenti nisbatan kichik bo'lganligi uchun plastinalar sonini oshirish zaruriyatini tug'diradi, natijada qo'zg'aluvchan qismining og'irligi ortadi. Oqibatda pribor mo'rt bo'lib, qimmatlashadi. Shuning uchun elyoktrostatik voltmetrlar asosan maxsus laboratoriyalarda yukri kuchlanishlarni bevosita o'lchashda ishlatiladi.

SHUNT LAR VA QO'SHIMCHA REZISTORLAR

Shunt (inglizcha shunt — tarmoq de-makdir) nisbatan kichik, lekin o'zgarmas qarshilikli rezistor. U qator o'lchash priborlarida tokning o'lchash chegaralari-ni kengaytirish uchun xizmat qiladi va o'lchash mexanizmi O'M ga parallel ulanadi. Bunda o'lchanadigan tok I yo'lida tarmoq hosil qilinadi: bitta tarmoqni qarshiligi R_{sh} bo'lgan shunt, ikkinchi tarmoqni esa qarshiligi R_q va R_d bilan ketmaket ulangan. Elementlarni parallel ulash shartiga ko'ra tarmoqlar o'rtasida tok ularning qarshiliklariga teskari proportsional ravishda taqsimlanadi.

Shuntlash tufayli o'lchash mexanizmi orqali o'tadigan tok o'lchanadigan tokning kam qismini tashkil qiladi, bu esa o'lchash mexanizmini tayyorlash va ishlatishni sezilarli osonlashtiradi. Shuntning to'rtta qismasi bo'lishi kerak ikkitasi tok qismasi m bo'lib, shuntni o'lchanadigan tok zanjiriga ulash uchun, qolgan ikkitasi potentsial qismasi n bo'lib, o'lchash mexanizmi tarmog'ini ulash uchun xizmat qiladi. To'rtta qisima kontaktlar o'tish qarshiliklarining shunt va o'lchash mexanizmlari o'rtasida tokning taqsimlanishiga ta'sirini yo'qotish uchun zarur. Temperatura o'zgarganda tokning taqsimlanishi buzilmasligi uchun shuntlash koeffitsienti k_{sh} ning doimiyligini; boshqacha aytganda tarmoq qarshiliklarining doimiyligini ta'minlash lozim. Shuning uchun ham shunt temperatura kengayish koeffitsienti nolga yaqin bo'lgan hamda mis bilan termojuft hosil qilmaydigan qotishmanganidan tayyorlanadi. Qizish ta'sirini bartaraf qilish uchun mis chulg'amli galtakka ketmaket qilib qarshiligi $r_q \geq 5r$ bo'lgan manganidan yasalgan qo'shimcha rezistor ulanadi.

Shuntlar o'zi iste'mol qiladigan energiyasi kam bo'lgan o'lchash mexanizmlari bilan birga ishlatiladi, chunki shuntning qizishi o'lchash mexanizmi qizishidan ($k_{sh} — 1$) marta katta. Shuning uchun shuntlar bilan magnitoelektrik va to'g'rilagichli sistema o'lchash mexanizmlari ta'minlanadi. Shuntlar to'plamiga ega bo'lgan bitta pribor toklarning turli qiymatlarini o'lchash uchun xizmat kidali. Ko'pincha shuntlar pribor korpusi ichiga joyla itiriladi.

O'zgaruvchan tok ustanovkalarida tok o'lchash chegarasini kengaytirish maqsadida priborlar tok ulchash transformatorlari orqali ulanadi.

Qo'shimcha rezistor nominal kuchlanishda voltmetr tokini uning nominal qiymatigacha I_{v*nom} cheklash uchun xizmat qiladi. Voltmetr o'lchash mexanizmining chulg'ami priborning strelkasi butun shkala bo'yicha og'adigan tokka hisoblangan. Ko'pgina voltmetrlarda bu tok nisbatan kichik (taxminan 0,1 — 50 mA). O'lchash mexanizmi mis chulg'amining karshiligi R_g , nisbatan katta emas, u qo'shimcha rezistor qarshiligi bilan I_{v*nom} bo'lguncha to'ldiriladi. Butun ulchash zanjirining qarshiligi o'zgarmas bo'lishi, temperatura va uz-garuvchan tok chastotasiga bog'liq bo'lmasligi lozim. Qo'shimcha rezistor manganin yoki konstantandan tayyorlanadi. Chastota karshiligini bartaraf etish uchun uning karshiligi reaktiv bo'lmasligi kerak. Buning uchun qo'shimcha rezistorning simi bifilyar qilib yoki yupqa izolyatsion plastinaga bir qator qilib o'rab chiqiladi. Qo'shimcha rezistorlar bilan vattmetr va fazometrlarning kuchlanish zanjirlari, chastotomerlar kabi priborlar ta'minlanadi. Qo'shimcha rezistorda sochyladigan quvvat va nominal kuchlanishga bog'liq holda qo'shimcha rezistor pribor korpusi ichida yoki pribordan alohida o'rnatiladi.

O'zgaruvchan tok ustanovkalarida yuqri kuchlanishlarda voltmetrlar va boshqa o'lchash priborlarining kuchlanish zanjirlari kuchlanishni o'lchash transformatorlari orqali ulanadi.

KUCHLANISHNI O'LCHASH

O'zgarmas tok quvvati voltmetr va ampermetr ko'rsatishlari bo'yicha osongina aniqlanadi, chunki o'zgarmas tokda $P=UI$, shuning uchun o'zgarmas tok ustanovkalarida, odatda, vattmetrlar bo'l-maydi. Lekin o'zgaruvchan tok ustanovkalarida quvvatni o'lchash uchun vattmetr zarur, chunki o'zgaruvchan tokning aktiv quvvati

kuchlanish va tokdan tashqari ular orasidagi fazaning siljishiga xam bog'liq. Laboratoriyada ishlatiladigan va ko'chma priborlar sifatida elektrodinamik priborlardan foydalaniladi, ferrodinamik vattmetrlar esa shchitli priborlar bo'lib xizmat qiladi. Bu priborlarda ikkita o'lchash zanjiri mavjud ; tekshiriladigan element r_n hamda ampermetr bilan ketma-ket ulanadigan tok zanjiri (qo'zg'almas galtak) va qo'zg'aluvchan g'altak hamda qo'shimcha rezistor g_q dan tashkil topgan ketma-ket ulangan kuchlanish zanjiri- Kuchlanish zanjiri voltmetr kabi o'lchanadigan ob'ektga parallel ulanadi. Bunday ulashda vattmetr qo'zg'almas g'al-tagining toki o'lchanadigan tokka teng bo'ladi, parallel zanjirga esa o'lchana-digan ob'ektga ta'sir etadigan kuchlanish kabi kuchlanish ta'sir etadi.

Vattmetr o'lchash mexanizmining aylantiruvchi momenti qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altak toklarining ko'paytmasiga hamda bu toklar orasidagi fazalar siljishining kosinusiga proportsional bo'lishi lozim; shunday qilib qo'zg'aluvchan g'altak toki uni yuzaga keltiruvchi kuchlanish bilan bir xil fazada bo'lishi kerak. Unda aylantiruvchi moment o'lchana-digan ob'ektking $\cos f$ ga proportsional bo'ladi. Qo'zg'aluvchan g'altakdagi tok fazasi bo'yicha kuchlanishga moe bo'lishi uchun bu zanjirning qarshiligi amalda reaktiv bo'lmasligi kerak. Qo'zg'aluvchan g'altakning induktiv karshiligi nisbatan kichik bo'ladi, qo'shimcha rezistor esa reaktivsiz qilib tayyorlanadi; shuning uchun vattmetr kuchlanish zanjirining to'la qarshiligi faqat aktiv qarshilik-dan iborat deb hisoblash mumkin. Natijada vattmetring aylantiruvchi momenti tekshirilayotgan yuklash qurilma-sining yoki o'zgaruvchan tok elektr energiyasi manbaining quvvatiga proportsional.

Vattmetr ikkala g'altagidagi toklar-ning yo'nalishi o'zgarsa ham aylantiruvchi momentning yo'nalishi o'zgarmaydi. Agar zanjirda vattmetr zanjirlaridan birining qismalarining o'rni o'zgartirilsa, bu priborning maz-kur g'altagidagi tok fazasini 180° ga o'zgartirish bilan tengdir. Natijada aylantiruvchi momentning yo'nalishi o'z-garadi, pribor strelkasi shkalaning nol qiymatidan chetga o'tadi.

Zanjirlarning noto'g'ri ulanishining oldini olish uchun, vattmetrlar zanjir-larining qismalari oldida «boshi» belgisi bo'ladi. Bu belgi mazkur qisma oldiga qo'yiladigan yulduzchadan iborat. Ikkita zanjirning yulduzchali ikkita qismasi generatorlar deb

ataladi: agar vattmetrning ikkala qismasi elektr energiyasi manbainig bitta qutbiga ulansa strelka faqat kerakli tomonga og'adi.

LOGOMETRLAR

Logometrlar deb («logos» grekcha eo'z bo'lib, nisbat degan ma'noni bildiradi), ikkita elektr kattalikni, ko'p hollarda ikkita tokning nisbatini o'l-chab ko'rsatuvchi priborga aytiladi. Undan tokka bog'liq bo'lmagan elektrik va noelektrik kattalik qarshilik, faza siljishi, chasgotalar, temperatura, bo-sim, fazoda surilish va hokazolarni o'lchashda foydalaniladi.

Ko'p o'lchash mexanizmlari qo'zg'aluv-chan qismining og'ishi mazkur mexanizmning toki orqali aniqlanadi, Bu tokni o'lchanadigan kattalikka bog'liq qilib qo'yish mumkin. Masalan, tok elektr termometr zanjiridagi qarshilikka bor-lik.. Bunda tok zanjiriga o'lchanadigan temperatura o'zgarishi bilan qarshiligi o'zgaradigan rezistor ulanadi. Lekin Om kriuniga binoan tok kuchlanishga proportsional. Demak, pribor ko'rsatishi faqat o'lchanadigan kattalik x gagina bog'liq bo'lmasdan, elektr energiyasi manbainig kuchlanishiga xam bog'liq. Buning natijasida o'lchanadigan qarshilik zanjiriga ulangan o'lchash priborini om yoki gradusda darajalangan shkala bilan jihozlash mumkin emas, chunki manba kuchlanishining o'zgarishi pribor ko'rsatishlarida xatoliklarni keltirib chiqaradi.

Bunday o'lchashlarda kuchlanishning ta'sirini yo'qotish uchun logometrlar-dan keng foydalaniladi.

Logometr istalgan o'lchash sistemasining o'lchash mexanizmi bilan birga tayyorlanishi mumkin. Bular ichida aso-san magnitoelektrik sistemali logometrlar ko'p tarqalgan. Istalgan sistemada-gi logometrlar uchun elektr tokidan aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlar hosil qilishda foydalanish xarakterlidir. Logometrda prujina yoki tortqilarning buralishidan aks ta'sir etuvchi moment hosil qiluvchi mexanik vosita yo'q. Logometrda aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlar elektromexanik kuchlar bilan hosil qilinadi. B u momentlar kuchlanishga bog'liq bo'lganidan kuchlanishning o'zgarishi momentlar nisbatini o'zgartirmaydi, demak, pribor ko'rsatishiga ham ta'sir qilmaydi.

5– маъруза

Бир фазали ва уч фазали трансформаторлар

Режа:

1. Трансформатор ва унинг вазифалари.
2. Бир фазали трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш принципи. Трансформациялаш коэффициенти.
3. Трансформаторнинг вектор тавсифлари фойдали иш коэффициентию
4. Уч фазли трансформаторлар.
5. Автотрансформаторлар.

АДАБИЁТЛАР

1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й.
2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й.
3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты

TRANSFORMATORLAR

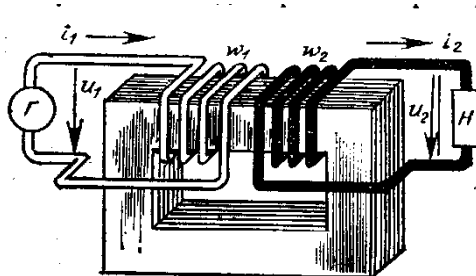
TRANSFORMATORNING TUZILISHI

VA ISHLASH PRINTSIPI

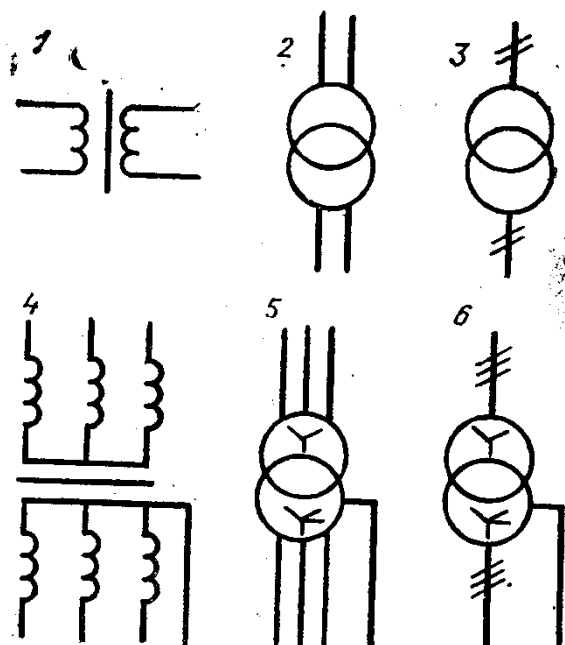
Ko'p elektr stantsiyalar energiya tabiiy manbalari: yonuvchan qazilmalar (kumir, yonuvchan slanetslar, torf) qatlamlari yoki suv oqimlari yaqiniga quriladi, natijada stantsiyalar elektr energiyasi asosiy iste'molchilari—shaharlar va sanoat korxonalaridagi ancha uzoqda joylashadi. Ko'p miqdordagi elektr energiyasini uzoq, masofalarga tejamli qilib uzatish uchun kuchlanish ancha yuqori (kamida 100 kV) bo'lishi kerak, chunki bundan ancha past kuchlanishda toklar ancha katta bo'ladi va tejamli qilib uzatish uchun shuncha katta kesimli sim talab qilinadiki, buni deyarli amalga oshirib bo'lmaydi. Lekin elektr stantsiyalarda o'rnatiladigan o'zgaruvchan yuk generatorlari 6 kV kuchlanishga mo'ljallab yasaladi va ularni 20 kV dan ortiq kuchlanishga mo'ljallab, tayyorlash ancha qiyin. Shu sababli uzatish liniyalari uchun zarur bo'lgan kuchlanishni transformatorlar beradi. Transformatorlarni texnika maqsadlari uchun dastlab 1876 yilda P. N. Yablochkov tatbiq etgan edi.

Bir xil kuchlanishli o'zgaruvchi tok-pi xuddi shunday chastotali bo'lsa kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirib beradigan statik (qismlari harakatlanmaydigan) elektromagnit apparat transformator deyiladi. Transformator o'zaro induksiya hodisasidagi foydalaniladi. Uning ikkita chulg'ami bo'lib, ularni umumiy magnit oqimi kesib o'tadi. Transformator chulg'amlari bir-biridan izolyatsiyalangan bo'lishi kerak. Umumiy magnit oqimini kuchaytirish (magnit bog'lanishni yaxshilash) uchun chulg'amlar umumiy yopiq o'zakli—elektrotexnik po'lat listdan yasalgan magnit o'tkazgichli qilib tayyorlanadi (95- rasm). Bu po'lat listlar lok surtib yoki sirtiga metallurgiya usulida maxsus ishlov berib bir-biridan izolyatsiyalangan. 95- rasmda transformator chulg'amlari yaqinlik uchun yonma-yon joylashtirilgan. Haqiqatda esa bir chulg'am ikkinchisini qamrab oladi, shunda magnit chiziqlar faqat bitta g'altak o'ramlari atrofida yopilib, sochiluvchi magnit maydon hosil qiladi, bu bilan chulg'amlari orasidagi magnit bog'lanish yaxshilanadi.

Biror elektr energiyasi manбайдan energiya oladigan, o'ramlar soni w_1 bo'lgan chulg'am birlamchi chulg'am deyiladi. Tegishlixa shu chulg'amga taalluqli barcha kattaliklar (kuchlanish, tok quvvat) birlamchi deb ataladi va bu kattaliklarning harfiy ifodalariga 1 indeksi qo'yiladi. O'ramlar soni w_2 bo'lgan, o'ziga birlamchi chulg'am umumiy magnit oqimi vositasida bergan elektr energiyasini biror iste'molchiga uzatadigan chulg'am ikkilamchi chulg'am deyiladi. Tegishlixa ikkilamchi chulg'amning barcha kattaliklari U_2 , I_2 , P_2 deb belgilanadi. Ancha yuqori kuchlanishli tarmoqqa ulangan chulg'am yuqori kuchlanish (BH) chulg'ami, ikkinchisi esa—past kuchlanish (HH) chulg'ami deyiladi.



5.1- rasm. O'zagi elektrotexnik po'latdan yasalgan bir fazali transformatorning tuzilishi



5.2- rasm. Bir fazali (1, 2, 3) va uch (fazali 4, 5, 6) transformatorlarning shartli grafik belgilanishi.

Transformatorlar vazifasiga ko'ra bir fazali va uch fazali qilib tayyorlanadi. Uch fazali transformatorning bir xil kuchlanishda ishlaydigan faza chulg'amlari to'plami uning birlamchi yoki ikkilamchi chulg'ami deyiladi. Bir fazali transformator bilan uch fazali transformator bitta fazasining ish protsesslari amalda bir xil bo'lgani sababli protsess va isbatlarni bir fazali ikki chulg'amli transformatorlarda ko'rib chiqamiz, uch fazali transformatoridagi sharoitning o'ziga xos xususnyatlari esa maxsus paragrafda bayon kilingan.

Agar transformatorning birlamchi kuchlanishi U_1 uning ikkilamchi kuchlanishi U_2 ga qaraganda katta bo'lsa, u iasaytiruvchi transformator rejimida ishlaydi; agar $U_2 > U_1$ bo'lsa, u holda bu kuchaytiruvchi transformatorning rejimi bo'ladi. Bir fazali va uch fazali transformatorlarning asosiy shartli grafik belgilanishlari 96- rasmda ko'rsatilgan.

Transformatorning eng oddiy rejimi salt ishlash rejimidir. Ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilgan, birlamchi cho'lg'am qismalariga esa nominal kuchlanish berilganda transformator salt ishlash rejimida bo'ladi. Agar birlamchi kuchlanish sinusoidal bo'lsa, u holda uning oniy qiymati $u_1 = U_{1m} \sin \omega t$. U birlamchi chulg'amda tok i_{10} ni paydo qiladi, bu tok esa o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi Φ ni vujudga keltiradi. Oqimning o'zgarishi birlamchi chulg'amda eyuk ni induktsiyalaydi, uning oniy qiymati elektromagnit induksiya qonuniga ko'ra quyidagicha bo'ladi:

$$e_1 = -w_1 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Bu eyuk ni induktivlik L va tokning o'zgarishi $\Delta i / \Delta t$ orqali ifodalab bo'lmaydi, chunki po'lat o'zakli chulg'amning induktivligi o'zgaruvchandir.

Birlamchi chulg'amda tok kuchlanish u_1 va eyuk e_1 ning birgalikda ta'enri ostida paydo bo'ladi, demak, bu tokning oniy qiymati:

$$i_{10} = \frac{(u_1 + e_1)}{r_1}$$

shunga ko'ra kuchlanish

$$u_1 = -e_1 + i_{10} r_1.$$

Transformator chulg'amida kuchlannshning aktiv pasayishi nisbatan kam va process xarakterini, ya'ni uning sifatli tomonini o'rganishda $i_{10}r_1$ ni hisobga olmaslik

hamda $u_1 = -e_1 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} + i_{10} r_1$ deb hisoblash mumkin. Oqim sinusoidal o'zgaradi, ya'ni

$$\Phi = \Phi_m \sin \omega t$$

deb faraz qilamiz, u holda

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \Phi_m \frac{\Delta \sin \omega t}{\Delta t}.$$

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, sinusoidal kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi ham burchak tezligi so ga ko'paytirilgan va faza jihatdan boshlang'ichdan chorak davr o'zib ketadigan sinusoidadir, ya'ni

$$\frac{\Delta \sin \omega t}{\Delta t} = \omega \sin(\omega t + \pi / 2).$$

Demak, magnit oqimi sinusoidal o'zgarganda u birlamchi chulg'amda induktsiyalaydigan eyuk quyidagicha bo'ladi:

$$e_1 = -\omega w_1 \Phi_m \sin(\omega t + \pi / 2) = \omega w_1 \Phi_m \sin(\omega t - \pi / 2). \quad (69)$$

Kuchlanish

$$u_1 = -e_1 = \omega w_1 \Phi_m \sin(\omega t + \pi / 2)$$

Shunday qilib, sinusoidal o'zgaradigan marnit oqimini transformator o'zagida uning birlamchi chulg'amlariga berilgan sinusoidal kuchlanish hosil qiladi. Bu oqim

chulg'amda undan faza jihatdan chorak davr ($\pi / 4$) orqdda qoladigan eyuk ni induktsiyalaydi.

(69) eyuk tenglamasida faqat $\sin(\omega t + \pi / 2)$ davr mobaynida o'zgaradi. Sinusning maksimal qiymati 1 ga teng. Demak, eyukning maksimal qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$E_{1m} = \omega w_1 \Phi_m = 2\pi f w_1 \Phi_m$$

eyuk ning ta'sir etuvchi qiymati esa

$$E_1 = E_{1m} / \sqrt{2}, \text{ lekin } 2\pi / \sqrt{2} = 4,44$$

bo'lgani uchun induktsiyalangan eyuk ning formulasi

$$E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m \quad (70)$$

Lekin xuddi shu oqim ikkiichi chulg'amni ham kesib o'tib, unda eyuk ni induktsiyalaydi:

$$e_2 = -w_2 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Ikkilamchi eyuk ning ta'sir etuvchi kiy-mati ham birlamchi chulg'am uchun fikr yuritilgani kabi aniqlanadi:

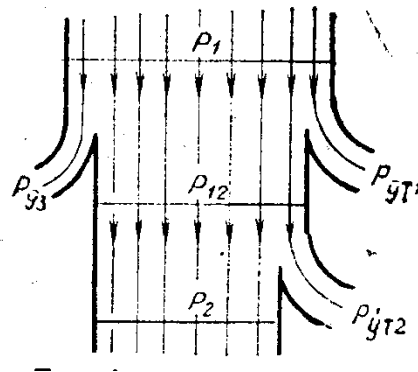
$$E_2 = 4,44 f w_2 \Phi_m. \quad (71)$$

Transformatorlar eyuk uchun chiqarilgan (70) va (71) formulalar transformatorlarga doyr barcha hisoblarda juda muhim hisoblanadi. Bu eyuk larning oniy qiymatlarining ham, ta'sir etuvchi qiymatlarining ham nisbati chulg'amlar o'ramlari sonining nisbat iga teng. U transformatsiya koeffitsienti deyiladi:

$$n_{12} = w_1 / w_2 = E_1 / E_2 = e_1 / e_2. \quad (72)$$

Bu koeffitsient salt ishlash tajribasi yordamida birlamchi U_1 va ikkilamchi U_{20} kuchlanishlarni o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Ikkinchi chulg'am zanjiri uzib qo'yilganligi sababli ikkilamchi kuchlanish $U_{20} = E_2$. Birlamchi kuchlanish U_1 eyuk E_2 ga qaraganda katta, bunga sabab birlamchi chulg'amning to'liq qarshiligida salt ishlash toki I_{10} tufayli kuchlanish pasayadi. Lekin bu tok nisbatan kichik va shu sababli amalda $U_1 = E_1$. Demak, transformatsiya koeffitsienti $n_{12} = U_1 / U_{20}$.

Transformatorning zng muhim afzalliklaridan byari uning fik yuqoriligidir. Ko'p transformatorlarda to'la nagruzkada fik 99% dan ko'p bo'ladi, uni o'rtacha taxminan 98 % ga teng deyish mumkin. Kichik transformatorlarda fik ancha kam, katta transformatorlarda esa — kichik nagruzkada kam bo'ladi. Bu transformatordagi ichki isroflarni hisobga olmay nagruzkada uning to'liq birlamchi quvvati ikkilamchi to'liq quvvatiga teng $S_1 = U_1 I_1 = S_2 = U_2 I_2$ deb taqriban hisoblashga imkon beradi. Taqriban $U_1 / U_2 = w_1 / w_2 = n_{12}$ demak, $I_1 / I_2 = w_1 / w_2 = 1 / n_{12}$. Nominal kuchlanish oshganda nominal tok kamayadi va, aksincha, past kuchlanishga katta tok muvofiq keladi.



5.3-rasm. Transformatorning energetik diagrammasi

Transformatorlarda aktiv quvvat taqsimlanishining umumiy tasvirini uning energetik diagrammasi ko'rsatadi (97-rasm). Birlamchi chulg'amga $P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1$ quvvat beriladi. Uning bir qismi $P_{o1} = I_1^2 r_1$ birlamchi chulg'am o'tkazgichlarining qizishiga sarflanadi. Transformator o'zagida gisterezisga va uyurma toklarga energiya

isrof bo'ladi, bunga $P_{o'z}$ quvvat sarflanadi. Magnit oqim yordamida ikkilamchi chulg'amga quyidagicha quvvat uzatiladi:

$$P_{12} = P_1 - P_{o't,1} - P_{o'z}$$

Lekin ikkilamchi chulg'amda ham simlarning isishiga energiya sarflanadi, bunga yana ma'lum miqdorda quvvat sarflanadi. Shunday qilib, ikkilamchi zanjirga quyidagicha quvvat uzatiladi:

$$P_2 = P_1 - P_{o't,1} - P_{o'z} - P_{o't,2} = U_1 I_1 \cos \varphi_1 - I_1^2 r_1 - P_{o'z} - I_2^2 r_2.$$

Yaqqollik uchun diagrammada transformatoridagi ichki isroflarga sarflanadigan quvvatlar juda kattalashtirib ko'rsatilgan. Real nagruzkali transformatorida ular taxmikan faqat 2 % ni tashkil etadi. Transformatorning ikkilamchi zanjiri biror iste'molchiga ulanganda ikkilamchi chulg'amda induktsiyalangan eyuk E_2 ikkilamchi zanjirda elektr toki 12 ni vujudga keltiradi. Bu tok transformator o'zagida magnit oqimi hosil qilnshta ingiladi. Bu oqim Lents printsiyiga ko'ra eyuk E_2 ni induktsiyalaydigan asosiy oqimga yo'nalishi jihatdan qarama-qarshi bo'lishi kerak. Boshqacha aytganda, ikkilamchi tok o'zining magnit yurituvchi kuchi bilan asosiy magnit oqimini susaytirishga intiladi. Lekin bu oqimnchng kamayishi birlamchi chulg'am tomonidagi elektr muvozanatni $U_1 = E_1$ buzgan bo'lur edi, chunki eyuk $E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m$ asosiy oqimga to'g'ri proportsional. Bunda ikkilamchi tokning ta'siri birlamchi chulg'am tomondan ekvivalent to'liq qarshilikni kamaytiradi, deynsh mumkin. Xuddi shu sababli ikkilamchi tok paydo bo'lishi bilan bir vaqgda birlamchi tok ikkilamchi tokning magnitsizlovchi ta'sirini kompensatsiyalaydigan va shu bilan elektr muvozanatni $U_1 \approx E_1$ saqlab turadigan darajada ortadi.

Demak, ikkilamchi tokning har qanday o'zgarishi birlamchi tokning tegishlicha o'zgarishini keltirib chiqaradi. Ikkilamchi zanjirda tok 12 yordamida iste'molchiga

ma'lum quvvat uzatiladi. Birlamchi tok ko'payganda tarmoqdan taxminan xuddi o'shancha qo'shimcha quvvat olinadi.

Transformator birlamchi zanjir tomonidan elektr energiyasi iste'molchisi hisoblanadi, ikkilamchi zanjir tomonidan esa energiya manbai xksoblanadi. Shunga muvofiq induktsiyalangan eyuk E_1 o'zinduktsiya eyuk ga o'xshaydi, eyuk E_2 esa—bu elektr gnergiyasi manbaining eyuk dir.

O'ZGARUVCHAN MAGNITLANISHDA PO'LATDAGI ENERGIYA ISROFLARI

Transformator o'zagining pula gida energiya isroflari gisterezis bilan uyurma toklarga bo'ladigan isroflar yig'indisidan tarkib topadi.

Gisterezisga isroflarni ishqalanishga isroflar bilan taqqoslash mumkin—o'zgaruvchan magnit maydon ta'siri ostida jajji magnitlarga o'xshash magnit domenlar ferromagnetikdagi ichki tortishish kuchlarini engib, o'z yo'nalishini o'zgartirishi kerak. Ferromagnetik kanna qattiq bo'lsa, gisterezisga isroflar shuncha ko'p bo'ladi. Bitta qayta magnitlanish siklida bu isroflar material gisterezisi sirtmog'ining yuzaenga proportsional bo'ladi. Umumiy holda kerof bo'ladigan quvvat ushbu formula bilan ifodalanadi:

$$P_1 = K_2 f B_m^n G,$$

bunda K_2 — gisterezis koeffitsienta, uning qiymati po'latning sortiga bog'lik,; f —o'zgaruvchan tok chastotasi, B_m —magnit induktsiya amplitudasi; G — o'zakning massasi. Daraja ko'rsatkichining qiymatini $B_m > 1$ T da $n = 2$ va $B_m < 1$ T da $n = 1,6$ deb hisoblash mumkin.

Uyurma toklarga isroflar toklar vujudga keltiradigan quvvatni taqriban hisoblash asosida aniqlanadi. Po'latda o'zgaruvchan magnit oqimi induktsiyalaydigan eyuk ni transformator elektr yurituvchi kuchi orqali ifodalash mumkin, chunki metallning massasi biror qisqa tutashgan o'ramga o'xshaydi, demak

$$E_1 = 4,44 f \Phi_m = 4,44 f S_o \cdot B_m$$

bu erda S_o —shu o'ram qamrab oladigan va oqim kesib o'tadigan yuza. Shu yuza qancha katta bo'lsa, induktsiyalangan eyuk vujudga keltiradigan uyurma toklar shuncha ko'p bo'ladi. Bunday uyurma tok konturidagi isrof bo'ladigan quvvat

$$P_{u.kon} = E_u^2 g,$$

bunda g — shu konturning aktiv o'tkazuvchanligi. Bunday quvvatni hksoblash anchagina qiyin, lekin isroflarni sifat jihatdan baholash uchun o'tkazuvchanlik g po'latning solishtirma o'tkazuvchanligiga proporsiyunal bo'lishigina muhimdir. Shunday qilib, uyurma toklar uchun isrof bo'ladigan suvvatni quyidagicha ifodalash mumkin: bunda K_u — uyurma toklar koeffitsienta, uning qiymati po'latning sortiga va po'lat listning qalinligiga bog'liq.

Hozirgi transformat orlarda magnit induktsiyaning amplitudasi ko'p o'zgaruvchan tok mashinalarining o'zaklaridagi singari 1 Tl dan ortiq. Demak, ular da uyurma toklarga isroflar ham, gisterezisga isroflar ham proporsional B_m^2 va $(S_u B_m)^2 = \Phi_m^2$. Shunday qilib, o'zak to'latida energiyaning umumiy isrofi magnit oqimining kvadratiga, chulg'am simlaridagi isroflar esa — tokning kvadratiga proporsional.

Amalda hisoblashlarda po'latdagi umumiy isroflar spravochnik jadvallar yordamida aniqlanadi. Masalan, E41 — 0,35 po'latdagi isroflar (list qalinligi 0,35 mm bo'lganda) $B_m=1$ Tl induksiya amplitudasida 1,3 Vt/kg ni, $B_m = 1,5$ Tl da esa 3 Vt/kg ni tashkil etadi.

SALT ISHLASH TOKINI HISOBLASH

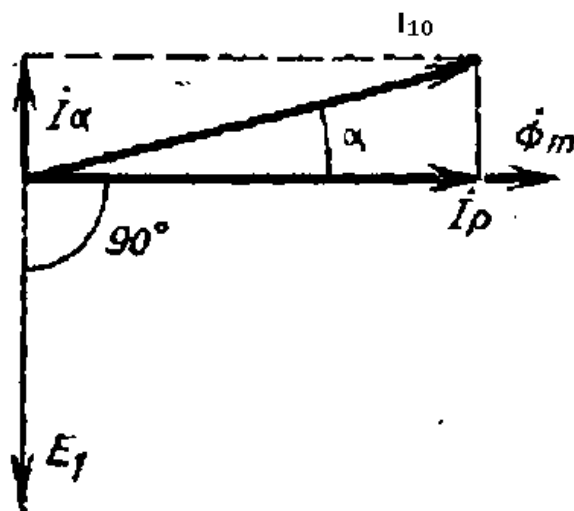
O'zakning kesim yuzasi $S_{o'z}$ berilganda transformator eyuk uchun formuladan foydalanib, chulg'am o'ramlarining sonini taqriban aniqlash mumkin, chunki unda kuchlanish isrofi nisbatan kam bo'ladi:

$$w = \frac{U_1}{4,44 f S_{o'z} B_m}.$$

Magnit induksiya B_m o'zak ferromagnit materialining magnitlanish egri chizig'i asosida odatda 1 — 1,5 Tl atrofida tanlab olinadi.

Transformatorning salt ishlash toki egri chizig'ining shakli sinusoidal egri chiziqdan ancha farq qiladi, bunga sabab gisterezisning ta'siri va magnit ihguktsiyasi B ning magnit maydon kuchlanganligi H ga bog'lishushgining nochizig'iylkgidir. Gisterezis ta'siri tufayli magnitlovchya tok nol qiymatdan o'zi hosil qiladigan magnit oqimga qaraganda oldinroq o'tadi.

qiladigan magnit oqimga qaraganda oldinroq o'tadi.



5.4- rasm. Transformator o'zagida magnitlovchi tok va magnit oqimining vektorlari

Lekin magnitlovchi toklarni hisoblashda ko'p hollarda haqiqiy nosinusoidal magnitlovchi tokni ekvivalent sinusoidal tok bilan almashtirishga yo'l ko'yiladi. Sinusoidal va nosinusoidal magnitlovchi toklarning ekvivalentlik sharti shu toklar ta'sir etuvchi qiymatlarinig tengligi va ular tufayli bo'ladigan energiya isroflarining teng bo'lishidir. Bunday almashtirish transformatorning magnitlovchi tokini po'lat o'zakdagi magnit oqimi vektori $\dot{\Phi}_m$ dan α burchakka o'zib ketadigan vektor $\dot{I}_{10}$ bilav tasvirlashga imkon beradi, bu burchak magnit kechikish burchagi yoki isroflar burchagi deyiladi (98- rasm). Shuni ta'kidlab o'tamizki, vektor diagrammalarda, odatda, amplituda qiymatlarining vektorlari F_t , B_t , H_t tasvirlanadi. Xuddi shu qiymatlar odatda magnit hisoblariga kiradi.

Transformator o'zagida magnit oqimini hosil qilib turadigan salt ishlah toki ikkita tashkil etuvchidan: faza jihatidan o'zakdagi magnit oqimi bilan mos tushadigan reaktiv tok I_p bilan po'latdagi iereflar tufayli paydo bo'ladigan va I_p dan 90° o'zib ketadigan aktiv tok I_a dan nborat (98- rasmga qarang). Bu tashkil etuvchilar orasidagi fazalar siljishi 90° ga teng bo'lganch uchun

$$I_{10} = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$$

Ko'p transformatorlarda tokning aktiv tashkil etuvchisi $I_a < 0,1 I_r$, shu sababli agar fakat I_{10} ning qiymatini taqriban aniklash zarur bo'lsa, u holda I_a ni hisobga olmaslik va $I_{10} = I_r$ deb hisoblash mumkin.

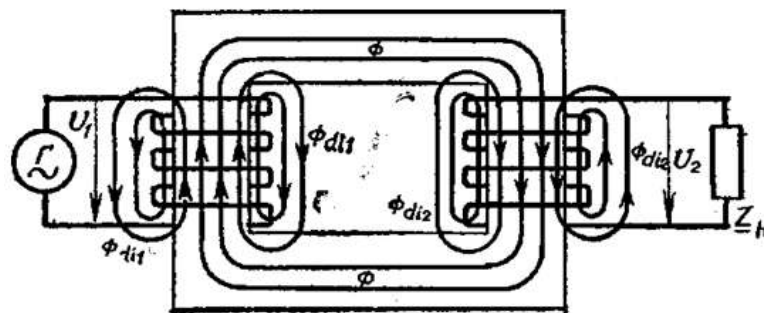
Agar po'latdagi isroflar bilan bog'liq, bo'lgan aktiv tashkil etuvchilarni aniqlash lozim bo'lsa, u holda V_t ning tanlangan qiymati uchun jadvallardan po'latdagi nisbiy isroflar $R_{p,0}$ ni topish kerak. So'ngra hajmi $l_{o'r} S_{o'z} = V$ (bu yerda $l_{o'r} = \sum_{k=1}^n l_k$ - magnit liniyasining o'rta chizig'i) va po'latning zichligi γ up asosida o'zakning massasi G ni (agar u noma'lum bo'lsa) hisoblab topish lozim; massa $G = \gamma l_{o'r} S_{o'z}$. Shunday qilib, po'latdagi isroflar quvvati $R_p = R_{p,0} G$. Tokning po'latdagi isroflar bilan bog'liq bo'lgan aktiv tashkil etuvchisi quyidagnga teng bo'ladi:

$$I_a = P_p / U_1. \quad (74)$$

SOCHILMA MAGNIT OQIMTUTINISHLAR

Transformatorlarda $\psi_d = \sum w_i \Phi_{di}$ kattalik sochilma oqimtutinish deyiladi, bunda Φ_{di} — asosan magnitsiz muhitdan o'tadigan magnit oqimi bo'lib, u magnit yurttuvchi kuchi shu oqimni vujudga keltirgan chulg'amning ma'lum o'ramlar gruppasi w_1 bilan tutingan bo'ladi. Shu chulg'amning barcha o'ramlariga doir sochilma magnit tutinishini aniqlashda $w_i \Phi_{di}$ ko'paytmalar bir-biriga qo'shiladi. Ferro-magnitmas materiallarning magnit singdiruvchanligi amalda mapsht doimiysiga teng $\mu = \mu_0$. U magnit o'tkazgich po'latining magnit

o'tkazuvchanligidan ko'p marta (bir necha ming marta) kichik bo'ladi. Lekin po'latdan tashqarida tutashadigan sohilma magnet maydon chiziqlarining uzunligi magnet qarshilik tegishli kamaytiradigandan ancha kam bo'lishi mumkin. Shunday qilib, transformatorning salt ishlashda birlamchi chulg'amdagi oqimtutinish (99- rasm) asosiy oqimtutinish shFt bilan (F_t — magnet o'tkazgich po'latidagi magnet oqimi) nisbatan kichikroq sohilma oqimtutinishdan tarkib topadi.



5.5- rasm. Sohilma oqimtutinishni aniqlash

Sohilma oqimtutinishning oniy qiymatlari uni vujudga keltiradigan tokning o'qiy qiymatlariga proporsional, ya'ni sohilma oqimtutinish faza jihatdan tok i_1 bilan mos tushadi. Sohilma oqimtutinishning faza ψ_d jihatdan magnetlovchi tok bilan mos tushmaydigan asosiy oqimtutinishdan muhim farqi ham ana shunda.

Shunday faza sharoitlariga muvofiq holda sohilma oqimtutinishning vektori yo'nanalishni jihatdan uni qo'zg'atuvchi tok i_{10} vektoriga mos bo'lishi kerak.

Sohilma oqimtutinish tokka to'g'ri proporsional, tok bilan oqimtutinish orasidagi proporsionallik koeffitsienta esa induktivlikdir. Transformator — bu sohilma induktivlik, jumladan birlamchi chulg'amdagi sohilma induktivlik

$$L_1 = \psi_{d1} / i_1.$$

Sohilma oqimtutinish ψ_{d1} birlamchi chulg'amda yukni induksiylaydi, salt ishlashda uning ta'sir etuvchi qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$E_{dl} = I_{10} x_1$$

yoki fazalarning nisbiy siljishini e'tiborga olsak, kompleks formada

$$- \dot{E}_{dl} = \dot{I}_{10} jx_1$$

bunda $x_1 = \omega L_1$ — birlamchi chulg'amning sochilma induktiv qarshiligi.

Bu aniqlashtiruvchi tushunchalardan foydalanib, transformatorning birlamchi chulg'amida tok birlamchi kuchlanish bilan ikkita eyuk ning: po'lat o'zakda magnit oqimi induktsiyalaydigan bitta eg va sochilma oqimtutinish induktsiyalaydigan ikkinchi e2 eyuk ning birgalikda ta'siridan paydo bo'ladi, deb hisoblash kerak. Demak, birlamchi tok (oniy qiymati)

$$i_{10} = \frac{u_1 + e_1 + r_{d1}}{r_1}$$

yoki birlamchi kuchlanish

$$u_1 = (-e_1) - (-e_{d1}) + i_{10} r_1$$

Ana shu sinusoidal kattaliklar oniy qiymatlarining algebraik tenglamasidan kompleks formadagi tenglamaga o'tamiz:

$$\dot{U}_1 = (-\dot{E}_1) - (-\dot{E}_{d1}) + \dot{I}_{10} r_1$$

$-\dot{E}_{d1} = \dot{I}_{10} jx_1$ ni o'rniga qo'ysak,

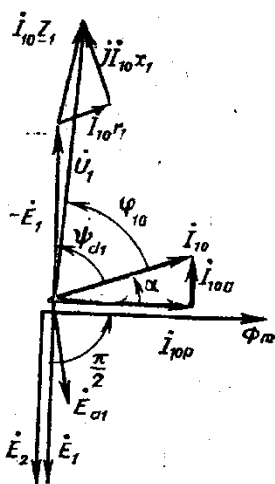
$$\dot{I}_{10} r_1$$

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} (r_1 + jx_1) \quad (75)$$

$(r_1 + jx_1) = Z_1$ kattalik birlamchi chulg'amning qarshiligi deyiladi. Uning moduli $z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_1^2}$.

Yuqorida keltirilgan nisbatlardan foydalanib, transformatorning salt ishlashdagi vektor diagrammasini quramiz (100- rasm). Bunday diagrammaning boshlang'ich vektori sifatida po'latdagi magnit oqimi vektori ϕ_m ni qabul qilish maqsadga muvofiqdir. Unga nisbatan salt ishlash tokining vektori i_{10} faza

jihatdan o'zib ketish tomoniga isroflar burchagi α ga siljangan bo'ladi. Bu tok faza jihatdan ϕ_m ga mos tushadigan reaktiv tashkil etuvchi bilan faza jihatdan i_{10p} dan 90° o'zib ketadigan aktiv tashkil etuvchi i_{10a} dan tarkib toptan. Bu toklar birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarda induktsiyalaydigan $\dot{E}_1, \dot{E}_2$ eyuk lar vektor $\dot{\phi}_m$ ga nisbatan 90° orqada qoladi. Vektor E_1 uni induktsiyalaydigan oqimtutinish ψ dan 90° orqada qoladi.



5.6-rasm. Transformatorning salt ishlashidagi
Vektor diagrammasi.

(75) formula asosida $\dot{U}_1$ ni vektorlar yig'indisi sifatida aniqlaymiz. Ishni kattaligi jihatdan $\dot{E}_1$ ga teng va yo'nalish qarama-qarshi bo'lgan ($-\dot{E}_1$ vektordan boshlaymiz. Bu vektor kuchlanish $\dot{U}_1$ ning o'zakdagi magnit oqimi birlamchi chulg'amda induktsiyalaydigan eyuk ni muvozanatlaydigan qismi bo'ladi. Vektor ($-\dot{E}_1$) ga birlamchi chulg'amdagn kuchlanishning aktiv pasayish vektorini qo'shamiz. So'ngra kattaligi jihatdan E_{d1} ga teng va faza jihatdan qarama-qarshi, demak i_{10r1} bilan 90° burchak hosil qiladigan vektor i_{10jx1} ni qo'shamiz. Shu yo'l bilan qurilgan birlamchi kuchlanish vektori $\dot{U}_1$ tok vektori i_{10} dan ϕ_{10} burchakka o'zib ketadi. Vektor birlamchi chulg'amda kuchlanish

ichki pasayishlari uchburchagining gipotenuzasi bo'ladi — bu birlamchi chulg'amda kuchlanishning to'liq pasayishidir. Diagrammada yaqqollik uchun u va uning tashkil etuvchilari juda kattalashtirib ko'rsatilgan. Real transformatorlar salt ishlashida kuchlanishning bunday pasayish $\dot{U}_1$ ning 0,5 % dan ortmaydi.

NAGRUZKALI TRANSFORMATORDA KUHLANISH, MAGNIT YURITUVCHI KUHLAR VA TOKLAR

Birlamchi kuchlanish tenglamasida nagruzka vaqtida kuchlanish ayrim tashkil etuvchilarnning qiymatlari o'zgaradi:

$$c = (-\dot{E}_1) + I_1 \underline{Z}_1,$$

Tok I_1 ko'payishi bilan kuchlanish pasayishi $I_1 \underline{Z}_1$ ortadi va, binobarin, kuchlanish $\dot{U}_1$ o'zgaras bo'lganda $(-\dot{E}_1)$ kamayadi. Bu tashkil etuvchiga po'latdagi oqim F proportsional, chunki $E_1 = 4,4 f w_1 \Phi_m$. Lekin hatto to'liq nagruzkada ham hozirgi transformatorlarda kuchlanishning ichki pasayishi $I_1 mZ_x$ ig ning bir necha protsentlaridan ko'p bo'lmaydi. Demak, ko'p hollarda E_g va u bilan birga po'lat o'zakdagi magnit oqimi F , ham nagruzkaga bog'liq emas, deb Hisoblash mumkin; ikkilamchi tokning o'zgarishi tegishlicha birlamchi tokni ham o'zgartiradi, lekin transformator asosiy magnit oqimining po'lat o'akdagi magnit oqimi amplitudasiga deyarli ta'sir etmaydi. Magnit oqimining bunday doimiyliqi birlamchi qismalarida kuchlanish U_x o'zgaras bo'ladigan kuch transformatorlarining ishlashi uchun xarakterlidir.

Transformator nagruzkasini ikkilamchi chulg'amga ulangan nagruzkalash qurilmasining muayyan qarshiligi hosil qiladi (101- rasm). Bunday sharoitda eyuk E_g ikkilamchi zanjirda tok I_2 ni hosil qiladi. Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar magnit yurituvchi kuchlarining birgalikdagi ta'siri transformatorning po'lat o'zagida asosiy magnit oqimini vujudga keltiradi unpng (uning amplitudasi F_{ot}). Lekin bu magnit oqimining amplitudasini o'zgaras deb hisoblash mumkinligi uchun uni vujudga keltiradigan magnit yurituvchi

kuchning amplitudasi ham o'zgarmas bo'lishi kerak. Demak, magnit oqimini hosil qilib turadigan bu magnit yurituvchi kuch salt ishlash rejimidagi magnit yurituvchi kuch 1×10^9 ga teng bo'lishi kerak. Ana shu nisbatlar asosida transformatorning magnit yurituvchi kuchlari tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\dot{I}_1 w_1 + \dot{I}_2 w_2 = \dot{I}_{10} w_1 \quad (76)$$

yoki

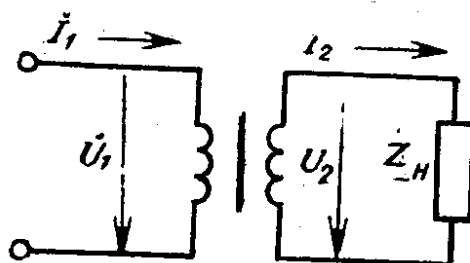
$$\dot{I}_1 w_1 = (-\dot{I}_2 w_2) + \dot{I}_{10} w_1 \quad (77)$$

Birlamchi chulg'amning magnit yurituvchi kuchi ikkilamchi chulg'am magnit yurituvchi kuchining magnitsizlovchi ta'sirini ($-\dot{I}_2 w_2$) muvozanatlaydi va o'zakda magnit oqimi hosil qilib turadi.

Magnit yurituvchi kuch tenglamasi (77) ni w_1 ga bo'lib, uni osongina toklar tenglamasiga aylantirish mumkin:

$$\dot{I}_1 = \left(-\dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1} \right) + \dot{I}_{10} = \dot{I}_2' + \dot{I}_{10} \quad (78)$$

$\dot{I}_2' = -\dot{I}_2 w_2 / w_1$ kattalik keltirilgan ikkilamchi tok deyiladi. Bu birlamchi tokning ikkilamchi tokning magnitsizlovchi ta'sirini muvozanatlaydigan qismidir. Birlamchi tok keltirilgan ikkilamchi tok bilan salt ishlash tokining vektor yig'indisidan iborat.



5.7- rasm. Nagruzkalash qurilmasiga ulangan transformator sxemasi

Nagruzka ortishi bilan ikkilamchi tok ko'payadi, tok I_{10} esa o'zgarmaydi. To'liq nagruzkada I_{10} I_1 ning faqat bir necha protsentinigina tashkil etadi va uni hisobga olmasak, u holda kattaligi jihatdan $I = -\dot{I}_2 w_2 / w_1$, shunga ko'ra $I_1 / I_2 = w_2 / w_1 = 1 / n_{12}$ — bu yuqorida biz transformatoridagi isroflarni hisobga olmay chiqargan nisbashing o'zidir.

Ikkilamchi chulg'amda ham ichki qarshilik z_2 bor, u chulg'amlar simlarining aktiv qarshiligi r_2 bilan induktiv sochilma qarshilik yig'indisidan iborat. Ikkilamchi chulg'amning magnit yurituvchi kuchi hosil qilgan maydon magnit t kuya chiziqlarining bir qismi ferromagnitmas materiallarda birlamchi chulg'amdan tashqarida tutashganligi tufayli ikkilamchi chulg'amda sochilma oqim tutinib vujudga keladi. Aytib o'tilgan magnit yurituvchi kuch o'zakda asosiy magnit oqimini va ikkilamchi chulg'amda sochilma oqim tutinishni hosil qilishga intiladi. Asosiy magnit oqimi birlamchi chulg'am magnit yurituvchi kuchining tegihlica ko'payishi bilan kompensatsiyalanadi, lekin ikkilamchi chulg'amning oqim tutinishi saqlanib qoladi (99- rasmga q.) U sochilma eyuk E_{d2} ni induksiyalaydi, bu kuch hisoblashlarda x_2 kattalik bilan hisobga olinadi,

ya'ni $E_{d2} = I_2 x_2$. Demak, tok $i_2 = \frac{\dot{E}_2 \dot{E}_{d2}}{r_2 + Z_H}$ lekin $i_2 Z_H = \dot{U}_2$, ya'ni ikkilamchi

chulg'am qismalaridagi kuchlanishga tengligi sababli

$$E_t = U_2 = I_2 r_2 = (-E_{d2}), \quad (79) \text{ yoki ikkilamchi kuchlanish } i_g = E\% — I_a$$

$$(g, = r-2) = Y_{o2} - I, Z_2. \quad (80)$$

Bu tenglama elektrenergiyasimanbai-nig qismalaridagi kuchlanish tenglamasiga o'xshaydi.

Transformatorlarning quvvati orti-shi bilan (nominal kuchlanishlar o'zgar-maganda) g_x va g_2 x_x va x_2 ga nisbatan ka-mayadi. Chulg'amlar simshshng kesimi kat-

talashishi ularning aktiv karshiligini kamaytiradi. Shu bilan bir vaqtda in-duktivlik oz kamayadi, chunki u asosan eimlarning kesimiga emas, balki uzun-ligiga bog'liq, Xuddi shu sababli katta va o'rtacha traisformatorlarda chulg'am-

laring to'liq ichki karshiligini sochilma oqimtutinish hosil qilgan sof in-duktiv qarshilik deb hisoblash mumkin.

NAGRUZKALI TRANS. FORMATORNING

VEKTOR DIAGRAMMASI

Nagruzkali transformatorlarda kuchlanishlar bilan toklar orasidagi nisbatlarni ularning vektor diagrammalari yaqqol ko'rsatadi. Salt ishlash rejimidagi kabi nagruzkali transformatorning vektor diagrammasini yasashni

ham asosiy magnit oqimi F_t vektoridan boshlash maqsadga muvofiq. (102-rasm, a). F_t ga nisbatan vektor I_{x0} burchakka o'zib ketadi. Asosiy magnit

oqimi induktsiyalaydigan yuk vektori I_2 undan 90° ga orqada krladi. Shu yuk

bilan tek 12 orasidagi fazalar silji-shi W_2 ikkilamchi zanjir reaktiv va aktiv qarshiliklarining nisbatiga bog'liq.. Agar nagruzka Z_H aktiv qarshilik ga bilan induktiv qarshilik x_i dan iborat bo'lsa (ko'pincha shunday bo'ladi), u holda

I φ_a burchak ostida tok vektori I_a ni chizib, so'ngra ikkilamchi kuchlanish vek-

torini apiqlash lozim $U_2 \rightarrow Y_0 \rightarrow I_2 \rightarrow Z_2$.

Demak, E_2 da:; I_2 g_2 va I_2 l_2 vektorlar-

ni ayirih kerak. I_2 l_2 ni ayirish uchun

E_2 vektorning uchidan I_2 yo'kalishiga perpendikulyar tushiramiz va shu perpendi-

kulyarda E_2 ning uchidan 12×2 katta li kni

qo'yamiz. Uning vektori E_2 ga tomon yo'-

nalgan bo'ladi. So'ngra I_2 r_2 ni ayirish

uchun I_2 x_2 ning boshidan I_2 ga parallel

to'g'ri chiziq o'tkazamiz va unga I_2 g_2 ning

qiymatini qo'yamiz. I_2 g_3 va I_2 x_2 vektor ikkilamchi chulg'am kuchlanishlari ichki pasayish uchburchagiking katetlari hisoblanadi. Bu uchburchakning gipotekuzasi—

I 2z2. Koordinatalar 1 boshini 7ag2 ning bohi bilan birlashtirib, ikkilamchi kuchlanish vektori U_2 ni[^]hosil qilamiz. Toklar tenglamasi (78) ga ko'ra bir-

lamchi tok vektori $1X$ ni yasash uchun dast-lab G_2 vektorni — keltirilgan ikkilamchi tok[^]vektorini yasash lozim. U yo'na-lishi jihatidan 'vektor 12 ga qarama-qarshi bo'ladi. I 10 bilan G_2 ni geometrik qo'shib, quyidagini topamiz:

$$)x = l_2 = l_{xo}.$$

Vektor U ni umuman salt ishlash diag| rammasida[^] yasalgaki kabi yasaymiz:

$$U_x = (-E_x) = l l r_x = l x j x x.$$

Vektor (— ni o'zish tomoniga F_t ga 90° burchak ostida yasaymiz. Unga $1X$ ga parallel bo'lgan $l x r_x$ vektorni va $l g$ dan 90° o'zadigan vektor $l x j x x$ ni qo'shamiz. Vektor $l t z_t$ kuchlanish ichki pa-sayishlari uchburchagining gipotenuzasi bo'ladi. Uning uchini koordinatalar bo-shi bilan birlashchirib, birlamchi kuchlanish vektori U_x ni hosil qilamiz. Birlamchi kuchlanish bilan tok orasidagi fazalar siljishi $q > j$ ikkilamchi zan-jirdagi fazalar siljishi $< r_2$ dan katta. Bu induktiv magnitlovchi tok bilan transformator ikkala chulg'ami ichki in-duktiv karshiliklarining ta'siri nati-jasidir.

Agar transformator ikkilamchi zan-jirida fazalar siljishi sig'imiyl va

unda ikkilamchi tok I_2 kuchlanish U_2 dan o'zib ketadigan bo'lsa, u holda vek-tor diagramma ilgarigidek yasalsa ham u mumiy ko'rinishi ancha o'zgaradi. Si-g' imiy nagruzka tufayli tok faza jihatdan eyuk E_2 dan $Ch_2 = \arctg$ — —

$$TN = g \gg$$

burchakka o'zib ketadi.

Bunday diagrammaning qator o'ziga xos xususiyatlaridan¹ shuni ta'kidlab o'tamizki, unda yste'molchi-ning sig'im qarshiligi ikkilamchi chul-g'amning sochilma induktiv qarshiligi bilan ma'lum darajada kompensatsiyalangani sababli $0.2 E_2$ dgn' katta bo'lishi mumkin.

Transformatorning vektor diagram-malari, odatda transformatoridagi hodi-salarning miqdoriy emas, balki eyfat tomonini tasvirlaydi. Ularda yaqqollik uchun kuchlanishning ichki pasayishi va salt ishlash tokini juda kattalashti-rib tasvirlashga to'g'ri keladi. Real transformatorida kuchlanishning pasayishi

birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarning bir necha protsentidan oshmaydi. g Birlamchi va ikkilamchi kuchlanish-larning nisbati odatda ancha katta (ma-salan, 6000 va 220 V), shu sababli vektor diagrammada birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlar hamda toklarni bir xil masshtabda tasvirlash qiyin. Xuddi shu sababli vektor diagrammalar, odatda, keltirilgan transformator uchun yasaladi, bunda $w_1 \ll w_2$ va, binobarin, $n \approx 1$; bundan tashqari, bu erda $E_1 = n E_2$, $G_1 = n^2 G_2$ — 12 va hokazo. Bunday shart birlamchi va ikkilamchi zanjirlardagi nisbatlarni unchalik o'zgartirmaydi, lekin birlamchi va ikkilamchi kattalik-larni bevosita taqqoslashga imkon bera-di. Vektor diagrammalar (102-rasmga Q.) ana shunday keltirilgan transformator ($E_1 = n E_2$, $G_1 = n^2 G_2$) uchun tuzilgan. Transformatorni $p = 1$ ga keltirishdan hi-soblashlarda keng foydalaniladi. Keltirilgan kattaliklarning haqiqiy ikkilamchi kattaliklar orqali ifodalanishi quyidagicha $E_1^2 = w_1^2 J^2 = w_1^2 I^2 = w_2^2 I^2$

va tegishli $U_1 = n U_2$; $G_1 = n^2 G_2$ — j2r

va hokazo. Lekin qarshiliklarni keltirishda energetik shartlar o'zgarib bo'-

lishi kerak, shu sababli $I_1 = n I_2$;

TRANSFORMATORNING QISQA TUTASHUV TAJRIBASI

Ishlatish sharoitidagi qisqa tuta-shuv bilan qisqa tutashuv tajribasini bir-biridan farqlash lozim.

Transformatorning ikkilamchi chulg'a-mi qisqa tutashtirilgan rejim transformatorning qisqa tutashuvi deyiladi. Ishlatish sharoitida qisqa tutashuv avariya rejimi hisoblanadi, bunda transformator ichida uni emiradigan ko'p miqdorda issiqlik chiqadi.

Qisqa tutashuv tajribasi kichik qiymatga qadar juda pasaytirilgan kuchlanishda (nominal birlamchi kuchlanish-ning taxminan 5—10% qadar) bajariladi. Uning qiymati shunday tanlanadi-ki, ikkilamchi chulg'anda qisqa tutashuv bo'lishiga qaramay, birlamchi chulg'anda-gi tok I_1 nominal qiymatga teng

bo'li-shi kerak. O'lchash pribor lari komplekta yordamida (103-rasm) tajriba vosita-sida kuchlanish I , tok I va quvvat P_t aniqlanadi. $1X$ ning nominal qiyma-tida tok 12 ham nominal qiymatga ega bo'ladi. Bu tajribada eyuk E_2 kuchlanishning ichki pasayishini qoplaydi, xolos, ya'ni $E_{2x} \sim 12 \text{ g}_2$, nominal nagruzkada esa

$$E_2 = I_2 Z_j - U_2,$$

shu sababli U_2 E_2 ning bir necha pro-tsentinigina tashkil etadi, xolos. Kichik eyuk E_2 ga kichik asosiy magnit oqi-mi to'g'ri keladi. Magnit o'tkazgichdagi energiya isroflari magnit oqim kvadra-tiga proportsional, shu sababli qisqa tutashuv tajribasida isroflar kam bo'ladi. Lekin bu tajribada ikkala chul-g'amda toklar nominal qiymatga ega bo'ladi, shuning uchun chulg'amlardagi energiya isroflari nominal nagruzkadagi kabi bo'ladi. Demak, kiska tutashuv tajribasida transformator tarmoqdan olatilgan quvvat R_{1k} chulg'am simlaridagi energiya isroflariga sarflanadi:

Shu bilan birga qisqa tutashuv kuchlanishi asosida nominal nagruzkadagi transformator da kuchlanishning pasayishi (birlamchi kuchlanishga nisbatn % hisobida) aniklanadi. Ana shu mulohazalarga kura kiska tutashuv kuchlanishi (past kuchlanishli qisqa tutashtirilgan chulg'amda) transformator shchitida doim ko'rsatiladi.

UCH FAZALI TRANSFORMATORLARNING TUZILISH VA ISHLASH XUSUSIYATLARI

Ish protsesslarining bayoni bir gfaza-li transformatorlarga ham, uch fazali transformatorlarga ham taalluqli; uch fazalida — simmetrik nagruzkali transformatorno'y* bitta fazasiga tegishli bo'ladi. Uch fazali yuklar sistemasini transformatsiyalashni transformatorlar gruppasi — bitta agregat sifatida ishlaydigan uchta bir fazali transformator bilan amalga oshirish mumkin. Lekin uchta bir fazali transformatorii bitta uch fazali apparat holida bir-lashtirish va materiallarni tejash mumkin. Bu ishni 1891 yilda uch fazali transformator ixtirochisi M. O. Doli-vo-Dobrovolskiy amalga oshirdi. Uch fazali

transformatorni k.urihda materiallar qanday tejallishini yaqqrl ko'rsa-tamiz. Uchta bir fazali transformatorni tasavvur qilaylik (104-rasm, a). Uch fazali transformator uchun o'za k yasash-da, bir fazali transformatorlar o'zak-larinig chulg'amlar joylashgan qismla-rini o'zgarishsiz qoldiramiz, shu uchala o'zakning bo'sh qismlarini bitta umumiy magnit o'tkazgichga ulaymiz (104-rasm,b). Magnit sistemaning bunday tuzilishi-ni uchta elektr zanjirni yulduz usuli-" da ulash kabi taqqoslash mumkin. Lekin uch fazali sistemada bir te kis nagruzkada neytral sim kerak emas; undan voz kechib misni tejaymiz. Uch fazali transformatorning magnit sistemada neytral simga o'rtadagi umumiy sterjen muvofiq keladi. Magnit oqim- _ larning simmetrik uch fazali sistemasi borligida bu sterjen kerak emas va uni yo'qotish mumkin (104-rasm, v), chun-ki bu magnit oqimlarning algebraik yig'indisi doim nolga teng. Transformatorning po'lat o'zagidagi magnit oqi-mini kuchlanishga proportsional va undan faza bo'yicha deyarli 90° orqada kola di deb hisoblash mumkin. Demak, uch fazali sistemaning uchta birlamchi kuch-lanishi bir xil amplitudali, faza ji-hatdan bir-biriga nisbatan uchdan bir davrga (120°) siljigan uchta oqimni keltirib chiqarishi kerak.

104-rasm, v da ko'rsatilgan simmetrik o'zak tayyorlash uchun noqulay va hozirgi vaqtda nosimmetrik magnit o't-kazgichga almashtirilgan (104-rasm, g), uni magnat o'tkazgichnang to'g'rilangan variangi sifatida tasavvur qilish mumkin (104-rasm, b). Transformator birlamchi kuchlanishlarining simmetrik uch fazali sistemasi ana shunday nosimmetrik magnit o'tkazgichda ham magnit oqim-larpning simmetrik sistemasini hosil qiladi. Ammo magnit qarshilnlaryaing tengsizligi tufayli ayrim fazalardagi magnitlovchi toklar o'zaro teng bo'lmay-di. Lekin magnitlovchi toklarning bunday nosimmetriyasi asosiy nisbatlar uchun muhim ahamiyatga ega emas. Fizik ji-hatdan har qaysi berilgan momentda bitta sterjeniing magnit oqimi magnit o'tkazgichning ikkita boshqa sterjeni or-qall tutashadi (105-rasm).

Shuni .ta'kidlab o'tamizki, simmetrik nagruzkada faza kuchlanish va tok uchun bir fazali transformator uchun chiqarilgan nisbatlar to'g'ri keladi. Bu

shartlar uch fazali transformatorlar-ning nosimmetrik nagruzkasida ba'zi hollardagina buziladi.

Uchta bir fazali transformator dan iborat gruppada xuddi shunday quvvatli uch fazali transformatorga Karaganda qimmat, ko'p joyni egallaydi, uning fikri esa ancha kichik. Lekin bunday gruppada avariya ekin remontga rezerv» sifatida bitta bir fazali transformator olib turish kifoya, chunki transformator uchala fazasining bir vaqtning o'zida ishdan chiqish ehtimoli kam, ular-ni navbatma-navbat davrpy remont qilish mumkin. Lekin uch fazali transformator da rezerv sifatida ikkinchi uch fazali transformator zarur. Shunday qilib, uch fazali gruppada ishlatihda katta ishonchlilik ta'minlanadi; nihoyat, katta quvvatlarda uchta bir fazali transformatorni tashish va urnatih katta quvvatli uch fazali transformatorni tashish va o'rnatishga qaraganda ancha osong-

<Kichik va o'rta quvvatli ko'p transformatorlar amalda uch fazali qilib (106-rasm), katta quvvatlilari esa—konkret urnatish sharoitlarini hisobga olib yasaladi. Uch fazali transformatorlar quvvati 60 000 kV·A gacha qilib tayyorlanadi, lekin $3 \times 600 = 1800$ kV · A quvvatdan boshlab uch fazali transformatorlarning uch fazali gruppasini ishlatishga ruxsat etiladi.

1 — katok (g'altak)lar, 2 — moy tushirish jo'mragi, 3 — izol yatsiya loychiqiliyadr, 4 — yuqori kuchlanish chulgi-g'ami, 5 — past kuchlanish chulgi-g'ami, 6 — o'zak, 7 — termometr, 8 — past kuchlanish qiemalari, 9 — yuqori kuchlanish kismalari, 10 — moy uchun kengaytirgich, — gazli rele, 12 — moy sathini ko'rsatkich, 13 — radiatorlar

Uch fazali transformatorning qismalari fazalar ketma-ketligi tartibida belgilanadi: yuqori kuchlanish tomonida A, B, C qismalar — chulgi-amlarning boshi, X, Y, Z — ularning oxiri; past kuchlanish tomonida — tegishli a, b, c va x, y, z (104-rasm, b ga q.).

Uch fazali transformator chulgi-amlari asosan yulduz va uchburchak usulida ulanadi.

Ulardan eng oddiy va arzon transformatorning ikkala chulgi-amin yulduz usulida ulashdir, bunda chulgi-amlarning har biri va uning izolyatsiyasi (neytral nuqta puxta erga

ulanganda) faqat faza kuchlanishi bilan liniya tokiga hisoblangan bo'lishi kerak; transformator chulg'amidagi o'ramlar sopi kuchlanishga to'g'ri proporsional bo'lgani uchun demak, chulg'amlarni yulduz usulida ulash chulg'amlarning har birida o'ramlar soni kam bo'lishini, lekin izolyatsiyali o'tkazgichlar kesimining katta va faqat faza kuchlanishiga hisoblangan bo'lishini talab etadi. Ikkala chulg'amni yulduz usulida ulash kichikroq va o'rta quvvatli (taxminap $1800 \text{ kV} \cdot \text{A}$ gacha) transformatorlar uchun keng qo'llaniladi. Yulduz usulida ulash yuqori kuchlanish uchun eng makbuldir, chunki bunda chulg'amlarnikg izolyatsiyasi faqat faza kuchlanishiga hisoblanadi. Kuchlanish qancha yuqori va tok qancha kam bo'lsa, chulg'amlarni uchburchak usulida ulash shuncha qimmatga tushadi.

Chulg'amlarni uchburchak usulida ulash katta toklarda konstruktiv jihatdan qulay. Xuddi shu sababli KIA ulash. katta quvvatli transformatorlar da, past kuchlanish tomonida neytral sim talab etilmaydigan hollarda keng qo'llaniladi.

Uch fazali transformatsiyalashda faqat faza kuchlanishlarining nisbati $U_{1\Phi}/U_{2\Phi}$ doimo birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar o'ramlari sonining nisbatiga w_1/w_2 taqriban teng bo'ladi; liniya kuchlanishlarining nisbati esa transformator chulg'amlarining ulanish usuliga bog'liq. Ulanish u suli bir xil bo'lganida (KIK yoki AIA) liniya kuchlanishlarining nisbati ham transformatsiya koefitsientam teng bo'ladi. Lekin turli usulda ulanganda (KIA va AIK) liniya kuchlanishlarining nisbati bu koefitsientdan 3 marta kam yoki ko'p bo'ladi. Bu esa transformator chulg'amlarining ulanish usulini tegishlicha o'zgartirib transformatorning ikkilamchi liniya kuchlanishini rostlash imkonini beradi.

TRANSFORMATORLAR CHULG'AMLARINING ULANISH GRUPPALARI

Transformatorning ikkinchi chulg'amidagi tok Lents printsipiga muvofiq birlamchi tokning yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lishi kerak; iste'molchidagi tokning nisbiy yo'nalishiga kelganda shuni aytish kerakki, ikkilamchi chulg'am qismalari tegishlicha tanlanganda (107-rasm) iste'molchidagi tok bilan kuchlanish faza jixatdan birlamchi kuchlanish bilan tokka moe tushishi yoki faza jihatdan ularga qarama-qarshi

bo'lishi mumkin. Birinchi holda iste'molchidagi tokning yo'nalishi iste'molchi birlamchi zanjirga bevosita ulangandagi kabi bo'ladi. Tokning nisbiy yo'nalishi ikkilamchi kattalikning nisbiy fazasini belgilaydi, bu xil transformatorlar papallel ulanganda, o'lchash transformatorlarida va boshqalarda juda muhim. Transformatorlarki ulanish gruppalari bo'yicha ajratish ikkilamchi kuchlanish fazasining birlamchi kuchlanish fazasiga nisbatan siljishini shartli belgilash uchun xizmat qiladi. Transformatorning ulanish gruppasini aniqlashda uning yuqori kuchlanishi birlamchi kuchlanish, past kuchlanishi esa ikkilamchi kuchlanish hisoblanadi.

Yuqori va past liniya kuchlanishlari orasidagi fazalar siljish burchagining qiymati transformatorlarni ulanish gruppalari bo'yicha bo'lish uchun asos bo'ladi. Ulanish gruppalari bir xil bo'lgan ikkita transformatorida bu fazalar siljishi ham bir xil bo'lishi kerak.

Ulanish gruppalarini belgilash govori va past liniya kuchlanishlari vektorlarining nisbiy holatini minut va soat strelkalarining holati bilan taqqoslashga asoslangan, Taqqoslash uchun minut strelkasi 12 raqamiga o'rnatilgan deb faraz qilinadi va yuqori liniya kuchlanishi vektori u bilan ustma-ust qo'yiladi, soat strelkasi esa past liniya kuchlanishi bilan ustma-ust qo'yiladi. Soat siferblatining ikkita qo'shni raqamlari orasidagi markaziy burchakka teng 30° li; burchak fazalar siljish burchagini xisoblashda birlik bo'lib xizmat qiladi. Burchak strelkalarining aylanish yo'nalishida minut strelkasidan soat strelkasiga qarab hisoblanadi. Ulanish gruppalarining nomi soat strelkasining holati asosida aniqlanadi.

Bir fazali transformatorida past kuchlanish vektori yuqori kuchlanish vektori bilan 0° yoki 180° burchak hosil qilishi mumkin. Birinchi holda bu ikkala strelka 12 raqamida turgan holatga muvofiq keladi, shu sababli bunday ulanish 0 gruppasi (nol soat) deyiladi. Ikkinchi holda soat strelkasi 6 ga qo'yilgan bo'lishi kerak, ya'ni bu 6-gruppasi bo'ladi. Bunda birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar turli yo'nalishlarda o'ralgan bo'ladi.

GOST ga muvofiq bir fazali transformatorlar uchun bitta standart ulanish gruppasi — 0 gruppasi belgilangan.

Uch fazali transformatorlarda ulanishlarning barcha o'n ikki xil gruppasi bo'lishi mumkin, lekin turli xil gruppalarining soni minimal bo'lgani ma'qul, shu sababli uch fazali transformatorlar uchun faqat ikkita standart gruppaga; P-va 0-gruppalar belgilangan.

11-gruppaga ulanishning ikki usuli; yulduz/uchburchak (Y/Δ) va neytral nuqtasi chiqarilgan yulduz/uchburchak (Y/Δ) usullari muvoriq keladi.

0-gruppaga ulanishning bitta usuli: neytral nuqtasi chiqarilgan yulduz usuli muvofiq keladi. Ikkinchi va uchinchi xillardagi maxsus belgi (Y) chulg'amlar shunday ulanganda neytral nuqtaning uchi chikarilganligini ko'rsatadi. Belgilarning suratida doim yuqori kuchlanish chulg'amini ulash usuli ko'rsatiladi.

Gruppaga 0-Y-Y yuqori kuchlanishi 35 kV gacha, past kuchlanishi 230 V va quvvati 560 kV • A gacha yoki yuqori kuchlanish chegarasi o'shancha, past kuchlanishi 400 V hamda quvvati 1800 kV-A gacha bo'lgan transformatorlar uchun qo'llaniladi. gruppada ulanishning ikkala usuli ancha katta quvvatli transformatorlar va ancha yuqori kuchlanish uchun mo'ljallangan.

Misol tariqasida 108-rasmda UIL usulida ulashda past (ikkilamchi) liniya kuchlanishi vektori U_{ab} kjrri (birlamchi) liniya kuchlanishi vektori U_{AB} bilan 330° burchak hosil qiladi; bu burchak soat 11 dagi strelkalar orasidagi burchakka teng, demak ulanishning bu usuli 11-gruppaga kiritilishi kerak.

AVTOTRANSFORMATORLAR

Ta'sir etuvchi birlamchi kuchlanish $U_1 \approx 4,44 f w_1 \Phi_m$; ; uning qiymati o'zgarmas bo'lganda oqim Φ_m ham deyarli o'zgarmas holda saqlanadi. Bu oqim chulg'amning har qaysi o'ramida tokka deyarli bog'liq bo'lmagan eyuk hosil qiladi. Buning natijasida kuchlanishning chulg'amning alohida qismlari orasida taqsimlanishini ham o'zgarmas va chulg'am tokiga bog'liq emas, deb hisoblash mumkin. IBu hrllda avtotransformatorda — transformator printsipiga asoslangan, lekin faqat bitta yuqori kuchlanish w_1 chulg'ami bo'lgan apparatda (109-rasm) foydalaniladi, chulg'amning bir qismi past kuchlanish chulg'ami w_2 bo'lib xizmat qiladi. Yuqori kuchlanish_chulg'ami apparatning birlamchi yoki ikkilamchi chulg'ami sifatida xizmat qilishi mumkin. Avtotransformatorning chulg'amini mustaqil birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning

qo'shilishidan hosil bo'lgan deb qarash mumkin. Avtotransformatorning kuchlanish va toklari transformatoridagi kabi taqribiy nisbatlar bilan bog'langan:

$$U_1 / U_2 \approx w_1 / w_2 \approx I_2 / I_1.$$

Lekin chulg'amning umumiy qismi w_2 da bir vaqtning o'zida I_1 va I_2 toklar bo'ladi. Chulg'amning shu qismidagi natijaviy tok bu toklarning geometrik yig'indisiga teng; bu toklar faza jihatdan bir-biriga deyarli qarama-qarshi bo'lgani uchun magnitlovchi tokning ta'sirini e'tiborga olmaganda chulg'amning w_2 qismida tok I_2 — I_1 ga teng, deb hisoblash mumkin.

Agar transformatsiyalash koeffitsienti $n_{12} = w_1 / w_2$ birdan ozgina farq qilsa, u holda I_1 va I_2 toklar bir-biridan kam farq qiladi, ularning ayirmasi I_2 — I_1 esa ularning har biriga nisbatan juda kichik-kattalikka ega bo'ladi. Bu hol odatdagi transformatorning ikkita chulg'ami o'rnida ishlatiladigan chulg'amning bir qismini o'ramlar soni zaruriy miqdorda, lekin ancha ingichka simdan tayyorlashga imkon beradi, shu sababli avtotransformator chulg'amp ancha arzonga tushadi. Shu bilan birga uni joylashtirish uchun kam joy talab qilinadi va shunday qilib, avtotransformator o'zagining havo oralig'ini kichraytirish, binobarin, o'zakning o'lchamlarini kichraytirish mumkin.

Transformatsiyalash koeffitsienta kattalashi bilan avtotransformatorning afzalliklari kamayadi. Shu bilan birga transformatsiyalash koeffitsientini kattalashtirishda avtotransformatorning printsiplial kamchilngini — yuqori va past kuchlanish zanjirlarining elektr jihatdan ulanganligini e'tiborga olish lozim. Yuqori va past kuchlanishlar bir xil tartibli bo'lganda zanjirlarning elektr ulanishi to'sqinlikka uchramaydi. Lekin avtotransformatorni, masalan, 6000 V li kjrri kuchlanish tarmog'idan 220 V li taqsimlash tarmog'ini ta'minlash uchun ishlatib bo'lmaydi; chunki bunda taqsimlash tarmog'ining izolyatsiyasini 6000 V ga hisoblash zarurligidan va, demak, u ancha qimmatga tushishidan tashqari taqsimlash tarmog'idan foydalanadigan barcha kishilar hayoti uchun xavfli bo'ladi. Shu tufayll avtotransformatorlar kuchlanish

o'zgarishlari katta bo'lmaydigan hollardagina: k_{jrr} kuchlanishlar — k_{opi} bilan 1,5 — 2 karra, past kuchlanishlarda — k_{upi} bilan 3 karra o'zgaradigan hollardagina ishlatiladi.

Uch fazali avtotransformatorlarning chulgamlari neytral nuqtasi chiqarilgan (PO-rasm) yoki nuqtasiz yulduz usulida ulanadi. Har xil laboratoriya ishlari uchun LATRlar (rostlanadigan laboratoriya avtotransformatorlari) keng ko'lamda ishlatiladi. Ularda a nuqtaning (109-rasmga q.) chulg'amga nisbatan holatini o'zgartirish yo'li bilan ikkilamchi kuchlanish rostlanadi.

Tegishli laboratoriya avtotransformatorlarida (LATR) qo'zg'aluvchi richagli kontakt ikkinchi zanjir qismlaridan biri bo'lib xizmat qiladi (Prasm). Bu kontaktning cho'tkasi chulg'amning bir-ikkita o'ramini qisqa tutashtirishni tufayli qisqa tutashuv toklarining ko'payib ketishining oldini olish uchun uning qarshiligi katta bo'lyshi kerak. Odatda bu cho'tka ko'mirdan yasaladi.

Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Transformator nima va u qanday qismlardan tuzilgan?
2. Transformatorning tuzilishi qanday elektromagnit hodisaga asoslangan?
3. Transformatorning qaysi chulgami birlamchi va qaysinisi ikkilamchi chulgam deyiladi?
4. Transformatorning transformatsiyalash koeffitsienti qanchaga teng?
5. Birlamchi chulgam tomonidan elektr muvozanat tenglamasi nimadan iborat?
6. Nagruzkali transformatorlarda qanday fizik protsesslar sodir bo'ladi?
7. Nagruzkali transformatorlarda birlamchi tok qanday kattaliklardan tarkib topadi?
8. Transformatorlarda energiya uzatilishida qanday isroflar bo'ladi?
9. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanish hamda toklar orasidagi taqribiy nisbatlarni aytib bering.
10. Nominal quvvatlari yig'indisi uch fazali transformatorning quvvatiga teng bo'lgan uchta bir fazali transformatorga qaraganda nima uchun bitta uch fazali transformatorga materiallar ancha kam sarflanadi?

11. Quvvati bir xil va bir xil kuchlanishga mo'ljallangan transformatorga nisbatan avtotransformator gabaritining kichikligi nima hisobiga bo'ladi?

12. Qanday sharoitlarda transformator o'rniga avtotransformator ishlatgan ma'qul?

6– ma'ruza

O'zgarmas tok mashinalari O'zgarmas tok generatorlari

Reja:

- 1. O'zgarmas tok mashinalari xaqida.**
- 2. O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi va ishlash printsiipi.**
- 3. O'zgarmas tok generatorlarining tuzilishi va ishlash printsiipi.**
- 4. Uygotish qutblari.**
- 5. Mustaqil uygotishli va parallel uygotishli O'zgarmas tok generatorlari**

ADABIYOTLAR:

- 1. Kasatkin A. S. “Elektrotexnika asoslari” Toshkent 1989 y.**
- 2. Evdakimov “Umumiy elektrotexnika” Toshkent, 1995 y.**
- 3. Inog'omov S. “Elektrotexnika asoslari” fanidan ma'ruzalar matni. ToshFarmi, kutubxona, Ma'ruzalar matnining elektron varianti**

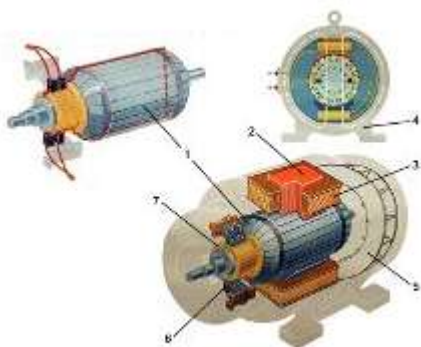
6 боб. Ўзгармас ток машиналари

Ўзгармас ток машиналарининг тузилиши ва ишлаш принципи

O'zgarmas tok mashinasining asosiy qismlari. O'zgarmas tok mashinasi, har qanday mashina kabi, ikkita asosiy qismdan: qo'zg'almas qism — stator, aylanuvchan qism rotordan iboratdir. Stator magnit maydon hosil qilishga mo'ljallangan bo'lib, mashinaning mexanik asosi hisoblanadi. O'zgarmas tok mashinasining rotori yakor deb ataladi (6.1-rasm). O'zgarmas tok mashinasining asosiy vazifasi aylanma harakatning mexanik energiyasini yakor yordamida o'zgarmas tok elektr energiyasiga yoki elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib berishdan iboratdir.

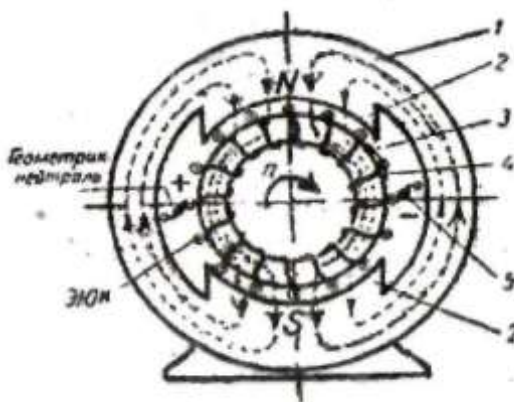


6.1. -rasm. Generator tipida ishlaydigan o'zgarmas
- tok mashinasining umumiy ko'rinishi.



6.2.- rasm. Generator tipida ishlaydigan o'zgarmas
tok mashinasining umumiy ko'rinishi.

O'zgarmas tok mashinalarida magnit maydonni doimiy magnitlar yoki o'zgarmas tok elektromagnitlari uyg'otadi. Bular statorga ulangan bo'lib, uyg'otish qutblari deb ataladi.



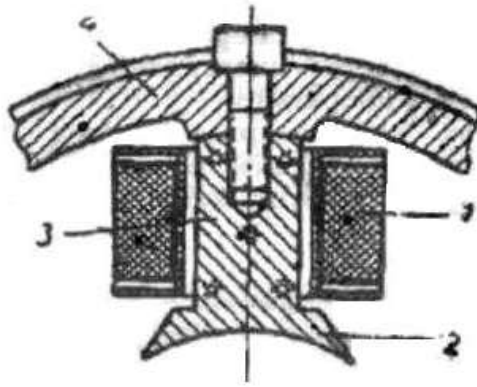
6.3-rasm. O'zgarmas tok mashinasining eng oddiy modeli:

1—stator, 2 —rotor yoki yakor, 3 —uyg'otish qutblari.

Uyg'otish qutblari. Statorida doimiy magnitlari bo'lgan o'zgarmas tok mashinalarining quvvati kam bo'ladi, chunki doimiy magnitlar hosil qiladigan magnit maydon ancha zaif bo'ladi. Hozirgi zamon mashinalarining ko'pchiligida magnit maydonni o'zgarmas tokning mahsus elektromagnitlari, ya'ni uyg'otish qutblari hosil qiladi.

O'zgarmas tok mashinasining uyg'otish qutblari (2.2.2-rasm) magnitlovchi g'altakdan 1 va ikkita uchlari 2 bo'lgan po'lat o'zakdan 3 iboratdir. Uncha katta bo'lmagan mashinalar qutblarining o'zaklari po'latdan yasaladi, yirik mashinalarniki esa po'lat plastinkalardan yig'iladi. Uyg'otish qutblari cho'yan yoki po'latdan yasalgan 4 staninaning ichki sirtiga maxkamlanadi. Stanina ichi g'ovak silindr shaklida bo'ladi. Staniiaga uyg'otish qutblaridan tashqari podshipnikli shchitlar ham maxkamlanadi. Bu shchitlardan birida cho'tka tutqich turadi.

Mashina qutblarining magnitlovchi g'altaklari odatda bir-biriga ketma-ket ulanib uyg'otish cho'lg'amini hosil qiladi.



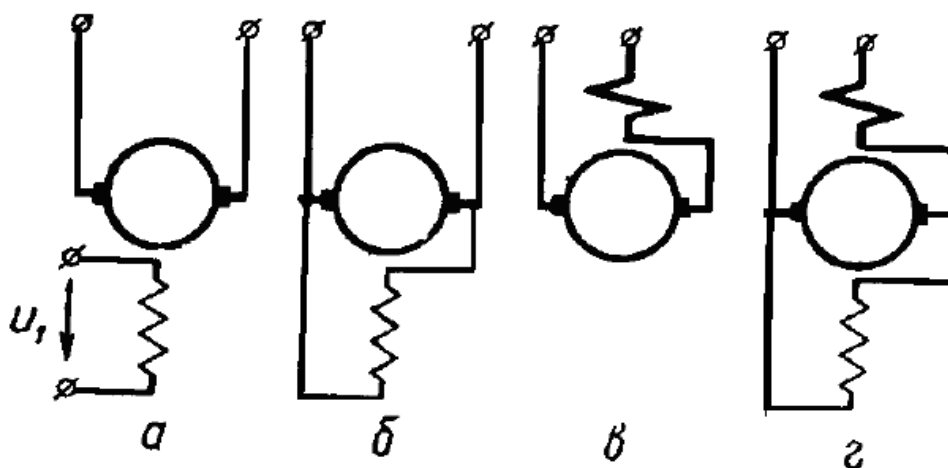
6.4 - rasm.Uygʻotish qutblarining magnitlovchi gʻaltaklari:

1-magnitlovchi gʻaltak, 2 -poʻlat oʻzak, 3-oʻzakniig uchlari,
4- stanina

Yakor choʻlgʻami bilan uygʻotish choʻlgʻamini ulanish usullari. Uygʻotish choʻlgʻamining zanjiri toʻrti maxsus tok manbaidan olishi va yakor choʻlgʻamiga elektrik bogʻlanmagan boʻlishi mumkin. Bunday mashinalar mustaqil uygʻotishli mashinalar deb ataladi (2.2.3-rasm). Ammo, odatda uygʻotish choʻlgʻami yakor choʻlgʻamiga elektrik bogʻlangan boʻladi.

Yakor choʻlgʻami bilan uygʻotish choʻlgʻamining ulanish usuliga qarab, oʻzgarmas tok mashinalari uch turga boʻlinadi.

Parallel uygʻotishli oʻzgarmas tok mashinalari. Uygʻotish choʻlgʻamining ikkala klemmasi kollektor ustiga qoʻyilgan choʻtkalarga bevosita ulangan boʻladi (2.2.3b-rasm). Bu mashinalar qutb gʻaltaklarining oʻramlari koʻp boʻlib, ingichka simdan yasaladi. Parallel uygʻotishli oʻzgarmas tok mashinalari shuntli mashinalar deb ham ataladi, chunki uygʻotish choʻlgʻami yakor qutblariga shunt shaklida ulangan.



6.5 -rasm. O'zgarmas tok mashinalarida uyg'otish cho'lg'amini yakor cho'lg'amiga ulanish usullari:

- a) mustaqil uyg'otishli
- b) parallel uyg'otishli
- v) ketma - ket uyg'otishli
- g) aralash uyg'otishli o'zgarmas tok mashinalarining sxematik ko'rinishi.

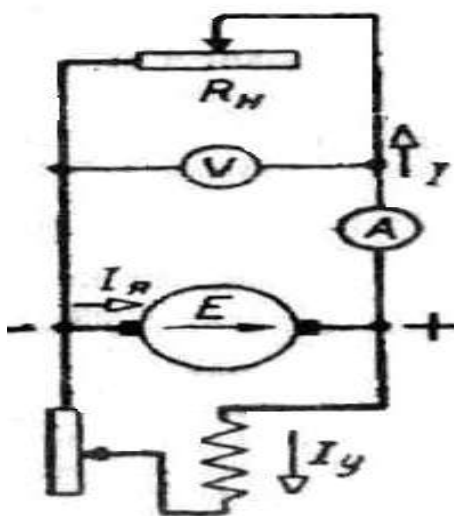
Ketma-ket uyg'otishli o'zgarmas tok mashinalari. Uyg'otish cho'lg'ami yakor cho'lg'amiga ketma-ket ulanadi (6.5v- rasm). Bu mashinalarning qutb g'altaklari yo'g'on simdan yasilib, o'ramlari soni kam bo'ladi. Ketma-ket uyg'otishli o'zgarmas tok mashinalari series mashinalar deb ham yuritiladi.

Bu mashinalarning tubidagi har bir o'zakda ikkitadan g'altak bo'lib, bulardan biri shunt tipidagi, ikkinchisi esa series tipidagi g'altaklardir. Aralash uyg'otishli o'zgarmas tok mashinalarida shunt uyg'otish cho'lg'ami yakor cho'lg'amiga parallel ulanadi, series cho'lg'ami esa yakor cho'lg'amiga ketma -ket ulanadi (2.2.3g-rasm). Aralash uyg'otishli o'zgarmas tok mashinalarida asosiy magnit maydonni shu cho'lg'amlardan biri hosil qiladi, ikkinchisining ta'siri esa qo'shimcha bo'ladi.

O'zgarmas tok generatorining ishini xarakterlovchi eng muxim kattaliklardan biri uning cho'tkalaridagi kuchlanishdir. Bu kuchlanishning kattaligi tashqi zanjirdagi tokka bog'liq. Generator kuchlanishning nagruzka zanjiridagi tokka bog'lanish grafigi generatorning tashki xarakteristikasi deb ataladi. Tashki xarakteristikada yakorning

aylanish tezligi o'zgaras va mashinaning pasportida ko'rsatilgan nominal tezligiga teng bo'lgan hol uchun yasaladi. O'zgaras tok mashinalarining pasportida ko'rsatilgan miqdorlar nominal miqdorlar deb ham ataladi. Quyida biz parallel uyg'otishli o'zgaras tok generatorining ishlash printsipini va xarakteristikasi bilan tanishamiz.

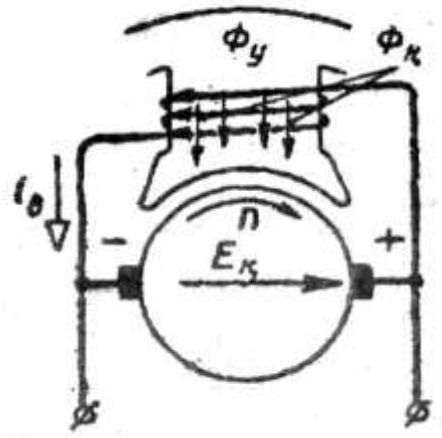
Parallel uyg'otishli generator. Parallel uyg'otishli generatorning ishlashi uchun yordamchi tok manbai talab etilmaydi. (6.6 -rasm). Bunday generatorning uyg'otish cho'lg'amida tok o'z-o'zidan uyg'otilish protsessida paydo bo'ladi.



6.6- rasm. Parallel uyg'otishli o'zgaras tok generatorining sxemasi

Parallel uyg'otishli o'zgaras tok generatorida uyg'otilish protsessi qanday hosil bo'ladi. Mashina zavodda tayyorlangandan keyin uning magnit zanjiri magnitlab qo'yiladi. Buning uchun uyg'otish cho'lg'ami o'zgaras tok manbaiga ulanadi. Uyg'otish cho'lg'ami o'zgaras tok manбайдan - ajratilganda stator qutblari o'zaklarida va yakor o'zagida kuchsiz magnit maydon qoladi. Mashinaning magnit zanjirida qoladigan kuchsiz magnit maydon qoldiq magnitlanish maydoni deb ataladi. Agar yakor aylantirilsa F_q qoldiq magnitlanish oqimi yakor cho'lg'aminging parallel tarmoqlarida juda kuchsiz Y_{ek} elektr yurituvchi kuch hosil qiladi. Hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchning o'zi yakorga ulangan uyg'otish cho'lg'ami zanjirida boshlang'ich tok hosil qilish uchun yetadi. Boshlang'ich uyg'otish toki qutblarni magnitlaydi. Uyg'otish oqimi F_u oshadi, shu bilan birga yakor cho'lg'aminging elektr yurituvchi kuchi ham oshadi. Bundan keyin uyg'otish toki yana ko'payadi, magnit oqimi va elektr yurituvchi

kuch unga bog'liq holda oshib boradi. Shu tariqa parallel uyg'otishli generatorlarda uyg'otish protsessi hosil bo'ladi.



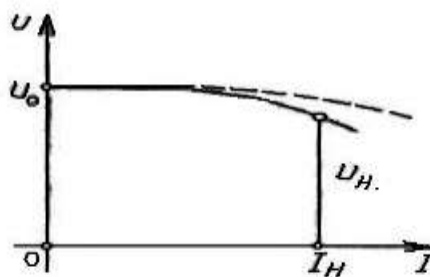
6.7-rasm. Uyg'otish cho'lg'amini yakorga parallel ulash.

Generator hosil qilayotgan elektr yurituvchi kuch uyg'otish cho'lg'ami va yakor cho'lg'amining $R_y = g_{ya}$ qarshilikka ega bo'lgan zanjiridagi kuchlanish pasayishiga teng bo'lishi bilan, ya'ni:

$$E = I_y (R_y + g_{ya})$$

Uyg'otish tokining va yakor cho'lg'ami E elektr yurituvchi kuchining oshishi to'xtaydi. Uyg'otilish protsessi shu tariqa to'xtaydi, ya'ni uyg'otish cho'lg'amidagi tok miqdori o'zining nominal qiymatiga erishadi.

6.8-rasmda parallel zgyg'otishli generatorning tashki xarakteristikasi tasvirlangan.



6.8-rasm. Parallel uyg'otishli generatorning tashqi xarakteristikasi.

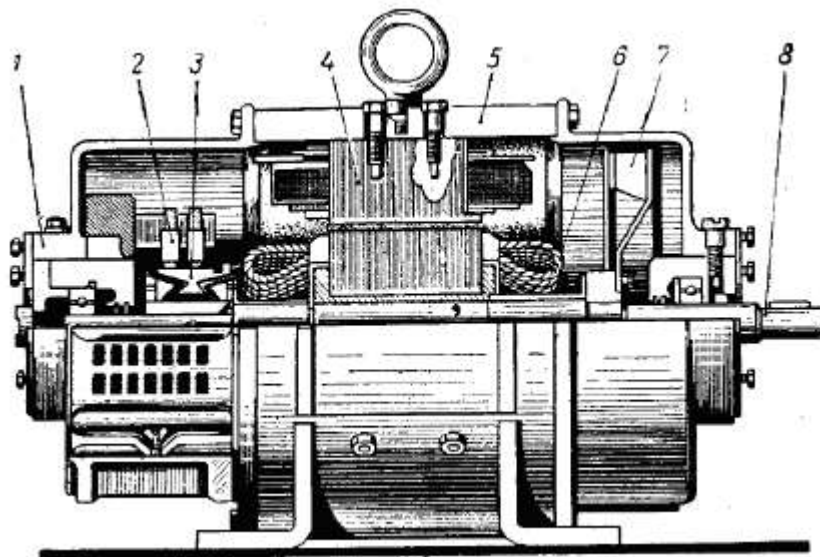
Ўзгармас ток машиналарининг конструкцияси. Уларни халқ хўжалигида ва саноатда ишлатилиши.

Ўзгармас ток генераторлари

Ўзгармас ток генераторларининг тузилиши ва ишлаш принципи. Генераторларнинг турлари ва тавсифлари. Уйғотиш кутблари. Мустақил уйғотишли ва параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторлари.

Ўзгармас ток двигателлари

Mtxanik energiyani elektr energiyasiga aylantirib beradigan o'zgarmas tok mashinalari o'zgarmas tok dvigatellari deb ataladi. O'zgarmas tok dvigatelining umumiy ko'rinishi 6.9-rasmda tasvirlangan. Dvigatel validagi foydadi quvvat va moment har xil qurilmalar yordamida o'lchanadi. Bunday qurilma sifatida, masalan, 6.10-rasmda tasvirlangan tormoz sistemasidan foydalanish mumkin. Dvigatelning vali yoki shkivi a va v qoliplar bilan qamrab olinadi; bu qoliplarga s posangili d richag shunday biriktiriladiki, butun tormoz sistemasining markazi valning aylanish o'qidan o'tadigan vertikal



6.9-rasm. O'zgarmas tok dvigatelining umumiy ko'rinishi:

1-podshipnik shchiti; 2- cho'tka tutqich bilan cho'tka; 3- kollektor plastinkasi; 4- uy'otish qutbi; 5- stamina; 6 yakor cho'lg'ami; 7 – ventilyator; 8- val.

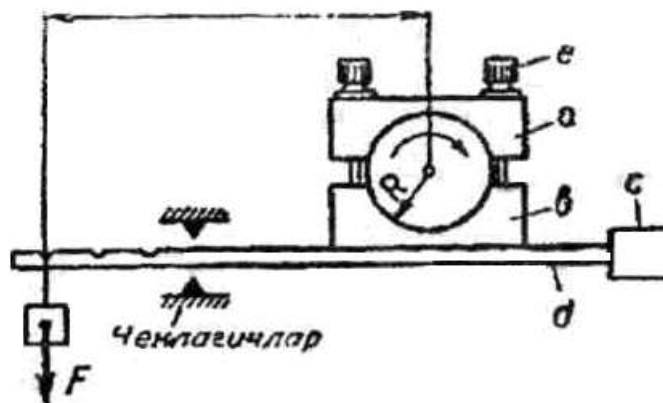
to'g'ri chiziqli bilan ustma-ust tushadigan bo'lsin. Qoliplar val (yoki shkiv)ni qismay turgan vaqtda richag gorizontall vaziyatda bo'ladi. Chunki aylanayotgan val bilan

qoliplar orasidagi ishqalanish kuchi arzimagan darajada kichikdir. Qoliplar 1 vintlar yordamida bir-biriga qisila borgan sari qoliplar bilan val orasidagi F_{ishq} ishqalanish kuchi oshadi. Buning natijasida richagni qoliplari bilan birga soat strelkasi yo‘nalishida burib yuborishga intiluvchi M_{ayl} aylantiruvchi moment hosil bo‘ladi. Bu aylantiruvchi momentning kattaligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$M_{\text{ayl}} = F_{\text{ishq}} R_1$$

Bunda, R_1 — val (shkiv) radiusi.

Aylantiruvchi momentni o‘lchash uchun richagning uzun yelkali uchiga F kuch bilan (yuk osib) ta’sir qilish kerak. Bu kuch ishqalanish kuchining momentiga teng, ammo qarama-qarshi yo‘nalgan M_{tes} qarshilik momenti hosil qilgan bo‘lardi:



6.10-rasm. Qolipli tormoz sxemasi.

$$M_{\text{айл}} = M_{\text{акс.таб}}$$

Bu holda richag gorizontaal vaziyatda bo‘ladi. Agar richagga ta’sir etuvchi F kuch aylanish o‘qidan L masofada qo‘yilgan bo‘lsa, u holda

$$M_{\text{rec}} = FL$$

Dvigatel validagi quvvatni aniqlash uchun quvvatning mexanika bo‘limida beriladigan

$$N = Fv$$

formulasidan foydalanish kerak.

Dvigatelning vali bir tekis aylanib turganda valda hosil bo‘ladigan quvvatni

yuqoridagi $N = Fv$ formulaga asosan hisoblab topish mumkin. Bu quvvat F_{ishq} ishqalanish kuchini val (shkiv) aylanishining chiziqli tezligiga ko'paytirib topiladi. Tegishli shakl o'zgarishlarni bajarib, quvvatni topamiz:

$$N = F_u v \frac{kGm}{sek} = F_u \frac{2\pi Rn}{60} \frac{kGm}{sek} = 1.027 F_u Rnv$$

$$F_u R = Fl \text{ bo'lgani uchun}$$

$$1.027 F_u Rnv = 1.027 M_{tes} n = P_2 vt$$

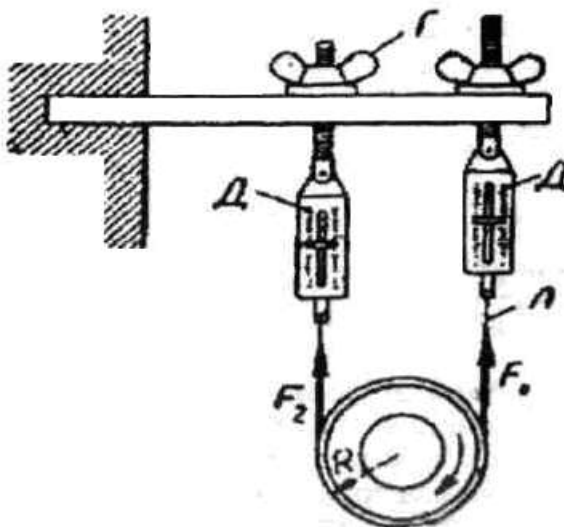
Shunday qilib, d richag gorizontal vaziyatda turganda F kuchning momentini o'lchab va valning aylanish teziligini bilgan holda dvigatel validagi foydali quvvatni hisoblab topish mumkin. 2.3.2-rasmda tormoz qurilmasining boshqa turi ko'rsatilgan. Bunda dvigatelning vali (shkivi)ni uchlarida ikkita D dinamometri bo'lgan tormozlovchi L lenta qamrab oladi. Lenta (va dinamo-metrlar) G gaykalar yordamida taranglanadi. Tormoz lentasi bo'sh turganda val bilan lenta orasida ishkalanish bo'lmaydi. Dinamometrlardan ixtiyoriy bittasini (masalan, 2.3.1-rasmda o'ngdaxisini) tortish bilan lenta valga siqiladi va lenta ishkalanish kuchi tufayli valning aylanish tomoniga ergashtiriladi. Bunda lenta o'ng tomondagi dinamometrning prujinasini cho'zib, ikkinchi dinamometrning prujinasini qisadi. Lenta bilan val orasidagi ishqalanish kuchi dinamometrlar ko'rsatishlarining ayirmasiga teng bo'ladi, qarshilik kuchlari momenti esa quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$M_{tes} = (F_1 - F_2)R$$

Bunda, R -valning radiusi, F_1 va F_2 dinamometrlarning ko'rsatishlari.

Endi dvigatel hosil qiladigan mexanik quvvatni hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N = 1.027 Rn(F_1 - F_2)vt = P_2$$



6.11-rasm. Dinamometrln lentali tormoz sjemasn.

Ўзгармас ток двигател-ларининг тузилиши, ишлаш принципи. Ўзгармас ток двигателларининг турлари, уланиш схемалари ва ишлатилиши. Мустақил уйғотишли ва параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателлари.

Pedagogik texnologiyani qo'llash

Elektrotexnika fani bo'yicha trening

«Skarabey» texnologiyasi

“Skarabey” interaktiv texnologiya bo'lib, u o'quvchilarda fikriy bog'liqlik, mantiq, xotiraning rivojlanishiga imkoniyat yaratadi, qandaydir muammoni hal qilishda o'z fikrini ochiq va erkin ifodalash mahoratini shakllantiradi. Mazkur texnologiya o'quvchilarga mustaqil ravishda bilimning sifati va saviyasini xolis baholash, o'rganilayotgan mavzu haqidagi tushuncha va tasavurlarni aniqlash imkonini beradi. U, ayni paytda turli g'oyalarni ifodalash hamda ular orasidagi bog'liqliklarni aniqlashga imkon yaratadi. “Skarabey” texnologiyasi har tomonlama bo'lib, undan o'quv materialining turli bosqichlarini o'rganishda foydalaniladi:

Boshida – o'quv faoliyatini rag'batlantirish sifatida;

Mavzuni o'rganish jarayonida – uning mohiyati, tuzilish va mazmunini belgilash, ular orasidagi asosiy qismlar, tushunchalar, aloqalar xarakterini aniqlash, mavzuni yanada chuqurroq o'rganish, yangi jihatlarini ko'rsatish;

Oxirida – olingan bilimlarni mustahkamlash va yakunlash maqsadida;

“Skarabey” texnologiyasini o'quvchilar tomonidan oson qabul qilinadi, chunki u faoliyatning fikrlash, bilish xususiyatlari inobatga olingan holda ishlab chiqilgan. U o'quvchilar tajribasidan foydalanishni ko'zda tutadi, reflektiv kuzatishlarni amalga oshiradi, faol ijodiy izlash va fikriy tajriba o'tkazish imkoniyatlariga ega.

Mazkur texnologiyaning ayrim afzalliklari sifatida idrok qilishni yengillashtiruvchi chizma shakllaridan foydalanishni ko'rsatish mumkin.

“Skarabey” alohida ishlarda, kichik guruhlarda hamda o'quv jamoalarida qo'llanilishi mumkin.

7 – ma'ruza

Elektr ta'minoti va elektr stantsiyalari

Reja:

1. Elektr stantsiyalari.

Elektr energiyasini ishlab chiqarish.

2. Elektr energiyasini ishlab chiqarish turlari. GES, GRES, KES, TES, AES.

3. Energetik sistemalar.

4. Transformatorlar podstantsiyalari va ularning turlari.

ADABIYOTLAR:

1. Kasatkin A. S. “Elektrotexnika asoslari” Toshkent 1989 y.

2. Evdakimov “Umumiy elektrotexnika” Toshkent, 1995 y. 3 – 24 betlar

3. Inog'omov S. “Elektrotexnika asoslari” fanidan ma'ruzalar matni.

ToshFarmi, kutubxona, Ma'ruzalar matnining elektron varianti

7 боб. Электр станциялари

Электр станцияларини асосан улар ўзгартирадиган энергия турига қараб классификациялаш қабул қилинган ва қуйидаги электр энергияси ишлаб чиқариш турларига бўлинади:



ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНСИЯЛАРИ

Иссиқлик энергетikasi - иссиқлик техникasi тarmog'и; иссиқликни, асосан, mexanik va elektr energiyasiga aylantirishga asoslangan energetika. Issiqlikni mexanik energiyaga aylantirishda asosiy qismi иссиқлик dvigatelitsan iborat bo'lgan иссиқлик qurilmalari qo'llaniladi. Bu qurilmalarda hosil qilingan mexanik energiya turli xil ish mashinalari (metall kesish stanoklari, konveyerlar va b.) ni yoki elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektr mexanik ge-neratorlarni ishga tushiradi. Issiqlikni elektr-mexanik generatorlarsiz ham, ya'ni energiyani to'g'ridanto'g'ri aylantirish kurilmalarida, mas, mag-nitoelektrodinamik generatorlar, ter-moelektr generatorlar va b. da ham elektr energiyasiga aylantirish mumkin.

Zamonaviy I. e. ning asosi umumiy elektr energiyasi miqdorining ko'p qismini ishlab chiqaruvchi muqim (statsionar) bug' turbinali иссиқлик elektr stansiyasi

hisoblanadi. Magis-tral gaz kuvurlarini energiya bilan ta'minlash va tig'iz payt (pik) nagruzkalarni qoplash uchun gaz turbinali elektr stansiyalari ishlatiladi.

Issiqlik elektrostansiya turlari

Elektr energiyasini ishlab chiqarishda issiklikning solishtirma sarfini taxm. 5% ga kamaytirishga imkon beradigan *bug'-gaz turbinali kurilmalar* keng ishlatilmoqda. Quvvatli elektr stansiyalar uchun tarkibida magnitogidrodinamik generatorlar bo'lgan va odatdagi bug'-gaz turbinali stansiyalar bilan birgalikda ishlatiladigan kurilmalar ishlab chiqilmoqda. Elektr uzatish liniyasidan uzoqda joylashgan xududlarda dizel elektr stansiyalaridan foydalaniladi. Muqim qurilmalardan tashqari transport mashinalari (teplovoz, avtomobil va b.) ga o'rnatiladigan issiklik kurilmalari — mas, porshenli ichki yonuv dvigateli bor. Uchish apparatlariga porshenli aviatsiya dvigatellari, reaktiv dviga-tellar va b. o'rnatiladi.

O'zbekistonda issiqlik energetikasi 20-a. 20-y. larida dizel va mayda bug' turbinali elektr stansiyalar kurish yo'nalishida rivojlandi. Dizel elektr stansiyalari umumiy maqsadlarda ham, paxta zavodlari, nasos stansiyalari, kanallar va issiqlik energiyasiga ehtiyoji bo'lgan boshqa korxonalar qoshida ham qurildi. Toshkent dizel elektr stansiyasi, Samarkand, Andijon, Ko'qon va respublikaning boshqa shaharlaridagi dizel elektr stansiyalari kengaytirildi; Buxoro, Samarkand sh.larida 5000 ot kuchi, Nukus, Urgench, Namanganda 1600 ot kuchi kuvvatiga ega bo'lgan yirik dizel elektr stansiyalari kurildi. Respublikadagi dastlabki bug' turbinali elektr stansiyalar Farg'ona va Kattaqo'rg'ondagi yog' zavodlarida ishga tushirildi. Farg'ona yog' zavodining "Sharq tongi" issiqlik elektr markazi (IEM) umumiy maqsadlardagi elektr stansiyasi bo'lgan birinchi IEMdir.

IESda qozon agregatida organik yoqilg'ini yondirish orqali hosil qilingan issiqlik energiyasi yordamida suv qizdirilib, yuqori bosim ostidagi suv bug'iga aylantiriladi. Yuqori bosim ostidagi suv bug'i quvur orqali turbinaga kirib keladi va u yerda juda tez kengayadi. Buning natijasida suv bug'i molekulalari katta kinetik energiyaga ega

bo'lad. Elektr generatorida rotorning kinetik energiyasi elektr energiyasiga o'zgartiriladi. Bunday stansiyalarda turbinaning parraklariga urilganidan so'ng undan chiqib ketuvchi bosimi pasaygan suv bug'i kondensatorda sovutilib, suvga aylantiriladi va qizdirib, yuqori bosimli bug'ga aylantirish uchun nasos yordamida qaytadan qozonga haydaladi. Chunki, zamonaviy katta quvvatli IESlarda bunday jarayonda foydalaniluvchi ko'p miqdordagi suvni maxsus qurilmalar yordamida tozalash katta hajmdagi ish va energiyani talab etadi. Hozirgi davrda respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 85-90 foizi IESlar ulushiga to'g'ri keladi.

Demak, olimning gaplaridan ko'rinib turibdiki, elektr energiyasi o'z-o'zidan paydo bo'lib qolmaydi. Masalan, issiqlik elektr stansiyalarida elektr energiyasi hosil qilish uchun 90 foiz tabiiy gaz ishlatiladi. 10 foizini mazut va ko'mir tashkil etadi. Endilikda xarajatlarni yanada kamaytirish uchun sa'y-harakatlar davom ettirilayapti. Ayni paytda «O'zbekko'mir» ochiq aksiyadorlik jamiyati yiliga 3 mln. tonna ko'mir qazib olayotgan bo'lsa, shuning 85 foizi GRESlarga sarflanmoqda. Elektr hosil qilish katta mehnat, sarf-xarajat talab etadi.

Hozir O'zbekiston elektr stansiyalarining ja'mi o'rnatilgan quvvati 12,3 mln kVtga tengdir. Uning tuzilmasida gidroelektrostansiyalar 11,5% ni, issiqlik elektr stansiyalari 86% ni tashkil etadi, bu "O'zbekenergo" kompaniyasining qudratidan dalolat berib turibdi, ja'mi elektr stansiyalarning faqatgina 2,5% boshqa idoralar qaramog'ida ishlatilmoqda.

IES ning afzalligi. Elektr energiyasining asosiy qismini ekologiya nuqtai nazaridan qaraganda juda qulay yoqilg'i balansiga ega bo'lgan issiqlik elektr stansiyalari ishlab chiqaradi, unda gazning salmog'i 85% ni tashkil qiladi. Energetika tizimining asosini quvvati 3000 MVt bo'lgan Sirdaryo IESi, 1860 MVt bo'lgan Toshkent IESi, 2100 MVt bo'lgan Yangi Angren IESi va 1250 MVt bo'lgan Navoiy IESi kabi yirik elektr stansiyalar tashkil qiladi. Bu nurxonalarda bir yo'la quvvati 150 MVtdan 300 MVtga yetgan necha o'nlab energetika bloklari o'rnatilgan.

Mamlakatning gidroenergetikasi beshta kaskadga birlashgan 28 ta GESdan iborat. Bular orasida eng yiriklari - suv omborlari bo'lgan, stansiyalar quvvatni tartibga solib turish rejimida ishlay oladigan, quvvati 600 MVtli Chorbog' va quvvati 165 MVtli Xo'jakent GESlaridir. Qolgan GESlar suv oqimi bo'yicha bazis rejimda ishlaydi. Energiya ta'minoti va irrigatsiyaga oid kompleks masalalarni xal etayotgan bu nurxonalar nisbatan arzon elektr energiyasini hosil qilmoqdalar. Bundan kelib chiqadiki IESlar eng ko'p elektr yetkazib beradi.

Gidroelektr stansiya

Gidroelektr stansiya (GES) -suv oqimining energiyasini gidravlik turbinalar yordamida elektr energiyasiga aylantirib beradigan gidrotexnika inshootlari va energetika majmui. Gidrotexnika inshootlari to'g'on yonidagi, derivatsion va aralash turlarga bo'linadi. To'g'on yordamida suv sathi ko'tarilib, kerakli bosim hosil qilinadi. GES binosi 3 xil joylashtiriladi: 1) to'g'on yonida; 2) to'g'ondan chetrokda; 3) to'g'ondan pastda, daryo o'zanida. To'g'on yonida va daryo o'zanida quriladigan GES larda suv bosimini to'g'on hosil qiladi. Bunday GES lar suvi ko'p bo'lgan, tekis oqadigan tog' daryolariga, soyliklarning toraygan joyiga quriladi. Bularga Qayroqqum, Tuyamo'yin va Chordara GESlarini ko'rsatish mumkin. Derivatsion (GES ning stansiya uzelliga suv kuvurlari, kanal yoki tunnel vositasida olib kelinadigan) GESlar o'rta va yuqori bosimli bo'lib, bosim derivatsiya kanali yordamida hosil qilinadi. Bunday GES larga Chorvoq, Farhod va Bo'zsuv kanalidagi GESlar kiradi. Aralash GES larda bosim, asosan, daryodagi gidrotexnika inshootlari va qisman derivatsiya kanali yordamida hosil qilinadi. GES inshootlari majmuiga daryo o'zanini to'sib bosim hosil qiladigan bosh inshoot (to'g'on), GES binosiga suv yetkazib beradigan kanal, stansiya bosim uzeli (SBU) yoki bosim suv quvuri, suv sathini va sarfini tartibga solib turadigan, ortiqcha suvni chiqarib tashlaydigan va b. avtomatik qurilmalardan iborat inshootlar; suv energiyasini bevosita elektr energiyaga aylantirib beradigan gidroagregat (turbina bilan generator) o'rnatilgan mashina zali va foydalanib bo'lingan suvni chiqarib tashlaydigan inshootlar kiradi. Maxsus gidrotexnika inshootlari bilan GES turbinalariga keltirilgan

suv turbinaning ish g'ildiragini, unga o'rnatilgan o'qni va o'q bilan biriktirilgan generatorni aylantirishi natijasida elektr energiya hosil bo'ladi. Elektr energiya maxsus qurilmalar vositasida iste'molchilarga yetkazib beriladi. Hozir barcha GES larning ishi avtomatlashtirilgan. Bir necha avtomatlashtirilgan GES lar uzoqdan turib (qo'shni GES dan yoki energosistemaning boshqarish pultidan) boshqariladi. GESning belgilangan quvvatiga ko'ra kam (5 MVt gacha), o'rta (5—25 MVt) va katta (25 MVt dan yuqori) quvvatli xillarga bo'linadi. Daryoning energetika resurslaridan to'laroq foydalanish uchun GES lar kaskad tarzida, ya'ni daryo oqimi bo'yicha ma'lum masofada joylashtiriladi. Bunday GES kaskadlariga O'zbekistondagi Toshkent (Bo'zsuv, Bo'rijar, Oqtepa, Shayxontohur GES lari); Qodriya (Qodriya, Qibray, Salar, Oqqovoq-2); Chirchiq (Tovoqsoy, Oqqovoq); Quyi Bo'zsuv (GES-14, GES-18, GES-19, GES-22, GES-23); O'rta Chirchiq (Chorvoq, Hojikent, G'azalkent); Shahrixon (GES5A, GES-6A, GES-YUFK-1, GES-4A YUFK-3); Samarkand (GES-1B, GES2B, GES-ZB, GES-5B) GES kaskadlari kiradi. GES lar ichida gidroakkumulyatsiyalovchi elektr stansiya (GAES) va ko'tarilish suv elektr stansiya (PES) alohida o'rin tutadi. GAES lar yirik energetik tizimlarda ko'p energiya talab qiladigan (tig'iz) vaqtlardagi energiyani to'ldirib turish uchun quriladi. GAESning energiyani akkumulyatsiyalash xususiyati energetik tizimdagi ba'zi vaqt oralig'ida bo'sh bo'lgan elektr energiyadan foydalanishga asoslangan. Bu vaqtda GAES nasos rejimida ishlab, suvni pastki hovuzdan yuqorigi hovuzga haydaydi; tig'iz vaqtda esa yig'ilgan suvdan elektr energiya hosil qiladi. Oy va Quyosh gravitatsiya kuchlari suv massasini tortishi natijasida dengiz yoki okean suvlari sathi sutkada bir vaqtda ikki marta dam ko'tariladi, dam pasayadi. Ana shu ko'tarilgan suv energiyasini PES elektr energiyasiga aylantiradi. Bularda elektr energiya ishlab chiqarishda jiddiy farq yo'q. Alohida GES yoki GES kaskadi, odatda kondensatsiyey elektr stansiya (KES), issiqlik elektr markazi (TETS), atom elektr stansiya (AES) bilan bir tizimda ishlaydi. Bunda energosistemadagi nagruzka grafigini qoplashda qatnashishiga qarab GES bazisli, ko'p energiya talab qiladigan (tig'iz) vaqtlarida ishlaydigan bo'lishi mumkin.

GESlar elektr energiya berish bilan birga daryo o'zanini loyqalanishdan asraydi, ko'plab ekin maydonlarini sug'orishga imkon beradi (yana k., Gidroenergetika) Soli Majidov.

Atom elektr stansiyalari

1. АЭСнинг тузилиши;
2. АЭСнинг схемаси;
3. АЭСнинг ишлатилиши.

Атом электр станцияларида – радиоактив элементларни парчаланишида ажралиб чиққан энергия ёрдамида электр энергияси ишлаб чиқарилади. АЭС лар асосан 4 та цехдан иборат :

1 – цех: реактор цехи деб аталади. Реактор ичида занжир реакция юз беради ва жуда катта иссиқлик ажралиб чиқади. Реакторда манба сифатида уран, радий, полоний каби радиоактив элементлардан фойдаланилади.

2 – цехда буғ генератори ўрнатилган. Буғ генераторига реакторнинг актив зонасидан трубалар орқали иссиқлик келади. Иссиқлик ташувчи сув, газ ёки суюқ металл бўлиши мумкин. Буғ генераторида исиган иссиқлик ташувчи муҳитга труба қўйилган бўлади. Бу трубада сув буғга айланади.

3 – цехда буғ турбинаси ўрнатилган бўлади. Буғ турбинасига трубада ҳосил бўлган буғ келади. Буғ турбинаси турбогенераторни ҳаракатга келтиради ва шу тариқа электр энергияси ишлаб чиқарилади.

4 – цех асосан ишлаб чиқарилган электр энергиясини кучайтириш истеъмолчига узатиш ва тақсимлаш цехи ҳисобланади.



Атом електро станциясининг асосий қисми атом қозони яни атом реактори
АЭСда қопинча атом реакторларининг 4 типни қулланилади

- 1) Сув-сувли
- 2) Графит- сувли
- 3) Огир сувли
- 4) Графит- газли

SHAMOL ELEKTROSTANSIYASI

Hozir hayotimizni radio, televideniye, telefon, telegrafsiz, turli xil yoritish jihozlari va qizdirish asboblari, mashina va qurilmalar bilan ta'minlash uchun qilib bo'lmaydi. Bularning hammasi elektr energiyasi (toki) bilan ishlaydi.



-Rasm. Shamol elektrostansiyasining sxemasi.

Elektr energiyasi qayerdan olinadi? Uni elektr stansiyalarida maxsus mashinalar — elektr toki generatorlari hosil qiladi. Generatorlarning turlari ko'p. Energiyasi kichkina uyni yoritish uchuniga yetadigan mitti elektr generatorlardan tortib, katta shaharni elektr energiyasi bilan ta'minlay oladigan ulkan elektr generatorlarigacha bor.

Generator elektr toki berishi uchun uning asosiy qismi — rotor aylantiriladi.

Katta generatorlarning rotori bir necha yuz tonna bo'lganligi uchun uni maxsus mashina — turbina yordamida aylantiriladi.

Generatorlarning turlari ko'p. Energiyasi kichkina uyni yoritish uchungina yetadigan mitti elektr generatorlardan tortib, katta shaharni elektr energiyasi bilan ta'minlay oladigan ulkan elektr generatorlarigacha bor.

Har qaysi turbina kuraklari yoki parraklari bo'lgan ish g'ildiraklariga ega. Qizdirilgan gaz yoki suv bug'i oqimi katta kuch bilan turbina g'ildiragi parraklariga urilib, uni aylantiradi, turbina bilan birga generator rotori ham aylanma harakatga keladi.

Suv oqimi aylantiradigan turbina gidravlik turbina deyiladi, bunday turbinalar o'rnatilgan elektr stansiyalari esa gidroelektr stansiya yoki qisqacha GES deb ataladi. Turbinani issiqlik elektr stansiyalari (IES) da bug', gaz turbinali elektr stansiyalarida esa qizdirilgan gazlar oqimi aylantiradi.

Shamol elektr stansiyasi (SHES) — shamol oqimining kinetik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi kurilma. Shamol dvigateli, elektr toki generatori, generator va dvigatelning ishini boshkaruvchi avtomatik qurilma xamda ular o'rnatiladigan inshootlardan iborat.

Sh.e.s.dan, ko'pincha, shamol oqimining o'rtacha yillik tezligi yuqori (5 m/sek dan katta) bo'lgan va markazlashtirilgan elektr ta'minot tarmoqlaridan uzoqda joylashgan hududlarda (mas, O'rta Osiyoda — dasht, chul va chala chullarda) elektr energiyasi manbai sifatida foydalaniladi. Sh.s.e.da 8 kVt dan 1,2 mVt gacha quvvatli elektr energiyasi hosil qilish mumkin.

Britaniyada suv va shamol yordamida ishlaydigan katta elektr stansiyasi ishga tushdi

Stansiya Temza daryosi etagida joylashgan bo'lib u 175ta turbinalardan iborat. Uning quriligi taxminan 3 mlrd dollarga aylandi. Lekin britaniyaliklar ekologik xavfsizlik uchun pul tejamaydilar. Ularning aytishicha, kelajak - ana shunday stansiyalar ortida. Aytish kerakki, shamol texnologiyalari atmosferaga karbonat angidrid gazining chiqishini kamaytiradi.

Lekin britaniyaliklar ekologik xavfsizlik uchun pul tejamaydilar. Ularning aytishicha, kelajak - ana shunday stansiyalar ortida. Aytish kerakki, shamol texnologiyalari atmosferaga karbonat angidrid gazining chiqishini kamaytiradi.

Asosiy tarkibi

Akkumulyator zaryadi unga kuchlanishni oshiruvchi potensial qo'yilgan bo'lsa sodir bo'ladi. Akkumulyator zaryadinig toki berilgan kuchlanish va salt kuchlanishi proparsional. Akkumulyator zaryadi tezligi sig'im terminlarida aniqlanishi mumkin.

Ko'rilayotgan sohada akkumulyator batareyasining quyosh batariyalari nostabil manbalaridan zaryadlanishi uchun turlicha vaqtlar talab etiladi. Siklik zaryadlanishda doimiy kuchlanish yoki zaryadning doimiy toki talab etiladi. Oquvchi zaryad – bu zaryadlanayotgan batareyani to'liq zaryadda tanlangan doimiy kuchlanish berish yo'li bilan ushlab turish bo'lib, bu undagi turli yuqotishlarni qoplash uchun zarur; istemolchi va akkumulyator batareyasi parallel ulanadi.

Oquvchi zaryad – bu zaryadlanayotgan batareyani to'liq zaryadda tanlangan doimiy kuchlanish berish yo'li bilan ushlab turish bo'lib, bu undagi turli yuqotishlarni qoplash uchun zarur; istemolchi va akkumulyator batareyasi parallel ulanadi.

Quyosh elektro stansiyalari

Hozirgi zamon muammolaridan biri juda katta miqdordagi quyosh radiatsiyasi energiyasidan maksimal foydalanish masalasidir. Quyosh radiatsiyasining qisqa to'lqinli qismi asosan yer atmosferasida yutilib qoladi ,yer sirtiga esa uzun to'lqinli qismi yetib keladi.



Quyosh energiyasidan foydalanishning juda ham ko'pusullari mavjud bo'lib bulardan eng effektivrog'i nurlanish energiyasini boshqa turdagi energiyaga aylantirishda foydali ish koefitsenti eng katta bo'lgan qurilma yarim o'tkazgichli quyosh batareyasi hisoblanadi.

Yarim o'tkazgichli fotoelementlarni quyosh batareyasi sifatida ishlatishda quyoshdan kelayotgan radiatsiyaning spektral sostavini bilish masalaning asosiy tamonlaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun quyosh batareyasini tayyorlashda quyosh spektrining qaysi qismlaridan foydalanish mumkinligini ko'rsatuvchi yarim o'tkazgichning optik xususiyatlarini va quyosh energiyasini elektr energiyasiga effektiv aylantirib bera olishligini harakterlovchi elektr xususiyatlarini bilgan holda, yarim o'tkazgich materialni tanlab olish zarurdir. Yarim o'tkazgichning bunday xususiyatlariga tasir qiluvchi parametrlaridan biri man qilingan zonaning kengligi. Ma'lumki, elektron teshik juftini hosil qilish uchun energiyasi E_g ga teng yoki undan katta bo'lgan foton yutilishi kerak, ya'ni: $h\nu \geq E_g$ bunda E_g dan kichik bo'lgan energiyali fotonlar valent zonasidan o'tkazuvchlik zonasiga elektron chiqara olmaydi. Bu hodisaga qaraganda E_g kichik bo'lgan yarim o'tkazgich tanlab olish maqsadga muvofiq emasdek ko'rinadi. E_g kichiklasha borsa, fotonning ortiqcha energiyasi issiqlikka aylanishi natijasida effektivlik kamaya boradi. Agar E_g katta bo'lgan yarim o'tkazgich tanlab oladigan bo'lsak, yutilayotgan fotonlarning aktivligi kamaya boradi va yana nurlanish spektrining bir qismi bekorga sarf qilinadi. P-n o'tishga diffuziyalangan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar, potensial to'siq bo'lganligi sababli, ikkiga ajratiladi. Ortiqcha hosil bo'lgan (to'siq yordamida ajratilgan) va to'plangan, n-sohadagi elektronlar va p-sohadagi teshiklar p-n o'tishdagi mavjud hajmiy zaryadni kompensatsiya qiladi, ya'ni mavjud bo'lgan elektr maydoniga qarama-qarshi elektr maydonini hosil qiladi. Yoritilish tufayli tashqi elektrodlarda potenciallar ayirmasi hosil bo'lishi bilan birga yoritilmagan p-n o'tishdagi mavjud potensial to'siqning o'zgarishi ro'y beradi. hosil bo'lgan foto-EYuK bor bo'lgan potensial to'siq qiymatini kamaytiradi. Bu esa o'z navbatida qarama-qarshi oqimlarning paydo bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni elektron qismdan elektronlar oqimini, p-qismdan teshiklar oqimini hosil qiladi. Bu oqimlar 9-rasmda yoritilmagan p-n o'tishli yarim o'tkazgichda energetik sohalar strukturasi (a), elektrostatik potensial taqsimoti (b). $2L$ - hajmiy zaryad sohasining kengligi, U_E - p-va n- sohalar chegarasidagi muvozanat xol uchun elektrostatik potensial, E_g - man qilingan zona kengligi, shtrixlangan chiziq - muvozanat holi uchun Fermi sathi. p-n o'tishga qo'yilgan elektr

kuchlanishi ta'siri natijasida to'g'ri yo'nalishdagi tok bilan deyarli teng bo'ladi. Agar yarim o'tkazgich sirtiga tushayotgan fotonlar energiyasi kam bo'lib, yutilish natijasida elektronlarni valent zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga chiqara olmasa, nurlanish ta'sirida elektron kristall ichida ruxsat etilmagan zonalarga o'tishi mumkin. Bunday holat uchun yutilishning spektral xarakteristikasining asosiy yutilish chegarasidan keyingi uzun to'lqinli qismida sezilishi mumkin. Bunday yutilish erkin zaryad tashuvchilar yutilishideyladi va bu jarayon shunday zaryad tashuvchilar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Erkin zaryad tashuvchilar yengil ionizatsiya bo'la oladigan kirishmalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgani uchun, yutilish ham unga to'g'ridan – to'g'ri bog'liq bo'ladi. Ma'lumki, konsentratorlar quyosh energiyasini fokusda jamlash imkoniyatini beruvchi yagona instrument bo'lib, 3000oS gacha bo'lgan issiqlikni olish imkonini beradi, bu o'z navbatida materiallarni yuqori haroratda qayta ishlash, sintez qilish, tozalash imkoniyatini beradi. Kichik - 5 kVt quvvatli konsentratorlar optik nuqtai nazaridan yirik ob'ektlar sanaladi. Bir qator maxsus vazifalarni xal qilish uchun yirik hajmli, 1000m² quvvatidan yuqori maydonli quyosh konsentratorlarini qurish zarurati paydo bo'lmoqda. 5 kVt dan bir necha MVt quvvatigacha bo'lgan bunday tajriba quyosh konsentratorlari hozirgi kunda dunyoda bir nechta o'ntani tashkil etadi xolos.



i QE ishlab chiqishda ahamiyati katta ekanligini doimohisobga olish zarur.

Agar yarim o'tkazgich sirtiga tushayotgan fotonlar energiyasi kam bo'lib, yutilish natijasida elektronlarni valent zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga chiqara olmasa, nurlanish ta'sirida elektron kristall ichida ruxsat etilmagan zonalarga o'tishi mumkin. Bunday holat uchun yutilishning spektral xarakteristikasining asosiy yutilish chegarasidan keyingi uzun to'lqinli qismida sezilishi mumkin.

Bunday yutilish erkin zaryad tashuvchilar yutilishideyiladi va bu jarayon shunday zaryad tashuvchilar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Erkin zaryad tashuvchilar yengil ionizatsiya bo'la oladigan kirishmalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgani uchun, yutilish ham unga to'g'ridan – to'g'ri bog'liq bo'ladi .



QES tuzulishi Ko'zgu konsentratsiya sistemasi bu geliostat maydoni, konsentrator (midel razmerlariga qarab butun yoki tarkibli), priyemnik (texnologik bashnya), o'lchash, nazorat va boshqaruv tizimlaridan iborat optik-mexanik sistemadir. KKS yuqori haroratli ilmiy tadqiqotlar, tajribalar va texnologik jarayonlar, elektroenergiya ishlab chiqarish, vodorod olish, shuningdek boshqa katta quvvat va yuqori hajmli nur oqimlarini talab etuvchi boshqa operatsiyalarniamalga oshirish uchun quyosh energiyasidan samarali foydalanish imkoniyatini beradi .Konsentratsiyalangan nurli oqimning moddalar bilan o'zaro aloqasi jarayonlarini tadqiq etish natijasida konsentratsiyalangan quyosh nurlanishi maydonida nanodispers bo'lakchalar shakllanish mexanizmi aniqlangan bo'lib, bu Katta quyosh pechida nanoporoshok olish texnologiyasining asosi hisoblanadi. Mazkur yo'nalishni rivojlantirish geliomaterialshunoslikda yangi usullarningyaratilishiga olib kelishi mumkin. Yangi usulning maqsadi konsentratsiyalangan quyosh energiyasidan foydalangan holda oldindan berilgan fizik va kimyoviy xossalar majmui bilan yangi oksidli va kompozitsionmateriallarni yaratishdir. Prezident Islom Abdug'aniyevich Karimov ta'kidlaganidek, chet ellik olimlarning e'tirof etishicha, geliomaterialshunoslik O'zbekistonda fanning ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib, hozirgi kunda O'zbekiston radiatsion va geliomaterialshunoslik sohalarida jahon hamjamiyati tomonidan tan olingan bir qator yutuqlarga erishdi. Islom Abdug'aniyevich KARIMOV "O'ZBEKISTON XXI ASR BO'SAG'ASIDA: havfsizlik tahdidlari, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari". "O'zbekiston" – 1997. Toshkent. 3000°C gacha bo'lgan haroratlarda material olish usullar tahlili (elektron nurli ta'sir, yarim oy bo'ylab isitish, plazmenli isitish, lazerli isitish,

yuqorichastotali isitish) shuni ko'rsatdiki, ular ko'p energiya talab etib, maxsus texnologik sharoitlarni yaratishni taqozo etadi.

Ishlash prinsipi

Termodinamik muvozanatni boshqarish va nazorat qilish, kislorod bo'yicha stexiometriya imkoniyati mavjud emas, eritma elektrod materiallari bilan ifloslanadi, belgilangan soflikdagi gomogenlik darajasi yuqori bo'lgan va stexiometriyaga amal qilgan holda oksid materiallarini olish imkoniyati pasayadi. Quyosh yordamida isitishning ajoyib xossalari quyidagilarga imkoniyat yaratadi: eritmada yuqori soflikdagi oksid materiallarni sintez qilish imkonini beradi, bu esa optik shishalar, sital va maxsus materiallar uchun nihoyatda muhim; yuzani radiatsion modifikatsiya qilish orqali materiallarni mustahkamlash; konsentratsiyalangan quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantirish, vodorod sintezi konsentratsiyalangan quyosh energiyasini infraqizil va lazer nurlanishiga aylantirish; past va yuqori haroratli komponentlardan iborat kompozitsion materiallarni sintez qilishda yuqori tezlikda konsentratsiyalangan quyosh energiyasini yo'naltirish imkoniyatini beradi. Bu holda past haroratli komponentlar parlanishga ulgurmay eritmada yuqori haroratli komponentlar bilan aloqaga kirishadi. Hozirgi kunda KQP ni yaratish va ishga tushirish tajribasi asosida quyidagi geliotexnika yo'nalishlari bo'yicha kompleks tadqiqotlar bajarilmoqda



Quyosh" majmui bazasida yaratilgan noyob tajriba stendi parametrlarini takomillashtirish. Ular asosida quyidagi natijalar olindi: ko'p funksional keramika (yuqori haroratli isitkichlar, termoparalar, gaz gorelkalari); konstruksion keramika

(bosma platlar, trubkalar, nakonechniklar, rezsi); olovga bardosh beruvchi keramika (keramik dvigatellar uchun elementlar, mustahkamlovchi qoplamalar); iqtisodiyotning turli tarmoqlari uchun optik, yuqori o'tkazgichli va boshqa turdagi keramik materiallarni ishlab chiqish; iqtisodiyotning zamonaviy yo'nalishlari uchun nanoporoshoklar

8 – ma'ruza

Elektrovakuum priborlari

Reja:

- 1. Elektrovakuum priborlari.**
- 2. Elektrovakuum priborlarining tuzilishi va ishlash printsipli.**
- 3. Elektron emissiya: termoelektron, fotoelektron, elektrostatik (avtoelektron) emissiyalar.**
- 4. Diodning tuzilishi, ishlash printsipli va xarakteristikalari.**
- 5. Triod. Tuzilishi, xarakteristikalari va parametirlari.**
- 6. Ko'p elektrodli lampalar.**
- 7. Elektron nur trubkalar.**
- 8. Ion priborlari.**
- 9. Elektrovakuum fotoelementlar.**

ADABIYOTLAR:

- 1. Kasatkin A. S. “Elektrotexnika asoslari” Toshkent 1989 y.**
- 2. Evdakimov “Umumiy elektrotexnika” Toshkent, 1995 y.**
- 3. Inog'omov S. “Elektrotexnika asoslari” fanidan ma'ruzalar matni. ToshFarmi, kutubxona, Ma'ruzalar matnining elektron varianti**

ELEKTROVAKUUM PRIBORLAR

ELEKTROVAKUUM PRIBORLARNING XUSUSIYATLARI

Zamonaviy elektrovakuum priborlar elektron va ion priborlarga bo'linadi.

Elektr priborlar yuqori vakuumda elektr toki hodisasidak foydalanishga asoslangan. Bunday priborda zaryad tashuvchilari shg (erkin elektronlarning) elektrodlar orasidagi harakati amalda gaz molekulalari bilan to'qnashuvsiz sodir bo'ladi. Ammo elektr'n priborlar-da zaryad tashuvchilar soni nisbatan kam bo'lgani sababli ular ancha kichik tok-larda ishlaydi, ularning ichki qarshili-gi esa yuqori. Lekin elektron pribor-larda tokni elektr va magnit maydon-lar ta'sirida boshqarish oson.

Elektron priborlarga quyidagilar kiradi: elektron lampalar (diod, triod, tetrod, pentod va boshkalar), elektron-nur -trubka, elektron o'ta yuqori chasto-tali priborlar (O'YuCh) — kristronlar, magnetronlar va boshqalar, fotoelektron emkssiyali fotoelementlar (tashqi foyu-effektli), rentgen trubkalar va hokazo.

Elektron lampalar ichida ikki elek-trodli lampa—diod tugrilagichlarda'ven-til sifatida foydalaniladi.

134- rasmda uch elektrodli lampa-triod sxematik holda ko'rsatilgan. Unda havosi yuqori vakuumgacha so'rib olingan shisha ballonda uchta elektrod joylashtirilgan: erkin elektronlar manbai bo'lib xizmat qiladigan katod, katodni o'rab olgan anod- elektronlar qabul qiluvchi va ular orasida elektronlar oqimini boshqaruvchi elektrod, uni to'r deb ataladi va haqiqatda esa ko'pincha spiral sim shakliga ega.

To'r potentsialining juda ozgina o'zgarishi elektron oqimining, demak, lampa tokining juda katta o'zgarishiga olib keladi, bu trioddan elektr tebranishlar kuchaytirgichi sifatida foydalanish imkonini beradi. Tetrod va pentod anchagina mukammal elektron lampalar bo'lib, elektr tebranishlarni kuchaytirish uchun xizmat qiladi. Shuningdek, triod, tetrod va peitod yuqori va oshirilgan chasto gali o'zgaruvchan tok generatorlarida ham ishlatiladi.

135-rasmda oddiy elektron-nur trubka tuzilishining printsipl sxemasi ko'rsatilgan. Bu trubkada og'diruvchi plastinkalarning elektr maydoni trubka ichidagi projektordan chiqayotgan elektron nurning yo'nalishini boshqaradi, elektron-nur trubkalardan televideniyada (kineskoplar), ostsillograflarda, radiolokatorlarda elektron mikroskoplarda, elektron kommutatorlarda va hokazoda foydalaniladi.

Elektron kuchaytnrgichlarning paydo bo'lishi tashqi fotoeffektdan yorug'lik ta'siri ostidagi metallning elektronlar emissiyasidan amaliy maqsadlar uchun foydalanish imkonini berdi. Bu printsip asosida elektron pribor—elektron emissiyali fotoelement yasaladi. Hozirgi vaqtda u ovozli kinoda turli avtomatik boshqarish apparatlarida va boshqalarda keng ishlatilmokda.

Ion priborlarda elektronlar harakati siyraklashtirilgan gaz yoki metall (simob) bug'i bilan to'ldirilgan elektrodlar orasidagi bo'shliqda sodir bo'ladi. Bu erda elektronlarni gaz zarrachalari yoki metall bug'larni bilan ko'p marta to'qnashishi natijasida zarrachalarning ionlashuvi vujudga keladi, bu zaryad tashuvchilar sonini oshiradi, demak, priborning ichki qarshiligini kamaytiradi. Shu sababli ion priborlar nisbatan katta toklarga mo'ljallangan, ammo ular inertsion va yuqori chastotali o'zgaruvchan toklar uchun yaroqsiz.

Ion priborlarga gazotronlar, tira-tronlar, stabilitronlar va boshqalar kiradi. Ular asosan o'zgaruvchan tokni boshqarilmaydigan va boshqariladigan to'g'rilashda foydalaniladi.

Nisbatan kichik quvvatlarni boshqariladigan to'g'rilash uchun cho'g'lanadigan yoki sovuq katodli va to'r bilan jihozlangan ion pribor tiratron xizmat qiladi. Uning vazifasi, umuman olganda, xuddi yarimo'tkazgichli pribor—tiristor kabidir.

Hozirgi vaqtda elektrovakuum priborlar texnikaning qator sohalarida ishlatilmoqda, ular to'g'rilash, tekshirish va avtomatlashtirish qurilmalarining tarkibiy qismidir. Elektron priborlarning afzalliklari ularning haddan ziyod sezgirligi (elektrometrik elektron lampalar yordamida 10~15 A tartibidagi toklarni o'lchash mumkin) va haddan tashqari kichik inertsioipligidir (ba'zi elektron qurilmalarining ishga tushish vaqti mikrosekund bilan o'lchanadi). Zamonaviy elektron texnikaning eng muhim qurilmasi kuchaytirgichdir. Kuchaytirgichning kirishiga berilgan kichik signal, chiqishida u yoki bu ijrochi qurilmani ish harakatiga keltirish uchun etarli qiymatgacha erishadi.

Elektron priborlarni kuchaytirgichlarda qo'llash hozir cheklangan. Ular da, odatda, tranzistorlar va integral mikrosxemalardan foydalaniladi. Bunday apparatlar yordamida istalgan elektr kattaliklar (tok, eyuk, qarshilik, quvvat, chastota, fazalar siljishi va boshqalar) nigina emas, balki deyarli hamma boshqa fizik kattaliklar: temperatura, bosim, yorug'lik kuchi, masofa, o'lchamlar, vaqt va boshqalarni ham o'lchash va kuzatish mumkin.

Ko'pgina elektrovakuum priborlar hozircha ba'zi ko'rsatkichlari bo'yicha yarimo'tkazgichlardan yuqori turadi va ulardan ba'zilari yarimo'tkazgichli o'rin bosuvchilarga (masalan, elektrok-nur priborlarga) ega emas.

ELEKTRON EMISSIYA

Elektron va ba'zi ion priborlarda elektrodlar orasidagi bo'shliqda elektronlar oqimini vujudga keltirish uchun elektron emissiya hodisasidan, ya'ni qattiq yoki suyuq jismlar sirtidan erkin elektronlarning vakuumga yoki gazga chiqishidan foydalaniladi.

Elektro- emissiya turlari emitterlovchi elektrodlardan elektronlarni chiqishi ucho'n etarli bo'lgan tashki energiya berish usullariga qarab klassifikatsiyalanadi. Elektron va ion priborlarda emissiyaning quyidagi turlari amaliy ahamiyatga ega: termoelektron, fotoelektron va elektrostatik (avtoelektron).

Emissiya, odatda elektron yoki ion priborning katodida vujudga keladi, shuning uchun emissiya turiga qarab elektron va ion priborlarning katod turlari ham klassifikatsiyalanadi: termoelektron katodlar, fotokatodlar va sovuq katodlar (elektrostatik ishlash printsiplari bo'yicha). Elektronlarga qo'shimcha energiya jismni qizdirish, jumladan katodni qizdirish yo'li bilan berilsa, bu vaqtda termoelektron emissiya vujudga keladi.

Elektron lampalarda termoelektron emissiyadan tashqari ikkilamchi emissiya ham mavjud. Bu metall yarimo'tkazgichli va dielektrikli sirtlardan, bu sirtlarni birlamchi elektronlar oqimi bilan bombardimon kilib oqibatida, elektronlarning chiqishidir; Agar birlamchi elektronlar energiyasi bir qancha o'nlab elektron-volt dan oshsa, ikkilamchi elektronlar lampalar anodida paydo bo'ladi. Ammo ikkilamchi emissiya ko'p sonli elektron lampalar uchun amaliy ahamiyatga ega emas. Ularda musbat zaryadlangan anoddan bo'shagan ikkilamchi elektronlar anodga kaytadi va elektrodlar orasidagi tokka ta'sir qilmaydi. Lekin bazi elektron lampalarda (masalan, tetrodlarda) ikkilamchi emissiya teskari tokning zararli effektini paydo qiladi.

DIODNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINTSIPI

Diod elektron lampalar ichida eng oddiyisi. Uning asosiy qismlari chuqur vakuumgacha so'rilgan shisha yoki metall ballon va ballon ichiga joylashtirilgan ikkita elektrod—anod va katoddan iborat.

Elektrodlarning chiqishlari shtirchalar ko'rinishida lampa sokolining plastmassa asosiga presslangan.

Katodni cho'g'latish uchun past kuchlanishli (2—30 V) elektr energiyasining har xil manbalaridan foydalaniladi, masalan, shunday manba bo'lib, galvanik elementlardan yoki akkumulyatorlardan iborat katta bo'lmagan cho'g'lanish batareyasi U4 (136-rasm) xizmat qilishi mumkin. Bu manbaning toki (cho'g'latish toki) Ich katodni kizdiradi va termoelektron emissiya ta'sirida elektronlar katoddan vakuumga chikadi. Emitterlangan elektronlarning anodga qarab surilishi uchun anod bilan katod orasida, anoddan katodga yo'nalgan elektr maydon vujudga keltirish kerak Buning uchun anod manbaining kuchlanishi, masalan batareya (20 —100 V) xizmat qilishi mumkin. Uning manfiy qutbi katod bilan, musbat qutbi qarshiligi 10^4 li rezistor orqali anod bilan tutashtiriladi.

Katoddan emitterlangan elektronlar maydon kuchlari ta'sirida anodga tomon harakatlanib, vakuum oralig'ida anod tokini vujudga keltiradi, u shartli ravishda anoddan katodga, ya'ni elektronlar harakatiga qarshi yo'nalgan bo'ladi

Ammo agar anod batareyasining plyusi katod bilan, minusi — lampaning anodi bilan tutashtirilsa, lampada tok bo'l-maslygi kerak, chunki maydon kuchi ta'sirida termozmissiya elektronlari qay-tadan yana katodga qaytishi kerak. Demak, diod ventil bo'ladi— unda tok faqat bir tomonga yo'nalgan anoddan qizdirilgan katodga, bunga katoddan anodga teskari yo'nalgan erkin elektronlar harakati moe keladi. Hali katod qizimagan va termoelektron emissiya sodir bo'lmaganda elektrodlar orasidagi may-donni bir tekis deb xisoblah mumkin, ya'ni uning kuchlanganligi o'zgarmas, potentsiali esa katoddan anodga chkziqli ortib boradi. Lekin katod qizpshi bilan elektrodlar orasidagi bo'shliqda erkin elektronlar paydo bo'la boshlaydi (137-rasm, a), maydonning bir tekisligi yo'qoladi. Harakatlanayotgan elektronlar manfiy zaryad kabi bo'ladi. Elektrodlar orasidagi bo'shliqda ularning bo'lishi qandaydir qo'zg'almas manfiy hajmiy zaryadga ekvivalentdir (137-rasm, b). Bu hajmiy zaryadning maydoni anod maydonida yigilib, termozmissiya elektronlari uchun tormozlovchi bo'ladi va ularni orqaga — katodga qaytarishga harakat qi-ladi. Ular elektronlar yo'lidagn potentsial barer (to'siq) deb nomlanadi. Hajmiy zaryadning tormozlovchi ta'sirini katod atrofida joylashgan «elektron bulutini» itarish ta'siriga o'xshatish mumkin. Hajmiy zaryadning teskari ta'siri tufayli termoemissiyaning hamma elektronlari anod tokini paydo qilishda ishtirok etmaydi. Ulardan bir qismi qaytadan katodga qaytadi. Ammo anod kuchlanishi oshirilsa, unda termoemissiyaning hamma elektronlari anodga etib boradi. Bunday sharoitlar to'yinish rejimi deb ataladi.

Ko'p hollarda diodlar o'zgaruvchan toklarni to'g'rilash uchun xizmat qiladi.

Diodning anod bilan katod orasidagi kuchlanishi tokning to'g'ri yo'ialishi-ga nisbatan yuqori emas. Ammo teskari kuchlanish o'zgaruvchan kuchlanishning amplituda qiymatiga etadi. Ko'pincha kenotronlar deb ashluvchi zamonaviy to'g'rilagichli diodlarda ruxsat etilgan teskari kuchlanish 1 kV dan bir necha yuz kilovoltgacha bo'ladi.

Diodlardan to'g'rilashdan tashqari diodli detektirlashda ham foydalaniladi, ya'ni radiopriyomniklarda modulya-tsiyalangan yuqori chastotali tebranishlardan tovush chastotali tebranishlarni ajratish uchun ishlatiladi.

TRIODNING TUZILISHI, XARAKTERISTIKALARI VA PARAMETRLARI

Triod (uch elektrodli lampa) dyaoddan shu bilan farq qiladiki, unda katod bilan anod orasiga oraliq elektrod—tur joylashtirilgan. Zamonaviy triodlarda to'r o'ta sezgir boshqaruvchi elektroddir. To'r va katod orasidagi kuchlanishning kichik o'zgarishi

anod tokini hosil qiluvchi katod va anod orasidagi elektronlar oqimink haddan ortiq o'zgartirishp mumkin. To'ring kuchaytiruvchi ta'siri shu bilan tushuntiriladiki, u anodga nisbatan katodga juda yaqin joylashgan va katodni anod maydonining ta'siridan qisman ekranlaydi. Buning natijasida to'r va katod orasiga qo'yilgan kuchlanish vujudga keltirgan maydon xuddi shuncha kuchlanish anod va katod oralig'iga qo'yiltanda xosil bo'lgan maydonga nisbatan haddan tashqari intensiv (kuchli) bo'ladi.

To'r bo'lganda katod emitterlagan elektronlar to'r o'ramlari orasidagi oraliq anodga o'tishi mumkin. Ammo to'ring manfiy potentsialida uning o'ramlari orasida elektronlarni orqaga—katodga itaruvchi potentsial to'siq paydo bo'ladi. Shunday qilib, to'r potentsialining o'zgarishi anod tokining noldan to'yinish tokigacha o'zgartirish imkonini beradi.

Triod rejimi bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikkita anod U_2 va to'r U_m kuchlanishlarining ta'siri bilan aniqlanadi. Birinchisi anod va katod orasiga, ikkinchisi esa to'r va katod orasiga qo'yiladi. Triodning asosiy xarakteristikalarining har biri anod tokining ikkita kuchlanishlardan biri bilan bog'liq holda quriladi, shu bilan birga ikkinchi kuchlanish o'zgarmas saqlanadi. Agar bunday bog'lanishlarni ikkinchi rostlanmaydigan kuchlanishning bir necha qiymatlarida aniqlansa, bu vaqtda xarakteristikalar turkumi olinadi. Shunday qilib, triod uchun ikkita xarakteristikalar turkumini 4urish mumkin.

Ulardan eng muhimi anod- tur xarakteristikalaridir (138- rasm). Anod to'r xarakteristikalarining turkumi turli anod kuchlanishlarida to'ring boshqaruvchanlik ta'sirini ko'rsatadi. Anod kuchlanishi har doim musbat bo'lgani uchun anod toki I_a ni nolgacha kamaytirish maqsadida manfiy to'r kuchlanishi kerak. Demak, anod- to'r xarakteristikalarining dastlabki nukdalari koordinata boshining chap tomonida bulishi kerak. Anod kuchlanishi qancha katta bo'lsa, xarakteristika shuncha chapga suriladi. Ordinata o'qining o'ng tomonida bo'lgan xarakteristikalarining uchastkalari abstsissa o'qi tomon egiladi. Bu elektronlar oqimining bir qismini musbat zaryadlangan to'r bilan ushlanib qolishi va to'r tokining vujudga kelishi oqibatida sodir bo'ladi.

To'r kuchlanishini o'zgartirish orqali triod ishini boshqarishda ko'p hollarda to'r tokining vujudga kelishi maqsadga muvofiq emas, chunki u signal zanjiriga nagruzka tushiradi, bu to'rga ta'sir qilib, triodning kirish qarshiligini kamaytiradi; bu uzatiladigan signal egri chizig'ini buzadi. Agar to'r va katod orasiga faqat signalning o'zgaruvchan kutentsialda esa keraksiz to'r toki vujudga keladi. Triod ishlaganda to'r potentsiali doim manfiy qolishi uchun, signal kuchlanishidan tashkari to'r va katod orasiga qandaydir manbadan kichik o'zgarmas kuchlanish (manfiy siljish isyaya) beriladi (139-rasm). U shunday bo'lishi kerakki, signalning o'zgaruvchan kuchlanishi to'r potentsialining ma'lum manfiy qiymatidan yuqori bo'lmasin. Demak, signal kuchlanishi ta'siri osti-to'r potentsiali isyaya qiymat atrofida bo'ladi. Bu to'r potentsialining tebranish anod tokini tegishlicha o'zgartiradi. Ularni triodning anod- to'r xarakteristikasidan foydalanib

aniklash mumkin. Shu bilan birga koordinataning pastki chap kvadrantida signal kuchlanishini vaqt funktsiyasi kabi ifodalaymiz (140-rasm), yuqori o'ng kvadrantda esa $i_a = F(t)$ egri chizig'ini ko'ramiz.

Ko'p hollarda kerakli siljish kuchlanishi xreil qilish uchun (avtomatik siljish) ni alohida manba ishlatmay anod tokining o'zgarish tashkil etuvchilaridan yuzaga keluvchi kuchlanish pasayishini olish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun katodga ketma-ket qilib qarshiligi g_k bo'lgan rezistor ulanadi, bu rezistor katta sig'imli C_k kondensator bilan shuntlanadi (141-rasm). Kondensatorning skg'nm o'tkazuvchanligi yu C_k anod tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilari uchun rezistorni qisqa tutashtiruvchi darajada yuqori bo'lishi kerak

Triodning asosiy parametrlari kuchaytirish koeffitsienta ichki qarshiligi R_{pa} xarakteristika tikligi 5 dir. Elektr kattaliklari — kuchlanish va toklarning nominal qiymatlari bilan birga bu uchta parametr triodning ishlatish sohasini aniqlaydi.

Kuchaytirish koeffitsienta triod parametrlari ichida eng muhimidir. U anod kuchlanishining o'zgarishi ΔU_a ni to'r kuchlanishining o'zgarishi ΔU_m ga bo'lgan nisbati kabi aniqlanadi, bunda anod toki o'zgarish bo'lishi shart. Masalan, to'r kuchlanishining absolyut katta-ligini 0,1 V ga oshirish bilan anod toki kamayadi va uning dastlabki qiymatini tiklash uchun musbat anod kuchlanishini 10 V ga ko'paytirish kerak

ΔU_a va ΔU_m o'zgarishlari ishorasi bo'yicha turlicha bo'lishi kerak, shuning uchun $I_a = \text{const}$ o'zgarish anod tokda kuchaytirish koeffitsienta $\mu = - \frac{\Delta U_a}{\Delta U_m}$.

Triodlarning kuchaytirish koeffitsientining qiymatlari taxminan 4—100 chegarasida bo'ladi.

Triodning ichki qarshiligi — bu o'zgarish to'r kuchlanishi U_m da differentsial qarshilik $R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$. Triod turiga qarab uning ichki qarshiligi 300 Om dan 100 kOm gacha qiymatga ega.

Xarakteristika tikligi S o'zgarish anod kuchlanishida anod tokining o'zgarishi ΔI_a ni shu tokni o'zgarishiga olib kelgan to'r kuchlanishining o'zgarishi ΔU_m ga bo'lgan nisbati kabi aniqlanadi, ya'ni $U_a = \text{const}$ da $s = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_m}$.

Triodning uchta parametra orasidagi boglanish triodning ichki tenglamasideb nom olgan formula orqali anihlanadi:

$$\mu = R_i S \quad (83).$$

Shuni e'tiborga olish kerakki, ko'rilgan uchta parametr haqiqatda triodning rejimiga qarab sezilarli o'zgaradi.

Bu parametrlar, μ , R_i , S dan tashqari yuqori chastotada triod ishiga uning elektrodleri orasidagi, ya'ni to'r va anod orasidagi S_{ta} , to'r va katod orasidagi S_{tk} va anod bilan katod orasidagi S_{ak} sig'implar sezilarli ta'sir qiladi (142- rasm). Bu sig'implar 142- rasmda shartli ravishda triod tashqarisida ko'rsatilgan. Bu sig'implar triodning ishiga kjerri chastotada u yoki bu darajada halaqit qiladi. Eng kuchli ta'sir qiluvchi to'r va anod orasidagi sig'im S_{ta} dir. Uni triodning o'tish sig'imi deb ataladi, chunki u.tufayli anod kuchlanishining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi triod kirishiga — to'r kuchlanishiga ta'sir qiladi va bu bilan qurilmaning ishini buzadi. Juda katta o'tish sig'imning bo'lishi (bir necha pikofarada atrofida) uni yuqori chastotada qo'llashni qiyinlashtiradi.

KO'P ELEKTRODLI LAMPALAR

Kuchaytirgichli lampaning o'tish sig'imini kamaytirish uchun to'rt elektrodli lampa tetrod ishlab chiqildi. Uning trioddan asosiy konstruktiv farqi ikkinchi (ekranlovchi) to'rning , mavjudliidir (143-rasm). Bu to'r anod va boshqarish to'ri orasiga joylashtirilgan; boshqarnsh to'rining vazifasi trioddagi kabi. Ikkinchi to'r ekranlovchi deb nom-lanadi, chunki uning asosiy vazifasi— katod yaqinidagi sohani anod kuchlanishi maydoni ta'siridan himoyalash (ekranlash) dir. Bu to'rning potentsiali o'zgarmas holda saqlanadi va u lampa anod kuchlanishining nominal qiymatining 15—100% ga teng. Ekranlovchi to'r boshkarish to'ri va anod orasidagi sig'imni (lampaning o'tish sig'imini) haddan tashqari kamaytiradi (taxminan 0,01 — 0,05 pF gacha). Bu ayniqsa, lampaning yuqori chastotali qurilmalarda ishlashi uchun ahamiyatlidir.

Shu bilan birga anod maydonining katod atrofidagi katod elektronlarga ta'siri sezilarli kuchsizlanadi, boshqarih to'ri maydonining ta'siri esa o'zgarmaydi,

Demak, to'r kuchlanishi A_{Ur} ga o'zgarganda anod tokini o'zgarmasdan saqlash uchun tetrodda anod kuchlanishini ancha ko'p A_{Ua} ga uzgartirih kerak Ammo $A_{UJAUT} q$ —r. Shunga ko'ra tetrodning kuchaytirish koeffitsienta triodga nisbatan o'n va yuzlarcha marta katta bo'ladi.

Ekranlovchi to'r musbat zaryadlangan, shuning uchun u anodga yo'nalayotgan elektron oqimining bir qismini ushlab ko-lishi muqarrar. Demak, ekranlovchi tur toki I_e vujudga keladi va u taxminan anod tokining 25 — 30 % ga teng. Bu tokning bo'lishi ko'pincha ekranlovchi to'rda anod kuchlanishiga qaraganda bir qancha kichik bo'lgan musbat o'zgarmas potentsnalni olnshda foydalaniladi. Bu maqsadda to'r anod kuchlanishi ostida qarshiligi geli qo'shimcha rezistor orqali ulanadi (144- rasm). Unda kuchlanish pasayishi tufayli ekranlovchi to'r va katod oraendagi kuchlanish U_3 — U_a — $1I_3$ anod kuchlanishidan kam bo'ladi. Lekin bunday ulashda lampa yongenda aod tokining tebranishi U_3 ning maqsadga muvofiq bo'lmagan tebratsishini vujudta keltiradi. Bunday tebranishlarni bartaraf qilish uchun ekranlovchi to'r va katod orasiga

juda katta sig'pmli Se kondensator ulanadi. U ekran tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilari uchun ekranlovchi to'r va katodni o'zaro qisqa tutashtirib qo'yadi.

Ammo tetrodning afzalliklaridan— katta kuchaytirish koeffitsienta va kichik o'tish sig'imidaya foydalanishni uning quyidagi muhim kamchiligi qiyinlashtiradi. Bu kamchilik anodning ikkilamchi elektron emissiyasi ta'siri tufayli anod xarakteristikasida tik pastga tush-gan uchastkaning bo'lishidir (145- rasm).

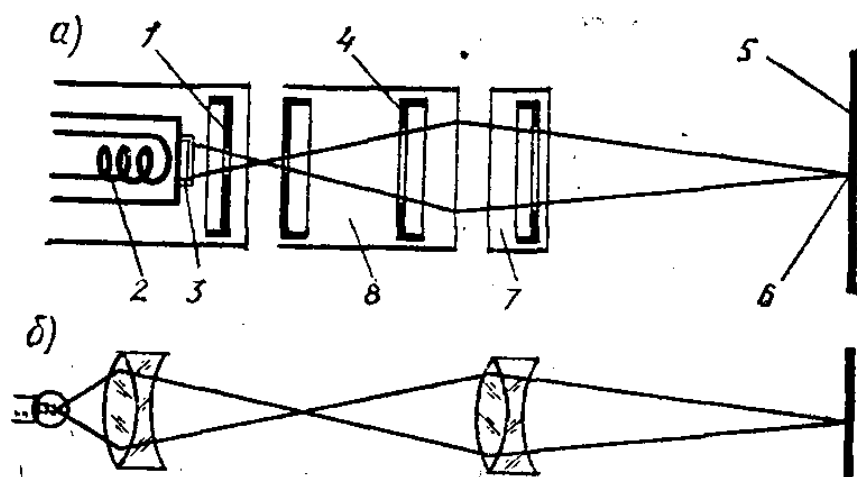
Anod kuchlanishining kichik qiymatlarida anodga urilayotgan elektronlar tezligi ikkilamchi emissiyani keltirib chiqarish uchun etarli bo'lmaydi. Tezlik ma'lum kattalikka erihgach, ikkilamchi emissiya — anoddan ekranlovchi to'rga tomon elektronlar harakati vujudta keladi. Bu anod tokining elektronlariga qarama-qarshidir, buning oqibatida kuchlanish ma'lum chegaragacha ohganda anod toki kzmayadi, bu anod xarakteristikada chuqurcha paydo qiladi.

Pentod (beshelektrodli lamp) tetrodning kamchiligidan — anod xarakteristikaning chuqurchasidan holi, chunki bunda ekranlovchi cho'r va anod orasiga joylashtirilgan uchinchi (himoya) to'r mavjud. Bu to'r bevosita katod bilan biriktirilgan (146- rasm). Anodga nisbatan himoya to'rining manfiy potentsial» ikkilamchi emissiya elektronlarini orqaga anodga itaradi va shunday kilib, ikkilamchi emissiya tokini kelishiga to'sqinlik qiladi.

Shu bilan birga himoya to'ri katod atrofidagi maydonni anod kuchlanishi ta'siridan qo'shimcha himoyalaydn. Natijada pentodning kuchaytirish koeffitsienta r. va ichki qarshiligi triod va tetrodga nisbatan qisman ko'payadi.

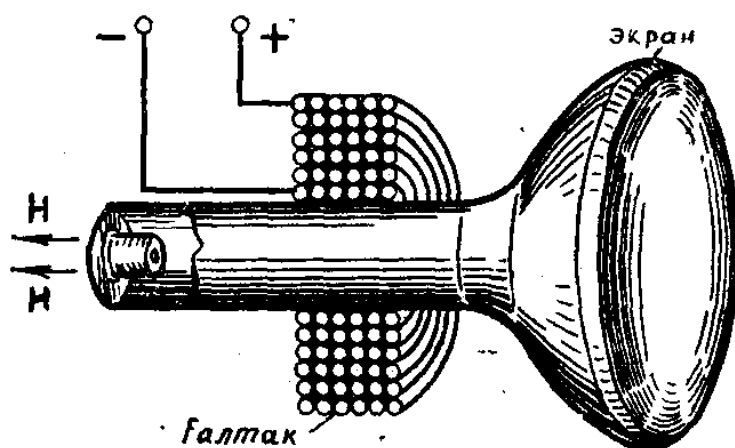
ELEKTRON- NUR TRUBKALAR

Elektron nur elektron priborlf katta gruppasining xarakterli xususiyatidir. Bu elektronlar oqimining fokuslangan dastasi. Elektron lampalarda elektrodlar orasidagi elektronlarning ko'chish masofasining uzunligi ko'p hollarda millimetrda o'lchanadi, elektron

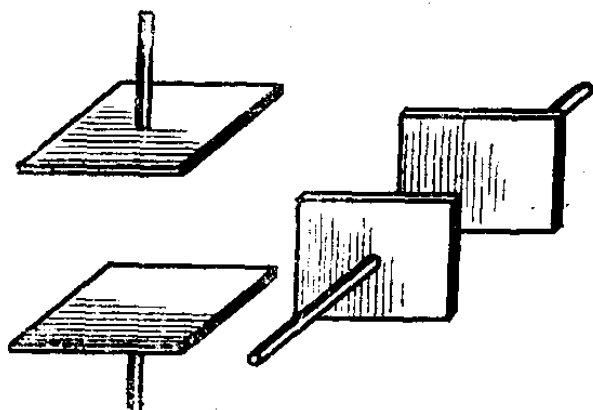


8.1- раем. Электрон- нур трубканинг тузилиш схемаси (а) ва унинг элѐктростатик линзаларини оптик линзалар билан таққослаш (б):

/ — модулятор, 2 — қизпиргич, 3 — катод, 4 — диа-фрагмалар, 5 — экран, 6 — ёруғлик доғи, 7 — нккиячи анод, 8 — Сиринчи анод



8.2- раем. Магнитли фокуслаш ғалтагн



8.3- раем. Элѐктростатик оғдирувчи системанинг икки жуфт пластинкаси

nur esa taxminan 10 — 20 sm uzunlikka ega. Elektron-nur priborlarda nur yo'nalishi va uning intensivligi boshkari-ladi.

Elektron-nur priborlarning asosiy turlari quyidagilar: 1) elektr signal-larni ekranda ko'rinadigan tasvirga aylantiruvchi elektron- nur trubkalar (elektron ostsilloqraflarning trubkalar, radiolokatorlarshtag indikator trub-kalari, qabul qiluvchi televizion trubkalar va hokazo); 2) ko'rknadigan tasvir-ni elektr sngnallarga aylantiruvchi uza-I tuvchi televizion trubkalar; 3) elektron mikroskoplar trubkalari.

Shu'lalanuvchi elektron- nur trubka— bu elektrovakuum pribor bo'lib, ushshg asosiy qismlari: elektron proyektor (147- rasm), nurni og'diruvchi qurilma , va lyuminestsentlanuvchi shu'lalanuvchi ekrandan iborat. Bu ekranda elektron- nur ta'sirida shu'lalanuvchi dog' vujudga kelib, u og'diruvchi quril-maning elektr yoki magnit maydon ta'-siri ostida ekran buyicha surkladi.

Elektron proyektor (elektron to'p) kerakli intensivlikdagi elektron-nur hosil qilish uchun xizmat qiladi. U er-kin elektronlar manbaiga ega — odatda oksidli kizdiriladyan katod bo'lib, u taxmnan $0,2\text{—}1,0\text{ AG}\cdot\text{sm}^2$ li solishtirma emissiya (ya'ni 1 sm^2 dagi emissiya) bera-di. Bu katod stakancha shaklida bo'lib, uning toretsiga (ichki sirtiga) oksidli katlam surkalgan.

Katod boshqaruvchi elektrod modulyator silindri ichiga joylashtirilgan. Bu silindr tagining urtasida teshik yasalgan, u elektron- nur uchun diafragma vazifasini bajaradi. Modulyatorga, odatda katodga nisbatan manfiy kuchlanish beriladi. Modul yatornshg > manfiy zaryadi katod emissiyasi elektronlari-ning bir qismini qaytadan katodga itaradi: qolgani modulyatorning elektr maydoni ta'sirida diafragma teshigi orqali uchib o'tib, siqilgan dasta vujudga keltiradi. Elektron- nur trubkada modulyatorning vazifasi, umuman olganda, xuddi elektron lampadagi boshqaruvchi tur vazifasi kabidir. Modulyator potentsialini o'zgartirish elektron- nur intensivligini boshqarnsh imkonini beradi, modulyatorning ma'lum absolyut miqdori bo'yicha etarli katta manfiy potentsialida nur berkiladi.

Elektronlar nurini tezlatuvchi elektr maydon nur yo'li bo'ylab joylashtiril-gan katod va anodlar orasiga qo'yilgan yuqori kuchlanish bilan uyg'otiladi. Bu anodlarga maxsus shakl berib, elektron nurni trubka, ekranida fokuslash (yi-g'psh) mumkin. Lekin ekrazda kichik o'l-chamln dog'ni hosyal qilish kerak bo'lsa (masalan, televizorlarning *qabul qi-luvchi trubkalarida), unda nurni mag-nitli fokuslashdan foydalaniladi. Bu esa trubkaning kngichka qismiga kiygi-zilgan maxsus fokuslovchi g'altaklar ta'sirida amalga oshiriladi. Moe hol-da elyoktrostatik fokuslash trubkalar va magnitli (aniqrog'i elektromagnitli) fokuslash trubkalarini farqlash lozim.

Elyoktrostatik fokuslashda ikkita anod (147- rasm) teshik li to'siq ko'rini-' shidagi diafragmali ichi bo'sh silindr-dan iborat bo'ladi. Ikkikchi anod bilan katod orasiga o'zgarman yuqori kuchlanish manbai ulanadi. Birinchi anodga bo'lgich yordamida ikkinchi anod va katod orasi

dagi kuchlanishning faqat 10 — 30 % beriladi.

Elektr (yoki magnit) maydon elektronlar oqimiga optik linza yorug'lik oqimiga qanday ta'sir qilsa, xuddi shunday ta'sir qilishi mumkin. Shunga muvofiq elektr va magnit maydonlarni tegishli shaklli elektronli va magnitli linzalar deb atash kabul qilingan. Bunday sistema elektron optika deb ata--ladi.

Elektron projektorda o'kkita elektron linza fokuslovchi sistemalarni tashkil k__iladi. Birinchi linza birinchi anod, modulyator va katod oralarida vujudga kelgan maydon elektr maydon vazifasini o'taydi. U nurni modulyator va birinchi anod orasidagi birinchi fo-kusga yig'adi.

Birinchi fokusdan o'taturib elektronlar traektoriyasi qaytadan bir oz ajrala boshlaydi. Ularni trubka ekrani fokuslash uchun ikkinchi elektron linza xizmat qiladi, unya birinchi va ikkinchi anodlar orasidagi maydon vujudga keltiradi. 147-rasmda ikkita elektron linza xuddi shunday yorug'lik nurini ikki marta fokuslaydigan optik linzalar sistemasi bilan taqqoslangan.

Nurni ish fokuslash birinchi anod potentsialini rostlash yo'li bilan bajariladi. Bunday rostlash yordamida elektron linzalarning egrilik radiuslarini o'zgartirish mumkin.

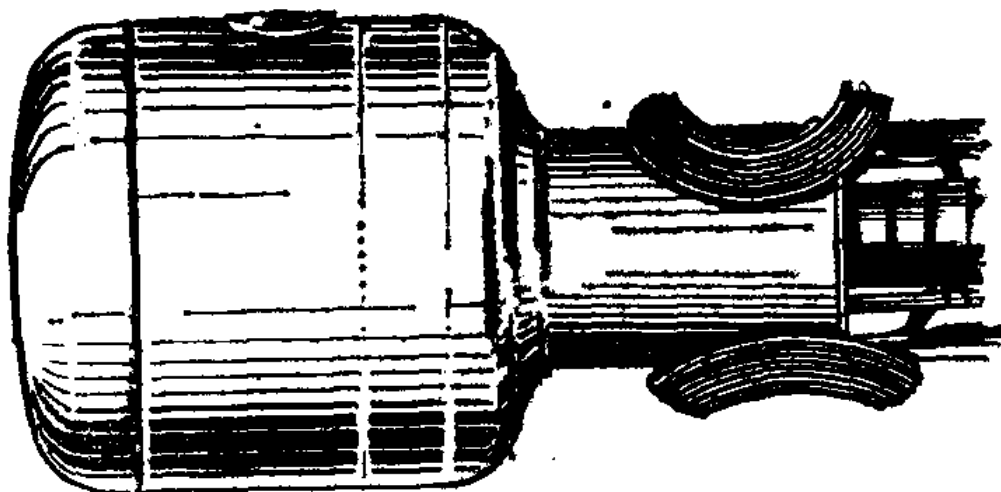
Magnitli fokuslashda amalda linzalarning aralash sistemasidan foydalaniladi; eslatilgank birinchi elyoktrostatik elektron linza saqlanadi, ikkinchi linza esa magnitlanadi. Bunda ikkinchi anod bo'lib ba'zan grafit qatlami xizmat qiladi, qatlam trubkaning silindrik qismiga va uning ekranga tutashgan konussimon tashkil etuvchisiga surkalanadi.

Magnit maydon g'altakning o'zgarish tokini orqali uyg'otiladi. G'altak trubka balloning silindrik qismiga kiygiziladi (148-rasm). Magnit linzaning katta diametri elyoktrostatik qismiga nisbatan ekranda kichik o'lchamli dog' hosil qiladi. Ekranga tushayotgan nurlar o'zgarish tokini boshqarish yordamida va shu bilan magnit linzaning egrilik radiusini o'zgartirish orqali fokuslanadi.

Ekranda kurning holatini boshqarish uchun elyoktrostatik va magnitli og'diruvchi qurilmalar ishlatiladi.

Oddiy elyoktrostatik og'diruvchi sistema ikki juft yassi parallel plastinkalardan iborat bo'lib (149-rasm), ular orasida ikkita o'zaro perpendikulyar elektr maydon uyg'otiladi. Bu ikki juft plastinka kuchlanishlarini o'zgartirib shu bilan og'diruvchi dog'ni ekranning istalgai nuktasiga surish mumkin.

Ekranda dog'ning surilishi plastinkalar orasidagi kuchlanishga proportsional, anod kuchlanishi U_a ga esa teskari proportsional. Keyingi bog'lanish oddiy fizik sababga ega: anod kuchlanishiga elektron tezligi v proportsional va shu



8.4- rasm. Magnitli og'diruvchi sistema ning g'altagi

tezlik qancha katta bo'lsa, elektronga ta'sir qiluvchi og'diruvchi kuch muddati shuncha qisqa bo'ladi, demak og'diruvchi tezlik kam bo'ladi.

Amalda ko'p hollarda yassi parallel ilastinkalar anchagina murakkab shakl-li, masalan, egilgan, chekkalari kengay-gan plastinkalar bilan almashtiriladi, bu bilan nurning katta og'ish burchakla-ri ta'minlanadi, nurning og'ishida fokusdan chetga chiqishi kamayadi va ho-kazo.

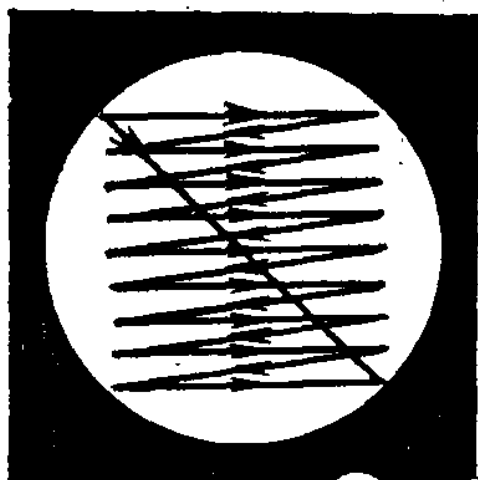
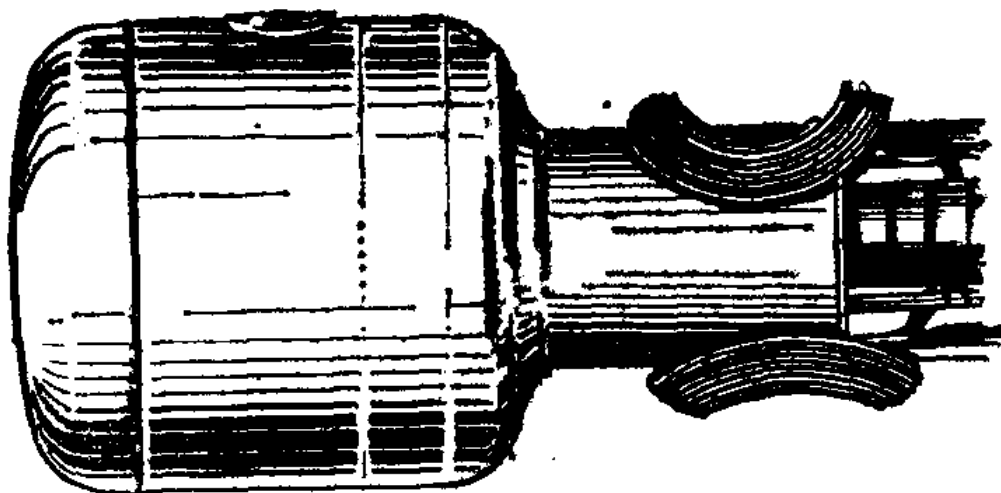
Nurning magnit og'ishiga trubkaning o'qiga ko'ndalang bo'lgan magnit maydon yordamida erishiladi. Magnit maydon og'diruvchi g'altaklar toki orqali hosil qiliaadi, ular trubka ballonining silindrik qismining tashqarisiga joy-lashtirilgan (150-rasm). Shunday qilib, og'diruvchi g'altaklar o'qlari fokuslovchi g'altak o'qlariga perpendikulyar bo'lishi kerak. Magnitli boshqarish elyoktrostatik boshqarishga qaraganda juda katta quvvat sarflashni talab qiladi.

Og'diruvchi g'altaklar past chastota-lar uchun ferromagnit o'zakli qilib, ancha yuqori chastotalar uchun o'zaksiz qilib yasa-ladi. Ammo g'altaklarnikg o'zining had-dan ziyodinduktivligi tufayliog'diruvchi tok chastotasining chegarasi taxminan 10 MGts bo'ladi.

Televizion prkyomniklarning trubka-sidagi elektron-nur davriy o'zgaruvchi maydon ta'sirg'da ekrngning butun sir-tkni satrlar bo'yicha to'la o'tadi, biroq elektr s^gnalning modulyator potentsialiga ta'siri ostida nur intensivligi, dema k, ekrandagi shu'lalanuvchi dog'lar ravshanligi ham o'zgaradi. Shunday qi-lb ekranda yorug' va qora nuqtalar majmuidan tashkil topgan tasvir paydo bo'ladi.

Radiolokatsion qurilmalarda elek-tro-nur trubka ekranda ikkita impuls* ning holatini hisoblash uchun xizmat qiladi (152-rasm).

Impulslardan birinchisi G trubka bilan biriktirilgan radiopriyomnik qu-rilmaga radiolokatsion stantsiya jo'nata-yotgan elektromagnit to'lgining ta'siri natijasida vujudga keladi. Ikkinchi impuls 2 bir necha marta kucheiz bo'lib, o'sha qabul qiluvchi qurilmaga ko'ringan ob'ekt dan (odatda, metall ob'eqtdan), masalan, tumanda kemadan qaytgan elektromagnit to'lgin ta'sirida paydo bu-



8.5- раем. Нурнинг телевизион трубка экранидаги йўлининг схемаси

tezlik qancha katta bo'lsa, elektronga ta'sir qiluvchi og'diruvchi kuch muddati shuncha qisqa bo'ladi, demak og'diruvchi tezlik kam bo'ladi.

Amalda ko'p hollarda yassi parallel nlastinkalar anchagina murakkab shakl-li, masalan, egilgan, chekkalari kengay-gan plastinkalar bilan almashtiriladi, bu bilan nurning katta og'ish burchakla-ri ta'minlanadi, nurning og'ishida fokusdan chetga chiqishi kamayadi va ho-kazo.

Nurning magnit og'ishiga trubkaning o'qiga ko'ndalang bo'lgan magnit maydon yordamida erishiladi. Magnit maydon og'diruvchi g'altaklar toki orqali hosil qilinadi,

ular trubka ballonining silindrik qismining tashkarisiga joy-lashtirilgan (150-rasm). Shunday qilib, og'diruvchi g'altaklar o'qlari fokuslovchi g'altak o'qlariga perpendikulyar bo'lishi kerak. Magnitli boshqarish elyoktrostatik" boshqarishga qaraganda juda katta quvvat sarflashni talab qiladi.

Og'diruvchi g'altaklar past chastota-lar uchun ferromagnit o'zakli qilib, ancha yuqori chastotalar uchun o'zaksiz qilib yasa-ladi. Ammo g'altaklarning o'zining had-dan ziyodinduktivligi tufayli og'diruvchi tok chastotasining chegarasi taxminan 10 MGts bo'ladi.

Televizion priyomniklarning trubka-sidagi elektron-nur daEriy o'zgaruvchi maydon ta'sirg'da ekranning butun sir-tkni satrlar bo'yicha to'la o'tadi, biroq elektr signalning modulyator potentsialiga ta'siri ostida nur intensivligi, demak, ekrandagi shu'lalanuvchi dog'lar ravshanligi ham o'zgaradi. Shunday qilib ekranda yorug' va qora nuktalar majmuidan tashkil topgan tasvir paydo bo'ladi.

Radiolokatsion kurilmalarda elektron-nur trubka ekranda ikkita impuls* ning holatini hisoblash uchun xizmat qiladi (152-rasm).

Impulslardan birinchisi G` trubka bilan biriktirilgan radiopriyomnik qurilmaga radiolokashyun stantsiya jo'nata-yotgan elektromagnit to'liqinning ta'siri natijasida vujudga keladi. Ikkinchi impuls 2 bir necha marta kucheiz bo'lib, o'sha qabul qiluvchi qurilmaga ko'ringan ob'ektdan (odatda, metall ob'ektdan), masalan, tumanda kemadan qaytgan elektromagnit to'liqin ta'sirida paydo bo'

ladi. Ekranda bu ikkita impuls orasidagi masofa radiolokatsion qurilmadan ko'ringan ob'ektgacha bo'lgan masofaga proportsional.

Elektron mikroskopda ishlatiladi-gan elektron-nur trubka xuddi yukri-da bayon etilgan tipdagi elektron proyektor bilan ta'minlangan bo'lib, unda faqat katod oksid qatlamsiz volfram-dan yasaladi, chunki vakuum da oksidning bug'lanishi sinalayotgan ob'ektga ta'sir qilishi mumkin. Linza bilan yig'ilgan ingichka elektronlar oqimi tekshirila-yotgan ob'ekt orqali o'tib uni yorita-' di. Ob'ektning «soyali tasviri» elektron linzalar sistemasi orqali kuchaytirila-di. Tasvirning natijaviy kattalashishi lyuminestsent^ch ekranda kuzatiladi yoki rasmga olinadi. Bunda foydali katta-lashtirish 100000 gach& etishi mumkin.

Elektron mikroskopdan moddalar-ning yupqa strukturasi tekshyirishda foydalaniladi. Sinalayotgan ob'ekt Baku umda yupqa qatlam ko'rinishida bo'lib, elektron yoritish uchun qulay.

ION PRIBORLAR

Ion priborlarda havosi yuqori va-kuumgacha so'rib olingan ballonga kiritilgan snraklashlirilgan gazning ion-latsshshi natijasida unda ichki elektr qarshilik va

kuchlanish pasayishi juda kamayadi. Buning natijasida odatda ventil sifatida ishlayotgan ion priborning fik keskin oshadi.

Ko'p ion priborlarda gazning (yoki si-mob bug'ining) ish bosimi nisbatan kam—o'nlarcha paskal atrofida bo'ladi. Bu shu-ning uchun kerakki, siyraklashtirilgan gazda elektronlarning o'rtacha erkin yo'-li (ya'ni to'qnashmay) etarli darajada yuqurri bo'ladi. Harakat vaqtida maydon kuchlanganligi juda kichik bo'lganda ham elektronlar energiyaga ega bo'ladi, bu elastik bo'lmagan gaz yoki bug' atomlari yoki molekulalarining o'zaro ta'siri uchun etarlidir. Uyg'onish va gaz yoki bug' atomlarinnng ionlashishi sod% bo'ladi, ya'ni qo'shimcha zaryad tashuvchilar — erkin elektron va musbat ionlar vujudga keladi. Lekin engil elektronlarning harakat tezligi nisbatan og'ir gaz ionlarining harakat tezligidan bir necha marta yuqo-ri, shuning uchun ion priborlarda, xud* di elektronlardagi kabi, tok asosan erkin elektronlarning harakati hisobiga vujudga keladi. Musbat ionlarning ha-rakati hosil qilgan tokning ulushi gaz razryad oralig'i o'tuvchi tokning o'ndan bir qismidan kamroqni tashkil qiladi. Musbat ionlarning foydali roli shundan iboratki ular zaryadlari bilan elektronlarning hajm birligidagi manfiy zarya-din i neytrallaydi. Razryad oralig'ida plazma, ya'ni bir xil sonli har ikkala ishorali zaryadlar ko'p to'plangan (tax-minan 1 sm³ da 10e—10¹² juft zaryadlar) — muhit vujudga keladi, Shuning uchun gazdi plazmaning o'tkazuvchanligi metallarning o'tkazuvchanligiga yaqin, b u esa ion priborlarida nisbatan katta toklarni nisbatan oz kuchlanish tushishi-da hosil qilish mumkin.

Elektr o'tkazuvchanlikning ionli xa-rakteri tufayli pribor orqali tokning paydo bo'lishi inertsion protsessdir, ion priborlar elektron priborlardan shu sifati bilan keskin farq qiladi. Anod kuchlanishi yo'qolgandan so'ng ma'lum vaqt davomida ion va elektronlar bir kismining deionizatsiyasi ballonda rekom-binatsiyalashadi, ya'ni ballon devorlarida neytral gaz ayumlariga birikadi. Lekin pribor ventil vazifasini bajarsa, u holda teskari kuchlanish hosil qilgan elektr maydon ta'siri osshda zaryad tashuvchilarning bir qismi elektrod-larga bora'di va shunday qilib, p.jborning teskari yo'nalishida kichik tok hosil qi-ladi.

Ion priborlarning bir kismi musta-qil bo'lmagan razryad sharoitlarida ish-laydi (gazotron, tiratron). Bunday raz-ryadni paydo kilish va saqlash uchun siyraklashtirilgan gazda zaryad tashuvchilar

ni vujudga keltiruvchi energiya manbai kerak. . Erkin elektronlarning bunday manbai qizdirilgan katodning termoelektron emissiyasi bo'ladi.

Boshka ion priborlar mustakil raz-ryadda ishlaydy, uni paydo qilish va saqlash uchun gaz razryad oralig'ida te-gishli elektr maydonning bo'lishi etar-lidir. Ko'p hollarda ion priborlarni qator xususiyatlari bilan ulardan ustun turuvchi yarimo'tkazgichli priborlarga al-mashlirish mumkin, shuning uchun yarim-o'tkazgichli priborlar texnikada ion priborlarni tez siqib chiqarmoqda.

Tiratron boshqariladigan ion ven-tildir. Uning balloni siyraklashtiril-gan inert gaz yoki simob bug'i bilan to'ldirilgan.

Pribor termoelektron katod bilan ta'minlangan (153- rasm). Ishlaganda tiratron ballonida mustakil bo'lmagan yoy razryad saqlanib turadi. To'ring bo'lishi tufayli tiratronning yoqish kuchlanishi-ni rostlash mumkin: to'ring manfiy po-tentsiali yondirish kuchlanishini oshira-di, musbat potentsial esa uni kamaytiradi. To'r o'zining potentsiali bilan tiratronni yopiq ushlab turishi yoki uni ochishi mumkin, lekin anod tokini rost-lay olmaydi. Ballonda katod va anod orasida yoy razryad paydo bo'lganda, to'r potentsiali anod tokiga ta'sir qilmay qo'yadi: gazning musbat ionlari to'rni o'rab oladi va uning manfiy zaryadini muvozanatlaydi. Shu bilan to'r teshik-lari orkali elektronlarning erkin o'ti-shiga imkon yaratadi.

O'zgaruvchi anod kuchlantishda har bir davrda yonish kaytariladi va agar manfiy. to'r kuchlanishining absolyut miqdori katta bo'lsa, u shuncha kech sodir bo'ladi. Yarim davrning qanday qismi davomida tiratronda tokning bulishi shu kuchla-nishga bog'diq. Demak, to'r kuchlanishini o'zgartirib tiratronni yonish davomiyli-gini va shu bilan birga to'g'rilangan tokning o'rtacha qiymatini rostlash mumkin (154-rasm). Ko'pincha o'zgaruvchan to'r kuchlanishi chastotasi anod kuchlanishining chastotasiga teng qilib olinadi, to'g'rilangan tokni esa to'r va anod kuch-lanishlari orasidagi faza siljishini o'zgartirish yo'li bilan rostlanadi. Bu maqsadda fazoregulyatorlar va fazoay-lanuvchi qurilmalardan foydalaniladi.

Cho'g'lash-an katodli tiratronda deioni-zatsiya vakti—kattaligi 10—4 s atrofida va u ishlashi mumkin bo'lgan o'zgaruvchan tok chastotasi chegarasi 15 — 20 kGts.

ELEKTROVAKUUM FO-TOELEMENTLAR

Tashqi fotoeffektli fotoelement-larda yorug'lik oqimi fotokatod elektron-larini tashlab ketishga majbur qiladi va tashqi muhitga — vakuumga yoki siy-raklashgan gazga chiqadi. Tuzilishi va ishlatish texnikasi bo'yicha ular eng mu-rakkabdir, chunki ular kuchaytirgichlar bilan birga ishlatilishi kerak. Shuning uchun ular yarimo'tkazgichli fotoelektrik priborlarga Karaganda juda kam ishla-tiladi. Tashki fotoeffektli fotoele-mentlar elektronli va ionlilarga bu-linadi; ularning ishlash printsiplari bir xil, lekin xarakteristikalarini keskin farq qiladi.

Tashki fotoeffekt shundan iboratki, unda priborning fotokatodiga tushayotgan erug'lik oqimi fotokatod elektronlari-ga shunday energiya beradiki, ular tashki muhit — vakuumga yoki siyraklashtiril-gan gazga chiqadi. Bu elektronlar zaryad tashuvchilar bo'lib xizmat qiladi va fotoelement yoritilganda u orkali tok vujudga keltiradi. Bunday fotoelement-ning elektrod-lari (155- rasm) anod va katod bo'lib, ular havosi butunlay so'rib olingan yoki so'rib olingan-dan so'ng siyraklashtirilgan inert gaz bilan (bosimi bir paskal atrofida) to'ldirilgan shisha ballonga joylashti-rilgan. Fotokatod bo'lib

qoshiqsimon kumushga (kumush qatlamiga) surkalgan ishkriy er metall qatlami xizmat qiladi. U ballon shishasining ichki tomoniga to'g'ridan-to'g'ri qoplangan va ballonning tegishli chiqishiga biriktirilgan. Kumush bilan qoplangan ballonning katta qismi tashqi tomondan ko'zguga o'xshash sirt hosil qiladi. Unda yorug'lik oqimi uchun etarli tuynukcha qoldirilgan. Bu oqim ballonning ichki tomoniga fotokatodning aktiv sirtiga yo'naltiriladi. Anod ko'pincha sim halqa ko'rinishida yasaladi va kolbada katod oldiga joylashtiriladi.

Hamma elektron priborlardagi kabi metall va vakuum chegarasida vujudga kelgan potentsial to'siq fotokatoddak elektronlarning chiqishiga to'sqinlik kilaadi. Lekin yorug'lik oqimining nur energiyasi ta'sirida elektron bir fotonni yutib fotokatoddan elektronlarning chiqishi uchun etarli bo'lgan energiyaga ega bo'ladi. Buning natijasida elektron vakuumga otila boshlaydi. Amaliy maqsadlar uchun eng muhimi shuki, bunda vakuumga chiqayotgan elektron soni aktiv qatlama tushayotgan fotonlar soniga qat'iy proporsionaldir. Shu tufayli fotoelektron emissiya toki fotokatodni yoritayotgan yorug'lik oqimiga proporsionaldir (Stoletov konu ni). Fotoelement orqali tok hosil qilish uchun yorug'lik ta'sirida bo'shayotgan elektron-larga elektr maydoni ta'sir ettirish kerak. Bu maqsad uchun lampali diodda-gi kabi, anod kuchlanishli o'zgarmas manba kerak.

Vakuimli fotoelementning volt-amper xarakteristikam 1f q G'ia) 156-rasmda tasvirlangan. Anod kuchlanishi-ning kichik qiymatlarida fototek kuchlanishning oshishi bilan ko'payadi, lekin fotokatodning berilgan yorug'lik oqimi F_g yoki F_2 da u emittirlagan hamma elektronlar anodga etib boradi, bunda to'yinish toki hosil bo'ladi va kuchlanishning keyingi oshishi amalda fotoelement tokini o'zgartirmaydi. Bu tok faqat fotoemissiyaga, demak, faqat fotoelementning yoritilganligiga bog'liq. Bu tashqi fotoeffektli vakuum fotoelementning qimmatli xususiyatidir.

Fototokning yorug'lik oqimiga bog'liqligi — elektron fotoelement fototoki-ning energetik xarakteristikasi — chiziqli (bu Stoletov qonuni tufayli). Juda katta fototoklarda katod atrofi-da hajmli zaryadning vujudga kelishibu chiziqlilikni qisman buzishi mumkin. Bundan tashqari, uzoq, muddat yoritilganda fotoelement «charchaydi», u — fotokatodning sirtqi qatlamlarida erkin elektronlar zapasining kamayishi tufayli va aktiv qatlam bo'lib xizmat qiluvchi yarimo'tkazgichning katta elektr qarshiligi natijasida chuqur joylashgan qatlamlardan elektronlarning sekin kelishi tufayli fotoemissiyaning kamayishidir.

Elektron fotoelementning (dinamik) sezgirligi uning fototokining o'zgari-shini (mikroamperda) yorug'lik oqimining o'zgarishiga (lyumenda) bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi: $5 \text{ q DG}^2 \text{DF}$. U nisbatan kichik $20 - 80 \text{ mKAG}^2 \text{lm}$ atrofida.

Ko'p hollarda elektrovakuimli fotoelementlarning fototoki ijrochi mexanizmlarni harakatga keltirish uchun etarli bo'lmaydi, shuning uchun bu fotoelementlarni kuchaytirgichlar bilan biriktirishga to'g'ri keladi.

Tashki fotoeffektli fotoelementlar-ga fotoelektronli ko'paytirgichlar ham taalluqlidir. Ularda fototok pribor ballonining ichida ikkilamchi elektron emissiyadan foydalanish yo'li bilan ku-chaytiriladi. Yorug'lik ta'sirida fotokatod K dan chiqqan elektronlar oqimi elektr (157-rasm) yoki magnit maydon bilan ketma-ket emit. erlar yordamchi elek-trodlarga (YoE) yo'naladi. Har biremit-terdan elektronlar oqimi o'tganda ikkilamchi elektronlar hisobiga ular ko'paya-di. Ikkilamchi elektronlar-elektron oqi-mining zarbi ta'sirida emitterdan ajra-ladi. Shunday kilib, ikkilamchi emis-siyadan bir qancha marta foydalanish natijasida anoddagi elektronlar oqkmn katodning fotoemissiya elektronlar oqi-midan bir kancha marta katta bo'ladi. Fotoelektron ko'paytirgichlarda anod kollektor deb ataladi. Bunday ichki ku-chaytirish tufayli fotoelektron ko'pay-tirgichlarning sezgirli-gi haddan tashkari yuqori bo'lib, 1 — YuAG`lm ga etadi. Lekin fotoelektron ko'paytirgichlar katta chiqish toklariga mo'ljallangan deb o'y-lash kerak emas, ularda bu tok 10—15 mA dan oshmaydi. Shuni ta'kidlash ke-rakki, fotoelektron ko'paytirgichlar juda kichik yoritilganlikda ishlashga mo'ljallangan va kichik chitsish toklarini beradi, ularning sezgirli-gi ko'pincha mikroampning mikrolyumenga nisbati kabi ko'rsatiladi (1 — 10 mkAG`mklm). Ulardan juda kichik yoritilganliklarda yorug'lik oqimini o'lchashda foydalani-ladi.

Mustaqil tayyorlanish uchun savollar

1. Elektron va ion priborlar orasidagi farq nimadan iborat?
2. Diod ichida tokning yo'nalishi elektron-larga nisbatan qanday?
3. Elektron bulut qanday paydo buladi va qanday amaliy ahamiyatga ega?
4. Nima uchun triod manfiy to'r potedshial-da nshlagani yaxshi?
5. Triod xarakteristikasining tiklign va uning kuchaytirish koeffitsienta nimaga tent?
6. Nish uchun kuchaytirish koeffitsienta triodning ikkita kuchlanish o'zgari shlarining manfiy nisbati da ifodalanadi?
7. Ikkilamchi elektron emissiya nima?
8. Pentodda ayrim to'rlarning vazifasi nima?
9. Elektron nurni fokuslash uchun kandy qurilmalar xizmat qiladi?
10. Elektron-nur grubkalarda qayaday uzuv-chi ioslamalar qo'llaniladi?
11. Tiratron vakuumli trioddan nima bilan farq qiladi?
12. Vakuumli fotoelement nima uchun tash-qi fotoeffektli fotoelement deb xam ataladi?

9– маъруза

Ярим ўтказгичли приборлар

Ярим ўтказгичли приборларнинг электротехник қурилмаларда ишлатилиши ва ахамияти.

Режа:

- 1. Электроника асбоблари: уларнинг тузилиши ишлаш принципи ва кулланилиши.**
- 2. Ярим ўтказгичли диод. Унинг тузилиши ва характеристикалари.**
- 3. Ярим ўтказгичли транзисторларнинг тузилиши ишлаш принципи ва шартли белгилари, параметр ва тавсифлари.**
- 1. Ярим ўтказгичли диод, транзистор ва тиристорларнинг электротехник қурилмаларда ишлатилиши.**
- 2. Ярим ўтказгичли тўғрилагичлар: уларнинг схемалари ва ишлаш принципи**
- 3. Электрон кучайтиргичларнинг умумий ишлаш принципи ва классификацияси.**

АДАБИЁТЛАР

- 1. Касаткин А. С. “Электротехника асослари” Тошкент 1989 й.**
- 2. Евдакимов “Умумий электротехника” Тошкент, 1995 й.**
- 3. Иноғомов С. “Электротехника асослари” фанидан маърузалар матни. ТошФарми, кутубхона, Маърузалар матнининг электрон варианты**

YARIMO'TQAZGICHLI PRIBORLAR ELEKTRON VATESHIQLI ELEKTR O'TKAZUVCHANLIK

Yarimo'tkazgichli priborlar murakkab tuzilishli, solishtirma qarshiligi katta bo'lgan qattiq jismda elektr toki hodisalarini boshqarishta asoslangan.

Yarpmo'tkazgichli priborlar qator asosiy afzalliklari tufayli elektrotexnika va elektronikaning ko'pgina sohalarida elektron lampalar va ion priborlarning o'rmini egallamoqda.

Yarimo'tkazgichli diodlar asosan ventillar sifatida qo'llaniladi.

Uchta qatlam yarimo'gkazgichga va uchta elektrodga ega bo'lgan yarimo'tkazgichli priborlar tranzistorlar deb ataladi. Ular ko'proq ko'chaytprgichlarda va juda yuqori hamda yuqori chastotali o'zgaruvchan tok generatorlarida ishlatiladi.

To'rt qatlam yarimo'tkazgichlardan tashkil topgan yarimo'tkazgichli priborlardan ko'p hollarda boshqariladngan ventillar sifatida foydalaniladi. Ularni tiristorlar deb ataladi.

O'tkazgichlar bilan dielektriklar oralig'idagi moddalarni yarimo'tkazgichlar deb atash qabul qilingan. Ularning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi xona temperaturasida 10~3 dan 106 om/m gacha.

Yarimo'tkazgichlar bilan dielektriklar orasidagi chegara shartli, chunki dielektriklar ancha yuqori temperaturada xuddi yarimo'tkazgichlarga o'xshab krladi, toza yarimo'tkazgichlar esa ancha past temperaturada dielektriklar kabi ishlaydi. Metallarda hajm birligidagi zaryad tashuvchilar soni, ya'ni zaryad tashuvchilar kontseitratsiyasi amalda temperaturaga bog'liq bo'lmaydi, yarimo'tkazgichlarda esa zaryad tashuvchilar faqat taigqi manba (issiqlik, nur, elektr va hokazo) energiyalarini yutishi natijasidagina vujudga keladi.

Agar tashqaridan (masalan, temperaturani oshishi tufayli) kelayotgan energiya atom elektroniga juft elektron bog'lanishni uzishga etarli darajada energiya bersa, bu holda erkin bo'lib qolgan elektron zaryad tashuvchi bo'lib qoladi.

Elektron erkin bo'laturib, kristall papjarada yarimo'tkazgichga o'xshamagan modda vujudga keltiradi, toza yarimo'tkazgichlar esa juda kichik temperaturada issiqlik tebranishlari ta'sirida qo'shni neytral atomdan ajralib chiqqan elektron bilan to'lishi mumkin. Lekin bu elektronning o'rnida yangi teshik paydo bo'ladi. Uni keyingi atom elektroni to'ldirishi mumkin va hokazo. Erkin bog'lanishni elektronlar bilan ketmaket to'lishi yarimo'tkazgichda teskari yo'nalishda teshiklarning harakatiga ekvivalentdir.

Tashqi elektr va magnit maydonlarning ta'siri ostida teshik o'zini xuddi musbat zaryadlangan zarracha kabi tutadi va uning massasi taxminan elektronning massasiga teng bo'ladi. Tashqi elektr maydon bo'lganda teshiklar yarimo'tkazgichda maydon

yo'nalishi bo'yicha, elektroklar esa—teskari yo'nalishda siljiydi. Shunday qilib, yarimo'tkazgichda ikki tipdagi — elektron va teshik zaryad tashuvchilar bo'ladi, demak, ikki tipdagi— elektron va teshik elektr o'tkazuvchanlik mavjud. Energiya yutganda ajralib chiqqan har bir erkin elektron teshik hosil qiladi, shuning uchun toza yarimo'tkazgichda elektronlar soni teshiklar soniga teng bo'ladi.

Teshik nisbatan uzoq turmaydi. U uchrashgan erkin elektron bilan rekombinatsiyalanadi (ya'ni birlashadi). Yarimo'tkazgichda elektronteshiklar juftining kontsentratsiyasi statsionar rejim sharoitlarida juftlarning termogeneratsiyasi (issiqlik ta'sirida hosil bo'lishi) va ularning rekombinatsiyasi jarayonlari orasidagi muvozanat bilan aniqlenadi. Bunday kontsentratsiya yarimo'tkazgichning xususiy elektr o'tkazuvchanligini hosil qiladi. Yarimo'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi temperaturaning oshishi bilan qo'shimcha elektronlarning ajralishi va teshiklarning paydo bo'lishi oqibatida tez ko'payadi. O'tkazuvchanlik temperaturaning oshishi bilan, yarimo'tkazgichning kristall panjarasi tugunlaridagi musbat ionlarning issiqlik tebranishlari tufayli elektronlar tez'ligining va erkin ko'chish uzunligining kamayishiga karamasdan, ya'ni erkin elektronlarning harakatiga to'sqinlik qilishiga qaramasdan ko'payaveradi. Yarimo'tkazgichlarning metallarda n sezilarli farqi ham ana shundadir, ularning elektr o'tkazuvchanligi temperaturaning oshishi bilan kamayadi.

Hozirgi vaqtda qo'llaqladigan yarimo'tkazgichlarning xususiy o'tkazuvchanligi nisbatan juda kichik bo'lib, uni aniqlashda shuni unutmaslik kerakki, u juda oz miqdordagi aralashmaga ham juda bog'liq: yarimo'tkazgich qancha yaxshi tozalansa, uning solishtirma qarshiligi shuncha yuqori bo'ladi. 300 Q (27°S) da germaniyning solishtirma qarshiligi 47 Om-sm. Lekin germaniyning 108 atomiga aralashmaning bitta atomi kiritilsa, bunda solishtirma qarshilik 4 Om-sm gacha kamayadi.

ARALASHMALI ELEKTR O'TKAZUVCHANLIK

Amalda yarimo'tkazgichlarning aralashmali elektr o'tkazuvchanligidan foydalaniladi. U sof yarimo'tkazgichga juda oz, ammo aniq belgilangan miqdorda ma'lum aralashma qo'shish yo'li bilan hosil qilishadi. Bunday aralashmaning nisbiy kontsentratsiyasi kam bo'lsa ham, uning absolyut kontsentratsiyasi etarli darajada yuqori (10^{14} — 10^{18} atomlar/sm³) va hosil qilgan zaryad tashuvchilari xususiy elektr o'tkazuvchanligining zaryad tashuvchilaridan ko'p marta (masalan, 20 000 marta) ortiq.

Shu bilan birga aralashma yarimo'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligiga keskin ajralgan ma'lum xarakter—elektronli yoki teshikli elektr o'tkazuvchanlikni beradi.

Aralashmalar o'z elektronini berib, yarimo'tkazgichda elektron elektr o'tkazuvchanlikni vujudga keltiradi; bunday aralashmalar donorlar deb ataladi. Boshqa aralashmalar esa panjaradan elektronni olib, teshikli elektr o'tkazuvchanlikni vujudga keltiradi; bu akseptorli aralashmadir.

Hozirgi vaqtda yarimo'tkazgichli priyorlarda Mendeleev davriy sistemasi IV gruppasining ikkita elementi keng ishlatilmoqda: kremniy (Si) va germaniy (Ge), ular olmos tipli kristall panjaraga ega. Ularda har bir atom qo'shni to'rtta atom bilan juftelektron kuchlar orqali bog'langan: har bir juft valentli elektronlar bir xil darajada ikkita qo'shni atomga tegishli. Agar aralashma atomining valentli elektroni yarimo'tkazgich atomidan bitta ortiq bo'lsa, elektron aralashmali elektr o'tkazuvchanlik vujudga keladi.

Germaniy va kremniyga nisbatan donorlar V grupp elementlari — mishyak, surma va fosforlar bo'lishi mumkin. Masalan, mishyak atomi germaniynikg kristall panjarasidagi uning bitta atomini almashtirsa, u holda mishyakning to'rtta valet elektroni va germaniyning to'rtta qo'shni atomining elektroni sakkiz elektrondan iborat mustahkam qatlam hosil qiladi (112-rasm). Bunda mishyak atomining beshinchi valent elektroni atom bilan bo'sh bog'lanib qoladi va osongina erkin bo'lib qoladi, aralashma atomi esa — qo'zg'almas musbat ion bo'ladi.

Agar aralashma atomining valent elektroni yarimo'tkazgich atominikidan bitta kam bo'lsa, bu holda teshikli aralashmali elektr o'tkazuvchanlik vujudga keladi. IV grupp elementlariga nisbatan aktseptorlar III grupp elementlari — indiy, bor, galiy, alyuminiy bo'lishi mumkiq Bu holda III gruppaning atomi yarmo'tkazgichning kristall panjarasida joy egallab, mustahkam sakkiz elektronli qatlam hosil qilish uchun asosiy panjaradan valent elektroni oladi. Shunday qilib, panjarada to'ldirilmagan joy — teshik vujudga keladi, natijada teshikli elektr o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi (113-rasm).

«Elektronli» (p- tipli) yoki «teshikli» (r- tipli) yarimo'tkazgich terminlari ushbu yarimo'tkazgichda asosiy zaryad tashuvchilar — elektronlar yoki teshiklar bo'lishini ko'rsatadi. Lekin, ular bilan birga yarimo'tkazgichda (odatda, kam miqdorda) asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar ham bo'ladi, ular elektronteshik juftlarini termogeneratsiya qilishda vujudga keladi va yarimo'tkazgichni xususiy elektr o'tkazuvchanligini belgilaydi.

Temperaturaning oshishi bilan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar soni tez oshadi va nisbatan past temperaturada hozirgi vaqtda ishlatiladigan yarimo'tkazgichlar o'ziga xos xususiyatlarini yo'qotadi. Ularning aralashmali elektr o'tkazuvchanligi xususiyga nisbatan kam bo'lib qoladi, shuning uchun ishlatishda yarimo'tkazgichli qurilmada germaniy temperaturasi 60°S dan, kremniyniki 150°S dan va arsenid galliyniki 250°S dan oshmasligi kerak.

YARIMO'TQAZGICHLI DIODLAR

Yarimo'tkazgichli plastinkada turli elektr o'tkazuvchanli ikki qatlam orasidagi chegarada elektron- teshikli o'tish vujudga keladi, ya'ni r — p-o'tish yoki

berkipguvchi qatlam deb ham ataladi. Bu qatlam ventil xususiyatiga, ya'ni bir tomonlama o'tkazuvchanlikka ega. Bu xrida quyidagicha tushuntiriladi. ya-sohada elektronlar kontsentratsiyasi r-sohadagi ularning kontsentratsiyasidan bir necha marta ortiq, chunki ular r-sohada asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar bo'lib xizmat qiladi. Natijada elektronlar kontsentratsiyasi kam sohaga — r-sohaga diffuziyalanadi. Bu erda ular aktseptorlarning teshiklari bilan rekombinatsiyalashadi (birikadi) va shu yo'l bilan bu sohada kompensatsiyalanmagan musbat zaryad teshik — asosiy zaryad tashuvchilar bilan aktseptorlar atomlarining fazoviy (hajmiy) manfiy zaryad ionlarini vujudga keltiradi.

Bir vaqtda teshiklarning p-sohada diffuziyasi sodir bo'ladi. Bu erda kompensatsiyalangan elektronlarning zaryadi bilan donorlarning fazoviy musbat zaryad ion lari vujudga keladi. Shu yo'l bilan yarimo'tkazgichning ikkita sohasi orasida fazoviy zaryadning ikki patlami (114-rasm) paydo bo'ladi, bu qatlamda asosiy zaryad tashuvchilar kam bo'ladi. fazoviy zaryadlarning mavjudligi tufayli r- va p-sohalar orasida elektr potentsiallarning pasayishi vujudga keladi. Uni potentsial barer (to'siq) deb, uning miqdori srr — fl ni esa — potentsial barer balandligi deb ataladi.

Elektron-teshikli o'tishni turli aralashmali o'tkazuvchanlikli yarimo'tkazgichdan tayyorlangan bir plastinkani boshqasi ustiga qo'yib hosil qilish mumkin emas, bunga sabab plastinkalar orasidagi sirtida plyonka yoki juda yupqa havo qatlaminin mavjudligidir. Bunday o'tish bitta yarimo'tkazgich plastinkasida turli elektr o'tkazuvchanlik sohalarini paydo qilish orqaligina vujudga keladi. Bunday r — p-o'tishli ikki qatlamli yarimo'tkazgichli pribor yarimo'tkazgichli diod deb ataladi.

Agar elektr energiyasi manbachning musbat qutbi yarimo'tkazgichli diodning r-sohasi bilan, manfiysi esa — yasohasi bilan birlashtirilsa, bu hrla manbaning elektr maydoni fazoviy zaryad ta'sirini kichik miqdorgacha kuchsizlantiradi—diodning potentsial bareri pasayadi, natijada diffuziya va u bilan birga r — p-o'tishi orqali o'tayotgan tok keskin ko'payadi. Yarimo'tkazgichli diodni bunday ulash to'g'ri ulash deb ataladi. Yarimo'tkazgichli diodni teskari ulaganda, ya'ni kuchlanish manbainin mikusi r-soha bilan, shu manbaning plyusi esa —ya-soha bilan ulansa, tashki maydon fazoviy zaryad maydonini kuchaytiradi va o'tishning ikki tomonidagi zaryad tashuvchilar uzoqlashadi. r — n-o'tish orqali bu holda faqat juda kichik tok vujudga keladi, u asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning harakati natijasida hosil bo'ladi. Lekin shu tok tufayli yarimo'tkazgichli diodning teskari qarshilign chegaraviy kattalik bo'ladi. Teskari qarshilikning diodning to'g'ri qarshiligiga nisbati to'g'ri tok Ito'g' ning teskari tok Iteo ga nisbagiga teng bo'lib, statistik to'g'rilash koeffitsienti deb ataladi:

$$K_{st} = I_{to'g'} / I_{tes} = r_{tes} / r_{to'g'}$$

bunda to'g'ri va teskari miqdorlar bir xil kuchlanishda o'lchanishi shart. Ammo ish sharoitlarida diodning to'g'ri va teskari kuchlanishlari teng bo'lmaydi, chunki ventil bilan ketma-ket nagruzka rezistori ga biriktiriladi. Manba kuchlanishi nagruzka rezistori bilan va ventilorasida ularning qarshiliklariga proportsional ravishda taqsimlanadi va odatda $r_n \gg r_{to'g'}$ bo'lgayi uchun to'g'ri tokda ventilda kuchlanish kichik bo'ladi. Ammo teskari tokda $r_n < r_{tes}$ bo'lgani uchun deyarli hamma teskari yarim to'lqin kuchlanishi ventilda to'g'ri keladi va undan tegishli peskari tok hosil qiladi. Shunga asosan, ventilning ish sharoiti xarakteristikasi uchun dinamik to'g'rilash xarakteristikasidan foydalaniladi, u o'zgaruvchan tok zanjirida real ish sharoitlarida to'g'ri va teskari toklar o'rtacha qiymatlarining nisbati kabi aniqlanadi (demak, kichik to'g'ri kuchlanishda va katta teskari kuchlanishda): $\kappa_{t, din} = I'_{to'g'} / I'_{tes}$, chunki to'g'ri va teskari qarshiliklar kuchlanishga bog'liq. Diod quvvatining oshishi bilan to'g'rilash koeffitsienta kamayadi. Ammo germaniyli va kremniyli diodlarning hatto juda katta quvvatlilarida ham $\kappa_{t, din} > 1000$ bo'ladi.

Tokni to'g'rilashda quvvat to'g'rilangan kuchlanishga proportsionaldir, uning ruxsat etilgan qiymati kancha katta bo'lsa, uzoq ta'sir etadigan teskari kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatidan shuncha katta bo'ladi. Shunday qilib, ventil-diodning eng katta ruxsat etilgan quvvati uning o'rtacha to'g'rilangan toki va ruxsat etilgan teskari kuchlanishi orqali aniqlanadi.

Agar teskari kuchlanish chegaraviy qiymatidan oshib ketsa, ventil teshiladi, natijada diodning ventilli ta'siri tugaydi, chunki uning teskari qarshiligi to'g'ri qarshilik qiymatigacha kamayadi. Diodning teshish kuchlanishini, ya'ni qisqa muddat ta'sir etganda uni shikastlantiruvchi kuchlanishni va uzoq, muddat ta'sir etadigan ruxsat etilgan teskari kuchlanishni farq qila bilish kerak. Agar keyingisi zanjirning ish kuchlanishldan kichik bo'lsa, ventillar ketma-ket ulanadi, shunisi ham borki, germaniyli va kremniyli diodlar ishlatilganda ular orasidagi kuchlanishlarning taqsimlanishini tekislash uchun ventillarni rezistorlar bilan shuntlashga to'g'ri keladi.

Diod o'lchamlari ruxsat etilgan o'rtacha to'g'rilangan tokka bog'liq, demak, ushbu diodlar tipi uchun ruxsat etilgan tok zichligiga bog'liq. Tok zichligini shunday tanlash kerakki, bunda diod ortiqcha qizib ketmasin. Diodning kizishi uning to'g'ri va teskari qarshiliklari bilan aniqlanadi. To'g'ri qarshilik qancha kichik va teskari qarshilik qancha katta bo'lsa, diod shuncha kam qiziydi, ammo teskari tok kichik bo'lgani uchun teskari qarshilik qizishga uncha ta'sir etmaydi. To'g'ri tokda kuchlanish pasayishi

$\Delta U_{to'g'}$ to'g'ri qarshilikka proportsional. Shunday qilib, yarimo'tkazgichli ventilning nagruzka xususiyatini xarakterlovchi miqdorlar sifatida, odatda, quyidagilar ko'rsatiladi: ruxsat etilgan tok zichligi (A/sm^2), to'g'ri kuchlanishning pasayishi, maksimal ruxsat etilgan teskari kuchlanish (V) va atrof muhitning maksimal ruxsat

etilgan temperaturasi ($^{\circ}\text{S}$). Diod qizishga qancha chidamli bo'lsa, uning o'lchamlari bir xil fik da shuncha kichik bo'lishi mumkin. Hozirgi vaqtda uch xil yarim o'tkazgichli diodlar: selenli, germaniyli, kremniyli diodlardan keng foydalanilmoqda va hozircha arsenid galliy juda kam ishlatilmoqda.

Selenli ventil dumaloq disklar (shaybalar) yoki to'g'ri burchakli plastinkalar ko'rinishida yasalgan to'g'rilagich plastinkalardan yig'iladi. Bu plastinkalarni ketma-ket yoki parallel ulab, talab qilingan quvvatli to'g'rilagich elementa hosil silinadi (115-rasm).

Germaniyli diodning asosi bo'lib germaniy monokristalidan kesilgan, taxminan qalinligi 0,3 mm li plastinka xizmat qiladi, u elektronli elektr o'tkazuvchanlikka ega, ya'ni unda beshinchi grupp elementlaridan biri (odatda surma yoki mishyak) aralashgan. Plastinka yuzasi diod tokiga bog'liq, u kancha katta bo'lsa, plastinka shuncha katta bo'ladi. Shu plastiikaga uchinchi grupp elementa—indiy bo'lakchasi qo'yiladi (116-rasm) va u vakuum pechida germaniy bilan eritiladi. Bunday termik ishlov vaqtida termodiffuziya natijasida indiy atomlari germaniy plastinkasiga o'tadi va keyinchalik aktsentor bo'lib, germaniyda teshikli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlam vujudga keltiradi. Indiy bo'lakchasiga yuqoridan metall tok o'tkazuvchi payvandlanadi, u plastinkani yuqoridagi elektrod bilan tutashtiradi. Pastki elektrod germaniy bilan kontakt hosil qilishi kerak, ya'ni ventilli o'tish hosil qilmasligi kerak. To'g'rilagich germetik korpusga tashqi ta'sirlardan himoyalash uchun joylashtiriladi.

V Germaniyli ventillarning kamchiliklari quyidagilardan iborat: birinchidan, ular temperatura o'zgarishiga sezgir — $55 - 60^{\circ}\text{S}$ dan yuqori temperaturada ularda elektr parametrlarining qaytmas o'zgarishi sodir bo'ladi; ikkinchidan, ichki qarshiliklarining farqi tufayli ketma-ket ulashda bu ventillar kuchlanishni teng taqsimlamaydi va ventillarning xususiy kuchlanishlarini tenglashtirish uchun rezistorlar orqali shuntlashga to'g'ri keladi, bu esa fik ni va qurilmaning to'g'rilash ko'effitsientini kamaytiradi.

Kremniyli diodning asosiy qismi elektronli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yupqa kremniy plastankasidir. Bu plastinka alyuminiy bo'lagi bilan — uchinchi grupp elementi bilan qotishtiriladi: alyuminiy atomlarini kremniy ichiga o'tishi, unda teshikli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan qatlam vujudga keltiradi, plastinkada esa r- p- o'tish hosil bo'ladi. V Agar selenli va germaniyli diodlar solishtirilsa, u xilda germaniyli kjrri fik ga va kichik gabaritga ega, lekin selenli diodlar arzon bo'lgani uchun sanoatimiz selenli ventillarni chiqarishni davom ettirmoqda. Ular nisbatan kichik quvvat kerak bo'lganda, foydali ish ko'effitsientlari esa ikkinchi darajali ahamiyatga ega bo'lganda o'rnatiladi. Selenli ventilning massasi (armaturasi bilan birga) 1 Vt to'g'rilangan quvvatga o'rtacha 15—18 g ni tashkil qiladi.

Bitta selenli element 12—36 V ga uzok, muddat chidaydi. Shunga e'tibor berish kerakki, ventilning teshish kuchlanishi (selenli uchun 50 — 80 V) bilan davomli ruxsat etilgan kuchlanishni farq qilish kerak.

Ko'p xollarda selenli ventilning maxsus kamchiligi—shakllanishni hisobga olishga to'g'ri keladi. Agar bunday ventil uzok, vaqt ishlatilmagan bo'lsa, unda u kuchlakishga ulanishi bilan normal to'g'rilamaydi, balki ma'lum vaqtdan keyin ishlaydi. Elektr o'lchash qurilmalari va avtomatika uchun ventilning bunday ishlashi to'g'ri kelmaydi.

Kremniyli ventillar germaniylnkka nisbatan ancha katta to'g'ri qarshilikka ega, lekin ularning teskari qarshiliklari ham katta. Bundan tashqari, kremniyli diodlarning afzalligi shuki, ular ish temperaturasining $180 - 200^{\circ}\text{S}$ gacha oshishiga yo'l qo'yadi na demak, juda katta tok zichligiga ham yo'l qo'yadi. Natijada bir xil quvvatda kremniyli ventillarning gabaritlari ancha kichiq. Lekin yarimo'tkazgichli priborlar uchun kerakli juda sof kremniyni olish va uni shu holatda saqlash juda katta qiyinchiliklar bilan bog'liq. Shu tufayli hatto kremniy er sharida kislorodlan keyin eng ko'p tarqalgan element bo'lishiga qaramay kremniyli yarimo'tkazgichli priborlar qimmat turadi.

Texnika rivojlanishining umumiy yo'nalishi—hamma boshqa turdagi ventillarni (masalan, elektr kuch ustanovkalarida ionli—simobli ventillarni kremniyli tiristorlar bilan almashtirish) kremniyli ventillar bilan almashtirish juda katta texnik- iqtisodiy foyda beradi.

BIPOLYAR TRANZISTORLAR

Bipolyar (ikki maydonli) tranzistorni shartli ravishda ikkita yarimo'gkazgichli diodni biriktirgan kabi qarash mumkin. Xususan, germaniyli tranzistor germaniy monokristalidan arralab olingan juda yupqa plastinka asosida yasaladi. Bu plastinkaning ikki tomoniga indiyning ikki tomchisi eritib yopishtiriladi (117-rasm). Germaniyga nisbatan indiy aktseptorli aralashma bo'ladi. Shuning uchun indiy atomlari germaniyga o'tib, unda indiyning qotgan tomchilari ostida teshikli elektr o'tkazuvchanlikli ikkita qatlam paydo qiladi. Shu yo'l bilan germaniy: plastinkasida ikkita $r - n$ -o'tish hosil qilinadi, ularga nisbatan indiy qatlamlarini ikkita elektrod sifatida foydalanish mumkin; indiy qatlamiga priborni tashki zanjir bilan tutashtirish uchun o'tkazgichlar payvandlanadi.

Shunday qilib, bipolyar tranzistor ikkg'ta $r - p - o$ 'tish bilan ajralgan uchta qatlamdan iborat bo'ladi. Xususan, ko'rilayotgan tranzistorda ikki chekka qatlamlar teshikli elektr o'tkazuvchanlikka (r -tipga), ichki qatlam esa elektronli elektr o'tkazuvchanlnkka (n -tipga) Gega, tegishli holda bunday tranzistorni $r - p - r$ tipidagi tranzistor deb ataladi (118-rasm). Kremniyli tranzistorlar ko'pincha $p - r - p$ tipda tayyorlanadi. Ammo ikkala tipdagi tranzistorlarning ishlash prinnipi bir xil — farqi ulanadigan elektr energiyasi manbaining qutbliligini tanlashdan iboratdir. Bundan keyin $r - p - r$ tipdagi tranzistorlarni ko'rib chiqamiz.

O'zgarmas kuchlanish manbaiga tranzistorning chekka qatlamlaridan biri o'z elektrodi orqali unga yaqin o'tishdan o'tkazish yo'nalishida ulanadi. r-p-r tipdagi tranzistorda bu qatlam kuchlanish manbaining musbat qutbi bilan ulanadi (119- rasm). Tranzistorning ishida r qatlamdan zaryad tashuvchilarning asosiy manbai sifatida foydalaniladi va emitterli r-p-o'tish orqali asosiy zaryad tashuvchilar emitteri deb ataladi. Plastinkaning boshlang'ich elektronli elektr o'gkazuvchanligini saqlab qolgan germaniy plastinkasining o'rta qatlami baza deb ataladi. Baza orqali zaryad tashuvchilar ikkinchi r-ga-o'tishga o'tadi va kollektor qatlamiga tushadi. Kollektor emitter injeksiyalagan va baza orqali o'tgan zaryad tashuvchilarni yig'uvchi bo'lib hisoblanadi. Aslida bipolyar tranzistor simmetrii pribordnr, ya'ni emitter va kollektor zanjirda o'zaro o'rinlarini almashtirishi mumkin, bunda tranzistor esa ishlashda davom etaveradi. Ammo kollektorning yig'unchi vaznfasiga moe holda tranzistorni yasaganda kollektorli r-ya-o'tishning yuzasi emitterli o'tishning yuzasidan katta qilinadi (117-rasmga qarang), bu esa прибор simmetriyasini tegishli ravishda o'zgartiradi.

Teshiklarning harakati musbat zaryadlarning harakatiga ekvivalent bo'lgani uchun tok r-p-r tipdagi tranzistorda emitter orqali bazaga, p-r-p tipdagi tranzistorda esa bazadan emitterga yo'naladi, bu priborlarni shartli grafik belgnlashda strelka bilan kurena qiladi (118-rasmga qarang).

Tranzistorda emitter zanjirining toki yordamida kollektor zanjiridagi tok boshqariladi. Har ikkala zanjir tegishli elektr energiyasi manbaiga ega bo'lishp kerak (119- rasmga qarang)—emitter zanjirida manba kichik eyuk E_e bilan va kollektor zanjirida manba anchagina katta eyuk E_k bilan ta'minlanadi.

Emitter zanjirida tok hosil qilish uchun kichik eyuk E_e etarli, chunki emitterli o'tish o'tkazish yo'nalishida ulangan va uning to'g'ri qarshiligi nisbata kichik. Lekin emitter zanjirida tokning paydo bo'lishi kollektorli o'tisning qarshiligini o'zgartiradi, natijada kollektor zanjirida tok I_k vujudga keladi va u taxminan emitter toki I_e ga teng bo'ladi. Emnt »er tokining o'zgarishi $A I_e$ proportsional ravishda kollektor tokining $A I_k$ ham o'zgarishiga olib keladi. Shunday qilib, kichik quvvatli va nisbatan kam qarshilikli emitter zanjirining toki haddan tashqari ko'p quvvatli va nisbatan katta qarshilikka ega bo'lgan kollektor tokini boshqaradi. Kollektor zanjiridagi katta quvvat eyuk E_k ning eyuk edan juda katta ekanligi bilan bog'liq (masalan, 10 va 0,5 V). Bu nisbatlar natijasida emitter $A I_e$ va kollektor $A I_k$ toklarining taxminan bir xil o'zgarishida kollektor zanjiridagi quvvat o'zgarishi $A R_k$ emitter zanjiridagi quvvat o'zgarishi $A R_e$ dan ancha katta va ana shu bilan bipolyar tranzistorning quvvatini kuchaytirish belgilanadi. Bunda ta'minlash manbai bo'lib kollektor zanjiridagi batareya xizmat qiladi.

Emitter tokining kollektor tokchga ta'sirini quyidagncha tushuntirish mumkin. Emitter toki bazaga teshiklar olib keladi, ular baza uchun asosiy zaryad tashuvchilar emas. Teshiklarni kichik qismi bazada uning elektronlarini rekombinatsiyalaydi, lekin

katta kismi tartibsiz issiqlik harakati tufayli hosil bo'ladigan diffuziya natijasida kollektorning r-p- o'tishiga kiradi. Zaryad tashuvchilar — teshiklarni kollektornipg r-l- o'tish sohasiga kirishi bu o'tishning qarshiligini ancha kamaytiradi, bu esa kollektor tokining bu o'tishga etib kelgan teshiklar soniga proporsional ravishda oshishiga olib keladi.

UK q const bo'lganda, tok uzaning ko-DIk effitsientp a q*q bipolyar tranzistorning asosiy parametrlaridan biri bo'ladi, odatda $a < 1$. Agar baza sohasida teshiklar rekombinatsiyasini hisobga olinmasa, ya'ni emitter o'tishidan o'tgan hamma teshiklar kollektorga; etib boradi deb hisoblansa va hamma emitter toki faqat shu teshiklar xarakatidan vujudga kelgan deb faraz qilinsa, bunday ideal holda $1E q Ik$ bo'ladi.

Haqiqatda, teshiklar baza qatlami orqali harakatlanib o'tayotganda ular erkin elektronlar—bazaning asosiy zaryad tashuvchilari bilan rekombinatsiyalanishi mumkin. Teshiklarning katta qismi kollektorga etib borishi uchun bazaning qalinligi kichik bo'lishi kerak. Zamonaviy tranzistorlarda baza qatlamining qalinligi 0,025—0,005 mm, tok uzatish koeffitsienta esa $a q 0,95-4-99$. Demak, agar emitter tokini kirish, kollektor tokini esa tranzistorning chiqish toki deb hisoblansa, u holda 119-rasmdagi sxema bo'yicha ulangan bipolyar tranzistor tok- bo'yicha kuchaytirilmagan, balki quvvat va kuchlanish bo'yicha kuchaytirilgandir. Tranzistorna bunday ulash umumiy bazali sxema deb ataladi.

Kollektor xarakteristikam $IKqf(UK)$ bipolyar tranzistorning asosiy xarakteristikam hisoblanadi. Emitter tokining har xil qiymatlarida olingan bunday xarakteristikalar 120-rasmda berilgan.

Bu xarakteristikalar statpk, ya'ni o'zgarmas tokda olingan. Ulardan quyidagilarni ko'rish mumkin: kollektor kuchlanishini oshirganda (absolyut qiymati bo'yicha), noldan boshlab, kollektor toki $1K$ dastlab tez oshadi. Lekin bu tok emitter tokiga yaqinlashganda to'yi nih boshlanadi va kollektor kuchlanishining keyingi oshishi kollektor tokini amalda oshirmaydi. Bu sharoitlarda kollektor o'tishi sohasidagi emitter toki bilan, injektsiyalanayotgan deyarli xamma zaryad! tashuvchilar kollektor sohasiga etyb boradi. Emitter tokining oshishi bilan kollektor toki ham proporsional oshadi.

Ammo I_{eq0} da kollektor toki $I_{ko} > 0$, shuning uchun $I_k q a I_{eq} I_{ko} \ll a I_{eq}$, chunki normal ish sharoitlarida $I_{ko} < a I_{eq}$.

Emitter toki mavjudligida kollektor o'tishini yopish uchun teskari qutbli uncha katta bo'lmagan kollektor kuchlanishi zarur.

Emitter tokini o'zgartirganda ma'lum chegarada a deyarli o'zgarmaydi (121-rasm). Shunga muvofiq $a = \text{const}$ da kollektor tokining emitter tokiga bog'lanishi chiziqli uchastkaga ega (122-rasm). Tranzistorning bu o'tish xarakteristikasi asosida emitter tokining o'zgarishi $i_3 = F(t)$ ni keltirib chiqaradigan kollektor tokining

o'zgarish egri chizig'ini osongina qurish mumkin; emitter tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi kuchaytirilayotgan signalning toki bo'lishi mumkin.

MAYDONLI TRANZISTORLAR

Maydonli tranzistor deb uch elektrodli yarimo'tkazgichli priborga aytiladi, unda kanal orqali o'tuvchi tok zatvor bilal kirish orasiga qo'yilgan kuchlanish vujudga keltiradigan (123-rasm) elektr maydon bilan boshqariladi; bunda tokni zaryad tashuvchilarning bitta turi (elektronlar yoki teshiklar) ning kanal bo'ylab harakati vujudga keltiradi. Maydonli tranzistorda kanal — bu yoki r-yarimo'tkazgichning sohasi bo'lib, uning qarshiligi zatvordagi potentsialga bog'liq. Asosiy zaryad tashuvchilarni kanalga kirituvchi elektrod kirish deb, asosiy zaryad tashuvchilarni kanaldan chiqaruvchi elektrod esa chiqish deb ataladi. Kanalning ko'ndalang kesimini, demak uning qarshiligiki rostlovchi elektrod zatvor deb ataladi.

Maydonli tranzistorlar kremniydan tayyorlanadi va ishlatilgan materialning elektr o'tkazuvchanligining turiga qarab p- va r- tipli kanalli tranzistorlarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda maydonli tranzistorlarning ikkita asosiy ko'rinishi mavjud: p-n-o'tish ko'rinishli zatvorli tranzistor va izolyatsiyalangan zatvorli tranzistor.

Birinchi tipdagi maydonli tranzistorning tuzilishi, ishlash printsiipi va xarakteristikalarini batafsilroq ko'ramiz. Unda kanal o'tkazuvchanligini yopiq r - p-o'tishga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirib boshqarish mumkin.

p- tipli kanalli tranzistorda asosiy zaryad tashuvchilar — elektronlar kirishdan chiqishga tomon harakatlanib, chiqish toki Ich ni paydo qiladch (agar chiqish potentsiali kirish potentsialiga qaraganda ko'proq musbatroq bo'lsa).

Zatvor va kirish orasiga kanalnint p- sohasi va zatvorning r- sohasi orasida hosil qilingan, p-n-o'tishni yopuvchi kuchlanish berilgan. Bu kuchlanishni berganda zatvor potentsiali kirish potentsialiga qaraganda ko'proq manfiy bo'ladi (123-rasm, a) va kanal chegarasida zaryad tashuvchilari siyrak va yuqori solishtirma qarshilikka ega bo'lgan bir tekis qatlam vujudga keladi.

Chiqish va kirish orasiga qo'yilgan kuchlanish (123-rasm, b) bir tekisda bo'lmagan siyrak qatlam paydo bo'lishiga olib keladi, chunki zatvor bilan kanal orasidagi potentsiallar farqi kirishdan chiqishga tomon yo'nalishda ko'payada va kanalning eng kichik kesimi chiqish yoniga joylashgan bo'ladi. Agar bir vaqtda kuchlanish U_{ch} va $U_{k} < 0$ (123-rasm, b) berilsa, u holda zaryad tashuvchilari siyraklashgan qatlamning qalinligi va kanalning kesimi shu ikkita kuchlanishlarning ta'siri orqali aniqlanishi mumkin. Kuchlanishlar yig'indisi yopish kuchlanishiga tenglashsa, siyraklashgan sohalar birlashadi va kanalning dinamik qarshiligi keskin oshadi.

Maydonli tranzistorlarning asosiy volt-amper xarakteristikalari chiqish (stok) xarakteristikalari xisoblanadi. Bu chiqish toki I_{ch} ning kuchlanish U_{chi} ga bog'liqligini ifodalaydi (124-rasm, a). Bu xarakteristikalar uchun parametr bo'lib kuchlanish U_{zi} xizmat qiladi.

Xarakteristikalarning boshlang'ich qismida chiqish toki I_{ch} kuchlanish U_{chi} ning oshishi bilan ko'payadi. Kuchlanishlar yig'indisi $U_{chi} + U_{zi}$ yopish kuchlanishi U_{yop} ga teng bo'lgunga qadar kuchlanish U_{chi} ni oshirganda, kanal yopiladi, chiqish toki I_{ch} ko'tarilishdan to'xtaydi va to'yinish rejimi boshlanadi. Ko'proq manfiy kuchlanish U_{zi} da to'yinish kichik chiqish toki I_{ch} da va kuchlanish $U_{4,}$ da boshlanadi.

Kuchlanish U_{chi} ning keyingi ortishi zatvor va kanal orasidagi r-p-o'tishning teshilishiga va tranzistorning ishdan chiqishiga olib keladi.

Maydonli tranzistorning chiqish xarakteristikam bo'yicha uning o'tish xarakteristikasini qurish mumkin (124-rasm, b), u chiqish toki I_{ch} ning zatvor bilan kirish orasidagi kuchlanish U_{chi} ga bog'liqligini ifodalaydi. Tuyinish rejimi uchun bu xarakteristika chiqish va kirish orasidagi kuchlanishlarning har xil qiymatlari uchun deyarli bir xil. Zatvor zanjirida tok juda kichik ($73 \text{ q q } 10^{-8} \text{—} 10^{-9} \text{ A}$) bo'ladi, chunki u asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning yopiq r-p-o'tsh orqali harakati bilan aniqlanadi.

Izolyatsiyalangan zatvori bor maydonli tranzistorda kanal bilan metall zatvor orasida yupka dielektrik (odatda kremniy oksida) qatlam bo'ladi. r- p-utih esa bo'lmaydi. Bunday maydonli tranzistorlar ko'pincha MOP tranzistor-lar (metall-oksid-yarimo'tkazgich struktura) yoki MDP—tranzistorlar (metall dielektrik yarimo'tkazgich) deb ataladi. Bu maydonli tranzistorlarda zatvor toki yanada kam ($I_3 \text{ q } 10^{-10} \text{—} 10^{-13} \text{ A}$).

Maydonli tranzistorlar keyingi paytda kuchaytirgichlarda bir necha megagertsgacha chastotalar diapozonida signallarni kuchaytirish uchun keng qo'llanilmoqda. Bunday kuchaytirgichlarda kuchaytirish kuchlanishi zatvor bilan chiqish orasiga beriladi. Zatvor tokining juda kichikligi maydonli tranzistorlardagi kuchaytirgichlar kirish qarshiligining juda kattaligi, bu kuchaytirgichlarning afzalligidir.

Maydonli tranzistorlarnishg asosiy parametrlari chiqish (kanal) ning to'yinish rejimidagi differentsial qarshiligidir.

ELEKTRONLI TO'G'RILAGICHLAR, KUCHAYTIR-GICHLAR, GENERATORLAR VA RELE TO'G'RILAGICHLARNING VAZIFASI VA SXEMALARI

O'zgaruvchan tokni bevosita o'zgarmas tokka aylantiruvchi qurilma to'g'rylagich deb ataladi. To'g'rylagichlar elektr ven-tillardan va yordamchi qurilmalar (transformator yoki avtotransformator, filtr-lar va hokazo) dan iborat.

Ko'p hollarda zamonaviy to'g'rilagich-larda yarimo'tkazgichli, kremniyli, germaniyli, kichik quvvatlar va kuchlanish-lar uchun esa — selenli ventillar ishlatiladi. Ion ventillarning qo'llanish sohasi tez kamaymoqda; ular ichida bosh-qariladigan ventillar— tiratronlar amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kichik quvvatlarni to'g'rilashda ishlatiladi. Elektron apparatlarda, bundan tashkari, ba'zan elektronn diodlarda ishlatiladigan kichik quvvatli to'g'rilagichlardan ham foydalaniladi.

To'g'rilagich sxemasi ventilning ish-lash prinsipiga, qurilmalarning quvvatiga va boshqa texnik talablarga qarab tanlanadi. Eng oddiysi bit-ta yarim davrli sxemadir (158-rasm); unda ventill V orqali qarshiligi g_p bo'lgan nagruzka rezistorida tok faqat, davrning bitta yarim davomida mavjud bo'ladi. Bu holda sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishda ideal ventill-da (to'g'ri qarshiligi $g = 0$, teskari qarshiligi $g_{tes} = \infty$) to'g'rilangan tokning o'rtacha qiymati pulslanuvchi tokning o'zgarish tashkil etuvchisi amplituda qiymati I_m bilan nisbat $G = 0$ q $G = 1$ q $0,32$ bo'yicha, to'g'rilangan tokning ta'sir etuvchi qiymati esa nisbat $G = 0$ q

$G = 1$ bo'yicha bog'langan (159-rasm). Tashkil etuvchi tokning o'rtacha qiymati I_a q I_m : Zanjirning aktiv quvvati

$P = U I_a$ q $P = U I_m G$, bu erda U — 6y-tun zanjir qismalaridagi kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati. Bitta yarim davrli to'g'rilagichning kamchiliklari: to'g'rilangan tok to'g'rilangach kuchlanishning faqat bitta yarim davri davomida mavjud bo'ladi va unda juda ko'p o'zgaruvchan tashkil etuvchilar bo'ladi.

Transformator ikkilamchi chulg'ami-nikg o'rta nuqtasida chiqishi bo'lgan ikki yarim davrli to'g'rilagichda (160-rasm) to'g'rilangan tokni o'zgaruvchan kuchlanishning har shkala yarim to'lqiniga mos holda olish mumkin. Birinchi yarim davr-da tok ventill G_1 orqali, ikkinchi yarim davrda esa ventill 2 orqali yo'nalgan. Shu bilan birga transformator chulg'aminikg har ikkala yarmi faqat davr davomidagina tok bilan nagruzkalanadi: 160-rasmdagi sxema bir taktli deb ataladi. To'g'rilagichnikg ikki yarim davrli ko'prikk sxemasi (161 -rasm) o'zgaruvchan kuchlanishning bitta yarim davri-da tok it ventill G_1 , nagruzka rezistori R , va ventill 3 orqali yo'nalgan, ikkinchi yarim davrida esa tok G_2 ventillar 2 va 4 orkali (nagruzka rezistorida tok I_m qanday yo'nalgan bo'lsa xuddi shunday) yo'nalgan; bunday sxema ikki taktli deb ataladi. Ikki yarim davrli to'g'rilagichning har ikkala sxemasi uchun:

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

Ko'p fazali to'g'rilagichlarda pulslanish keskin kamayadi, ularning chastotasi esa haddan ziyod oshadi. Uch fazali bir taktli to'g'rilagichda har bir berilgan momentda (162-rasm) kaysining ventill anodi transformator chulg'amlari-king qismalariga ulangan bo'lsa va chulg'amning neytral nuqtasiga nisbatan qaysi ventill anodining musbat potentsiali eng ko'p bo'lsa, shu ventill orqali tok yo'nalgan bo'ladi, shuning uchun

to'g'rilangan kuchlanish ikkilamchi chul-g'am faza kuchlanishlarining musbat yarim-to'lqinlarining egiluvchi egri chizig'i bo'yicha o'zgaradi. Bu erda pulelanish chastotasi to'g'rilanayotgan o'zgaruvchan tokshshg chastotasidan uch marta katta. G'Bir taktli ko'p fazali to'g'rilagichlar katod tipida bo'lishi mumkin, bunda hamma katodlar bitta tugunga birlashtiriladi yoki anod tipida bo'ladi, bunda hamma anodlar bitta tugunga birlashtiriladi.

Ikki taktli uch fazali to'g'rilagichda (163-rasm) ventillarning birinchi yarmi katod gruppasini, ventillarning boshqa yarmi anod gruppasini hosil qiladi. Har qaysi berilgan momentda katod gruppasidan amodi ko'proq musbat potentsialga ega bo'lgan ventil tokni o'tkazadi va anod gruppasidan qaysi ventilning katodi absolyut qiymati bo'yicha eng ko'p manfiy potentsialga ega bo'lsa, shu ventil o'tkazadi. Bunday to'g'rilagich uchun kuchlanishning pulelanish chastotasi to'g'rilanayotgan o'zgaruvchan tok chastotasidan olti marta ortiq bo'ladi.

Pulslanishni taqqarlash uchun pulelanish koefitsienta q_n q UJU0 kriteriya bo'lib xizmat qiladi. U kuchlanishning asosiy garmonik tashkil etuvchilarining amplitudasining kuchlanishning o'rtacha qiymatiga bo'lgan nisbati-ga teng. Ikki yarim davrli bir fazali to'g'rilagich uchun q_n q 0,667, uch fazali bir taktli to'g'rilagich uchun q_n q 0,25, uch fazali ikki taktli to'g'rilagich uchun <7 , q 0,057. Pulslanishni kamaitirish uchun to'g'rilagich va iste'molchi orasiga ko'pincha tekislovchi elektr filtrlar ulanadi.

ELEKTRON KUCHAYTIR-GICHLARNING UMUMIY ISHLASH PRINTSIPI VA KLASSIFIKATSIYASI

Kuchaytirgich deb shunday qurilmaga aytiladiki, kirayotgan kichik quvvat (tebranish k.uvvati) R_{ksh} (uni signal quvvati deb ham ataladi) chiqayotgan ancha kat-

163- rasm. Uch fazali'ikki taktli to'g'rilagichning A. N. Larionov sxemasi a— A. N. Larionov sxemasi, b—to'g'rilangan kuchlanishning egri chizig'i

ta quvvat. Rchiq ni ana shu qurilma yordamida uzluksiz boshqarib turadi. Chikish quvvati ta'minlash manbaidan kuchaytirgich orkali kuchaytirgichning chiqish zanjiriga ulangan nagruzka qurilmasiga uzatiladi (164-rasm).

Kuchaytirgich ichida quvvatni boshqaruvchi priborlar—tranzistorlar yoki elektron lampalar bo'ladi, shunga muvofiq kuchaytirgichlar yarimo'tkazgichli (tranzistorli) va lampali to'rlarga bo'linadi.

Har qanday kuchaytirgich kirish qismalari tomonidan qandaydir kirish qarshiligi g_{kir} ga ega (165-rasm). Signal manbaini xuddi manba eyuk Esig kabi qarash mumkin, u ichki qarshilik g_{sig} ga ega. Kuchaytirgich chikish qismasi tomonidan energiya manbai bo'lib, ichki qarshi-lik g_{chiq} ga ega.

Kuchaytirgichning vazifasi signal quvvatini oshirishdan iboratdir, ya'ni kuchaytirgich chiqishidagi tebranishlar quvvati uning kirishidagi tebranishlar quvvatidan kapa bo'lishi kerak. Ammo bu quvvatning kuchayishi ko'pincha kuchaytirgich ishining xususiyatiga xos emas. Ko'p hollarda dastlab signal kuchlanishi yoki toki tebranishining amplitudasini kat-talashtirish kerak va faqat shundan ke-yingina quvvatni oshirish uchun kuchaytir-

164- rasm. Elektron kuchaytirgichning ishlash printsipi

gich kirishiga kuchaytirilgan signal berish kerak. Bunday dastlabki kuchaytirishda signal quvvati oshadi, lekin absolyut kattaligi oz bo'ladi. Bu erda tok yoki kuchlanishni kuchaytirish anchagina o'ziga xos va ahamiyatlidir. Shu sababga ko'ra kuchaytirish texnikasidan kuchlanish, tok va quvvat kuchaytirgichlariga ajratish qabul qilingan.

Kuchlanish kuchaytirgichni nisbatan katta kirish qarshiligi g_{kv} ga ega bo'lishi kerak, shunda signal manbani u eng kam nagruzkalaydi, uning chiqish qarshiligi g_{ch} esa bir necha marta nagruzka qurilmasining qarshiligi g_n dan yoki (keyingi kuchaytirish kaskadining kirish qarshiligidan katta bo'lishi kerak.

Quvvat kuchaytirgichi nagruzka qurilmasining ma'lum qarshiligida eng ko'p quvvatni uzatish uchun mo'ljallangan. Bunday uzatishning asosiy sharti qarshi-liklarni moslashdir — quvvat kuchaytirgichining chiqish qarshiligi taxminan nagruzka qurilmasining qarshiligiga teng bo'lishi kerak. U vaqtda energiya uzatish faqat 50 % ni tashkil qiladi, ya'ni

165- rasm. Kuchaytirgich va signal manbai o'zaro almashtuvchi sxema ta'minlash manbai energiyasining yarmi kuchaytirgich ichida yo'qoladi. Lekin bu yo'qolish absolyut kattaligi bo'yicha odatda juda kam bulib, ta'minlash manbai hisobiga krplanadi, shuning uchun ular hal qiluvchi ahamiyatga ega emas.

Kuchaytirgichning eng muhim miqdoriy xarakteristikasi uning kuchaytirish koefitsienti K dir. Bu chiqish kattaligi son qiymatining o'zgarishini kirish kattaligi son qiymatining o'zgarishiga bo'l-gan nisbatidir. Agar kuchaytirilayotgan kattalik garmonik tebranishli bo'lsa, bu holda kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koefitsienti K_u q U_{mKBP} , tokni kuchaytirish koefitsienti K_r q $R_{ch} G_{Rkv}$ bu erda R — teplili o'rtacha quvvati, V_m , I_t esa kuchlanishlar va toklarning teGNPR li amplituda qiymatlari.

Bitta tranzistor yoki elektron lampa orqali olinayotgan kuchaytirish ko'p hollarda ish mexanizmini (masalan, rep-roduttori) ishga tushirish uchun etarli bo'lmaydi. Signalni kuchaytirishni oshirish uchun kuchaytirgich kaskadlari ket-ma-ket ulanadi — bir qancha kaskadlar-dan tashkil topgan murakkab kuchaytirgich vujudga keladi. Unda birinchi kaskadning I chiqish zanjiridagi kuchlanishning o'zgaruvchan tashkil etuvchisi ikkinchi kaskadning kirishiga beriladi va hrkazo.

Ko'p kaskadli kuchaytirgichlarda ko'pincha birinchi kaskadlar kuchlanish kuchaytirgichlari, oxirgi ikkshasi esa — quvvat kuchaytirgichlari bo'lib xizmat kiladi,

lekin kuchaytirgich bitta tip li, ya'ni faqag kuchlanish kuchaytirgichlar-dan tashkil topgan bo'lishi mumkin.

Kuchaytirgichning kator xususiyatlari kaskadlar orasidagi bog'lanishni amalga oshirish usuliga bog'liq. Asosiy usul-lar: sig'imli (kondesator orqali), transformatorli (transformator orqali) va galvanik (rezistor orqali) turlarga bo'linadi. Kuchaytirgichlardan hammadan ko'p sig'imli va galvanik bog'lanishlar qo'llaniladi. Transformatorli bog'lanish ba'zan quvvat kuchaytirgichining chiqishi-da nagruzka qurilmasining qarshiligi G ni kuchaytirgichning chiqish qarshiligi bilan moslash uchun qo'llaniladi. Transformatsiya koeffitsienti $G_1 G_2$ bo'lgan transformator orqali ulangan nagruzka qurilmasining qarshiligi chiqish zanjiriga bevosita ulangan rezistor qarshiligiga ekvivalent, uning qarshiligi $G_1 G_2$ gya bo'ladi. Shunday qilib, qarshiliklarni transformatorning tegishli transformatsiya koeffitsientini (o'ramlar sonining nisbatini) tanlash yo'li bilan moslash mumkin, bunda gchiq $q_1 q_2$ bo'lishi kerak.

Reaktiv elementlar — kondensatorlar va transformatorlarning kuchaytirgich kaskadlari orasidagi bog'lanish uchun ishlatilishi kuchaytirgichning hamma kaskadlarini ta'minlash maqsadida bitta energiya manbaidan foydalanish masalasini soddalashtiradi, chunki bu elementlar. ayrim kaskadlarning o'zgaras tok zanjirlarini ajratadi.

Ko'p kaskadli kuchaytirgichning umumiy kuchaytirish koeffitsienti uning ayrim kaskadlarining kuchaytirish koeffitsientlari ko'paytmasiga teng.

Ko'pincha kuchaytirish zanjiri reaktiv elementlardan iborat bo'ladi. Ular-dan ba'zilar kondensatorlar va transformatorlar. Ammo ulardan tashkari kuchaytirgichda parazit reaktiv elementlar-ning mavjudligi muqarrar, ular kuchaytirgichning ayrim kislmlari orasidagi sig'imlarni, elektron lampalarning ichki sig'imlarini va hokazoni 1 belgilay-di. Hamma reaktiv elementlarning o'tkazuvchanligi chastotasiga bog'liq bo'l-gani uchun kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti u yoki bu daraja-da chastotaga ham bog'liq.; shunga mos-Esfits kuchaytirgichning muhim xarakteristikasi uning o'tkazish polosi bo'la-di. U chastotalarning yuqorigi va past-ki chegaralari bilan aniqlanadi. Shu chastotalar orasidagi chegaralarda ushbu

kuchaytirgichning ishi ma'lum talablarni qanoatlantiradi deb xisoblash mumkin.

Kuchaytirish koeffitsientining nominal qiymati kuchaytirgichdagi reaktiv elementlarning ta'sirini hisobga olmasa bo'ladigan chastotaga mos keladi.

KUCHAYTIRGICHLARDA TESKARI BOG'LANISH

Texnikada teskari bog'lanishni qurilmaning chikish kattaligining uning kirish kattaligiga bo'lgan ta'siri deb atash qabul qilingan. Teskari bog'lanish agar u kirish kattaligiga teskari yo'nalgan bo'lsa, manfiy, aks holda u musbat bo'lada.

Teskari bog'lanishdan ishlab chikarish jarayonlarini avtomatlashtirishda keng foydalaniladi. Jumladan, manfiy teskari bog'lanish ko'pincha chiqish kattalik-larni, masalan, kuchlanishni, mashina-ning aylanish tezligini va hokazoni sta-billash uchun xizmat kilali.

Elektron, kuchaytirgichlarda teskari bog'lanish kuchaytirishda signal egri chi-zig'i shaklining buzilishini bartaraf etish, kuchaytirish koefitsientini o'zgar-tirmaslik uchun va hokazoda ishlatiladi.

Ba'zi hrlarda signal .buzilishini keltirib chiqaruvchi o'rinsiz parazit -teskari bog'lanish ham paydo bo'lishi mumkin.

Teskari bog'lanish kuchlanish yoki tok bo'yicha ketma-ket yoki parallel bo'lishi mumkin. Elektron kuchaytirgichlar uchun kuchlanish bo'yicha ketma-ket teskari bog'-g' lanish xosdir (166-rasm). Musbat teskari bog'lanish mavjudligida kuchaytirgichning o'zining kirish qismalaridagi kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$^iR q ?>sIg Q <.\ll: (84)$$

Teskari bog'lanish orkali kuchaytirgich kirishiga berilgan kuchlanish ?G`tes 6 chi-qish kuchlanishi tG`Tec b qq |3(G`,iq ga pro-portsionaldir, bu erda 0 — kuchlanish 166- rasm. Kuchlanish bo'yicha 'ketma- ket bog'la-nishli kuchaytirgich bo'yicha teskari boglanish koefitsienti.

Teskari bsg'lanish bo'lmaganda kuchaytirgichning kuchaytirish koefitsienti
^chikG`^kir>

ya'ni kuchaytirgich chiqish kuchlanishi ning uning kirish kuchlanishiga bo'lgan nis-batiga teng. Teskari bog'lanishda ham-ma kurilmaning kuchaytirish koefitsienti quyidagicha bo'ladi: G`Sk q 0ChIKG`0SYG

bungaasosangG`sig q (G`chiqG`k;.

Kuchlanishlar ifodasini kuchaytirish koefitsienti orqali (84) formulaga qo'-yib, qiskartirishlarni bajarib quyida-gini olamiz: 1G`Qk q 1G`G`Q Q B. Shunday qilib, teskari bog'lanishda kurilmaning natijalovchi kuchaytirish koefitsienti:

Keyingi ifodadan ko'rinib turib-diki, kuchaytirish koefitsienti musbat teskari bog'lanishda ko'payadi, man-fiyda esa — kamayadi. Ammo manfiy teskari bog'lanishda kuchaytirgich ichida paydo bo'lgan va chikishda signalning egri chizig'ini buzuvchi garmonik tashkil etuvchi kuchaytirgich kirishiga be-riladi va kuchaytiriladi, chunki bu ku-chaytirilgan kattalik kuchaytirgichda paydo bo'luvchi garmonik tashkil etuvchiga fazasi bo'yicha karama-qarshi bo'ladi, u holda bunday garmonik tashkil etuvchi ma'lum darajada kamayadi. Elektron ku-chaytirgichlarda manfiy teskari bog'la-nishning bu xususiyati juda muhimdir.

BIPOLYAR TRANZISTOR-LARDAGI QUChAYTIRGICH-LAR

Tranzistorli kuchaytirgichlar uchun kuchaytirgich kaskadining umumiy elektrodi-ni (bu elektrod bir vaqtda priborning kirish va chikish zanjirlariga'kiradi) tan-lashga karab tranzistorni ulashning uchta asosiy sxemasi mavjud. Umumiy elektrod, odatda erga ulanadi. Umumiy bazali tranzistorlarni ulash sxemasi qisqacha UB (OB) sxemadeb atalib, 167-rasm, a da kel- -tirilgan. Bu sxema tranzistorning fizik xususiyatlarini ko'proq yaqqrl ko'rsatish imkonini beradi. Lekin unda quyida-gi kamchiliklar bor: tranzistorni bunday ulashda tok kuchaymaydi, kuchaytirgichning kirish karshiligi nisbatan kichik, chiqishi gchiq — $r_K q_{AUKG} A_{IK}$ esa katta, quvvat nisbatan oz kuchayadi, chunki fakat kuch-lanishga bog'liqdir. Shu sabablarga ko'ra ko'p hollarda tranzistorni ikkinchi ulash sxemasi umumiy emitterli UE(OE) sxema (167-rasm, b) afzal hisoblanadi. Bu erda kirish toki baza toki $1b$, chikishda

esa kollektor toki $1K$ bo'ladi. Bu tok-lgrning nisbati UE sxema bo'yicha kuchaytirgich kaskadining tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsientini aniqlaydi. Umumiy holda kuchaytiriladigan o'zgaruv-chan tokning berilgan chastotasi uchun tokning kuchaytirish ko'effitsienti Q (xuddi shunday tokning uzatish ko'effitsienti a kabi kompleks miqdordir. Chunki Kirxgofning birinchi krnuniga asosan $G'k q G'$, — $G'b$, agar $G'k q aG'$, bo'lsa,

u holda $kg * qG'kG'G'6qaG'(1 - a)q8.aG'(1 - a) q 6$ kattalikni baza tokni uzatish ko'effitsienti deb atash qabul qilingan. Ushbu sxema uchun u tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsientiga teng (taxminan, chunki $1K0$ hisobga olinmagan). $a q 0,95 - 0,98$ ning odatdagi qiymatida bu ko'effitsient $8 q 20 - 50$.

Bu sxema uchun kollektor xarakteristikasi (168-rasm) UB sxemaga o'xshash juda qiya emas. Buning natijasida 6 emitter toki va kollektor kuchlanishiga a ga qaraganda ko'proq bog'liq. Ammo UE sxemaning u yoki bu kamchiliklari katta qur.Eat kuchaytirilishi va tok kuchaytiri-lishi kabi afzalliklari bilan krplanadi.

Umumiy kollektorli UK sxemadan (167-rasm, v ga qarang) uncha foydalanil-maydi.

Emitter va kollektor zanjirlarini ta'minlash uchun sdatda ikkita ayrim elektr energiyasi manbaga zarurat yo'q.

Ular kuchlanish bo'lgich $rv g2$ bilan ulangan bitta manba bilan almashtiri-lishi mumkin (169-rasm).

Shuni ta'kidlash kerakki, tranzis-torli kuchaytirgichni har kandy usulda ulashda umumiy elektrod tarmog'i orqa-l teskari * bog'lanish vujudga keladi, buni kuchaytirgichlarni hisoblashda e'ti-borga olishga to'g'ri keladi.

Ko'p hollarda tranzistorli kuchaytir-gichlar ko'p kaskadli qilinadi va kaskadlar orasiga sig'imli bog'lanish qo'yiladi. Bunday kuchaytirgich bitta kaskadining sxemasi 170-rasmda ko'rsatilgan. RezistorVK yordamida chikish kuchlanishi hosil qilinadi, rezistor ge esa ishda trinzistr karshi-ligining o'zgarshiga emitter tarmrg'i qarshiligini

ta'sirini kamaitirish uchun xizmat qiladi. Buning natijasida kollektor va emitter orasidagi qarshilik-larning taqsimlanishi nisbatan o'zgar-maydi (ish nuqtasi stabillashadi). Kuchlanish bo'lgichning qarshiliklari g_g va g_a kancha kichik bo'lsa, kuchlanishning sta-billanishi shuncha yaxshi bo'ladi, lekin energiya manbaidan shuncha katta quvvat qabul qilinadi va kaskadning kirish qarshiligi shuncha kichik bo'ladi. Kondensator S_g kaskadni kuchaytirgichning ki-rishi bilan, ikkinchi kondensator S_2 esa 170- rasm. Kaskadlar 'vrasida sig'imli bog'lanish bo'lgan tranzistor kuchaytirgichi bitta kaskadining sxemasi kuchaytirgich chiqishi yoki keyingi kaskad-ninG kirishi bilan tutashtiradi. Rezistor r_s ni shuntlovchi kondensator S_{sh} ning vazifasi — emitter tokining o'zga-ruvchan tashkil etuvchilarini rezistor g_9 dan tashkarida o'tkazish uchun xizmat qi-lishdan iborat.

MAYDONLI TRANZIS-TORLARDAGI QUCHAYTIR-GICHLAR

Maydonli tranzistorlardagi kuchay-tirgichlar 7.5. da ko'rsatilganidek katta kirish qarshiligiga ega, shunga muvo-fi-q ular hozirgi vaqtda keng qo'llanil-moqda. Umumiy kirishli (istokli) kuchaytirish kaskadi eng ko'p tarqalgan bo'-lib, uning sxemasi 171-rasmda keltiril-f gan. Bu kaskadda rezistor R_c chiqish (stok) zanjiriga ulangan bo'lib, u orqa-li kuchaytirish amalga oshirilali. Kirish zanjiriga rezistor R_H ulangan. U kirish signali bo'lmaganda (tinchlik rejimda) zatvor bilan kirish orasidagi kuchlanish siljishi bo'lgan kerakli kuchlanish pa-sayishi U_{ao} ni hosil qiladi. Zatvor zan-jiridagi rezistor R_a tinchlik rejimda zatvor va kuchaytirgichli kaskadning umumiy nuqtasi orasidagi potentsiallarning tengligini ta'minlaydi. Rezistorlar R_B va R_3 larning mavjudligi natijasida zatvor potentsiali kirish potentsialidan rezistor R_{e} da tok G'_{io} ning o'zgarmas tashkil etuvchilari hosil qilgan kuchlanish pasayishi miqdoricha pastdir, ya'ni zatvor potentsiali kirish potentsia-liga nisbatan manfiy bo'ladi.

Kirish kuchlanishi ajratuvchi kondensator S_g orqali rezistor R_3 ga beriladi, shu bilan u maydonli tranzistorning ka-nalida kirish G'_{i} va chiqish ic tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchilarini vujudga keltiradi. Ular kirish kuchlanishi-ning chastotasi bilan o'zgaradi. Rezistor R_a da tok g'_{i} ning o'zgaruvchan tashkil etuvchilari tufayli hosil bo'lgan kuchlanish pasayishi hisobiga zatvor va kirish orasidagi,, maydonli tranzistor sr-kali kuchaytiriladigan, kuchlanishning o'zgaruvchan tashkil etuvchisi anchagina ki-rish kuchlanishidan kichik bo'lishi mumkin.

Bu kamayish kuchaytirgichda vujudga keluvchi manfiy teskari bog'lanish nati-jasi bo'lib, u kuchaytiruvchi kaskadning kuchaytirish koefitsientini kamaytiradi.

Buni bartaraf kilish uchun rezistor R_u ga paralel qilib kondensator S_i ula-nadi. Uning qarshiligi kuchaytirilayot-gan kuchlanishning eng kichik chastotasida ham rezistor R_K ning qarshiligidan bir necha marta kam bo'lishi kerak. Bu shart-da zanjircha

R_{z} , — C_{z} , da kirish toki »i ning o'zgaruvchan tashkil etuvchisi hosil qilgan kuchlanish pasayishi uncha katta bo'lmagan miqdorga ega bo'ladi, chunki

Chiqish kuchlanishi kondensator S_2 or-qali chikish va kuchaytiruvchi kaskadning umumiy nuqtasi orasida olinadi, ya'ni u chikish va kirish orasidagi kuchlanishning o'zgaruvchan tashkil etuvchisiga teng'. Shuni ta'kidlash kerakki, chikish kuchlanishi kirishdagidan anchagina katta, lekin u bilan qarama-qarish fazada. Umumiy kirishli maydonli tranzistordagi

kuchaytiruvchi kaskadning "kuchlanish buyicha kuchaytirish koeffitsientini ushbu formula bo'yicha aniklash mumkin:

bu erda R_i — chiqishning differentsial karshiligi, S — maydonli tranzistor o'tish xarakteristikasining tikligi.

Umumiy kirishli kuchaytiruvchi kas-kadlardan tashkari umumiy chiqishli kuchaytiruvchi kaskadlardan ham keng foy-dalaniladi (172-rasm). Bu kaskadda nagruzka rezistori R_{z} , kirish zanjiriga ulangan, chikish esa tok va kuchlanishning o'zgaruvchan tashkil etuvchilari bilan kuchaytiruvchi kaskadning umumiy nuqtasi bilan birlashtirilgan. Kirish kuchlanishi kondensator S_g orkali rezistor R_3 ga beriladi. Chikish kuchlanishi rezistor R_3 dagi kuchlanish pasayishining o'zgaruv-chan tashkil etuvchisiga teng bo'lib, kondensator S_2 orkali olinadi. U taxmi-nan ; kirish kuchlanishiga teng, ($K_v q^{\wedge} \text{chnkG}^{\wedge} K_{\text{Ir}} \ll 0,9$) va u fazasi bo'yicha bir xil. Shuning uchun umumiy chiqishli kuchaytiruvchi kaskad ko'pincha kirishli takrorlagich deb ataladi. U katta kirish va kichik chiqish karshiliklariga ega bo'-ladi, hamda juda katta tok bo'yicha $K, q^{-\wedge} \text{itsG}^{\wedge} \text{kir}$ kuchaytirish koeffitsienti-ga ega.

Kirishli takrorlagich ko'pincha yordam-chi kuchaytiruvchi kaskad sifatida yuqori omli kuchaytirilayotgan kuchlanish man-bayni past omli nagruzka qurilmasi bilan moslashda ishlatiladi.

ELEKTRON LAMPALAG'-DAGI KUCHAYTIRGICHLAR

Lampali kuchaytirgichlarda kaskadlar orasidagi bog'lanish odatda kondensator orkali amalga oshiriladi. 173-rasmda si-g'im bog'lanishli va anod zanjirlarida nagruzka rezistori bor uch kaskadli kuchaytirgichning sxemasi ko'rsatilgan. Har bir kaskadning chikish kuchlanishi karshiligi g_y bo'lgan rezistordagi kuchlanish pasayishi bilan vujudga keltiriladi: bunday bog'lanish ko'pincha rezistor-sig'im-li deb ham nomlanadi.

Kuchaytirilayotgan signal kuchaytirgichning birinchi kaskadi triodi L_x ning to'riga ajratuvchi kondensator S_x orkali beriladi; uning sig'im karshiligi signal chastotasida shu qadar kichik bo'lishi kerakki, signalning hammasi (kuchaytirgichning kirish kuchlanishining o'zgaruv-chan tashkil etuvchisi) birinchi triodning to'riga berilsin.

Signal kuchlanishi «ql q ump triod J1Y ning to'riga ta'sir qilib, kuchaytirish koeffitsienti rx bo'lganda anod zanjirida o'zgaruvchan kuchlanish sg «s1 ni hosil qiladi, natijada anod tokida te-gishlica o'zgaruvchan tashkil etuvchi ial ni vujudga keltiradi. Tok itl qarshilik ral da signalga proportsional kuchlanish pasayishi o`a1 q g'a1ga1 ni paydo qiladi.

Kuchlanish o`a1 ikkinchi ajratuvchi kondensator S2 orkali ikkinchi kuchaytiruvchi kaskad triodi L2 ningto'riga ta'sir qiladi. U shunday qilib, ikkinchi kaskadning kirish kuchlanishi bo'ladi.

Birinchi galda kaskadning kuchaytirish koeffitsientini quyidagicha aniklash mumkin. Ammo bu erda ikkinchi kaskadning kirish zanjirining anod tokiga ta'siri xisobga olinmagan.

Ikkinchi kaskadda kuchlanish i3i ga2 chikish kuchlanishi hisoblanadi, u uchin-chi kaskad kirishiga beriladi va hokazo. }"> Kuchaytirish chnqishidagi kondensator d uchinchi triodning anod zanjiri kuchlanishining faqat o'zgaruvchan tashkil etuvchisi, ya'ni kuchaytirilgan signal kuchlanishini o'tkazadi.

Kuchaytirgich kaskadlaridan birining kuchaytirish koeffitsienti

A'kp q U chiQ-pAAsir-p»

kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti esa A'k q ichyaKG`ishr, har bir kaskadning chikish kuchlanishi keyingi kaskadning kirish kuchlanishi bo'ladp:

ya'ni kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti uni tashkil etuvchi kaskadlarning kuchaytirish koeffitsieyatlari [ko'-paytmasiga teng.

Hamma lampalar avtomatik siljish bilan ishlaydi. Bunday siljishni hosil qilish uchun har bir lampaning katod zanjiriga karshiligi gsil li rezistor ulanadi va kondensator Ssil bilan shuntlanadi. Bu kondensatrning sig'imi karshiligi signal chastotasi uchun shu qadar kichikki, u anod tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi uchun rezistor gsil ni go'yo qisqa ulaydi, demak, siljish kuchlanishini lampa anod tokining fakat o'zgarmas tashkil etuvchilari vujudga keltiradi. Rezistorlar gSYaL1—gsil.9 ning katta qiymatlari to'rlarga manfiy siljish berish uchuy kerak. Triodlar anod kuchlanishining umumiy manbaiga ega, uning manfiy qutbi odatda erga ulanadi. Ko'p hollarda anod kuchlanishining manbai bo'lib filtrli go'g'rilagich xizmat qilishi mumkin. Qo'p kaskadli kuchaytirgichlar bo'lib tranzistorli kuchaytirgichlar ham xizmat kilishi mumkin, • ular lampalarga qaraganda keyingi vaqG`gda ko'proq ishlatilmoqda. 7

Kuchaytirgichning ish rejimi o'zgar-mas manfiy to'r siljishining qiymati bilan aniqlanadi. Kuchaytirgichlar ish-lash rejimi bo'yicha A, AV, V, S (174-rasm) klasslarga bo'linadi.

Agar bu siljish taxminan lampani yopish kuchlanishiga teng bo'lsa, bu holda garmonik signalning faqat musbat yarim to'lqinini uzatadi (174- rasm, klass V). Klass A bo'yicha kuchaytirishda to'r sil-jishi nisbatan kichik, anod toki signal davri davomida

ushlab turiladi-va signalning hammasi kuchaytirgich orkali uzatiladi. Klass S bo'yicha kuchay-tirshtsda to'r siljishi lampaning yopivd

kuchlanishndan anchagina oshnb ketadn, shuning uchuy signal bo'lmaganla anod toki nolga teng bo'ladi, u fa^{at} signalning musbat yarim to'lkiiin dagyumndapsha, ya'ni dayarnnng yarmidai kamroq vaqtida paydo bo'ladn, natijada sipilnnlg bitta yarim dapri uzatilayan.

Klass AV klass A na V la[g orasidagi oralnqdir. Anod chokishshg o'zgaras tashkil etupchnlarn kalcha kichik bo'lsa, kuchaptprshchning fpk shuncha yuqrr bu-ladi. Shuning uchun klass A buyncha kuchaytirgichning fik 50% dan yutsori emas, klass S bo'yncha asa 80% ga etishi mumkin. Kuchlanish kuchaytirgnchlarn ko'p lollarda klass A bo'yncha, kuivat kuchaychir-gichlarn esa boshqa klasslar bo'yicha ham ishlaydi.

ELEKTRON GENERATORLAR

Elektron generachorlar ko'p hollarda 'yukrrn pa o'cha loi^{opn} chasgotali o'zgaruv-chai toklarli olish uchun nshlachiladn: yuqori kuchlannshlar uchun ko'nroq lampali generachorlar, past kuchlannshlar uchun tranzistorli geieragorlar afzaldnr. Delila bu generachorlar o'zgaras kuchla-tshish ma'lum uagarunchan kuchlanishga aylanchiruvchi kurnlmalardir.

Elektron geperachorlarnnig ko'llanish sohasn juda kekg. Katta kuo^{aatln} generatorlar radiostantsiyalarga o'rnatiladi; sanoatda ulardan no^{.chatlarning} sirtini toblashda, mehallarni induktsnon snzdn-rishda va dielekchrnklarpi o'zgaruvchak elektr maydona ta'siri ostnda qizdn-rishda na boshqalarda ((yuydalaniladi. Kichik kuvvatln generachorlar turli xil o'lchashlar uchun xizmat kidadi.

Tebranishlar vujudga keluvchn zan-jirlarning xarakteriga qarab geieragorlar LC tipli geaerayurlarga (tebranish konturli generachorlar) va g S tipli re-neratorlarga bo'lnnadi.

Transforma goryuchi teskari boglanishli LC tipli lampali generatorlarning asosin sxemasi 175-rasmda kursashlgan. Bu generachorda elektr energnyasi manbai •— anod batareyasi Ut — triod yordamida teb- | rakshi koituri 1S dagi energiya , nerofi krplanadn va unda sunmas tebranishlar ushlab turi.chada. Bu holda teskari bog'la-nish transformator T shshg chulg'ami 2 orkali LC konchurdagn tok tebranishla-rmii chriodnpg to'r potentsialiga ta'sir qnlisshpdan iborat, to'r ' potenshshlininr o'zgarishi esa chiq1;sh kattaligi —anod to kining o'zgarishiga sabab bo'ladi, bu esa kondensator S ni zaryadlaydi.

175- rasm. Tranzistorli teskari bog'laknshln lampali LC- generatoriing asosiy sxemasi

Kondensator S induktyv g'altak X orkali zaryadsizlaG'shdi. Bu g'altak trans-oyurmator T ning birlamchi chulrami ham-dir. Bunday zaryadsizlanish snnusoidal

tebranishlar shakliga ega. Bu tebranishlar so'pmaydi, chunki teskari borlanish chulrami 2 orkali LC konturdagi tokning)'zgarishn triod tur. kuchlanishining uz-o`rpshpga, demak, anod tokining tebra-nnship) sabab bo'ladi, uning o'zgaruvchal chanG`kil etuvchisi koiturDagi tebrannsh-lar chasto slenga ega. Transformator chul-

. au.ui J chikish chulrami 3 bilan va tenora» chorshshg 'chiqish kismalarn bila i pnDuktiv Gyurlap'gap. Shunday kilib, generatorning chikish qnsmalarn oraskda 'snnusoidal o'z-garuvchai kuchlanish vujudga keladi, unnng chastotasi generatorning tebrapish konchurshshng narametrlari bilan aniqla-nadi. g S tipli generachorlar katoriga relaksadiol generachorlar* mansubdir. Bunga o'xshash generatorlarshigg zan-

.jirlarida chebranishlarpi zapas energiyami vaqt- pakdi bilan kamaytirib, ya'ni kondensatorpi zaryadsizlab xreil qilina-DI.

Relakshyua tebranishlarga odday mi-sol arrasimon kuchlanishlar generatori-dagi tebranishlar bo'lishi mumkin. Ular kondensator S ni neon lampa L orqaln paryadsizlaiishidan vujudga keladi (176-raoi). Bu lamianing volt-amper xarakteristikasi tiratron xarakteristikasiga o'xshash. Unda zaryadsizlanish ma'lum yoqish kuchlanishi U& da vujudga keladi va anchagina kichik o'chish kuchlanishi va tok G`. da tugaydn. ; Kondensator S

L.I, ya'ni

neon lampaga parallel qilib ulanadi. Generatorni ta'miglovchi o'zgarmas tok • manbaining kuchlanishi U yoqish kuchlanishi i' dan katta bo'lishi kerak, ammo-ikkinchi tomondan rezistor karshiligi g (176-rasmga karang) etarli darajada katta bo'lishi zarur, u ushbu shartii qanoatlantirishi lozim:

lampa fakat yordamchi elektr eiergiyasi bilan ta'mnnlapgandagina kondensator elektr mandashdagi zapas energiya hiso-biga smeni.

Dastlab lampa yonmaydn, kondeneator-esa tok bilan rezistor g orkali seknp-asga zaryadlanadp. Bunday sharoitda kop-densatorda kuchlanish sskin-psta oshadi. Kondensato)dagi kuchlanish yonish kuchlanishi Ue kiymatnga etgach, lampa yonadi.' Rezistor g orqali o'tayotgan tok lamianing yoniish uchuy etarli bo'lmagani uchuy lampanng onnshn vakdida kondensator seknn-asta zaryadsizlapadi va uning kuchlanishi pasayadi. Bu kuchlanish Uf qiyma-tiga etgach, lampa upadi Da kondensator-ning zaryadi tiklanadi. Shunga moe hol-da kondeneator kuchlanishining uzgarish davriy irotseesn arrasimon ekstsonant bo'; laklaridai iborat egri chnziq bilan nfb-dalanadi (177-rasm).

Bunday generatorlarda arrasimon im-pulelash neon lampa yoy razridli tiratron bilan almashtiriladi, bu yokish kuchlanishi U& ni rostlash imkotsini be-radi. Tiratron to'riga tegnshlts o'zgaruv-chan kuchlanish ta'sir qnlbn, relaksashyun generator ishini u yoki bu jarayok bilan sinxronlash mumkin.

O'ilarcha kalogerndap yukrrn chastota-lar uchun tiratron o'rniga maxsus sxema bo'yicha ulangan tranzistor yokn tiristor-lardap foydalaiiladn.

VAQT VA KUCHLANISH ELEKTRON RELE. FOTORELE

Ko'ndirishda ipderjka vakti o'rnatish uchun soat mexanizmi tipidagi mexanik qurilma o'rshna harakatlantiruvchi qismlarni bo'lmagan elektron qurilma ishlatish maqsadga munofiq. Bunday i¹y-rilmaning asosiy qismini o'zgarish kuchlanish U da kondensator S in rezistor orqali zaryadlovchi zanjirdir (178-rasmda, a). Kondensatorning zaryadlanishi kalit L' ulangan momentdan keshib boshlanadi. Kondensator sekunda zaryadlanish boshlaydi va uning kuchlanishi kondensator kismalariga ulangan rele qurilmani ishga tushirish kuchlashishining qiymatiga etmaguncha ko'payadi. Kondensator kuchlanishi ishtirokida kupaya borib, rele qurilmaning ishga tushirish kuchlanishi oshib (178-rasmda, b), bu qurilma ishga tushadi, uning ish bajaruvchi qismini operativ tok zanjirini ulaydi. Shunda masalan, shilavklyuchatel uziladi; Shunday kilib releni viderjka vatsti zaryadlanayotgan kondensator kuchlanishining oshib tezlashib atsiqlaydi, Bu tezlik kondensatorning zaryadlanish konturidan donmiy vaqt t q¹ — gS ga bog'liq. Vaqt g — ZgS davomida kondensator kuchlanishi deyarli V ga teng bo'ladi («s q¹ 0,95 g¹»). Vaqt relesi xreil qilayotgan viderjka vaqt qo'yidagi formula bo'yicha toshadi:

bu erda 1G'sL—kondensatorning boshlanish kuchlanishi {agar boshlash momentida u butunlan zaryadlanayotgan bo'l-sa).

Bunday vaqt relesini qaytadan ishlatish uchun kiska muadlatga (taxminan 0,3 s ga) uni manba kuchlanishi U dan uzatish kerak.

Zaryadlanayotgan kondensator orda energiya zapasi nisbatan kichik. shuning uchun rele qurilma asosida juda kichik suvratli engnallar bilan boshkarnatadigan elektrovakuum yoki yarimo'tkazit gichli priborlar ishlatiladi. Sxemasi 179-rasmda keltirilgan vaqt releida bu maqsad uchun tiratron Tir ishlatilgan. Zaryadlanayotgan kondensator kuchlanishi esa uni tur kuchlanishi bo'ladi.

To'r kuchlanishi U_r q U₀, T beril-ganda tiratron ochiladi va rele chulg'a-mida tok paydo bo'ladi. Rele ishga tushadi va operativ tok G¹ op zanjirigga (kalit K¹ ni) ulaydi va bir vaqtda kalit Ks ni ulab, kondensatorni zaryad-sizlaydi.

Tiratronni tiristor bilan almashtirish mumkin. Bu xrodkuchlanish U_{it} ni tiristorning boshkarish elektrrodi zanjiriga berish kerak.

Viderjka vaqt davomiyligini kondensator zaradlanayotgan rezistor sar-shiligini o'zgartirish yuli bilan rostlanadi. -

Zaryadlanayotgan kondensatorga parallel ulangan releli qurilma aslida kuchlanish releidir, chunki kondensator kuchlanishi berilish 1g¹(shmatga etgach, u ishlaydi. Umuman elektron texnikada eng oddiy kuchlayish releening elementlari— kalitlari bo'dib tiristor va tiratron xizmat qiladi. chunki ular boshkarnatuvchi kuchlanishning ma'lum qiymatida ochiladi. Ammo-elektron kuchlanish relesi tranzistorlarda ham yoki elektron dampalarda ham yigiladi.

fotoelektron rele ularning kirish elementiga fotoelektron iriborga tushayotgan yorug'lik oqimi o'zgarishi ta'sirida yshlaydi. U ishlab chiqarishda Ham, turmushda ham turln jarayonlarni avtomatik signallashtirish va boshqarish uchun xizmat kiladi. fotoelektr prnoorni tan-lashga va boshk,arplyo1gaa jarayonning xususiyatlariga k,arab bunday fotorele (u ko'pincha shunday ataladi) juda oddiy kuchaytirgicheizli yoki bitta kuchaytiruvchi kaskadli (180-rasm) yoki bir necha kuchaytiruvchi kaskadli bulishi mumkin.

Fotorele sxemalari fotoelektr priborga tushayotgan yorurlik oqnmning oshi-shn bilan fotorele chiqishndagi tok oshadigan bevosita ta'sir qiladigan va yorurlik oqpmi oshishn bilan chikishda tok kamayadigan teskari ta'sir qiladigan sxemalarga bo'linadi. '

Kontrol savollar

1. Bitta yarim davrln to'grilagichshshg o'i nima va qape i hollarda u ishlatiladi?
2. Ko'priklk ikki taktli to'grnlagich kaiday qurilpsh?'
3. Bnr fazal"i to'g'rilagich—bir taktli va ikki taktli uchun kapcha ventillar kerak?
4. Uch fazali bnr taktli va ikki taktli tugrmlagichlarla pulelanish chastotasi k.aiday?
5. KuchpLtnrgichlarda teskari bomannsh nima?
6. Manfiy teskari boglanish nima uchun xizmat kiladi va nima uchun manfiy deb ataladi?

ХОРИЖИЙ МАНБАЛАР

1. Бессонов Л.А. Теоретические **Основы Электротехники** » Зевеке Г.В. Основы теории цепей » Мансуров Н.Н., Попов ...
2. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические **основы электротехники**. Теория электрических цепей.

gstu.by/university/faculties/ef... копия еще с сайта

3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические **основы электротехники**. Т.1. Л.: Энергоиздат, 1981.-536с. ...

electro.bntu.edu.by/index.php?o... копия еще с сайта

4. Теоретические основы электротехники (ТОЭ)

8 мар 2003 ... Теоретические **основы электротехники**. ... Правила по технике безопасности .

5. И.М. Бондарь. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА. Учебное пособие для средних специальных ...

6. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование.

Автор: А.К. Михайлов, В.В. Малюшенко

Краткое описание: В книге изложены основные теории лопастных насосов, основные методы гидродинамических и механических расчётов проточной части и наиболее ответственных деталей.

7. Рецептурный справочник для электротехника.

27.11.2008

Автор: Я. Шкержик

Краткое описание: Справочник содержит рецептуру и описание способов приготовления различных средств для склеивания, шпаклевания, очистки металлов, стекла, фарфора и других материалов, обработки их поверхности. Описаны также специальные чернила для нанесения обозначений на эти материалы.

8. Электромагниты постоянного тока серии ЭУ. Инструкция по применению, монтажу и эксплуатации. Выпуск ЭО-26-Ш.

Добавлено: 26.12.2008

Автор:

Краткое описание: В инструкции приведены основные технические данные, а также рекомендации по применению, монтажу и эксплуатации.

9. Как самому рассчитать и сделать электродвигатель.

Добавлено: 24.10.2008

Автор: Виноградов В.Н., Виноградов Ю.Н.

Краткое описание: В книге изложены принципы действия и упрощенные расчеты электродвигателей малой мощности постоянного и однофазного переменного тока.

10. Тиристорные преобразователи частоты с искусственной коммутацией.

Автор: Р.П. Карташов, А.К. Кулиш, Э.М. Чехет

Краткое описание: В книге рассмотрены схемы тиристорных преобразователей частоты с непосредственной связью и искусственной коммутацией. Особенное внимание уделено преобразователям частоты с однократной модуляцией. Показаны особенности построения устройств искусственной коммутации при различных способах формирования кривой выходного напряжения. Приведены данные для расчета параметров некоторых схем.

11. Типовые расчеты по электрооборудованию.

Добавлено: 23.12.2008

Автор: В.И. Дьяков

Краткое описание: Даны практические советы по электрооборудованию, приведены теоретические сведения, методика расчета, расчетные примеры и важнейшие справочные данные.

12. Термоэлектрические генераторы.

Добавлено: 15.12.2008

Автор: А.Р. Регель

Краткое описание: Термоэлектрические генераторы.

Размер файла: 1742.5 Кб

13. Справочник по расчету проводов и кабелей.

Добавлено: 08.12.2008

Автор: Ф.Ф. Карпов, В.Н. Козлов

Краткое описание: Книга содержит справочные таблицы по расчету электросетей напряжением до 10 киловатт, включительно по условиям нагревания, допустимой потере напряжения и экономической плотности тока. Таблицы сопровождаются кратким изложением методов расчета и решением поясняющих примеров.

14. Неполадки в работе асинхронного двигателя.

- **Добавлено:** 07.11.2008

- **Автор:** А.Р. Деро

- **Краткое описание:** В книге описаны неполадки в работе асинхронных двигателей, рассмотрены причины этих неполадок - неисправности отдельных частей электродвигателя, приведены наиболее простые и доступные в условиях эксплуатации способы определения неисправностей и средства устранения их.

МАЪЛУМОТНОМА

Иноғомов Собитжон Ёқубжонович



2001 йил 1 мартдан:

Тошкент фармацевтика институтининг “Физика, математика ва ахборот технологиялари” кафедраси доценти

Туғилган йили:

30.10.1957

Туғилган жойи:

Тошкент шаҳри

Миллати:

ўзбек

Партиявийлиги:

йўқ

Маълумоти:

олий

Тамомлаган:

1981 й. Тошкент давлат университети (кундузги)

Маълумоти бўйича мутахассислиги:

физик

Илмий даражаси:

кимё фанлари номзоди

Илмий унвони:

доцент

Қайси чет тилларини билади:

рус тили

Давлат мукофотлари билан тақдирланганми (қанақа):

йўқ

Халқ депутатлари, республика, вилоят, шаҳар ва туман Кенгаши депутатими ёки бошқа сайланадиган органларнинг аъзосими (тўлиқ кўрсатилиши лозим)

йўқ

МЕҲНАТ ФАОЛИЯТИ

1975-1983 йй. - Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш муҳандислари институти, физика кафедраси лаборант ва лаборатория бошлиғи

1983-1984 йй. - Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш муҳандислари институти, физика кафедраси лаборатория бошлиғи ва кичик ходим

1984-1989 йй. - Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш муҳандислари институти, физика кафедраси илмий ходим

1989-1992 йй. - Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш муҳандислари институти, физика кафедраси илмий ходим ва Ўзбекистон Фанлар Академияси Сув муаммолари институти илмий ходим

1992-1993 йй. - Ўзбекистон Фанлар Академияси Сув муаммолари институтида илмий ходим ва Тошкент фармацевтика институти ассистенти

1993-1994 йй. - Тошкент фармацевтика институти “Физика, математика ва ахборот технологиялари” кафедраси доценти

1994-2001 йй. - Тошкент фармацевтика институти кафедра доценти ва Агробιοтехнология факультети декани

2001 й. ҳ.в. - Тошкент фармацевтика институтининг “Физика, математика ва ахборот технологиялари” кафедраси доценти

**Иноғомов Собитжон Ёқубжоновиқнинг яқин қариндошлари ҳақида
МАЪЛУМОТ**

Қарин- дошлиги	Фамилияси, исми ва отасининг исми	Туғилган йили ва жойи	Иш жойи ва лавозими	Турар жойи
Отаси	Иноғомов Ёқубжон	1913 йил, Тошкент шаҳри	1963 йил вафот этган (Тошкент темир йўлида ишчи)	
Онаси	Иноғомова Хатима	1920 йил, Тошкент шаҳри	2005 йил вафот этган (Тўқимачилик комбинатида ишчи)	
Турмуш ўртоғи	Раҳимжонова Холида Каримовна	1963 йил, Тошкент шаҳри	Самсунг-Тошкент қўшма корхонаси, оператори	Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Г.Азимова кўчаси, 16-уй.
Қизи	Ёқубжонова Фотима Собитжон қизи	1991 йил, Тошкент шаҳри	Тошкент фармацевтика институти талабаси	Тошкент шаҳри, Олмазор тумани. Г.Азимова кўчаси, 16-уй.
Қизи	Ёқубжонова Зухра Собитжон қизи	1991 йил, Тошкент шаҳри	Тошкент фармацевтика институти талабаси	Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Г.Азимова кўчаси, 16-уй.
Қизи	Ёқубжонова Захро Собитжон қизи	1992 йил, Тошкент шаҳри	Тошкент фармацевтика институти талабаси	Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Г.Азимова кўчаси, 16-уй.
Ўғли	Ёқубжонов Дилшод Собитжон ўғли	1997 йил, Тошкент шаҳри	Тошкент шаҳридаги, коллеж ўқувчиси	Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Г.Азимова кўчаси, 16-уй.
Қайнотаси	Раҳимжонов Карим	1922 йил, Тошкент шаҳри	1972 йилда вафот этган (колхозда ишчи бўлган)	
Қайнотаси	Раҳимжонова Раҳима	1927 йил, Тошкент шаҳри	пенсияда (колхозда ишчи бўлган)	Тошкент шаҳри, Учтепа тумани, Қурувчи кўчаси, 70- уй

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

TOSHKENT FARMASEVTIKA INSTITUTI

Fizika, matematika va axborot texnologiyalari kafedrası

Ro'yxatga olindi:

№ _____
2015 y. « ____ » _____

“TASDIQLAYMAN”

O'quv ishlari bo'yicha prorektor
v/b f.f.d., prof. H.S.Zaynutdinov

“ ____ ” _____ 2015 yil

“Fizika, Matematika va AT” kafedrası bo'yicha

“Fizika”, “Oliy matematika”, “Informatika va axborot texnologiyalari”,

“Muxandislik grafikasi”, “Elktrotexnika”, “Metrologiya”, “Amaliy me-

xanika”, “Avtomatika”, “EHMni biotexnologiyada qo'llash”, “TJO”

“Ta'limda axborot texnologiyalari” fanlaridan talabalarni bilimini

Baholash mezonı

Toshkent - 2015

Ushbu Nizom Fizika, matematika va axborot texnologiyalari kafedrası
_____ 2015 yildagi №_____ yig'ilishida muhokama qilindi va tasdiqlandi.

Tuzuvchilar:

Fizika, matematika va axborot
texnologiyalari kafedrasining mudiri,
t.f.d., dotsent

S.Yo.Inog'omov.

Fizika, matematika va axborot
texnologiyalari kafedrasining
dosentlar:

Ulug'murodov N.
X.Xoldorov. X.
Axmadjonov Z.

Fizika, matematika va axborot
texnologiyalari kafedrasining
katta o'qituvchilari:

Abduraxmonov B.
Sodiqova N.
Samigova N.
Sunatova D.
Tursunova Z.

“FIZIKA, MATEMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI” KAFEDRASI BO’YICHA
REYTING USULIDA TALABALAR BILIMINI ANIQLASH
(2015-2016 o’quv yili)

I. Umumiy qoidalar

1. Talabalar bilimni nazorat qilish va reyting tizimi orqali baxolashdan maqsad ta’lim sifatini boshqarish orqali raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga erishish, talabalarning fanlarni o’zlashtirishida bo’shliqlar xosil bo’lishini oldini olish, ularni aniqlash va bartaraf etishdan iborat.

Mazkur Nizom O’zbekiston Respublikasining "Ta’lim to’g’risida"gi (O’zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining Axborotnomasi, 1997 y., 9-son, 225-modda) va "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi to’g’risida"gi (O’zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining Axborotnomasi, 1997 y., 11-12-son, 295-modda) qonunlariga hamda O’zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 16 avgustdagi 343-son "Oliy ta’limning davlat ta’lim standartlarini tasdiqlash to’g’risida" qaroriga (O’zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari to’plami, 2001 y., 15-16-son, 104-modda) muvofik, O’zbekiston Respublikasi Oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligining 2009 yil 11 iyundagi 204-son buyrug’i bilan tasdiqlangan va O’zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2009 yil 10 iyulda 1981-son bilan davlat ro’yxatidan o’tkazilgan, hamda O’zbekiston Respublikasi Oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligining 2010 yil 25 avgustdagi 333-son buyrug’i bilan Nizomga o’zgartirish va qo’shimchalar kiritish haqidagi qarori, hamda O’zbekiston Respublikasi Adliya vazirligida 2010 yil 26 avgustda 1981-son bilan davlat ro’yxatidan qayta o’tkazilgan buyruq va ko’rsatmalariga asosan ishlab chiqilgan.

Talabaning mustaqil ishi O’zR oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligining 21.02.2005 yil 34-sonli buyrug’i va institut rektori tomonidan 2005 yil 3 sentyabrda tasdiqlangan “Talaba mustaqil ishini tashkil etish, nazorat qilish va baholash tartibi to’g’risida Nizom” asosida tashkil etiladi.

II. Nazorat turlari va uni amalga oshirish tartibi

2. Talabalarning bilim saviyasi va o’zlashtirish darajasining Davlat ta’lim standartlariga muvofiqligini ta’minlash uchun kafedrada o’qitiladigan fanlardan quyidagi nazorat turlarini o’tkaziladi:

- joriy nazorat;
- oralik nazorat;
- yakuniy nazorat.

3. Oraliq nazoratni o’tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida davriy ravishda o’rganib boriladi va uni o’tkazish tartiblari buzilgan hollarda. oraliq nazorat natijalari bekor qilinadi hamda oraliq nazorat qayta o’tkaziladi.

III. Baholash tartibi va mezonlari

4. Talabalarining bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning har bir fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

5. Har bir fan bo'yicha talabaning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda butun sonlar bilan baholanadi.

Ushbu 100 ball nazorat turlari bo'yicha quyidagicha taksimlanadi:

yakuniy nazoratga - 30 bal;

joriy va oralik nazoratlarga - 70 ball (fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda 70 ball kafedra tomonidan joriy va oralik nazoratlarga tegishli taqsimlanadi).

6. Kafedrada o'qitiladigan fanlarlar bo'yicha JNlar soni va uning har biriga qo'yiladigan maksimal ballar qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan:

№	Kafedrada o'qitiladigan fan	JN soni				JN maksimal bali			
		Farmasiya yo'nalishi	KT yo'nalishi	SF yo'nalishi	Bio yo'nalishi	Far-masiya Yo'nalishi	KT yo'nalishi	SF m yo'nalishi	Bio yo'nalishi
1	Fizika (1-kurs uchun)	9	9	9	9	5	5	5	5
2	Oliy matematika (1-kurs uchun)	9	9	9	9	5	5	5	5
3	Informatika va AT (1-kurs uchun)	9	9	9	9	5	5	5	5
4	Avtomatika (4-kurs uchun)				9				5
5	Ta'limda AT (2-kurs uchun)		9				5		
6	Muxandislik grafikasi (1-kurs uchun)			9	9			5	5
7	Amaliy mexanika (2-kurs uchun)			4	4			10	10
8	EXMni biotexnologiyaga qo'llash (4-kurs uchun)				4				10
9	Elektrotexnika (2-kurs uchun)			9	9			5	5
10	Metrologiya (2-kurs uchun)				9				5
11	TJO (4-kurs SF)			4				10	

Ya'ni Amaliy mexanika, EHMni biotexnologiyaga qo'llash, 4 ta darsga maksimal 10 bal bilan joriy nazoratga baho qo'yiladi, Qolgan barcha fanlarda 9 ta joriy nazorat maksimal 5 bal bilan baholanadi.

Har bir talabani JN bali bilan baxolashda quyidagi me'zonga amal qilinadi:

№	Semestr davomida yig'ildigan JN jami ballari		Har bir dars uchun JN bali		Talabaning bilim darajasi
	5 ballik sistemada	10 ballik sistemada	5 ballik sistemada	10 ballik sistemada	
1	38,7-45	34,4-40	4,3-5,0	8,6-10	Talabalar vazifalarni bajargan, og'zaki savollarga aniq javob beradi, mavzu bo'yicha qonuniyat, tariflarni yod biladi, mazmunini tushunadi, tenglamalarni yoza oladi mavzu bo'yicha mustaqil fikrlay oladi. Laboratoriya ishini mustaqil bajaradi, natijalarni rasmiylashtirib tahlil qila oladi.
2	32-38	28,4-34	3,6-4,2	7,1-8,5	Talaba vazifalarni bajargan, og'zaki va test savollariga javob bera oladi. Qonuniyat va ta'riflarni yod biladi. Mavzuni tushungan, laboratoriya ishini mustaqil bajarib natijalarni rasmiylashtiradi, lekin tahlil qila olmaydi.
3	25-31,5	22-28	2,8-3,5	5,5-7	Talaba vazifalarni bajarib kelgan, og'zaki va test savollariga qiyinlab javob beradi, tariflarni, tenglamalarni yod biladi, lekin mohiyatini yaxshi tushunmaydi. Laboratoriya ishini bajaradi, natijalarni rasmiylashtiradi.
4	25dan kam	28 dan kam	2,7va undan kam	5,5 dan kam	Talaba vazifalarni chala yozib kelgan, lekin mavzu bo'yicha savollarga javob bera olmaydi. Mohiyatini tushunmaydi, tenglamalarni to'g'ri yoza olmaydi.

ORALIQ NAZORAT

7. ON da fanning bir necha mavzularini qamrab olgan bo'limi yoki qismi bo'yicha mashg'ulotlar o'tib bo'lingandan so'ng, talabaning nazariy bilimlari baholanadi va unda talabaning muayyan savolga javab berish yoki muammoni yechish qobiliyati aniqlanadi.

“Elektrotexnika”, “Metrologiya”, “Avtomatika” va “EXMni biotexnologiyada qo'llash” TJO fanlarining har biridan bir marta ON o'tkaziladi va u maksimal 20 ball bilan baholanadi.

“Fizika”, “Oliy matematika”, “Informatika”, «Ta'limda AT», «Axborot texnologiyalari», “Amaliy mexanika”, “Muxandislik grafikasi” fanlaridan esa semestr

davomida 2 marotaba ON o'tkaziladi va xar bir ON baholash maksimal 10 balldan, jami maksimal 20 ball bilan baholanadi. ONga o'quv mashg'ulotlaridan qarzi bo'lmagan talabalar qo'yiladi.

ON da talabaning o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi. Maksimal ball 20.

O'zlashtirish, %	Ballar		baho	Baholash me'zoni
	10 ballik sistemada	20 ballik sistemada		
86-100	8,6-10	17,2-20,0	"5" a'lo	xulosa va qaror kabul kila oladi; ijodiy fikrlay oladi; mustaqil mushohada yurita oladi; olgan bilimlarini amalda qo'llay biladi; mohiyatini tushunadi; mavzuni biladi, aytib bera oladi; tasavvurga ega.
71-85	7,1-8,6	14,2-17,0	"4" yaxshi	mustaqil mushohada yurita oladi; olgan bilimlarini amalda qo'llay oladi; mohiyatini tushunadi; mavzuni biladi, aytib bera oladi; tasavvurga ega.
55-70	5,5-7,0	11,0-14,0	"3" Qoni-qarli	mohiyatini tushunadi; mavzuni biladi, aytib bera oladi; tasavvurga ega.
55 dan kam	5,5 dan kam	11,0 dan kam	"2" qoni-qarsiz	Mavzu haqida aniq tasavvurga ega emas; Fanni bilmaydi.

ON yozma ish, test, og'zaki suxbat shakllarida yoki ularning kombinasiyalarida o'tkazilishi mumkin.

TALABANING MUSTAQIL ISHI (TMI)

Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy va oraliq nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chikkan holda baholanadi.

Talabaning mustaqil ishi kafedra arxivida 1 yil mobaynida saqlanadi.

Talabalar "Fizika, matematika va AT" kafedrasida o'qitiladigan barcha fanlardan mustaqil ishi topshiradilar. Bunda talaba mustaqil ishining shakl va turlari fanning

mohiyatidan kelib chiqqan holda aniqlanadi va har bir ish turiga soatlarning taqsimlashga qarab quyidagi baholash mezonlariga maml qilinadi:

Amaliy mexanika, EHMni biotexologiyada qo'llash, TJO fanlarida TMIning o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi. Maksimal ball 10.

O'zlashtirish, %	Ballar	baho
86-100	8.6-10	"5" a'lo
71-85	7.2-8.4	"4" yaxshi
55-70	5.5-7.0	"3"qoniqarli
55 dan kam	5.5 dan kam	"2" qoniqarsiz

Qolgan fanlarda TMI ning o'zlashtirishi quyidagicha baholanadi. Maksimal ball 5.

O'zlashtirish, %	Ballar	baho
86-100	4,3-5,0	"5" a'lo
71-85	3,6-4,2	"4" yaxshi
55-70	2,8-3,5	"3"qoniqarli
55 dan kam	2,8 dan kam	"2" qoniqarsiz

Kafedrada o'qitiladigan har bir fan bo'yicha talabaning mustaqil ishi, joriy, oraliq va yakuniy nazoratlarning har biriga ajratilgan balning 55% saralash ball etib belgilanadi va bunda MT, joriy va oraliq nazoratlarning har biriga ajratilgan ballning 55 va undan yuqori foizidagi balni to'plagan talabalar ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kiritiladi.

9.Talabaning fan bo'yicha bir semestrda reytingi quyidagicha aniqlanadi;

$$R_f = \frac{V \cdot O}{100}$$

bu yerda:

V- semestrda fanga ajratilgan umumiy o'kuv yuklamasi (soatlarda); O' -fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

10. Reyting nazorati jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarning saralash ballari hakidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

11. Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

“Amaliy mexanika”, “EXMni biotexologiyada qo'llash”, “TJO”, fanlari uchun jurnal to'ldirish namunasi:

N	F.I.Sh.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	JB	OB	Ya	U
1	Alieva S	+	+	+	9	+	+	+	8	+	+	8	+	9	+	+	+	9	8	+	10	45	16	27	88
2	Valiev A.	+	+	+	6	+	+	+	7	+	+	7	+	7	+	+	+	6	8	+	8	34	15	16	65
3																									
4																									

“Muxandislik grafikasi”(sanoat farmasiyasi yo'nalishi uchun), “Avtomatika”, “Elektrotexnika”, “Metrologiya” “Ta'limda AT”, fanlari uchun jurnal to'ldirish namunasi:

N	F.I.Sh.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	JB	OB	Ya	Um
1	Alieva S	+	3	+	3	+	4	+	4	10	4	+	3	3	+	4	+	3	10	+	5	31	20	24	80
2	Valiev A.	+	4	+	3	+	3	+	3	9	4	+	3	4	+	3	+	3	9	+	5	30	18	18	71
3																									
4																									

“Oliy matematika” (“biotexnologiya” va “Sanoat farmasiyasi” yo'nalishlari uchun) jurnal to'ldirish namunasi:

N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	jb	ob	yb	umb
				jb			jb			jb			jb			jb				
1	Sharipova	+	+	4	+	+	4	+	+	4	+	+	4	+	+	4				
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
				jb			jb			jb			jb			mi				
		+	+	5	+	+	3	+	+	4	+	+	4	+	+	3	39	14	24	77

“Oliy matematika”(farmasiya yo'nalishi uchun), “Informatika” “Fizika” fanlari uchun jurnal to'ldirish namunasi:

N	F.I.Sh.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Sharipova	+	+	+	5	+	+	+	5	+	+	+	4	+	+	+	4	+	+	+	5	+	+
2	Botirov A	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	JN	ON	YN	Jami
	Sharipova	+	4	+	+	+	4	+	+	+	5	+	+	+	5	+	+	+	5	46	15	25	86
	Botirov A	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	+	+	+	3	30	11	17	58

KURS ISHI

12. Talabaning reyting daftarchasiga alohida kayd qilinadigan kurs ishi 100 ballik tizimda baholanadi.

Kafedrada o'qitiladigan "Amaliy mexanika" va "EXMni bitenologiyada qo'llash" fanlaridan kurs ishlarini topshirishlari rejalashtirilgan. Bajarilgan kurs ishlari mazkur nizomga asosan kafedrada himoya qilinib 100 ballik sistemada baholanadi va referat xolatida qabul qilinadi. Bunda berilgan mavzu yoritilishidan tashqari ma'lum masala uchun xisob-kitob ishlari ham bajarilgan bo'lishi kerak va chizmalarga alohida e'tibor berilib, internetdan olingan yangi materiallar ham bo'lishi talab etiladi. Kurs ishini baxolash quyidagi mezanga asoslanadi:

O'zlashtirish, %	Ballar	baho	Baxolash me'zoni
86-100	86-100	"5" a'lo	Mavzu to'la yoritilgan, mexanizmlar xarakati to'liq o'rganilgan, xulosa va qaror kabul kila oladi; ijodiy fikrlay oladi; mustaqil mushohada yurita oladi; olgan bilimlarini amalda qo'llay biladi; mohiyatini tushunadi; mavzu bo'yicha internetdan yangi ma'lumotlar olingan; tasavvurga ega.
71-85	71-85	"4" yaxshi	Mavzu yoritilgan, mexanizmlar xarakati o'rganilgan, xulosa va qaror kabul kila oladi; mustaqil mushohada yurita oladi; olgan bilimlarini amalda qo'llay biladi; mohiyatini tushunadi; mavzu bo'yicha internetdan yangi ma'lumotlar olingan; tasavvurga ega.
55-70	55-70	"3" qoni qarli	Mavzu yoritilgan, mexanizmlar xarakati o'rganilgan, mohiyatini tushunadi; mavzuni biladi, aytib bera oladi; tasavvurga ega.
55 dan kam	55 dan kam	"2" qoniqars iz	Mavzu yoritilgan, lekin mavzu haqida aniq tasavvurga ega emas; Fanni bilmaydi.

Talaba fan bo'yicha kurs loyihasi (ishi)ni ushbu fan bo'yicha to'plagan ballari umumlashtirilishiga qadar topshirishi shart. Talabaning kurs ishi kafedra arxivida 2 yil mobaynida saqlanadi.

13. Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyasiya komissiyasi tashkil etiladi.

Apellyasiya komissiyasi talabalarning arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

14. Talabanning fan bo'yicha nazorat turlarida to'plagan ballari semestr yakunida reyting qaydnomasiga butun sonlar bilan qayd qilinadi. Reyting daftarchasining "O'quv rejasida ajratilgan soat" ustuniga semestr uchun fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklama soatlari, "Fandan olingan baho" ustuniga esa 100 ballik tizimdagi o'zlashtirishi qo'yiladi, reyting ko'rsatgichi jadvaliga esa 10-punkt bo'yicha aniqlangan reyting natijasi yoziladi.

Talabanning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtiripsh reyting daftarchasiga qayd etilmaydi.

15. Joriy. oraliq va yakuniy nazorat natijalari kafedra yig'ilishlarida muntazam ravishda muxokama etib boriladi va tegishli karorlar kabul kilinadi.