

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

ELEKTR MASHINALARI

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO‘RSATMALAR

5310200 – Elektr energetika ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun

Toshkent – 2019

Tuzuvchilar: Mustafaqulova G. N , Taniyev M. X, Bekishev A. I.

“Elektr mashinalari”. Laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko‘rsatmalar. – Toshkent: ToshDTU. 2019. - 40 b.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmalar “Elektr mashinalari” fanining dasturi asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, laboratoriya ishlarini bajarish tartibi keltirilgan.

Uslubiy ko‘rsatmalarda uch fazali ikki chulg‘amli transformatorlar (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati, ulanish guruhlar, parallel ishlashi), qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlar (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati), sinxron mashinalar (salt ishlash va qisqa tutashuv, induksion yuklanish holati), o‘zgarmas tok mashinalari (salt ishlash va qisqa tutashuv, yuklama holati)da laboratoriya ishlarini bajarish, hisobot tayyorlash ketma-ketligi keltirilgan.

Uslubiy ko‘rsatmalar oliy ta‘lim bakalavriat bosqichining «5310200 – Elektr energetika» yo‘nalishi uchun mo‘ljallab tuzilgan.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi*

Taqrizchilar: Sulliyev A. X.– Toshkent temir yo‘llari muhandislik instituti “Temir yo‘llar elektr ta’minoti” kafedrası dotsenti, t.f.n;

Xamutxonov M. M. – Toshkent davlat texnika universiteti “Elektr texnikasi va elektr texnologiyalari” kafedrası dotsenti, t.f.n.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi rivojlanishi asosiy talablaridan biri xalq xo'jaligining turli sohalari uchun yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashdir. Buning uchun oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini yanada takomillashtirish, talabalarni mustaqil ishlashga o'rgatish, kasbiy qobiliyatlarini rivojlantirish lozim bo'ladi. Talabalar bilimini o'quv yili davomida nazorat qilish, bajarilayotgan uy vazifalarini va mustaqil ishlarini kuzatib borish, dars vaqtida ta'lim olishda faol bo'lishlarini o'rgatish ularning chuqur bilimli mutaxassis bo'lishga olib keladi. Talabalarning mustaqil ish, uy ishlarini va dars vaqtida qanday bilim olayotgalarini tekshirib turish va rivojlantirish shakllaridan biri laboratoriya mashg'ulotlaridir.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar, keyinchalik, talabalarni sanoat korxonalari miqyosida ishlashi davomida loyihalash jarayonini, elektr qurilmalarni tanlash va hisoblashda hamda davr talabidan kelib chiqqan holda korxonaning iqtisodiy holatini hisobga olib, tejamkor elektr uskunalarni o'rnatishiga yordamchi ko'rsatma hisoblanadi.

Elektr mashina va transformatorlar sanoatning turli ishlab chiqarish korxonalarida, energetikada, transportda (aviatsiya, temir yo'l, avtomobil, metro, tramvay, trolleybus), qishloq va suv xo'jaligida, qurilishda va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Uslubiy ko'rsatmalar oliy o'quv yurtlarining "Elektr energetika" yo'nalishi talabalari uchun «Elektr mashinalari» fanining dasturi asosida yozilgan bo'lib, uning mazmuni transformatorlar, asinxron mashinalar, sinxron mashinalar va o'zgarmas tok mashinalari ketma-ketligida bayon qilingan.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar oliy ta'lim bakalavriat bosqichining 5310200 – Elektr energetika yo'nalishi talabalari uchun "Elektr mashinalari" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun yordam beradi.

1 - laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulgʻamli transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv holatlaridagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish

1.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Uch fazali transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.
2. Transformatorning salt ishlash holati va uning parametrlarini tekshirish.
3. Transformatorning salt ishlash tavsiflarini qurish.
4. Transformatorning qisqa tutashuv holati va uning parametrlarini tekshirish.
5. Transformatorning qisqa tutashuv tavsiflarini qurish.

1.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Transformator tashqi koʻrikdan oʻtkazilsin va pasportida koʻrsatilgan maʼlumotlar hamda chulgʻamlar qarshiliklari hisobot daftariga yozilsin.
2. Transformatsiyalash koeffitsiyenti topilsin, salt ishlash tavsiflari I_o , P_o , $\cos\varphi_o = f(U_o)$ ni qurish uchun maʼlumotlar 1.1- jadvalga yozib olinsin.
3. Tajriba maʼlumotlaridan foydalanib salt ishlash parametrlari r_o , Z_o , X_o va salt ishlash toki I_o aniqlansin.
4. Qisqa tutashuv tavsiflari I_q , P_q , $\cos\varphi_q = f(U_q)$ ni qurish uchun maʼlumotlar 1.2 - jadvalga yozib olinsin.
5. Tajriba maʼlumotlaridan foydalanib qisqa tutashuv parametrlari r_q , Z_q , X_q , U_q aniqlansin.

1.3. Ishni bajarishga oid qisqacha nazariy tushunchalar

Transformator bu statik elektromagnit uskuna boʻlib, birlamchi oʻzgaruvchan tok sistemasini ikkilamchi oʻzgaruvchan tok sistemasiga aylantirib beradi. Bunda chastota oʻzgarmaydi. Transformator asosiy va yordamchi qismlardan tuzilgan. Asosiy qismga magnit oʻtkazgich va chulgʻamlar kiradi. Yordamchi qismlarga bak, kengaytirgich, gaz relesi, idish qopqogʻi, radiatorlar, termosifon filtri, yogʻ sathini koʻrsatuvchi shisha naycha, koʻtargich halqalar, yuqori va past kuchlanishlar ulanadigan izolyatorlar, tozalagich va boshqalar. Transformatorning ish davrida hosil boʻladigan uyurma toklarini keskin kamaytirish maqsadida uning magnit

o'tkazgichi bir-biridan izolyatsiyalangan va qalinligi 0,15 - 0,5 mm bo'lgan elektrotexnik po'lat tunikachalardan yig'iladi. Transformator chulg'amlari yasallishida izolyatsiyalangan mis va alyuminiy simlaridan foydalaniladi. Transformatorlarda moy sovitish va izolyatsiya vazifasini bajaradi.

1.4. Ishni bajarish va hisobot tayyorlash tartibi

1. Salt ishlash tajribasi. Tajribaning bajarilishidan maqsad transformatorning transformatsiyalash ko'effitsiyenti, magnit o'zakdagi quvvat isrofini va ekvivalent almashtirish sxemasining ayrim parametrlarini tekshirish hamda salt ishlash xarakteristikasini qurishdir.

2. Salt ishlash tajribasini o'tkazish sxemasi 1.1 - rasmda ko'rsatilgan. Transformator birlamchi chulg'amidagi kuchlanish noldan $U = 1,2 U_H$ gacha oshiriladi. Kuchlanishning bir necha qiymatlari uchun ampermetr, voltmetr va vattmetrlarning ko'rsatkichlari 1.1- jadvalga yozib olinadi.

3. Transformatorning transformatsiyalash ko'effitsiyenti:

$$K_{TR} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

bu yerda E_1 , U_1 , W_1 va E_2 , U_2 , W_2 – birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning EYUK lari, kuchlanishlari va o'ramlar soni.

4. Salt ishlash tokining nominal toki

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} \cdot \alpha_I$$

bu yerda (I – ampermetr bir bo'linmasidagi tok qiymati; A)

5. Faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati

$$U_0 = \frac{U_A + U_B + U_C}{3} \cdot \alpha_U$$

6. Salt ishlash quvvati

$$P_0 = (P_A + P_B + P_C) \cdot \alpha_P$$

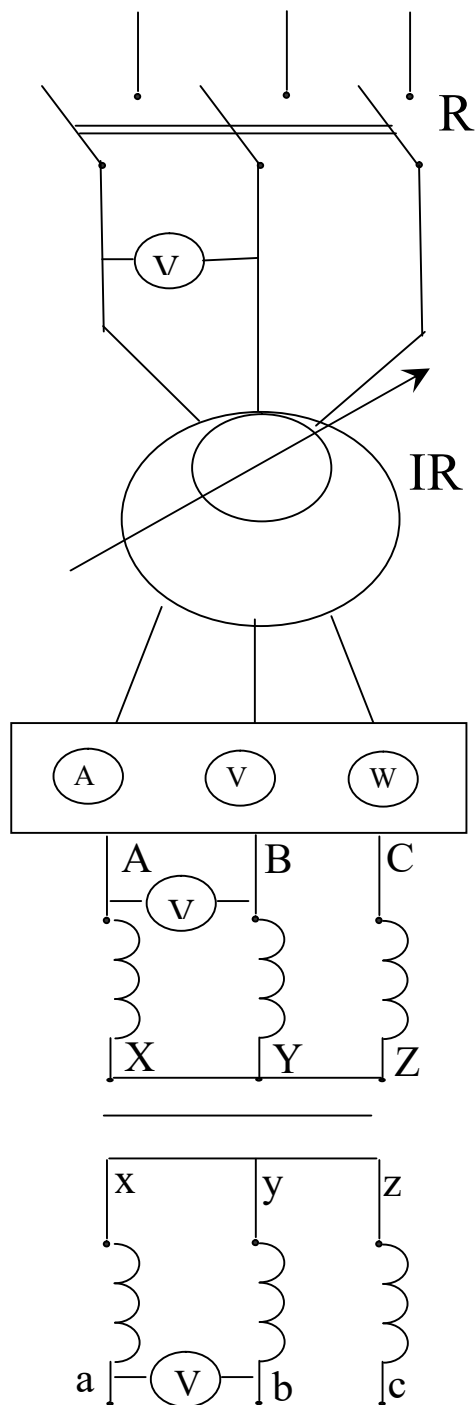
7. Salt ishlash va almashtirish sxemasining ba'zi parametrlari

$$Z_0 = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot I_0}, \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}, \quad r_0 = \frac{P_0}{m I_0^2}$$

8. Transformatorning salt ishlash quvvat koeffitsiyenti

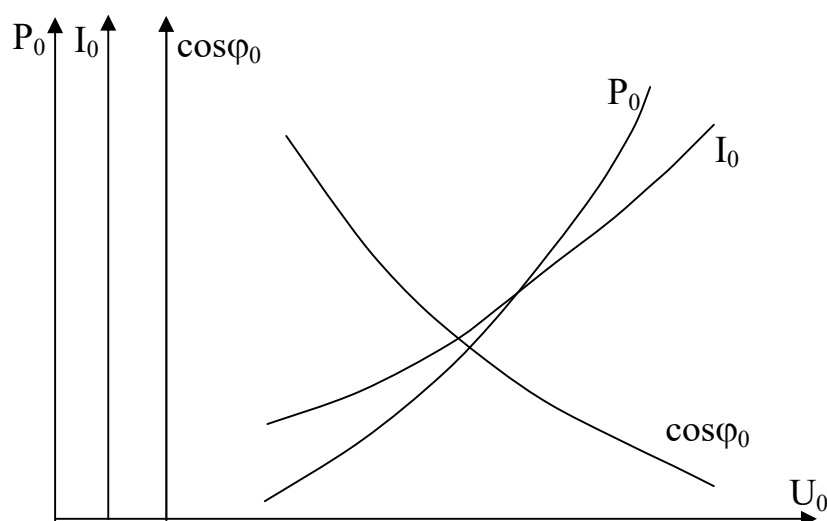
$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{mU_0I_0}$$

9. Hisoblangan qiymatlar asosida salt ishlash xarakteristikalari quriladi (1.2 - rasm).



1.1- rasm. Transformatorning salt ishlash tajribasini o‘tkazish sxemasi

O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar						
I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_0	U_0	P_0	$\cos\varphi_0$	Z_0	X_0	r_0



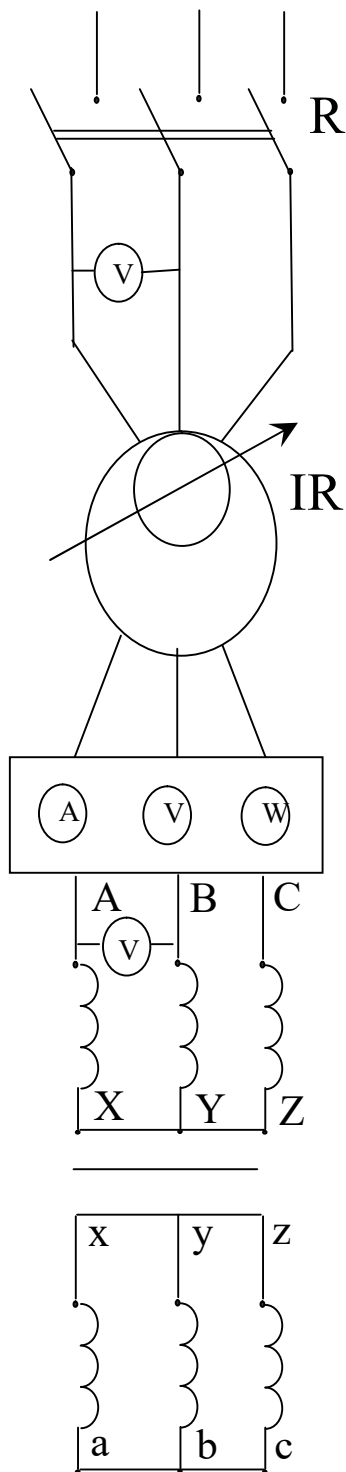
2-rasm. Transformatorning salt ishlash tavsifi

P_0 - salt ishlash quvvati; I_0 - salt ishlash toki; $\cos\varphi_0$ - salt ishlash quvvat koeffitsiyenti; U_0 - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati

10. Transformator qisqa tutashuv tajribasi.

11. Transformator qisqa tutashuvi ikkilamchi chulg'ami boshi va oxiri qarshiligi nolga yaqin bo'lgan o'tkazgich bilan ulanib, birlamchi chulg'amga kuchlanish berilganda sodir bo'ladi. Bunda ikkilamchi chulg'am kuchlanishi $U_2 = 0$ va yuk qarshiligi $Z_{yu} = 0$ bo'ladi. Transformator qisqa tutashuv holatida birlamchi chulg'am nominal kuchlanish berilsa uning qarshiliklari nisbatan kichik bo'lganligi sababli, chulg'amlarda nominal tokdan 15-20 marta katta bo'lgan qisqa tutashuv toklari I_{1qt} va I_{2qt} o'ta boshlaydi. Chulg'amlar o'ramlarida bu toklarning kvadratiga proporsional bo'lgan elektrodinamik kuchlar vujudga keladi va issiqlik ajralib chiqadi. Elektrodinamik kuchlar chulg'am simlarini uzib va eritib yuborishga olib kelishi mumkin. Shu tufayli nominal kuchlanishli transformatorning qisqa tutashuvi «avariya qisqa tutashuvi» deb

hisoblanadi. Agar birlamchi chulg'am kuchlanishini shunday U_{qt} , qiymatgacha kamaytirilganda $I_{lqt} = I_{ln}$ bo'lsa, bunday holatni sinov qisqa tutashuvi deyiladi. Z_{qt} ning qiymati kichikligi sababli $U_{qt} = (0,05 - 0,17) U_n$ bo'ladi. Qisqa tutashuv holatidagi ekvivalent elektr sxemasi parametrlarini va qisqa tutashuv kuchlanishi uchburchagini tekshirish imkonini beradi.



1.3 - rasm. Transformatorning qisqa tutashish tajribasini o'tkazish sxemasi

Uchburchak yordamida esa transformator ishchi holatida tajriba o'tkazmay turib uning ishchi tavsiflarini qurish mumkin bo'ladi. Qisqa tutashuv tajribasi 3 - rasmdagi sxema asosida bajariladi. Sxema yig'ilgandan so'ng IR minimal kuchlanishlik holatga keltiriladi va manbaga ulanadi. Kuchlanish noldan oshirilib, tokning qiymati $1,2I_n$ da o'rnatiladi. O'lchov asboblarning ko'rsatkichlari yozib olinadi. Tok qiymati I_n o'rnatilib, ikkinchi ko'rsatkichlar yozib olinadi. Shu tariqa tok nolgacha 4 -marta kamaytirilib 1.2 - jadvalning chap tomoni to'ldiriladi.

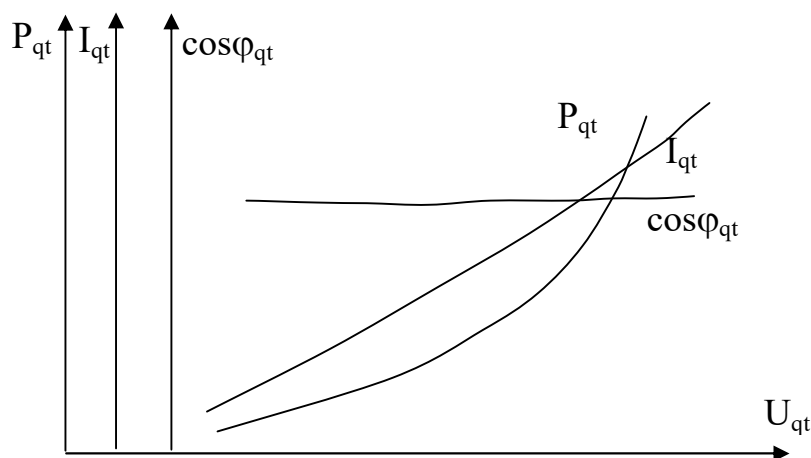
Qisqa tutashuv tajribasi ma'lumotlari asosida quyidagilar hisoblanadi va 1.2 - jadvalning o'ng tomoniga kiritiladi. Qisqa tutashuv toki I_{qt} , kuchlanishi U_{qt} , quvvati P_{qt} va quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi_{qt}$ quyidagicha topiladi:

1.2-jadval

O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar						
I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_{qt}	U_{qt}	P_{qt}	$\cos\varphi_{qt}$	Z_{qt}	X_{qt}	R_{qt}

$$I_{qt} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I.$$

$$U_{qt} = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U.$$



1.4-rasm. Transformatorning qisqa tutashuv tavsifi

P_{qt} - qisqa tutashuv quvvati; I_{qt} - qisqa tutashuv toki; $\cos\varphi_{qt}$ - qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyenti; U_{qt} - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati

$$P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W$$

$$\cos \varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{3U_{qt} \cdot I_{qt}}$$

Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklar quyidagicha topiladi:

$$Z_{qt} = \frac{U_{qt}}{I_{qt}}, \quad r_{qt} = \frac{P_{qt}}{mI_{qt}^2}, \quad X_{qt} = \sqrt{Z_{qt}^2 - r_{qt}^2}.$$

Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 1.2 - jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida transformatorning qisqa tutashuv tavsifi – I_{qt} , P_{qt} , $\cos \varphi_{qt} = f(U_{qt})$ quriladi (1.4 - rasm).

1.5. Sinov savollari

1. Nima uchun transformatorning qisqa tutashuv holati tekshiriladi?
2. Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklari qan - day topiladi?
3. Transformatorning qisqa tutashuv holatidagi vektor diagrammasini chizib bering?
4. Nima uchun transformatorning ikkilamchi chulg'ami qisqa tutashtirilganda birlamchi chulg'am toki oshib ketadi?
5. Nima uchun transformatorning qisqa tutashuv parametrlari salt ishlash parametrlaridan kichik bo'ladi?
6. Transformator qisqa tutashuv quvvat isrofini topishning qanday amaliy ahamiyati bor?
7. Transformator qisqa tutashuv kuchlanishi miqdori uning qanday xususiyatlarini aniqlab beradi?
8. Transformator qisqa tutashuv parametrlariga uning konstruktiv qismlari o'lchamlarining qanday ta'siri bor?

2 - laboratoriya ishi.

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish

2.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

-

2.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Transformator tashqi ko‘rikdan o‘tkazilsin va pasportida ko‘rsatilgan ma’lumotlar hisobot daftariga yozilsin.

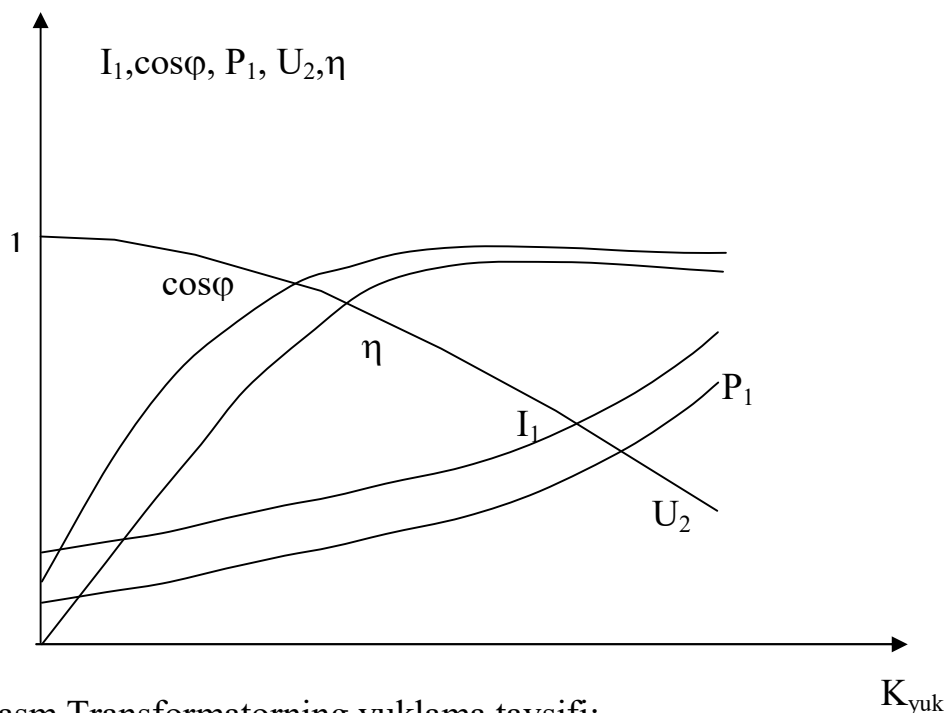
2. Yuklama tavsiflari I_1 , P_1 , $\cos\varphi_1$, U_2 , $\eta = f(k_{yu})$ ni qurish uchun ma’lumotlar 2.1- jadvalga yozib olinsin

2.3. Ishni bajarish va hisobot tayyorlash tartibi

1. Transformatorning yukli ishlash rejimini hosil qilish uchun 2.1 - rasmdagi kabi, birlamchi chulg‘amga nominal kuchlanish berib,

2.1- jadval

O‘lchangan qiymatlar								Hisoblangan qiymatlar					
I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	U_2	I_2	U_1	P_1	I_1	P_2	$\cos\varphi_1$	η



2.2-rasm.Transformatorning yuklama tavsifi:

I_1 - birlamchi chulg‘am tokining o‘rtacha qiymati; $\cos\varphi$ - quvvat koeffitsiyenti; P_1 - quvvat; U_2 - ikkilamchi chulg‘am kuchlanishi; η - F.I.K; K_{yuk} - yuklama koeffitsiyenti

ikkilamchi chulg'amni esa iste'molchiga ulash lozim. Kuchlanish $U_1 = U_{1n}$ qiymatni o'zgartirmasdan saqlagan holda, Z_{yuk} ning 4-5 ta qiymatlari uchun birlamchi chulg'am toklari, quvvati va ikkilamchi chulg'am toki hamda kuchlanishlarining qiymatlarini o'lchov asboblarning ko'rsatkichlarini 2.1 - jadvalning chap tomoniga yozib olinadi.

2. Birlamchi chulg'am tokining o'rtacha qiymati, quvvati va quvvat koeffitsiyentlari avvalgi tajribalardagidek hisoblanib jadvalning o'ng tomoni to'ldiriladi.

2.4. Sinov savollari

1. Nima uchun transformatorning yuklama holati tekshiriladi?
2. Yuklama holatida ikkinchi chulg'am kuchlanishi nega tushib ketadi?
3. Transformatorning yuklama holatidagi vektor diagrammasini chizib bering.
4. Transformator qisqa tutashuv parametrlariga uning konstruktiv qismlari o'lchamlarining qanday ta'siri bor?

3- laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish

3.1. Ishni bajarishdan maqsad

Transformator chulg'amlarining ulanish guruhlarini tekshirish.

3.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Tekshirilayotgan transformatorlarning hujjatlarida ko'rsatilgan ma'lumotlarni hisobot daftariga yozilsin.
2. Transformatorlar ulanish guruhleri aniqlansin.

3.3. Ishni bajarishga oid qisqacha nazariy tushunchalar

Transformatorlar parallel ulanganda iste'molchilarni uzluksiz elektr energiya bilan ta'minlash, transformatorlarni ta'mirlashni tashkil etish engillashadi, iste'molchi qabul qilayotgan quvvatning qiymati o'zgarganda parallel ishlayotgan transformatorlar sonini o'zgartirib ularni nominal rejimda ushlab turiladi.

Transformatorlarni parallel ulash uchun transformatorni parallel ulash shartlari bajarilishi kerak. Shu shartlardan biriga asosan parallel ulanayotgan transformatorlar ulanish guruhlarini bir xil bo'lishi kerak. Agar ushbu shart bajarilmasa, ikkilamchi chulg'amlarning kuchlanishlari orasidagi faza burchaklari hisobiga tenglashtiruvchi tok har doim mavjud bo'lishiga olib keladi. Transformatorlar ulanish guruhlarini nazariyasiga asosan, agarda transformatorlardan biri 0 guruh, ikkinchisi 11 guruhga taalluqli bo'lsa faza burchaklari $\frac{\pi}{6}$ ga teng. Bu qiymat esa ikki xil ulanish guruhli transformatorlarda minimaldir. Ko'p hollarda uchraydigan $U_{qt} = 5.5\%$ va 6-10 kV kuchlanishli transformatorlar uchun salt ishlagandagi tenglashtiruvchi tok nominal tokdan $\frac{I_{TENG}}{I_2} = \frac{100 \sin \frac{\pi}{12}}{U_{qt}} = 4.7$ marta katta bo'ladi. Bu esa har xil ulanish guruhlariga mansub bo'lgan transformatorlarni parallel ishlatish qat'iyan man etilishiga dalildir.

3.4. Ishni bajarish va hisobot tayyorlash tartibi

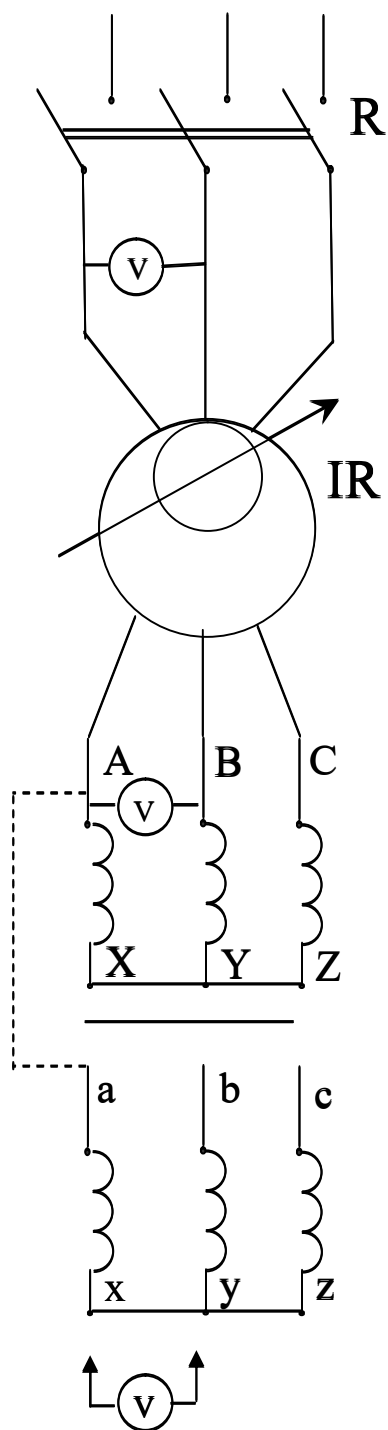
O'qituvchining ko'rsatmasiga ko'ra transformatorning bir necha ulanish guruhlarini tajriba usuli bilan aniqlanadi. Buning uchun 3.1-rasmdagi sxema yig'iladi. Birlamchi chulg'amga uch fazali kuchlanish beriladi va A-X, B-Y, C-Z, a-x, b-y, c-z, B-B, C-c, A-B, a-b nuqtalar orasidagi kuchlanishlar (potensiallar farqi) voltmeter yordamida o'lchanib, 3.1-jadvalga kiritiladi.

Birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar uchun alohida vektor diagrammalar quriladi (3.2-rasm, a, b, d).

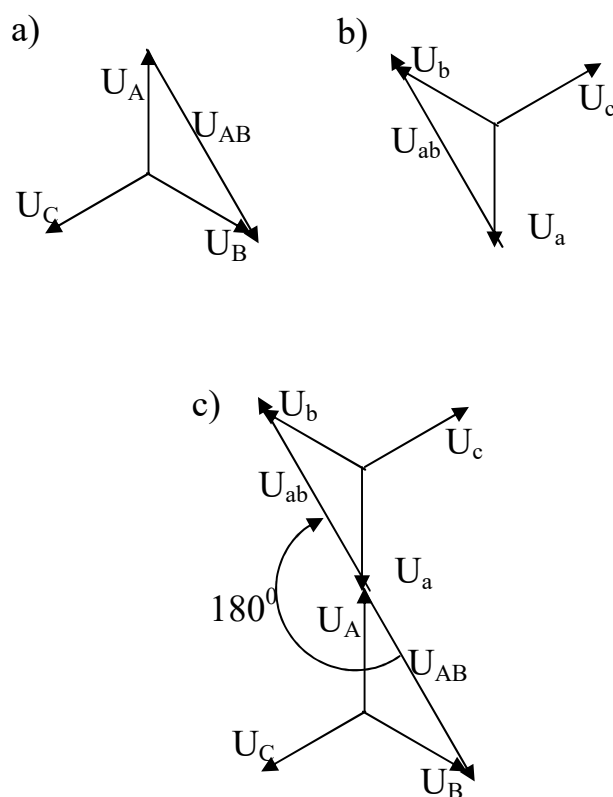
Chulg'amlar «A» va «a» nuqtalarda elektrik bog'langanligini hisobga olib, ikkala vektor diagrammasi birgalikda chiziladi. U_{AB} va U_{ab} kuchlanishlar vektorlari anislanib, ular orasidagi burchak 30° ga bo'linadi. Hosil bo'lgan son ulanish guruhini tartibini bildiradi.

3.1-jadval

№	O'lchangan qiymatlar					
	AB	Ab	Bb	Cb	Bc	Cc
	V	V	V	V	V	V
1						
2						
3						
4						



3.1- rasm. Voltmetr yordamida transformator ulanish guruhlarini aniqlash sxemasi



3.2-rasm. Vektor diagramma

3.5. Sinov savollari

1. Transformatorning ulanish guruhlari haqida nima bilasiz?
2. Transformatorning ulanish guruhlarini tekshirish usullari.
3. Transformatorlarda nechta guruh mavjud?
4. Chulgʻamlari Y/Y yoki Δ/Δ ulansa qanday guruh boʻladi?

4 - laboratoriya ishi

Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning parallel ishlashi

4.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Transformatorlarni parallel ulashni o'rganish.
2. Parallel ishlab turgan transformatorlarning ish rejimini tahlil qilish.

4.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Tekshirilayotgan transformatorlarning hujjatlarida ko'rsatilgan ma'lumotlarni hisobot daftoriga yozilsin.
2. Transformatorlarlar parallel ulansin. Bunda $U_{21}, U_{22}, I_{21}, I_{22} = f(I_{yuk})$ xarakteristikalar qurilsin.

4.3. Ishni bajarishga oid qisqacha nazariy tushunchalar

Transformatorlar parallel ulanganda iste'molchilarni uzluksiz elektr energiya bilan ta'minlash, transformatorlarni ta'mirlashni tashkil etish yengillashadi, iste'molchi qabul qilayotgan quvvatning qiymati o'zgarganda parallel ishlayotgan transformatorlar qonunini o'zgartirib ularni nominal rejimda ushlab turiladi.

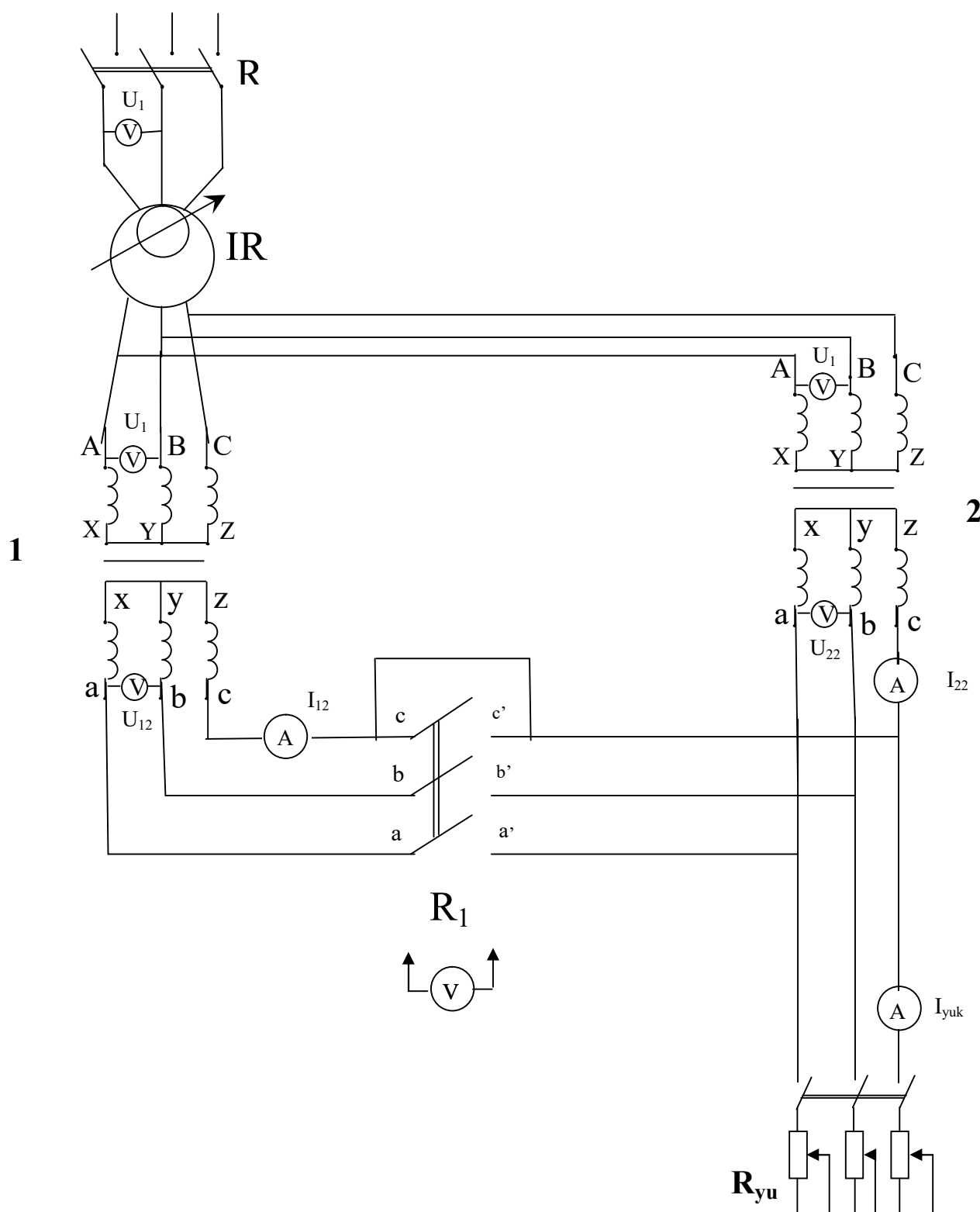
Transformatorlarni parallel ulash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Parallel ulanayotgan transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amli nominal kuchlanishlari ishlab turgan transformatorlarning birlamchi va ikkilamchi chulg'am kuchlanishlariga o'zaro teng bo'lishi yoki ularning transformatsiyalash koeffitsiyentlari teng bo'lishi kerak.

2. Parallel ulanayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlarining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari o'zaro teng, ya'ni ulanayotgan transformatorlarning qisqa tutashuv kuchlanishlari teng yoki qisqa tutashuv uchburchaklari teng bo'lishi kerak.

3. Parallel ulanayotgan transformatorlar ulanish guruhleri bir xil bo'lishi kerak. Agar ushbu shart bajarilmasa ikkilamchi chulg'amli kuchlanishlari orasidagi faza burchaklari hisobiga tenglashtiruvchi tok har doim mavjud bo'lishiga olib keladi. Transformatorlar ulanish guruhleri nazariyasiga asosan, agarda transformatorlardan biri 0 guruh, ikkinchisi

11 guruhga taalluqli bo'lsa, faza burchaklari $\frac{\pi}{6}$ ga teng. Bu qiymat esa ikki xil ulanish guruhli transformatorlarda minimaldir.



4.1- rasm. Transformatorlarni parallel ishlatish tajribasi sxemasi

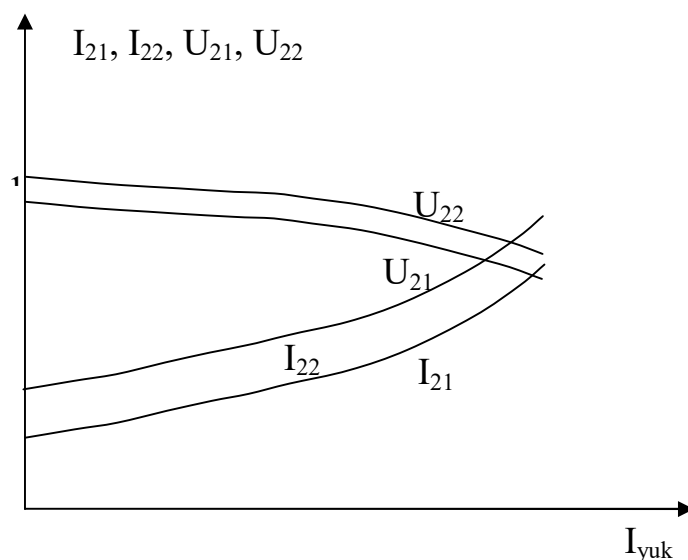
3. Ko‘p hollarda uchraydigan $U_{qt}=5.5\%$ va 6-10 kV kuchlanishli transformatorlar uchun salt ishlagandagi tenglashtiruvchi tok nominal

tokdan $\frac{I_{TENG}}{I_2} = \frac{100 \sin \frac{\pi}{12}}{U_{qt}} = 4.7$ marta katta bo‘ladi. Bu esa har xil ulanish

guruhlariga mansub bo‘lgan transformatorlarni parallel ishlatish qat’iyan mann etilishiga dalildir. 1 - shart bajarilmasa qolgan shartlar bajarilsa kuchlanishlar vektorlari farqining qiymati transformatsiyalash koeffitsiyentlari farqiga proporsional bo‘ladi; 2-shart bajarilmasa transformatorlar yuklanish darajasi har xil bo‘ladi, ya’ni qisqa tutashuv kuchlanishi kichik bo‘lgan transformator nominal yuklanishdan ortiqroq, qisqa tutashuv kuchlanishi katta bo‘lgan transformator nominal yuklanishdan kamroq yuklanadi.

4.1 - jadval

№	O‘lchangan qiymatlar					
	I_{12}	I_{22}	I_{yuk}	U_{12}	U_{22}	U_1
1.						
2.						
3.						
4.						



4.2 - rasm. Transformatorlarning parallel ishlash holatidagi tok va kuchlanish tavsiflari

I_{21} , I_{22} , - transformatorlarning ikkilamchi chulg‘am toklari; U_{21} , U_{22} - transformatorlarning ikkilamchi chulg‘am kuchlanishlari; I_{yuk} - umumiy yuklama toki.

5 - laboratoriya ishi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tekshirish

5.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tuzilishini va ishlash prinsipini o'rganish.
2. Motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tajribada tekshirish va ularni grafik tarzda tasvirlash.

5.2. Ishning dasturi

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni stator chulg'amlarini yulduz sxemasidan uchburchak sxemasiga o'tkazish orqali ishga tushirish.
2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash tavsifi I_0 , P_0 , $\cos\varphi_0 = f(U_0)$ ni ifodalovchi bog'liqni $f_1 = f_n = \text{const}$ va $P_2=0$ bo'lganda olish.
3. Qisqa tutashuv tavsifi I_q , P_q , $\cos\varphi_q = f(U_q)$ ni ifodalovchi bog'liqni $f_1 = f_n = \text{const}$ va $n = 0$ bo'lganda olish.

5.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

1. Motor pasportidagi uning normal ish holatini ko'rsatuvchi nominal kattaliklar hisobot daftarchasiga ko'chirilib yoziladi.
2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motori yurgiziladi. Motorning stator chulg'amini yulduz (Y) usulidan uchburchak (Δ) usulida ulab yurgiziladi (5.1 - rasm). Asinxron motorning stator chulg'ami ko'pincha Δ usulida ulanadi. Chulg'amlar Δ usulida ulanganda, yurgizish toki ancha katta bo'ladi. Agar chulg'amlar Y usulida ulansa, ayrim faza chulg'amlariga beriladigan kuchlanish $\sqrt{3}$ marta kamayadi, demak, faza toklari ham $\sqrt{3}$ marta kamayadi. Motorni 5.1 - rasmdagi sxema asosida yurgizish uchun qayta ulagich II Y holatiga o'tkazilib, motor rubilnik P_1 yordamida elektr tarmog'iga ulanadi. Motorning aylanish tezligi barqarorlashgan qiymatga yetganda qayta ulagich II Δ holatiga chaqqonlik bilan o'tkaziladi. Bunda stator chulg'amlari Δ usulida ulanib qoladi va motor normal sharoitda ishlaydi. Motorning yurgizish momenti tarmoq

kuchlanishi kvadratiga to'g'ri mutanosib ($M \equiv U_1^2$) bo'lgani uchun, yurgizish vaqtida aylantiruvchi moment M_{top} ham uch marta kamayadi. Shu sababli nominal yuklama bilan yurgiziladigan motorlarni bu usul bilan yurgizib bo'lmaydi. Yurgizish vaqtida M_{top} ning kichik bo'lishi bu usulning kamchiligi hisoblanadi.

3. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash tavsifini olish uchun 5.1 - rasm sxemasi yig'iladi. Stator chulg'ami induksion rostlagich (IR) orqali P_1 rubilnik yordamida elektr tarmog'iga ulanadi. IR yordamida stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishning qiymati o'zgartirib turiladi. Kuchlanish, tok va aktiv quvvatlarning qiymatlari o'lchov asbobi K-50 yoki K-505 yordamida aniqlanadi.

Motorni yurgizgandan so'ng stator chulg'amiga berilayotgan kuchlanishning qiymati IR yordamida $1,2U_H$ ga yetkaziladi va birinchi o'lchash amalga oshiriladi. So'ngra kuchlanishning qiymati kamaytirilib 5-6 ta nuqta olinadi. O'lchash natijalari 5.1 - jadvalga yoziladi.

Salt ishlash toki I_0 quyidagicha topiladi:

$$I_0 = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I.$$

Salt ishlash kuchlanishi:

$$U_0 = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U.$$

Salt ishlash quvvati:

$$P_0 = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W.$$

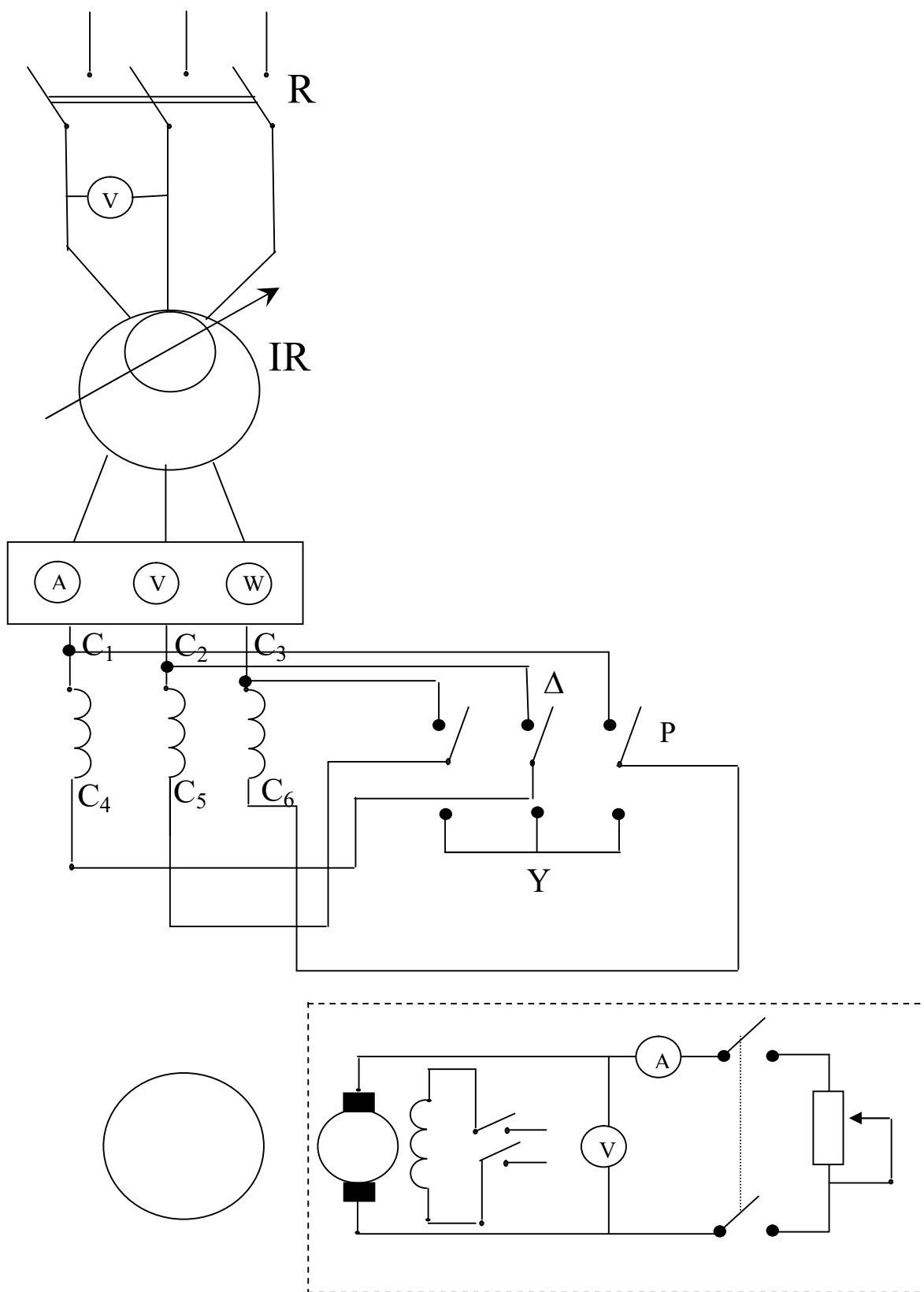
Salt ishlash quvvat koeffitsiyenti:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{3U_0 \cdot I_0}$$

Salt ishlash holatidagi aktiv r_0 , induktiv X_0 va to'la qarshiliklar Z_0 quyidagicha topiladi:

$$Z_0 = \frac{U_0}{I_0}, \quad r_0 = Z_0 \cos \varphi_0, \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2}.$$

Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 5.1 – jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida motorning salt ishlash tavsifi – I_0 , P_0 , $\cos \varphi_0 = f(U_0)$ quriladi (5.2 - rasm).

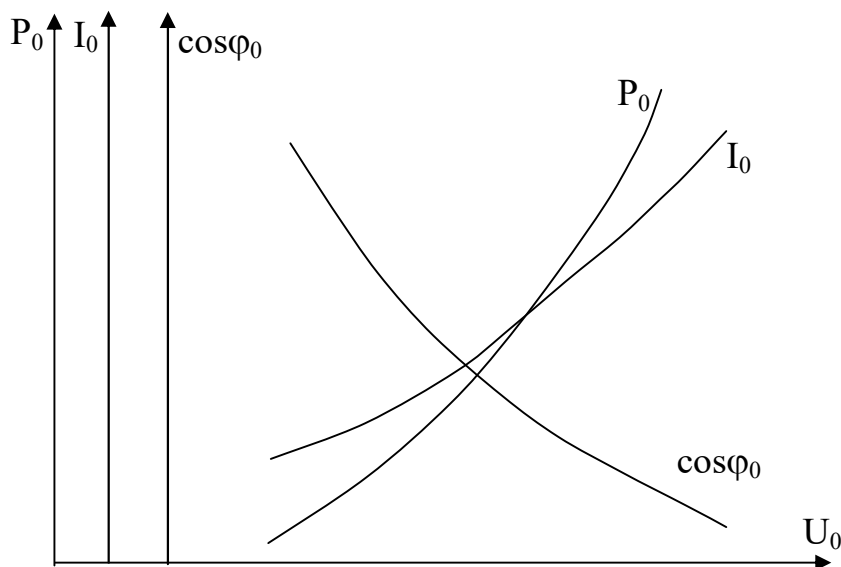


5.1- rasm. Motorni yurgizish va tajriba oʻtkazish sxemasi

4. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning Qisqa tutashuv tavsifini olish uchun ham 5.1 - rasmdagi sxemadan foydalanamiz. Lekin bu tajribani o'tkazish jarayonida motorning rotorini tormozlovchi qurilma yordamida qo'zg'almas holatda ushlab turiladi. IR ning holati nol (0) holatiga o'rnatilib, P_1 rubilnik yordamida motor tarmoqqa ulanadi va tezda IR yordamida kuchlanish qiymati oshirilib borilib, tokning $1,2I_H$ qiymati qo'yiladi va birinchi o'lchash amalga oshiriladi. So'ngra IR yordamida kuchlanish pasaytirib boriladi va I , P , U ning 5-6 nuqtasi o'lchab olinadi va 5.1 – jadvalning chap tomoniga yozib qo'yiladi.

5.1- jadval

O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar						
I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_0	U_0	P_0	$\cos\varphi_0$	Z_0	X_0	r_0



5.2 - rasm. Motorning salt ishlash tavsifi

P_0 - salt ishlash quvvati, I_0 - salt ishlash toki, $\cos\varphi_0$ - salt ishlash quvvat koeffitsiyenti
 U_0 - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati.

Qisqa tutashuv toki I_{qt} , kuchlanishi U_{qt} , quvvati P_{qt} va quvvat koeffitsiyenti $\cos\varphi_0$ quyidagicha topiladi:

$$I_{qt} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \alpha_I.$$

$$U_{qt} = \frac{U_a + U_b + U_c}{3} \alpha_U.$$

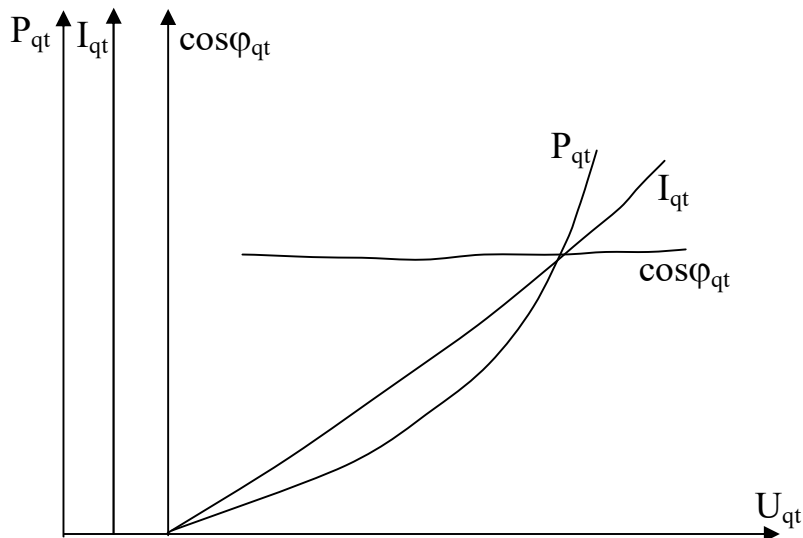
$$P_{qt} = (P_a + P_b + P_c) \alpha_W.$$

$$\cos \varphi_{qt} = \frac{P_{qt}}{3U_{qt} \cdot I_{qt}}$$

Qisqa tutashuv holatidagi aktiv, induktiv va to'la qarshiliklar quyidagicha topiladi: $Z_{qt} = \frac{U_{qt}}{I_{qt}}$, $r_{qt} = Z_{qt} \cos \varphi_{qt}$, $X_{qt} = \sqrt{Z_{qt}^2 - r_{qt}^2}$. Bu formulalar yordamida topilgan qiymatlar 5.2-jadvalning o'ng tomoniga yozib qo'yiladi va ular yordamida motorning qisqa tutashuv tavsifi - I_{qt} , P_{qt} , $\cos \varphi_{qt} = f(U_{qt})$ quriladi (5.3 - rasm)

5.2 - jadval

O'lchangan qiymatlar									Hisoblangan qiymatlar						
I_A	I_B	I_C	U_A	U_B	U_C	P_A	P_B	P_C	I_{qt}	U_{qt}	P_{qt}	$\cos \varphi_{qt}$	Z_{qt}	X_{qt}	r_{qt}



3-rasm. Motorning qisqa tutashuv tavsifi

P_{qt} - qisqa tutashuv quvvati; I_{qt} - qisqa tutashuv toki; $\cos \varphi_{qt}$ - qisqa tutashuv quvvat koeffitsiyenti; U_{qt} - faza kuchlanishlarining o'rtacha qiymati.

5.4. Sinov savollari

1. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
2. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarning qanday yurgizish usullarini bilasiz.
3. Motorning salt ishlash tavsiflari tajribada qanday olinadi va ularning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
4. Motorning qisqa tutashuv tavsiflari tajribada qanday olinadi va ularning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.

6 - laboratoriya ishi.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tekshirish

6.1. Ishni bajarishdan maqsad

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tajriba yo'li bilan olish va uni qurishni o'rganish.

6.2. Ishning dasturi

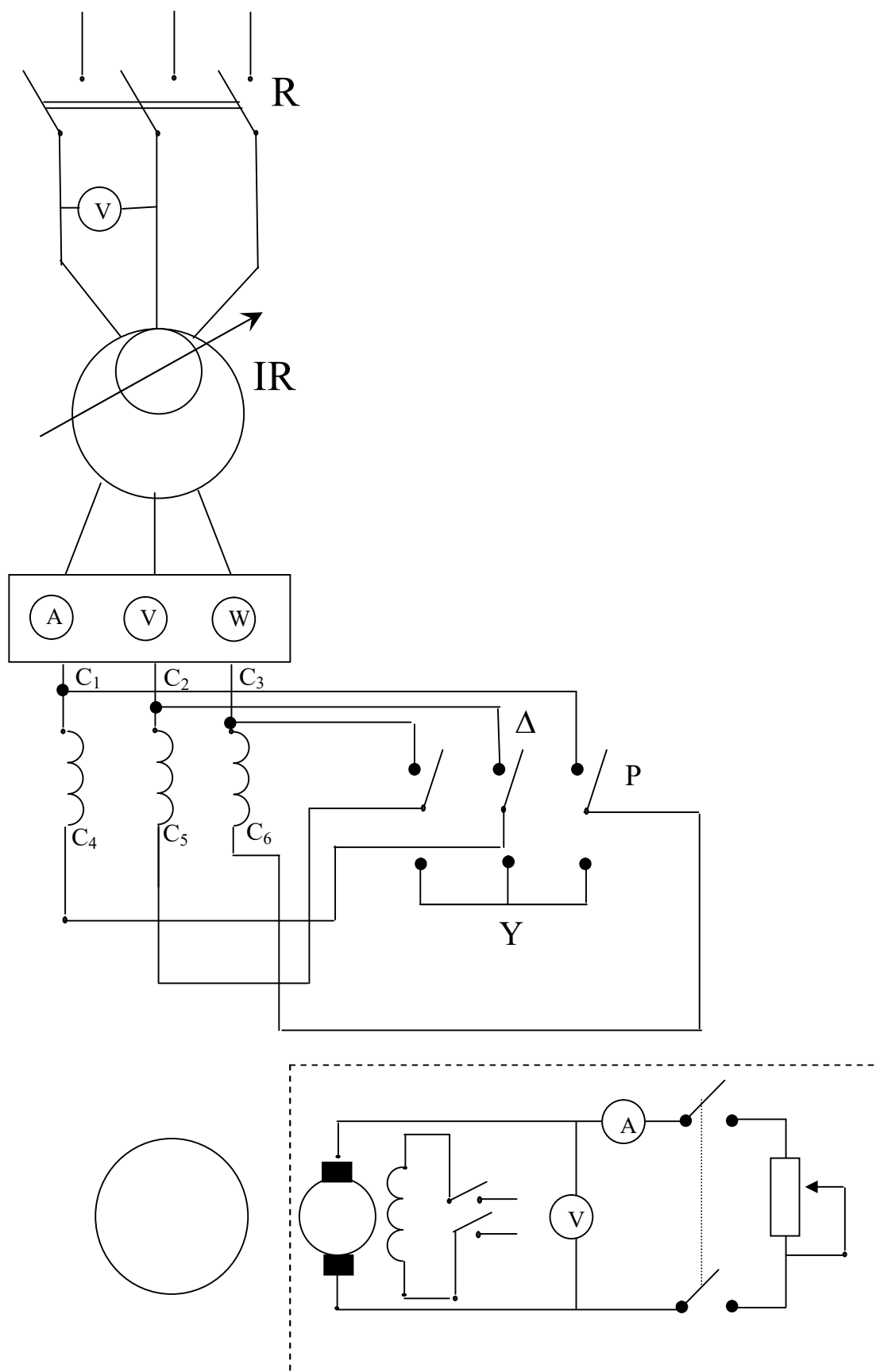
Motorning ish tavsiflarini ifodalovchi bog'liqlik $P_1, I_1, \cos\varphi_1, \eta, s, n = f(P_2)$ larni $U_1 = U_n = \text{const}$ va $f_1 = f_n = \text{const}$ bo'lganda

- a) stator chulg'amlari yulduz
- b) stator chulg'amlari uchburchak ulangan holatlar uchun olish.

6.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

1. Motorning pasportidagi uning normal ish holatini ko'rsatuvchi nominal kattaliklar hisobot daftarchasiga ko'chirib yoziladi.
2. Motorning ish tavsiflarini olish uchun 6.1 - rasmdan foydalaniladi. Asinxron motori uchun yuklama vazifasini o'zgarmas tok generatori bajaradi. Motorni yurgizib bo'lgandan keyin o'zgarmas tok generatori nominal kuchlanishgacha qo'zg'atiladi va reostat P ulanib, asinxron motori tokning $I = 1,2I_n$ qiymatigacha yuklatiladi. Ana shu nuqta birinchi o'lchash natijasi bo'lib hisoblanadi. Motorning toki, quvvati K-505 yoki K-50

o'lchov asbobi yordamida o'lchab olinadi; so'ngra reostat R yordamida yukni kamaytirib 5-6 ta nuqta olinadi va 6.1- jadvalga kiritiladi.



6.1- rasm. Motorning ish tavsiflarini aniqlash va tajriba o'tkazish sxem

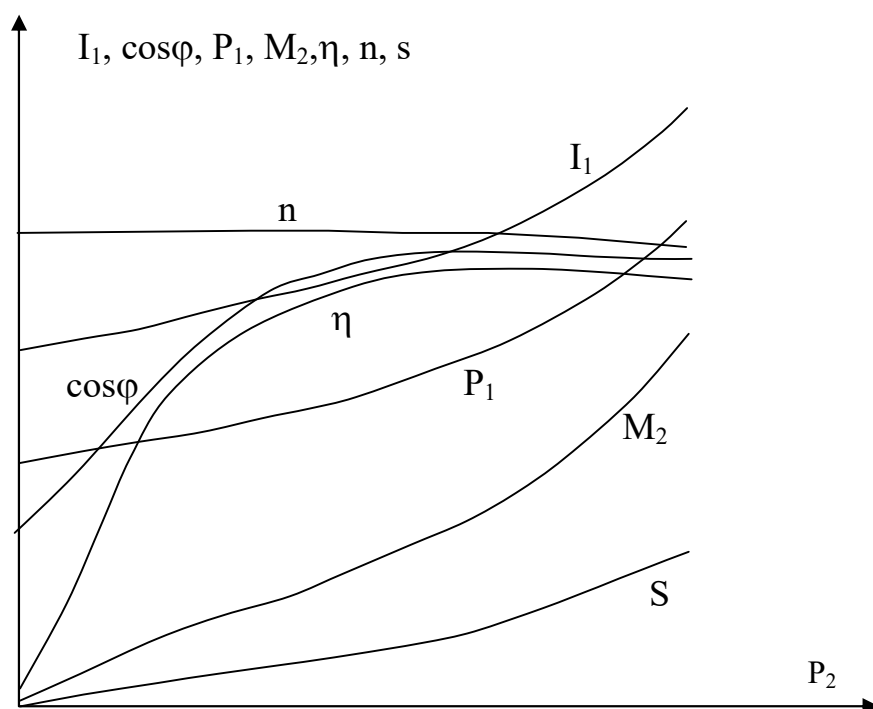
6.1-jadval

O'lchangan qiymatlar								Hisoblangan qiymatlar							
I _A	I _B	I _C	P _A	P _B	P _C	U ₂	I ₂	n	P ₁	I ₁	P ₂	s	M ₂	cosφ ₁	η

Asinxron motorning foydali quvvati P_2 , momenti M_2 , F.I.K, η , sirpanish s , quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi$ quyidagicha topiladi:

$$P_2 = U_r I_r, \quad [\text{W}]$$

$$M_2 = \frac{P_2}{0.105 \cdot n}, \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$



6.2 - rasm. Asinxron motorning ish tavsifi

I_1 - stator toki; $\cos\varphi$ - quvvat ko'effitsiyenti; P_1 - quvvat; M_2 - moment; η - F.I.K; n - rotorning aylanish chastotasi; s - sirpanish; P_2 - foydali quvvat.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100, \quad [\%]$$

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{3I_1U_1}$$

Ushbu formulalardan topilgan kattaliklar 6.1 - jadvalning o'ng tomoniga kiritiladi va motorning ish tavsifi P_1 , I_1 , $\cos\varphi$, M_2 , η , s , $n = f(P_2)$ bog'lanishlar quriladi (6.2 - rasm).

6.4. Sinov savollari

1. Asinxron motorning ish tavsifi deb qanday bog'lanishga aytiladi?
2. Motorning ish tavsifi qanday olinadi?
3. $\eta = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
4. $I_1 = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
5. $M_2 = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.
6. $s = f(P_2)$ bog'lanishning o'zgarish xarakterini tushuntirib bering.

7- laboratoriya ishi.

Sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish

7.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.
2. Muxtor holda ishlayotgan sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish.

7.2. Ishni bajarish yuzasidan topshiriqlar

1. Sinxron generatorning tuzilishi hamda tajriba qurilmasiga kiradigan barcha asbob va uskunalar bilan tanishing. Stend bilan tanishib, generatorning sxemasiga kiradigan jihozlar va o'lchov asboblari aniqlang hamda generatorning pasportida ko'rsatilgan texnik ma'lumotlar bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'ying.
2. Sxemani 7.1- rasmga binoan yig'ing.

3. Salt ishlash tavsifi - $E_o = f(i_q)$ ni olish, bunda $I_1 = 0$, $n = n_n = \text{const}$ yoki $f = f_n = \text{const}$ bo'lishi lozim.

4. Induktiv yuklanish tavsifi $U = f(i_q)$ ni olish. Bunda $I_1 = \text{const}$, $\cos\varphi = 0$, $n = n_n = \text{const}$ yoki $f = f_n = \text{const}$ bo'lishi lozim. $U = 0$, $n = n_n = \text{const}$ bo'lishi lozim.

5. Uch fazali qisqa tutashish tavsifi $I_{qt} = f(i_q)$ ni olish.

6. Salt ishlash tavsifidan mashina magnit zanjirining to'yinish ko'effitsiyentini toping.

7. Salt ishlash va induktiv yuklanish tavsiflari asosida reaktiv uchburchakni quring va Pot'ye qarshiligi X_p ni toping.

7.3. Isni bajarishga oid qisqacha nazariy tushunchalar va hisobot tayyorlash tartibi

1. Laboratoriya sharoitida salt ishlash tavsifini olish uchun sinxron generator birlamchi motor yordamida nominal tezlik bilan aylantiriladi. Bu sinxron tezlik o'zgaras tok motorining qo'zg'atish chulg'amidagi reostat orqali rostlanib, o'zgaras holda ushlab turiladi va generatorning stator chulg'amiga ulangan chastotamer yordamida nazorat qilib turiladi. Sinxron generatorning qo'zg'atish chulg'amiga o'zgaras tok beriladi va stator kuchlanishi $1,3U_n$ ga yetkaziladi, so'ngra qo'zg'atish toki nolgacha kamaytirilib 5-7 ta nuqta olinadi. Qo'zg'atish toki nol bo'lganda qoldiq EYUKning qiymati yozib olinadi. Tajribadan olingan qiymatlar 7.1- jadvalga yoziladi. So'ngra salt ishlash tavsifi (7.1-rasm) haqiqiy birliklarda quriladi.

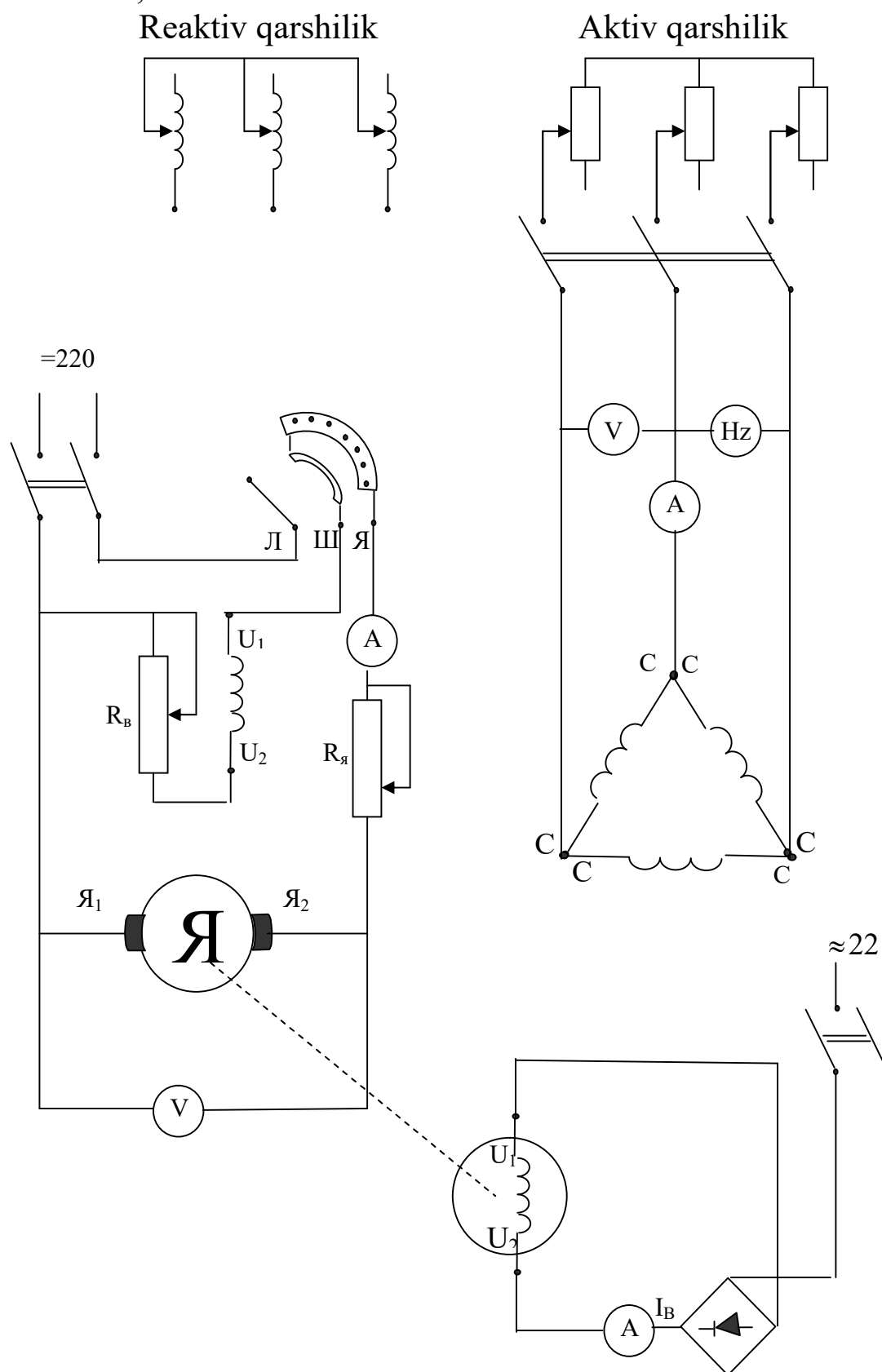
Bu tavsif yordamida generatorning to'yinish ko'effitsiyenti aniqlanadi. Buning uchun salt ishlash tavsifining boshlang'ich qismiga urinma o'tkaziladi.

7.1-jadval

E_o	B			
	n.b.			
i_q	A			
	n.b.			

2. Sinxron generatorning induktiv yuklanish tavsifi (7.2-rasm) – yakor (stator) toki $I_1 = \text{const}$, aylanish tezligi $n_1 = \text{const}$ va quvva t ko'effitsienti nolga teng bo'lganida generator yakori chulg'amidagi kuchlanish U_1 ning qo'zg'atish toki I_q ni rostlab $I_1 = I_n$ qo'yiladi. Sekin-asta qo'zg'atish toki I_q

ni pasaytirib, shu bilan birgalikda induktiv qarshilik shunday o'zgartiriladiki,



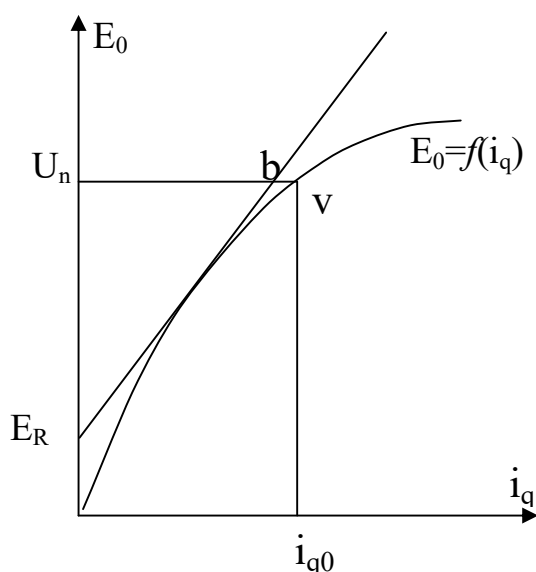
7.1 - rasm. Sinxron generatorini ishga tushirish tajriba sxemasi

$I_1 = I_n = \text{const}$ bo'lsin. Shunday qilib, yakor chulg'ami kuchlanishi va qo'zg'atish tokining 5-6 ta nuqtalaridagi qiymatlari yozib olinadi. Tajribadan olingan ma'lumotlar 7.2 - jadvalga kiritiladi.

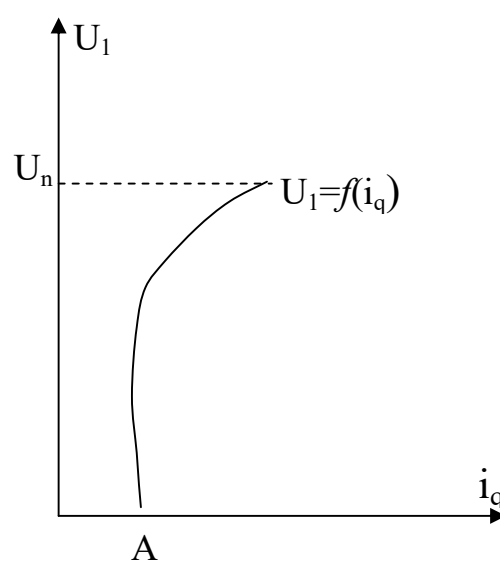
7.2-jadval

U	B			
	n.b.			
i_q	A			
	n.b.			

3. Sinxron mashinasining tuzilishi. Elektr stantsiyalarida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi asosan sinxron generatorlar yordamida hosil qilinadi. Sinxron mashina qo'zg'almas qismi stator va aylanuvchi qismi rotordan tashkil topgan. Elektro texnik po'latdan ishlangan o'zak korpusga o'rnatiladi. Bu o'zak uyurma toklardan hosil bo'ladigan isroflarni kamaytirish maqsadida bir-biridan izolyatsiyalangan po'lat tunikachalardan yig'iladi. Po'lat o'zakning ichki tomonida bir tekisda



7.2 - rasm. Salt ishlash tavsifi
 E_0 - salt ishlashdagi EYUK,
 i_q - qo'zg'atish toki, U_n - nominal kuchlanish



7.3 - rasm. Induktiv yuklanish tavsifi
 U_1 - kuchlanish, i_q - qo'zg'atish toki,
 U_n - nominal kuchlanish

ariqchalar (pazlar) bo'ladi. Pazlarda uch fazali o'zgaruvchan tok chulg'ami joylashtiriladi.

Sinxron generatorning rotorini ikki turda, ya'ni ayon va noayon qutbli qilib ishlanadi. Rotor o'zagi ayrim tunukachalardan yoki quyma po'latdan yasaliib unga qo'zg'atuvchi chulg'am joylashtiriladi.

7.4. Sinov savollari

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi va ishlash printsiplarini gapirib bering.
2. Generatorning salt ishlash tavsifi qanday olinadi?
3. Generatorning yuklanish tavsifi qanday olinadi?
4. Salt ishlash va yuklanish tavsiflarining qanday amaliy ahamiyati bor?
5. Nima sababdan salt ishlash tavsifi egri chiziqli shaklida bo'ladi?
6. Sinxron generatorlar qayerlarda ishlatiladi?

8 - laboratoriya ishi.

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini yakor aylanish tezligi $n = n_n = \text{const}$ bo'lgan sharoit uchun tekshirish

8.1. Ishni bajarishdan maqsad

1. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining tuzilishi va asosiy xossalari bilan tanishish.
2. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirish va ularning grafik tasvirini nisbiy birlik (n.b.)lar sistemasida chizishni o'rganish.

8.2. Ishning dasturi

1. Salt ishlash tavsifini ifodalovchi $U_0 = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor chulg'ami iste'molchiga ulanmagan ($I_a = 0$) holda olish. Bu tavsifdan mashina magnit zanjirining to'yinish darajasini tekshirish.
2. Qisqa tutashuv tavsifini ifodalovchi $I_{qt} = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor chulg'amini qisqa tutashtirib, ya'ni yakor kuchlanishi $U_{ya} = 0$ bo'lganda olish.

8.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha ko'rsatmalar

1. 8.1 - rasmda ko'rsatilgan tajriba o'tkazish elektr sxemasi yig'iladi.

2. Dasturda ko'rsatilgan generator tavsiflarini tekshirishda generator yakorini birlamchi motor bilan $n = n_n = \text{const}$ tezlikda aylantirib tajriba o'tkaziladi.

3. Salt ishlash tavsifi. $U_0 = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Tajriba o'tkazish vaqtida yakor chulg'ami iste'molchiga ulanmagan. Generatorning qo'zg'atish tokini $i_q = 0$ dan boshlab kuchlanish $U_0 = 1,15U_n$ ga yetguncha bir tekisda oshirib boriladi. Qo'zg'atish tokining bir necha (kamida 8 ta) oraliq qiymatlariga to'g'ri kelgan kuchlanish o'lchanadi va 8.1-jadvalga yoziladi.

8.1-jadval

U_0	B						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

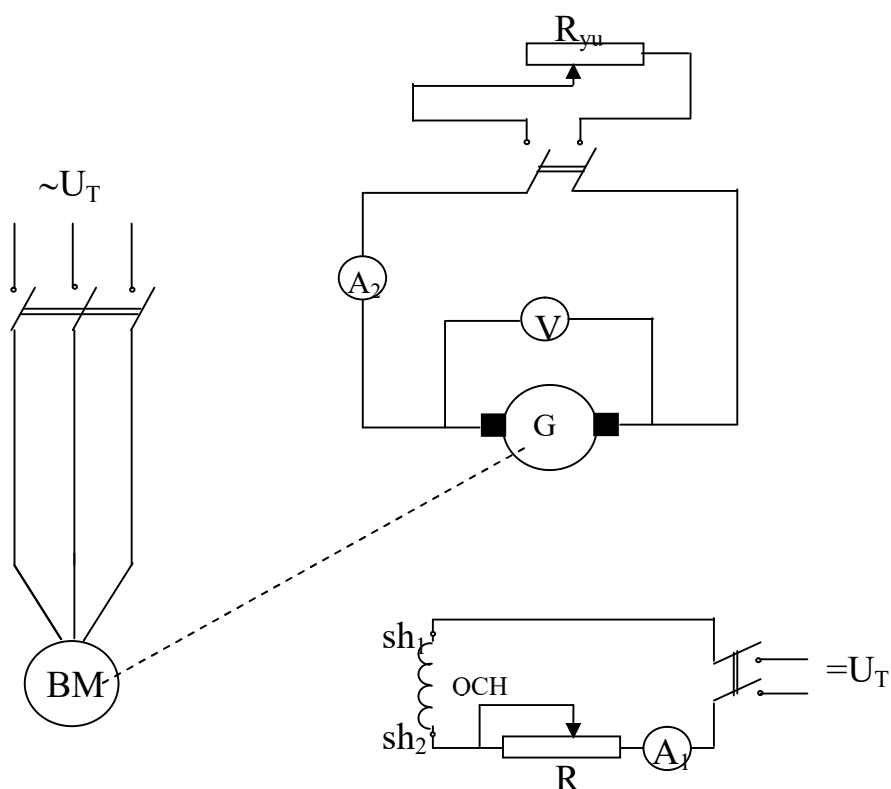
8.2- jadval

I_{qt}	A						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

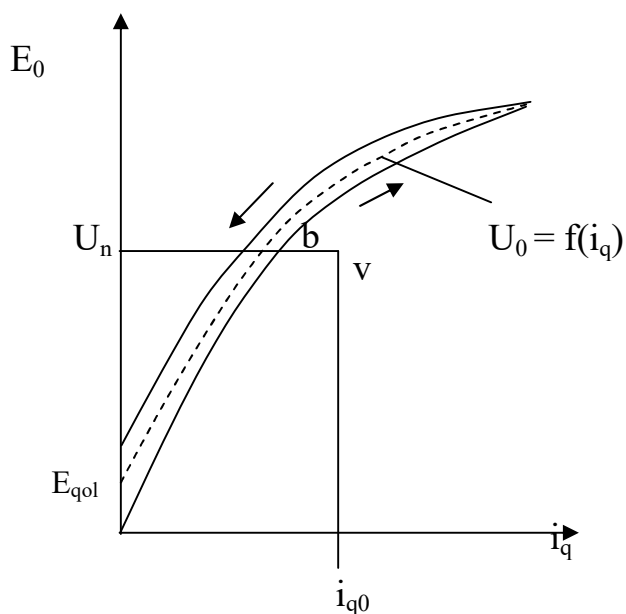
Olingan ma'lumotlarni ularning nominal kattaliklariga bo'lib hisoblangan nisbiy birliklardagi qiymatlari asosida salt ishlash tavsifi quriladi (8.2-rasm).

4. Qisqa tutashuv tavsifi $I_{qt} = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Qisqa tutashuv tajribasini o'tkazish uchun yakor zanjiri qisqa tutash tiriladi va $I_{qt} = f(i_q)$ bog'liqlik olinadi (bu holda $U_{ya} = 0$ bo'ladi).

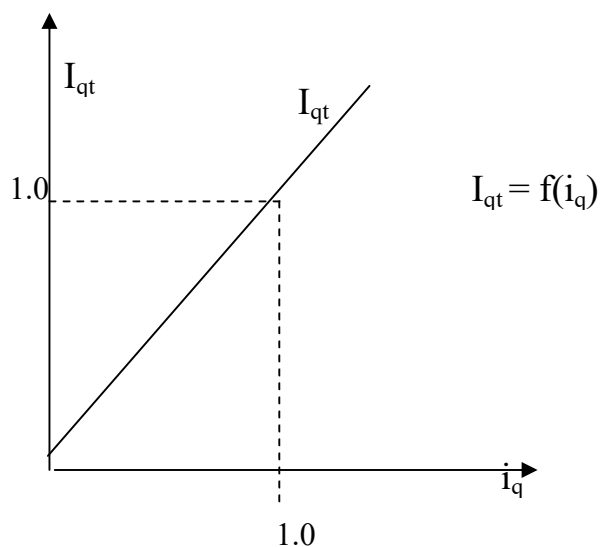
Qo'zg'atish toki i_q ni 0 dan boshlab oshirib qisqa tutashuv toki $I_{qt} = (1,1-1,2) I_n$ gacha bo'lgan oraliqda 4-5 ta qiymat o'lchab olinadi va natijalar 2 - jadvalga yoziladi. Qisqa tutashish tavsifining taxminiy ko'rinishi 8.3 – rasmda ko'rsatilgan.



8.1-rasm. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirishga oid elektr sxema. [BM - birlamchi motor, G-generator yakori, QCH - qo'zg'tish chulg'ami, A_1 - kam qiymatli tokni o'lchaydigan ampermetr, A_2 - katta qiymatli tokni o'lchaydigan ampermetr]



8.2-rasm. Salt ishlash tavsifi
 E_0 - salt ishlashdagi EYUK,
 i_q - qo'zg'atish toki, U_n - nominal kuchlanish, E_{qol} - qoldiq EYUK



8.3-rasm. Qisqa tutashuv tavsifi
 I_{qt} - qisqa tutashuv toki,
 i_q - qo'zg'atish toki

9- laboratoriya ishi

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini rostlash, tashqi va qisqa tutashish tavsiflarini tekshirish

9.1. Ishni bajarishdan maqsad

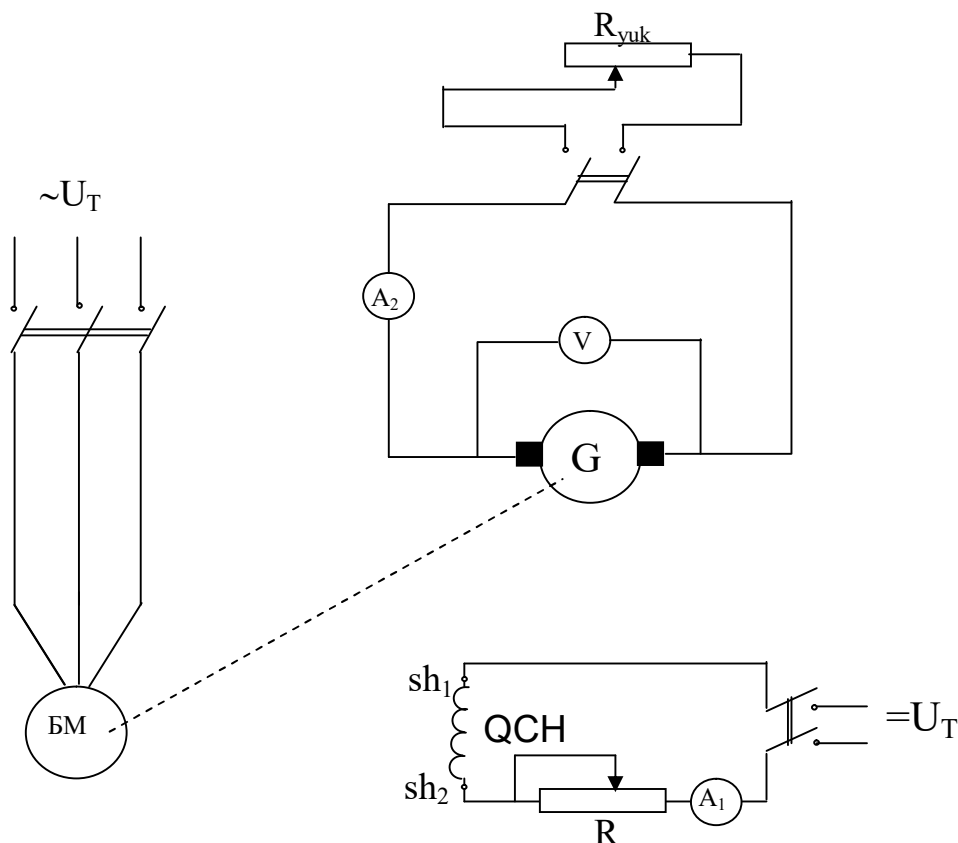
1. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorining tuzilishi va asosiy xossalari bilan tanishish.
2. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori rostlash, tashqi va yuklanish tavsiflarini tajribada tekshirish va ularning grafik tasvirini nisbiy birlik (n.b.) lar sistemasida chizishni o'rganish.

9.2. Ishning dasturi

1. Rostlash tavsifini ifodalovchi $i_q = f(I_{ya})$ bog'liqlikni yakor kuchlanishi $U_{ya} = U_n = \text{const}$ bo'lganda olish.
2. Tashqi tavsifini ifodalovchi $U_{ya} = f(I_{ya})$ bog'liqlikni qo'zg'atish chulg'ami toki $i_q = \text{const}$ bo'lganda yuklanish tokini oshirib olish. Tashqi tavsifdan kuchlanishning o'zgarish qiymati ΔU ni tekshirish.
3. Yuklanish tavsifini ifodalovchi $U_a = f(i_q)$ bog'liqlikni yakor chulg'amidan o'tadigan yuklanish toki $I = I_a = \text{const}$ ($I_a > 0$) bo'lganda olish.

9.3. Ishni bajarish tartibi va hisobot tayyorlash bo'yicha ko'rsatmalar

1. 9.1 - rasmda ko'rsatilgan tajriba o'tkazish elektr sxemasi yig'iladi.
2. Dasturda ko'rsatilgan generator tavsiflarini tekshirishda generator yakorini birlamchi motor bilan $n = n_n = \text{const}$ tezlikda aylantirib tajriba o'tkaziladi.
3. Rostlash tavsifi $i_q = f(I_{ya})$ quyidagicha olinadi. Rostlash tavsifini olish uchun yuklanish toki $I_{ya} = 0$ bo'lganda, qo'zg'atish tokini oshirib yakor klemmalarida $U_{ya} = U_n$ kuchlanish hosil qilinadi. Yakor zanjiri yuklanish qarshiligi R_{yuk} ga ulanadi va uni kamaytirib yakor chulg'ami tokini $I_{yak} = I_n$ qiymatga yetguncha oshirib boriladi. Ma'lumki, yakor zanjiri qarshiliklarida kuchlanish pasayishi $I_{ya} \Sigma R_{ya}$ va yakor reaksiyasining magnitsizlanishi ta'sirida kuchlanish $U_{ya} = U_n$ qiymatidan kamayib boradi.



9.1-rasm. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatori tavsiflarini tajribada tekshirishga oid elektr sxema. [BM-birlamchi motor, G-generator yakori, QCh-qo'zg'atish chulg'ami, A₁-kam qiymatli tokni o'lchaydigan ampermetr, A₂- katta qiymatli tokni o'lchaydi

Lekin, shartga ko'ra, yakor kuchlanishini o'zgartirmay saqlash lozim bo'lgani uchun qo'zg'atish zanjiridagi rostlash reostati (R_{qr}) qarshiligini kamaytirish bilan qo'zg'atish toki i_q oshirib boriladi. O'lchash natijalari 9.1 - jadvalga yoziladi. Rostlash tavsifining taxminiy grafik tasviri 9.2 - rasmda ko'rsatilgan.

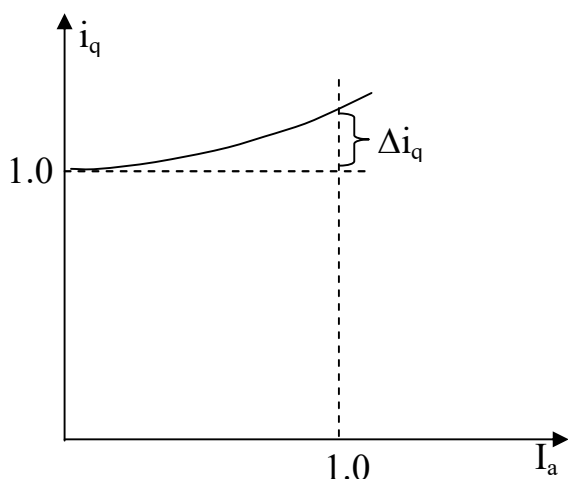
9.1-jadval

I_a	A						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						

9.2-jadval

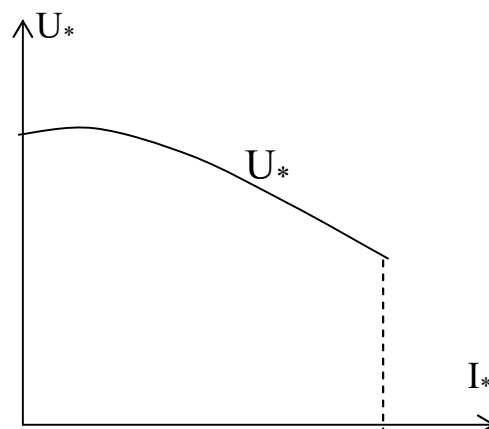
U_a	B						
	n.b.						
I_a	A						
	n.b.						

U_a	B						
	n.b.						
i_q	A						
	n.b.						



9.2-rasm. Rostlash tavsifi

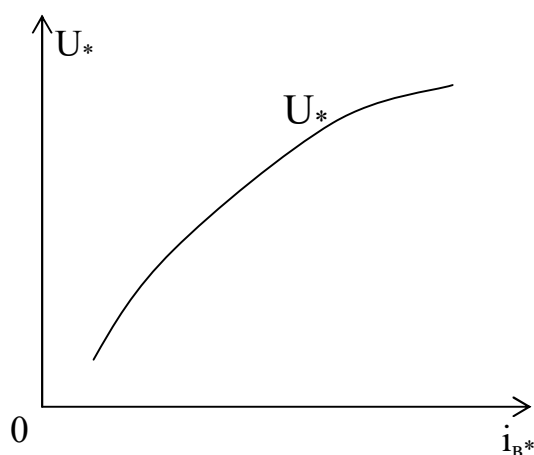
i_q – qo'zg'atish toki, I_a – yuklama toki,
 Δi_q – qo'zg'atish toki farqi



9.3 - rasm. Tashqi tavsifi

U_* - kuchlanish, I_a – yuklama toki

4. Tashqi tavsifi $U_{ya} = f(I_{ya})$ quyidagicha olinadi. Bu tavsifni tajribada yuklanish tokini oshirish yo'li bilan olish uchun generatorning salt ishlash holatidagi kuchlanishi $U_0 = U_n$ qiymatga yetguncha qo'zg'atish tokini $i_q = 0$ dan boshlab oshiriladi va bu tokning $i_q = i_{qn}$ qiymati butun tajriba oxirigacha o'zgartirilmaydi (demak $R_q = \text{const}$ bo'ladi).



9.4 - rasm. Yuklanish tavsifi:

U_* - kuchlanish, i_q – qo'zg'atish toki

So'ngra yakor zanjiri yuklanish qarshiligi R_{yuk} ga ulanadi va yuklanish toki $I_{ya} = 0$ dan $I_{yu} = 1,1I_n$ ga qadar oshirib boriladi. Yuklanish tokining 5-6 ta qiymati o'lchab olinadi va natijalar 9.2 - jadvalga yoziladi. Tavsif 9.3-rasmda ko'rsatilgan.

5. Yuklanish tavsifi. $U_a = f(i_q)$ quyidagicha olinadi. Qo'zg'atish chulg'a-miga berilgan tokni kuchlanish $U_a = U_n$ bo'lguncha oshiriladi va yakorga beriladigan yuklanish toki nominal qiymat ($I_a = I_n$) ga yoki uning yarmi ($I_a = 0,5I_n$) ga yetkaziladi. Tokning bu qiymatini butun tajriba olish davomida yakor zanjiriga ulangan yuklanish qarshiligi R_{yuk} yordamida o'zgartirmay saqlanadi. Qo'zg'atish zanjiridagi rostlash reostati R_{qr} yordamida qo'zg'atish tokini kamaytirib besh oltita qiymat olinadi. O'lchash natijalari 9.3 - jadvalga yoziladi. Tavsif 9.4 - rasmda ko'rsatilgan.

9.4. Sinov savollari

1. O'zgarmas tok generatori (O'TG) ning tuzilishi va ishlash prinsipini so'zlab bering.

2. Mustaqil qo'zg'atishli O'TG ning tashqi va rostlash xarakteristikalarini tahlil qilib bering.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Баклин В.С. Расчет двухполюсных турбогенераторов. Учебное пособие. – Томск.: ТПУ, 2011. - 138 с.
2. Голдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С., Проектирование электрических машин. –М.: Высшая школа , 2001 .- 430 с.
3. Голдберг О.Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин: учебник для вузов / О.Д. Голдберг , И.С. Свириденко; под ред. О.А. Голдберга.-М.:Академия,2008.- 560 с.
4. Извеков В.И., Серихин Н.А., Абрамов А.И. Проектирование турбогенераторов.-М.: Изд МЕИ,2005.- 440 с.
5. Копилов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В. П., Токарев Б.Ф Проектирование электрических машин.- М.:Высшая школа, 2002.-757 с.
6. Лопухина Е.М. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности. – М.: Высшая школа, 2002.- 511 с.
7. Макаричев Ю.А. Проектирование турбогенераторов. Учеб. Пособие. – Самара.: СамГТУ, 2000. -69 с.
8. Pirmatov N.B., Mustafakulova G.N., Maxmadiyev F.M. Elektr mashinalari kursidan transformatorlarni loyihalash. Uslubiy qo‘llanma. – T.: ToshDTU, 2013.- 95 b.
9. Pirmatov N.B, Yarmuxammedova Z.A, Mustafakulova G.N, Elektr mashinalari fanining transformatorlar qismi b o‘yicha kurs loyihasini bajarishga oid o‘quv - uslubiy qo‘llanma T.:ToshDTU, 2012.-120 b.
10. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari.- T.: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2011.- 408 b.

MUNDARIJA

Kirish	3
1 - laboratoriya ishi. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning salt ishlash, qisqa tutashuv holatlaridagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish	4
2 - laboratoriya ishi. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorning yuklama holatidagi tavsiflari va parametrlarini tekshirish	10
3 - laboratoriya ishi. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning ulanish guruhlarini tekshirish	13
4 - laboratoriya ishi. Uch fazali ikki chulg'amli transformatorlarning parallel ishlashi	16
5 - laboratoriya ishi. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning salt ishlash va qisqa tutashuv tavsiflarini tekshirish	19
6 - laboratoriya ishi. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning ish tavsiflarini tekshirish	24
7 - laboratoriya ishi. Sinxron generatorning salt ishlash va yuklanish tavsiflarini tekshirish	27
8 - laboratoriya ishi. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini yakor aylanish tezligi $n = n_n = \text{const}$ bo'lgan sharoit uchun tekshirish	31
9 - laboratoriya ishi. Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorini rostlash, tashqi va qisqa tutashish tavsiflarini tekshirish	34
Foydalanilgan adabiyotlar	38

Mustafaqulova G. N , Taniyev M. X, Bekishev A. I.
“Elektr mashinalari”. Laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko‘rsatmalar.

Muharrir: Miryusupova Z. M.