

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va O‘rta maxsus ta’lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand Davlad universiteti

Elektrotexnika fanidan
laboratoriya mashg‘ulotlari uchun o‘quv qo‘llanma

Universitet ilmiy kengashi tomonidan nashrga tavsiya etilgan

Samarqand 2015

Elektrotexnika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari uchun qo'llanma.
-Samarqand: SamDU nashri, 2015, - ____-bet.

Ma'sul muxarrir: Quvondiqov O.Q.

Tuzuvchilar: Quvondiqov O.Q.

Subhonqulov I.

Taqrizchilar: Turdibekov I.T.
Hamraev N.S.

SO‘Z BOSHI

Respublikamizda jaxon standartlariga javob beradigan yetuk mutaxassis kadrlarni tayyorlashga katta e’tibor berilmoqda.

O‘zbekiston Respublikasining “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi” va “Ta’lim to‘g‘risida”gi qonunning qabul qilinishi ta’lim-tarbiya sohasidagi islohotlarning yaqqol misolidir. Qisqa fursatda ta’limning barcha turlari uchun Davlat ta’lim standartlari yaratilgan bo‘lib, ushbu DTSlar respublikada olib borilayotgan amaliy ishlarga to‘liq mos keladi. Ta’lim tizimida uzluksizlik ta’minlangan bo‘lib, shu tizim asosida erkin fikrlaydigan, Vatan va millat manfaatlarini yurakdan his qiladigan, o‘z ona yurtini ulug‘lashga qodir, har tomonlama barkomol, yetuk, yuksak ma’naviyatli va ma’rifatli, ulkan salohiyatga ega bo‘lgan, zamonaviy va raqobatbardosh kadrlar tayyorlash maqsad qilib qo‘yilgan.

Hozirgi kunda Respublikamizda amalga oshirilayotgan ta’limni isloh qilishning uchinchi bosqichida mutaxassislarning resurs, kadrlar va axborot bazalarini yanada mustahkamlash, o‘quv–tarbiya jarayonini yuqori sifatli adabiyotlar, xususan yangi o‘quv–uslubiy majmualar, ilg‘or pedagogik texnologiyalar bilan to‘liq ta’minlash ko‘zda tutilgan.

Fizika fani kabi “Elektrotexnikaning nazariy asoslari” fani ham tajribaga asoslangan fandır. Nazariy olingan bilimlarni tajribada tekshirib ko‘rishning eng samarali yo‘li laboratoriya ishlaridir. Shundan kelib chiqib, mazkur qo‘llanma kasbiy ta’lim: Elektronika va asbobsozlik yo‘nalishining “Elektrotexnikaning nazariy asoları” kursidan bajariladigan laboratoriya ishlarini o‘z ichiga olgan bo‘lib, unda har bir laboratoriya ishlarining qisqa nazariy ma’lumotlari ham keltirilgan. Ikkinchi tomondan, hozirgi kunda laboratoriya mashg‘ulotlari uchun davlat tilida chiqarilgan o‘quv qo‘llanmalarning aksariyat qismida laboratoriya ishlariga oid nazariy ma’lumotlar juda qisqa berilgan. Har bir ish oxirida tajriba xatoliklarini hisoblashga ham kam e’tibor berilgan. Ushbu qo‘llanma bu kamchiliklardan xoli. Mualliflar har bir ishga oid nazariy ma’lumotlarni keltirib,

o'lchash uslubi va qurilmaning tavsifi, ishni bajarish va tajriba xatoliklarini hisoblash tartibini to'laroq bayon qilishga, ishning oxirida berilgan nazorat savollariga talabalar ishning o'zidan to'laroq javob topa oladigan qilib yozishga harakat qildilar. Qolaversa, qo'llanmaning bunday uslubda yozilishi, hozirgi kunda amal qilayotgan bilimni nazorat qilishning reyting tizimi talablariga ham javob beradi. Qo'llanmada har bir laboratoriya ishiga oid tajriba natijalarini rasmiylashtirish tartibi ham batafsil yozilgan. Bularning hammasi, laboratoriya ishlarini bajarish uchun o'quv rejasiga ajratilgan vaqtda, endi talabaga ko'prok laboratoriya ishlarini bajarish va ular yuzasidan reyting nazoratlarini tezroq topshirish imkoniyatini beradi.

Qo'llanma beshta bobdan tashkil topgan. Birinchi bobda o'zgaruvchan tokning chiziqli zanjirlariga oid laboratoriya ishlari keltirilgan. Ikkinchi bobda esa kuchlanish va tok rezonansiga doir ishlar berilgan. Uchinchi bobda uch fazali sistemalarni "yulduz" va "uchburchak" ulashga doir ishlar, to'rtinchi bobda esa bir fazali va uch fazali transformatorlarni ishlash prinsipi va xarakteristikalarini o'rganishga doir ishlar va nihoyat, beshinchi bobda o'zgaruvchan tok generatorlari va dvigatellariga doir ishlar keltirilgan. Har bir ish oxirida talaba bilimni nazorat qilish uchun savollar majmuasi va o'quv hamda uslubiy adabiyotlar ro'yxati berilgan.

Ushbu qo'llanma bevosita shu kafedraning xodimlari marhum Lapshin E.E, marhum Tursunov R.T. va dotsent Subhonqulov I lar tomonidan qo'yilgan laboratoriya ishlari asosida talabalarga tushunarli tilda yozilgan.

Xulosa qilib aytganda ushbu qo'llanma mualliflarning oliy ta'limdagi 30 yillik ish tajribasi asosida vujudga kelgan bo'lib, qo'llanma bakalavrlar, magistrlar va fizika fani bo'yicha dars beradigan yosh o'qituvchilariga mo'ljallangan.

Texnika xavfsizlik qoidalari.

Elektrotexnika laboratoriyasida 220-380V gacha kuchlanishdagi o'zgaruvchan toklardan foydalaniladi. Texnika xavfsizligiga to'liq rioya etilmaganda bu katta kuchlanishlar inson hayotiga jiddiy xavf tug'dirishi mumkin.

Inson tanasining elektr tasiriga qarshiligi uning teri qavatining qarshiligiga, organizmining fiziologik holatiga va boshqa omillarga (masalan, tozaligiga, namligiga va.hokazolarga) bog'liq. Shuning uchun odam tanasining qarshiligi katta diapazonda o'zgarishi mumkin. Lekin texnika xavfsizligi bo'yicha hisob kitoblarda bu qarshilik shartli ravishda 1kOmgga teng deb qabul qilingan. Inson oranzimidan o'tayotgan elektr toki unga kimyoviy, biologik va issiqlik tasirini ko'rsatadi va inson normal xayot tarzini izdan chiqaradi. Elektr toki o'tganda qondagi va boshqa organizmlardagi aralashmalarning elektrolizini keltirib chiqarib, ularning kimyoviy tarkibini o'zgartirib yuboradi. Elektr tokining biologik tasiri shu bilan xarakterlanadiki, organizmdagi tirik xujayralarning g'alayonlanishi oqibatida tananing qaltirashi va oyoq-qo'llarning ishlamay qolishi kuzatiladi. Issiqlik tasiri natijasida odam tanasining qismlari kuyib o'z funksiyasini bajarolmasdan qoladi. Insonning elektr tokidan zarar ko'rishi va asoratlarning og'irligi asosan odam tanasidan o'tayotgan tokning kattaligiga, tanadan o'tish yo'liga va tokning o'tish vaqtiga bog'liq. Shularni inobatga olib talabalar texnika xavfsizligi qoidalari bilan tanishib maxsus ajratilgan jurnalga imzo qo'ygandan keyin laboratoriya ishlarini bajarishga ruxsat etiladi.

Texnika xavfsizligi qoidalari quydagilardan iborat:

1. Sxemani tuzishdan oldin labaratoriya stendlarini elektr manбайдan uzilganlagini, avtomat ulagichlari "OTKL" belgisida turganligiga ishonch hosil qilgandan so'ng ishni boshlash kerak.
2. Ish joyida begana narsalar bo'lmasligi, atrofi turli xil jihozlar bilan to'sib qo'yilmagan bo'lishi lozim.
3. O'lchov asboblari va qurilmalar sxemadagi ochiq simlarga tasodifan tegib ketmaydigan qilib joylashtirilishiga etibor berish kerak, yani ochiq simlar izolatsiyalanishi kerak.
4. Qisqichlari singan yoki darz ketgan asboblardan, izolyasiya qobig'i buzilgan simlardan, buzuq rozetka, tumblyor va uzgichlardan foydalanishga aslo yo'l qo'ymaslik kerak.
5. Sxemani yig'ishda kesishayotgan simlar bir biriga tegib ketmasligi, taranglashib ketmasligi yoki o'ram shaklida bo'lmasligi, ishlatilmaydigan jismlar va ishchi detallarning stol ustida bo'lmasligi kerak.

6. Elektr energiyasini tarqatuvchi boshlang'ich shitlarga o'zboshimchalik bilan tegish, uni tamirlashga urinish, xuddi shuningdek, ish stolidan tashqaridagi boshqa jixozlarga ruxsatsiz biror amalni bajarish qat'iyan man etiladi.
 7. Elektr kuchlanishni sxemaga ulash faqat o'qituvchining ruxsati bilan va shu ish stolida ishlayotgan talabalar o'g'xlantirilgandan so'ng amalga oshirilishi kerak.
 8. Tajriba tugaganidan so'ng yoki tanaffusda sxema elektr tokidan uzib quyilgan bo'lish kerak.
 9. Laboratoriya ishini bajarish davomida xonada yolg'iz ishlash, kuchlanish ostidagi sxemada biror bir qayta ulashlarni bajarish, ochiq simlarga tegish, sxemani qayta yig'ib bo'lgach o'qituvchi ruxsatisiz tarmoqqa ulash, yig'ilgan va kuchlanish ostidagi sxemani nazoratsiz qoldirish mumkin emas.
 10. O'lchov asboblari va uskunalarning nosozligi, sxemadan uchqun chiqishi, yoki simlarini kuyib tutun chiqishi oqibatida achchiq xid kelganda darhol bu haqida o'qituvchiga xabar berish lozim.
- Laboratoriya ishini bajarib bo'lgach, stendni elektr tokidan uzib, sxema elementlarini bir biridan ajratib, ish joyini tartibga keltirib qo'yish lozim.

Laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha ko'rsatmalar.

Har bir laboratoriya ishini bajarishdan oldin shu ishga tegishli nazariy materiallarni darslik va qo'llanmalardan o'qib, yaxshi o'zlashtirib olish kerak.

Laboratoriya ishlarini bajarishda qo'yidagilarga etibor qilish kerak:

1. Har bir guruhdagi talabalar laboratoriya ishlarini bajarishda (2-3 kishidan iborat) zvenolarga ajratiladi.
2. Talabalar texnika xavfsizligi qoidalari va elektrotexnika laboratoriyasining ichki tartib-qoidalari bilan tanishgach ularga ishni bajarishga ruxsat beriladi. O'qituvchi tomonidan bu borada talabalarning bilim va ko'nikmalari qayta tekshirilib, talabalar xavfsizlik texnikasi to'g'risida instruktaaj o'tkazilganini qayd qilish daftariga imzo qo'yadi.
3. Har bir talaba tegishli laboratoriya ishini bajarish uchun laboratoriya mashg'ulotlariga puxta tayyorgarlik ko'rib kelishi shart. Laboratoriya ishiga tayyorgarlik qo'yidagilardan iborat:
 - a) ushbu ko'rsatma bo'yicha laboratoriya ishlarining metodik qo'llanmasi bilan tanishish
 - b) ishda yig'ilishi kerak bo'lgan elektr sxemasini talaba laboratoriya ishi bo'yicha hisobotiga chizib olish kerak
 - v) o'lchash asboblarning ko'rsatishlarini va bu ko'rsatishlar asosida hisoblanadigan kattaliklarni yozish uchun berilgan jadvallarni ish daftariga yozib borish.

g) bajarilgan laboratoriya ishiga tegishli nazariy materialni qo'llanmadan, konspektdan yoki tegishli adabiyotlardan qayta ishlab chiqish.

d) kafedra bo'yicha qabul qilingan ko'rsaima asosida hisobot tayyorlash.

4. Ishni bajarishdan oldin har bir talaba laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli o'lchov asboblari bilan tanishib, ularning nominal qiymatlarini, qaysi sistema asosida ishlashini, aniqlik klassini, zavoddan chiqqan nomerini daftarga yozib qo'yadi. O'lchov asboblari strelkalarining boshlang'ich nol holda bo'lishini albatta tekshirish zarur. Asboblarning strelkasini nolga keltirish o'qituvchi ishtirokida bajariladi.
5. Elektr sxemasini yig'ishni ketma-ket zanjirga kiruvchi energiya istimolchilari, ampermetr, vattmetr va schetchiklarning tokli cho'lg'amlarini ulashdan boshlab, so'ngra parallel zanjirlarga kiruvchi voltmetr va vattmetrning kuchlanish cho'lg'ami ulanadi.
6. Sxema noto'g'ri yig'ilganda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan har qanday noxushliklarni oldini olish maqsadida, uni ishga tushirish uchun manbaga ulashdan oldin o'qituvchiga tekshirtirish shart. Rublnikni faqat sxema tekshirilgandan so'ng ulash mumkin.
7. Laboratoriya ishini boshlashdan, shuningdek, har safar qayta ulashdan oldin yuklanish reostatlarining qarshiliklarini to'liq ulangan holda bo'lishiga etibor berish kerak.
Har bir qayta ulashdan so'ng sxema o'qituvchi tomonidan tekshirilishi kerak.
8. Laboratoriya ishi tugagach talabalar ulchash natijalarini o'qituvchiga ko'rsatishlari kerak. O'qituvchi tajriba natijalarini to'g'riligini tasdiqlagandan so'ng rublnik tarmoqdan uziladi va sxema yig'ishtirilishi mumkin.
Agar o'lchash natijalari noto'g'ri bo'lsa, o'lchashni yuqorida qayd qilingandek qayta davom ettirish kerak.
9. Kafedra tomonidan tasdiqlangan ko'rsatma asosida hisobot yoziladi.

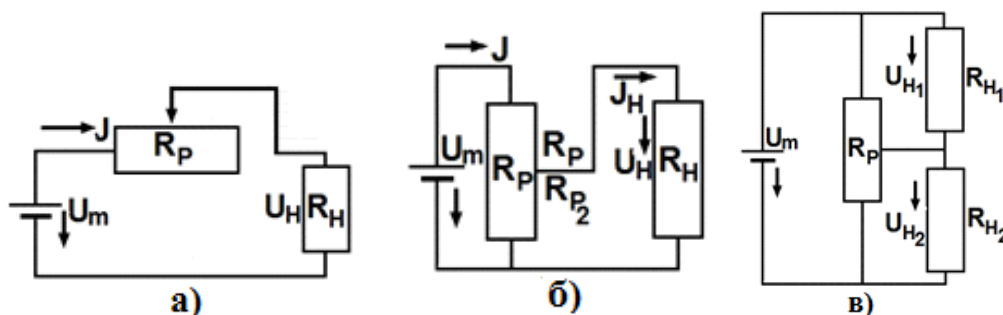
LABORATORIYA ISHI №1

Mavzu: Potensiometrni o'rganish.

Kerakli asboblari: Doimiy tok elektr energiya manbai (yarim o'tkazgichli to'g'rilagich)–1 ta, 0–1 A chegarada o'lchovchi doimiy tok ampermetri-1 ta, 0–200 μA chegarada doimiy tokni o'lchovchi milliampermetr-1 ta, 0–60 V chegarada kuchlanishni o'lchovchi doimiy tok voltmetri–1 ta, Reostat ($R=110\ \Omega$, $J=2\ A$)-1 ta, Reostat ($R=800\ \Omega$, $J=0.7\ A$)-1 ta

Ishga doir nazariy tushuncha.

Rostlovchi reostatning ulanish sxemasi asosan 3 xil bo'ladi. Bu ulanish sxemalari 1-(a.b.v) rasmda keltirilgan.



1-rasm

Odatda tok manbaining ichki qarshiligi tashqi elektr zanjir qarshiligidan ($r \ll R$) ko'p marta kichik desak, har uch holda ham manbaining kuchlanishini doimiy deb xisoblash mumkin.

a) Agar rostlovchi reostatning R_p qarshiligini o'zgartirish bilan istemolchi orqali o'tayotgan tok J_H va undagi kuchlanishning tushishi U_H ni o'zgartirish (tor doirada) kerak bo'lganda R_p –rostlovchi reostat va R_H –istemolchi ketma-ket ulanadi.(1-a rasm)

b) J_H va U_H ning qiymatlarini keng chegarada o'zgartirish zarur bo'lsa 1-b-rasmdagi sxemadan foydalaniladi. Bunday ulanishga *potensiometrik ulanish* deyiladi.

U_H ning o'zgarishi reostatning harakatlanuvchi jilgichining siljishiga bog'liqdir. Iste'molchi ulangan reostat uchlaridagi kuchlanish

$$U_H = J R_{P2} = \frac{R_{P2}}{R_{P1} + R_{P2}} U_m \quad (1)$$

formuladan topiladi.

v) Kuchlanishni taqsimlash uchun

1-v rasmdagi sxemadan foydalaniladi.

1-b rasmdagi potensimetrlning xususiyatlari to'g'risida fikr yuritish uchun xarakatlanuvchi kontaktning ikki chetki xolatini ko'rib chiqaylik:

1. Xarakatlanuvchi jilgich reostatning eng pastki xolatiga siljiganda $R_{p2} = 0$ va $R_{p1} = R_P$ bo'lib (1) formulaga asosan $U_H = 0$ ga teng bo'ladi.

2. Siljituvchi kontakt reostat eng yuqori xolatiga siljirilgan bo'lsa $R_{p2} = R_P$ va $R_{p1} = 0$ bo'lib (1)ga asosan $U_H = U_m$ bo'ladi, ya'ni reostatning potensimetrik sxema sifatida ulanganda iste'molchi uchlaridagi kuchlanish U_H ni 0 dan U_m —manbaning kuchlanishiga teng bo'lgan qiymatigacha bir tekis o'zgartirish mumkin.(1-b rasm)

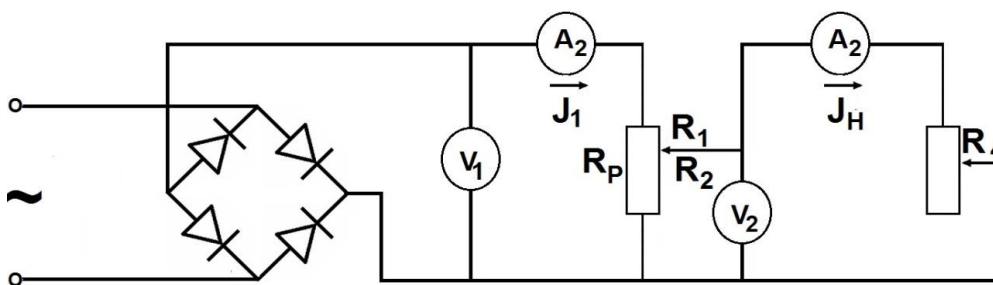
3) Agar iste'molchilar bir yoki bir nechta bo'lib, ma'lum bir kuchlanishlarga mo'ljallangan bo'lsa, rostlovchi reostat 1-v rasm dagidek kuchlanishni bo'luvchi sxema sifatida ulanadi.

Ishning maqsadi.

Reostatni potensimetrik sxema sifatida ulash to'g'risida tushuncha xosil qilish va tajriba yo'li bilan potensimetrlning xususiyatlarini o'rganish.

1—mashq.

Quyidagi 2-rasmdagi sxema asosida elektr zanjir tuzing.



2-rasm

Yuqori qarshilikli reostatni iste'molchi sifatida ulash kerak. O'zgaruvchan tokni to'g'rilagichning uchlaridagi ulanishlarga e'tibor bering. Potensimetrga beriladigan U_1 kuchlanishning qiymatini o'qituvchidan so'rab, shu kuchlanishni o'rnatish.

2-mashq.

Jilgichni siljitish orqali istemolchi qarshiligini to'liq holatga keltirib potensiometrni 5 ta holatiga ya'ni:

$R_2 = 0, R_2 = \frac{R_P}{4}, R_2 = \frac{R_P}{2}, R_2 = \frac{3}{4} R_P, R_2 = R_P$ holatiga qo'yib asboblarni ko'rsatishini yozib, o'lchash natijalarini 1-jadvalga yozing.

1-jadval

N_2	R_P, Om	R_2, Om	U_1, B	U_H, B	I_1, A	I_H, A	R_H, Om
1							
2							
3							
4							
5							

1-jadvaldagi qiymatlar asosida $U_H = f(R_2)$, bog'lanish grafigini chizing

3-mashq.

Istemolchini to'la qarshilikka qo'yib, potensiometr jilgichini surish yordamida istemolchiga kuchlanish bering. Kuchlanishni qiymatini o'qituvchi belgilaydi. Potensiometrning holatini o'zgartirmasdan R_H ni kamaytirib, istemolchi toki J_H ni shunday oshiringki, J_H ni qiymati uning nominal qiymatidan oshib ketmasin. Istemolchi toki J_H ni har bir qiymati uchun U_1 va $U_2 = U_H$ kuchlanish va J_1 ni qiymatini yozib boring.

O'lchash natijalarini 2-jadvalga yozib boring.

2-jadval

O'lchashlar				Xisoblashlar				
J_H, A	J_1, A	U_1, B	U_2, B	R_1, Om	R_2, Om	R_H, Om	R_H/R_2	R_{2H}

2-jadvaldagi o'lchash natijalariga asosan iste'molchidagi tokni xar bir qiymati uchun quyidagi formulalar asosida kattaliklarni xisoblang:

$$R_1 = \frac{U_1 - U_H}{J_1}, R_H = \frac{U_H}{J_H}, R_2 = \frac{U_H}{J_1 - J_H}, \frac{R_H}{R_2}, R_{2H} = \frac{R_2 R_H}{R_2 + R_H}$$

Xisoblangan natijalarni 2-jalvalga yozing va 2-jadvalda keltirilgan natijalar asosida $U_H = f\left(\frac{R_H}{R_2}\right)$; $R_{2H} = f(R_H)$ bog'lanishlarni grafigini chizing.

Tekshirish uchun savollar.

1. Potensiometr qanday maqsadlar uchun ishlatiladi?
2. Nima uchun tok manbaining qarshiligi reostatning qarshiligidan kam bo'lishi kerak?
3. Potensiometr yordamida istemolchiga beriladigan kuchlanishni elektr toki manbai qisqichkaridagi kuchlanishdan katta qilib olish mumkinmi?
4. Potensiometrning qaysi qismlari ko'proq qiziydi?

Adabiyotlar

1. Popov V.S., Nikolaev S.A. Elektrotexnika O'qituvchi 1973. 140 bet
2. Блаткина К.В. "Общая электротехника" Энергоиздат.Л. 1986
3. Китаев Е.В., Гревцев Н.Ф. Курс общей электротехники. Высшая школа 1965 г.
4. Общая электротехника. Под ред. ВС. Пантюшина. Изд. Высшая школа, 1970 г, с 30.

LABORATORIYA ISHI №2

Mavzu: Aktiv va induktiv qarshiliklar ketma–ket ulangan o'zgaruvchan tok elektr zanjirlarini tekshirish.

Kerakli asboblari: Aktiv qarshilik (reostat)–1ta, induktiv g'altagi-1ta, D-552 tipidagi universal elektr o'lchov asbobi-1ta, birlashtiruvchi simlar-3ta, o'zgarmas tok ko'prigi-1ta, o'zgaruvchan tok manbai (avtotransformator)-1ta.

Ishni bajarishdan maqsad: Aktiv va induktiv qarshiliklar ketma–ket ulangan oddiy o'zgaruvchan tok elektr zanjirlarini tuzish va undagi jarayonlar bilan tanishish. Berilgan kuchlanish bilan bu zanjirdan o'tuvchi tokning faza siljishini aniqlash. Kuchlanishlarning vektor diagrammasini ko'rishni o'rganish.

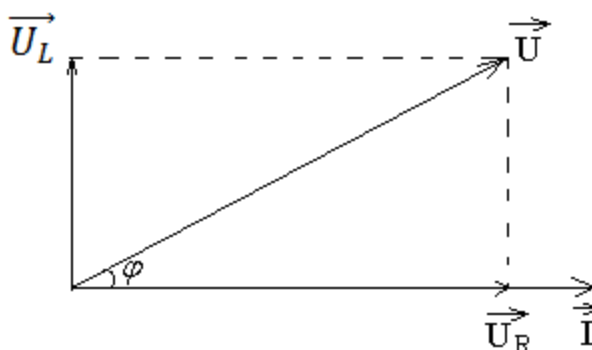
Ishga doir nazariy tushuncha.

Aktiv R va induktiv X_L qarshiliklar ketma–ket ulangan zanjir o'zgaruvchan EYuK manbaiga ulangan bo'lsa zanjirga berilayotgan kuchlanish

aktiv elementdagi $U_R=IR$ va induktiv elementdagi $U_L =IX_L$ qarshiliklarni geometrik yigʻindisidan iborat boʻladi:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L \quad (1)$$

Tok vektorini asosiy vektor qilib olsak, U_R tok vektori bilan faza jihatidan bir xil, U_L esa tok vektorining faza jihatdan 90° ga quvib oʻtadi. (1) ifodani nazarga olib kuchlanishni diagrammasini chizamiz.



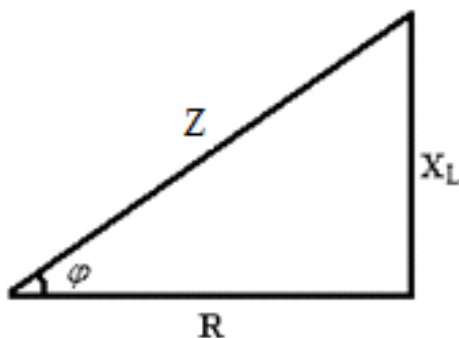
Vektor diagrammadan:

$$U = \sqrt{U_L^2 + U_R^2} = \sqrt{(IX_L)^2 + (IR)^2} = I \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

bundan
$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

RL -zanjir uchun Om qonuni, $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$, esa RL zanjirining toʻla qarshiligini ifodalaydi. Kuchlanish bilan tok oʻrtasidagi faza siljish burchagi $0 < \varphi < \pi/2$ chegarada oʻzgaradi va $\tan \varphi = \frac{U_L}{U_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R}$ dan topiladi.

Kuchlanishlar uchburchagidagi kattaliklarni I tokka boʻlib, qarshiliklar uchburchagi xosil qilinadi. RL zanjir uchun qarshiliklar uchburchagi quyidagicha boʻladi:



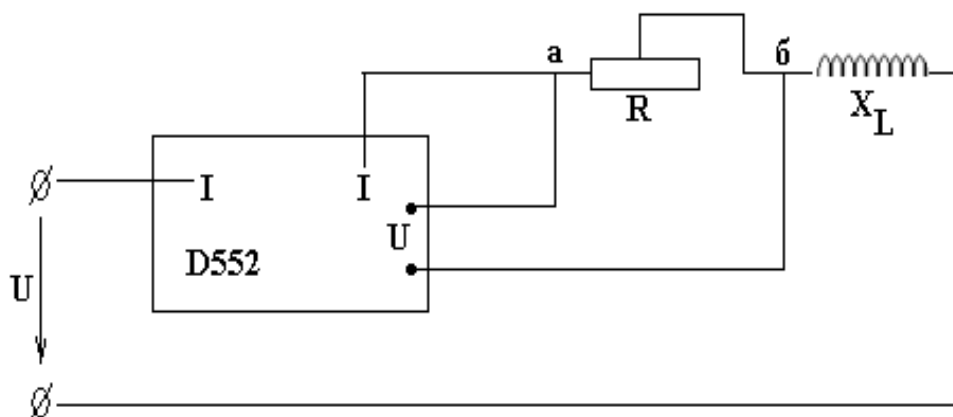
Ishni bajarish tartibi.

1-mashq

Ishning bajarish uchun foydalaniladigan hamma asboblarni ishlash prinsipi va ularni shkalasini baholashni o'rganing.

2-mashq

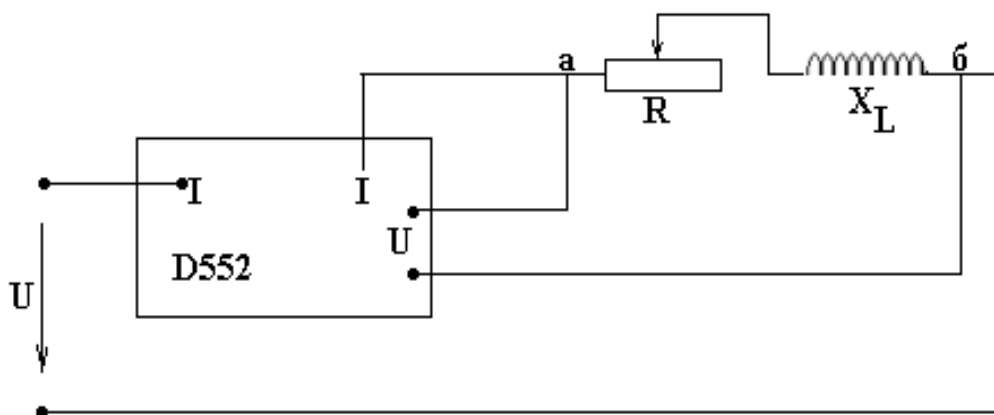
1–rasmda ko'rsatilgan sxemani tuzing. Zanjirdagi tok, kuchlanish va quvvatni o'lchang. Olingan natijalarni 1–jadvalga yozing.



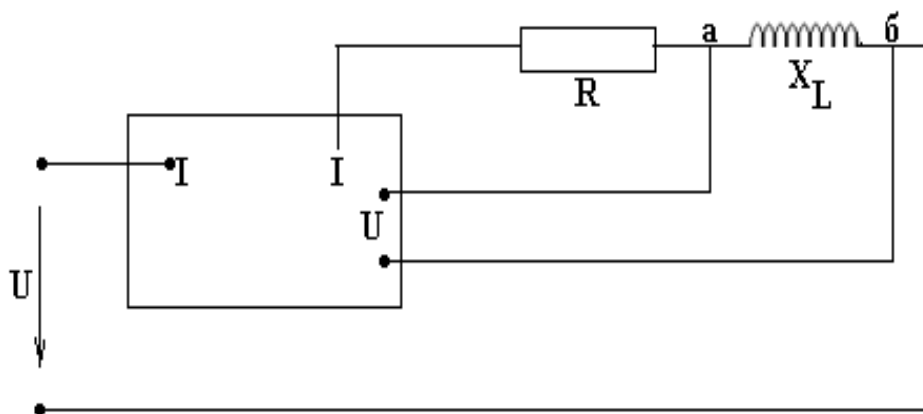
1-rasm.

1-jadval

	$I, (A)$	$U, (B)$	$P, (Vt)$	$U_R (V)$	$U_z (V)$	$P_z (Vt)$
1						
2						
3						



2-rasm



3-rasm

2-rasmda ko'rsatilgan zanjirni tuzing. U-kuchlanishni o'lchang va uni qiymatini 1-jadvalga yozing. 3–rasmda ko'rsatilgan sxemani tuzing.

U_z kuchlanish va P_z quvvatni qiymatini 1-jadvalga yozing. Reostatni jilgichini surib uni qarshiligini o'zgartiring. 1, 2 va 3 rasmlardagi sxemalardan foydalanib o'lchashni bir necha marta takrorlang va natijalarni 1-jadvalga yozing.

1-jadvaldagi o'lchangan kattaliklarni bilgan xolda 2-jadvaldagi kattaliklarni hisoblang.

2-jadval

N^o	Z, Om	$\cos\varphi$	φ	Z_z, Om	X_L, Om	L, Gn	U_L, V	R_a, Om	U_R, B

Bu kattaliklarni hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz:

a) Zanjirning to'liq qarshiligi

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

b) Quvvat koeffitsienti

$$\cos\varphi = \frac{P}{IU}$$

c) Induktiv g'altakning to'la qarshiligi

$$Z_z = \frac{U_z}{I}$$

Bunda g'altakni aktiv qarshiligi

$$R_z = \frac{P_z}{I^2}$$

G'altakning induktiv qarshiligi

$$X_L = \sqrt{Z_z^2 - R_z^2}$$

d) G'altakning induktivligi

$$L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

e) G'altakning induktiv kuchlanish

$$U_L = JX_L$$

shu g'altakdagi aktiv kuchlanish

$$U_R = JR$$

f) Olingan xar bir tajriba natijasidan foydalanib kuchlanishni vektor diagrammasini va qarshiliklar uchburchagini tuzing.

Tekshirish uchun savollar

1. Induktiv qarshilik nimaga teng? U qaysi birliklarda o'lchanadi?
2. Agar tok va kuchlanishni amplitudaviy qiymati ma'lum bo'lsa, uning effektiv qiymatini qanday topish mumkin?
3. Aktiv, reaktiv va to'liq quvvat nima va ular qanday birliklarda o'lchanadi?
4. Quvvat koeffitsienti deb nimaga aytiladi va uning o'lchov birligini ayting.
5. Olingan tajribani biror bir qiymati uchun qarshiliklar uchburchagini chizing.
6. Agar $\cos\varphi=0$ bo'lsa aktiv quvvatni qiymati qanday bo'ladi?

Adabiyotlar

1. Касатин А.С. Электротехника. Изд. Энергия 1973. с 97.
2. И.И. Иванов, В.С. Родовник. Электротехника, изд. "Высшая школа" 1984, б. 53
3. Общая электротехника. Под. В.С Пантющина. Изд. Высшая школа, 1970 г. с.145.

LABORATORIYA ISHI №3

Mavzu: Aktiv va sig'im qarshiliklar ketma-ket ulangan o'zgaruvchan tok zanjirini tekshirish.

Kerakli asboblari: Aktiv qarshilik–1ta, kondensatorlar–2 ta, D-552 tipidagi elektr o'lchov asbobi–1ta, birlashtiruvchi simlar–5ta, pereklyuchatellar–2ta.

Ishni bajarishdan maqsad: Aktiv va sig'im qarshiliklar ketma-ket ulangan elektr zanjiridagi jarayonlar bilan tanishish. Zanjirning ayrim

qismlaridagi quvvat, tok va kuchlanishni o‘lchash. Olingan natijalar asosida kuchlanishni vektor diagrammasini chizish.

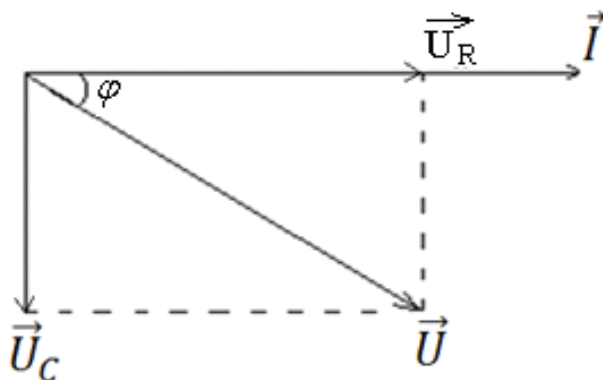
Ishga doir nazariy tushuncha

Aktiv R va sig‘im X_C qarshiliklar ketma–ket ulangan zanjir o‘zgaruvchan EYuK manbaiga ulangan bo‘lsa, zanjirga berilayotgan kuchlanish aktiv elementdagi $U_R=IR$ va kondensatordagi $U_C=IX_C$ kuchlanishlarni geometrik yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_C \quad (1)$$

Tok vektorini asosiy vektor qilib olsak, U_R vektori tok vektori bilan faza jihatidan mos keladi, U_C esa tok vektoridan faza jihatidan 90° ga orqada qoladi.

(1) formulani nazarga olib kuchlanishni vektor diagrammasini chizamiz.



Vektor diagrammadan:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2} = I\sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Bundan
$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

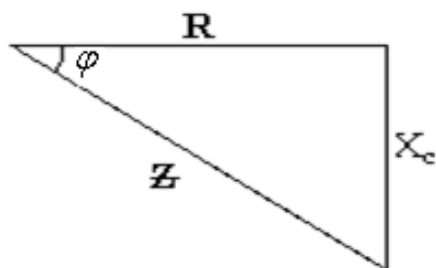
RS-zanjir uchun Om qonuni,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

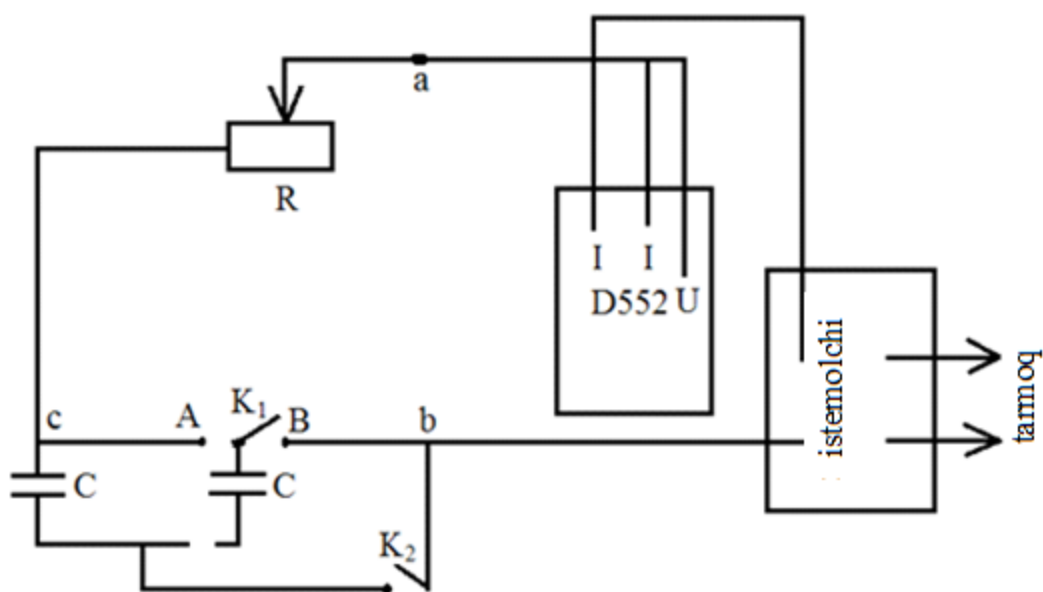
RS-zanjirning to‘la qarshiligini ifodalaydi.

Kuchlanish bilan tok o‘rtasidagi faza siljish burchagi $0 \leq \varphi \leq \pi/2$ chegarada o‘zgaradi va $\tan \varphi = \frac{U_C}{U_R} = \frac{IX_C}{IR} = \frac{X_C}{R}$ dan topiladi. Kuchlanishlar uchburchagidagi

kattaliklarni J tokka bo'lib, qarshiliklar uchburchagi xosil qilinadi. Bunday zanjir uchun qarshiliklar uchburchagi quyidagicha bo'ladi:



Ishning bajarish tartibi: Ishni bajarish uchun 1-rasmda ko'rsatilgan zanjirdan iborat qurilmadan foydalanamiz:



1-rasm.

Qurilmada aktiv qarshilik (reostat) mavjud va u elektr sig'imi 4 mkf dan bo'lgan ikkita kondensatorga ulanadi. K_1 va K_2 kalitlar yordamida kondensatorlarni o'zaro parallel, ketma-ket yoki bitta kondensatorni uzib qo'yish mumkin.

Ish quyidagi etapda olib boriladi.

1. Qurilmadagi asboblarni joylanishi bilan tanishib chiqing. Asboblarning joylanishini 1-rasmda ko'rsatilgan sxema bilan solishtiring. Pereklyuchatellarni xolati o'zgartirilganda nimalar o'zgarishini bilib oling.
2. Shu ishni bajarish uchun kerak bo'lgan elektr o'lchov asboblarni shkalasini bo'lim bahosini aniqlang.

3. 1-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha zanjir tuzing. K_1 kalitni B kontakt bilan birlashtiring. K_2 kalit ochiq bo'lishi kerak. LATR(avtotransformator)ni kuchlanish tarmog'iga ulang. O'qituvchi tomonidan aytilgan kuchlanishni LATR yordamida tiklang. Butun zanjirdagi tok va quvvatni D552 asbob yordamida o'lchab oling. Olingan natijalarni 1-jadvalga to'ldiring.

1-jadval

№	Sig'im kattaligi (mkf)	$U_1, (V)$	$I_1, (A)$	$P, (Vt)$	$U_R, (V)$	$U_C, (V)$
1						
2						
3						

LATRni jilgichini siljitmay uni kuchlanish tarmog'idan uzing. Voltmetrdagi simlarni a va c nuqtalarga ulab reostatdagi kuchlanish U_R ni o'lchab oling va natijalarni 1-jadvalga yozing.

Voltmertning simlarini c va b nuqtalarga ulab kondesatorlardagi kuchlanish U_C ni o'lchang va 1-jadvalga yozing.

4. K_1 kalitni uzib K_2 kalitni ulang. 3-punktda ko'rsatilgan tartibda hamma o'lchashlarni bajaring. Olingan natijalarni 1-jadvalga yozing.

5. K_1 kalitni A kontakt bilan birlashtiring, K_2 kalitni ham ulang. 3-punktda ko'rsatilgan tartib bo'yicha o'lchash o'tkazing va natijalarni 1-jadvalga yozing.

6. 1-jadvaldagi natijalar asosida quyidagi kattaliklar xisoblanadi:

a) Zanjirning to'liq qarshiligi

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

b) Butun zanjirning quvvat koeffitsienti

$$\cos \varphi = \frac{P}{UJ}$$

c) Faza siljish burchagi φ tablitsadan olinadi

d) Reostatning qarshiligi

$$R_P = \frac{U_P}{I}$$

e) Kondesatorning batareyasilar qarshiligi

$$Z_C = X_C = \frac{U_C}{I}$$

f) Kondesatorning batareyasilar elektr sig'imi

$$C = 1/2\pi f X_C$$

Hamma hisoblangan natijalarni 2-jadvalga yozing.

2-jadval

Tajriba	Z, Ω	$\cos\varphi$	φ	R_p, Ω	Z, Ω	C, mkf

7. Istemolchilarning uch xolati uchun tok va kuchlanishni masshtablar bo'yicha vektor diagrammasini tuzing. Umumiy kuchlanishni boshqa qiymatlarida ham tajribani takrorlang.

Tekshirish uchun savollar:

1. Uchta sig'imi 4 mkf bo'lgan kondensator ketma-ket ulangan, bu kondensator batareyasining elektr sig'imi qanday bo'ladi?
2. Quvvat koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
3. Sig'im qarshilik formulasini yozing.
4. Sig'im qarshilik orqali doimiy tok o'tadimi?
5. Tarmoqdagi kuchlanishni chastotasi besh marta oshsa, sig'im qarshilik qanchaga o'zgaradi?
6. Zanjirda bitta sig'im qarshilik ulangan bo'lsa, tok va kuchlanishni vektor diagrammasi qanday ifodalanadi?

Adabiyotlar

1. Касаткин А.С. Электротехника. Изд. Энергия 1973. Бет 100
2. И.И. Иванов, В.С. Родовник Электротехника, изд. "Высшая школа" 1984, б. 53
3. "Общая электротехника" Под ред. В.С.Пантюшина "Высшая школа", 1970.бет.153

LABORATORIYA ISHI №4

Mavzu: Induktiv g'altaklarini ketma-ket va parallel ulashdagi jarayonlarni o'rganish

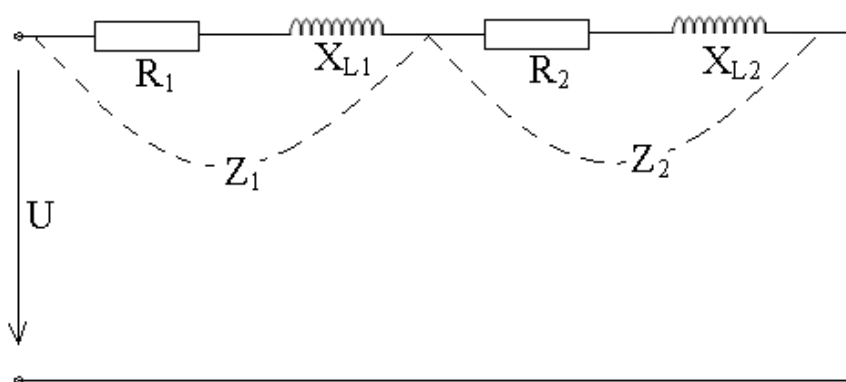
Kerakli asboblari: Induktiv g'altagi-2ta, R-38 tipdagi aktiv qarshilikni o'lchovi o'zgaras tok ko'prigi-1ta, E=1,5V bo'lgan o'zgaras tok manbai-

1ta, D-552 tipdagi universal asbob (voltamper-vattmetr)—1 ta, birlashtiruvchi simlar, oʻzgaruvchan tok manbai (avtotransformator)—1ta.

Ishni bajarishdan maqsad: Ketma–ket va parallel ulangan induktiv qarshiliklar zanjiridagi muhim jarayonlar bilan tanishish, zanjirning har bir qismlaridagi tok, kuchlanish va quvvatni oʻlchash va natijalarni umumlashtirish.

Ishga oid nazariy tushunchalar.

1. *Gʻaltaklarni ketma–ket ulash.* Real gʻaltaklar induktiv X_L va aktiv R qarshilikka ega. Bu gʻaltaklarni ekvivalent sxemasi uchun X_L va R gʻaltaklarni ketma–ket ulangan zanjiri deb qarash mumkin (1-rasm).



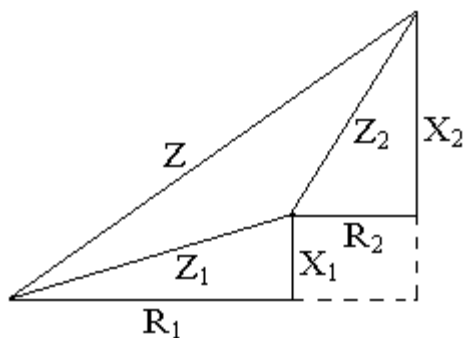
1-rasm.

Birinchi gʻaltakning toʻliq qarshiligi $z_1 = \sqrt{R_1^2 + x_{L1}^2}$ Ikkinchi gʻaltakniki esa, $z_2 = \sqrt{R_2^2 + x_{L2}^2}$, ketma–ket ulangan ikkita gʻaltakning toʻliq qarshiligi esa $z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (x_{L1} + x_{L2})^2}$ ga teng.

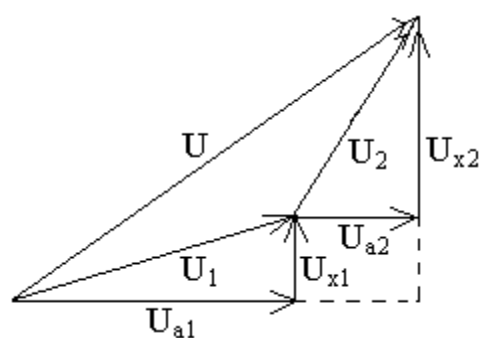
Gʻaltaklarning kuchlanish manbaiga ulab, undagi U kuchlanishni, tok I ni va quvvat P ni bilgan holda har bir gʻaltakdagi toʻliq qarshilik $z = \frac{U}{I}$ ni, aktiv qarshilik $R = \frac{P}{I^2}$ ni reaktiv qarshilik $X = \sqrt{Z^2 - R^2}$ ni hamtopish mumkin. Kuchlanish tushuvining aktiv tashkil etuvchisi $U_a = IR$ va reaktiv tashkil etuvchisi $U_L = IX_L$ ni ham topish mumkin. Bunda toʻliq kuchlanish quyidagiga teng boʻladi:

$$U = \sqrt{(U_{a1} + U_{a2})^2 + (U_{x1} + U_{x2})^2}$$

Bu formulalardan foydalanib, ketma-ket ulangan ikkita g'altak uchun qarshiliklar va kuchlanishlar uchburchagini tuzish mumkinki, bular 2-va 3-rasmlarda keltirilgan.



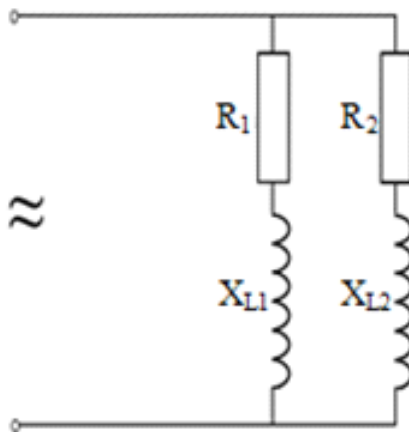
2-rasm



3 - rasm

2. *G'altaklarni parallel ulash.* Parallel ulangan zanjirlarni o'tkazuvchanlik orqali hisoblash qulaydir. Tarmoqdagi to'liq o'tkazuvchanlik shunday kattalikki, bu to'liq qarshilikning teskarisidir, ya'ni $y = \frac{1}{Z}$.

Ikkita reaktiv parallel ulangan g'altaklarni ekvivalent sxemasi 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm

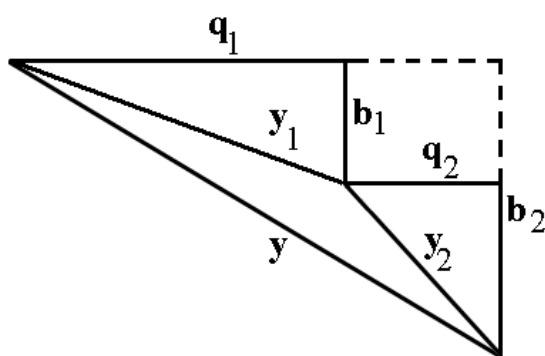
Har qanday induktiv g'altak q-aktiv va b-reaktiv o'tkazuvchanlikka ega. 1-g'altakning to'liq o'tkazuvchanligi $y_1 = \sqrt{q_1^2 + b_1^2}$ ikkinchisniki $y_2 = \sqrt{q_2^2 + b_2^2}$ va ikkita parallel ulangan g'altaklar uchun $y = \sqrt{(q_1 + q_2)^2 + (b_1 + b_2)^2}$ bo'ladi.

Bu holda tok, kuchlanish va quvvatni natijalariga qarab, har bir g'altak uchun to'liq $y = \frac{I}{U}$, aktiv $q = \frac{P}{U^2}$, reaktiv $b = \sqrt{y^2 - q^2}$ o'tkazuvchanliklarni hisoblash mumkin. Tokning aktiv tashkil etuvchisi $I_a = Uq$, reaktiv tashkil etuvchisi $I_p = Ub$ munosabatdan topiladi.

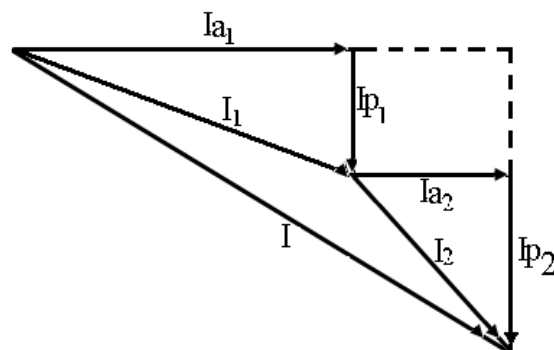
Umumiy tok esa quyidagi munosabatdan topiladi:

$$I = \sqrt{(I_{a_1} + I_{a_2})^2 + (I_{p_1} + I_{p_2})^2}$$

Bu munosabatdan foydalanib, o'tkazuvchanlik uchburchagi (5-rasm) va toklarning diagrammasi (6-rasm) ni qurish mumkin.



5-rasm



6-rasm

Ishni bajarish tartibi

1- mashq.

O'zgarmas tok ko'prigi P-38 tuzilishi va bu asbob yordamida aktiv qarshilikni o'lchash prinsipi bilan tanishing. O'qituvchi rahbarligi ostida berilgan induktiv g'altaklarni aktiv qarshiligini o'lchang.

2- mashq

1-rasmda ko'rsatilgan sxemani tuzing (eslatma: R_1 va R_2 induktiv g'altaklarni aktiv qarshiliklari).

G'altaklarni alohida-alohida va ketma-ket ulangan holda kuchlanish manbaiga ulang. Bunda har bir holda zanjirdan o'tuvchi toklar bir xil bo'lishiga erishish kerak. Shu holda alohida zanjirlardagi quvvatni o'lchang. Tokning turlicha qiymatlarida bu tajribalarni takrorlang. Olingan tajriba natijalarini 1-jadvalga yozing.

1-jadval

N_2	I, A	U, V	U_1, V	U_2, V	P, Vt	P_1, Vt	P_2, Vt	R_1, Om	R_2, Om
1									
2									
3									
4									
5									

O'lchash natijalari asosidagi quyidagi $R, X_{L1}, X_{L2}, X_L, Z_1, Z_2, Z, , ,$ kattaliklarni aniqlang va natijalarini 2-jadvalga yozing. Bunda $R=R_1+R_2$

2-jadval

N_2	R, Om	Z_1, Om	Z_2, Om	Z, Om	X_{L1}, Om	X_{L2}, Om	X_L, Om
1							
2							
3							

1 va 2 jadvallardagi natijalar asosida qarshiliklar va kuchlanishlar uchburchagining vektor diagrammasini tuzing.

3-mashq.

4-rasmdagi sxema asosida zanjir tuzing. Bu zanjir uchun tok, kuchlanish va quvvat qiymatini o'lchang. Har bir induktiv qarshilik uchun alohida kuchlanishni avvalgi qiymatiga mos bo'lgan tok va quvvatni qiymatini o'lchang. Olingan natijalarni 3-jadvalga yozing va kuchlanishni har xil qiymati uchun tajribani 2-3 marta takrorlang.

Olingan natijalarni 3-jadvalga yozing.

3-jadval

N_2	U, V	I, A	I_1, A	I_2, A	P, Vt	P_1, Vt	P_2, Vt	R_1, Om	R_2, Om
1									
2									
3									

O'lchash natijalari asosida quyidagi $u, u_1, u_2, q, q_1, q_2, b, b_1, b_2, J, J_{a1}, J_{a2}, J_p, J_{p1}, J_{p2}$ kattaliklarni hisoblang, natijalarini 4-jadvalga yozing.

4-jadval

N_2	Y, Om^{-1}	Y_1, Om^{-1}	Y_2, Om^{-1}	q, Om^{-1}	q_1, Om^{-1}	q_2, Om^{-1}	b, Om^{-1}	b_1, Om^{-1}	b_2, Om^{-1}	I_a, A	I_{a1}, A	I_{a2}, A	I_p, A	I_{p1}, A	I_{p2}, A
1															

2															
3															

3- va 4-jadvallar asosida aktiv, reaktiv va to‘liq toklar hamda aktiv, reaktiv va to‘liq o‘tkazuvchanliklarni vektor diagrammasini chizing.

Tekshirish uchun savollar

1. Induktiv qarshiliklarni murakkab zanjiridagi to‘liq qarshilik ayrim uchastkalarni to‘liq qarshiliklarini algebraik yig‘indisiga teng emasligini tushuntiring.
2. Aktiv va reaktiv qarshiliklarni qo‘shish qonunini tushuntiring.
3. Tok va kuchlanishni aktiv tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi?
4. O‘tkazuvchanlik necha xil bo‘ladi va ular yordamida parallel ulangan murakkab zanjirlar qanday hisoblanadi?

Adabiyotlar.

1. А. С. Касаткин. Электротехника. изд. Энергия, 1973, 97-106-бет.
2. Г. Р. Рахимов. Электротехника, изд. Энергия. 1973, 208-бет.

LABORATORIYA ISHI №5

Mavzu: Texnik chastotalarda kuchlanish rezonansi

Kerakli asboblari; O‘zgaruvchan tok elektr energiyasi manbai (avtotransformator), induktivlik g‘altagi ($R_L=48 \text{ Om}$), reostat ($R=190 \text{ om}$), D-552 tipidagi universal asbob-1 ta, o‘lchash chegarasi. 0–1 A bo‘lgan o‘zgaruvchan tok ampermetri-1 ta, o‘lchash chegarasi 0-300 B bo‘lgan o‘zgaruvchan tok voltmetri-1 ta, o‘lchash chegarasi 0-75 V bo‘lgan o‘zgaruvchan tok voltmetri-1 ta, kondensatorlar batareyasi ($C=10\div 34 \text{ MKF}$).

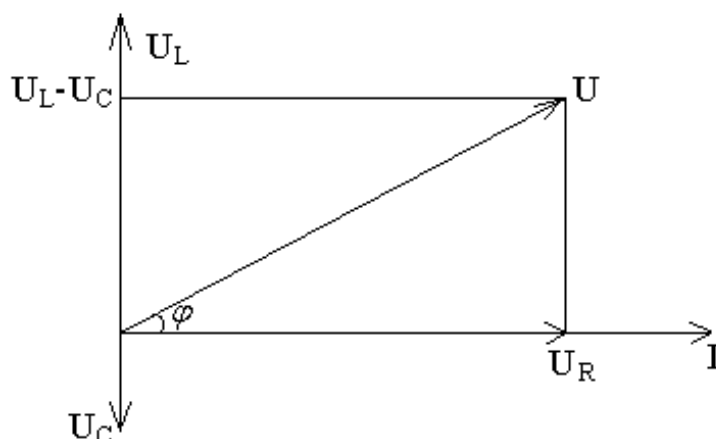
Ishni bajarishdan maqsad

Tajriba asosida o‘zgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanish rezonansi hosil qilish va uning muhim xususiyatlari bilan tanishish.

Ishga doir nazariy tushuncha

Kuchlanish rezonansi R , L va C lar o‘zaro ketma–ket ulangan zanjirlarda kuzatiladi. Bu zanjirlardagi induktiv va sig‘im qarshiliklar o‘zaro teng bo‘lmasa,

masalan, $X_L > X_C$ bo'lsa kuchlanishni vektor diagrammasi 1-rasm
ko'rsatilgandek bo'ladi.



1-rasm

Vektor diagrammadan

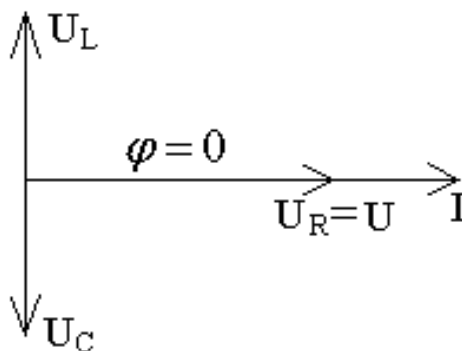
$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Bundan

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U}{Z} - \text{Om qonuni matematik ifodasini,}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ to'la qarshilikni ifodalaydi}$$

$X_L > X_C$ bo'lgan zanjir aktiv-induktiv, $X_L < X_C$ -zanjir yesa aktiv-sig'imdan iborat zanjir deyiladi. Induktiv va sig'im qarshiliklar teng ($X_L = X_C$), bo'lsa kuchlanishning vektor diagrammasi quyidagicha bo'ladi (2-rasm) va bunda zanjir faqat aktiv qarshilikdan iborat bo'lib, kuchlanish va tok faza jihatdan mos tushadi.



2-rasm.

Zanjirdagi to'la qarshiligi $Z=R$ bo'lib, zanjirdan o'tuvchi tok maksimal qiymat qabul qiladi.

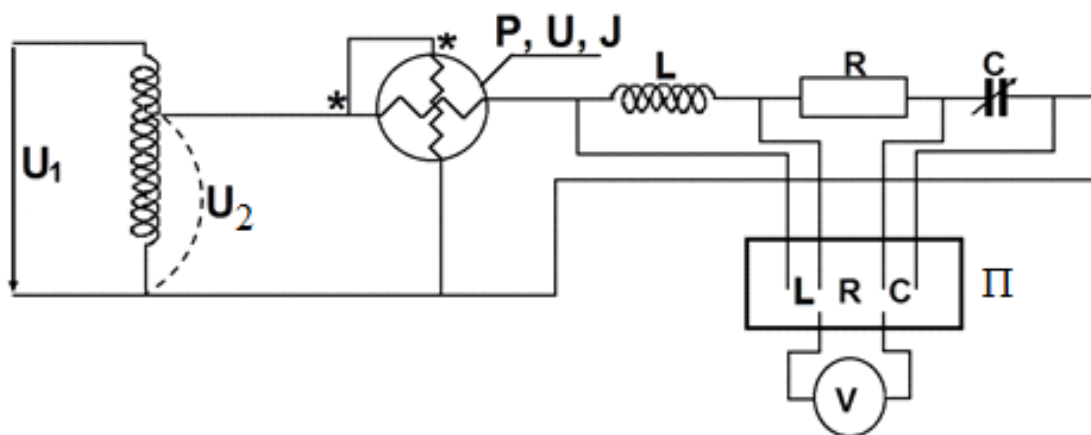
Bu holda induktiv va sig'im qarshilikdagi kuchlanishlar U_L va U_C son jihatdan teng va faza jihatdan 180° ga siljigan bo'lib, ular bir-birini kompensatsiyalaydi. Zanjirga berilayotgan kuchlanish aktiv qarshilikdagi kuchlanishga teng bo'lib $U=U_R$ uning fazasi zanjirdan o'tayotgan tokning fazasi bilan bir xil bo'ladi, ya'ni $\varphi=0$ $\cos\varphi=1$

Bu hodisaga kuchlanish rezonansi deyiladi. $U_L=U_C$ yoki $X_L=X_C$ rezonans sharti deyiladi.

Ishni bajarish tartibi

1-mashq.

O'rganilayotgan zanjirning sxemasi quyidagi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm.

Zanjirdagi asboblarni ulash, elektr kattaliklarni o'lchovchi asboblarni va transformatorni ishi bilan tanishib chiqing. Zanjirning ayrim uchastkalaridagi kuchlanishni o'lchashga xizmat qiladigan P-pereklyuchatelni holatiga va kondensatorlar batareyasidagi elektr sig'im qaysi yo'l bilan o'zgarishiga etibor qiling.

2-mashq.

Ishni bajarishdan oldin kondensator batareyasidagi elektr sig'imi eng kam bo'lishi kerak, ya'ni hamma kalitlar uzilgan holda bo'lsin. Transformator yordamida o'qituvchi aytgan kuchlanishni tiklang va zanjirdagi tok kuchi va quvvatini o'lchang. Pereklyuchateldan foydalanib zanjirning ayrim R, L, C

uchastkalaridagi, kuchlanishni o‘lchab oling. O‘lchash natijalarini quyidagi jadvalga yozib boring.

1-jadval

Ўлчанган kattaliklar							Ҳисобланган kattaliklar						
№	U, B	I, A	P, Bt	U_L, B	U_R, B	U_C, B	Z_R, Om	Z_L, Om	X_L, Om	X_C, Om	C, mkf	$\cos\varphi$	φ
1...													
7													

Kondensator batareyasida elektr sig‘imini birinchi kalit yordamida o‘zgartiring. Avtotransformator yordamida zanjirdagi dastlabki kuchlanishni o‘rnating. Xuddi birinchi holdagi kabi hamma kattaliklarni o‘lchang va natijalarini jadvalga yozing. Shu yo‘l bilan zanjirdagi elektr sig‘imni oshirib borib o‘lchashni davom ettiring. O‘lchash natijalarini jadvalga yozib boring. Bunda 6 ta kalit yordamida elektr sig‘im o‘zgartiriladi. Jadvaldagi o‘lchash natijalaridan foydalanib hisoblanishi kerak bo‘lgan kattaliklarni quyidagi formuladan foydalanib hisoblang.

Reostatni qarshiligi
$$R_P = \frac{U_P}{I}$$

G‘altakni to‘liq qarshiligi
$$Z_L = \frac{U_L}{I}$$

Zanjirni induktiv qarshiligi
$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$R = R_P + R_L \quad R_L = 48 \text{ Om}$$

Sig‘im qarshilik
$$X_C = \frac{U_C}{I}$$

Zanjirga ulangan kondensatorlar batareyasidagi elektr sig‘imlar
$$C = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

formuladan hisoblanadi.

Faza siljish kosinusi
$$\cos\varphi = \frac{P}{UI}$$

Jadvaldagi birinchi va oxirgi qatordagi natijalar asosida tok va kuchlanishni vektor diagrammasini chizing. $I = f(C)$ va $Z = f(C)$ rezonans egri chiziqlarini grafigini chizing. O‘qituvchi ko‘rsatmasi asosida reostatni qarshiligini o‘zgartiring va tajribalarni qaytadan avvalgi kabi davom ettiring.

Tekshirish uchun savollar

1. Kuchlanish rezonansi qanday zanjirda kuzatiladi? Kuchlanish rezonansida qanday shartlar bajarilishi kerak?
2. Kuchlanish rezonansi vaqtida L va C elementlardagi kuchlanishni tushuvi zanjirga berilayotgan kuchlanishdan qanchaga farq qiladi?
3. Kuchlanish rezonansi vaqtida zanjirdagi tok, to'la qarshilik va $\cos\varphi$ ni qiymati qanday bo'ladi?
4. Kuchlanish rezonansidan qaerlarda foydalaniladi?

Adabiyotlar.

1. Г.В.Китаев, Н.Ф.Гривцев. Курс общей электротехники Высшая школа. М; 1965. с 135.
2. И.И.Иванов, В. С. Родовник. Электротехника. Высшая школа М.: 1984. с.66.
3. В.С.Попов, С.А.Николаев. Электротехника. Энергия. М: 1968 .с. 146.

LABORATORIYA ISHI №6

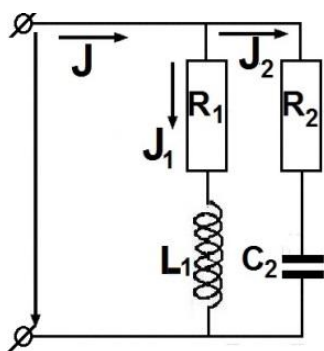
Mavzu: Induktiv va sig'im qarshiliklarni parallel ulash. Texnik chastotadagi tok rezonansini kuzatish.

Kerakli asboblari: D-552 tipdagi universal elektr o'lchov asbobi, qarshiligi $R=200\text{ Om}$ bo'lgan reostat-2 ta, aktiv qarshiligi $R=48-52\text{ Om}$ li induktiv g'altak, kondensatorlar batareyasi (4:32mkf).

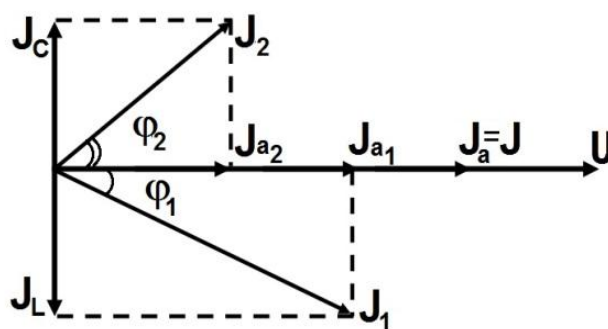
Ishni bajarishdan maqsad: Induktiv va sig'im qarshiliklar parallel ulangan zanjirdagi jarayonlar bilan tanishish. Bunday zanjirdagi toklarni taqsimoti va toklar rezonansi hodisasini o'rganish.

Ishga doir nazariy tushuncha

Tok rezonansi induktiv va sig'im qarshiliklar o'zaro parallel ulangan zanjirlarda kuzatiladi. Real induktiv g'altagi va kondensator aktiv qarshilikdan ham iborat bo'ladi. Shuning uchun RL va RC parallel ulangan zanjirlarni qarab chiqamiz (1-rasm).



1-rasm



2-rasm

Bu zanjirdagi toklarni vektor diagrammasi 2-rasmda ko'rsatilgan. $X_L = X_C$, bo'lgani uchun $I_L = I_C$ va faza jihatdan qarama-qarshi, ya'ni reaktiv o'tkazuvchanliklar o'zaro teng $b_L = b_C$ bo'ladi. Reaktiv toklarning natijaviy qiymati $\vec{I}_P = \vec{I}_L + \vec{I}_C = 0$.

Shunday qilib, to'liq tok I tarmoqlangan toklarning faqat aktiv tashkil etuvchilaridan iborat bo'ladi.

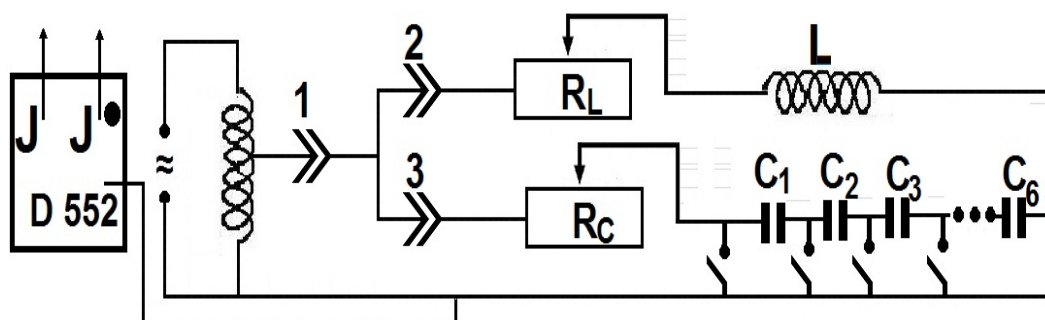
$$I = I_1 + I_2 = I_{a1} + I_{a2} = I_a$$

to'liq tok fazasi belgilangan kuchlanishni fazasi bilan bir xil bo'ladi, ya'ni $\varphi = 0$, $\cos\varphi = 1$. Bu hodisaga *tok rezonansi* deyiladi. Bunda $U_L = U_C$ yoki $X_L = X_C$ rezonans sharti bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1-mashq

O'rganilayotgan zanjir quyidagi 3-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm.

D-552 asbobning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishib chiqing. Asbobdagi kuchlanish, tok va quvvatni turlicha rejimlarida o'lchash qoidasi bilan tanihing. Kuchlanish va tokning o'lchash darajasining o'zgartirishni bilib

oling. Asboblardagi shkalalarga e'tiborni jalb qiling. Zanjirdagi har bir elementlarni kattaliklari bilan tnishing.

2-mashq.

D-552 asbobning toklar klemmasiga ulangan vilkani birinchi rozetkaga ulang. Ikkinchi va uchinchi rozetkalar vilkalar yordamida qisqa tutashtiriladi. Avtotransformator yordamida zanjirdan o'qituvchi aytgan kuchlanishni o'rnatish.

Ampermetr, voltmeter va vattmetrlarni ko'rsatishini 1-jadvalga yozib boring.

1-jadval

O'lchashlar								Xisoblashlar									
No	U, B	I, A	P, Bt	I_L, A	P_L, Bt	I_C, A	P_C, Bt	Z_L, Om	$cos \varphi_L$	R_L, Om	Z_C, Om	$cos \varphi_C$	R_C, Om	C, mkF	$cos \varphi_C$	X_L, Om	Z, Om
1																	
2																	
3																	

D-552 asbobning tokli klemmasiga o'rnatilgan vilkani 2-rozetkaga tiqib, 1-va 3-rozetkalarni qisqa tutashtiring va g'altakdan o'tayotgan tok va shu zanjir bo'lagidagi quvvatini o'lchang. Asbobni ko'rsatishlarini 1-jadvalga yozing. D-552 asbobidagi vilkani 3-nchi rezetkaga ulang, birinchi va ikkinchi rozetkani vilka yordamida qisqa tutashtiring. Zanjirning kondensator batarekasi qismidagi tok va quvvatni o'lchab bu kattaliklarni ham jadvalga yozing.

Kalitlar yordamida kondensator sig'imini o'zgartiring va hamma o'lchashlarni bir boshidan qaytaring. (jadvaldagi hisoblashlar yetti qatordan iborat bo'lishi kerak). O'lchangan kattaliklar asosida jadvaldagi kattaliklarni quyidagi formulalar asosida hisoblang:

G'altakli zanjir tarmog'ining to'liq qarshiligi

$$Z_L = \frac{U}{I_L}$$

Bu tarmoqning faza siljishi kosinusi

$$\cos \varphi_L = \frac{P_L}{I_L U}$$

Bu tarmoqning aktiv qarshiligi

$$R_L = Z_L \cos \varphi_C$$

G'altakning induktiv qarshiligi

$$x_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}$$

Kondensatorli zanjir tarmog'ining umumiy qarshiligi

$$Z_c = \frac{U}{I_c}$$

Bu tarmoqning faza siljish kosinusi

$$\cos\varphi_c = \frac{P_c}{I_c U}$$

Bu zanjirning aktiv qarshiligi

$$R_c = Z_c \cos\varphi_c$$

Kondesatorning sig'im qarshiligi

$$x_c = \sqrt{Z_c^2 - R_c^2}$$

Kondensatorli tarmoqdagi elektr sig'implari quyidgi formula bo'yicha topiladi

$$C = 1/2\pi f x_c$$

Zanjirning to'liq qarshiligi

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

To'liq faza siljish kosinusi

$$\cos\varphi = \frac{P}{UI}$$

Birinchi va oxirgi qatordagi jadval natijalari asosida tok va kuchlanishni vektor diagrammasini chizing. $I_L = f(C)$, $I_c = f(C)$ $I = f(C)$ ni grafiklarini bitta masshtabga chizing va $I_L = f(C)$ va $I_c = f(C)$ grafiklari kesishgan nuqtaga e'tiborni qarating. Rezonans hodisasi shu nuqtalar kesishgan joyda hosil bo'ladi

Tekshirish uchun savollar

1. O'zgaruvchan tok elektr o'lchov asboblari o'zgarmas tok asboblari bilan nimasi bilan farq qiladi?
2. Faza siljish burchagi nima va u qanday xisoblanadi?
3. Tok rezonansi nima?
4. Induktiv va sig'im qarshiligi nima va u qanday birliklarda o'lchanadi?
5. O'tkazuvchilik nima va u necha xil bo'ladi?
6. Tebranish konturi nima?
7. RL va RC parallel zanjiridagi toklar tarmoqlanmagan tokdan katta bo'ladimi yoki kichik?

Adabiyotlar.

1. Е.В. Китаев Н.Ф. Гривцев. Курс общей электротехника. Высшая школа. М.: 1965г с.146.

2. Касатин А.С. Электротехника. Изд. Энергия. М.: 1973. Бет 108.
3. И.И. Иванов, В.С. Родовник Электротехника. изд. “Высшая школа” М.: 1984, б. 73.

LABORATORIYA ISHI №7

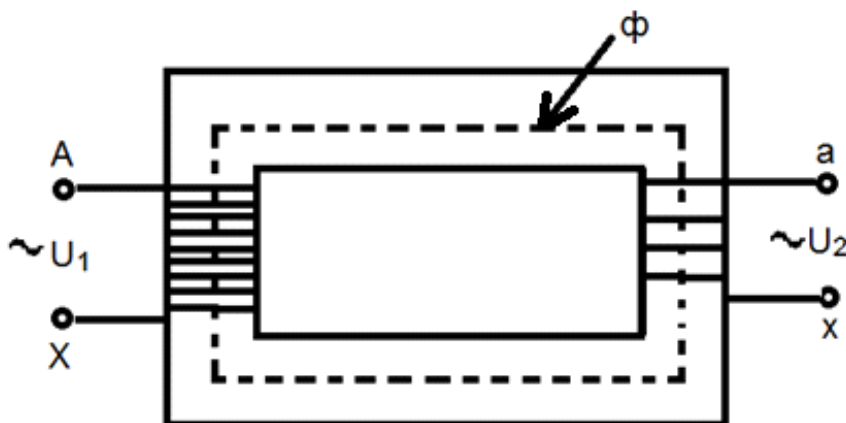
Mavzu: Bir fazali transformatorning ishini o'rganish

Kerakli asboblari: Bir fazali tok transformatori—1ta, D-552 tipidagi asbob—2ta, O-220 V chegarada o'lchovli voltmeter—1ta, O-50V chegarada o'lchovchi voltmeter-1 ta, katta qarshilikli (15 Om, 10 A) reostat.

Ishning maqsadi: Bir fazali transformatorning tuzilishi va ish rejimi bilan tanishish, tajribada olingan natijalar bo'yicha uning asosiy xarakteristikalarini aniqlash.

Ishga doir nazariy tushunchalar

Transformator bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok energiyasini chastotasini o'zgartirmay boshqa kuchlanishga aylantirib beradigan elektromagnit apparatdir. Bir fazali transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich)dan va o'ramlar soni N_1 va N_2 bo'lgan birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlardan iborat (1-rasm).



1-rasm. Bir fazali transformator.

Agar birlamchi cho'lg'amni sinusoidal kuchlanish manbaiga ulasak, undan o'zgaruvchan tok o'tib, po'lat o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi hosil bo'ladi. Bu o'zgaruvchan magnit oqimi po'lat o'zak bo'ylab o'tganda N_2

cho'lg'amlarni kesib, unda EYuK hosil qiladi. Ularning tasir etuvchi qiymatlari quyidagilarga teng bo'ladi:

$$E_1 = 4,44fN_1\Phi_m; \quad E_2 = 4,44fN_2\Phi_m$$

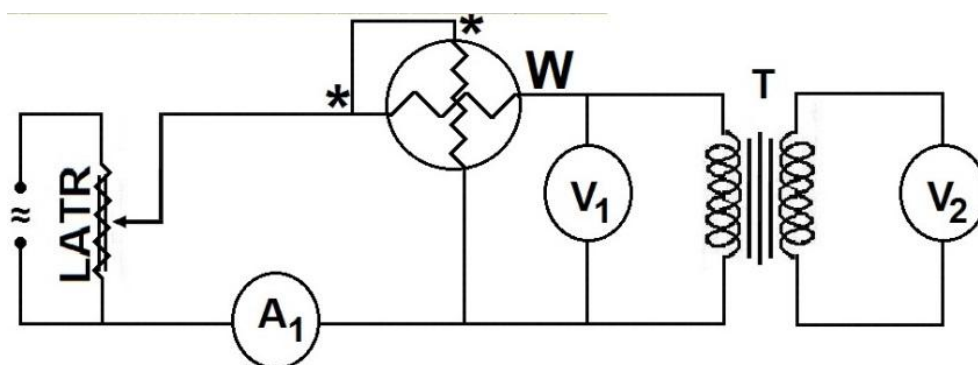
Bunda Φ_m o'zgaruvchan magnit oqimining amplituda qiymatidir. Transformator haqidagi to'laroq m'lumotlarning uning salt ishlash, qisqa tutashuv va nagruzka(yukli) rejimlaridan olinadigan asosiy xarakteristikalaridan bilish mumkin.

1-mashq.

Bir fazali transformatorning tuzilishi va ulardagi o'ramlar soni bilan tanishib chiqing.

2-mashq.

Salt ishlash rejimi. 2-rasmdagi sxemani yig'ib salt ishlash tajribasi o'tkaziladi. Buning uchun transformatorning ikkilamchi chulg'amiga U_2 voltmeter ulanib, birlamchi chulg'amga beriladigan kuchlanishni avtotransformator-LATR yordamida kichik qiymatlar-dan boshlab nominal kuchlanishgacha oshirib boriladi.



2-rasm

Birlamchi chulg'amdagi U_1 berilayotgan kuchlanish va ikkilamchi chulg'amda transformatsiyalangan $E_2=U_2$ E.Yu.K ni o'lchang. Transformatorning birlamchi chulg'amidagi salt ishlash tokni I_{01} va transformator qabul qilayotgan P_0 quvvatni o'lchang. O'lchash natijalarini 1-jadvalga yozing.

1-jadval

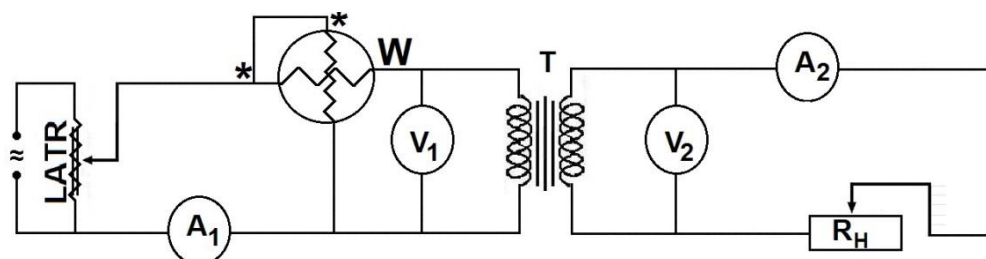
O'lchashlar				Xisoblashlar		
U_{10}, V	U_{20}, V	I_{10}, A	$P_0 = P_{po'lat}$	K	$\cos\varphi$	φ

Transformatsiya koeffitsienti $K = \frac{U_{20}}{U_{10}}$ munosabatdan, $\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{I_{10}U_{10}}$

munosabatdan topiladi, φ_0 ni esa jadvaldan foydalanib topish kerak. Jadval natijalaridan foydalanib $I_{10} = f(U_{10})$ bog'lanish grafigini chizing. Salt ishlash rejimida sarflangan quvvat P_0 transformator o'zagidagi gisterezisni yengishga sarf bo'ladi.

3-mashq.

Transformatorni istemolchi (yuklanish) rejimida foydali ish koeffitsienti, birlamchi chulg'amdagi quvvat koeffitsientini aniqlash. Buning uchun transformatorni birlamchi o'rami o'zgarishsiz qoldirilib, ikkilamchi o'ramiga iste'molchi (reostat) ulanadi (3- rasm).



3-rasm.

Transformator tarmoqqa ulanganda R_H —iste'molchi qarshiligi eng katta qiymat qabul qilsin. Shu holda sxemadagi asboblarni ko'rsatishini 2-jadvalga yozing.

2-jadval

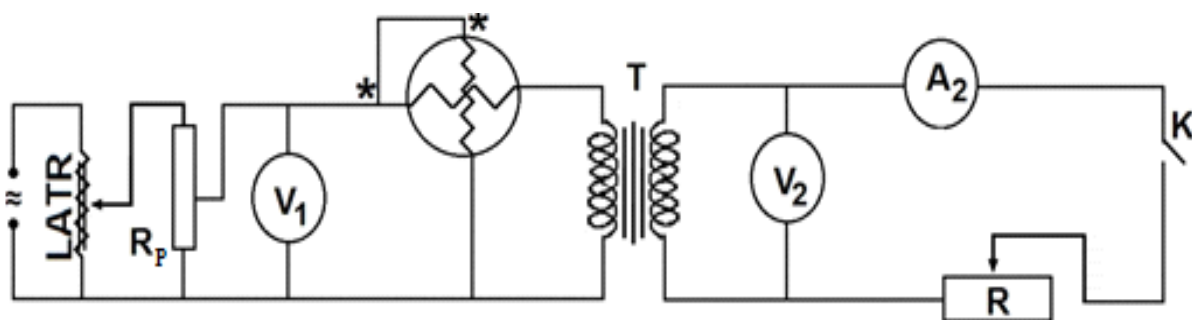
O'lchashlar						Xisoblashlar	
No	I_2, A	I_1, A	U_2, V	U_1, V	P, Vt	$\cos\varphi$	η
1...							
10							

R_H –iste'molchi qarshiligini kamaytira borib undagi J_2 tokning taxminan 10 ta qiymati uchun asboblarni ko'rsatishini 2–jadvalga yozing. Birlamchi o'ramdagi quvvat koeffitsienti $\cos\varphi_1 = \frac{P_1}{J_1 U_1}$ formuladan, foydali ish koeffitsienti $\eta = \frac{J_2 U_2}{P_1}$ formuladan xisoblanadi. Olingan natijalar asosida quyidagi bog'lanishlarni grafigini chizing.

$$J_1 = f(J_2), U_2 = f(J_2), \cos\varphi_1 = f(J_2), \eta = f(J_2), \frac{J_1}{J_2} = f(J_2).$$

4-mashq.

Qisqa tutashuv tajribasi va transfotmatorning F.I.K. ni hisoblash uchun 4–rasmda ko'rsatilgan elektr sxemasini tuzing.



4- rasm.

Sxemani tuzgach K-kalitni uzoq ekanligiga ishonch xosil qiling. R_P –potensiometr yordamida birlamchi chulg'amga 3 V dan yuqori bo'lmagan kuchlanish bering. K-kalitni ulab, birlamchi chulg'amdagi kuchlanishni asta-sekin oshirib, ikkilamchi chulg'amdagi I_2 tokni nominal qiymatigacha oshiring. Ikkinchi chulg'amdagi I_{2H} nominal tokning qiymatida birlamchi chulg'amdagi P_1 –quvvatni va U_1 –kuchlanishni o'lchang. U_1 –kuchlanishni qiymati kichik bo'lganligi uchun transformator o'zaklaridagi quvvat yo'qolishini xisobga olmaslik mumkin. Bunda transformatorga berilayotgan P_1 quvvat transformator o'ramlarini qizdirishga sarf bo'ladi.

$$P_1 = P_{MIS} = J_1^2 R_1 + J_2^2 R_2$$

Transformatorning transformatsiya koeffitsientidan ma'lumki,

$$J_1 = K J_{2H} \text{ ba } P_{mis} = J_H^2 (R_1 K^2 + R_2) = J_H^2 R_{ekv}$$

Transformatorni ikkilamchi o‘ramdagi I_2 tokni kamaytirib, yana 5 ta o‘lchash olib boring va natijalarni 3–jadvalga yozing.

3–jadval

O‘lchashlar				Xisoblashlar	
$P_{po'lat}=P_0$	$P_{mis}=P_1$	I_2, A	U_2, V	R_{EKV}	η
1-mashqdan olinadi					

3–jadval natijalariga asosan R_{EKV} ni, $\eta = \frac{J_2 U_2}{J_2 U_2 + P_1 + P_{mic}}$ formuladan F.I.K. η_{xisob} ni toping. 3–mashqdan $\eta_{xisob} = f(I_2)$ va 2-mashqdagi $\eta = f(I_2)$ ni grafigini chizing va ularni solishtiring

Tekshirish uchun savollar

1. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?
2. Transformatsiya koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?
3. Pasaytiruvchi transformatorining ikkilamchi o‘ramdagi tok qanday o‘zgaradi?
4. Nima uchun iste'molchi qarshiligi oshsa ikkilamchi o‘ramdagi kuchlanish pasayadi?
5. Transformatorning F.I.K. nima va u qanday kattaliklarga bog‘liq?
6. Salt ishlash rejimida va qisqa tutashuv rejimidagi quvvat yuqolishini tushuntiring?

Adabiyotlar

1. Raximov G.R. Elektrotexnika T.: O‘qituvchi 1996 yil, 201 bet
2. Karimov A.S. Mirxaydarov M.M. Nazariy elektrotexnika. T.: O‘qituvchi, 1979 yil.
3. A.C. Касаткин. Электротехника, Энергия, 1973 й. 208 бет.
4. Е.В. Китаев: Н.Ф. Гревцев. Курс общей электротехники. Высшая школа, М.: 1965 й. 265 бет.

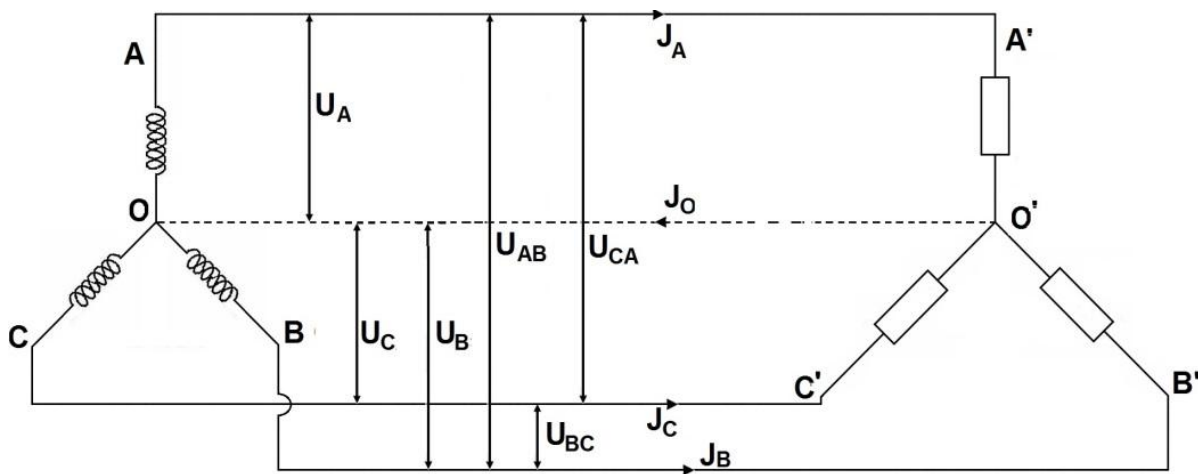
LABORATORIYA ISHI №8

Mavzu: O‘zgaruvchan tok zanjirlarini “yulduz” ulash.

Kerakli asboblari: Uch fazali tokning elektr energiya manbai, D-552 tipdagi universal elektr o'lchov asbobi-1 ta, elektr energiyasining iste'molchilari (cho'g'lanuvchi lamp)-9 ta, vııklyucha-tellar-9 ta, rozetka va vilkalar.

Ishni bajarishdan maqsad: Uch fazali sistemani yulduz shaklida ulab, uni nolinchı sim bilan va nolinchı simsiz tekshirish. Istemolchılardagi liniya va faza kuchlanishlarini hamda toklarını, ular o'rtasidagi munosabatni aniqlash. Uch simli xamda to'rt simli sistemalarda olingan natijalarni solishtirish.

Ishga doir nazariy tushuncha: Uch fazali tok generatori o'ramlari va iste'molchilarni yulduz ulashda faza va nolinchı sim o'rtasidagi kuchlanish faza kuchlanishi deb ataladi va U_A , U_B , U_C , yoki U_F bilan belgilanadi.



1-rasm.

Liniya simlari A-V, V-C, C-A simlari o'rtasidagi kuchlanishlar liniya kuchlanishi deb ataladi va U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} , yoki U_L deb belgilanadi.

Iste'molchilar simmetrik bo'lganda $Z_A=Z_B=Z_C$ nolinchı simdagi tok nolga teng, nosimetrik $Z_A \neq Z_B \neq Z_C$ bo'lganda esa nolinchı simdagi tok liniya simlaridagi toklarning geometrik yig'indisiga teng bo'ladi, yani,

$$\vec{I}_O = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$$

Shuning uchun iste'molchilar simmetrik bo'lganda nolinchı sim ulanmaydi va bu ulash uch fazali sistemalarning uch simli ulanishi deyiladi. Uch fazali liniya simi va nolinchı sim ulangan sistemalar uch fazali sistemalarning 4 simli ulanishi deyiladi.

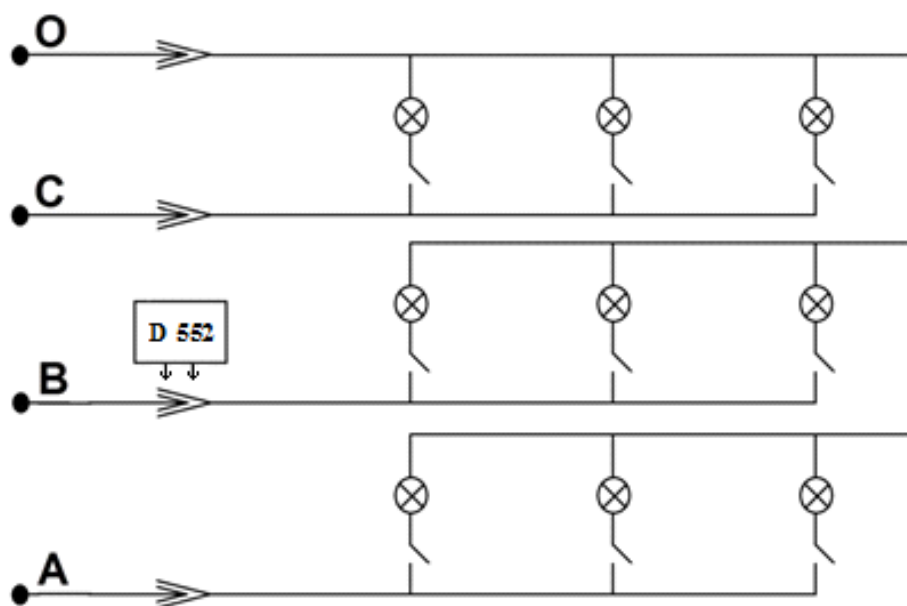
Uch fazali sistemalarning “yulduz” ulashda faza toklari va liniya toklari teng: $I_L = I_F$

Faza kuchlanishlari va liniya kuchlanishlari o‘rtasidagi munosabat quyidagicha $U_L = \sqrt{3} U_\Phi$ bo‘ladi.

Ishni bajarish tartibi

1-mashq.

Ishni bajarishda foydalaniladigan elektr zanjirining sxemasi quyidagi rasmda ko‘rsatilgan:



2-rasm.

Ish stolidagi asboblarni qanday joylashganini, iste'molchilar qanday ulanishi va qanday ajratilishini, zanjirlardagi liniya toklari, kuchlanishlari va quvvatlarni o‘lash uchun D–552 asbobi qanday ulanishi bilan tanishib chiqing. Qaysi yo‘l bilan faza simini uzishni, liniya simini uzishni va nolinci simni uzishni o‘rganib oling.

2-mashq.

To‘rt simli zanjir hosil qiling. Xamma fazadagi iste'molchilar bir–biriga teng, ya'ni lampalar bir xil quvvatli bo‘lganda, xar bir fazadagi kuchlanishni, tokni va quvvatni o‘lchang. Liniya simlari o‘rtasidagi liniya kuchlanishi va liniya toklari o‘lchang. Biror bir fazadagi iste'molchilarni o‘zgartirib o‘lchashni

yana takrorlang. Bitta liniya simini uzib, yuqoridagi o'lchashlarni davom ettiring. Olingan natijalarni 1–jadvalga yozib boring.

1–jadval

№	$I_A,$ A	$I_B,$ A	$I_C,$ A	$I_0,$ A	$U_A,$ V	$U_B,$ V	$U_C,$ V	$U_{AB},$ V	$U_{BC},$ V	$U_{CA},$ V	$P_A,$ Vt	$P_B,$ Vt	$P_C,$ Vt	$P,$ Vt	U_{AB}/U_A
1															
2															
3															

Jadvaldagi kattaliklar asosida quyidagi vektor diagrammalarini tuzing:

- A) Iste'molchilar teng bo'lgan simmetrik hol uchun.
- B) Iste'molchilar teng bo'lmagan nosimmetrik hol uchun.
- S) Liniya simi ulangan holda.

3–mashq.

Uch simli simmetrik sistema hosil qiling, ya'ni qatorlardagi lampalarni yondirib, nolinch simini uzing. Fazalardagi iste'molchilar bir–xil bo'lgan holda har bir fazadagi tok, kuchlanish va quvvatni o'lchang. Simmetrik nagruzkalarni oshira borib, ya'ni 2– va 3–qatoridagi lampalarni ulab o'lchashni qaytaring.

Bitta liniya simini uzib yuqorida aytilgan hamma kattaliklarni o'lchang. Olingan natijalarni 2-jadvalga yozing.

2-jadval

№	$I_A,$ A	$I_B,$ A	$I_C,$ A	$I_0,$ A	$U_A,$ V	$U_B,$ V	$U_C,$ V	$U_{AB},$ V	$U_{BC},$ V	$U_{CA},$ V	$P_A,$ Vt	$P_B,$ Vt	$P_C,$ Vt	$P,$ Vt
1														
2														
3														

Olingan natijalar asosida quyidagi vektor diagrammamani chizing

- a) istemolchilar qarshiligi bir-biriga teng bo'lgan simmetrik hol uchun,
- b) istemolchilar qarshiligi teng bo'lmagan nosimmetrik hol uchun,

c) liniya simi uzilgan hol uchun.

Tekshirish uchun savollar

- 1) Faza kuchlanishi kattami yoki liniya kuchlanishi kattami? Qancha?
- 2) Nolinchi simning uzilishi zanjirda qanday o'zgarishni vujudga keltiradi?
- 3) Uch simli zanjirning birorta liniya simi uzilsa zanjirda qanday o'zgarish sodir bo'ladi?
- 4) Liniya kuchlanishi 380 V bo'lganda uch fazali elektr zanjiriga 220 Voltga mo'ljallangan lampalarni ulash mumkinmi? Agar mumkin bo'lsa qanday ulanadi? Ulanish sxemasini chizing.

Adabiyotlar.

- 1) Е.В.Китаев. Н.Ф.Гривцев Курс общий электротехника. Высшая школа. М.: 1965 .с.191
- 2) А.С.Касаткин Электротехника. Энергия М.: 1973.с.140
- 3) И.И.Иванов В.С.Родовник. Электротехника. Высшая школа. М.: 1984.с.101.
- 4) А.Я.Мучиик. К.А.Парфёнов. Общая электротехника. Высшая школа. М.: 1987, с.165.

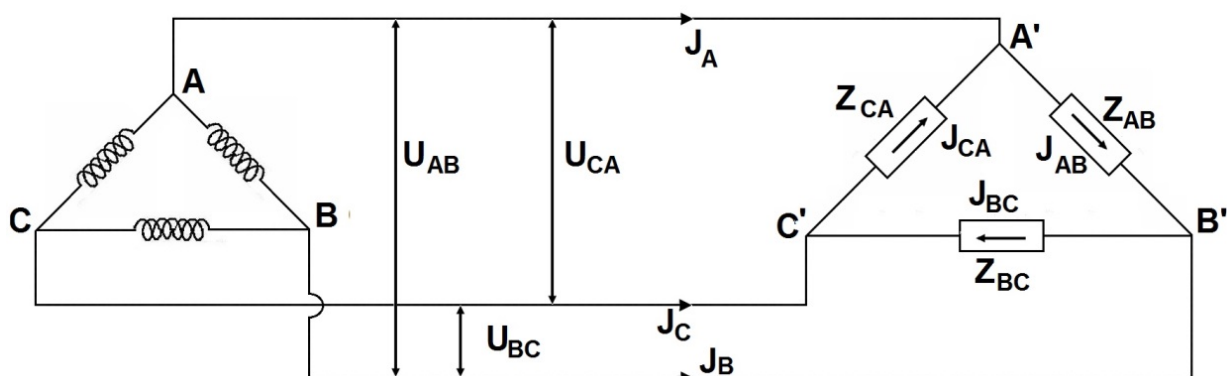
LABORATORIYA ISHI №9

Mavzu: Elektroenergiya iste'molchilari uchburchak shaklida ulangan uch fazali tok zanjirlarini tekshirish.

Kerakli asboblari: Uch fazali tokning elektr energiyasi manbai, D-552 tipidagi universal elektr o'lchov asbobi-2ta, elektr energiyasi iste'molchilari 9-ta, vklyuchatelar-9 ta. Rozetka va vilkalar-6 ta .

Ishni bajarishdan maqsad: Iste'molchilar uchburchak ulangan sistemaning liniya va faza kuchlanishi hamda toklarning iste'molchilar kattaligiga bog'liqligini, liniya yoki faza simlarini uzilishi bu zanjirdagi kattaliklarga qanday ta'sir etishini tekshirish.

Ishga doir nazariy tushuncha: Uch fazali generator o‘ramlari va iste’molchilarining birinchisining oxiri ikkinchisining boshiga, ikkinchisining oxiri uchinchisining boshiga va h.k. ulanishlar uchburchak ulanish deyiladi.



1-rasm

Bunday ulanishda liniya kuchlanishlari va faza kuchlanishlari o‘rtasida farq yo‘q ($U_L = U_F$), chunki har bir fazaning boshi va oxiridagi kuchlanish liniya kuchlanishiga teng. (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} liniya kuchlanishi bo‘lib u U_L deb belgilanadi)

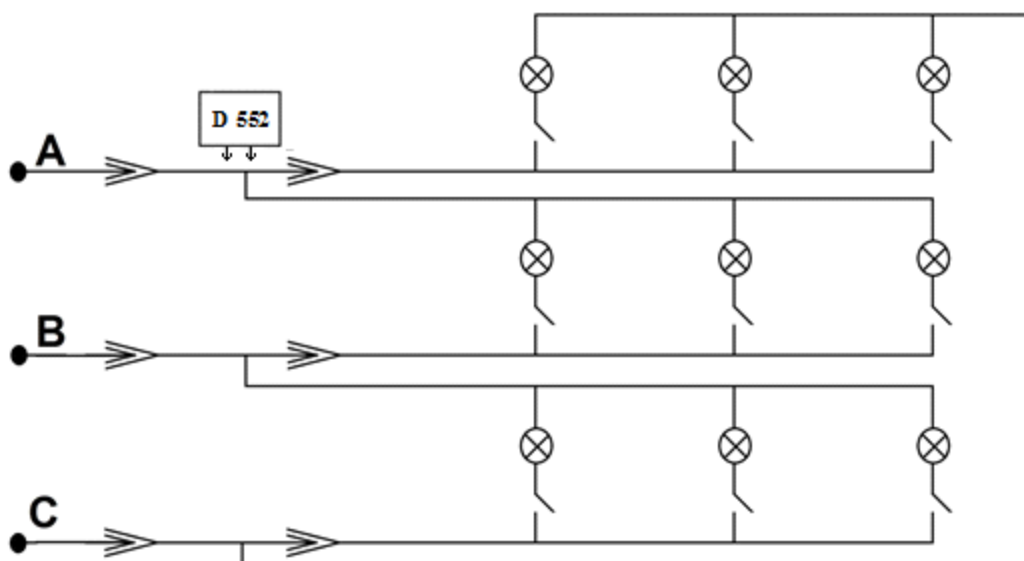
Bu ulanishda I_{AB} , I_{BC} , I_{CA} -faza toklari, I_A , I_B , I_C liniya toklari bo‘lib ular o‘rtasidagi munosabat quyidagicha:

$$I_L = \sqrt{3}I_\Phi$$

Ishni bajarish tartibi.

1-mashq.

Ishni bajarish uchun kerak bo‘lgan sxema quyidagi 2-rasmida ko‘rsatilgan.



2-rasm.

O'lvovchi asbobni joylashiga e'tibor bering. Liniya va faza toklari va liniyalardagi quvvatlarni o'lchashda D-552 asbobini qanday ulanishini o'rganing.

2-mashq.

Har bir fazadagi iste'molchilarni qarshiligi teng bo'lgan simmetrik hol uchun ish rejimini tekshiring. (Bunda har bir fazada teng quvvatli bittadan, ikkitadan va uchtdan lampalar ulanadi). Hamma o'lchash rejimini natijalarini 1-jadvalga yozing.

1-jadval

Har bir fazadagi istemolchilar	O'lchangan kattaliklar va ularning natijalari												Xisoblangan kattaliklar	
	$I_A,$ A	$I_B,$ A	$I_C,$ A	$I_{AB},$ A	$I_{BC},$ V	$I_{CA},$ V	$U_{AB},$ V	$U_{BC},$ V	$U_{CA},$ V	$P_{AB},$ Vt	$P_{BC},$ Vt	$P_{CA},$ Vt	P	I_L/I_Φ
1-lampa														
2-lampa														
3-lampa														

O'qituvchi ko'rsatmasi bilan biror bir rejim uchun tok va kuchlanishni vektor diagrammasini chizing. Uch fazali sistemalar quvvatini 2 vattmetr usuli bo'yicha o'lchang va uni hisoblangan natijalar bilan solishtiring.

3-mashq.

Qarshiliklar o'zaro teng bo'lmagan (nosimmetrik) rejim uchun elektr zanjirini tekshiring. Olingan natijalarni 2-jadvalga yozing. O'qituvchini ko'rsatmasiga asosan biror-bir rejimdagi tok va kuchlanishni vektor diagrammasini chizing. 3 fazali sistemani quvvatini 2 vattmetrli usul yordamida o'lchang va uning qiymatini hisoblangan natijalar bilan solishtiring.

2-jadval

Har bir fazadagi istemolchilar	O'lchangan kattaliklar va ularning natijalari												Xisoblangan kattaliklar
	I_A , A	I_B , A	I_C , A	I_{AB} , A	I_{BC} , V	I_{CA} , V	U_{AB} , V	U_{BC} , V	U_{CA} , V	P_{AB} , Vt	P_{BC} , Vt	P_{CA} , Vt	P I_L/I_Φ
1-lampa													
2-lampa													
3-lampa													

4-mashq.

Bitta liniya yoki faza simlari uzilgan holat uchun uch fazali sistemani ish rejimini tekshiring. Shu uch fazali sistemada liniya yoki faza simlarini qanday uzish mumkinligini o'rganing. (Qaysi simni uzish kerakligini o'qituvchi ko'rsatadi) Fazalardagi iste'molchilarni bir xil qilib (simmetrik rejim) zanjirdagi elektr kattaliklarni o'lchang. O'lchash natijalarini 3-jadvalga yozing.

3-jadval

	I_A , A	I_B , A	I_C , A	I_{AB} , A	I_{BC} , V	I_{CA} , V	U_{AB} , V	U_{BC} , V	U_{CA} , V	P_1 , Vt	P_2 , Vt	P_3 , Vt	P, Vt
Faza simi uzilgan xol													
Faza simi uzilmagan xol													

Har qaysi rejim uchun vektor diagrammalarini tuzing.

Tekshirish uchun savolar.

- 1) Uch fazali elektr energiyasi iste'molchilarini qanday ulanishi uchburchak shaklida o'lchash deyiladi?
- 2) Uchburchak ulashda liniya va faza kuchlanishlari o'rtasida qanday munosabat bor?
- 3) Uchburchak shaklida ulanishda liniya toki kattami yoki faza tokimi?

- 4) Biror bir fazadagi hamma istemolchilar uzilganda, uchburchak shaklida ulangan zanjirni ish rejimi qanday o'zgaradi?
- 5) Agar bitta fazadagi qarshilik induktiv qarshilik bilan almashtirilsa siz tuzgan vektor diagramma qanday o'zgaradi?
- 6) Faza siljish burchagi deb qanday burchakka aytiladi?

Adabiyotlar.

1. Е.В.Китаев. Н.Ф.Гривцев Курс общий электротехника. Высшая школа. М.: 1965 .с.191
2. А.С.Касаткин Электротехника. Энергия М.: 1973.с.140
3. И.И.Иванов В.С.Родовник. Электротехника. Высшая школа. М.: 1984.с.101.
4. А.Я.Мучиик. К.А.Парфёнов. Общая электротехника. Высшая школа. М.: 1987, с. 165.

LABORATORIYA ISHI №10

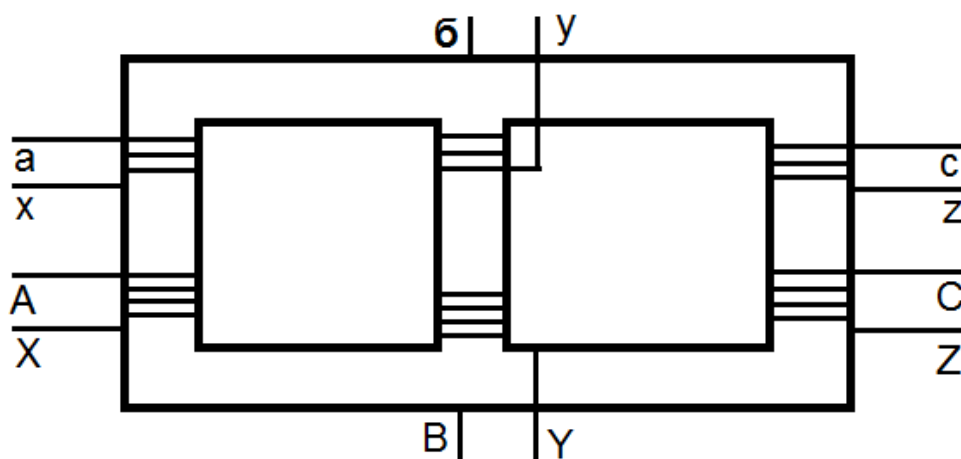
Mavzu: Uch fazali tok transformatorining cho'lg'amlarini yulduz va uchburchak sxemasida ulash va cho'lg'am uchlarini aniqlash.

Kerakli asboblari: Ommetr, LATR (laboratoriya avtotransformatori), voltmeter, va ulash simlari.

Ishni bajarishdan maqsad: Uch fazali transformatorning cho'lg'am qismlarini (uchlarini) topish, past va yuqori kuchlanishli cho'lg'amlarni aniqlash hamda yulduz va uchburchak sxemada tutashtirish.

Ishga oid nazariy tushunchalar.

Transformatorning cho'lg'amlari yulduz va uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Yuqori kuchlanishli cho'lg'amlarning bosh uchlarini A, V, C, oxirgi uchlarini X, U, Z harflari bilan belgilanadi. Past kuchlanishli cho'lg'amlarning bosh uchlari a, b, c va oxirgi uchlari x, y, z harflari bilan belgilanadi. Nolinchi nuqtadan chiqqan simning uchi O harfi bilan belgilanadi.



Ishning bajarilish tartibi:

1-mashq.

Ommetr yordamida bitta chulg'amning uchlarini toping, xuddi shu yul bilan qolgan beshta chulg'amning uchlarini ham toping va 1-jadvalga yozing. Har bir chulg'amga 2 ta uch tug'ri keladi. Taxminan chulg'amlarga to'g'ri keluvchi uchlar quyidagicha yoziladi.

1- jadval

Har bir cho'lg'amga to'g'ri keluvchi juft uchlari.
1 -8; 2-12; 3-4; 5-6; 7-10; 9-11;

2- mashk

Yuqori va past kuchlanishli cho'lg'amlarni aniqlash.

Cho'lg'amlardan birortasini LATRga ulab 8-10V kuchlanish beriladi. Ikkinchi cho'lg'amga voltmeter ulanadi. Agar voltmeter birinchi cho'lg'amga berilgan kuchlanishdan katta kuchlanishni ko'rsatsa, xar ikkala cho'lg'am bir sterjenga joylashgan bo'lib, ikkinchi cho'lg'am yuqori kuchlanishli, birinchi cho'lg'am esa past kuchlanishli cho'lg'am xisoblanadi. Agarda voltmert nolga yaqin kuchlanishni ko'rsatsa, voltmeter uzilib, boshka cho'lg'amga ulanadi. Mashq takrorlanib, uchta past va uchta yuqori kuchlanishli chulg'am aniklanib 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

Past kuchlanishli cho'lg'am.	Yuqori kuchlanishli cho'lg'am.
1-8	2-12
9-11	5-6
3-4	7-10

3-mashq**Chulg'amlarni boshi va oxirini belgilash.**

Buning uchun past kuchlanishli 2 ta cho'lg'am ketma-ket ulanib, unga voltmeter ulanadi. Past kuchlanishli 3-cho'lg'am LATR ga ulanib, 8-10 V atrofida kuchlanish beriladi. Agar voltmeter 10 V dan ko'p kuchlashni kurcatsa, ketma-ket ulangan chulg'amlarni birini oxiri, ikkinchisining boshiga ulangan bo'ladi. Mashqni takrorlab 3-cho'lg'amning boshi va oxiri xam topiladi. Xuddi shu yo'l bilan yuqori kuchlanishli cho'lg'amlarning boshi va oxiri topilib, 3-jadvalga yoziladi.

3-jadval

Past kuchlanishli cho'lg'am	Yuqori kuchlanishli cho'lg'am
1 a – 8x	2A- 12X
11 – 3u	5 V -6Y
4c – 3z	7c – 10Z

Past va yuqori kuchlanishli cho'lg'amlarni uchburchak va yulduz ulang. Transformatorning ulanish sxemasini chizing va cho'lg'amlarning uchi va oxirini belgilang.

Tekshirish uchun savollar:

1. Transformator cho'lg'amlarining uchlarini belgilash kandy bajariladi?
2. Uch fazali transformatorning cho'lg'amlari turlicha sxemada biriktirilganda transformatsiya koeffitsienti qanday aniqlanadi?
3. Mangit zanjirlari uchun Om qonunini yozing?
4. Magnit zanjirlari uchun Kirxgof qonuni qanday ifodalanadi?

Adabiyotlar:

1. Raximov G.R Elektrotexnika. O‘qituvchi 1966 y. 224 bet.
2. Попов.В.С, Николаев.С.А. Общая электротехника. Энергия 1976й. 277 бет
3. Karimov A.S, Mirxaydarov M.M, Nazariy elektrotexnika O‘qituvchi, 1979 y.
4. Общая электротехника. Под. Ред. В.С. Пантюшина, Высшая школа. М.: 1970, 283 бет.

LABORATORIYA ISHI №11

Mavzu: Uch fazali tok transformatorning ishini o‘rganish.

Kerakli asboblari: (10 A, 15 Om) li reostatlar-3 ta D-552 o‘lchov asbobi 2 ta, 60–50 voltga muljallangan voltmeter.

Ishni bajarishdan maksad: Uch fazali transformatorning tuzilishi ishlash prinsipi bilan tanish hamda uning asosiy xarakteristikalarini olish.

Ishga doir nazariy tushunchalar.

Elektr qurilmalardagi uch fazali tokni transformatsiyalash uchun uch fazali transformatorlardan foydalaniladi. Bu transformatorlar konstruktiv jihatdan uchta bir fazali transformatorni mujassamlashtirilgan ko‘rinishi bo‘lib, yagona tormoqlangan po‘lat o‘zakka joylashtirilgan. Uch fazali transformatorni xuddi shunday quvvatli uchta bir fazali transformatordan birmuncha arzon turadi. Transformatorning cho‘lg‘amlari yulduz va uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Birlamchi va ikkilamchi cho‘lg‘amlar bir xil sxemada birlashtirilganda ($\gamma/\gamma, \Delta/\Delta$) faza va liniya kuchlanishining nisbati transformatsiya koeffitsientiga teng:

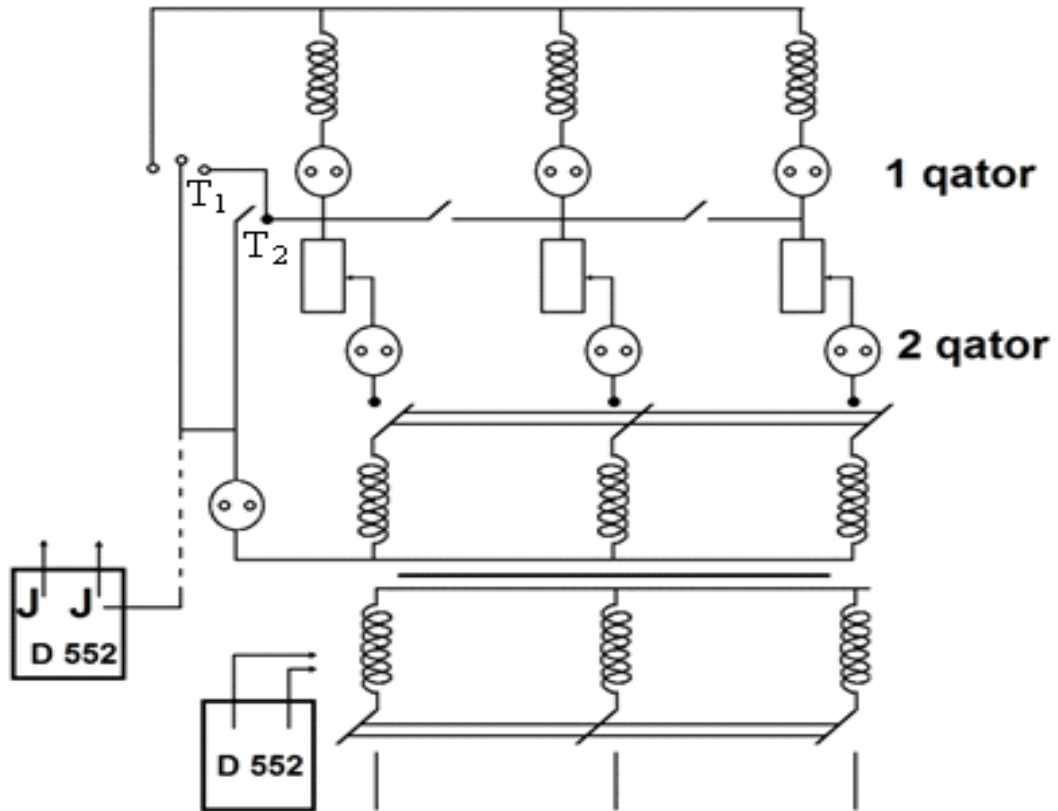
$$K = \frac{U_{1\varphi}}{U_{2\varphi}} = \frac{U_{1L}}{U_{2L}}$$

Cho‘lg‘amlar γ/Δ - sxema bo‘yicha birlashtirilganda.

$$K = \frac{U_{1\varphi}}{U_{2\varphi}} = \frac{U_{1L}}{\sqrt{3}U_{2L}}$$

Ishning bajarilish tartibi:

1-rasmda uch fazali transformatorning tekshirish sxemas i keltirilgan.



1-rasm.

Sxemada keltirilgan asboblarning ulanishiga e'tibor bering.

1-mashq.

Uch fazali transformatorning salt ishlash tajribasini o'tkazish uchun birlamchi cho'lg'amga nominal kuchlanish U_{nom} berilib, ikkilamchi cho'lg'am uchlari ochiq qoldiriladi, ya'ni $I_2=0$. Buning uchun istemolchi ikkilamchi cho'lg'amadan rubinlik orqali uziladi va tumblyor T_1 ulangan xolatiga, tumblyor T_2 uzilgan xolatiga quyiladi. D522 asbobi yordamida birlamchi cho'lg'amdagi U_1 kuchlanish, I_2 tok kuchi va po'lat o'zakdagi gisterezisga va uyurma toklarida sarf bo'lgan quvvat isrofi P_1 o'lchanadi hamda voltmeter yordamida ikkilamchi cho'lg'amdagi $E_{YK}-E_2$ o'lchanilib birinchi jadvalga yoziladi. O'lchangan

kattaliklardan foydalanib, transformatsiya koeffitsienti K , quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ lar hisoblanadi.

1-jadval

O'lgangan kattaliklar				Hisoblangan kattaliklar		
U, B	I, A	P, Vt	E_2, V	K	$\cos\varphi$	φ

2-mashq.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amiga reostat (aktiv istemolchi) ulangan holdagi ish rejimini tekshirish uchun 2-qatordagi rozetkalarini vilkalar yordamida qisqa tutashiriladi. Reostatlarining jilgichi yordamida qarshiliklar maksimal holatiga qo'yilishi kerak. Dastlab transformatorning birlamchi cho'lg'ami rubilnik yordamida tormoqqa ulanadi, ikkilamchi cho'lg'ami reostatga ulanadi. 2-jadvalda ko'rsatilgan kattaliklar reostatning 4-5 holatlarida o'lganadi, hisoblanishi kerak bo'lgan kattaliklar hisoblanib 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

O'lgangan kattaliklar							Hisoblangan kattaliklar		
№	U_1, B	I_1, A	P_1, Vt	U_2, B	I_2, A	P_2, Vt	R, Om	$\cos\varphi$	φ
1									
2									
3									

O'lgangan va hisoblangan kattaliklardan foydalanib quyidagi funksiyalarning grafigini yasang: $I_1=f(I_2)$; $P_1=f(I_2)$; $U_2=f(I_2)$

3-mashq.

Transformatorning ikkilamchi chulg'amiga aktiv qarshilikli reostat va induktivlik g'altagi ulangan holdagi ish rejimini tekshirish uchun 1-qatordagi rozetkalar, vilkalari yordamida kiska tutashtirilib, tumblyor T_2 ulangan holatiga, tumblyor T_1 esa ajratilgan holatiga qo'yilib, rubilniklar yordamida

transformatorning birinchi choʻlgʻami tormoqqa va ikkilamchi choʻlgʻami reostat va induktivlik gʻaltagiga ulanadi. Oʻlchov asbobi yordamida birlamchi va ikkilamchi choʻlgʻamlardagi kuchlanish, tok kuchi va quvvatlar oʻlchanib, S_2 toʻliq quvvat, Q_2 reaktiv quvvat va quvvat koeffitsienti $\cos\varphi_2$ lar xisoblanib, 3-jadvalga yoziladi. Istemolchidagi tok kuchi va kuchlanish uchun vektor diagrammasi quriladi.

3-jadval

Oʻlchangan kattaliklar						Hisoblangan kattaliklar		
I_1, A	U_1, B	P_1, Vt	I_2, A	U_2, B	P_2, Vt	S_2, BA	Q_2, BA_R	$\cos\varphi_2$

Tekshirish uchun savollar:

1. Uch fazali transformatorning umumiy tuzilishi va vazifasini bayon eting.
2. Nima uchun transformatorning oʻzaklari alohida plastinkalardan qilinadi?
3. Uch fazali transformatorning transformatsiya koeffitsienti kanday aniklanadi?
4. Transformatorlarda qanday quvvat isroflari mavjud?
5. Transformatorning F.I.K ni aniklash formulasini yozing.

Adabiyotlar

1. Raximov G.R. Elektrotexnika Oʻkituvchi 1966 y 221bet
2. Попов В.С., Николаев С.А. Общая электротехника. Энергия 1976й. 277 б
3. Karimov A.S., Mirhaydarov M.M. Nazariy elektrotexnika. Oʻkituvchi 1979 y.
4. А.Я. Мучник, К.А. Парфенов. Общая электротехника М.: Высшая школа М.: 1987й, 260 б.

LABORATORIYA ISHI №12

Mavzu: Bir fazali o'zgaruvchan tok schetchigini ishini o'rganish.

Kerakli asboblari: Bir fazali induksion schyotchik, D-552 tipidagi asbob, milliampermetr, reostat va cho'g'lanma elektr lampochkalari.

Ishni bajarishdan maqsad: Bir fazali o'zgaruvchan tok induksion schetchigining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish. Schyotchikni elektr tormog'iga ulash va elektr energiyasi sarfini o'lchashni o'rganish hamda ishlashini tekshirib ko'rish. Istimolchini turli xil qiymatlarida schyotchikning doimiyligini va uni xatoliklarni topish.

Ishga doir nazariy tushunchalar.

O'zgaruvchan tok elektr energiyasini sarfini o'lchash uchun (1-rasm) induksion schyotchiklar ishlatiladi. Schyotchiklarning o'lchash mexanizmi quyidagi kislardan: 1-U shaklli o'zak va cho'lg'amlar, 2-G shaklli o'zak va cho'lg'amlar, 3-hisoblash mexanizmi, 4-o'zgaras magnit 5-aylanuvchi alyumini disk. Cho'lg'amlarda hosil bo'lgan magnit oqimlari F_i , F_u -diskdan o'tayotib, unda uyurma toklarni induksiyalaydi. Diskda induksiyalangan tok bilan F_i va F_u oqimlarning uzaro ta'siridan

$$M = kIU \sin \psi \quad (1)$$

aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.

(1) dan ko'rinadiki, aylantiruvchi moment nagruzka toki bilan kuchlanish kupaytmasiga proporsional bo'lsa, diskning aylanishlari soni esa nagruzka istemol qilayotgan energiyaga proporsionaldir. Ψ -burchagi kuchlanish bilan tok orasidagi faza siljish burchagi φ ga teng bo'lsa ($\Psi = \varphi$), u holda schyotchik manbadan istemolchiga kelayotgan energiyani o'lchaydi. Agar $\Psi = 90^\circ - \varphi$ va $\sin \Psi = \cos \varphi$ bo'lsa, u holda aylantiruvchi moment

$$M = k_1 JU \cos \varphi \quad (2)$$

istemochining aktiv kuvvatiga proporsionaldir. Bu moment ta'sirida disk o'zgaras magnit (4) maydonida aylantirilganda diskda uyurmali tok I_y

induksiyalanadi. I_y ning o'zgaras magnit maydoni bilan ta'siridan diskning aylanish tezligiga proporsional bo'lgan tormozlovchi moment hosil bo'ladi. ya'ni.

$$M_T = k_2 n \quad (3)$$

(2) va (3) tenglikdan $k_1 I U \cos \varphi = k_1 P = k_2 n$ bo'ladi, bundan

$$P = \frac{k_2}{k_1} n = C_x n \quad (4)$$

Ya'ni istemolchining aktiv quvvati diskning aylanish tezligiga proporsional. Biror t vaqt davomida sarflangan energiya

$$W = Pt = C_x n t = C_x N \quad (5)$$

ga teng.

Bu yerda $N = nt$ schyotchik diskining t -vaqt davomidagi aylanishlari soni (5) dagi $C_x = \frac{W}{N}$. schyotchikning haqiqiy doimiysi, ya'ni schyotchik diski bir marta aylanishi uchun ketgan vaqt ichida schyotchik orqali o'tgan elektr energiyasining haqiqiy miqdori. Bir kilovat-soat energiya istemolini o'lchashdagi diskning aylanishlar soni schyotchikning uzatish soni deyiladi va schyotchikning ko'rinadigan joyiga yozib qo'yiladi. Uzatish soni A harfi bilan bilgilanib, unga teskari miqdor schyotchikning nominal doimiysi hisoblanadi.

$$C = \frac{1000 \cdot 3600}{A} \left[\frac{Vt \cdot soat}{Ayl} \right]$$

Schyotchikning nisbiy xatoligi

$$\beta = \frac{W_c - W}{W} \cdot 100\% = \frac{C_u - C_x}{C_x} \cdot 100\%$$

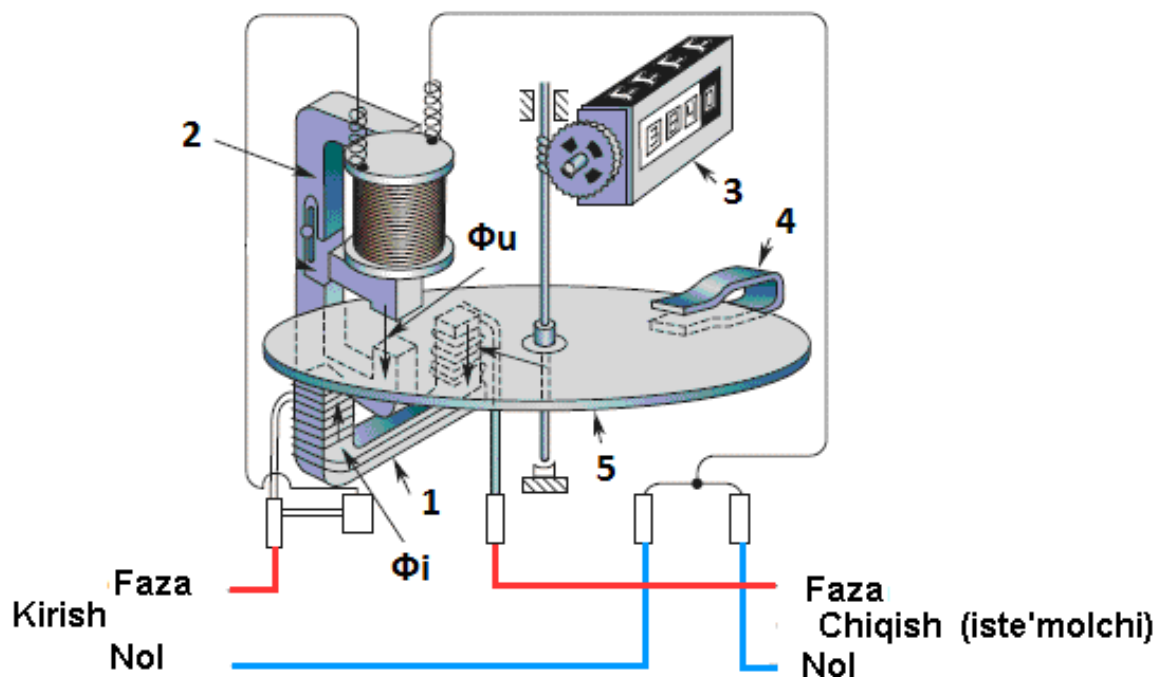
formula orqali aniklanadi. Bu yerda W_c —schetchik xisobga olgan energiya.

Schetchikning tekshirishdan maksad uni davlat standarti (GOST–6570-75) ning talab va shartlarini qoniqtirishi yoki qoniqtirmasligini anqlashdir. GOST 6570–75 ning talab va sharti buyicha;

a) $\cos \varphi = 1$ nominal kuchlanish va chastotada schetchikning nisbiy xatoligi, aniklik klassi 1,0 bo'lgan schyotchiklar uchun $\pm 1\%$ dan, aniqlik klassi

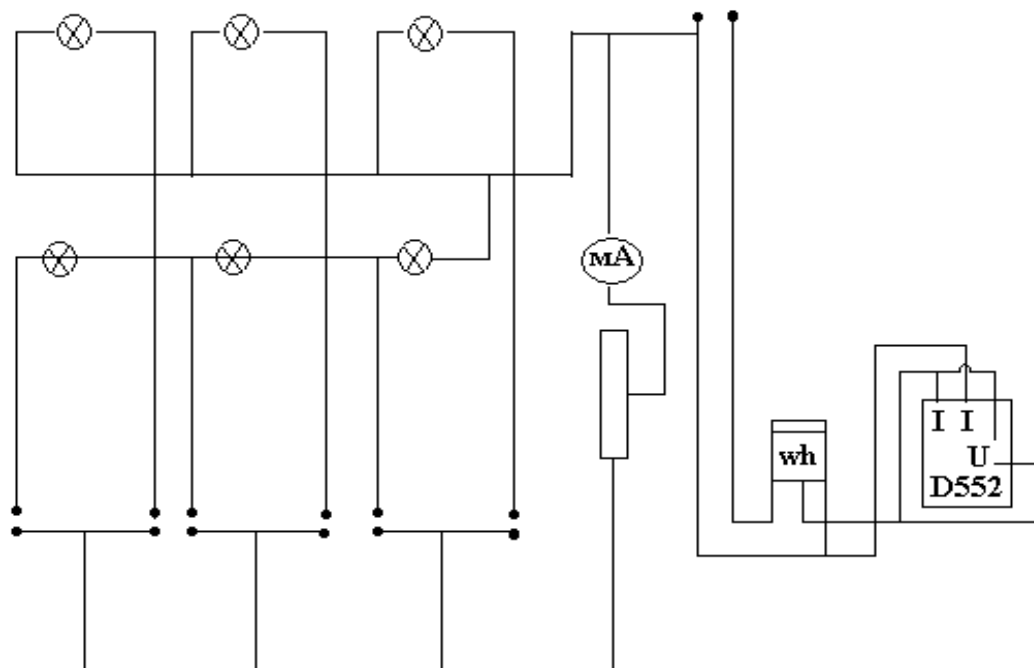
2,0 bo'lgan schyotchiklar uchun $\pm 2\%$ —dan, aniklik klassi 2,5 bo'lgan schyotchiklar uchun $\pm 2.5\%$ dan ortmasligi kerak;

b) Schyotchikning tokli cho'lg'amida tok bo'lmay, kuchlanish nominal kiymatiga nisbatan 80-100 % ni tashkil etganda schyotchikning diski to'la bir martadan ortik aylanmasligi kerak.



1-rasm.

Ishning bajarilish tartibi.



2-rasm.

2-rasmda schyotchikni tekshirish sxemasi keltirilgan. Sxemada kursatilgan asboblarning ulanishiga e'tibor bering. (Ishni boshlayotganda reostatning surilgich kontaktini gildiragi reostat simining kontaktiga tegmagan bulsin. D-552 asbobning chapdagi ruchkasi kuchlanish belgisi U ni ko'rsatib turishi kerak).

2-mashq.

Barcha lampochkalarni kalitlar yordamida ulab yoqing va 15 minut schetchikni qizdiring.

3-mashq.

1ta lampochkani ulab yoqing va schetchik diskasining 20-40 gacha aylanish uchun ketgan vaqtni sekundomer yordamida aniklang. D-552-abob yordamida tok kuchi I -va kuchlanish U ni o'lchab, barcha o'lchangan kattaliklarni 1-jadvalga yozing. Xuddi shunday ulchashni 2 ta lampochka, 3 ta, 4 ta, 5 ta, 6 ta lampochkalar uchun ham takrorlang va natijalarni jadvalga kiriting.

1-jadval

Istemolchi	Ulchamlar				Xisoblashlar		
	I, A	U, B	N, ayl	t, C	C_n	C_x	$\beta \%$
1ta-lampa							
2ta-lampa							
3ta-lampa							
4ta-lampa							
5ta-lampa							
6ta-lampa							

Jadvalda keltirilgan qiymatlardan foydalanib $\beta(I)$ bogʻlanish grafigini tuzing.

4-mashq.

Schetchikning nominal kuchlanishidagi sezgirlik darajasini aniqlash uchun barcha lampochkalar oʻchiriladi va reostatning xarakatlanuvchi kontaktini reostat karshiligining maksimum tomonidan reostat simiga juda sekinlik bilan tegiziladi. Diskni turgʻun aylantira oladigan darajadagi $I_{\min}$ tokning qiymatini aniklaymiz. Schetchikning sezgirlik darajasi quyidagi formula buyicha aniqlanadi.

$$S = \frac{J_{\min}}{J} \cdot 100\%$$

Tekshirilayotgan schyotchik uchun $S=1\%$ —dan oshmasligi kerak.

Tekshirish uchun savollar.

1. Induksion schetchikning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?
2. GOST buyicha schetchiklarga qanday talab va shartlar qoʻyiladi?
3. Schetchikning sezgirligi va uzatish soni deb nimaga aytiladi?
4. Schetchikning nominal va haqiqiy doimiysi deb nimaga aytiladi va u qanday aniqlanadi?

Adabiyotlar:

1. Kasatkin A.S. Elektrotexnika. Energiya M.: 1973 y. 354 b.
2. Попов V.S., Николаев S.A. Elektrotexnika 1973 y. 160 b
3. Китаев E.B., Гревцев H.Ф., Курс общей электротехники. Высшая школа. M.: 1965 г. 247 б.

LABORATORIYA ISHI №13

Mavzu: O'zgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanish va kuvvat isrofgarchiligini o'rganish.

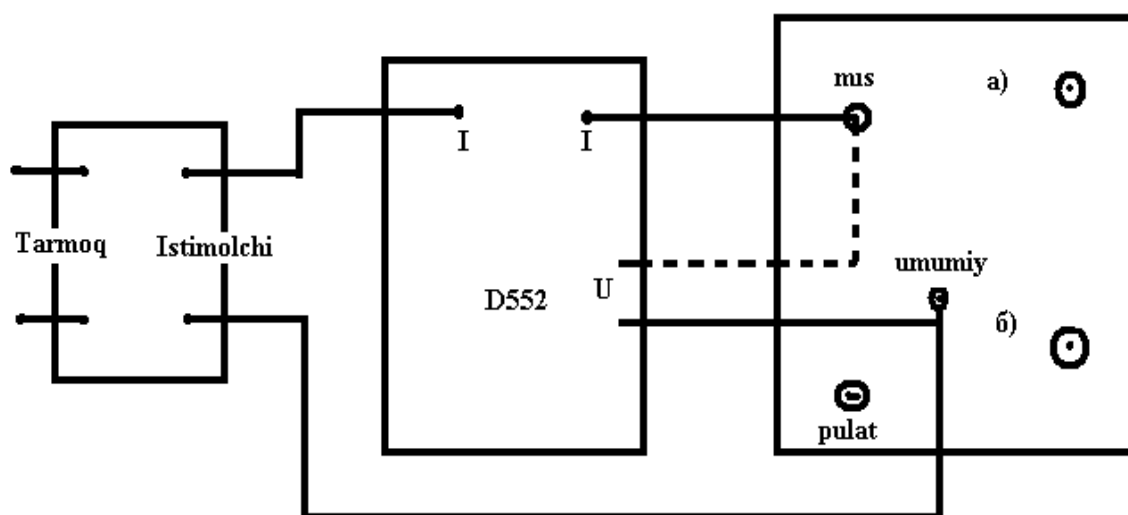
Kerakli asboblari: O'zgaruvchan tok manbai—1ta, elektr energiyasi istemolchilari (chug'lanma lampalar)—3 ta, D—552 tipidagi o'lchov asbobi—1 ta, vyklyuchatellar—3 ta, liniya simlarini o'zgartiradigan kalit—1ta, elektr energiyasini uzatadigan mis va po'lat simlari.

Ishning maqsadi: Istemolchilardagi kuchlanish va kuvvat isrofgarchiligi, F.I.K ni o'zgartirishni istemolchilarga bog'liq holda tekshirish. Liniya simlaridagi qarshilikni istemolchilardagi kuchlanishga ta'sirini aniklash.

Kurilmaning tuzilishi: Qurilmada ikkita g'altak bulib, bu g'altaklar tok manbai bilan istemolchilarni ulashda liniya simlari rolini o'taydi. K_1 g'altak misdan qilingan bulib, uning uzunligi 9.5m diametri esa 0.25mm, K_2 g'altakning ham uzunligi 9.5m diametri 0.25mm bo'lib, po'latdan yasalgan. Elektr energiyasining istemolchilari bo'lib o'zaro parallel ulangan cho'g'lanma lampalar xizmat qiladi. Kalitlar yordamida zanjirdagi har bir lampochkalar bir-biridan bog'liqsiz ulanishi yoki uzilishi mumkin. Qurilmaning panelidagi a va b klemmalarda istemolchilardagi kuchlanishi o'lchanadi.

Ishning bajarish tartibi:

1. Kurilmadagi asboblarning joylashishi bilan tanishib chiqing. Ishni bajarish vaqtida elektr o'lchov asboblari klemmalariga qanday ulanishi kerakligini o'rganing.
2. 1—rasmda kursatilgan zanjir ni tuzing.



1–rasm.

Yigilgan zanjirni o‘qituvchiga ko‘rsating.

3. Sxemadagi 1-lampani yondiring. LATR yordamida o‘kituvchining ko‘rsatmasiga muvofiq kerakli kuchlanishni tiklang. Tok kuchi va quvvatini o‘lchang, o‘lchash natijalarini 1–jadvalga yozing.

1-jadval.

Lampalar soni	U, B	I, A	P, Bt	U_2, B
1-lampa				
2-lampa				
3-lampa				

LATRni tormokdan uzing va kuchlanish klemmlarini a va b tormoqqa ulang. Lampadagi U_2 kuchlanishni o‘lchang va o‘lchash natijalarini 1-jadvalga yozing. Zanjirdagi 2–lampani yondiring va hamma o‘lchashlarni xuddi birinchi holatdagiday davom ettiring. Shu narsaga e’tiborni jalb qilish kerakki, U_1 kuchlanish oldin o‘rnatilgan kuchlanishga teng bo‘lishi kerak.

Zanjirga 3–lampani ulab hamma o‘lchashlarni qaytarib, uning natijalarini ham 1–jadvalga yozing.

4. 1-jadvalni natijalaridan foydalanib quyidagi kattaliklarni aniklang:

a) $\Delta U = U_1 - U_2$ -liniya simlaridagi kuchlanish yo‘qotilishi,

b) Elektr energiyasi istemolchilarning quvvati $P_2 = IU_2$

v) Liniya simlaridagi quvvat isrofgarchiligi $\Delta P = P_1 - P_2$

g) Liniyaning F.I.K.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Hamma xisoblangan natijalarni 2–jadvalga yozing.

2-jadval

Lampalar soni	$\Delta U, B$	P_2, Vt	$\Delta P, Vt$	η
1-lampa				
2-lampa				
3-lampa				

5. Quyidagi bog‘lanishlarni grafigini chizing.

$$U_2 = f(P_2); I = f(P_2), \Delta U = f(P_2); \Delta P = f(P_2); \eta = f(P_2)$$

6. <<Mis>> klemmasidagi o‘tkazgichni uzib, <<po‘lat>> klemmasiga ulang va oldin qilingan hamma ishlarni qaytadan takrorlang.

Tekshirish uchun savollar:

1. Liniyadagi kuchlanish isrofgarchiligi deb nimaga aytiladi?
2. Liniyadagi kuchlanish isrofgarchiligi 5 % dan oshmasligi kerak, sizni kurilmangiz shu shartni qanoatlantiradimi?
3. Nima uchun elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish uchun mis simdan foydalaniladi?
4. Agar liniya simlari misdan qilingan bo‘lib, kuchlanishni tushuvi rejadagidan katta bo‘lsa kanday chora ko‘riladi?
5. Nima uchun berilgan liniyaga juda ko‘p istemolchilarni ulash mumkin emas?

Adabiyotlar

1. Kasatkin A.S. Elektrotexnika. Energiya, M: 1973 y. 125 bet,
2. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н. Общая электротехника,
3. Попов V.S., Nikolaev S.A. Elektrotexnika. O‘qituvchi. 1973, 30 b,

LABORATORIYA ISHI №14

Mavzu: Yarim o'tkazgichli diodni xarakteristikalarini olish va uni taxlil qilish.

Kerakli asboblari: Doimiy tok manbai-1 ta, yarim o'tkazgichli diod-1 ta, milliampermetr-1 ta, mikroampermetr-1 ta, o'lchash chegarasi 3 va 15 V bo'lgan voltmeter-1 ta, reostat-2ta, tumbler-2 ta.

Ishning maqsadi: Yarim o'tkazgichli diod bilan tanishish, uni voltmeter-amper xarakteristikasini olish va uni tahlil qilish.

Ishga doir nazariy tushunchalar

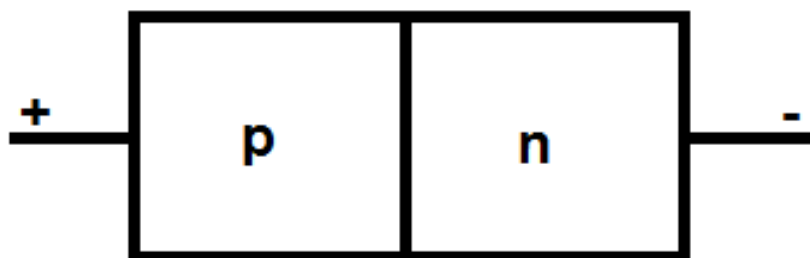
Yarim o'tkazgichlar o'zini solishtirma elektr qarshiligi bo'yicha o'tkazgichlar va dielektrlarni oralig'idagi elementlardir. Ulardagi tok tashuvchilar erkin elektronlar va teshiklar xisoblanadi. Teshiklar kristall panjaralardagi atomlardan ajralgan erkin elektronlarni bo'sh o'rnidir. Bu bo'sh o'rinlarga qo'shni atomlardan elektronlar kelib tushadi va o'z navbatida uning o'rnini bo'sh qoladi. Shu yo'l bilan teshiklar atomlardan atomlarga qarab xuddi musbat zaryadlar xarakatlangandek harakat qiladi. Ximiyaviy jihatdan elektronlar va teshiklar soni teng va nisbatan kam bo'ladi. Shuning uchun bunday yarim o'tkazgichlar elektr tokini nisbatan yomon o'tkazadi. Bunday yarim o'tkazgichlar elektr tokini yaxshi o'tkazishi uchun ularga oz, lekin aniq miqdorda (10^{-7} - 10^{-8} tartibda) qo'shimchalarni qo'shish kerak. Bu qo'shimchalar o'z navbatida yarim o'tkazgichda ma'lum xarakterdagi elektron yoki teshikli o'tkazuvchanlikni vujudga keltiradi.

Agar to'rt valentli toza germaniy kristaliga besh valentli surma elementi qo'shimchasi kiritilsa, bunda yarim o'tkazgichda ortiqcha erkin elektronlar vujudga keladi. Agar toza germaniy kristaliga uch valentli element qo'shimchasi kiritilsa, masalan, indiy, bunda ortiqcha teshiklar hosil bo'ladi.

Yarim o'tkazgichda ortiqcha elektronlar hosil qiladigan element qo'shimchalariga donorlar deyiladi va bunday yarim o'tkazgichga n-tipli o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgich deyiladi. Yarim o'tkazgichda ortiqcha

teshiklar xosil qiladigan element qo'shimchalariga akseptorlar va bu o'tkazuvchanlik p-tipidagi o'tkazuvchanlik deyiladi.

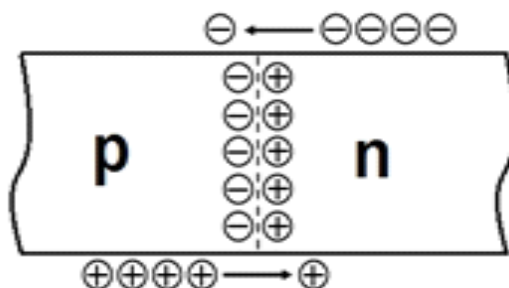
Xar xil o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgich kristallari kavsharlansa pn yoki np yarim o'tkazuvchanlik xosil bo'ladiki, bunda bir tomonlama ventilli o'tkazuvchanlik, ya'ni elektr tokini bir tomonlama o'tkazish xususiyati hosil bo'ladi. Yarim o'tkazuvchanlikli diod yoki ventil degan atama shundan kelib chiqqan.



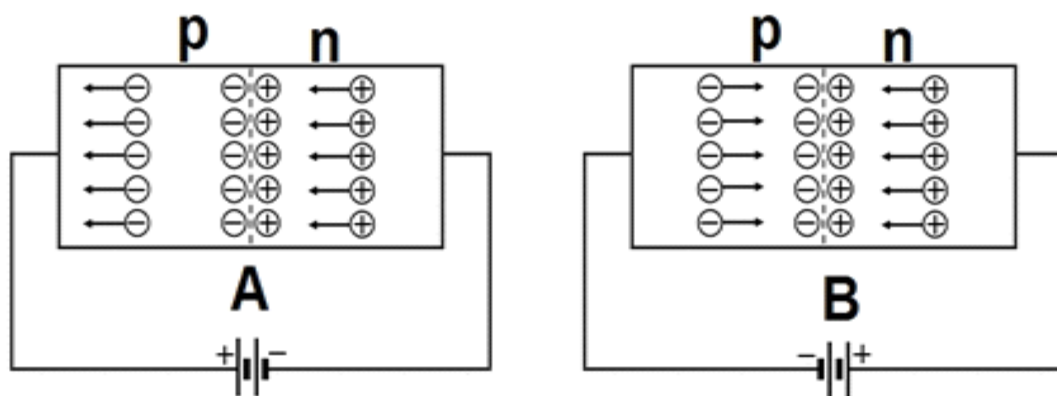
1-rasm. Yarim o'tkazuvchanlikli diod

n-tipli yarim o'tkazgichda ortiqcha elektronlar bo'lib, ortiqcha teshiklarga ega bo'lgan p-o'tkazuvchanlik bilan zaryad almashganda va kavsharlangan chegarada teskari zaryad taqsimoti vujudga keladi.

Elektronlar p-yarim o'tkazgich chegarasida manfiy, teshiklar n-yarim o'tkazgich chegarasida musbat zaryad xosil qiladi. Ikki yarim o'tkazgich chegarasidan bu zaryadlar majmuasi "o'tkazmaydigan qatlam" yoki ikkilamchi elektr qatlami hosil qiladiki, ular hosil qilgan elektr maydoni zaryadlar diffuziyasiga ta'sir ko'rsatadi (2-rasm).



2-rasm pn-o'tish.



3-rasm. pn-o‘tishdagi tog‘ri (A) va teskari (B) ulash.

Agar pn o‘tkazuvchanlikdagi yarim o‘tkazgich doimiy tok manbaiga, ya’ni manbani manfiy qutbini n-yarim o‘tkazgichga ulasak (3a-rasm) diffuziya tufayli “o‘tkazmas qatlam” orqali o‘tuvchi elektronlar soni oshadi va tok vujudga keladi. Bunday ulashga pn o‘tishdagi to‘g‘ri ulash deyiladi. Bu holda o‘tkazmaydigan qatlam kamayib, uning qarshiligi keskin tushadi. Agar batareyaning qutblarini o‘zgartirsak va n-yarim o‘tkazgichga batareyaning musbat qutbini ulasak o‘tkazmaydigan qatlam orqali tok o‘tmaydi (3b–rasm).

Bu ulanishda p-zonada elektronlar, n-zonada teshilar to‘planib o‘tkazmovchi qatlamning kengligi oshadi. O‘tkazmaydigan qatlamning potentsiallar farqi elektr tokini o‘tishiga to‘sqinlik qiladi va pn-o‘tish qarshiligi keskin oshadi va undan tok o‘tmaydi. Bunday pn–o‘tishdagi ulanish teskari ulanish yoki o‘tkazmovchi ulanish deyiladi.

pn–o‘tishni bunday xususiyati o‘zgaruvchan tokni to‘g‘irlovchi yarim o‘tkazgichli diodlarda ishlatiladi. To‘g‘ri ulanishda kuchlanishning ozgina o‘sishi tokni keskin oshiradi, teskari ulanishda kuchlanish oshishi bilan tok deyarli oshmaydi.

O‘tkazmaydigan yo‘nalishdagi oz miqdordagi hosil bo‘lgan tokni elektron o‘tkazuvchanlikdagi asosiy bo‘lmagan tok tashuvchilar p teshiklar va teshikli o‘tkazuvchanlikdagi asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar n elektronlar hosil qiladi.

Yarim o‘tkazuvchanlikli diod elektr tokini faqat bir tomonga qarab yaxshi o‘tkazadi. Kuchlanish manbaining qutblari o‘zgartirilsa, teskari yo‘nalishda tok

juda kam oqadi. Shunga asoslanib to‘g‘ri tok va to‘g‘ri kuchlanish. (diod ochiq bo‘lib elektr tokini o‘tkazadi) hamda teskari tok va kuchlanish (diod yopiq bo‘lib amaliy jihatidan tokni o‘tkazmaydi) tushunchalari kiritiladi.

Yarim o‘tkazgichli diodni asosiy xarakteristikasi unga berilgan kuchlanish va undan o‘tuvchi tok o‘rtasidagi munosabatni belgilovchi volt- amper xarakteristikasi xisoblanadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Taglikda o‘rnatilgan asboblarni bir–biri bilan qanday bog‘langanligini va joylashganini 1–sxema asosida solishtirib chiqing.
2. Hamma elektr o‘lchov asboblarni 1 bo‘lim shkalasiga mos keluvchi kattaliklarini aniqlab oling.
3. 1-va 2–tumblerlarni to‘g‘ri tok holatiga qo‘ying. Voltmetrni 3 V chegarasiga mos keluvchi klimalarga ulang. Reostatni jilgichini shunday holatga quyingki diodga keluvchi kuchlanish nolga teng bo‘lsin.
4. Tok manbaini ulang va reostat yordamida kuchlanishni noldan boshlab shunday o‘zgartiringki. (6-8 nuqta), dioddan o‘tuvchi tok 75 mA oshmasin. Asboblarning ko‘rsatishi 1–jadvalga yozib boring.

Dioddan to‘g‘ri tok o‘tganda

1-jadval

№	Diod toki, mA	Dioddagi kuchlanish, V	Diod qarshiligi, Om
1			
2			
3			

1-jadvaldagi natijalarga asoslanib, xar bir natijaga mos keluvchi diod qarshiligini $R_{toig'ri} = - \frac{U_{toig'ri}}{I_{toig'ri}}$ asosida hisoblang.

5. Quyidagi bog‘lanishlarni grafigini chizing.

$$I_{toig'ri} = f(U_{toig'ri}), R_{toig'ri} = f(U_{toig'ri})$$

6. 1 va 2–tumblerlarni “teskari tok” xolatiga qo‘ying, Voltmetrning 15 V chegaraga mos keluvchi klemmalarga ulang. Reostatning jilgichini shunday xolatga quyingki, diodga keluvchi kuchlanish nolga teng bo‘lsin.

7. Reostat yordamida kuchlanishni noldan boshlab 6 V gacha o'zgartirib, uni turli qiymatlariga (6-7 nuqta) mos keluvchi teskari tok qiymatlarini mikroampermetrdan o'lchab oling. Asboblarni ko'rsatishni 2-jadvalga yozib boring.

2-jadval.

№	Diod toki, mA	Diod kuchlanishi, V	Diod qarshiligi, Om
1			
2			
3			
4			

8. Jadvaldagi natijalar asosida kuchlanishning teskari yunalishidagi diod qarshiligini $R_{teskari} = \frac{U_{teskari}}{I_{teskari}}$ formula asosida xisoblang.
9. Quydagi $I_{teskari} = f(U_{teskari})$ $R_{teskari} = f(U_{teskari})$ bog'lanishlarni grafigini chizing.

Tekshirish uchun savollar

1. Yarim utkazgichli diodni tuzilishi qanday va u qaysi prinsip asosida ishlaydi?
2. Yarim o'tkazgich nima?
3. Nima uchun yarim o'tkazgichli diodda tok hosil bo'lish uchun potentsiallar farqi (minus n-zonaga, plus p-zonaga) beriladi?
4. Diodni to'g'ri va teskari kuchlanishi deb nimaga aytiladi?
5. Dioddagi to'g'ri kuchlanish kattaligi o'zgarganda undagi tok qanday o'zgaradi?
6. Diodga berilgan kuchlanishni qutblari o'zgarganda uning qarshiligi qanday o'zgaradi?
7. Yarim o'tkazgichli diodni xarakteristikasini tahlil qiling.

Adabiyotlar.

1. A.S.Kasatkin. Elektrotexnika Energiya. M.: 1973 y, 262 b.
2. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966, 448 b.
3. V.S.Popov, S.A.Nikolaev. Elektrotexnika. O'qituvchi T.: 1973-305 b.
4. И.П.Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.с.38.

LABARATORIYA ISHI №15

Mavzu: Uch elektrodli elektron lampani o'rganish.

Kerakli asboblari. Uch elektrodli elektron lampa-1ta, anodga kuchlanish beradigan tug'rilagich-1ta, to'rga kuchlanish beradigan o'zgarmas kuchlanish manbai-1ta, to'r va katodga beriladigan kuchlanishni o'zgartiradigan reostatlar-2ta, anod tokini o'lchovi milliampermetr-1ta, anod, katod va to'r kuchlanishni o'lchovchi voltmترلar-3ta, to'r va katodlar klemmasini birlashtiruvchi shtiker-1ta.

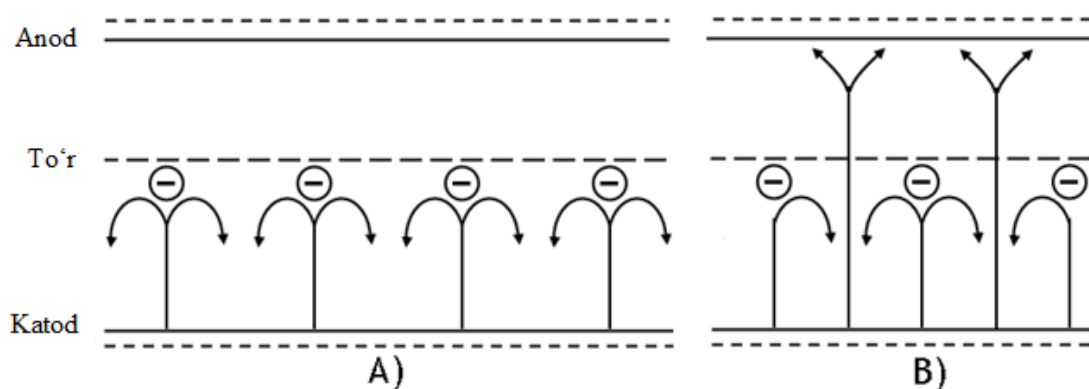
Ishning maqsadi. Lampani voltamper xarakteristikasini to'r kuchlanishga bog'liq holda, hamda anod tokini to'r kuchlanishiga bog'liq holda tekshirish.

Ishga doir nazariy tushuncha

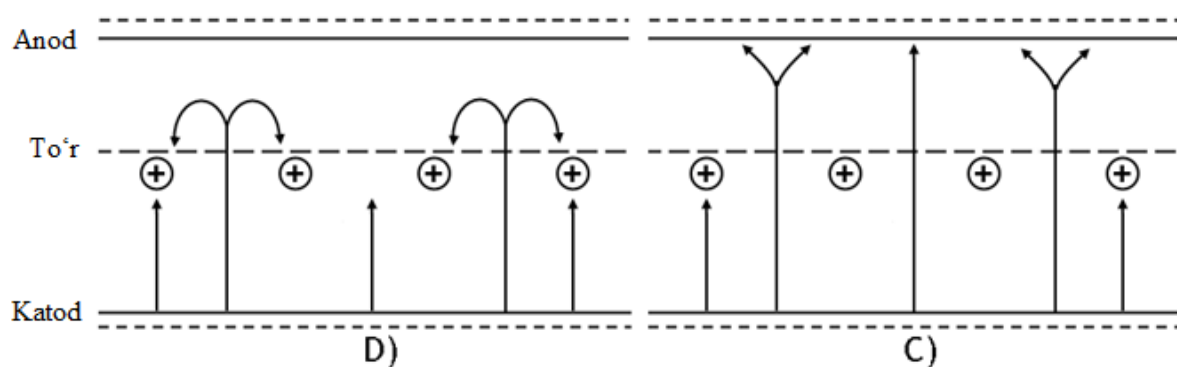
Boshqaruvchi to'rga turli qiymatlardagi musbat va manfiy kuchlanish berish mumkin. Agar to'rga katta manfiy kuchlanish bersak, katoddan chiqayotgan elektronlar to'rdan itariladi va yana katodga qaytib tushadi. Bu holda anod toki nolga teng bo'ladi (1-a rasm). To'rdagi manfiy kuchlanish kamaytirilsa, katoddan chiquvchi bir qismi elektronlar anodga yetib boradi va katod-anod zanjirida tok paydo bo'ladi, (1-b rasm) Agar to'rdagi kuchlanish nolga teng bo'lsa, triod diod kabi ishlaydi.

Agar to'rga musbat kuchlanish berilsa u katoddan chiqayotgan elektronlarga tezlanish beradi. Bunda bir qisim elektronlar to'rga ushlanadi, bir qismi esa anodga yetib boradi (1-b rasm). Bunda anod va katod zanjirida anod toki va katod to'r zanjirida to'r toki hosil bo'ladi. To'rga berilayotgan musbat kuchlanishni oshishi bilan katoddan chiquvchi elektronlar to'rda ko'proq ushlanib qoladi va anod toki pasayib to'r toki keskin oshib ketadi.

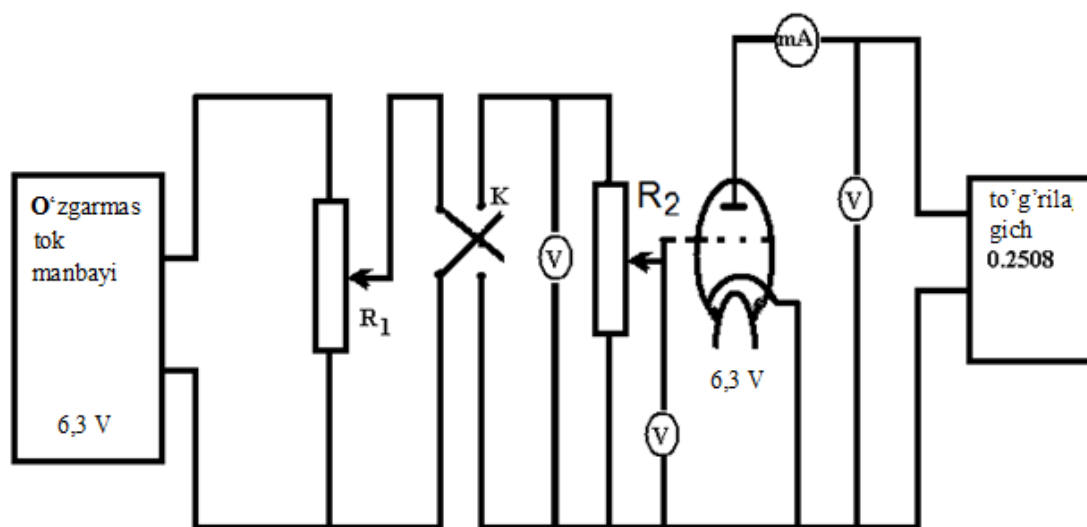
To'rga manfi potensial berilganda



To'rga musbat potensial berilganda



Katodga berilayotgan kuchlanish o'zgarishi bilan undan ajralib chiqayotgan elektronlar soni ham o'zgaradi. Anod va to'r kuchlanishi o'zgarganda, katodga berilayotgan kuchlanishni oshishi bilan anod tokini oshirish mumkin. To'rga berilayotgan kuchlanish R_1 va R_2 potnetsiometrlar yordamida, anod kuchlanishi to'g'rilagichni buragichi yordamida o'zgartiriladi (2-rasm)



2-rasm.

Lampaning anod xarakteristikasini olish

1-mashq.

1) Lampa to'rga-6.3V manfiy kuchlanish (katodga nisbatan) bering. To'g'rilagichdan anodga berilayotgan kuchlanishni pasaytirib nol qiymatga keltiring. Katodni qizdirish uchun uni reostat orqali to'g'rilagichdagi 6.3 V li klemmaga ulang va lampani 2-3 minut qizdiring.

2) Lampadagi anod kuchlanishni 0 dan 250 v gacha 10 v dan o'zgartirib, har bir anod kuchlanishiga mos keluvchi anod tokini jadval ko'rinishda qayd qilib boring. Shunday qilib to'r kuchlanishi 6 V bo'lgandagi anod xarakteristikasi olinadi.

3) Lampani to'r kuchlanishni 6 v dan 0 gacha har 2 V dan o'zgartirib, to'rga berilayotgan manfiy kuchlanishlarni har bir qiymati uchun anod xarakteristikalari olinadi.

4) Kommutator yordamida to'rga berilayotgan kuchlanishni (mos ravishda 2-kommutator yordamida o'lchovi asbobga keluvchi kuchlanishni) o'zgartiramiz, ya'ni 2 V dan to 6 V gacha har bir qiymati uchun anod xarakteristikasi olinadi. Bu yul bilan anod xarakteristikalari oilasi hosil qilinadi.

O'lash natijalari grafiklar ko'rinishida beriladi. Bu grafiklar lampadagi to'r kuchlanishining har bir qiymati uchun anod toki bilan anod kuchlanishi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

2-mashq.

Lampaning to'r xarakteristikasini olish

Lampa anodiga navbat bilan 100.150.200.250 V kuchlanish berib shu kuchlanishlarni har bir qiymati uchun lampani to'r xarakteristikalari olinadi. Yuqorida ko'rsatilgan kuchlanishni har bir qiymati uchun to'r kuchlanishni -1dan -6 V gacha, hamda +1 V dan +6 V gacha 0.5 V dan o'zgartirib, to'r kuchlanishni har bir qiymatiga mos keluvchi anod tokini yozib borish kerak. O'lchash natijalari anod kuchlanishining har bir tayinli qiymati uchun lampa

anod tokining to‘r kuchlanishiga bog‘lanishini ifodalovchi grafik ko‘rinishida beriladi.

O‘lchash natijalarini tahlil qilish.

Ishdan olingan natijalar lampani anod va to‘r xarakteristikalarini ifodalovchi grafik ko‘rinishida beriladi. Olingan grafiklar asosida lampaning ishini xarakterlovchi parametrlar:

a) lampaning statik kuchaytirish koeffitsienti

$$\mu = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_T} \quad (I_a = \text{const})$$

b) bundagi teskari bo‘lgan kattalik lampaning singdiruv-chanligi

$$D = \frac{1}{\mu}$$

v) lampaning ichki qarshiligi $R_i = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a} \quad (V_T = \text{const})$

g) lampani to‘r harakteristikasi $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_T} \quad (V_a = \text{const})$ aniqlanadi.

1. Lampaning kuchaytirish koeffitsientini fizikaviy ma’nosi quydagicha, ya’ni katodni cho‘g‘lanishi bir xil bo‘lganda, anod toki anod kuchlanishi va to‘r kuchlanishining funksiyasidir. $I_a = \text{const}$ bo‘lganda anod tokining o‘zaro teng, lekin qarama-qarshi o‘zgarishlarini yuzaga kiltiruvchi anod va to‘r kuchlanishlari orttirmalarining nisbati $\mu = -\frac{\Delta V_a}{\Delta V_T}$ lampaning kuchaytirish koeffitsienti deyiladi.

Kuchaytirish koeffitsienti tajriba natijalari asosida quydagicha aniqlanadi. To‘r xarakteristikalarining to‘g‘ri chiziqli sohasida $I_a = \text{const}$ gorizontol to‘g‘ri chiziq o‘tkaziladi. Bu to‘g‘ri chiziqning ikita qo‘shni to‘r xarakteristikasi orasidagi kesmasi ΔV_T ning qiymatini beradi. Foydalanilgan bu ikkita to‘r xarakteristikasi olingan anod kuchlanishlarini farqi ΔV_a ni kattaligini beradi. Statik kuchaytirish koeffitsienti $\left(\frac{\Delta V_a}{\Delta V_T}\right) I_a = \text{const}$ nisbat sifatida aniqlanadi. μ kattalikni hisoblash natijalari μ ning lampa to‘r kuchlanishiga bog‘liq grafigi

kurinishida tasvirlanadi. Dinamik kuchaytirish koeffitsienti anod nagruzkasida olingan to‘r xarakteristikalarining grafigidan topiladi.

2. Lampaning ichki qarshiligi $R_i = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a}$ ya'ni to‘rdagi kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganda anod kuchlanishdan anod toki buyicha olingan hosiladan olinadi. Bu kattalikni $\frac{V_a}{I_a}$ nisbat bilan chalkashtirmaslik kerak. R_i kattalikni eksperimentlardan olingan $V_T = \text{const}$ anod xarakteristikalarda o‘tkazilgan urunmaning qiyaligiga qarab aniqlash mumkin. Aksincha, boshqa yul xam tutish mumkin, lampaning to‘r xarakteristikalarini yasab, anod kuchlanishlarini turli qiymatlarida olingan ikkita qo‘shni xarakteristikalarini to‘g‘ri qismini kesib o‘tuvchi $V_i = \text{const}$ vertikal o‘tkaziladi.

U holda bu vertikalning to‘r xarakteristikalari orasidagi kesmasi ($V_i = \text{const}$ bo‘lganda) ΔI_a kattalikni bildiradi. To‘r xarakteristikalariga tegishli ΔV_a ni ΔI_a ga nisbati R_i kattalikni beradi. To‘r kuchlanishni turli qiymatlari uchun R_i kattalikni to‘r kuchlanishiga bog‘liq grafiklar asosida tasvirlanadi.

3. To‘r xarakteristikalarining tikligi $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_T}$ ($V_a = \text{const}$ bo‘ladi) to‘r xarakteristikalarining abitsisa o‘qiga qiyalik burchagini tangensi sifatida topiladi. Tiklik qarshilikka teskari o‘lchamlikka ega bo‘lib, $\frac{ma}{B}$ larda ifodalanadi va anod tokini to‘r kuchlanishga bog‘liqligini ko‘rsatadi. S kattalik to‘r kuchlanishini ifodalovchi grafik ko‘rinishda tasvirlanadi. Agar yuqorida aytilgan xarakteristikalar to‘r xarakteristikasini bir nuqtasida topilgan bo‘lsa, quyidagi

$$R_i \frac{S}{\mu} = 1 \quad DR_i S = 1$$

munosabatni tekshirib ko‘rish mumkin.

Tekshirish uchun savollar

1. Termoelektron emissiya hodisasini tushuntiring.
2. Ikki elektrodli elektron lampaning tuzilishini va ishlash prinsipini tushuntiring.

3. Yarim o'tkazgichlarni elektr o'tkazuvchanligini va ularni ishlatish sohasini tushuntiring (diod, tranzistor).
4. Ikki elektrodli elektron lampa va diodni to'g'rilagich sifatida ishlash prinsipini tushuntiring.
5. Uch elektrodli lampa tranzistor va kuchaytirgich roliga ishlashini tushuntiring.

Adabiyotlar

1. S. G. Kalashnikov Elektr. "O'qituvchi" 1979 y
2. Курс физики под ред. Н. Д. Папалекси 1.Том. Гостехиздат. 1978 г
3. И. П. Жаремцов. Основы электроники. Энергоатомиздат. Л. 1989г 209 с.
4. А. С. Касаткин. Электротехника. Энергия М. 1973. 298 с.

LABORATORIYA ISHI №16

Mavzu: Uch fazali asinxron dvigatelni o'rganish.

Kerakli asboblari: Stator va rotordan iborat asinxron dvigatel, 0-15 A chegarasida tokni o'lchaydigan ampermetr-1ta, 0-400 V chegarasida o'zgaruvchan kuchlanishni o'lchovchi voltmeter-1ta, D552 tipdagi universal asbob 1ta, uch fazali zanjirlarni uzish va qayta ulash qurilmasi-2ta, 2ta faza cho'lg'am uchlarini o'rnini almashtiruvchi qurilma-1ta, rotorning aylanish tezligini o'lchovchi taxometr-1ta.

Ishning maqsadi: Asinxron dvigatelning tuzulishi va ishlash prinsipi yurgizib yuborishdagi xususiyatlari hamda tavsiyalari bilan tanishish.

Ishga doir nazariy tushuncha

Rotorning aylanish tezligi statorning aylanuvchi magnit maydonining tezligidan kichik va yuklanishga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan tok mashinasi asinxron mashina deb ataladi.

Asinxron dvigatelda ikkita asosiy qism—stator va rotor bor. Mashinaning qo'zg'almas qismi stator deb ataladi. Ichki tomondan statorga pazlar qilingan

boʻlib, bu pazlarga uch fazali chulgʻam joylashadi va bu chulgʻamlarga uch fazali oʻzgaruvchan tok beriladi. Mashinaning aylanuvchi qismi rotor deb ataladi. Uning pazlariga ham chulgʻamlar joylashgan yetkizilgan. Stator va rotor 0,35-0,5 mm qalinlikdagi shtamplangan elektrotexnikaviy poʻlat listlardan yigʻiladi. Poʻlat listlar statorda hosil boʻladigan uyurma toklar tufayli boʻladigan (qizishga ketadigan) isroflarni kamaytirish uchun bir-biridan lak qavati bilan izolyasiyalanadi. Rotorining konstruksiyasiga qarab asinxron dvigatellar qisqa tutashtirilgan rotorli va fazaviy rotorli boʻladi.

Asinxron dvigatelning ishlash prinsipi quyidagi qonunlarga asoslangan:

- a) statorning yulduz yoki uchburchak shaklida tutashtirilgan chulgʻamidan uch fazali oʻzgaruvchan tok oʻtganda aylanuvchi magnit maydon hosil boʻladi;
- b) statorning aylanuvchi magnit maydoni rotor choʻlgʻamlarini kesib oʻtib, unda EYuK va rotorning berk chulgʻamlarda tok hosil qiladi;
- v) magnit maydonda turgan tokli sterjenlarga yoʻnalishi chap qoʻl qoidasi bilan anikdanadigan elektromagnit kuchlar taʼsir qiladi.

Elektromagnit kuchlari va ular momentlarining qoʻshilishi natijasida rotor valida yigʻindi elektromagnit moment hosil boʻladi va rotor stator aylanuvchi magnit maydonining aylanish yoʻnalishida harakatga keladi.

Rotorning aylanishlar soni n hamma vaqt stator aylanuvchi magnit maydonining aylanishlar soni n_0 dan kichik boʻladi. Faqat shu shart bajarilgandagina statorning magnit maydoni xuddi shu tomonga aylanayotgan rotor chulgʻami sterjenlarini kesib oʻtib, ularda ishlashi uchun zarur boʻlgan ikkilamchi tok hosil qiladi.

Shu sababdan dvigatel asinxron dvigatel deb ataladi.

Rotor aylanishining stator magnit maydonining aylanishidan nisbiy orqada qolishi sirpanish deb ataladi. Sirpanish nisbiy birliklarda yoki protsentlarda ifodalanadi va quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0}, \text{ yoki } S_{\%} = \frac{n_0 - n}{n_0} 100\%$$

Asinxron dvigatelni yurgizib yuborishda statorda magnit maydonining aylanish tezligi, qoʻzgʻalmay turgan rotorga nisbatan juda katta boʻlganligidan rotorda E_{2s} EYuK hosil boʻladi, u rotorda nominal aylanish yoʻnalishida hosil boʻladigan EYuK dan 20-30 marta katta boʻladi:

$$E_{2Yurg.} = (20...30)E_{2s}$$

Rotordagi yurgizib yuborish vaqtidagi tok I_2 nominal tokdan 5-7 marta katta boʻladi. Bunga sabab shuki, statorning aylanuvchi magnit maydoni rotor chulgʻa mining oʻtkazgichlarini katta tezlikda kesib oʻtishi tufayli rotorning induktiv qarshiligi X_{2L} yurgizib yuborish vaqtida katta boʻladi:

$$I_{2Yurg.} = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_{2s}^2 + X_{2s}^2}} = 6..7 \tilde{I}_{2H}$$

Yurgizib yuborish tokning nominal tokka nisbati yurgizib yuborish tokining takroriyliigi deb ataladi va kataloglarda keltiriladi:

$$K = \frac{I_2}{I_H}$$

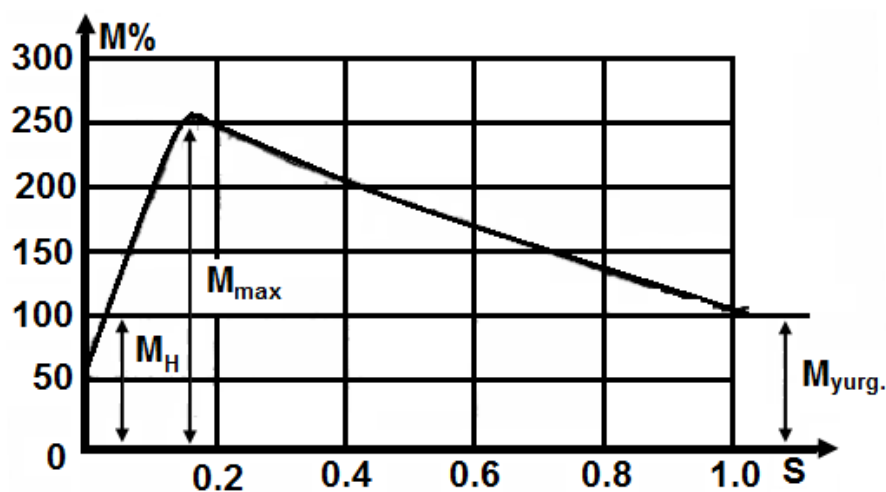
K-ichki tarmoqlarini hisoblashda katta ahamiyatga ega. Asinxron dvigatelning momenti quyidagi nfodadan aniklanadi:

$$M = C\Phi I_2 \cos \varphi_2$$

bu yerda C -mashinaning parametrlariga bogʻliq boʻlgan proporsionallik koeffitsienti; Φ -statorning aylanuvchi magnit maydoning oqimi; φ_2 - E_2 bilan rotor chulgʻamidagi I_2 tok orasidagi faza siljish burchagi.

Hozirgi asinxron dvigatellarda yurgizib yuborish momentining karraligi

$$\frac{M_{yurg.}}{M_H} = 1..5$$



1-rasm.

$\frac{M_{MAKS}}{M_{HOO}} = [8...2,5]$ nisbati dvigatelning o'ta yuklanishga bardoshlilikini xarakterlaydi.

Asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti $U = const$ dagi sirpanishning funksiyasi bo'ladi va 1-rasmdagi egri chiziq bilan xarakterlanadi.

Asinxron dvigatel nominal $S_{nom} = 0,02...0,06$ sirpanishda nominal moment hosil qiladi, $S_{kr} = 0,2...0,18$ sirpanishda maksimal moment hosil qiladi.

Demak, maksimal momentga yaqin yuklanishlarda asinxron dvigatel tormozlanishi mumkin.

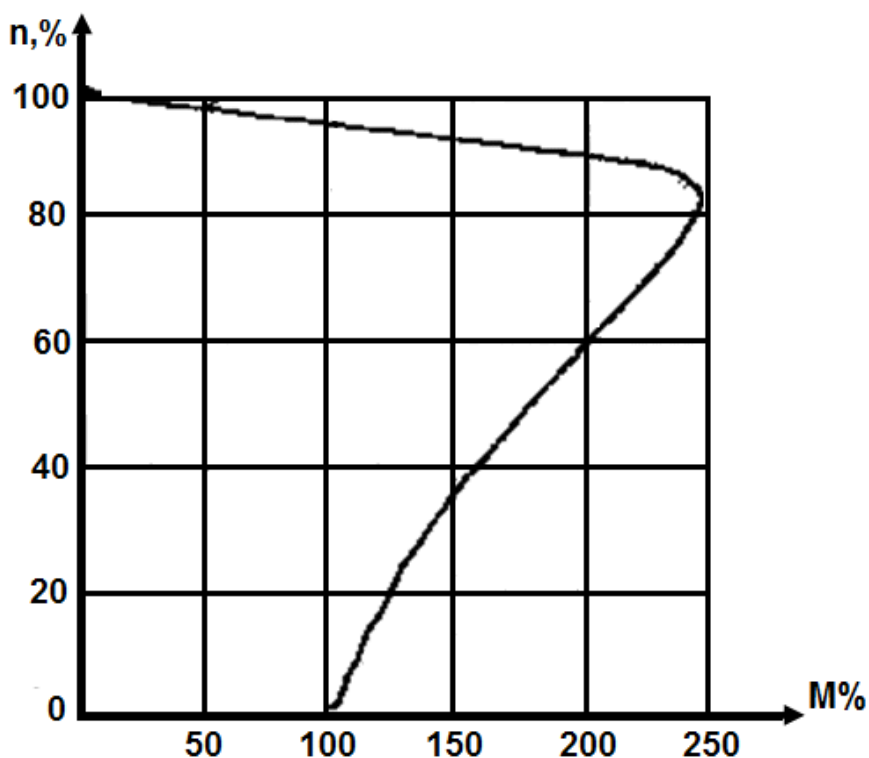
$S = 1$ sirpanishda asinxron dvigatel yurgizib yuborish momenti hosil qiladi.

Magnit oqimi Φ , kuchlanish U ga, M esa $\Phi I_2 \cos \varphi$ ga proporsional va $I_2 \cos \varphi = E_{2S} = \Phi = U_F$ bo'lganligidan $M = U_1 U_F = U_1^2$

Shunday qilib, asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti ayni sirpanishda statorga berilgan kuchlanishning kvadratiga teng.

Bu bog'lanish asinxron dvigatellarni ishlatishda katta ahamiyatga ega, chunki tarmoq kuchlanishi, masalan, $0,8U_1$ gacha kamaysa maksimal $0,8^2 M = 0,64M_H$ gacha kamayadi va dvigatel arzimagan yuklanishni yenga olmasdan to'xtab qolishi mumkin.

Asinxron dvigatel rotorining aylanishlar soni yuklanish momentiga bogʻliqligi mexanikaviy tavsifi deb ataladi: $n_1 = f(M)$ (2-rasm), $U = const$ da olinadi.



2–rasm

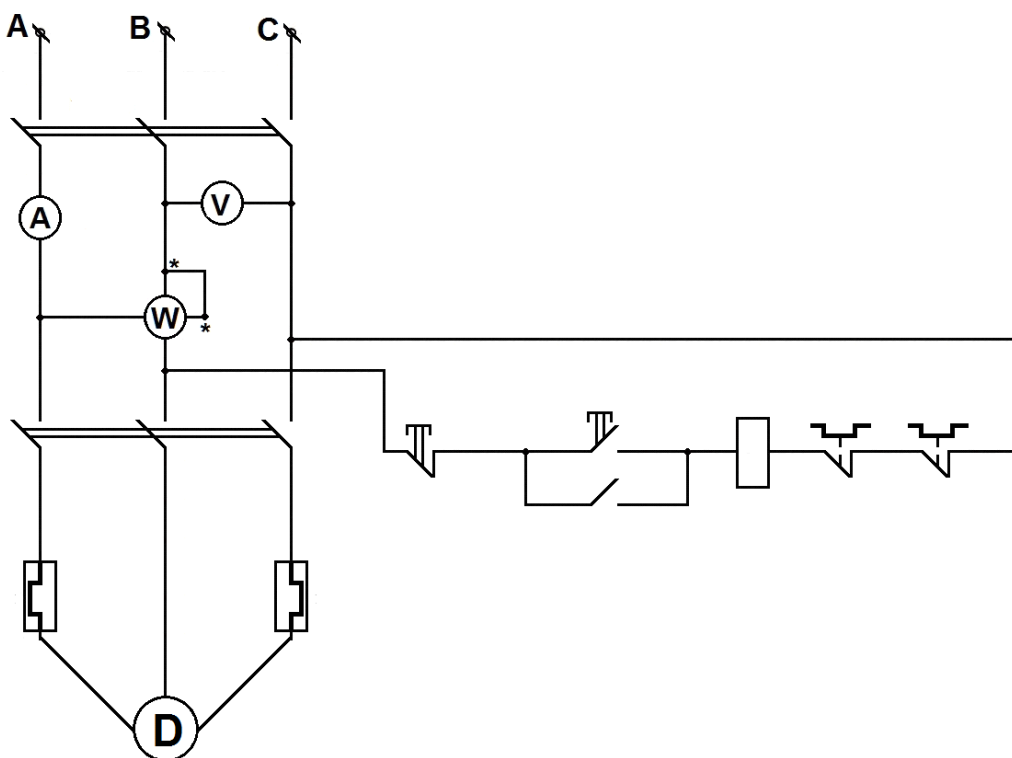
Ishni bajarish tartibi.

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarning tuzilishi va 3-rasmdagi sxemadan foydalanib, ularning tarmoqqa tutashtirilish sxemasi bilan tanishiladi.

2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning pasportidagi ma'lumotlari va sxemada koʻzda tutilgan apparatlar va oʻlchash asboblari yozib olinadi.

3. Dvigatel xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilingan holda yurgizib yuboriladi. Yurgizib yuborishda dvigatelning yurgizib yuborish toki oʻlchanadi va uning nominal tokdan necha marta katta ekanligi aniklanadi:

$$K = \frac{I_{yurg.}}{I_H}$$



3–rasm.

4 Dvigatelning ikki fazasida, ikki chulgʻamlarning uchlarini bir birini oʻrinlarini qayta ulab, tok yoʻnalishini oʻzgartirib, dvigatel reverslanadi.

5 Dvigatel yurgizib yuboriladi va stator toki, kuchlanish, quvvat, aylanishlar soni quyidagi rejimlar uchun oʻlchanadi:

- a) salt yurish rejimi uchun;
- b) dvigatelning nominal quvvatining 25%, 50%, va 100% bilan yuklanish ishlash rejimi uchun.

Dvigatelga yuklanish tormoz qurilma yordamida beriladi.

6. Asboblarning koʻrsatishlaridan foydalanib quyidagilar aniqlanadi:

- a) S-elektr dvigatel tarmoqdan iste'mol qiladigan toʻla uch fazali quvvat

$$S = \sqrt{3}U_H I_H = 1.73U_H I_H, \quad \text{VA}$$

- b) Q-elektr dvigatel tarmoqdan iste'mol qiladigan reaktiv quvvat

$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad \text{VA}_r;$$

- v) quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ -yuklanish oʻzgarishiga qarab 0,3 dan 0,88 gacha oʻzgartirib aniklanadi;

g) n_0 -elektr dvigatel statorining chulgʻami hosil qilgan aylanuvchi magnit maydonning aylanishlari soni:

$$n_0 = \frac{60 f}{P}$$

bu yerda f -oʻzgaruvchan tok chastotasi boʻlib 50 Gersga teng, r -elektr dvigatel statoridagi juft qutblar soni, $r=1$ boʻlganda

$$n_0 = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ ayl/min}$$

Amalda, tajribadan ma'lumki, $n_0 = 3000$ ayl/min boʻlganda rotorning aylanishlari soni $n_1 = 2920$ ayl/min, $n_0 = 1500$ ayl/min boʻlganda, $n_1 = 1450$ ayl/min boʻladi.

Ushbu ishni bajarishda n_1 taxometr bilan oʻlchanadi.

d) Sirpanish

$$S = \frac{n_0 - n_1}{n_0} 100\% = \frac{3000 - 2920}{3000} = 2.67\%$$

Hosil qilingan ma'lumotlar quydagi jadvalga yoziladi:

№	Kuzatishlar	Asboblarning koʻrsatishi				Hisoblash natijalari				
		U, V	I, A	P, Vt	n_1, C^{-1}	S, BA	Q, VAP	$\cos \varphi$	n_1, C^{-1}	$S, \%$
1.	Salt yurish									
2.	25 % P_{NOM}									
3.	50 % P_{NOM}									
4.	75% P_{NOM}									
5.	100% P_{NOM}									

Nazorat savollari

1. Asinxron dvigatel statorida aylanuvchi magnit maydoni qanday hosil qilinadi?
2. Dvigatel nima uchun asinxron dvigatel deb ataladi?
3. Stator va rotor nima uchun yaxlit metaldan emas, balki alohida listlardan yigʻiladi?

4. Sirpanish deb nimaga aytiladi?
5. Rotorning chastotasi qanday kattaliklarga bog'liq?

Adabiyotlar.

1. A. С. Касаткин. Электротехника. Энергия М. 1973. 298 с.
2. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent, "O'qituvchi" 1989
3. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966.
4. V.S. Popov, S.A. Nikolaev. Elektrotexnika. O'qituvchi T.: 1973.
5. И.П. Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.
6. А.А.Иванов. Электротехника. Лабораторные работы. Киев. Высшая школа. 1976.

LABORATORIYA Ishi №17

Mavzu: Parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigateli o'rganish.

Kerakli asboblari. Parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigateli-1ta, uyg'otuvchi chulg'amni manbaga ulagich-1ta, uyg'otuvchi chulg'am va stator tokini o'zgartiruvchi potentsiometr-2ta, generator chulg'amidagi kuchlanishni o'lchovchi voltmeter-1ta, yuklanishni ulash va ajratgichlar-2ta.

Ishning maqsadi. Parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelinin tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish va sxemasini o'rganish. Dvigatelni elektr tarmog'iga ulashni o'rganish. Dvigatelni yurgizish, reversivlash va tezligini boshqarishni o'rganish. Dvigatelni asosiy tavsiflarini olishni o'rganish va bundagi fizik jarayonlarni tushunib olish.

Ishga doir nazariy tushuncha

O'zgarmas tok elektr mashinalari boshqa elektr mashinalari kabi qaytuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, ham generator, ham dvigatel rejimlarida ishlay oladi. Shuning uchun dvigatelinin tuzilishi o'zgarmas tok generatorining tuzilishidan farq qilmaydi. Generatorlarga o'xshab dvigatellar ham uyg'otish chulg'amining yakoriga ulanish sxemasi bo'yicha farq qiladi. O'zgarmas tok dvigatellarining maxsus xususiyatlari (aylanish tezligining keng doirada 1...10 nisbatda boshqarilishi va maxsus mexanik tavsiflarini olish mumkinligi) katta

ahamiyatga ega bo'lgan joylarda keng qo'llaniladi. Bular prokat stanlarida va kemalarda (eshkak vintlarini harakatga keltirish uchun) ishlatiladigan o'zgarmas tok dvigatellaridir.

Yagona Π seriyali o'zgarmas tok dvigatellarining quvvati 0,2 kVT dan 6800 kVT gacha, aylanish tezligi 10 ayl/min dan 10000 ayl/min gacha bo'ladi.

Mazkur laboratoriya ishida parallel uyg'otishli (shuntli) dvigatel tekshiriladi. Dvigatel rejimida yakor chulg'amiga manbadan $I \approx I_{ya}$ tok beriladi. Yakor tokining uyg'otish toki I_y hosil bo'ladi va M moment ta'siridan yakor aylana boshlaydi. Yakor chulg'amlarining o'ramlari magnit oqimining kuch chiziqlarini kesib o'tishi natijasida unda EYuK induksiyalanadi, ya'ni:

$$E = Cn\Phi$$

Ammo bu EYuK generatordagidan farkli ravishda tashqi kuchlanishga qarama-qarshi yo'nalgani uchun E_T teskari EYuK deyiladi. Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan dvigatelning elektr muvozanat tenglamasi:

$$U - E_T = I_{ya} R_{ya} \text{ yoki } U = E_T + I_{ya} R_{ya}$$

U holda dvigatelning yakor chulg'amidan o'tayotgan tok:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{R_{ya}}$$

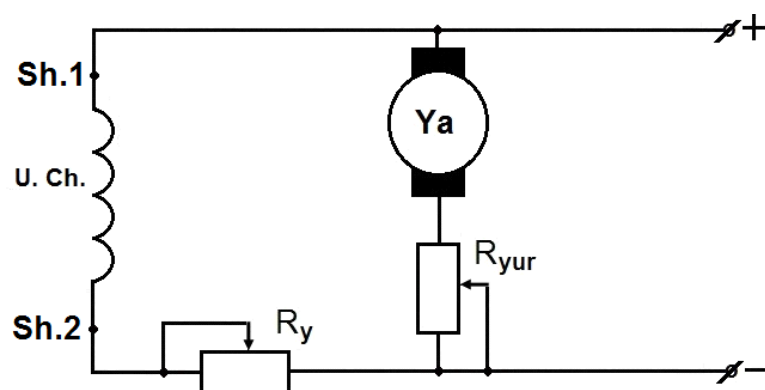
bu yerda: U - manbaning kuchlanishi, V;

E_T - yakor chulg'amidagi teskari EYuK, V;

R_{ya} - yakor chulg'amining qarshiligi, Om.

O'zgarmas tok dvigatelni yurgizish uning yakor va uyg'otish chulg'amlariga manbadan bevosita kuchlanish berish bilan amalga oshiriladi. Ammo dvigatelni boshlang'ich yurgizish momentida yakorning aylanish tezligi $n=0$ bo'lgani uchun, teskari EYuK- $E_T=0$ bo'ladi. U holda yakor zanjiridagi tok

$$I_{ya} = \frac{U - 0}{R_{ya}}$$



1-rasm.

Yakor chulgʻaming qarshiligi oʻta kichik boʻlgani uchun yakor zanjiridan oʻtadigan tok $I_{ya} = \llbracket 8..20 \rrbracket I_{nom}$ ni tashkil etadi. Bunday katta tok (qisqa tutashuv toki) yakor chulgʻamlarini kuydirib yuboradi. Ana shunday katta tokni cheklash maqsadida yakor chulgʻami bilan reostat ulanadi. Uni yurgazish reostata (R_{yur}) deyiladi (1-rasm). Bu holda yakordagi tok:

$$I_{ya} = \frac{U}{R_{ya} + R_{yur}}$$

Yurgazish reostatining qarshiligi, yurgizish toki nominal tokning 1,5...2 qismiga teng boʻladigan qilib tanlanadi.

Yurgizish tokini sunʼiy kamaytirish aylantiruvchi momentning kamayishiga sabab boʻladi. Yurgizish momentining miqdorini yetarlicha saqlash uchun dvigatelni maksimal magnit oqimida yurgizish kerak. Buning uchun uygʻotish zanjiridagi rostlash reostatining qarshiligi R_y minimal holatga qoʻyiladi.

Yakor aylana boshlaganda uning chulgʻamlarida teskari EYuK hosil boʻladi.

Bunda yakor toki:

$$I_{ya} = \frac{U}{R_{ya} + R_{yur}}$$

Bu vaqtda dvigatelning tezligi borgan sari teskari EYuK ning hisobidan orta boradi. Shu bilan bir vaqtda yurgizish reostati qarshiligini $M_{dv} = M_k$ boʻlgunga

qadar bir tekis kamaytira borish kerak. Bu vaqtda yakor zanjiridan qarshilik momenti (M_k) ga mos tok o'ta boshlaydi:

$$I_{ya} = \frac{U - E_m}{R_{ya}}$$

Nominal yuklanishda teskari EYuK tarmoqdan berilayotgai kuchlanishning 90...96% ini tashkiletadi. Mazkur laboratoriya ishida qarshilik momenti M_q tarzida reostatli yuklanishga ulangan mustaqil uyg'otishli o'zgaras tok generatori xizmat qiladi.

Dvigatelning aylanish tezligi formulasini yakor tokining formulasidan olish mumkin. Bunda $E = cn\Phi$ ekanligini hisobga olish kerak:

$$n = \frac{U - I_{ya}R_T}{c\Phi}$$

Ushbu ifodadan ko'rinadiki, shuntli dvigatelning tezligini unga berilayotgan kuchlanishni yoki yakor zanjirining qarshiligini, ayniqsa magnit oqimini, ya'ni uyg'otish tokini o'zgartirish yo'li bilan keng chegarada boshqarish mumkin.

Quvvati 5 kVt dan 100 kVt gacha bo'lgan dvigatellarning p_0 salt ishlashdan p nominal yuklagandagi tezligigacha o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta n_H \% = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100 = 10...25\%$$

demak, parallel uyg'otishli dvigatelning tezligi juda oz o'zgarar ekan.

Dvigatelning aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun yakorga yoki uyg'otish chulg'amlariga kelayotgan toklardan birontasining yo'nalishini o'zgartirish kifoya. Bu bilan qutblarning ishorasi o'zgaradi.

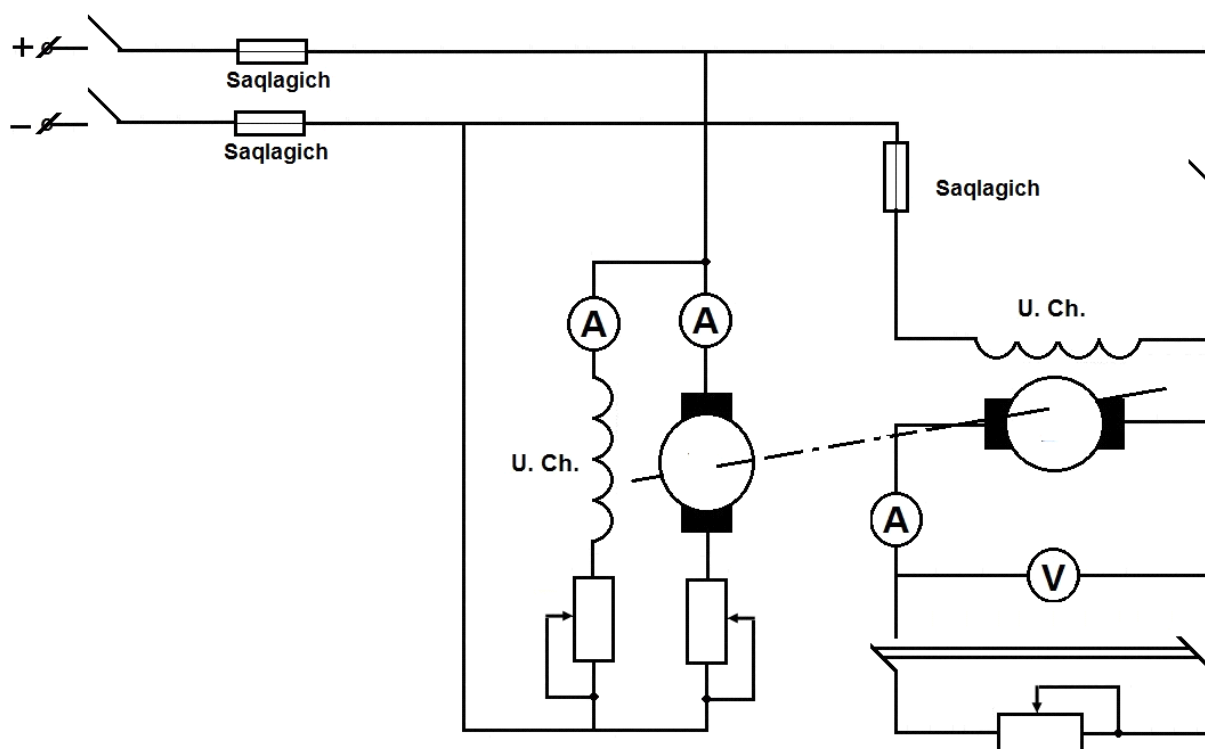
Dvigatelning xususiyatlarini batafsil bilish uchun uning quyidagi tavsiflarini olish kerak.

1. Salt ishlash tavsifi-dvigatel qismlaridagi kuchlanish o'zgarماغanda va o'qdagi foydali quvvat $P_2 = 0$ bo'lganda yakor aylanish tezligining uyg'otish

tokiga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U = U_{nom} = const$; $P_2 = 0$ bo'lganda, $n = f(\varphi_y)$ bo'ladi. Bunday tavsif dvigatelning aylanish tezligi qanday o'zgarishini ko'rsatadi.

Dvigatelni yurgizishdan oldin uyg'otish zanjirning ishonchliligiga alohida e'tibor berish zarur. Agar dvigatel ishlayotganda uyg'otish zanjirida uzilish sodir bo'lsa, uyg'otish toki $I_y = 0$ bo'ladi. U bilan bog'liq bo'lgan magnit oqimi va teskari EYuK ham nolga tenglashib, yakor toki keskin ortadi. Uyg'otish zanjirining induktivligi katta bo'lgani tufayli, bu to'satdan sodir bo'lmay biror vaqt davom etadi. U yakor tokining ortishi magnit oqimi Φ ning kamayishidan tezroq bo'ladi. Shuning uchun avval dvigatelning aylantiruvchi momenti $M = k\Phi I_{ya}$ ortadi va natijada dvigatelning aylanish tezligi nominal qiymati bir necha marta ortib ketadi. Bu xavfli hisoblanadi.

2. Tashqi (tezlik) tavsifi-uyg'otish toki va kuchlanish o'zgarmas bo'lganda, dvigatel aylanish tezligining yakor tokiga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziq, ya'ni $I_y = const$ va $U = U_H = const$ bo'lganda $n = f(\varphi_{ya})$ bo'ladi. Yuklanish dvigatel bilan bir o'qqa mahkamlangan mustaqil uyg'otishli generator yordamida hosil qilinadi (2-rasm).



2-rasm.

Yuklanishni ulash uchun avval ajratkich Π_2 ni ulab, so'ngra ajratkich Π_3 ni ulash kerak. Generatorning uyg'otish zanjiridagi R_y qarshiligini o'zgartirganimizda generatorning yuklanishini va shuning bilan dvigatel yuklanishini o'zgartirgan bo'lamiz. Dvigatel yuklanishini o'zgartirish uchun iste'molchi qarshiligi R_H ni o'zgartirsa ham bo'ladi. Yuklanish ortishi bilan yakor toki ham ortib, dvigatelning tezligi kamaya boradi. Yakor toki ortishi natijasida yakor reaksiyasi kuchayib magnit oqimi bir oz kamayadi va shu tufayli dvigatel aylanish tezligining o'zgarishi juda kam bo'ladi. Bunday tavsif tezlik tavsifi ham deyiladi. Yuklanish o'zgarishi bilan tezligi kam o'zgaradigan dvigatellarning tashqi tavsifi «qattiq» tavsif deyiladi.

Bu shuntli dvigatelning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi.

3. Rostlash tavsifi-aylanish tezligi va kuchlanishi o'zgarmas bo'lganda dvigatel uyg'otish tokining yakor tokiga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $n = f(I_y)$, $U = const$ bo'lganda $I_y = f(n)$ ga aytiladi. Bu tavsif, dvigatelni salt ishlashdan tok nominal yuklaganda uning aylanish tezligining

o'zgarmasligi uchun uyg'otish tokini qanday o'zgartirib turish kerakligini ko'rsatadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. O'zgarmas tok mashinasining tuzilishi va qismlariga ajratilgan namunasi bilan tanishiladi.

2. Stend bilan tanishib, mashinaning sxemasiga kiradigan barcha qismlarini aniqlab (yakorning qismlari, uyg'otish chulg'ami, reostatlar, o'lchov asboblari va boshqa) va pasportida berilgan ma'lumotlari bilan birga daftarga yoziladi.

3. 2-rasmdagi elektr sxema yig'iladi.

4. Dvigatelni manbaga ulab, aylanishni yo'nalishi belgilanadi:

- a) yurgizish reostatining R_{yur} holati tekshiriladi, bunda qarshilik zanjirga to'la ulangan bo'lishi kerak;
- b) uyg'otish zanjiridagi R_y reostatining holati tekshiriladi bunda $R_y = 0$ bo'lishi kerak;
- v) ajratkich Π_1 ni ulab dvigatelga kuchlanish beriladi;
- g) asta-sekin 6...8 sekund davomida yurgizish reostatining qarshiligi nol qiymatigacha kamaytiriladi.

5. Salt ishlash tavsifi quyidagiga olinadi. Uyg'otish tokini o'qituvchi tomonidan ko'rsatgan qiymatlari chegarasida uyg'otish tokining ortishi bilan dvigatel aylanish tezligining kamayishiga ishonch hosil qilinadi va 6...8 ta xarakterli nuqtalar uchun olingan o'lchash ma'lumotlari 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

I_y, mA						
n, s^{-1}						

6. Tashqi tavsifi esa quyidagiga olinadi.

Bunda dvigatelni salt ishlashdan to nominal yuklanishgacha yuklaganda uning tezligining kamayishiga va bu kamayishning ozligiga ishonch hosil qilinadi 6...8

ta ixtiyoriy tanlangan nuqtalar uchun olingan o'lchash ma'lumotlari 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

I_{ya}, mA						
I_y, mA						

7. Rostlash tavsifini olishda, yuklanish tokining avvalgi qiymatlarida dvigatel tezligining o'zgarishligi uchun (bu miqdor o'qituvchi tomonidan ko'rsatiladi) I_y uyg'otish tokini va u bilan bog'liq magnit oqimi Φ ni kamaytirish kerakligiga ishonch hosil qilinadi va 6...8 ta ixtiyoriy tanlangan nuqtalar uchun olingan ma'lumotlari 3-jadvalga yoziladi.

3-jadval

I_{ya}, mA						
I_y, mA						

8. Dvigatelning aylanishni yo'nalishi o'zgartirish (reversivlash) uchun yakor chulg'aming yoki uyg'otish chulg'aming sxemaga ulangan qismlarining o'rnini almashtirib, haqiqatan, yakorning teskari tomonga aylanayotganligiga ishonch hosil qilinadi.

9. Olingan o'lchash ma'lumotlari bo'yicha dvigatelning salt ishlash, tashqi va rostlash tavsiflari ko'riladi.

Nazorat savollari:

1. Parallel uyg'otishli o'zgaras tok dvigatelining tuzilishi (asosiy qismlari) va ishlash prinsipini bayon eting.
2. Dvigatelni manbaga ulanishi va yurgizish reostatining ahamiyatini tushuntiring.
3. Dvigatelning yurgizish paytida uyg'otish zanjiridagi rostlash reostati qanday holatda bo'lishi kerak va nima uchun?
4. Dvigatelning tezligi qanday rostlanadi?

5. Dvigatelning elektr muvozanat tenglamasi generatorning shunday elektr muvozanat tenglamasidan nima bilan farq qiladi?
6. Salt ishlash, tashki va rostdash tavsiflari qanday olinadi? Ularning tahlil qilib buring.

Adabiyotlar.

1. A.C.Касаткин. Электротехника. Энергия. М.: 1973
2. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent, "O'qituvchi" 1989
3. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966.
4. V.S.Попов, S.A.Николаев Elektrotexnika. O'qituvchi T.: 1973.
5. И.П.Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.
6. А.А.Иванов. Электротехника. Лабораторные работы. Киев. Высшая школа. 1976.

LABORATORIYA ISHI №18

Mavzu: Ketma–ket uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelini o'rganish.

Kerakli asboblار. Ketma-ket uyg'otishli o'zgarmas tok dvigateli, uyg'otish va yakor toki chulg'amidagi tokni o'lchash uchun ampermetr-1ta, uyg'otish va yakor tokini o'zgartirish uchun reostar, uyg'otish va yakor chulg'amlarini tokka ulagichlar-2ta.

Ishning maqsadi: Ketma–ket uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelning tuzilishi va sxemasini o'rganish. Dvigatelning pasportida berilgan ma'lumotlar bilan tanishish. Dvigatelni manbaga ulab yurgizishni o'rganish. Dvigatelning tavsiflarini olish, uning grafiklarini qo'rish va tahlil qilish. Dvigatelning tezligini boshqarish va aylanish yunalishini o'zgartirish (reversivlash)ni o'rganish.

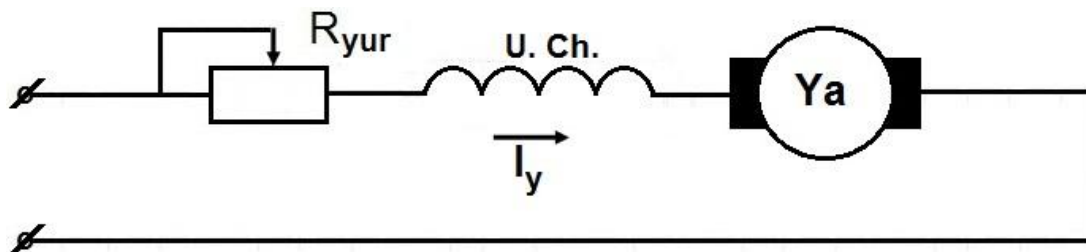
Ishga doir nazariy tushuncha.

Ketma–ket uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelini cho'lg'ami bilan yakor cho'lg'ami ketma–ket ulangan bo'ladi. (1-rasm). Shuning uchun uyg'otish toki I_U yakor toki I_{Ya} ga teng, ya'ni

$$I_U = I_{Ya} = I$$

Bu dvigatel uyg'otish cho'lg'amining o'ramlari soni oz, ko'ndalang kesimi katta, shuning uchun uning qarshiligi juda kichik bo'ldi. Masalan,

kuchlanishi 220 V, quvvati 5 kVt dan 100 kVt gacha bo'lgan dvigatellarning parallel uyg'otish cho'lg'amining qarshiligi 50...300 Om bo'lsa, ketma-ket uyg'otishli cho'lg'amning qarshiligi taxminan 0,01...0,02 Omni tashkil etadi.



1-rasm.

O'zgarmas tok dvigatellarini xususiyatlari va tavsiflari mexanik yuklanish o'zgarganda magnit oqimining qanday o'zgarishiga ko'p jihatdan bog'liq. O'z navbatida magnit okimi dvigatelning uyg'otish usuliga xam bog'likdir.

Dvigatelda elektromagnit momenti I_{ya} yakor toki bilan uyg'otish toki I_u hosil qilgan ($I_{ya}=I_u$) magnit okimining uzaro ta'siridan xosil bo'ladi, ya'ni

$$M = k_M \Phi I_{Ya}$$

Nisbatan oz yuklanishlarda series dvigatelning magnit zanjiri to'yinmagan bo'ladi. Bunda magnit oqimi yakor tokiga ($I_u=I_{ya}$) deyarli proporsional hisoblanadi, ya'ni $\Phi = k_I I_{Ya}$

U xolda elektromagnit moment yakor tokining kvadratiga proporsional, ya'ni

$$M = k_M k_I I_{Ya}^2$$

Ammo yakor toki dvigatel o'qidagi yuklanish yoki qarshilik momenti M_k ning kattaligi bilan aniqlanadi.

Dvigatelning magnit zanjiri to'yina borgan sari yuqorida keltirilgan proporsionallik buziladi. $\Phi = f(I_u)$ (boglanish) pulat o'zakning magnitlanish egri chizigi hisoblanadi.

Bu holda ham yakor tokining ortishi bilan elektromagnit momenti oshadi.

Elektromagnit momentining katta bo'lishi ketma-ket uyg'otishli dvigatelning o'ziga xos xususiyatlaridan biri xisoblanadi. Bu dvigatelning yurgizish vaqtini kamaytirib, oz yuklanishda kerakli moment hosil qilishga

imkon beradi. Shuning uchun bunday dvigatellardan asosiy elektrotransportlarkda (tramvay, trolleybus, metropoezdlarida, elektrovozlarda), katta ko'tarma qurilmalarning yuritmalarida, kranlarda va turli ichki yonuv dvigatellarini yurgizib yuborishda (avtomashining starteri va boshqalar) foydalaniladi. Bular kuvvati 3 kVt dan 150 kVt gacha bo'lib, aylanishlar soni 470 ayl/min dan 1550 ayl/min gacha bo'lgan DP seriyadagi ketma-ket uygotishli o'zgarmas tok dvigatellaridir.

Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan dvigatelning elektr muvozanat tenglamasi:

$$U = E_T + I_{Ya}(R_{Ya} + R_{U.Ch})$$

Bundan yakordagi tokning ifodasi quyidagicha topiladi:

$$I_{Ya} = \frac{U - E_T}{R_{Ya} + R_{U.Ch}} = \frac{U - Cn\Phi}{R_{Ya} + R_{U.Ch}}$$

bu yerda, U —manba kuchlanishi;

E_T —yakor aylanganida uning cho'lg'amida hosil bo'lgan teskari EYuK.

Yurgizish paytida yakorning aylanish tezligi $n=0$ bulgani uchun teskari EYuK- $E_T = cn\Phi = 0$, shu tufayli dvigatelning yurgizish toki uning nominal tokidan 10...25 marta ortib ketadi. Bunday katta tok dvigatelga xavfli bo'lgani uchun unga yul qo'yib bulmaydi. Shuning uchun uni kamaytirish maqsadida dvigatel yakoriga ketma-ket yurgizish reostati R_{Yur} ulanadi va dvigatelning toki yurgizish vaktida:

$$I_{Yur} = \frac{U - 0}{R_{Ya} + R_{U.Ch} + R_{Yur}}$$

Yurgizish reostatining qarshiligi R_{Yur} shunday tanlab olinadiki, bunda dvigatelning yurgizish toki nominal qiymatidan 1,5...2 martadan ortib ketmasligi kerak.

Dvigatelning tezligi orta borgan sari teskari EYuK ning qiymati orta boradi va yakor toki kamayadi. Shu bilan birgalikda yurgizish reostatining qarshiligini nolgacha bir tekis kamaytirib, oxiri qarshilik zanjirdan to'la

chikariladi. Bunda yakordagi tok o'zini dvigatel o'kidagi yuklanishga ya'ni qarshilik momentiga mos qiymatiga erishadi, ya'ni:

$$I_{Ya} = \frac{U - E_T}{R_{Ya} + R_{UCh}}$$

Qarshilik momenti sifatida elektromagnit tormoz yoki biror yuklanishga ishlayotgan generator bo'lishi mumkin.

Yakor tokining formulasidan dvigatelning aylanish tezligini ifodalovchi formulani olish mumkin, ya'ni:

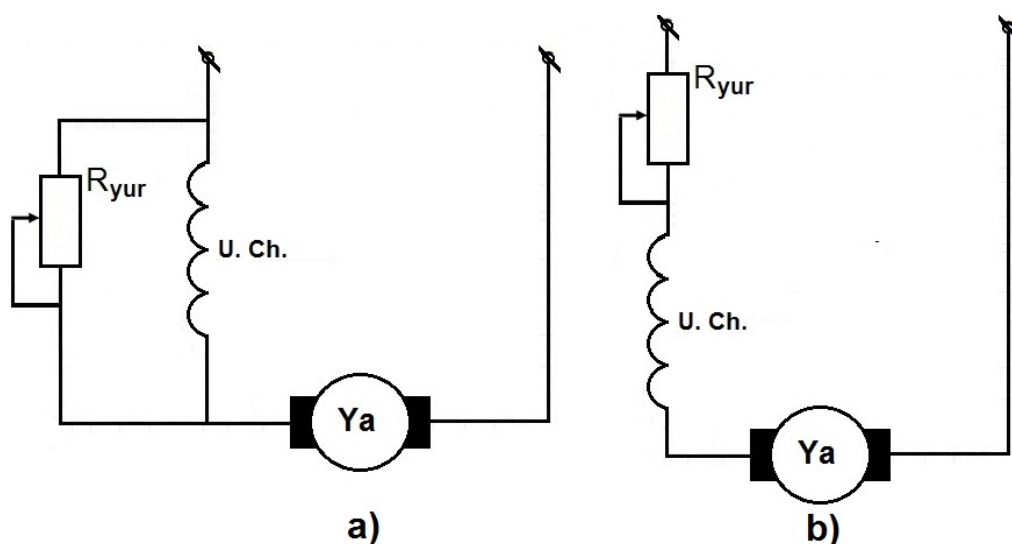
$$n = \frac{U - I_{Ya}(R_{Ya} + R_{UCh})}{C\phi}$$

bu yerda: s —mashinaning konstruktiv doimiysi;

F —uygotish toki $I_u = I_{Ya}$ hosil qilgan magnit oqimi.

Ketma—ket uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelining o'ziga xos xususiyatlaridan biri, uni salt ishlatib bo'lmaydi. Chunki dvigatel salt ishlaganda yoki oz yuklanish bilan ishlaganda yakor toki va magnit oqimi ham oz bulib (chunki $I_u = I_{Ya}$) dvigatelning tezligi keskin ortib ketadi ($M = M_K \rightarrow 0; I_{\pi} \rightarrow 0; \Phi \rightarrow 0; n \rightarrow \infty$). Bunday holat dvigatel uchun xavfli bulib, yakorning mexanik mustaxkamligiga zarar yetkazishi mumkin. Shuning uchun bunday dvigatelni o'qidagi yuklanishi nominalidan 25% dan kam bulmagandagina yurgizish tavsiya etiladi. Shuningdek, bunday dvigatellarni tasma orqali yuklanishi bilan ulash ham xavfli xisoblanadi. Demak, yuklanish biriktirilishi «qattiq» mexanikaviy bo'lishi kerak.

Ketma—ket uyg'otishli dvigatelning tezligini rostlashni uyg'otish tokini (ya'ni magnit okimi F ni) yoki yakorga berilayotgan kuchlanishni o'zgartish bilan bajarish mumkin (2—rasm a va b).



2-rasm.

Birinchi holda uygʻotish choʻlgami rostlovchi reostat R_U bilan shuntlanadi (3-rasm). U holda uygʻotish choʻlgamidagi tok va magnit oqimi kamayib, dvigatelning tezligi ortadi.

Yakorga berilayotgan kuchlanishni pasaytirish uchun u bilan ketma-ket 7...10 pogʻonali rostlovchi reostat R_Y ulanadi (2b-rasm). Reostatda manba kuchlanishining bir qismi pasayib dvigatelning tezligi kamayadi. Berilgan quvvatning bir qismi reostatda befoyda sarf boʻlgani uchun bu usul tejamli hisoblanmaydi. Tramvaylarda, elektrovozlarda koʻpincha 2...4 tagacha dvigatel ishlatiladi. Kichik tezliklarda bu dvigatellar ketma-ket, katta tezliklarda esa parallel ulanadi.

Dvigatelning aylanish yunalishini oʻzgartirish (reversivlash) uchun uygʻotish choʻlgamlariga yoki yakorga kelayotgan simlarning oʻrinlarini almashtirish kifoya. Agar manbadan kelayotgan simlarning ham oʻrinlarini almashtirsak, dvigatelning aylanish yoʻnalishi oʻzgarmaydi.

Dvigatelning xususiyatlarini aniqlash uchun quydagi tavsiflar olinadi:

1. Tashqi yoki tezlik tavsifi–manba kuchlanishi oʻzgarmas boʻlganda dvigatel aylanishi tezlikning yakor tokiga bogʻlikligini koʻrsatadi, ya'ni $U = \text{const}$ boʻlganda $n = f(I_{Ya})$.

Dvigatelning yuklanishi ortganda yakordagi kuchlanish pasayadi va magnit oqimi ortadi (chunki yakor toki ortadi). Magnit oqimining ortishi

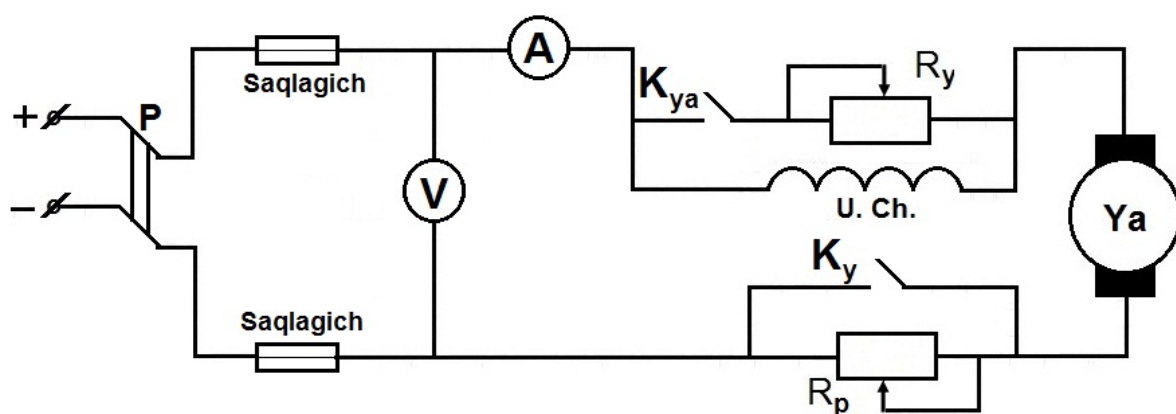
dvigatel tezligining yanada kamayishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun bu tavsif parallel uyg‘otish dvigatelining tavsifiga qaraganda birmuncha «yumshoq» xisoblanadi.

Dvigatelning tezlik tavsifini yuklamaning $0,25 R_{\text{NOM}}$ dan boshlab olish kerak.

2. Dvigatelning ish xarakteristikalarini—manba kuchlanishi o‘zgaras bo‘lganda dvigatelning aylantiruvchi momenti va foydali ish ko‘effitsientining yakor tokiga bog‘liqligini ko‘rsatadi, ya’ni $U = \text{const}$ bo‘lganda $M = f(I_{\text{Ya}})$ va $n = f(I_{\text{Ya}})$.
3. Dvigatelning rostlash tavsifi R_U va R_R o‘zgaruvchan bo‘lganda dvigatel aylanish tezligining yakor tokiga bog‘liqligini ko‘rsatadi, ya’ni: $n = f(I_{\text{Ya}})$

Ishni bajarish tartibi.

1. Ketma–ket uyg‘otishli o‘zgaras tok dvigatelining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan, shuningdek kislmlarga ajratilgan namunasi bilan tanishiladi.
2. Stend bilan tanishib, dvigatelning sxemaga kiradigan kislmlari va o‘lchov asboblari aniqlash hamda dvigatelning pasportidagi ma’lumotlar bilan tanishib ularni hisobotga yozib qo‘yiladi.
3. 3-rasmdagi elektr sxema yig‘iladi.



3-rasm.

4. Yurgizish reostatining qarshiligi zanjirga to‘la ulangan holda dvigatel yurgiziladi. Aylanish yo‘nalishini bilib qo‘yish kerak.

5. Dvigatelni reversivlashni bajarib, soʻngra boshlangʻich yoʻnalishiga keltirib qoʻyiladi.
6. Dvigatelni avvaldan $0,25 R_{NOM}$ yuklanish bilan yuklab (ampermetr boʻyicha tekshiriladi), uning tezlik va ish tavsiflari olinadi. Oʻlchasdan olingan ma'lumotlar 1-jadvalga yoziladi.

Dvigatelning yuklanishi generator boʻlganda jadvaldagi ba'zi kattaliklar quyidagicha hisoblanadi:

$$P_I = U_G I_G; \quad P_{DV.I} = U_{DV} I_{Ya}$$

1-jadval

Oʻlchashlar					Hisoblashlar				
Dvigatel			Generator		P_I	P_{DV1}	η	P_{DV2}	M_{DV}
U_{DV}	I_{Ya}	n	U_G	I_G					
V	A	ayl/min	V	A	Vt	Vt		Vt	Nm

$\eta_1 = \eta_{DV}$ deb qabul qilsak (haqiqatdan ham shunday),

$$\eta_{achr} = \eta = \frac{p_1}{p_{1DV}} \quad \text{ni olamiz, u xolda } \eta = \sqrt{\frac{p_1}{p_{1DV}}}$$

$$P_{2DV} = P_{1DV} \eta; \quad M = 9,55 \cdot \frac{P_{2DV}}{n}, \text{ nm}$$

Dvigatelning yuklanishi elektromagnit tormoz bulganda oʻqdagi moment tormoz shkalasi boʻyicha aniqlanadi.

Dvigatel oʻqidagi quvvat R_{2dv} quyidagicha aniqlanadi.

$$P_{2DV} = \frac{nM}{9,55}, \text{ Vt}$$

Dvigatelning FIKi esa $\eta = \frac{P_{2DV}}{P_{1DV}}$

7. Dvigatelning tezligini rostlash (reostatli) tavsiflari olinadi. Buning uchun dvigatelni uygʻotish choʻlgʻamini shuntlovchi qarshilik R_U ni zanjirga toʻla ulab, kalit K_U ni ulaymiz. Yuklanishni $0,25 R_{NOM}$ dan R_{NOM} gacha oshirib, 5-6 ta ixtiyoriy nuqtalar uchun oʻlchash ma'lumotlari olinadi. Qarshilik R_U ni kamaytirib oʻlchashlar takrorlanadi. Oʻlchashdan olingan ma'lumotlar 2-jadvalga yoziladi.

Kalitlar K_U va K_{Ya} ni ajratib, yakorga koʻshimcha qarshilik R_U va R_P ni ulab, avvalgi qiymatlarda 5-6 ta ixtiyoriy nuqtalar bilan oʻlchash ma'lumotlari olinadi. Ulchash natijalari 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

	I_{Ya}	A							
R_{U1}	n_1	ayl/min							
R_R	n_2	ayl/min							
R_{U2}	n_3	ayl/min							

8. Bitta grafikda dvigatelning tezlik (tabiiy va reostatli) tavsiflari quriladi.

9. Boshqa grafikda dvigatelning ishchi tavsiflari n , M , $n = f(I_{Ya})$ quriladi.

10. Ish boʻyicha quydagi xulosa beriladi:

- ketma–ket uygʻotishli oʻzgarmas tok dvigateli haqida tavsiflarni berish;
- dvigatelni tezligini rostlash usullari haqida ma'lumotlar berish;
- dvigatelning qoʻllanish sohalari haqida ma'lumot berish.

Nazorat savollari:

- Ketma–ket uygotishli dvigatel shuntli dvigateldan konstruktiv jihatdan nima bilan farqlanadi?
- Dvigatel manbaga qanday ulanadi?
- Dvigatelning aylanish yoʻnalishi kanday oʻzgartiriladi?
- Nima uchun ketma–ket uygʻotishli dvigatelni yuklanish bilan tasma orqali biriktirib boʻlmaydi?
- Nima uchun dvigatelning tezlik tavsifi «yumshoq» xisoblanadi?
- Dvigatelning aylantiruvchi momenti yakor toki bilan qanday bogʻlangan?

7. Kaysi dvigatelda (shuntli yoki series) $M > M_{NOM}$ ga erishish uchun tok buyicha kichik yuklanish bo‘ladi?
8. Nima uchun yurgizish sharoiti og‘ir bo‘lgan yuritmalarda (elektrotransportda va ko‘tarma qurilmalarda) ketma–ket uygotishli dvigatelni qo‘llash foydali hisoblanadi?

Adabiyotlar.

1. A.C.Касаткин. Электротехника Энергия. М.: 1973
2. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent, “O‘qituvchi” 1989
3. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966.
4. V.S.Попов, S.A.Nikolaev Elektrotexnika. O‘qituvchi T.: 1973.
5. И.П.Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.
6. А.А.Иванов. Электротехника. Лабораторные работы. Киев. Высшая школа. 1976.

LABORATORIYA ISHI №19

Mavzu: Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning ish rejimini tekshirish.

Kerakli asboblari. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatel-1ta, 0-400 V chegarada stator o‘ramlariga berilayotgan kuchlanishning o‘lchovchi voltmeter, 0-15 A chegarada tokni o‘lchovchi ampermetr-1ta, D552 tipdagi universal (amper volt vatmetr) asbob-1ta, yakor tokini o‘lchovchi ampermetr-2ta, yakor o‘ramlaridagi tokni o‘zgartiruvchi potensiometr-2ta, stator o‘ramini va yakor o‘ramini manbaga ulagichlar.

Ishning maqsadi: Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish. Dvigatelning manbaga ulanadigan elektr sxemasi bilan batafsil tanishish. Dvigatelning o‘ziga xos xususiyatlari bilan tanishish, ularning tavsiflarini olish va tahlil qilish. Dvigatelni yurgizishni va reversivlashni o‘rganish. Yurgizish tokining katta bo‘lib, yurgizish momentining kichik bo‘lish sabablarini o‘rganish.

Ishga doir nazariy tushuncha

Asinxron mashinalar sanoatda asosan dvigatel tarzida qo'llaniladi. U qo'zg'almas stator va xarakatlanuvchi rotordan iborat bo'lib, o'rtasida havo bo'lgan kichik tirqish bilan ajralib turadi. Stator cho'lg'ami uch fazali bo'lib, tarmoq kuchlanishiga qarab yulduz yoki uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Rotorning cho'lg'ami uning pazlariga (konussimon ariqchalar) suyuq holda qo'yilgan alyuminiy sterjenlardan iborat bo'lib, bu sterjenlarning ikki uchi tomonidan alyuminiy gardish bilan qisqa tutushtirilgan. Dvigatelning nomi ham shundan kelib chiqqan.

Asinxron dvigatelning ishlashi aylanuvchi magnit maydoni hodisasiga asoslanadi. Asinxron dvigatelning stator cho'lg'amlari orqali uch fazali o'zgaruvchan tok o'tganda aylanuvchi magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu aylanuvchan magnit maydonining aylanish chastotasi (tezligi) n_0 manba kuchlanishining chastotasi f ga va uch fazali stator cho'lg'ami hosil qilgan juft qutblari soni p ga bog'liq.

$$n_0 = \frac{60 f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{p} = 3000 \text{ ayl / min}$$

bu yerda $f=50$ Gs, $p=1$.

Aylanuvchi magnit maydonning tezligi (yoki asinxron dvigatelning sinxron tezligi ham deyiladi) stator chulg'amlari va juft qutblari soniga bog'liqligi quydagi jadvalda ko'rsatilgan.

1-jadval

<i>cho'lg'amlar soni</i>	3	6	9	12	15	18
<i>p-juft qutblar soni</i>	1	2	3	4	5	6
<i>n_0-ayl/min</i>	3000	1500	1000	750	600	500

Sinxron tezlik bilan aylanayotgan aylanuvchan magnit maydoni stator va rotor cho'lg'amlarining o'ramlarini kesib o'tib, ularda tegishlicha o'zinduktiv va

o'zaroinduktiv EYuK larni induksiylaydi. Bu EYuKlarni ta'sir etuvchi qiymatlari:

$$\text{Staterning faza cho'lg'amida } E_1 = 4.44 k_1 f_1 N_1 \Phi ;$$

$$\text{Rotorning faza cho'lg'amida } E_2 = 4.44 k_2 f_2 N_2 \Phi$$

bu yerda N_1 va N_2 stator va rotor cho'lg'amlarining o'ramlari soni; k_1 va k_2 -stator va rotorning cho'lg'am koeffitsienti xisoblanib, qiymati birga yaqin bo'ladi.

Rotor chulg'amlari konstruktiv qisqa tutashganligi uchun undan E_2 EYuK ta'sirida rotor toki I_2 o'ta boshlaydi. Aylanuvchan magnit maydonining rotor toki bilan o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan elektromagnit aylantiruvchi moment rotorni aylanuvchan magnit maydon yo'nalishda harakatlanishga majbur etadi. Asinxron dvigatelni rotorining aylanish tezligi n -aylanuvchan magnit maydonining tezligi n_0 dan doimo kichik (aks xolda rotorda EYuK induksiylanmaydi). Buni asinxron dvigatelning sirpanishi deyiladi va u quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0}$$

Dvigatelni boshlang'ich yurgizish paytida (o'zining tinch inersiyasi bo'yicha rotor 1...2 sekund xarakatsiz turadi) $n=0$, $S=1$ bo'ladi. Dvigatel salt ishlaganda rotorning tezligi aylanuvchan magnit maydonning aylanish tezligiga deyarli yaqin bo'lib, sirpanish ham nolga yaqin bo'ladi. Nominal yuklanish bilan ishlayotgan asinxron dvigatellarning nominal sirpanishi 3...5 % ni yoki (0.03...0.05) tashkil etadi. Dvigatelning quvvati ortgan sari sirpanishning qiymati orta boradi. Rotor tokining chastotasi sirpanish tezligi $n_s=n_0-n$ ga bog'liq bo'lib, $f_2=f_1S$. U holda aylanayotgan rotordagi EYuK $E_{2S}=E_2 S$ dvigatel yurgizilayotgan paytidagi EYuK ning 3...5% ini tashkil etadi.

EYuK E_{2S} ta'sirida rotorda hosil bo'lgan tok Om qonuniga binoan

$$J_2 = \frac{E_{2S}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2S}^2}} = \frac{E_2 S}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2 S^2}}$$

Bu yerda R_2 —rotor zanjirining aktiv qarshiligi, Om;

X_{2s} -rotor zanjirining induktiv qarshiligi, Om;

$$X_{2s} = \omega_2 L_{2s} = 2\pi f_1 L_2 S = X_2 S$$

Ifodalardan ko‘rinadiki, dvigatelni boshlang‘ich yurgizish paytida rotorning tezligi $n=0$ bo‘lib, sirpanish $S=1$ bo‘lganda rotordagi tok chastotasi, EYuK va rotor toki o‘zlarining maksimal qiymatlariga erishadi. Rotor aylana boshlab, tezligi ortgan sari bu kattaliklar kamayib boradi va yuklanish nominaliga yetganda ular ham o‘z nominal qiymatlariga erishadi.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellarda yurgizish toki nominal tokdan 5..7 marta katta bo‘ladi. Bunday katta yurgizish toki tarmoq kuchlanishini pasayishiga sabab bo‘ladi.

Shuning uchun katta quvvatli qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni yurgizish paytida yurgizish tokini kamaytirib, tarmoq kuchlanishini keskin o‘zgarishini (pasayishini) kamaytiradigan maxsus yurgizish sxemalaridan foydalaniladi. Avtotransformator yordamida yurgizish va stator cho‘lg‘amlarini “uchburchak” dan “yulduz”ga o‘tkazib yurgizish sxemalari mavjud. Kichik va o‘rta quvvatli dvigatellarni elektr tarmog‘iga bevosita ulab yurgiziladi.

Dvigatelning aylanish yo‘nalishini o‘zgartirish uchun aylanuvchi magnit maydonining aylanish yo‘nalishini o‘zgartirish kerak. Buning uchun statorning uchta faza simlaridan istalgan ikkitasining manbaga ulanadigan o‘rinlarini almashtirish kifoya.

Rotorda hosil bo‘lgan elektromagnit moment M magnit oqimi F va rotor toki I_2 orqali aniqlanadi:

$$M = C_M \Phi I_2 \cos \varphi_2$$

Bu yerda: S_M —dvigatelning konstruktiv doimiysi; $I_2 = I_{20} \cos \varphi_2$ -rotor tokining aktiv tashkil etuvchisi; $\cos \varphi_2$ -rotordagi EYuK bilan tok orasidagi faza siljish burchagi kosinusi. Agar

$$\cos \varphi_2 = R_2 \sqrt{R_2^2 + X_2^2} \cdot S$$

ekanligi, magnit oqimi F ning qiymatini statordagi EYuK ifodasidan va rotor tokini xisobga olsak, ma'lum o'zgartirishlardan so'ng elektromagnit aylantiruvchi momentning manba kuchlanishining o'zgarishiga o'ta sezgirligini ifodalovchi natijaviy formulani olish mumkin, ya'ni:

$$M = cU_1^2 \frac{R_2^2 S}{R_2^2 + X_2^2 S^2}$$

Shuning uchun dvigatelni ishlatishi manba kuchlanishining o'zgarishi $\pm 5\%$ ni tashkil etganda ruxsat etilishi mumkin. Sanoatda quvvati 0.6 kVt dan 1000 kVt gacha bo'lgan A2 va AO2, AOL2 tipidagi yagona seriyali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellar ishlab chiqarilgan.

1975 yildan boshlab quvvati 0.06 kVt dan to 400 kVt gacha yangi 4A (4AN) seriyali uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellar qo'llana boshlandi.

Asinxron dvigatelning ish tavsiflari manba kuchlanishi U_1 va chastotasi f_1 o'zgaras bo'lganda dvigatelning aylanish tezligi n , sirpanishi S , aylantiruvchi momenti— M , FIK— η , quvvat koefitsienti $\cos \varphi$ va stator toki I_1 larning dvigatel o'qidagi foydali quvvat R_2 ga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziqlardan iborat.

1. Dvigatel aylanish tezligining foydali quvvatga bog'liqli-gini tavsifi $n = f(P_2)$ yoki $S = f(P_2)$. Asinxron dvigatellar salt ishlashdan to nominal yuklanishgacha yuklanganidagi tavsifi “qattiq” hisoblangan dvigatellar toifasiga kirish mumkin.

Sirpanish formulasidan dvigatelning aylanish tezligini aniqlovchi ifodani yozish mumkin, ya'ni:

$$n = n_0(1 - S) = (60 f / P) \cdot (1 - S)$$

Demak, dvigatelning tezligini juft qutblari soni va manbaning chastotasini o'zgartirib boshqarish mumkin. Juft qutblar sonini o'zgartirib boshqarilganda dvigatelning tezligi pog'onali o'zgaradi. Sanoat ventilyatorlarining va metallni

qayta ishlovchi stanoklarning yuritmalari uchun ikki va uch pog'onali, ya'ni ko'p tezlikli dvigatellar ishlab chiqariladi.

Dvigatel tezligini chastotaviy boshqarish usuli uni bir teks va keng doirada o'zgarish imkonini beradi. Ammo bu usul maxsus chastota o'zgartirgich qurilmani talab etadi.

2. Aylantiruvchi momentning foydali quvvatga bog'liqligi tavsifi $M = f(P_2)$. Aylantiruvchi momentni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$M = 975 \frac{P_2}{n} (\kappa \Gamma_M) = 9550 \frac{P_2}{n} (H_M)$$

Bu yerda R_2 –dvigatel o'qidagi foydali quvvat (KVT)

3. Dvigatel FIKi ning foydali quvvatga bog'liqligi tavsifi

$$\eta = f(P_2).$$

Asinxron dvigatelning FIKi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P}$$

Bu yerda: $\sum \Delta P$ -dvigateldagi barcha quvvat isrofgarchiliklarining yig'indisi.

$$\sum \Delta P = \Delta P_{Chu1} + \Delta P_{Chu2} + \Delta P_P + \Delta P_{MEX} \text{ ga teng}$$

Bu yerda $\Delta P_{Chu1}, \Delta P_{Chu2}$ -stator va rotor chulg'amlarining qizishiga sarf bo'lgan quvvat isrofgarchiliklari bo'lib yuklanishga bog'liq bo'lganidan o'zgaruvchan xisoblanadi. $\Delta P_P, \Delta P_{MEX}$ -statorning po'lat o'zagidagi va mexanik quvvat isrofgarchiliklari. Bu isrofgarchiliklar yuklanishga bog'liq bo'lmay doimiy xisoblanadi (rotorning po'lat o'zagidagi quvvat isrofi odatda xisobga olinmaydi).

Asinxron dvigatelning FIKi 0.7...0.9 atrofida bo'lib, quvvati katta dvigatellarning FIKi ham yuqori bo'ladi. Yuklanishi 0.3 dan to 1.2 R_{NOM} gacha bo'lganda dvigatellarning FIKi kam o'zgaradi. Bu energik nuqtai nazardan qulay hisoblanadi. Mazkur laboratoriya ishida FIKi quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\%$$

4. Quvvat koeffitsientining foydali quvvatga bog'liqligini tavsifi $\cos \varphi = f(P_2)$. Asinxron dvigatel manbadan iste'mol qilayotgan energiyani faqat foydali mexanik ishga va chulg'amlarining qizishiga sarflamay, shuningdek, uning bir qismini mashinaning magnit maydonida davriy ravishda to'playdi:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_1^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_1^2 / P_1^2}}$$

Mazkur laboratoriya ishida dvigatelning quvvat koeffitsienti o'lchov asbobarining ko'rsatishi bo'yicha aniqlanadi:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{3U_\phi I_\phi}$$

Dvigatel salt ishlaganda uning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0.08 \dots 0.015$ bo'lib, nominal yuklanish bilan ishlaganda esa $\cos \varphi = 0.75 \dots 0.95$ bo'ladi. Yuklanish ko'payishi bilan aktiv quvvat orta boradi. Reaktiv quvvat esa o'zgarmaydi, chunki manba kuchlanishining o'zgarmas amplitudasida magnit oqimi ham, o'zgarmas bo'ladi. Nisbat Q/P_1 dvigatelning yuklanishiga bog'liq, demak, asinxron dvigatelning quvvat koeffitsienti yuqori bo'lishi uchun uning to'la yuklanishi muhim ahamiyatga ega.

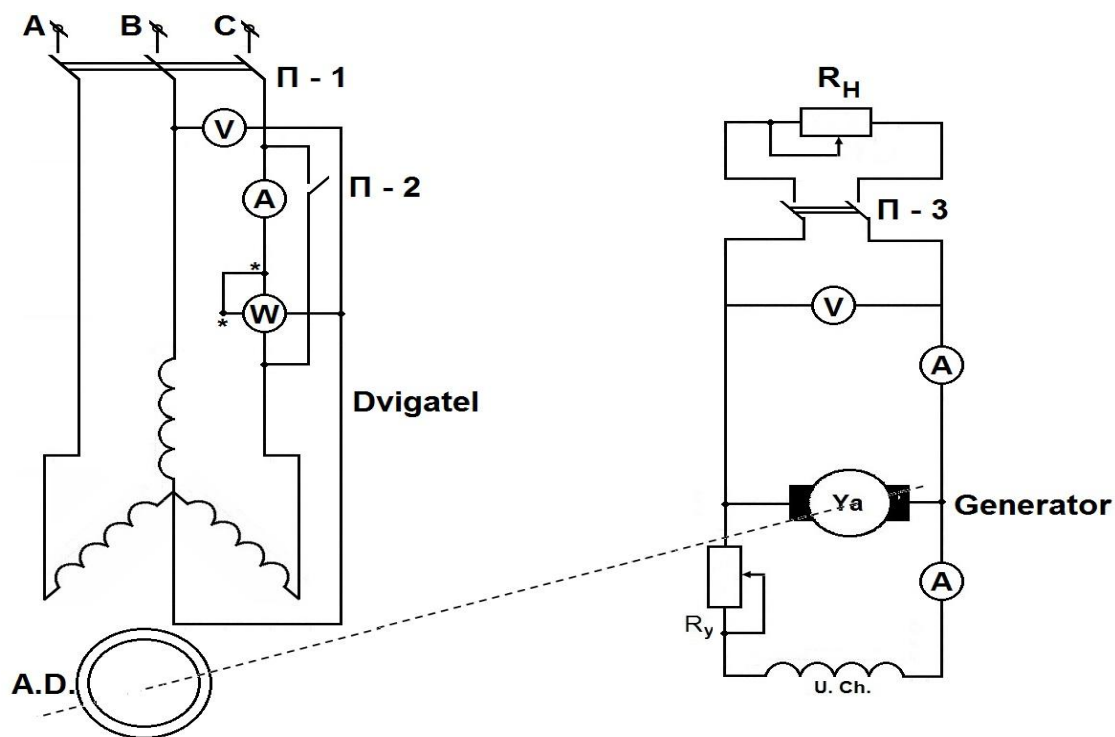
5. Stator tokining foydali quvvatga bog'liqlik tavsifi $I_1 = f(\varphi_2)$ orqali aniqlanadi.

Dvigatelning po'lat o'zagida (magnit zanjirida) havo tirqishlari bo'lgani uchun stator tokining ma'lum qismi reaktiv tok tashkil etuvchisidan iborat. Dvigatel salt ishlaganda stator toki nominal tokning 0.25...0.4 qismini tashkil etadi.

Mazkur laboratoriya ishida dvigatelni yuklanishi uchun parallel uyg'otishli o'zgarmas tok generatori olingan. Generatorning FIK tavsifi $\eta_1 = f(\varphi_r)$ bo'lib, buning yordamida dvigatelning o'qidagi foydali quvvat $P_2 = P_r / \eta_r$ aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning tuzilishi va qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishish.
2. Stenddagi dvigatel va generatorning sxemasiga kiradigan qismlari bilan tanishish. Mashinaning pasportida berilgan ma'lumotlar bilan tanishib, ular daftarga yozib qo'yiladi Stendning sxemasi 1–rasmda ko'rsatilgan.
3. Ajratgich P2 ni ulab o'lchov asboblari dvigatellarning yurgizish tokidan vaqtincha muhofaza qilamiz.
4. Generatorning yuklanishi ulanmagan holda (ajratgich P-3 uzilgan) dvigatelni ajratkich P-1 yordamida manbaga ulab yurgiziladi. Ampermetr yurgizish tokining ta'siridan muhofaza qilingan bo'lsa ham baribir dvigatelni yurgizish paytda ampermetr strelkasining og'ishiga e'tibor bering. Dvigatel yurgizib yuborilgandan 5...6 sekund o'tgandan so'ng, ajratgich P-2 ni uzib, o'lchashlarni bajarish lozim. Ajratgich P–3 ni ulab generatorning shu bilan birgalikda dvigatelning yuklanishini bir tekis orttira boriladi. 6...7 ta ixtiyoriy nuqtalar uchun o'lchashlarni bajarish lozim. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 1–jadvalga yoziladi.
5. O'lchash va hisoblash natijalari bo'yicha bitta koordinatada dvigatelning ish tavsiflari quriladi. Dvigatelning aylanishlar soni taxogenerator yordamida o'lchanadi.



1-rasm.

1-jadval

O'lchashlar							Xisoblashlar						
Generator			Dvigatel				P_G	P_{1dv}	P_{2dv}	M	$\eta_{\partial\partial}$	S	$\cos \varphi$
I	I_U	U_G	U_F	I_F	P_F	n	Vt	Vt	Vt	Nm	%	%	-
A	A	B	B	A	Bt	$\frac{a\ddot{u}l}{min}$							

Jadvaldagi hisoblashlar quydagi formulalar yordamida hisoblanadi.

$$P_G = U_G I_U + I_U^2 R_t;$$

$$R_{1DV} = 3R_{FDV}, Vt;$$

$$R_{2DV} = R_2 = \frac{R_G}{\eta_G}, Vt;$$

$$\eta_{DV} = \frac{P_{2DV}}{P_{1DV}} \cdot 100\%$$

6. Dvigatelga uch fazali avtotransformator yoki reostat yordamida pasaytirilgan kuchlanish berilib, ya'ni ajratkich P–1 ni ajratish xolatiga o'tkazib, 4–punktdagi o'lchashlar takrorlanadi, olingan ma'lumotlar 2–jadvalga yoziladi.

2–jadval

O'lchashlar							Xisoblashlar				
Generator			Dvigatel				P_G	$\eta_{\partial s}$	P_{2DV}	M	S
I	I_U	U_G	U_f	I_F	P_F	n					
A	A	B	B	A	Bt	$\frac{a_{\text{йл}}}{\text{мин}}$	Vt	$\%$	Vt	Nm	$\%$

7. 2–jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha dvigatelga pasaytirilgan kuchlanish ta'sir ettirilganda mexanik tavsifi $\eta = f(M)$ qo'riladi. Ana shu grafikda dvigatelda nominal kuchlanish berilgandagi (2–jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha) mexanik tavsifi ham quriladi.

8. Ish bo'yicha quydagi xulosalar beriladi:

- a) dvigatel tezligining o'zgarishi haqida;
- b) manba kuchlanishining ta'siri haqida;
- v) quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ ning dvigatelning yuklanishiga bog'liqligi haqida;
- g) qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning afzalligi va kamchiliklari haqida.

Nazorat savollari.

1. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelning tuzilishi va ishlash prinsipini bayon eting.
2. Asinxron dvigatel deb qanday dvigatelga aytiladi? Rotorning sirpanishi deb nimaga aytiladi?
3. Asinxron dvigatelning aylantiruvchi momenti qanday kattaliklarga bog'liq?

4. Yurgizish tokining katta bo'lib, yurgizish momentining kichik bo'lishini tushuntirib bering.
5. Asinxronning dvigatelning tezliklarini boshqarishning qanday usullari bor?
6. Nima uchun qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelni boshqarish qiyin?
7. Dvigatelni reversivlash qanday bajariladi?
8. Nima uchun dvigatelning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ uning o'qidagi mexanik yuklanishiga bog'liq?
9. Stator chulg'amlarini yulduz yoki uchburchak sxemada ulash qanday tanlanadi?

Adabiyotlar.

1. A.C.Касаткин. Электротехника Энергия. М.: 1973
2. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent, "O'qituvchi" 1989
3. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966.
4. V.S.Popov, S.A.Nikolaev. Elektrotexnika. O'qituvchi T.: 1973.
5. И.П.Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.
6. А.А.Иванов. Электротехника. Лабораторные работы. Киев. Высшая школа. 1976.

LABORATORIYA ISHI №20

Mavzu: Uch fazali sinxron generatorning ishlash rejimini tekshirish.

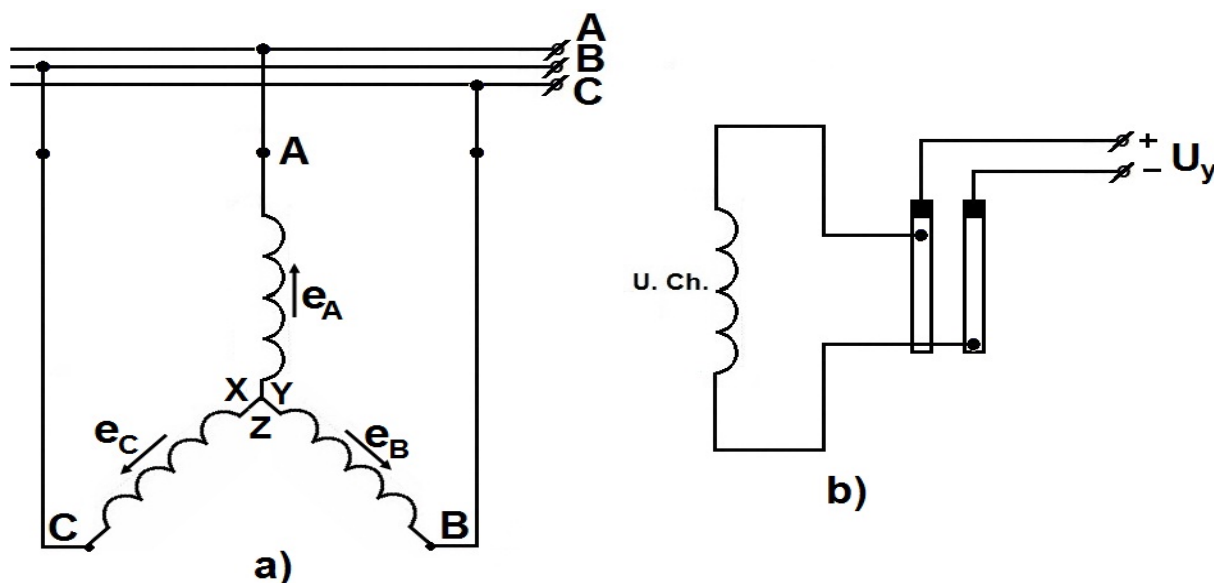
Kerakli asboblari. Uch fazali sinxron generator-1ta, stator o'ramlaridan tokni o'lchovchi ampermetr-3ta, stator dan liniya kuchlanishini o'lchovchi voltmeter-1ta, D552 tipdagi universal (amper volt vattmetr) asbob-1ta, yakor va stator zanjirlaridan toklarni o'zgartirish uchun reostatlar-5ta, stator dagi faza kuchlanishini o'lchovchi voltmeter-1ta, stator va yakor chulg'amlarini manbaga ulagichlar-2ta, fazalarning ketma-ket tartibi, fazalar bo'yicha mosligini tekshirish uchun voltmترلar-3ta.

Ishning maqsadi: Uch fazali sinxron generatorning tuzilishini, ishlash prinsipini va ulanish sxemasini o'rganish. Alohida iste'molchini ta'minlayotgan

sinxron generatorning tavsiflarini olish va qurish. Sinxron generatorni parallel ishlatish uchun tarmoqqa ulashni o'rgantish. Generatorni elektr tarmog'iga parallel ulangandan so'ng uning aktiv va reaktiv quvvatlarini boshqarishni o'rganish.

Ishga doir nazariy tushuncha

Uch fazali sinxron generator birlamchi dvigatellarining mexanik energiyasini o'zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirib beradi. Generatorning statori uch fazali asinxron dvigatelning stateriga o'xshash bo'lib, (1a-rasm,) rotori esa val, po'lat o'zakdan va uyg'otish chulg'amlaridan iborat. Uyg'otish chulg'ami kontakt halqa va grafit cho'tkalar orqali o'zgarmas tok manbaiga ulangan bo'ladi. Kontakt halqalari rotor o'qidan va bir-biridan izolyasiya qilingan (1b-rasm,). Rotor chulg'amidan o'tgan o'yg'otuvchi o'zgarmas tok uyg'otish magnit oqimi F ni hosil qiladi.



1-rasm.

Birlamchi dvigatelning aylanish tezligiga (mazkur laboratoriya ishida parallel uyg'otishli o'zgarmas tok dvigatelidan foydalanilgan) teng p tezlik bilan aylanayotgan rotorning uyg'otuvchi magnit oqimi statorning uch fazali

cho'lg'amida $f = \frac{pn}{60}$ chastotali o'zgaruvchan EYuK ni hosil qiladi:

$$E_0 = 4,44\Phi_y fNK$$

Bu yerda: r —generatorning juft qutblar soni;

n —rotorning aylanish tezligi, ayl/min;

F_u —qutblarning magnit oqimi, Vb;

N —generatorning bir fazasidagi chulgʻa mining oʻramlari soni;

K —statorning (yakorning) chulgʻam koeffitsienti.

Agar stator chulgʻamlarining bosh uchlarini biror qarshilikka ulasak, fazalarda I_A , I_V , I_C toklar oqib oʻtadi. Bu faza toklari statorning (yoki yakorning) $n_0 = \frac{60f}{p}$ tezlik bilan aylanayotgan magnit oqimi F_s ni hosil qiladi. Demak, rotor va statorning magnit oqimi bir xil tezlik bilan aylanadi, yaniy $n=n_0$. Shuning uchun ham bunga sinxron mashina deyiladi.

Kichik quvvatli sinxron mashinalarda uygʻotish choʻlgʻmi qutblari qoʻzgʻalmas korpusga, oʻzgaruvchan tok choʻlgʻamlari esa aylanuvchi rotorga oʻrnatilgan boʻladi.

Alohida tarmoqqa ishlayotgan sinxron generatorning asosiy xususiyatlarini aniqlash uchun quydagi tavsiflar olinadi.

1. Salt ishlash tavsifi—yuklanish yakor toki $I_{ya}=0$ va aylanish tezligi $n=sonst$ boʻlganda generator qismlaridagi kuchlanish (yoki EYuK) U ning uygʻotish toki bilan qanday bogʻlanganligini koʻrsatadi, yani $I_{ya}=0$; $n=sonst$ va $\varphi = const$ boʻlganda

$$U = f(I_y)$$

2. Generatorning tashqi tavsifi—uygʻotish toki I_u quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$, aylanish tezligi n oʻzgarmas boʻlganda generator qismlaridagi kuchlanish U ning yuklanish (yoki yakor) toki I_{ya} bilan qanday bogʻlanganligini koʻrsatadi, ya'ni $I_u=sonst$; $\cos \varphi =const$; $n=const$; va $\varphi = const$ boʻlganda $U = f(I_{ya})$.

3. Rostlash tavsifi—quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$, aylanish tezligi n va chastota oʻzgarmas boʻlganda generator qismlaridagi kuchlanishni miqdor jihatdan doimiyligini ta'minlash uchun yuklanish toki oʻzgarganda uygʻotish tokini

qanday o'zgartirish kerakligini ko'rsatadi, ya'ni $U=const$; $\cos\varphi=const$; $\varphi=const$ va $n=const$; bo'lganda $I_u = f(I_{Ya})$.

Laboratoriya ishida generatorning har bir fazasiga simli reostat R_n ulangan.

Generatorning boshqa generatorlar bilan parallel ishlashi uchun uni elektr tarmog'iga ulashdan oldin sinxronlashtirish kerak. Sinxronlashtirish jarayoni quyidagi shartlarni bajarishdan iborat:

1. Generator qismlaridagi kuchlanish tarmoq kuchlanishiga teng bo'lishi kerak ($U_G = U_T$).
2. Generator chastotasi tarmoq chastotasiga teng bo'lishi kerak ($f_G = f_T$)
3. Generator fazalarining ketma-ketlik tartibi tarmoq fazalarning ketma-ketlik tartibi bilan bir xil bo'lishi kerak.
4. Sinxronlashtirish quyidagi tartibda olib boriladi.

Generator birlamchi dvigatel yordamida uning pasportida ko'rsatilgan sinxron tezlik $n_0 = \frac{60f}{p}$ ga qadar aylantiriladi. Bu bilan generatorning chastotasi tarmoq chastotasi bilan tenglashtiriladi. Generatorning aylanish tezligini sinxron tezlikka erishganligini bilish uchun uni taxometr yoki sinxronoskop bilan kontrol qilib turiladi.

Generatorning uyg'otish tokini o'zgartirib, uning kuchlanishi-ni (yani EYuKni) tarmoq kuchlanishiga tenglashtiriladi. Chastotalarning tengligi ikkita chastotametr va ikkita voltmeter yordamida kuzatib turiladi. (2-rasm) Fazalarning ketma-ketlik tartibi, shuningdek generator va tarmoq kuchlanishlarining tengligi, fazalar bo'yicha mosligi uchta voltmترلar V_0 yordamida tekshiriladi.

Agar voltmترلarning sterelkalari bir vaqtda tebranib hammasi nol yoki biron qiymatni ko'rsatsa, bu tarmoq va generator fazalarining ketma-ketlik tartibi bir xil ekanligini ko'rsatadi. Agar voltmترلarning sterelkalari turlicha tebransa, tarmoq va generator fazalarining ketma-ketlik tartibi bir xil bir xil emasligini ko'rsatadi. Bu holda generator fazalarining ketma-ketlik tartibini

o'zgartirish kerak, buning uchun generator tomonidan P_1 qayta ulagichning qisimlaridagi ikkita simning o'rnini almashtirish kerak. Agar nolinchi voltmترلarning sterelkalari bir vaqtda va juda sekin tebransa, sinxronlashtirishning yuqoridagi shartlari bajarilgan bo'ladi. Voltmetrlarning sterelkalari nol qiymatdan o'tayotgan paytda, qayta ulagich P_1 ni tarmoq holatiga ulash kerak.

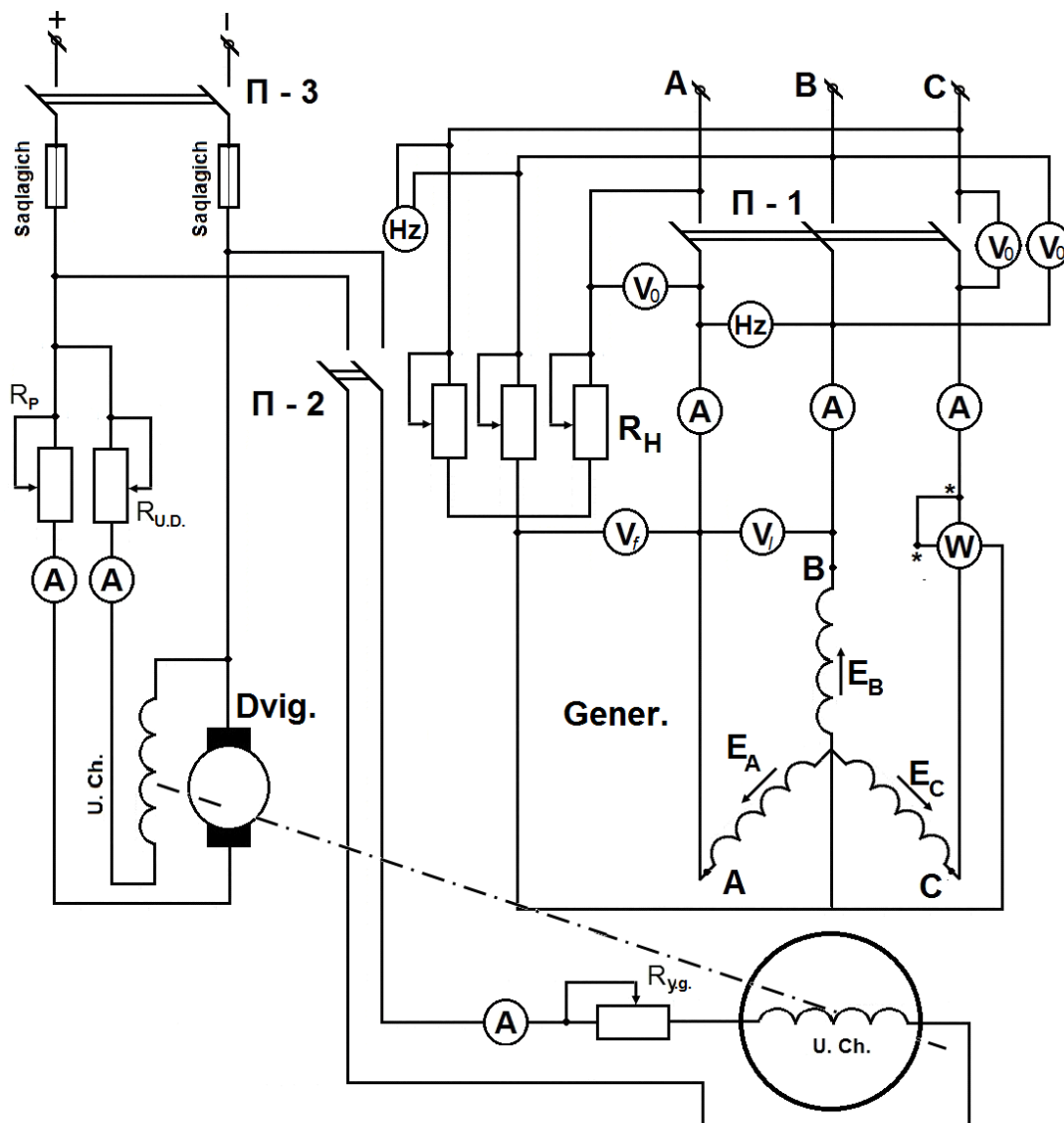
Generator parallel ishlashga ulangandan so'ng nolinchi voltmترلarning sterelkalari nolda turadi (chunki P_1 qayta ulagich orqali voltmetr qisimlari tutashtirilgan bo'ladi).

Parallel ishlashga ulangan sinxron generatorni aktiv quvvat bilan yuklanish uchun birlamchi dvigatelning quvvatini oshorish kerak. Buning uchun dvigatelning uyg'otish tokini kamaytirish lozim. U holda dvigatelning o'qidagi moment ortib generatorning rotorini aylanish yo'nalishi bo'yicha salt ishlaganligi holatiga nisbatan φ burchakka buriladi.

Aktiv quvvat $R=const$ bo'lganda generator o'qidagi aylantiruvchi moment ham o'zgaras bo'ladi.

Sinxron generatorni reaktiv quvvat bilan ishlash uchun, uning uyg'otish toki I_u ni o'zgartirish kerak. (2-rasm) Generatorning optimal deb ataluvchi juda qulay uyg'otish toki I_{un} da va uning ishlab chiqarayotgan aktiv quvvatida, generator toki minimal bo'lib mashinaning nominal uyg'otilishiga va quvvat koeffisientining $\cos\varphi=1$ bo'lishiga to'g'ri keladi. Generatorning uyg'otish tokini o'zgartirib bunga ishonch hosil qilish mumkin. Agar $I_u < I_{uy}$ bo'lsa magnitlovchi tok miqdor jihatdan yetarli bo'lmaydi, u holda generatorning kuchlanishi, tarmoq kuchlanishidan kam bo'lib, yetishmayotgan magnitlovchi tokni tarmoqdan iste'mol qila boshlaydi, natijada $I_u < I_{uy}$ bo'lib, generatorning umumiy toki ortadi. Bunda $\varphi = 0$ bo'lib, quvvat koeffisienti $\cos\varphi < 1$ bo'ladi. Agar $I_u > I_{uy}$ bo'lsa, ortiqcha magnitlovchi tok hosil bo'ladi. Bu holda generatorning kuchlanishi, tarmoq kuchlanishidan ortiq bo'lib, tarmoqdan magnitsizlovchi tok iste'mol qila boshlaydi, natijada yana generatorning umumiy

toki $I_u > I_{uy}$ ortib ketadi. Bunda $\varphi < 0$ bo'lib quvvat koeffitsinti $\cos \varphi = 1$ bo'ladi.



2-rasm.

Magnitlovchi va magnitsizlovchi tok reaktiv tok hisoblanadi, shuning uchun ularning o'zgarishi generator reaktiv quvvatining o'zgarishiga olib keladi.

Umuman, sinxron generatorning yuklanish rejimi uning aktiv quvvatini aniqlovchi birlamchi dvigatelning aylantiruvchi momentiga, shuningdek reaktiv quvvatini belgilovchi uyg'otish tokiga bog'liq.

III. Ishni bajarish tartibi

1. Sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipi, shuningdek, eksperimental qurilmaga kiradigan barcha uskunalar bilan tanishish.

2. Stend bilan tanishib, generatorning sxemaga kiradigan qisimlari va o'lchov asboblari aniqlash hamda generatorning pasportida ko'rsatilgan texnik ma'lumotlar bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'yish.
3. Sinxron generatorni yurgizib yuborishni bajarish. Buning uchun qayta ulagich P_1 ni "dvigateľ" holatiga o'tkazib, birlamchi dvigateľni yurgizish va yurgizish reostatining qarshiligi R_p ni bir tekis kamaytira borishi kerak.
4. Birlamchi dvigateľning rostlash reostati R_p yordamida uning nominal aylanish tezligini hosil qilib, generator EYuK chastotasining 50 Gs bo'lishiga erishiladi.
5. Sinxron generatorning salt ishlash tavsifi olinadi. Buning uchun rotor zanjiridagi uyg'onish reostati R_{uy} yordamida boshlang'ich minimal uyg'otish toki hosil qilinadi. Tavsif uyg'otish tokining 0 dan 1 A gacha ortib boruvchi va 1 A dan 0 gacha kamayuvchi qiymatlarida olinadi. Tajribadan olingan ma'lumotlar 1-jadvalda yoziladi.
6. Generatorning tashqi tavsifi olinadi. Buning uchun qayta ulagich P_1 ni "yuklanish" holatiga o'tkazib, uyg'otish tokining shunday qiymati tanlanadiki, bunda generatorning EYuK uning nominal kuchlanishiga teng bo'lsin.
7. Yuklanish tokini 1A dan ko'paytira borib nominal qiymatigacha o'zgartiriladi. Yuklanish ortgan sari kuchlanishning pasayishiga e'tabor bering. O'lchash ma'lumotlari 2-jadvalga yoziladi.

1-jadval

I_{ϕ}, A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$E_I \rightarrow$											
$E_I \leftarrow$											

2-jadval

I_{β}	A							
U	V							

3-jadval

I_{β}	A							
I_{ϕ}	A							

Generatorning rostlash tavsifi olinadi. Generatorning salt rejimida kuchlanish $U_n=220$ V hosil qilinib yuklanish noldan nominalgacha o'zgartiriladi. Yuklanish ortishi bilan kuchlanishning har pasayishida, uni $U=220V=const$ saqlash uchun uyg'otish tokini har gal orttirib boorish kerak. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 3-jadvalga yoziladi.

8. Sinxron generatorni elektr tarmog'i bilan sinxronlashtiriladi. Buning uchun chastotametr va voltmترلar holatining bir xil bo'lishini ta'minlab, nolinch voltmترلar strelkalari-ning asta-sekin nol qiymatlarga kelishiga erishish kerak. Uchala voltmeter strelkalarining noldan o'tish momentida qayta o'lchagich P1 ni "tarmoq" holatiga ulash kerak.
9. Birlamchi dvigatelning uyg'otish tokini o'zgartirib, generatorni aktiv quvvat bilan yuklanadi.

Aktiv quvvatning kattaligi vattmetrning ko'rsatishi bo'yicha aniqlanadi.

10. Generatorni reaktiv quvvat bilan yuklash uchun uning rotor zanjiridagi uyg'otish reostatining qarshiligini o'zgartirish kerak. Statorning fazalaridagi ampermetrlarning ko'rsatish-lari bo'yicha stator toklarining ortayotganligiga ishonch hosil qilinadi.
11. Sinxron generatorning tavsiflari quriladi.
12. Ish bo'yicha xulosa beriladi.

Nazorat savollari:

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi ishlash prinsipi qanday?
2. Generatorning EYuK i nimaga bog'liq va uning miqdorini qanday o'zgartirish mumkin?
3. Rotorda magnit oqimi qanday hosil qilinadi?
4. Sinxronlashtirish ishi qanday tartibda olib boriladi?

Adabiyotlar.

1. A.C.Касаткин. Электротехника Энергия. М.: 1973
2. A.S.Karimov, M.M.Mirhaydarov va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari. Toshkent, "O'qituvchi" 1989
3. G.R. Raximov Elektrotexnika. T.: 1966.
4. V.S.Popov, S.A.Nikolaev. Elektrotexnika. O'qituvchi T.: 1973.
5. И.П.Жеребцов Основы электроники. Энергоатомиздат. Л.:1989.
6. А.А.Иванов. Электротехника. Лабораторные работы. Киев. Высшая школа. 1976.

MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	3
Laboratoriya ishi №1 Potensiometrni oʻrganish.....	8
Laboratoriya ishi №2 Aktiv va induktiv qarshiliklar ket-ket ulangan oʻzgaruvchan tok zanjirini tekshirish.....	11
Laboratoriya ishi №3 Aktiv va sigʻim qarshiliklar ket-ket ulangan oʻzgaruvchan tok zanjirini tekshirish.....	15
Laboratoriya ishi №4 Induktiv gʻaltaklarni ket-ket va parallel ulashdagi jarayonlarni oʻrganish.....	19
Laboratoriya ishi №5 Texnik chastotalarda kuchlanish rezonansi	24
Laboratoriya ishi №6 Induktiv va sigʻim qarshiliklarni parallel ulash. Texnik chastotalardagi tok rezonansini kuzatish.....	28
Laboratoriya ishi №7 Bir fazali transformatorni ishini urganish.....	32
Laboratoriya ishi №8 Oʻzgaruvchan tok zanjirlarini “yulduzcha” usulida ulash.....	36
Laboratoriya ishi №9 Elektroenergiya istimolchilari uchburchak shaklida ulangan uch fazali tok zanjirlarini tekshirish.....	40
Laboratoriya ishi №10 Uch fazali tok transformatorining chulgʻamlarini “yuulduzcha” va “uchburchak” sxemasida ulash va chulgʻam uchlarini aniqlash.....	44
Laboratoriya ishi №11 Uch fazali tok transformatorining ishini urganish.....	47
Laboratoriya ishi №12 Bir fazali oʻzgaruvchan tok schyotchigini oʻrganish.....	51
Laboratoriya ishi №13 Oʻzgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanish va quvvat isrofgarchiligini oʻrganish.....	56
Laboratoriya ishi №14 Yarim oʻtkazgichli diodning xarakteristikalarini olish va uni taxlil qilish.....	59
Laboratoriya ishi №15 Uch elektrodli elektron lampani oʻrganish.....	64
Laboratoriya ishi №16 Uch fazali asinxron dvigatelni oʻrganish.....	69
Laboratoriya ishi №17 Parallel uygʻotishli oʻzgarmas tok dvigatelini oʻrganish.....	76
Laboratoriya ishi №18 Ketma–ket uygʻotishli oʻzgarmas tok dvigatelini oʻrganish.....	84
Laboratoriya ishi №19 Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning ish rejimini tekshirish.....	92
Laboratoriya ishi №20 Uch fazali sinxron generatorning ishlash rejimini tekshirish.....	102

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие.....	3
Лабораторная работа №1 Изучение работы потенциометра.....	8
Лабораторная работа №2 Изучение цепи переменного тока при последовательном соединении активного и индуктивного сопротивлений.....	11
Лабораторная работа №3 Изучение цепи переменного тока, при последовательном соединении активного и ёмкостного сопротивлений.....	15
Лабораторная работа №4 Изучение процессов, последовательно и параллельно соединенных катушек индуктивности.....	19
Лабораторная работа №5 Резонанс напряжений при технической частоте.....	24
Лабораторная работа №6 Параллельное соединение ёмкостного и индуктивного сопротивлений. Наблюдение резонанса токов при технической частоте.....	28
Лабораторная работа №7 Изучение работы однофазного трансформатор.....	32
Лабораторная работа №8 Соединение цепи трехфазного тока методом звезды.....	36
Лабораторная работа №9 Изучение трехфазной цепи потребителей электроэнергии методом треугольника.....	40
Лабораторная работа №10 Соединение обмоток трехфазного трансформатора звездой и треугольником и определение начала и конца обмоток.....	44
Лабораторная работа №11 Изучение работы трансформатора трехфазного тока.....	47
Лабораторная работа №12 Изучение однофазного счетчика переменного тока.....	51
Лабораторная работа №13 Изучение потеря напряжения и потеря мощности в цепи переменного тока.....	56
Лабораторная работа №14 Получение и анализ характеристик полупроводникового диода.....	59
Лабораторная работа №15 Изучение трех электродной электронной лампы.....	64
Лабораторная работа №16 Изучение асинхронного двигателя трехфазного тока.....	69
Лабораторная работа №17 Изучение двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.....	76
Лабораторная работа №18 Изучение двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.....	84
Лабораторная работа №19 Проверка рабочего режима асинхронного двигателя трехфазного тока с коротко замкнутым ротором.....	92
Лабораторная работа №20 Проверка рабочего режима синхронного двигателя трехфазного тока.....	102

C O N T E N T S

Introduction.....	3
Laboratory work №1 The study of the work of the potentiometer.....	8
Laboratory work №2 The study of AC circuit in series connection of active and inductive resistances.....	11
Laboratory work №3 The study of AC circuit in series connection of active and capacitive resistances.....	15
Laboratory work №4 The study of processes in series and parallel connection of inductors.....	19
Laboratory work №5 The resonance of voltages at the technical frequency.....	24
Laboratory work №6 Parallel connection of capacitive and inductive resistances. Observation of the resonance of currents at the technical frequency.....	28
Laboratory work №7 The study of the work of the single-phase transformer.....	32
Laboratory work №8 Connection of the three-phase circuit by star-method.....	36
Laboratory work №9 The study of the three-phase circuit of electricity consumers by triangle-method.....	40
Laboratory work №10 Connection of windings of the three-phase transformer by star and triangle, and determination of the beginning and the end of windings.....	44
Laboratory work №11 The study of the work of the three-phase current transformer.....	47
Laboratory work №12 The study of the AC single-phase meter.....	51
Laboratory work №13 The study of the voltage loss and the power loss in the AC circuit.....	56
Laboratory work №14 Acquisition and analysis of the characteristics of a semiconductor diode.....	59
Laboratory work №15 The study of a three-electrode vacuum tube.....	64
Laboratory work №16 Study of asynchronik engine of a three-phase current.....	69
Laboratory work №17 Study of a DC-current engine with parallel excitation.....	76
Laboratory work №18 Study of a DC-current engine with serial excitation.....	84
Laboratory work №19 Test of a working regime of adynronic engine of a three-phase current with short-cut rotor.....	92
Laboratory work №20 Test of a working regime of synchronik engine of a three-phase current.....	102