

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

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTROTEXNIKA
VA ELEKTRONIKA ASOSLARI**

**fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga
O‘quv - uslubiy qo‘llanma**

Toshkent – 2011

Tuzuvchilar: Abdullayev B., Alimov A.A., Abduraimov E.H., Xolbo‘tayeva X.E. **Elektrotexnika va elektronika asoslari** fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga o‘quv-uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU, 2011.

Ushbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma “Elektrotexnika va elektronika asoslari” fani bo‘yicha yozilgan laboratoriya ishlari to‘plami noelektrotexnik yo‘nalishlar bakalavriat ta‘lim yo‘nalishi talabalariga mo‘ljallangan.

O‘quv-uslubiy qo‘llanmada elektrotexnika va elektronika asoslariga doir laboratoriya ishlari keltirilgan va ularning hajmi o‘quv rejasiga asosan belgilangan bo‘lib, nomlari esa mutaxassislik kafedralari bilan kelishilgan holda bajariladi.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy Kengashi qaroriga muvofiq chop etildi

Taqrizchilar: Alimhodjaev K.T. – Toshkent axborot texnologiyalari universitetining “Elektr zanjirlari nazariyasi” kafedrasini mudiri, prof.

Taslimov A.D. – Toshkent davlat texnika universiteti, “Elektr ta‘minoti” kafedrasini mudiri, dotsent.

SO‘Z BOSHI

Ushbu “Elektrotexnika va elektronika asoslari” fanidan laboratoriya ishlari bo‘yicha tavsiya etilayotgan o‘quv-uslubiy qo‘llanma Oliy texnika o‘quv muassasalarining noelektrotexnik ixtisosliklari uchun O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan dasturga asosan tuzilgan.

Qo‘llanmada 22 ta laboratoriya ishlariga tegishli uslubiy ko‘rsatmalar keltirilgan. Ular fanning quyidagi qismlariga tegishlidir:

1. Elektrotexnika;
2. Elektronika asoslari;
3. Elektr mashinalari va yuritmalari

Talabalarning laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarishini osonlashtirish maqsadida har bir ishga tegishli nazariy material berilgan. Bu hol laboratoriya ishlarini ixtiyoriy tartibda bajarish imkonini beradi.

Bu fan ayrim fakultet va ixtisosliklar uchun turli o‘quv soatiga mo‘ljallanganligi uchun, o‘qish jarayonida qaysi ishlarni bajarish zarurligini ilmiy-uslubiy ishlar kengashi qarori asosida belgilanishi maqsadga muvofiqdir.

Ushbu qo‘llanmani mualliflar: prof. **A.S. Karimov.** dots. **M.M. Mirxaydarov**, katta o‘qituvchilar **S.G. Bleyxman**, **V.A. Popov** va ToshDTU “Nazariy va umumiy elektrotexnika” kafedrasida xodimlari yaratgan o‘quv-uslubiy adabiyotlardan foydalanib yozganlar.

O‘quv-uslubiy qo‘llanma ustozlar xotirasiga bag‘ishlanadi.

1 - laboratoriya ishi

ODDIY O‘ZGARMAS TOK ELEKTR ZANJIRLARI

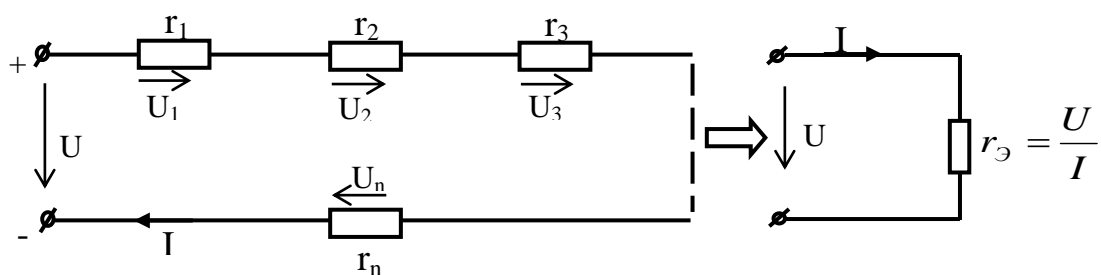
I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Elektr o‘lchov asboblari yordamida elektr zanjir qismlaridagi tok va kuchlanishlarni bevosita o‘lchash yo‘li bilan Om va Kirxgof qonunlarini tajribada tekshirish.

2. O‘zgarmas tok zanjirida iste‘molchilarni (qarshiliklarni) ketma-ket, parallel va aralash ulashni va ularning xususiyatlarini o‘rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Elektr zanjir — manbadan (generatoridan) iste‘molchiga elektr energiyasining o‘tishi uchun berk yo‘l hosil qiladigan qurilmalar va elementlar yig‘indisiga aytiladi. Elektr zanjirida manba (generator), ulovchi simlar va iste‘molchilar (yuklamalar) zanjirning asosiy elementlari hisoblanadi.



1.1-rasm

Iste‘molchilarni energiya manbaiga ulashda ketma-ket, parallel va aralash ulash sxemalari ishlatiladi. Qarshiliklar (rezistorlar) r_1, r_2, \dots, r_n ni manbaga ketma-ket ulab elektr zanjir konturini hosil qilish 1.1-rasmda ko‘rsatilgan. Bunday zanjirni tashkil etuvchi har bir elementdagi (qarshilikdagi) kuchlanish Om qonuniga binoan $U_k = I r_k$ ga teng bo‘ladi (k – qarshilik tartib raqami), ya‘ni:

$$U_1 = I r_1, \quad U_2 = I r_2, \quad \dots, \quad U_n = I r_n.$$

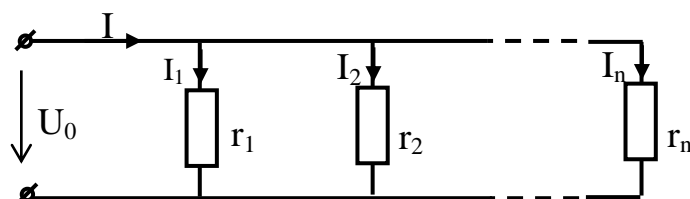
Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan zanjir elementlaridagi kuchlanishlarning yig‘indisi zanjirning kirishidagi kuchlanishiga teng, ya‘ni:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I (r_1 + r_2 + \dots + r_n) = I r_e,$$

bu yerda: $r_e = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ butun zanjir qarshiliklarining yig‘indisiga teng ekvivalent qarshilik bo‘lib, uni manbaga ulaganda, zanjirdan avvalgidek qiymatdagi tok o‘tishini ta‘minlaydi.

Qarshiliklari parallel ulangan zanjirning (1.2-rasm) o'ziga xos xususiyati uning shoxobchalaridagi kuchlanish pasayishi bir xil bo'lishidir, ya'ni

$$U_0 = I_1 r_1 = I_2 r_2 = \dots = I_n r_n.$$



1.2-rasm

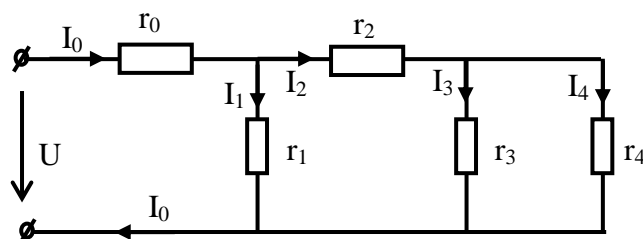
Bunday zanjirning har bir qarshiligidan alohida $I_k = U/r_k$ tok oqib o'tib, zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan toki I Kirxgofning birinchi qonuniga binoan zanjir shoxobchalaridan o'tayotgan toklarning yig'indisiga teng, ya'ni

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\text{yoki } I = \frac{U}{r_1} + \frac{U}{r_2} + \dots + \frac{U}{r_n} = U \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right) = U \cdot \frac{1}{r_g} = U \cdot g_g,$$

bu yerda: $g = g_1 + g_2 + \dots + g_n = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ — zanjirning ekvivalent o'tkazuvchanligi.

Iste'molchilarni energiya manbaiga aralash sxema bo'yicha ulaganda ketma-ket va parallel ulashlarning har qanday ko'rinishi bo'lishi mumkin (1.3-rasm).



1.3-rasm.

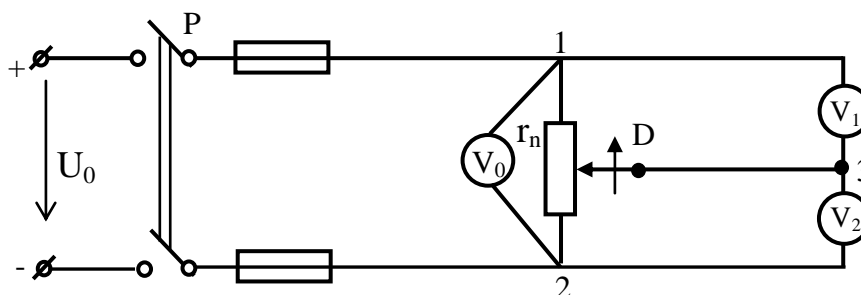
Zanjirning ayrim qismlaridagi tok va kuchlanishlar Om va Kirxgof qonunlariga asosan aniqlanadi. Masalan, 1.3-rasmdagi zanjirning qarshiliklari r_0, r_1, r_2, r_3, r_4 va kuchlanish U ma'lum bo'lsa, zanjirdagi noma'lum I_0, I_1, I_2, I_3, I_4 toklarni aniqlash uchun Kirxgof qonunlari asosida tenglamalar sistemasi tuziladi:

$$\begin{aligned}
 I_0 - I_1 - I_2 &= 0; & I_0 r_0 + I_1 r_1 &= U; \\
 I_2 - I_3 - I_4 &= 0; & I_2 r_2 + I_3 r_3 - I_1 r_1 &= 0; \\
 & & I_4 r_4 - I_3 r_3 &= 0.
 \end{aligned}$$

Bu tenglamalar sistemasi noma'lum toklarga nisbatan yechiladi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. 4-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirni yig'ing. Bunda: U_0 — o'zgarmas manba kuchlanishi, R — ikki qutbli ajratgich, r_n - tashqi zanjirdagi kuchlanishni bir tekis o'zgartirish uchun ishlatiladigan reostat - potentsiometr. V_1 va V_2 voltmetrlarni o'zaro ketma-ket ulab, manba kuchlanishi U_0 ga, ya'ni potentsiometr r_n ga biriktiriladi.



1.4-rasm.

Voltmetrning o'zaro ulangan o'rta nuqtasi 3 ni potentsiometrning dastagi D ga ulab, dastakning istalgan holatida $U_1 + U_2 = U_0$ ekanligiga ishonch hosil qiling. Potentsiometr dastagining turli holatlari uchun, shuningdek, ikkita oxirgi holatlari uchun jami 5—6 marta o'lchashlarni bajarib, natijalarni 1.1-jadvalga yozing. Potentsiometr r_n ning manba kuchlanishi U_0 ni qiymatlari avvaldan ma'lum bo'lgan kuchlanish U_1 va U_2 larga istagan nisbatda bo'lib bera olishiga ishonch hosil qiling.

1.1-jadval

U_1, V							
U_2, V							
U_0, V							

2. Qarshiliklari r_1, r_2 va r_3 ketma-ket ulangan 1.5- rasmdagi elektr zanjirni yig'ib, uni o'zgarmas kuchlanish manbai U_0 ga ulang. Voltmetr V yordamida zanjir qismlaridagi kuchlanishlar pasayuvi U_{12}, U_{23}, U_{34} larni va butun zanjirning kuchlanishi $U_0 = U_{14}$ ni o'lchang. O'lchash natijalarini 1.2-jadvalga yozing. Olingan ma'lumotlar bo'yicha ko'rilayotgan zanjir uchun Kirxgof ikkinchi qonunining haqqoniyligiga ishonch hosil qiling, quyidagini aniqlang:

$$U_{13} = U_{12} + U_{23}; \quad U_{24} = U_{23} + U_{34}; \quad U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{34}$$

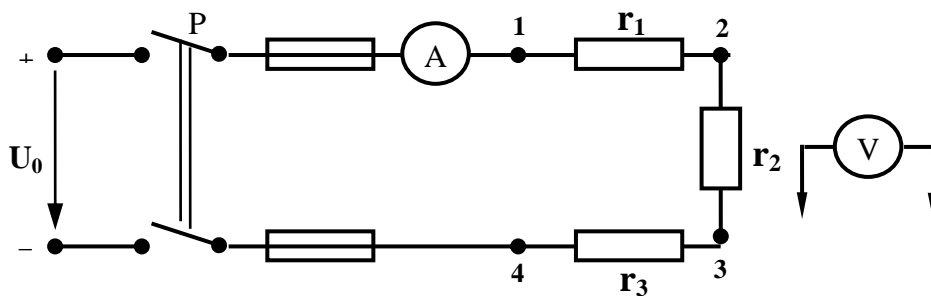
1.2-jadval

O'lchashlar					Hisoblashlar				
I, A	U ₀ V	U ₁₂ V	U ₂₃ V	U ₃₄ V	r ₁ Ω	r ₂ Ω	r ₃ Ω	R _e =r ₁ +r ₂ +r ₃ Ω	R _e =U ₀ /I Ω

1.3 - jadval

O'lchashlar				Hisoblashlar		
U ₀ V	I ₁ A	I ₂ A	I ₃ A	r ₁ Ω	r ₂ Ω	r _e Ω

Om qonunidan foydalanib, zanjir qismlarining qarshiliklari r_1 , r_2 , r_3 va r_e ning qiymatlarini aniqlang va 1.2 - jadvalga yozing.



1.5-rasm

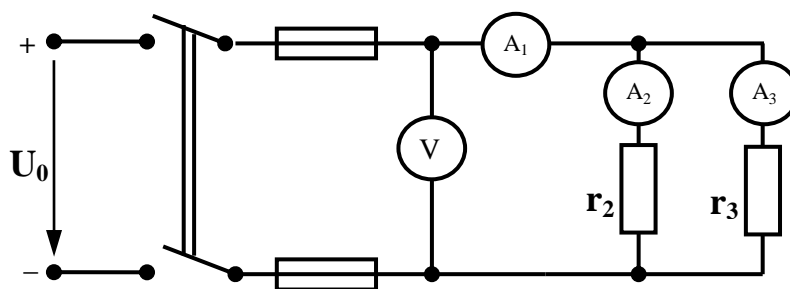
3. Qarshiliklari r_2 , r_3 parallel ulangan zanjirni 1.6-rasmdagi sxema bo'yicha yig'ib, o'zgarmas kuchlanish U_0 ga ulang. O'lchash natijalarini 1.3-jadvalga yozing.

Olingan ma'lumotlar bo'yicha Kirxgof birinchi qonunining haqqoniyligiga ishonch hosil qiling, ya'ni:

$$I_1 = I_2 + I_3.$$

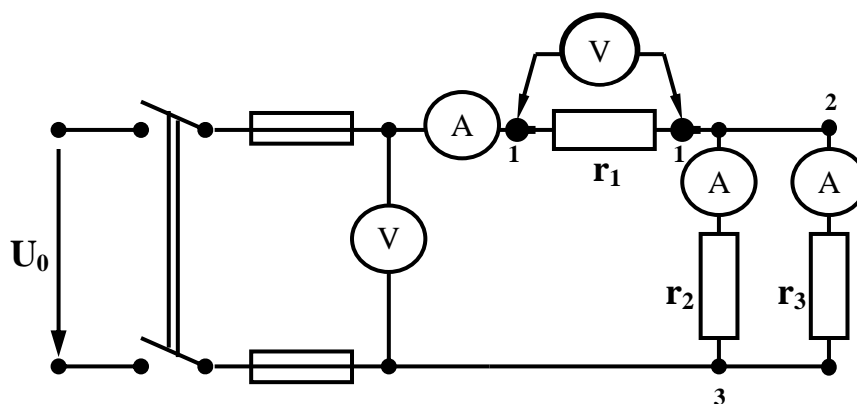
Om qonunidan foydalanib, qarshiliklar r_1 , r_2 va r_e ni hisoblang.

4. Qarshiliklari aralash ulangan 1.7-rasmdagi sxemani yig'ib, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 1.4-jadvalga yozing.



1.6-rasm

Kirxgof qonunlari bo'yicha zanjir uchun tenglamalar tuzib, o'lchash natijalari asosida bu qonunlarning haqqoniyligiga ishonch hosil qiling. Qarshiliklar r_1 , r_2 , r_3 ni hisoblang va 1.4- jadvalga yozing.



1.7-rasm

1.4-jadval

O'lchashlar						Hisoblashlar			
U_0	I_1	I_2	I_3	U_{12}	U_{23}	r_1	r_2	r_3	r_e
V	A	A	A	V	V	Ω	Ω	Ω	Ω

Nazorat savollari

1. O'zgarmas tokning qanday manbalari bor?
2. Om qonunini ta'riflang va uning qo'llanilishiga oid misollar keltiring.
3. Kirxgof qonunlarini ta'riflang va ular asosida ixtiyoriy aralash zanjir uchun tenglamalar tuzing.
4. Ekvivalent qarshilik nima va u umumiy holda qanday aniqlanadi?
5. O'zgarmas tok zanjirida quvvat nima va u qanday aniqlanadi?

2 - laboratoriya ishi

USTMA-USTLASH (SUPERPOZITSIYA) USULINI TAJRIBADA TEKSHIRISH

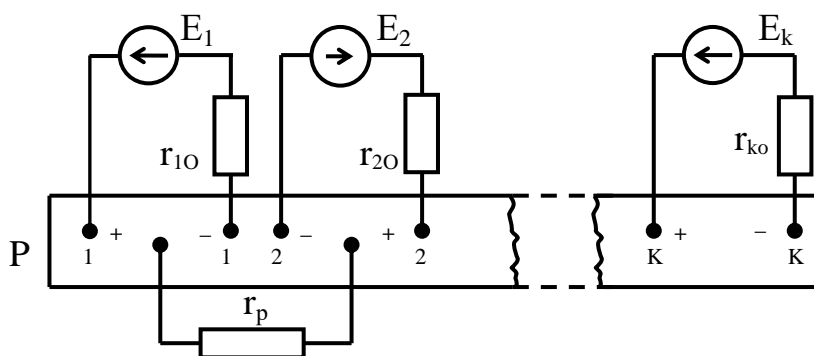
I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Murakkab o'zgarmas tok zanjiridagi tok va kuchlanishlarni bevosita o'lchash yo'li bilan bir nechta manbali zanjirlarni hisoblash uchun ustma-ustlash usulining haqqoniyligiga va uni qo'llash mumkinligiga ishonch hosil qilish. Ustma-ustlash usuli bo'yicha tekshiriladigan

zanjirning hisobiy natijalarini tajribadan olingan ma'lumotlar bilan taqqoslash.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Ustma-ustlash usuli o'zgarmas va o'zgaruvchan tok chiziqli elektr zanjirlarini hisoblash usullaridan biri bo'lib, bunda K ta EYUK manbai bo'lgan murakkab zanjirning r_n qarshiliklari ixtiyoriy n shoxobchasidan oqib o'tayotgan tokni zanjirdagi har bir EYUK E_1, E_2, \dots, E_k ning alohida ta'siri natijasida oqib o'tayotgan $I'_n, I''_n, \dots, I''_n$ toklarning algebraik yig'indisi deb qaraladi (2.1-rasm).



2-1-rasm

Buning uchun zanjir qandaydir passiv ko'p qutblik «P» tarzida berilgan bo'lib, uning ichidagi elementlari, masalan, qarshiliklar r_1, r_2, \dots, r_n tegishli sxema bo'yicha biriktirilgan va joylashtirilgan. Bu usulni o'rganish oson bo'lishi uchun EYUK manbai bo'lgan shoxobcha vaqtincha ko'p qutblikdan tashqariga chiqarilgan. Zanjirning ayrim qarshiliklaridan o'tayotgan real toklarni (shu jumladan 2.1-rasmda ko'rsatilgan r_n qarshilikdan o'tayotgan tok ham bor) aniqlash uchun avval ularning tarkibidagi $I'_1, I''_1, I'''_1, \dots, I''_1; I'_2, I''_2, I'''_2, \dots, I''_2; I'_n, I''_n, I'''_n, \dots, I''_n$ tashkil etuvchilarini hisoblash kerak.

Masalan, n shoxobchadagi r_n qarshilikdan o'tayotgan tok I'_n EYUK E_1 ning ta'sirida hosil bo'lgan tashkil etuvchidir. Uning miqdorini 2.1-rasmdagi E_2, E_3, \dots, E_n EYUK lar zanjirdan vaqtincha ajratilib, faqat E_1 EYUK ulangan paytidagina hisoblash kerak. Faqat shuni esda tutish kerakki, 2—2, 3—3, .. K—K qismlar (qutblar) orasidagi EYUK manbalari zanjirdan vaqtincha ajratilgani tufayli, ularning ichki qarshiliklari $r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0}$ noldan farqli bo'lsa, sxemada hisobga olinishi kerak. Agar generatorlar cheksiz katta quvvatli bo'lsa, ularning ochiq qolgan qismlari vaqtincha qisqa tutashtiriladi. EYUK manbalarini navbatma-navbat ulash yo'li bilan alohida shoxobchalarning toklari $I'_m, I''_m, I'''_m, \dots, I''_m$ hisoblanadi. So'ngra bu

tashkil etuvchilarning yo‘nalishlarini hisobga olgan holda qo‘shib, haqiqiy tok $I_m = \sum I_m^{(k)}$ aniqlanadi.

Eslatma. Mazkur usul EYUK manbalari soni ikki yoki uchtadan ortiq bo‘lmagan murakkab zanjirlarni hisoblash uchun qulaydir.

III. Ishni bajarish tartibi

1. 2.2-rasmdagi elektr sxemada T_1 va T_2 tumblerlarni qisqa tutashuv «q.t.» holatiga o‘tkazib, A_1 , A_2 , A_3 ampermetrlarning ko‘rsatishlari bo‘yicha zanjir shoxobchalarida tokning yo‘qligiga ishonch hosil qiling.

Voltmetr V yordamida E_1 va E_2 manbalarning a-b va d-e qismlarida kuchlanishlarning borligini tekshiring. Buning uchun avval 2.2-rasmdagi sxemani stenddagi T_1 , T_2 tumblerlar orqali elektr tarmoqqa ulang.

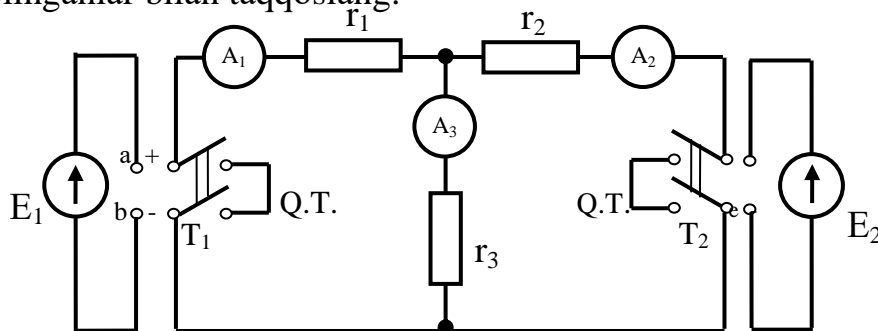
2. Tumbler T_1 ni a-b holatiga va tumbler T_2 ni esa «q.t.» holatiga o‘tkazib, I'_1, I'_2, I'_3 toklarning qiymatlarini 2.1-jadvalga yozing. Endi tumbler T_1 ni «q.t.» holatiga va tumbler T_2 ni esa d-e holatiga o‘tkazib, I''_1, I''_2, I''_3 toklarning qiymatlarini jadvalga yozing. Ampermetrlarning strelkalari o‘ng tomonga og‘ganda toklarning qiymatlari «+» ishora bilan, chap tomonga og‘ganda esa «-» ishora bilan yozilishi kerak.

3. T_2 tumblerining holatini o‘zgartirmay, T_1 tumblerini a-b holatiga o‘tkazib, I_1, I_2, I_3 toklarning natijaviy qiymatlari 2.1-jadvalning pastki qatoriga yozilsin. Bu toklarning har biri E_1 va E_2 EYUK manbalarini zanjirga navbati bilan ulanganda teng ekanligiga ishonch hosil qiling.

4. Voltmetr V yordamida E_1 va E_2 manbalarning kuchlanishlarini va zanjirning har bir qarshiliklaridagi U_1, U_2, U_3 kuchlanishlarni o‘lchab, qiymatlarini 2.2-jadvalga yozing. 2.1-jadvalning ma‘lumotlaridan foydalanib, r_1, r_2, r_3 qarshiliklarning qiymatlari hisoblab topiladi, ya‘ni:

$$r_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad r_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad r_3 = \frac{U_3}{I_3}.$$

5. Ustma-ustlash usuli asosida E_1 va E_2 manbalarning kuchlanishlari va r_1, r_2, r_3 qarshiliklarning olingan qiymatlari bo‘yicha tekshirilayotgan zanjir uchun nazariy hisoblashlarni bajarib, uning natijalarini tajribadan olinganlar bilan taqqoslang.



2.1-jadval

2.2-rasm

I ₁ , mA		I ₂ , mA		I ₃ , mA	
I' ₁	I'' ₁	I' ₂	I'' ₂	I' ₃	I'' ₃

2.2-jadval

E ₁ , V	E ₂ , V	U ₁ , V	U ₂ , V	U ₃ , V	r ₁ , Ω	r ₂ , Ω	r ₃ , Ω	R _e , Ω

Nazorat savollari

1. Ustma-ustlash usulining mohiyati nimada?
2. Zanjirni navbatma-navbat EYUK manbalariga ulaganimizda o'lchov asboblardan o'tayotgan toklar yo'nalishining o'zgarishiga sabab nima?
3. Nima uchun zanjirning barcha ish rejimlarida uning ayrim shoxobchalaridagi toklarning yo'nalishlari doimo o'zgarishsiz qoladi?
4. Zanjir birinchi manbadan ishlayotganda unga ikkinchi manbani ulash bilan toklarning yo'nalishini o'zgarishsiz qoldirib, faqat birinchi manbaning kattaliklariga (miqdorlariga) ta'sir etadigan rejimni ta'min etish mumkinmi?
5. Toklarni ustma-ustlash prinsipini zanjirning ayrim uchastkalari kuchlanishlariga qo'llash mumkinmi? Mumkin bo'lsa (bo'lmasa) nima uchun?
6. Qanday hollarda elektr zanjirlarini hisoblash uchun ustma-ustlash usulini qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi?

3 – laboratoriya ishi

SINUSOIDAL TOK ZANJIRIDA ISTE'MOLCHILARNI

KETMA-KET ULASH

I. Ishni bajarishdan maqsad:

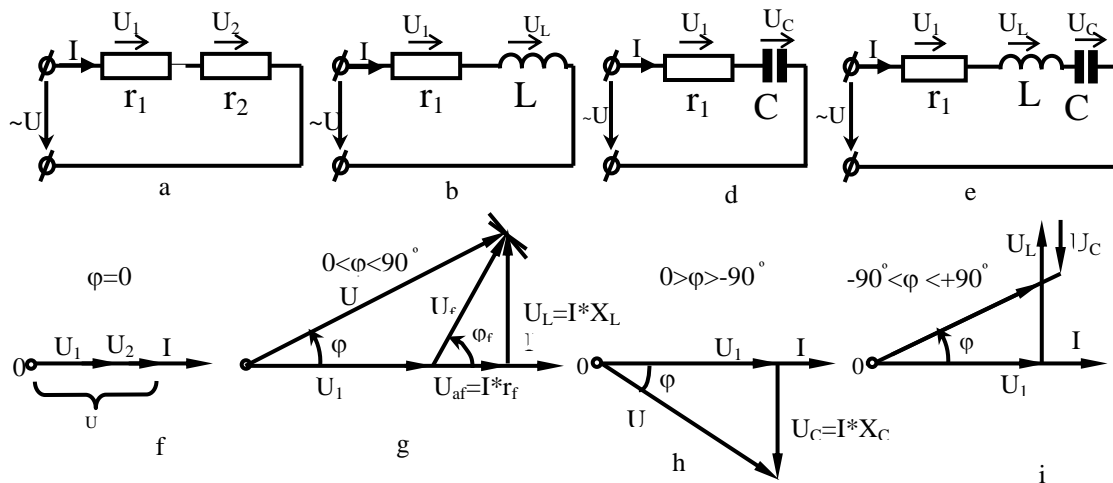
1. Sinusoidal o'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik r , induktivlik L va sig'im C elementlarini ketma-ket ulaganda zanjirga berilgan kuchlanishning taqsimlanishini amalda tekshirish.

2. Sinusoidal o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om va Kirxgofning qonunlarini tatbiq etishni o'rganish.

3. O‘lchashdan olingan ma’lumotlar bo‘yicha ketma-ket ulangan zanjir uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini qurishni o‘rganish.

4. Zanjirning aktiv — r , reaktiv (induktiv — X_L , sig‘im — X_C) va to‘la — Z qarshiliklarini, shuningdek, zanjirning kirish tomonidagi va qismlaridagi tok va kuchlanishlar orasidagi faza siljish burchagini aniqlashni o‘rganish.

5. Zanjirning parametrlariga qarab tok va kuchlanish turli fazalar siljish burchagiga ega bo‘lishini ossillograf yordamida ko‘rib, ishonch hosil qilish.



3.1-rasm

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Har qanday o‘zgaruvchan tok zanjiri r , L va C elementlarining ketma-ket, parallel va aralash ulangan turlicha sxemalaridan iborat bo‘lishi mumkin. Zanjirdagi aktiv qarshilikda (r) iste’mol qilinayotgan elektr energiyasi issiqlik (yoki yorug‘lik) energiyasiga, ya’ni foydali ishga sarf bo‘ladi. Induktivlik (L) zanjirda magnit maydonini, sig‘im (C) da esa elektr maydoni hosil bo‘lishini ifodalab beradi.

Mazkur tajriba ishida iste’molchilarni o‘zgaruvchan tok zanjirida ketma-ket ulashning quyidagi hollari o‘rganiladi:

a) ikkita aktiv qarshilik r_1 va r_2 ketma-ket ulangan zanjir (3.1-rasm, a);

b) aktiv qarshilik r_1 va induktivlik L ketma-ket ulangan zanjir (3.1-rasm, b);

d) aktiv qarshilik r_1 va kondensator C ketma-ket ulangan zanjir (3.1-rasm, d);

e) umumiy hol — r , L , C elementlar ketma-ket ulangan zanjir (3.1-rasm, e).

3.1-rasm, e da ko‘rsatilgan o‘zgaruvchan tok zanjiri uchun Ohm qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}},$$

bu yerda: I va U zanjirdagi tok va kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati, z —zanjirning to'la qarshiligi, Om, r —aktiv qarshilik, Om; x_L —induktiv qarshilik, Om; x_C —sig'im qarshilik, Om;

$$x_L = \omega L; \quad x_C = \frac{1}{\omega C};$$

bu yerda: L —induktivlik, H, C —sig'im, F, $\omega = 2\pi f$ —o'zgaruvchan tok burchak chastotasi, $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, f —o'zgaruvchan tok chastotasi, Gs.

O'zgaruvchan tok zanjirlaridagi jarayonlarni tadqiq qilishda vektor diagrammalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Ularni qurishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

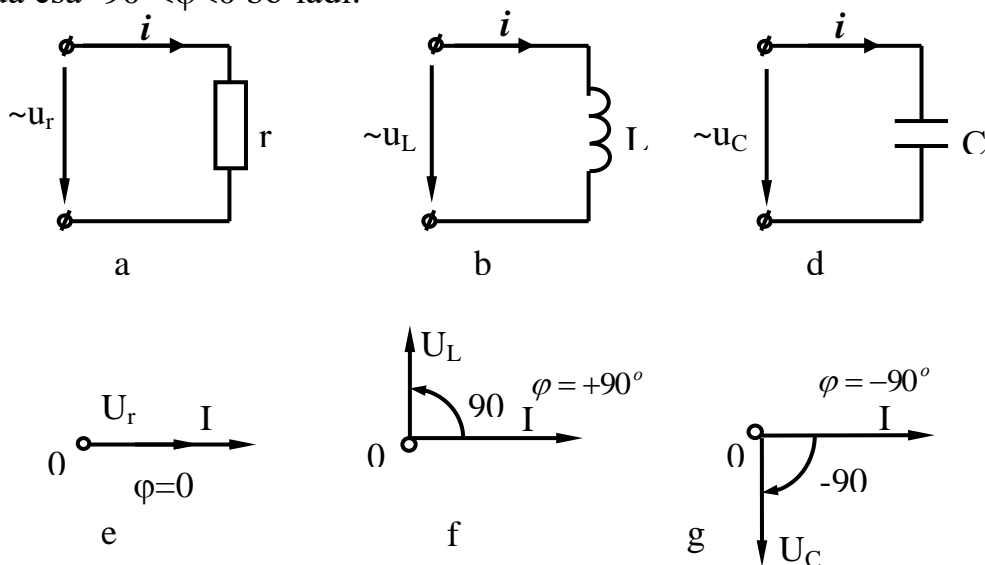
a) zanjir aktiv qarshilikdan iborat bo'lganda tok va kuchlanish vektorining yo'nalishlari mos bo'lib, ular orasidagi fazalar siljish burchagi $\varphi=0^0$ (3.1-rasm, a, f va 3.2-rasm, a, e);

b) induktivlikdagi kuchlanish faza bo'yicha tokdan 90^0 ga oldin keladi (3.1-rasm, b, f); $\varphi = +\frac{\pi}{2}$;

d) sig'imda esa kuchlanish tokdan faza bo'yicha 90^0 ga orqada qoladi (3.1-rasm, d, g). $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

b va d punktlardagi mulohazalar (shartlar) sof induktiv g'altak ($r_L=0$) va sig'im ($r_K=0$) uchun qabul qilingan bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjirlaridagi jarayonlarni oson tushuntirishga yordam beradi.

Real induktiv g'altak va sig'imda tok bilan kuchlanish orasidagi faza siljish burchaklari vektor diagrammadagi kabi, induktivlikda $0<\varphi<90^0$, sig'imda esa $-90^0<\varphi<0$ bo'ladi.



3.2-rasm

Agar n -ta element o'zgaruvchan tok zanjirida ketma-ket ulangan bo'lsa, u holda Kirxgofning II—qonuniga asosan kuchlanishlarning oniy qiymatiga nisbatan quyidagi tenglamani yozamiz:

$$u = u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n$$

Bu tenglamadagi kuchlanishlar sinusoidal bo'lsa, u holda tenglama vektor shaklida quyidagicha yoziladi:

$$\vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3 + \dots + \vec{U}_n.$$

Demak o'zgaruvchan tok zanjirida zanjirga berilgan kuchlanish zanjir elementlari qismlaridagi kuchlanishlarning ta'sir etuvchi qiymatlarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi,

$$\bar{U} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2 + \bar{U}_3 + \dots + \bar{U}_n + \dots$$

Kirxgof ikkinchi qonunining o'zgaruvchan tok zanjiri uchun tatbiq etilish xususiyati shu bilan farq qiladi. Zanjir faqat aktiv qarshilikdan iborat bo'lganda Kirxgofning ikkinchi qonuni xuddi o'zgarmas tok zanjiridagi kabi tatbiq etiladi.

Iste'molchilari ketma-ket birlashtirilgan o'zgaruvchan tok zanjirida tok bilan umumiy kuchlanish orasida fazalar siljish burchagi $\varphi = \psi_U - \psi_i$ mavjud, ya'ni:

$$i = I_m \sin \omega t, \quad u = U_m \sin(\omega t \pm \varphi).$$

Zanjir induktiv yoki aktiv induktiv xarakterga ega bo'lsa, φ burchak musbat, agar sig'im yoki aktiv – sig'im xarakterga ega bo'lsa, manfiydir.

O'zgaruvchan tok zanjirining davr ichidagi oniy quvvatining o'rtacha qiymati aktiv quvvat deyilib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt = UI \cos \varphi.$$

Demak, o'zgaruvchan tok zanjirida aktiv quvvat o'zgarmas tok zanjiridagiga o'xshash, faqat UI ko'paytmaga bog'liq bo'lmay, quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ ga ham bog'liqdir.

Aktiv quvvat vattlarda (Vt), kilovattlarda (kVt) va megavattlarda (mVt) o'lchanadi.

$U \cdot I = S$ ko'paytma zanjirning to'la quvvati deyilib, volt-ampperlarda (VA), kilovolt-ampperlarda (kVA) o'lchanadi.

$$P = UI \cdot \cos \varphi = S \cos \varphi,$$

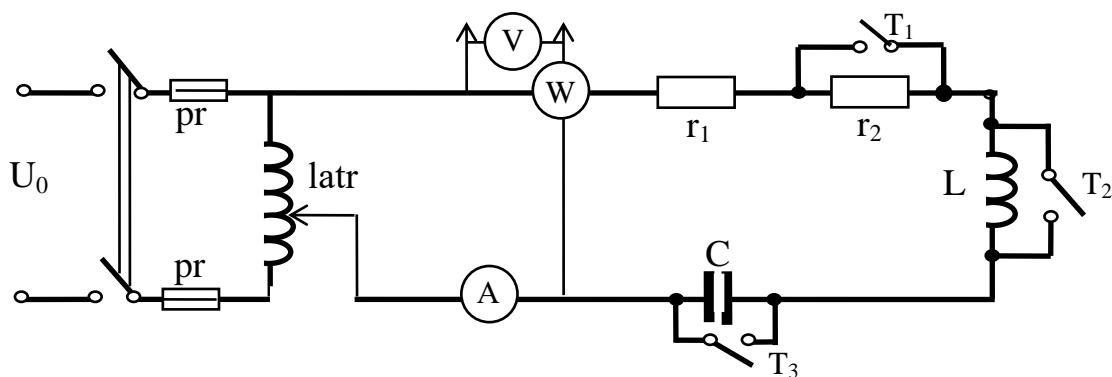
bu yerda: $\cos\varphi$ zanjirning quvvat koeffitsienti bo‘lib, u iste‘mol qilinayotgan to‘la quvvatning qanday qismi foydali ishga sarf bo‘layotganini ko‘rsatadi.

Quvvat $Q = UI \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$ zanjirning reaktiv quvvati bo‘lib, Volt-Amper reaktiv, kiloVolt-Amper reaktivlarda o‘lchanadi va qisqacha VAr, kVAr tarzida yoziladi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya stendi bilan tanishib bo‘lgandan so‘ng 3.3-rasmdagi elektr sxemani yig‘ib, uni laboratoriya avtotransformatori (LATR) yordamida bir fazali o‘zgaruvchan tok tarmog‘iga ulanadi. LATR ning chiqish qismlaridagi kuchlanishning qiymati o‘qituvchi tomonidan belgilanadi.

2. T_2 va T_3 tumblerlarni ulab, r_1 va r_2 rezistorlardan iborat ketma-ket zanjir hosil qilinadi. Vattmetr parallel cho‘lg‘aming va V_2 voltmetrning qismlari ulangan shchuplar yordamida zanjirning har bir qismidagi va butun zanjirdagi aktiv quvvatni va kuchlanishlarning tushuvlarini o‘lchab, natijalari 3.1-jadvalning aktiv yuklama qatoriga yoziladi.



3.3-rasm.

3. Tumbler T_1 ni ulab, tumbler T_2 uziladi. Natijada rezistor r_1 dan va induktiv g‘altak L dan iborat aktiv-induktiv xarakterli ketma-ket zanjir hosil bo‘ladi. 2-banddagi kabi o‘lchashlarni bajarib, natijalari 3.1-jadvalning aktiv-induktiv yuklama qatoriga yoziladi.

4. Tumbler T_2 ni ulab, tumbler T_3 uziladi. Natijada rezistor r_1 va sig‘im C dan iborat aktiv-sig‘im xarakterli ketma-ket zanjir hosil bo‘ladi. 2-banddagi kabi o‘lchashlarni bajarib, natijalari 3.1-jadvalning aktiv-sig‘im yuklama qatoriga yoziladi.

5. Tumbler T_2 ni ajratib, rezistor r_1 , induktiv g‘altak L va sig‘im C dan iborat ketma-ket ulangan zanjir hosil qilinadi. 2-banddagi kabi

o'lchashlar bajarilib, natijalarini 3.1-jadvaldagi yuklamaning umumiy qatoriga yozish kerak.

3.1-jadval

Iste'molchi xarakteri (turi)		O'lchashlar			Hisoblashlar							
		I	U	P	cosφ		Z	r	X _L	X _C	L	C
		A	V	V _t	diag	his-ob	Ω	Ω	Ω	Ω	H	mkF
Aktiv	rezistor r ₁											
	rezistor r ₂											
	butun zanjir											
Aktiv induktiv	rezistor r ₁											
	Induktiv g'altak L _k butun zanjir											
Aktiv sig'im	rezistor r ₁											
	Kondensator C Butun zanjir											
Umumiy	rezistor r ₁											
	induktiv g'altak L kondensator C butun zanjir											

6. 2-banddagi o'lchashlar bajarilganda zanjir qismalaridagi kuchlanishlar tushuvlari U_1 va U_2 larning algebraik yig'indisi tarmoq kuchlanishi U ga teng ekanligiga; 3, 4 va 5 punktlarda esa U_1 , U_L va U_C kuchlanishlar tushuvlarining algebraik yig'indisi tarmoq kuchlanishi U dan katta bo'lishiga ishonch hosil qilinadi.

7. 3, 4 va 5-bandlarda ossillograf yordamida har bir yuklama turining ossillogrammasini ekrandan kalkaga ko'chirib, zanjirdagi tok bilan kuchlanish orasida faza siljish burchagining borligiga va 2-bandda esa shu faza siljish burchagi nolga teng ekanligiga ishonch hosil qilinadi.

8. O'lchashdan olingan ma'lumotlar bo'yicha har bir yuklama turi uchun masshtabda tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi quriladi va ular bilan yonma-yon tegishli ossillogrammalari ko'rsatiladi.

9. 3.1-jadvaldagi barcha hisoblashlarni bajargandan so'ng zanjirning parametrlarini aniqlashga o'tiladi.

10. O'zgaruvchan tok zanjirida Om qonuni va Kirxgof qonunlarining tatbiq etilish xususiyatlari, shuningdek, tok va kuchlanish orasidagi faza siljish burchagiga zanjir parametrlarining ta'siri haqida xulosa beriladi.

IV. Hisobot tuzish tartibi

1. Tok va kuchlanishlarning vektor diagrammalarini qurish

Avval tok va kuchlanishlarning masshtabini ($m_I=A\text{mm}$, $m_U=V\text{mm}$) tanlab olish kerak.

Ketma-ket zanjirlarda tok zanjirning barcha elementlari uchun bir xil qiymatga ega bo'lgani uchun, uni bosh vektor tarzida olish ma'qul hisoblanadi.

A) Yuklama aktiv qarshilikdan iborat bo'lganda. Ixtiyoriy 0 nuqtadan tok vektori I ni gorizontal qo'yib (3.1-rasm, f), yana shu nuqtadan tok vektorining yo'nalishi bo'yicha r_1 rezistordagi kuchlanish tushuvi vektori \bar{U}_1 ni qo'yamiz, uning oxiridan r_2 rezistordagi kuchlanish tushuvi vektori \bar{U}_2 ni qo'yamiz. Bu vektorlarning yig'indisi tarmoq kuchlanishining vektori \bar{U} ga teng.

B) Yuklama aktiv qarshilik va induktivlikdan iborat bo'lganda. Ixtiyoriy 0 nuqtadan tok vektori I ni gorizontal qo'yib (3.1-rasm, g) yana shu nuqtadan tok vektorining yo'nalishi bo'yicha r_1 rezistordagi kuchlanish tushuvi \bar{U} ni qo'yamiz. Mazkur zanjir uchun Kirxgofning ikkinchi qonuniga ko'ra unga berilgan kuchlanish:

$$\bar{U} = \bar{I} \cdot r_1 + \bar{I} z_F = \bar{U}_1 + \bar{U}_F,$$

bu yerda: z_F – induktiv g'altakning to'la qarshiligi, \bar{U}_F – induktiv g'altakdagi kuchlanish tushuvi, V .

So'ngra \bar{U}_1 vektorning oxiridan soat strelkasi harakatiga teskari yo'nalishda induktiv g'altakdagi kuchlanish vektori \bar{U}_F ga teng radius bilan yoy chizib, 0 nuqtadan esa butun zanjir kuchlanishining vektori \bar{U} ga teng radius bilan yoy chiziladi. Yoylarning kesishgan nuqtasini 0 nuqta va \bar{U}_1 vektorining oxiri bilan birlashtirib, vektor diagrammani hosil qilamiz. G'altakdagi kuchlanish \bar{U}_F ni aktiv $\bar{U}_{aF} = I \cdot r_F$ va induktiv $U_L = I \cdot x_L$ tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

D) Yuklama aktiv qarshilik va sig'imdan iborat bo'lganda kuchlanish vektorlari \bar{U} va \bar{U}_c bosh vektor I ga nisbatan soat strelkasining harakat yo'nalishida chiziladi. Kondensatorning aktiv qarshiligi r_c juda kichik bo'lganidan undagi kuchlanishning tushuvi $U_{ac} = I \cdot r_c$ hisobga olinmaydi. Shuning uchun kuchlanish vektori U_s tok vektoridan (\bar{U}_r ning

oxiridan) faza bo'yicha 90^0 ga orqada qoluvchan burchak ostida qo'yiladi (3.1-rasm, h).

E) Yuklama aktiv qarshilik, induktivlik va sig'imdand iborat bo'lgandagi umumiy hol uchun vektor diagramma (3.1-rasm, i) qurish talabalarning o'zlariga topshiriladi.

2. Sxemaning parametrlarini aniqlash

a) zanjirning quvvat koeffitsienti elektr o'lchov asboblarning ko'rsatishi bo'yicha quyidagi formuladan aniqlanadi:

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

Vektor diagrammadan esa tegishli tok va kuchlanish vektorlari orasidagi burchakni o'lchab, uning qiymatini trigonometrik jadvaldan topgandan so'ng, quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ni aniqlash mumkin yoki tegishli to'g'ri burchakli uchburchakning katet va gipotenuzasini mm da o'lchab, ularning nisbatini olish mumkin. Ikkinchi usul aniqroq hisoblanadi. $\cos\varphi$ ning vektor diagrammadan aniqlangan qiymati 3.1-jadvalga yoziladi;

b) zanjirning istalgan qismining to'la qarshiligi Om qonunidan aniqlanadi:

$$z = \frac{U}{I};$$

d) butun zanjirning aktiv quvvatidan zanjirning aktiv qarshiligi r ni aniqlash mumkin:

$$P = I^2 \cdot r, \text{ bundan } r = \frac{P}{I^2}.$$

Zanjirning ayrim qismlarining aktiv qarshiligi rezistor, g'altak yoki kondensatorning tegishli aktiv quvvatlarini yuqoridagi ifodaga qo'yish bilan topiladi;

e) g'altakning induktivligi L ni aniqlash uchun avval uning induktiv qarshiligi x_L topiladi:

$$x_L = \omega L = \sqrt{z_F^2 - r_F^2},$$

bu yerda: $r_{g'}$ – g'altakning to'la qarshiligi, $z_F = \frac{U_F}{I}$;

r_g – g'altakning aktiv qarshiligi, $r_F = \frac{P_F}{I^2}$.

Zanjirning induktivligi:

$$L = \frac{x_L}{\omega} = \frac{x_L}{2 \cdot \pi \cdot f}, H;$$

f) kondensatorning sig'imi C ni aniqlash uchun avval uning sig'im qarshiligi x_c aniqlanadi:

$$x_c = \frac{1}{\omega C} = \sqrt{z_k^2 - r_k^2}.$$

Kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{1}{x_c \cdot \omega} = \frac{1}{x_c \cdot 2\pi f}, F (\text{farada})$$

yoki

$$C = \frac{1 \cdot 10^6}{x_c \cdot 2\pi f}, mkF$$

Nazorat savollari

1. Om qonuni va Kirxgofning qonunlarini o'zgaruvchan va o'zgar-mas tok zanjirlariga qo'llanishdagi xususiyatlari nimalardan iborat?

2. Yuklamaning quyidagicha ulangan hollari uchun tok va kuchla-nishning vektor diagrammasini qanday qurish mumkin?

a) ikkita rezistor ketma-ket ulanganda;

b) rezistor va g'altak ketma-ket ulanganda;

d) rezistor va kondensator ketma-ket ulanganda;

e) rezistor, g'altak va kondensator ketma-ket ulanganda;

3. Nima uchun g'altakdagi kuchlanish U_F va U_L , shuningdek kondensatordagi kuchlanish U_k va U_c o'zaro teng emas?

4. Zanjirning aktiv, induktiv, sig'im va to'la qarshiliklari qanday aniqlanadi?

5. G'altakning induktivligi L va kondensatorning sig'imi C qanday aniqlanadi?

6. Butun zanjirning va zanjir ayrim qismlarining quvvat koefit-sientlari $\cos\varphi$ qanday aniqlanadi?

4 - laboratoriya ishi

O'ZGARUVCHAN TOK ZANJIRIDA ELEKTR ENERGIYASI ISTE'MOLCHILARINI PARALLEL ULASH

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokning parallel zanjirlari uchun Om qonuni va Kirxgofning birinchi qonunini tatbiq etish xususiyatlarini o'rganish.

2. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv o'tkazuvchanlik g bo'lgan rezistor r , induktivlik L va sig'im C ni turlicha sxemalarda parallel ulaganda zanjirdagi umumiy tokning qanday taqsimlanishini amalda tekshirish.

3. O'lchashlardan olingan ma'lumotlar bo'yicha parallel zanjir uchun kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qurishni o'rganish.

4. Zanjirning aktiv g , reaktiv (induktiv - L , sig'im - C) va to'la y o'tkazuvchanliklarini hamda quvvat koefitsienti $\cos\varphi$ ni aniqlashni o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Parallel ulangan zanjirning elementlari bir xil qiymatdagi kuchlanish ta'sirida bo'ladi.

Mazkur laboratoriya ishida iste'molchilarini o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulashning quyidagi hollari o'rganiladi:

a) aktiv o'tkazuvchanlik g bilan induktiv g' altak L ni parallel ulash (4.1-rasm, a);

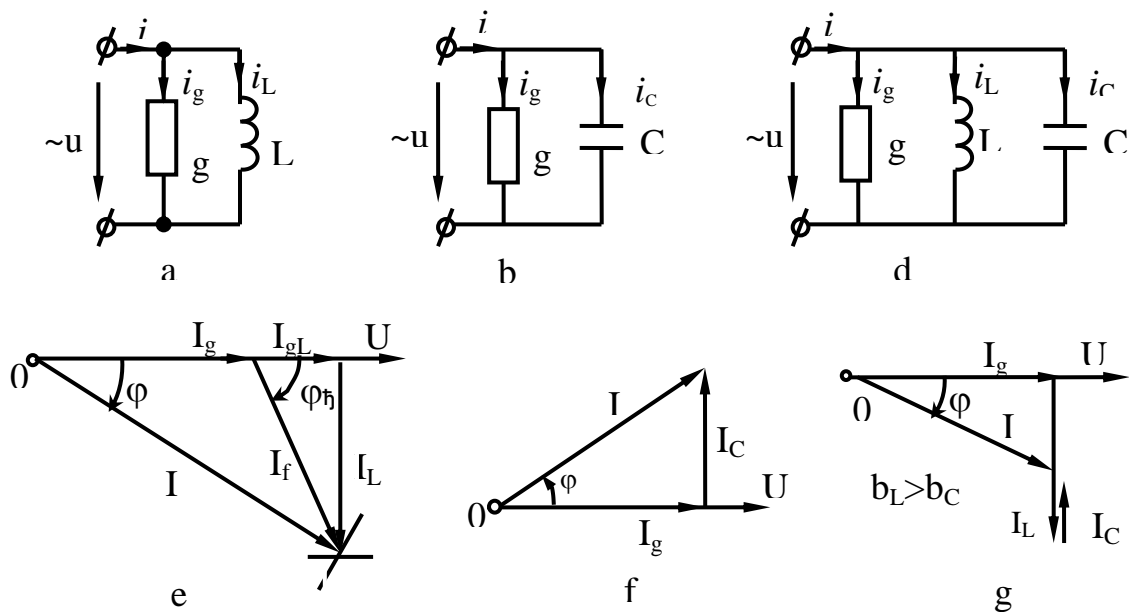
b) aktiv o'tkazuvchanlik g bilan kondensator C ni parallel ulash (4.1-rasm,b);

d) umumiy holda esa g , L va C elementlarni parallel ulashdir (4.1-rasm,v).

Parallel zanjirning har bir shoxobchasidagi tok Om qonuniga binoan quyidagi tartibda aniqlanadi:

a) aktiv o'tkazuvchanlik shoxobchasidagi tok

$$I_g = g \cdot U,$$



4.1-rasm

bu yerda: I_g – aktiv o'tkazuvchanlikli rezistor r orqali o'tuvchi tok, A; U – tarmoqning kuchlanishi, V; g – rezistorning o'tkazuvchanligi, $\frac{1}{\Omega}$.

b) induktiv g' altakli shoxobchadagi tok

$$I_F = b_L \cdot U,$$

bu yerda: I_F — induktiv g'altak orqali o'tuvchi tok, A; L — induktiv g'altakning o'tkazuvchanligi $\left(\frac{1}{\Omega}\right)$:

$$b_L = \frac{1}{\omega L} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L},$$

ω — o'zgaruvchan tokning burchak chastotasi; f — o'zgaruvchan tokning chastotasi, Gs; L — g'altakning induktivligi, H.

d) kondensatorli shoxobchadagi tok

$$I_C = b_C \cdot U,$$

bu yerda: I_C — kondensatorli zanjirdan o'tuvchi tok, A; b_C — kondensatorning sig'im o'tkazuvchanligi, $\left(\frac{1}{\Omega}\right)$: $b_C = \omega \cdot C = 2\pi \cdot f \cdot C$.

C — kondensatorning sig'imi, F.

O'zgaruvchan tokni hisoblash nazariyasiga binoan manbadan iste'mol qilinayotgan umumiy tok:

$$I = \sqrt{I_g^2 + (I_L - I_C)^2}$$

yoki $I = U \cdot \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2} = U \cdot \sqrt{g^2 + b^2} = U \cdot y,$

bu yerda: I — zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok, A; b — zanjirning reaktiv o'tkazuvchanligi, $\frac{1}{\Omega}$; y — zanjirning to'la o'tkazuvchanligi, $\frac{1}{\Omega}$. Barcha o'tkazuvchanliklarning o'lchov birligi $\frac{1}{\Omega}$

yoki simens (qisqacha Sm) deb belgilanadi.

Kirxgofning birinchi qonuniga ko'ra o'zgaruvchan tok zanjirida tarmoqlanish nuqtasidagi toklarning geometrik yig'indisi nolga teng, ya'ni:

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L = 0 \text{ (4.1-rasm, a);}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_C \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_C = 0 \text{ (4.1-rasm, b);}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L + \bar{I}_C \text{ yoki } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L - \bar{I}_C = 0 \text{ (4.1-rasm, d).}$$

O'zgaruvchan tok zanjirida iste'mol qilinayotgan aktiv quvvat

$$P = UI \cos \varphi,$$

bu yerda: $\cos \varphi$ — zanjirning quvvat koeffitsienti; φ — zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi tok bilan kuchlanish vektorlari orasidagi faza siljish burchagi.

Parallel shoxobchalarda iste'mol qilinayotgan aktiv quvvatlar

$$P_g = U \cdot I_g \quad (\cos \varphi_g = 1);$$

$$P_{g'} = U \cdot I_C \cdot \cos \varphi_f;$$

$$P_C = U \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C,$$

bu yerda: P_g — aktiv o'tkazuvchanli rezistor iste'mol qilayotgan quvvat, Vt; $P_{g'}$, P_C — tegishli induktiv g'altak va kondensator iste'mol qilayotgan

aktiv quvvat, Vt ; $\cos \varphi_f$, $\cos \varphi_c$ — tegishli g'altakli va kondensatorli shoxobchalarning quvvat koeffitsientlari.

Butun zanjirning aktiv quvvati parallel shoxobchalar aktiv quvvatlarining algebraik yig'indisidan iborat, ya'ni:

$$P = P_g + P_{g'} + P_C.$$

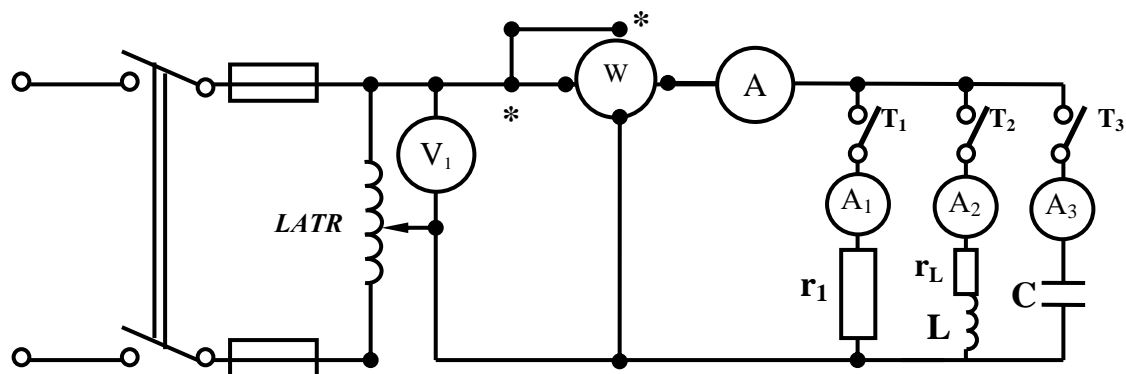
III. Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya stendi bilan tanishib bo'lgandan so'ng 4.2-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, avtotransformator (LATR) yordamida bir fazali tok tarmog'iga ulanadi. LATR ning chiqish qismalaridagi kuchlanishning qiymati o'qituvchi tomonidan belgilanadi.

2. T_1 va T_2 tumblerlarni ulab, rezistor r va induktiv g'altak L dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. Vattmetr yordamida butun zanjirning aktiv quvvatini, A , A_1 va A_2 ampermetrlar yordamida esa zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi va shoxobchalaridagi toklarni o'lchab, olingan ma'lumotlar 4.1-jadvalning aktiv-induktiv yuklama qatoriga yoziladi.

3. Tumbler T_2 ni uzib, tumbler T_3 ulanadi. Natijada rezistor r va kondensator C dan iborat aktiv-sig'im xarakterli parallel zanjir hosil bo'ladi. 2-punktdagi kabi o'lchashlarni bajarib, natijalarini 4.1-jadvalning aktiv-sig'im yuklama qatoriga yoziladi.

4. Tumbler T_2 ni ulab, rezistor r , induktiv g'altak L va kondensator C dan iborat parallel zanjir hosil qilinadi. 2-punktdagi kabi o'lchashlarni bajarib, natijalarni 4.1-jadvaldagi yuklamaning umumiy turi qatoriga yoziladi.



4.2-rasm

5. 2, 3 va 4-bandlardagi o'lchashlar bajarilgandan keyin zanjirlarning shoxobchalaridagi I_g , I_L va I_C toklarning algebraik yig'indisi umumiy tok I dan katta bo'lishiga ishonch hosil qilinadi.

6. O'lchashdan olingan ma'lumotlar bo'yicha har bir yuklama turi uchun masshtabda kuchlanish va toklarning vektor diagrammalari quriladi.

7. 4.1-jadvaldagi barcha hisoblashlarni bajargandan so'ng zanjirning parametrlarini aniqlashga o'tiladi. Elementlari parallel ulangan

o'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni va Kirxgofning birinchi qonunini tatbiq etish haqida xulosa berilsin.

IV. Hisobot tuzish tartibi

1. Kuchlanish va toklarning vektor diagrammalarini qurish.

Avval tok va kuchlanishning masshtabini ($m_I=A/mm$ va $m_U=V/mm$) tanlab olish kerak.

Kuchlanish parallel zanjirlarda zanjirning barcha shoxobchalari uchun bir xil qiymatga ega bo'lgani uchun uni bosh vektor tarzida olish ma'qul hisoblanadi.

4.1-jadval

Yuklama turi		O'lchashlar					Hisoblashlar								
		U	I	I ₁	I ₂	I ₃	P	cosφ		y	g	b _L	b _C	L	C
		V	A	A	A	A	Vt	Diag	his ₆	S	S	S	S	H	mk F
Aktiv induktiv	rezistor		-		-	-						-	-		-
	Induktiv g'altak		-	-		-					-		-		-
	butun zanjir			-	-	-							-		-
Aktiv sig'im	rezistor		-		-	-						-	-		-
	kondensator		-	-		-					-		-		-
	butun zanjir			-	-	-							-		-
Umumiy hol	rezistor		-		-	-						-	-		-
	Induktiv g'altak		-	-		-					-		-		-
	Kondensator butun zanjir			-	-	-					-			-	-

a) *yuklama aktiv-induktiv xarakterga ega bo'lganda*. Ixtiyoriy 0 nuqtadan (4.1-rasm, g) kuchlanish U ning vektorini gorizontaal yo'nalishda chizamiz. Yana shu nuqtadan kuchlanish vektorining yo'nalishi bo'yicha rezistorli shoxobcha orqali o'tuvchi tok I_g ning vektorini chizamiz.

Kirxgofning birinchi qonuniga binoan zanjirdagi umumiy tok

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_{g'}$$

Bu ifodaning vektor diagrammasini qurish uchun tok vektori I_g ning oxiridan soat strelkasining harakati yoʻnalishida (chunki induktiv tok kuchlanishdan faza boʻyicha orqada qoladi) $I_2 = I_{g'}$ toki vektoriga teng radius bilan yoy chiziladi. Soʻngra 0 nuqtadan umumiy tok I ning vektoriga teng radius bilan yoy chiziladi. Yoylarning kesishgan nuqtasini I_g toki vektorining oxiri hamda 0 nuqta bilan birlashtirib, vektor diagrammani hosil qilamiz. Gʻaltakdan oʻtayotgan tok $I_{g'}$ ni aktiv tok I_{gF} va induktiv tok I_L dan iborat tashkil etuvchilarga ajratish mumkin;

b) yuklama aktiv-sigʻim xarakterga ega boʻlganda tok vektorlari I va I_C soat strelkasining harakati yoʻnalishiga teskari yoʻnalishda chiziladi. Kondensatorning aktiv oʻtkazuvchanligi juda kichik boʻlgani uchun u hisobga olinmaydi. U holda sigʻim xarakterdagi tok vektori ($I_C - I_L$) kuchlanish vektoridan faza boʻyicha 90^0 ga oʻzuvchan yoʻnalishda qoʻyiladi (4.1-rasm, f);

d) yuklama aktiv rezistor, induktiv gʻaltak va kondensatordan iborat boʻlgandagi umumiy hol uchun vektor diagrammani (4.1-rasm) qurish oʻquvchilarning oʻzlariga topshiriladi;

e) quvvat koeffitsientini aniqlash. Butun zanjirning quvvat koeffitsienti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

Parallel shoxobchalar uchun ham quvvat koeffitsienti ana shu formula bilan aniqlanadi, ammo quvvat va tokning har bir shoxobcha uchun tegishli qiymatlari olinadi.

Vektor diagrammadan zanjirning quvvat koeffitsientini aniqlash uchun tegishli burchaklarni oʻlchab, trigonometrik jadvaldan $\cos \varphi$ ning qiymati aniqlanadi. Shuningdek, vektor diagrammadan tegishli toʻgʻri burchakli uchburchakning katet va gipotenuzalarini oʻlchab, ularning nisbatini olish mumkin. Keyingi usul aniqroq natija beradi;

d) zanjirning oʻtkazuvchanliklarini aniqlash:

1. Zanjirning toʻla oʻtkazuvchanligi

$$y = \frac{I}{U}, \quad Sm.$$

2. Zanjirning aktiv oʻtkazuvchanligi

$$g = \frac{I_g}{U}, \quad Sm \quad (I_g = I_1).$$

3. Zanjirning induktiv oʻtkazuvchanligi

$$b_L = \frac{I_L}{U}, \quad Sm \quad (I_L \approx I_2).$$

4. Zanjirning sigʻim oʻtkazuvchanligi

$$b_C = \frac{I_C}{U}, \quad Sm \quad (I_C \approx I_3).$$

Nazorat savollari

1. Kirxgofning birinchi qonunini o'zgaruvchan tok zanjirlariga tatbiq etish xususiyatlari nimalardan iborat?
2. O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni qanday tatbiq etiladi?
3. Yuklamaning quyidagicha ulangan hollari uchun kuchlanish va toklarning vektor diagrammasini qanday qurish mumkin:
 - a) rezistor va induktiv g'altak parallel ulanganda;
 - b) rezistor va kondensator parallel ulanganda;
 - d) rezistor, induktiv g'altak va kondensator parallel ulanganda.
4. Butun zanjirning, g'altakning va kondensatorning parametrlari qanday aniqlanadi?
5. Butun zanjirning va zanjir shoxobchalarining quvvat koeffitsientlari qanday aniqlanadi?
6. Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?

5 - laboratoriya ishi KUCHLANISHLAR REZONANSI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Aktiv, induktiv va sig'im qarshiliklari ketma-ket ulangan zanjirda kuchlanishlar rezonansi hodisasini eksperimental tekshirish.
2. Zanjirning ketma-ket tebranish (rezonans) konturini rezonansga qadar, rezonans paytida va rezonansdan keyingi bo'lgan parametrlarini aniqlash va o'ziga xos xususiyatlarini, ish rejimini o'rganish.
3. Tajribadan olingan ma'lumotlarni nazariy hisoblar bilan taqqoslash.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Induktivlik va sig'im elementlari bo'lgan elektr zanjirlarida kuzatiladigan rezonans hodisalarining tabiati mexanikadagi, molekulyar fizikadagi, optikadagi va boshqa sohalaridagi rezonanslarning tabiatiga o'xshashdir. Barcha hollarda rezonans tebranish konturiga (sistemasiga) tashqaridan berilgan davriy ta'sir (tashqi kuch) tufayli sodir bo'ladi. O'z parametrlariga ko'ra har bir tebranish sistemasi o'zining xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 ga ega. Sistemada to'plangan energiya o'z holatini to'la siklda shu chastota tezligida o'zgartirib turadi. Ichki energiya sarfi bo'lmagan (ideal) har qanday tebranish sistemasini ω_0 chastota bilan tebratib yuborilsa, u bu holatni keragicha uzoq vaqt saqlab tura oladi. Ichki energiya sarfi bo'lgan tebranish sistemasida esa to'plangan energiya asta-sekin nolgacha kamaya boradi va sistemadagi tebranishlar ham so'nadi. Agar sistemada bo'layotgan har sikldagi energiya sarfini o'sha ω_0 chastotada siklik ravishda tashqi energiya manбайдan to'ldirib tura olsak, u holda sistemada energiya miqdori o'zgarmasdan qolib, tebranish cheksiz

uzoq davom etadi. Bu—rezonans hodisasining namoyon bo‘lishidir. Boshqacha aytganda, rezonans tebranish sistemasining xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 ning tashqi kuchning (energiya manbaining) majburiy chastotasi ω bilan mos tushish hodisasidir.

Elektr zanjirlarda tebranish sistemasi tarzida induktiv g‘altak L va sig‘im C dan tashkil topgan tebranish konturi (5.1-rasm, a) qaraladi. Kondensatorning qoplamalarida boshlang‘ich zaryad q_0 bo‘lganda, kondensatorning elektr maydon energiyasi

$$W_{\text{Э}} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2}$$

ga teng bo‘lib, u g‘altakning xuddi shu miqdordagi magnit maydon energiyasi

$$W_M = \frac{\psi_0^2}{2L} = \frac{LI_0^2}{2}$$

bilan siklik ravishda o‘rin almashib turadi va ushbu o‘zgarishlar natijasida konturda $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ burchak chastotali davriy tebranishlar hosil bo‘ladi.

(Bu yerda: U_0 – konturdagi kondensator toki $i=0$ bo‘lgandagi kuchlanish, ψ_0 – g‘altakdagi tok maksimum, ya’ni $i=I_0$ bo‘lgandagi ilashgan magnit oqimi). Istagan paytda L va C reaktiv elementlardagi kuchlanishlar oniy qiymatlarining yig‘indisi doimo nolga teng, ya’ni:

$$u_L + u_C = 0, \quad (1)$$

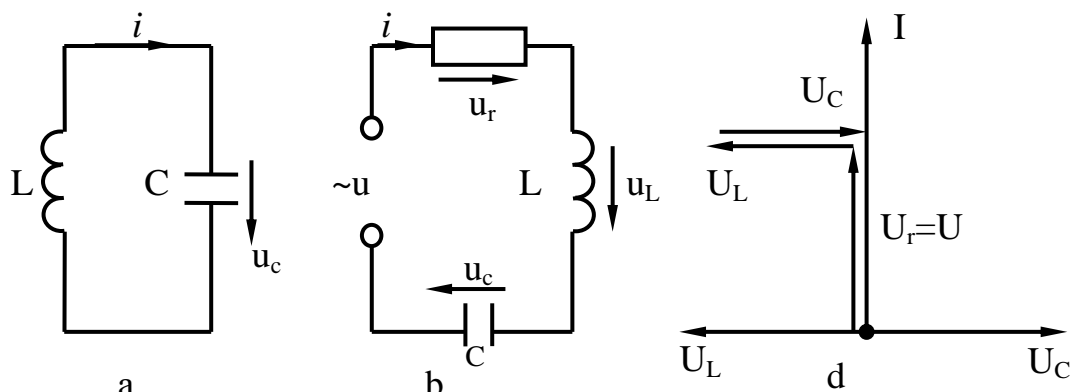
yoki

$$L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = 0.$$

Energiya sarfi mavjud bo‘lgan elektr tebranish konturining sxemasida aktiv qarshilik yoki aktiv o‘tkazuvchanlik bo‘lib, zanjir elementlari uch xil ko‘rinishda, ya’ni ketma-ket, parallel va aralash sxemada ulanishi mumkin. Quyida r , L va C elementlar ketma-ket ulangan (5.1-rasm, b) zanjirdagi kuchlanishlar rezonansi hodisasi ko‘riladi. Zanjirda rezonans hodisasi sodir bo‘lishi uchun reaktiv elementlarning qarshiliklari $x_L = x_C$ yoki $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ bo‘lishi kerak. Bunga: $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ da erishish mumkin. Agar ketma-ket tebranish konturini sinusoidal kuchlanish $u = U_m \sin \omega t$ manbaga ulasak, undan rezonans paytida oqib o‘tadigan tok

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}} = \frac{U}{r}. \quad (2) \quad \text{ga tengdir}$$

Demak, rezonans paytida zanjirning qarshiligi minimal bo‘lib, tok o‘zining maksimal qiymatiga erishadi. Bu kuchlanishlar rezonansi hodisasining o‘ziga xos xususiyati hisoblanadi.



5.1-rasm

Tenglama (1) ga binoan kuchlanishlar rezonansi paytida L va C reaktiv elementlardagi kuchlanishlarning algebraik (yoki vektor) yig‘indilari nolga teng, ya’ni:

$$\bar{U}_L + \bar{U}_C = 0 \text{ yoki } \bar{I}x_L + \bar{I}x_C = 0.$$

Zanjirning rezonans paytidagi tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi 5.1-rasm, d da ko‘rsatilgan. Vektor diagrammadan ko‘rinadiki, reaktiv elementlardagi kuchlanishlar o‘zaro teng ($U_L = U_C$), ammo qarama-qarshi fazada bo‘lgan rezonans (reaktiv) kuchlanishlari U_L va U_C bir-birlarini to‘la kompensatsiya qiladi. Bu paytda zanjirga berilgan kuchlanish U aktiv qarshilikdagi kuchlanishning pasayuvi U_r ga teng va to‘la zanjir uchun hisoblangan faza siljish burchagi $\varphi = 0$ bo‘ladi. Tebranish konturi manba uchun aktiv yuklama hisoblanadi. Reaktiv kuchlanishlar U_L va U_C ning ta’sir etuvchi qiymatlari umumiy kuchlanish U ning qiymatiga nisbatan katta yoki kichik bo‘lishi tebranish konturining to‘lqin qarshiligi ρ ga bog‘liq:

$$\rho = x_L = x_C = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \Omega.$$

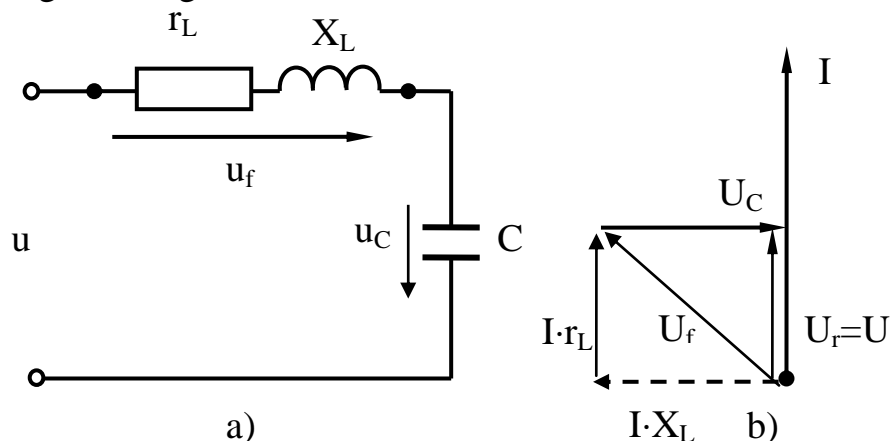
Aniqroq aytganda aktiv qarshilik r ga nisbatan uning necha marta katta yoki kichikligiga bog‘liq. Bu yerda: $Q = \frac{\rho}{r}$ — tebranish konturining aslligi deyiladi. Teskari nisbat

$$d = \frac{r}{\rho} = \frac{1}{Q}$$

esa tebranish konturining so‘nishi deyiladi.

Zanjirda kuchlanishlar rezonansi quyidagi usullar bilan hosil qilinishi mumkin:

1. Zanjirning parametrlari L va C , ya'ni chastota $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ o'zgarmas bo'lganda, manbaning chastotasini bir tekis o'zgartirish bilan $\omega = \omega_0$ tenglik amalga oshiriladi.



5.2-rasm.

2. Manbaning chastotasi ω o'zgarmas bo'lganda, L va C parametrlardan birontasini (yoki ikkalasini bir vaqtda) bir tekis o'zgartirish bilan $\omega_0 = \omega$ tenglikka erishiladi.

Haqiqiy ketma-ket tebranish konturlarida aktiv qarshilik zanjirning ayrim bo'lagi (qismi) bo'lmasdan, balki induktiv g'altakning to'la qarshiligi Z_L ning aktiv tashkil etuvchisi r_4 tarzida kiradi (5.2-rasm, a).

Zanjirda rezonans qaror topganligini rezonans sharti ($x_L = x_C$) bajarilib, tokning maksimumga erishganligidan bilish mumkin, ya'ni:

$I = I_m = \frac{U}{r_4}$, 5.2-rasm, b dagi rezonans rejimi uchun qurilgan vektor

diagrammadan ko'rinadiki, rezonans paytida g'altakdagi kuchlanish U_G kondensatordagi kuchlanish U_C dan birmuncha katta, bu quyidagi ifodadan ham ko'rinib turibdi, ya'ni:

$$U_F = I \cdot Z_L = I \cdot \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

Kuchlanishlar rezonansida zanjirga berilgan kuchlanish nisbatan kichik bo'lsa ham, reaktiv elementlardagi rezonans kuchlanishlari birmuncha ortishi mumkin bo'lgani uchun kuchlanishlar rezonansi deb ataladi. Kuchlanishlar rezonansidan foydali hodisa tarzida radiotexnikada, televideniya va aloqa texnikasida foydalaniladi.

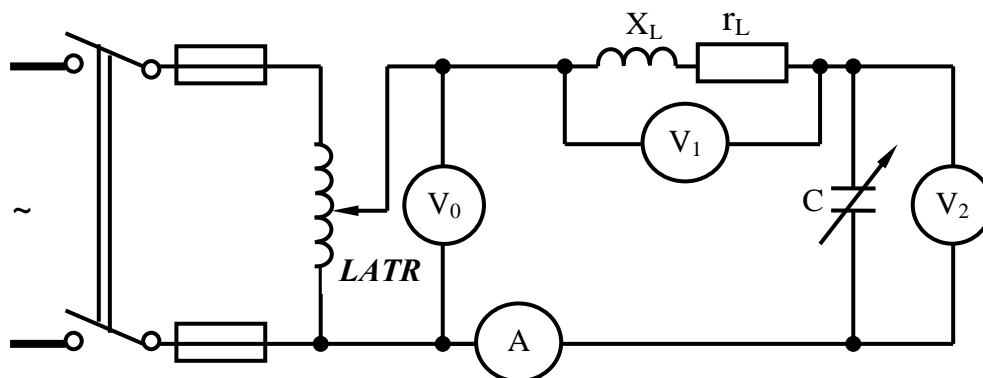
III. Ishni bajarish tartibi

1. Stendda 5.3-rasmdagi elektr sxemani yig'ib, avvaldan avtotransformator (LATR) dastagining holati 0 qo'yiladi.

2. Sxemani elektr tarmog'iga ulab, LATR yordamida berilgan kuchlanishni bir tekis o'zgartirib, uning chiqish tomonida $U=30 \dots 50$ V

kuchlanishni oʻrnatish kerak. Turli nominal qiymatdagi kondensatorlarni ulash yoki ajratish bilan sigʻim C ni rostlab, zanjirda tokning maksimal qiymatiga erishiladi. Sigʻimning C_{rez} ga toʻgʻri kelgan umumiy qiymatini daftarga yozib qoʻying.

3. Kondensatorlarni toʻla ajratib, kuchlanish U ning kondensatorlar qismasidagi kuchlanish U_2 ga teng ekanligiga, shuningdek, tok I va kuchlanish U_1 ning nolga tengligiga ishonch hosil qiling. Bu maʼlumotlarni 5.1-jadvalning birinchi qatoriga yozing. Kondensatorning sigʻimini noldan C_{rez} miqdorgacha pogʻonali oʻzgartirish bilan rezonans nuqtasiga qadar va undan keyin ($C > C_{rez}$ boʻlganda) 5—6 ta tajriba nuqtalarni olib, maʼlumotlarni 5.1-jadvalga yozing.



5.3-rasm.

4. 5.1-jadvaldan konturning rezonansga qadar, rezonans paytiga va undan keyingi ish rejimlariga mos tok va kuchlanishlarning qiymatlarini topib, masshtabda vektor diagramma quring.

5. Oʻlchash natijalari va 4-banddagi geometrik qurishlar boʻyicha qarshiliklarni, faza siljish burchagi φ ni va butun zanjirning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ni hisoblashni bajaring (5.1-jadval).

6. Rezonans rejimi uchun konturning asilligi Q va soʻnish koeffitsienti d ni aniqlang.

7. Umumiy grafikda (masshtab bilan) quyidagi:

$$U_1 = f(C); \quad U_2 = f(C); \quad I = f(C)$$

va $\varphi = f(C)$ bogʻlanishlarning egri chiziqlarini quring.

8. Ish boʻyicha tegishli xulosalarni bering.

5.1-jadval

	Oʻlchashlar					Hisoblashlar								
	C	U	U_1	U_2	I	Z	Z_L	r_L	x_L	x_C	ρ	φ	$\cos\varphi$	ω_0
t/r	mkF	V	V	V	A	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	grad	—	s^{-1}

Nazorat savollari

1. Umuman rezonans deb nimaga aytiladi va xususan elektr zanjirlardagi rezonans nima?
2. Elementlari r , L , C ketma-ket ulangan zanjirda rezonans paydo bo'lishining sharti qanday? Nima uchun bu rezonans kuchlanishlar rezonansi deb ataladi?
3. Kuchlanishlar rezonansini hosil qilishning qanday usullari mavjud va ulardan qaysi biri ushbu ishda qo'llangan?
4. Tebranish konturining to'liq qarshiligi, asillik koeffitsienti va so'nish koeffitsienti nima? Bu kattaliklar rezonansning fizik tabiatiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
5. Agar zanjirga berilgan kuchlanish moduli bo'yicha bir qancha o'zgarsa (ortsa yoki kamaysa), rezonans effekti buziladimi?
6. Kondensatorlarning sig'imi o'zgarsa, butun zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan aktiv quvvati o'zgaradimi? Agar o'zgarsa, qanday miqdorga o'zgaradi?
7. Rezonans paytida kuchlanish U_G yoki (U_1) va U_C yoki (U_2) ning teng bo'lmasligi qanday tushuntiriladi?
8. Nima uchun rezonans paytida zanjirdagi tok maksimal qiymatga ega bo'ladi?
9. Kuchlanishlar rezonansining amaliy ahamiyati qanday? Misollar keltiring.

6– laboratoriya ishi

ISTE'MOLCHILAR YULDUZ SXEMADA ULANGAN UCH FAZALI ELEKTR ZANJIRI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Iste'molchilar yulduz sxemada ulangan uch fazali tok zanjirining turli rejimlardagi ishini tajribada tekshirish:

- a) tekis aktiv yuklama uchun;
- b) notekis aktiv yuklama uchun;
- d) notekis aktiv, induktiv va sig'im yuklamalar uchun.

2. Tok va kuchlanishlarning topografik (vektor) diagrammasini qurishni o'rganish.

3. Faza va liniya kuchlanishlarini o'lchashni o'rganish va ular orasidagi nisbatni tajribada tekshirish.

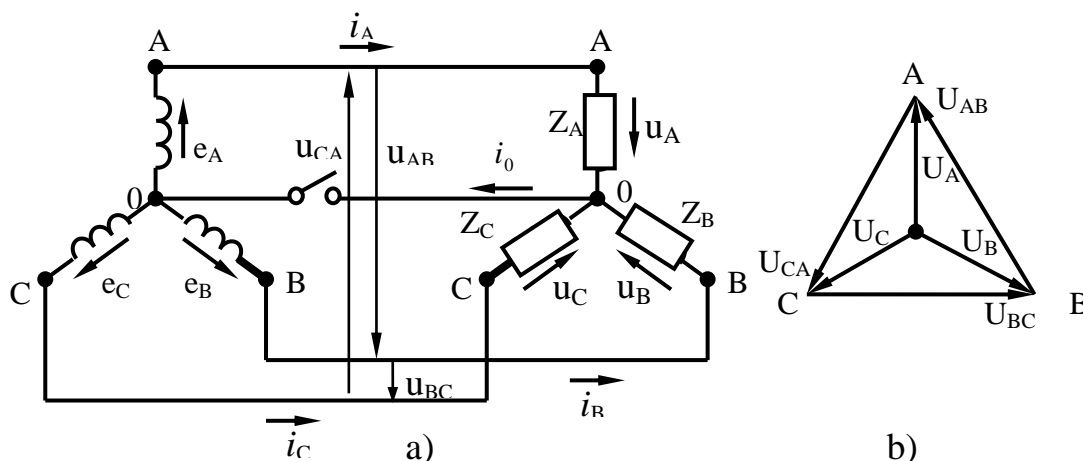
II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirida elektr energiyasining iste'molchilari uch fazali EYUK manbai bilan "yulduz" yoki "uchburchak" sxema bo'yicha ulanadi.

Birlashtiruvchi sim neytral sim deb ataladi.

Uch fazali tok manbaiga iste'molchilarning qanday sxema bo'yicha ulanishi ularning har qaysi fazalarining qarshiliklarini qanday miqdordagi nominal kuchlanishga mo'ljallanganiga bog'liq.

Iste'molchilar "yulduz" sxemada ulanganda Z_A , Z_B , Z_C faza qarshiliklarining bosh uchlari A, B, C manbadan kelayotgan liniya simlariga, oxirgi uchlari esa neytral tugun 0 ga ulanadi. Agar yuklama fazalar bo'yicha nosimmetrik bo'lsa, u holda 0 tuguni uch fazali manbaning xuddi shunday neytral nuqtasi 0 bilan biriktiriladi (6.1-rasm),



6.1-rasm

manba bilan iste'molchilarning 0 va 0 tugunlarini uch fazali manba faza EYUK larining oniy qiymatlari bir-birlaridan fazalari bo'yicha 120° (yoki uchdan bir davrga) siljigan bo'ladi, yani:

$$e_A = E_m \sin \omega t;$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ).$$

Uch faza EYUK larining amplitudalari bir xil bo'lib, ularning tashkil etuvchi qiymatlari E_A , E_B va E_C o'zaro teng, yani $E_A = E_B = E_C = E_f$ bo'ladi.

Agar liniya va neytral simlarining qarshiligi nolga teng bo'lsa, faza qarshiliklarining qismlaridagi oniy kuchlanishlar miqdor jihatidan faza EYUK lari bilan bir xil bo'ladi, ya'ni

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

$$u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$u_C = U_m \sin(\omega t - 240^\circ).$$

Faza kuchlanishi — istagan biron liniya simi bilan neytral sim orasidagi hamda manba yoki iste'molchining bir nomli fazalarining bosh

va oxirgi uchlari orasidagi kuchlanishlar U_A , U_B , U_C yoki U_f deb belgilanadi.

Shuningdek, faza kuchlanishlarining ta'sir etuvchi qiymatlari ham o'zaro teng: $U_A=U_B=U_C=U_f$ va ularning vektorlari simmetrik uch nurli yulduz hosil qiladi (6.1-rasm,b).

Liniya kuchlanishi — istalgan ikkita liniya simi orasidagi yoki istalgan ikkita fazaning (manba yoki iste'molchi) bosh uchlari (A,B,C) orasidagi kuchlanishlardir. Liniya kuchlanishlari $U_{AB}=U_{BC}=U_{CA}$ yoki U_L ko'rinishida belgilanadi. Ular simmetrik yuklamada o'zaro teng bo'lib, faza kuchlanishlaridan $\sqrt{3}$ marta katta, ya'ni:

$$U_{AB}=U_{BC}=U_{CA}=U_l=\sqrt{3}U_f.$$

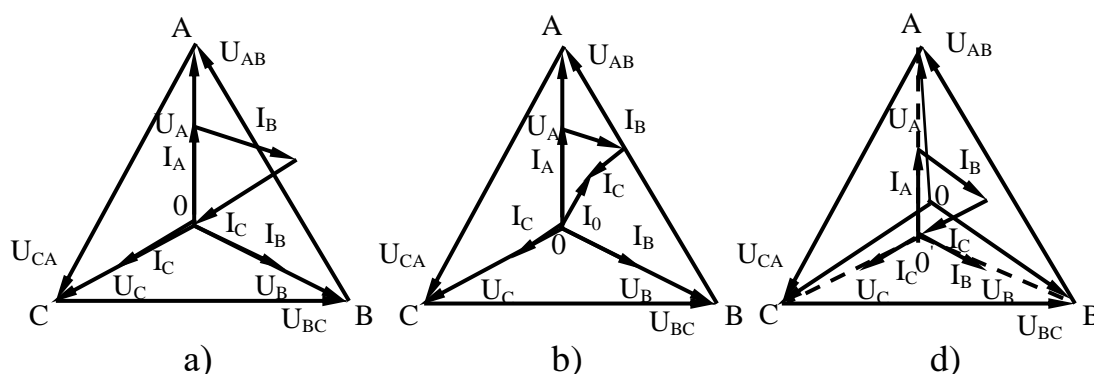
Liniya simlaridan (A-A', B-B', C-C') oqib o'tayotgan toklar liniya toklari deyiladi. Ular I_A , I_B , I_C yoki I_L bilan belgilanadi. Manba va iste'molchining bir nomli fazalaridan oqib o'tayotgan toklar faza toklari deyilib I_A , I_B , I_C yoki I_F bilan belgilanadi. Iste'molchilar yulduz sxemada ulanganda manba bilan iste'molchining bir nomli fazalari ketma-ket ulanganligidan liniya va faza toklari o'zaro teng, ya'ni $I_l=I_f$ bo'ladi. Faza qarshiliklari teng bo'lganda (simmetrik) faza toklarining oniy qiymatlari amplitudalari bo'yicha teng bo'lib, ammo yuklama xarakteriga ko'ra oniy faza EYUK dan (kuchlanishdan) φ burchakka siljigan bo'ladi:

$$i_A=I_m \sin(\omega t \pm \varphi);$$

$$i_B=I_m \sin(\omega t - 120^\circ \pm \varphi);$$

$$i_C=I_m \sin(\omega t - 240^\circ \pm \varphi),$$

va shu toklarning yig'indisiga teng bo'lgan neytral simdagi tok yuklama simmetrik bo'lganda nolga teng bo'ladi (bu yerda: $I_m = \frac{U_m}{Z_f}$).



6.2-rasm

Bu simmetrik aktiv yuklama ($r_A=r_B=r_C=r_F$) rejimi uchun qurilgan tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasidan ham ko'rinib turibdi (6.2-rasm,a). Agar faza qarshiliklari teng bo'lmasa ($r_A \neq r_B \neq r_C$) faza kuchlanishlarining simmetriyasini ($U_A=U_B=U_C=U_f$) saqlash uchun 0 va 0

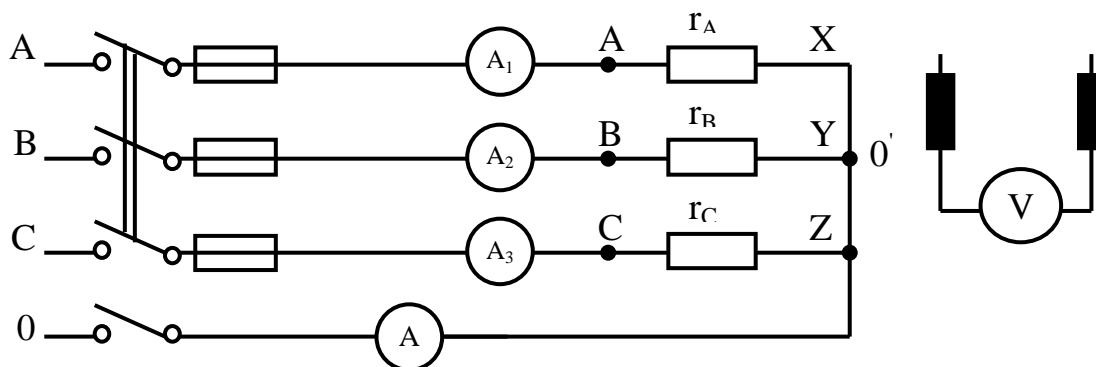
nuqtalar orasida neytral sim ulanadi (6.1-rasm,a). U holda yig'indi tok $i_A + i_B + i_C = i_N \neq 0$ neytral sim bo'ylab oqadi. Bu rejim uchun tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasi 6.2-rasm, b da ko'rsatilgan. Nosimmetrik yuklamada nolinci (neytral) simni ajratish mumkin emas, chunki faza toklari yig'indisining nolga teng bo'lishi faza kuchlanishlarining (U_A, U_B, U_C) qayta taqsimoti hisobiga bo'ladi. Bunda yuklamasi kam fazaning kuchlanishi nominal qiymatidan ortib, yuklamasi katta bo'lgan faza kuchlanishi kamayib ketadi. Bo'layotgan jarayonlar Om va Kirxgofning qonunlariga binoandir (6.2-rasm, d).

IV. Ishni bajarish tartibi

6.3-rasmda ko'rsatilgan simmetrik aktiv yuklamali sxemani yig'ib, zanjirni uch fazali tok tarmog'iga ulang.

1. Faza qarshiliklari R_A, R_B, R_C ni roslash bilan faza ampermetrlari A_1, A_2, A_3 larning bir xil ko'rsatishiga erishish kerak. Simmetrik yuklamada neytral simda tok yo'qligiga ampermetr A_0 yordamida ishonch hosil qiling. So'ngra neytral simni ajratib, uch fazali simmetrik sistemaning normal ishlashiga ishonch hosil qiling. Faza va liniya tok va kuchlanishlarining o'lchash natijalarini jadvalga yozing.

2. Neytral simni qayta ulab, R_A, R_B, R_C faza qarshiliklarining qiymatlarini o'zgartirib, iste'molchining fazalarida notekis yuklama hosil qiling. Neytral simdagi tokning miqdori faza toklarining nosimmetriklik darajasini ko'rsatadi. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.



6.3-rasm

3. Zanjirning parametrlarini 2-punktida aytilganidek qoldirib, neytral simni ajratgandan so'ng, iste'molchining faza toklarini I_A, I_B, I_C va kuchlanishlarini U_A, U_B, U_C hamda neytral simning ajratilgan nuqtalar orasidagi kuchlanishni o'lchang (neytralning siljishi). Faza kuchlanishlari simmetriyasining buzilganligiga va manba bilan iste'molchining 0 va 0' nuqtalari orasida kuchlanish paydo bo'lishiga ishonch hosil qiling. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.

4. Zanjirni manbadan ajratib iste'molchining istalgan ikkita fazasidagi aktiv qarshiliklarni induktivlik va sig'imga almashtirib, neytral

simni qayta ulagandan so'ng R, L, C parametrlarni rostdash bilan faza toklarining qiymat jihatidan taxminiy teng bo'lishiga erishing, ya'ni $I_A = I_B = I_C$ bo'lsin. Yuklama xarakterlari turlicha bo'lsa, faza toklari o'zaro teng bo'lganida ham neytral simda tok bo'lishiga ishonch hosil qiling. O'lchash natijalarini jadvalga yozing.

6.1-jadval

Yuklama turlari	O'lchashlar										Hisoblashlar		
	I_A	I_B	I_C	I_0	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BS}	U_{CA}	$\frac{U_{AB}}{U_A}$	$\frac{U_{BC}}{U_B}$	$\frac{U_{CA}}{U_C}$
	A	A	A	A	V	V	V	V	V	V			
Aktiv Simmetrik													
Aktiv Nosimmetrik													
shunday, nol sim uzilgan													
Aralash (R, L, C), nol sim ulangan													
Aralash (R, L, C), nol sim uzilgan													

5. Zanjirning barcha ish rejimlari uchun masshtabda tok va kuchlanishlarning topografik vektor diagrammasini quring. Tok I_0 ning vektor diagrammadagi va o'lchashdan olingan qiymatlarini solishtiring.

6. Quyidagi savollarga yozma javob bering: 1) neytral simning ahamiyati; 2) uch fazali zanjirning qat'iy va shartli simmetriyasi haqida tushuncha.

Nazorat savollari

1. Uch fazali zanjirlarni birlashtirishning qanday usullari bor va ular qanday hollarda qo'llanadi?
2. Neytral simning ahamiyati qanday?
3. Uch fazali tekis va notekis yuklama nima?
4. Uch fazali tok va kuchlanishlar qanday holda simmetrik sistema tashkil qiladi?

5. Uch fazali sistemada fazalar almashinishi nima va u aralash yuklamada neytral (nolinchi) simdagi tokka qanday ta'sir etadi?
6. Uch fazali simmetrik iste'molchi yulduz sxemadan uchburchak sxemaga qayta ulansa, faza toklari va kuchlanishlari qanday o'zgaradi?
7. Uch fazali zanjirlarning to'rt simli liniyalarida nima uchun neytral simning ko'ndalang kesimi faza simlarinikidan kichik?
8. Uch fazali simmetrik va nosimmetrik iste'molchilarga oid misollar keltiring.

7– laboratoriya ishi

ISTEMOLCHILAR UCHBURCHAK SXEMADA ULANGAN UCH FAZALI TOK ZANJIRI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Iste'molchilar uchburchak sxemada ulangan uch fazali tok zanjirining turli rejimlardagi ishini tajribada tekshirish:

- a) simmetrik aktiv yuklama uchun;
- b) nosimmetrik aktiv yuklama uchun;
- d) ayrim fazalari ajratilgan va biron liniya simi uzilgan holatlari uchun.

2. Faza va liniya toklari orasidagi nisbatni tajribada tekshirish.

3. Tok va kuchlanishlarning vektor diagrammalarini qurish bo'yicha tajriba o'rttirish.

I. Ishga oid nazariy tushunchalar

Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjirida elektr energiyasining iste'molchilarini uch fazali EYUK (kuchlanish) manbai bilan «yulduz» yoki «uchburchak» sxema bo'yicha ulanishi mumkin.

Iste'molchilarning uch fazali tok manbaiga qanday sxema bo'yicha ulanishi, iste'molchi alohida fazasi qarshiligining qanday qiymatdagi nominal kuchlanishga mo'ljallanganiga bog'liq. Uchburchak biriktirilganida faza qarshiliklari Z_{AB} , Z_{BC} , Z_{CA} tegishli A, B va C liniya simlarining oralig'iga ulanadi, ya'ni iste'molchining birinchi fazasi A va B liniya simlari oralig'ida, ikkinchi fazasi B va C liniya simlari oralig'ida va nihoyatda uchinchi fazasi C va A liniya simlari oralig'ida ulangan bo'lishi kerak (7.1-rasm, a).

Uch fazali iste'molchi qarshiliklarining qismlaridagi faza kuchlanishlari uch fazali simmetrik sistemani hosil qiladi (7.1-rasm, b), ya'ni:

$$u_{AB} = U_m \sin \omega t;$$

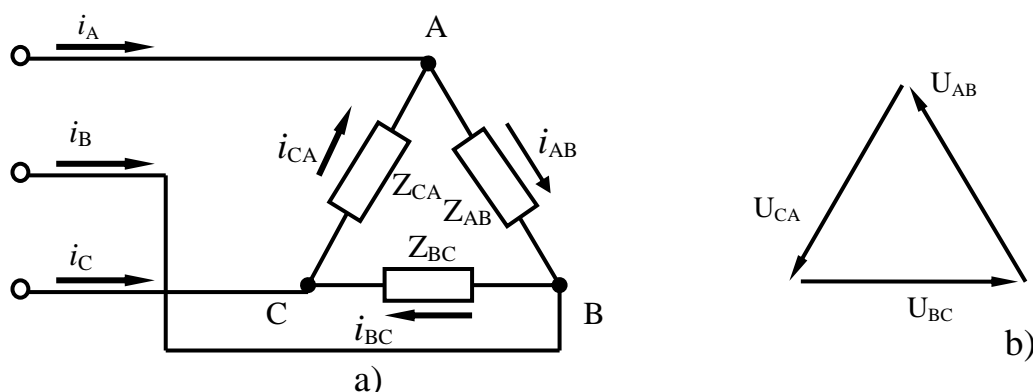
$$u_{BC} = U_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$u_{CA} = U_m \sin(\omega t + 120^\circ).$$

Liniya kuchlanishlarining ta'sir etuvchi qiymatlari uchun quyidagi tengliklarni yozish mumkin:

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_f = U_l \text{ yoki } U_f = U_l,$$

Demak, iste'molchilar uchburchak sxemada ulanganda liniya va faza kuchlanishlari o'zaro teng bo'ladi.



7.1-rasm

Faza toklari I_{AB} , I_{BC} , I_{CA} faqat ayrim faza qarshiliklari (z_{AB} , z_{BC} , z_{CA}) ning xarakteriga va qiymatiga bog'liq bo'lib, liniya simlaridagi toklar I_A , I_B , I_C ga teng emas (8.1-rasm, a). Liniya va faza toklari orasidagi bog'lanish A, B, C tugunlar uchun Kirxgofning birinchi qonuni bo'yicha tuzilgan tenglamalardan aniqlanadi:

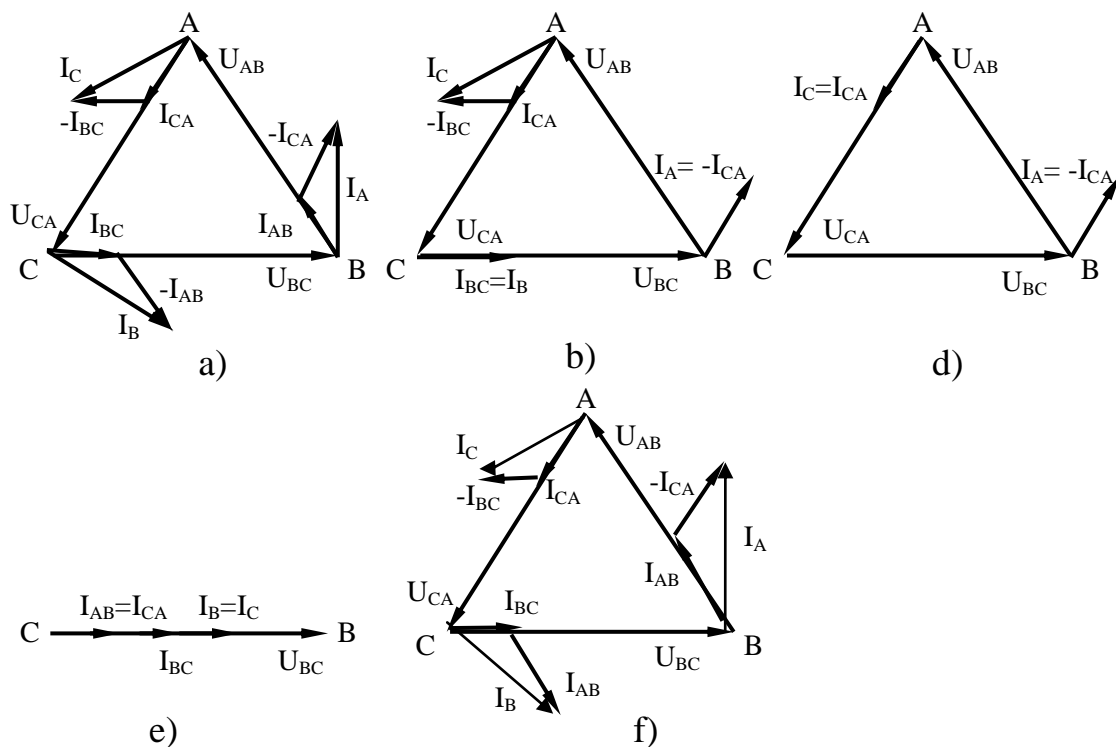
$$\begin{aligned} \bar{I}_A &= \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{CA} \\ \bar{I}_B &= \bar{I}_{BC} - \bar{I}_{AB} \\ \bar{I}_C &= \bar{I}_{CA} - \bar{I}_{BC}. \end{aligned}$$

Ushbu tenglamalar yordamida uch fazali yuklamaning barcha hollari uchun liniya toklarini aniqlash mumkin.

Uch fazali simmetrik yuklamada liniya toklari o'zaro teng bo'lib ($I_A = I_B = I_C$), faza toklari (I_{AB} , I_{BC} , I_{CA}) dan $\sqrt{3}$ marta katta, ya'ni: $I_l = \sqrt{3}I_f$ bo'ladi. Bunda liniya va faza toklari simmetrik sistemani hosil qiladi.

Yuklama nosimmetrik bo'lganda liniya va faza toklari simmetrik sistemani hosil qilmaydi.

Yuklama nosimmetrik bo'lganda liniya va faza toklari orasidagi bu nisbat saqlanmaydi.



7.2-rasm

7.2-rasm, a, b, d, g va f larda uch fazali iste'molchining turli yuklama rejimlari uchun tok va kuchlanishlar vektor diagrammalarining qurilishi ko'rsatilgan:

- a) simmetrik aktiv yuklama uchun (7.2-rasm,a);
- b) iste'molchining bitta fazasi uzilgan, ya'ni: $I_{AB} = 0$ holati uchun (7.2-rasm, b);
- d) iste'molchining ikkita fazasi uzilgan, ya'ni: $I_{AB} = 0, I_{BC} = 0$ holatlar uchun (8.2-rasm, d)
- 2) bitta liniya simi uzilgan, ya'ni $I_A = 0$ holati uchun (7.2-rasm, e);
- d) nosimmetrik aktiv yuklama uchun (7.2-rasm, f).

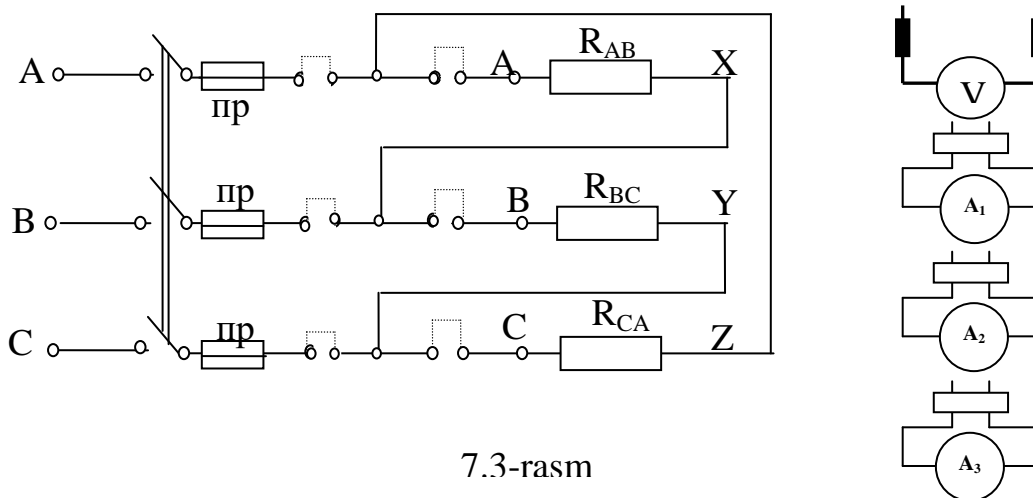
III. Ishni bajarish tartibi

1. 7.2-rasmda ko'rsatilgan simmetrik aktiv yuklamali sxemani yig'ing va zanjirni uch fazali tok manbaiga ulang. Faza qarshiliklarini (R_{AB}, R_{BC} va R_{CA}) rostdash bilan faza toklarining tengligiga ($I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_F$) erishish faza va liniya toklari va kuchlanishlarini o'lchash natijalarini esa 7.1-jadvalga yozing. Liniya tokining faza tokidan $\sqrt{3}$ marta katta bo'lishiga ishonch hosil qiling.

2. Uch fazali iste'molchining fazalaridan bittasini ajratib, o'lchash natijalarini 7.1-jadvalga yozing.

3. Uch fazali iste'molchining fazalaridan ikkitasini ajratib, o'lchash natijalarini 7.1-jadvalga yozing.

4. Simmetrik aktiv yuklamani qayta tiklab, liniya simlaridan bittasini ajrating, liniya, faza toklari va kuchlanishlarining qiymatlarini 7.1-jadvalga yozing.



7.3-rasm

5. Fazalardagi R_{AB} , R_{BC} , R_{CA} qarshiliklarni rostlash bilan faza toklarining ($I_{AB} \neq I_{BC} \neq I_{CA}$) teng bo'lmisligiga erishing (notekis aktiv yuklama) va o'lchash natijalarini 8.1-jadvalga yozing.

6. Jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib, liniya va faza toklari orasidagi nisbatni hisoblang va zanjirning barcha ish holatlari uchun mashtabda tok va kuchlanishlarning (topografik) vektor diagrammasini quring.

7.1-jadval

Yuklama turlari	O'lchashlar									Hisoblashlar		
	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A/I_{AB}	I_B/I_{BC}	I_C/I_{CA}
	A	A	A	A	A	A	B	B	B			
Aktiv simmetrik												
Bitta faza uzilgan												
Ikkita faza uzilgan												
Liniya simi uzilgan												
Aktiv nosimmetrik												

7. Quyidagilarga xulosa chiqaring:
- uch fazali nosimmetrik yuklamaning faza toklarining simmetriyasiga ta'siri to'g'risida;
 - uch fazali zanjirning barcha ish holatlarida liniya va faza toklari orasidagi nisbatlar to'g'risida.

Nazorat savollari

- Tok va kuchlanishlarning simmetrik sistemasi nima?
- Uch fazali yuklamani o'lchash usuli qanday aniqlanadi?
- Nima uchun uch fazali iste'molchi uchburchak sxemada ulanganda faza va liniya kuchlanishlari o'zaro teng bo'lib, toklar esa teng emas?
- Uch fazali simmetrik yuklamaning bitta fazasi uzilganda liniya toklari va kuchlanishlari qanday o'zgaradi?
- Liniya simlaridan bittasi ajratilganda zanjirning ish holati qanday o'zgaradi?
- Qanday holda liniya toklari simmetrik sistemani tashkil qiladi?
- Uch fazali tokning bir fazali tokdan afzalligi nimada?
- Uch fazali simmetrik iste'molchiga misollar keltiring.
- Uch fazali yuklama uchburchak sxema bo'yicha qanday ulanadi?

8 - laboratoriya ishi

UCH FAZALI TOK ZANJIRLARIDAGI QUVVATNI O'LCHASH

I. Ishni bajarishdan maqsad:

- Elektrodinamik sistemali vattmetrlarning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.
- Uch fazali tok zanjirlarida bir fazali va uch fazali vattmetrlar yordamida aktiv va reaktiv quvvatlarni o'lchash usullari bilan tanishish.
- Aktiv quvvatni bitta, ikkita va uchta vattmetr bilan va uch fazali simmetrik sistemaning reaktiv quvvatini bitta vattmetr bilan o'lchash usullarining nazariy asoslari bilan tanishish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Aktiv quvvatni o'lchash asboblari (vattmetrlar)

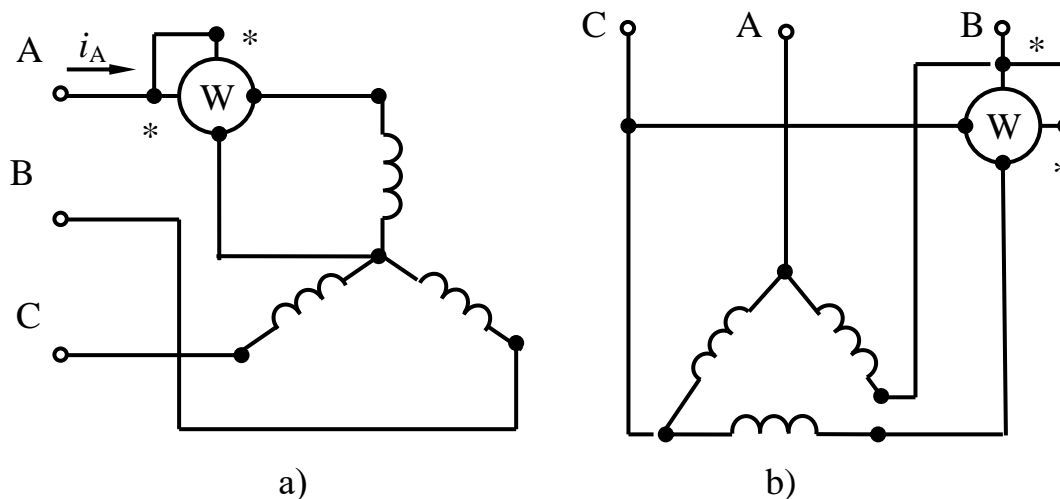
$$UI \cos \varphi = UI \cos(\hat{U}, \hat{I})$$

kattalikni o'lchaydi. Bu yerda: U – vattmetrning kuchlanish chulg'amiga berilgan kuchlanish, V ; I – vattmetrning tok chulg'amidan o'tayotgan tok, A ; φ — kuchlanish bilan tok orasidagi faza siljish burchagi.

Uch fazali simmetrik sistemaning aktiv quvvati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P = 3U_{\Phi} I_{\Phi} \cos \varphi_{\Phi} = \sqrt{3} U_{\text{л}} I_{\text{л}} \cos \varphi_{\Phi},$$

bu yerda: U_1 va I_1 – liniya kuchlanishi va tokining qiymatlari; φ — kuchlanish va tok orasidagi siljish burchagi. Shuning uchun liniya kuchlanishi va tokining qiymatlariga ulangan vattmetr uch fazali zanjirning quvvatini ko‘rsatmaydi.



8.1-rasm

Ammo quvvatning birinchi ifodasi simmetrik sistemada uch fazali zanjirning quvvatini bitta vattmetr bilan o‘lchash imkonini beradi, lekin uning ko‘rsatishini uchga ko‘paytirish kerak. Bunda vattmetr chulg‘amlari tegishlicha faza kuchlanishi va tokiga ulanishi kerak (8.1-rasm). Uch fazali dvigatelning chulg‘amlarini yulduz yoki uchburchak ulaganda uning quvvatini o‘lchash sxemalari 9.1-rasmda ko‘rsatilgan.

Nosimmetrik uch fazali zanjirning quvvatini o‘lchash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$P_{3\Phi} = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C.$$

Bunda quvvatni o‘lchash uchta vattmetr bilan bajarilib, har bir vattmetr iste‘molchining faza kuchlanishlariga va tokiga ulanishi kerak (8.2-rasm, a). Har bir vattmetr ko‘rsatishini o‘z fazasining quvvati bo‘yicha aniq fizik ma‘nosi bor.

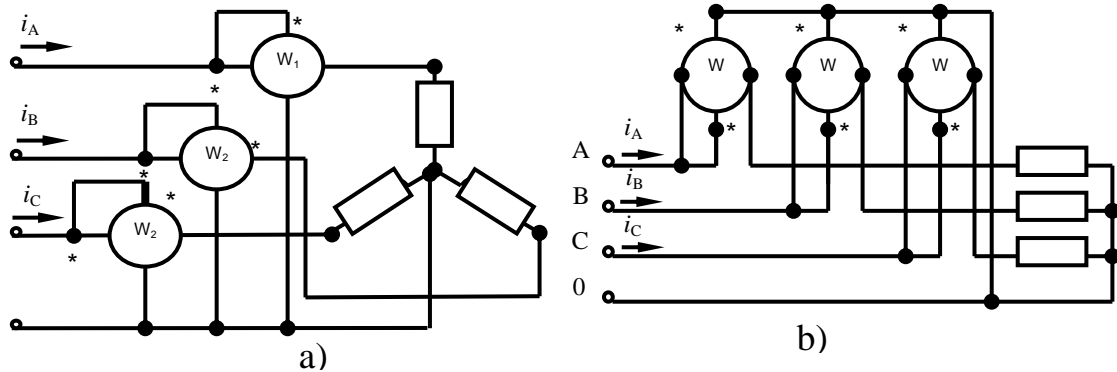
Odatda, to‘rt simli uch fazali zanjirning quvvatini o‘lchash uchun uch elementli vattmetrdan foydalaniladi. Bunday vattmetrda uchta qo‘zg‘almas, uchta harakatlanuvchi chulg‘am bo‘lib, ulardan o‘tgan tokning o‘zaro ta‘siridan hosil bo‘lgan aylantiruvchi momentlar umumiy o‘qqa mahkamlangan harakatlanuvchi chulg‘amlarga ta‘sir etadi (8.2-rasm, b). Fazalar bo‘yicha quvvatlarni jamlash avtomatik tarzda bajariladi.

Uch simli uch fazali zanjirdagi simmetrik va nosimmetrik iste‘molchilar quvvati ikkita vattmetr yoki ikki elementli vattmetr yordamida o‘lchanadi. Bu usul uch simli uch fazali zanjirning ikki hadli quvvat ifodasiga asoslangan. Uch fazali zanjirning oniy quvvati

$$p = u_A \cdot i_A + u_B \cdot i_B + u_C \cdot i_C.$$

Uch simli uch fazali sistemada $i_A + i_B + i_C = 0$, bundan $i_C = -(i_A + i_B)$. U holda uch fazali zanjirning oniy quvvat formulasi:

$$P = u_A \cdot i_A + u_B \cdot i_B - u_C \cdot i_A - u_C \cdot i_B = i_A (u_A - u_C) + i_B (u_B - u_C) = i_A \cdot u_{AC} + i_B \cdot u_{BC} = P_1 + P_2$$



8.2-rasm

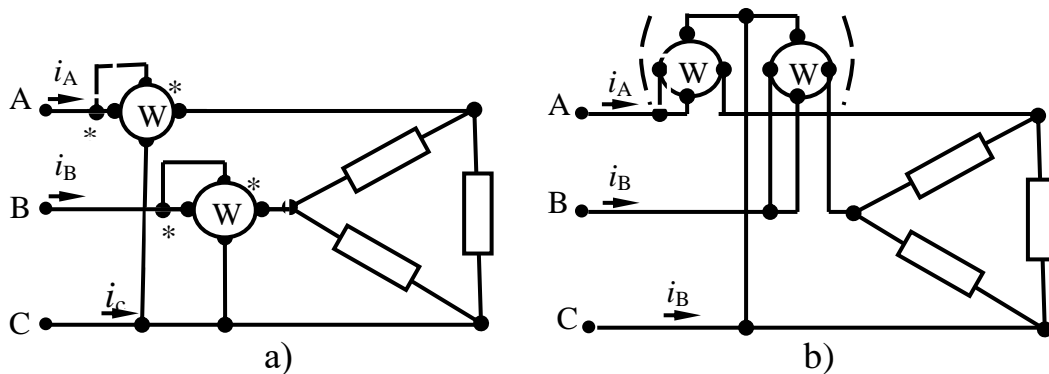
Elektr o'lchov asbob aylantiruvchi momentining o'rtacha qiymatiga proporsional bo'lgan harakatlantiruvchi qismining burilish burchagi, uch fazali zanjirning o'rtacha yoki aktiv quvvatiga proporsionaldir:

$$P_{3f} = I_A U_{AC} \cos(I_A U_{AC}) + I_B U_{BC} \cos(I_B U_{BC}) = P_1 + P_2.$$

Qo'shiluvchilarning har biri W_1 va W_2 vattmetrlarning o'lchash miqdorlarini bildiradi.

Agar ikkita vattmetrni zanjirga 8.3-rasm, a da ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulasak, ular ko'rsatishlarining yig'indisi uch fazali zanjirning aktiv quvvatini ifodalaydi. Vektor diagrammalardan foydalanilganda shunga e'tibor berish kerakki, burchak φ_1 I_A bilan kuchlanish U_{AC} orasidagi burchakdir, ya'ni U_{CA} ning teskarisi U_{AC} ni olish kerak.

Uch fazali zanjirlarning quvvatini o'lchash uchun sanoatda ikki elementli vattmetrlar (8.3-rasm, b) ishlab chiqarilmoqda. Vattmetrning ikkala tok chulg'amlari rasmda ko'rsatilgandek faqat A va B liniya simlariga ulanmasdan, balki ixtiyoriy ikkita boshqa liniya simlariga ham ulanishi mumkin.



8.3-rasm

Bunda kuchlanish chulgʻamlarining generator boʻlmagan oddiy qismlari (uchlari) vattmetrning tok chulgʻamlariga ulanmay boʻsh qolgan uchinchi liniya simiga ulanishi kerak.

Vattmetrlar birontasining strelkasi teskari tomonga ogʻsa, uning kuchlanish chulgʻaming uchlarini (qismlarini) almashtirish lozim, vattmetrning koʻrsatishini esa manfiy deb olish kerak. (Bu $\cos\varphi < 0,5$; $\varphi > 60^\circ$ da sodir boʻladi). Ikki elementli vattmetrda qoʻshish va ayirish avtomatik ravishda bajariladi.

Reaktiv quvvatni oʻlchash:

Simmetrik yuklamali zanjirlarda ikki vattmetr usuli bilan reaktiv quvvat aniqlanadi. Simmetrik yuklamada

$$(I_A; U_{AC}) = \varphi - 30^\circ, \quad (I_B; U_{BC}) = \varphi + 30^\circ.$$

U holda: $P - P_2 = UI \cos(\varphi - 30^\circ) - UI \cos(\varphi + 30^\circ) = UI \sin \varphi = \frac{Q}{\sqrt{3}}$,

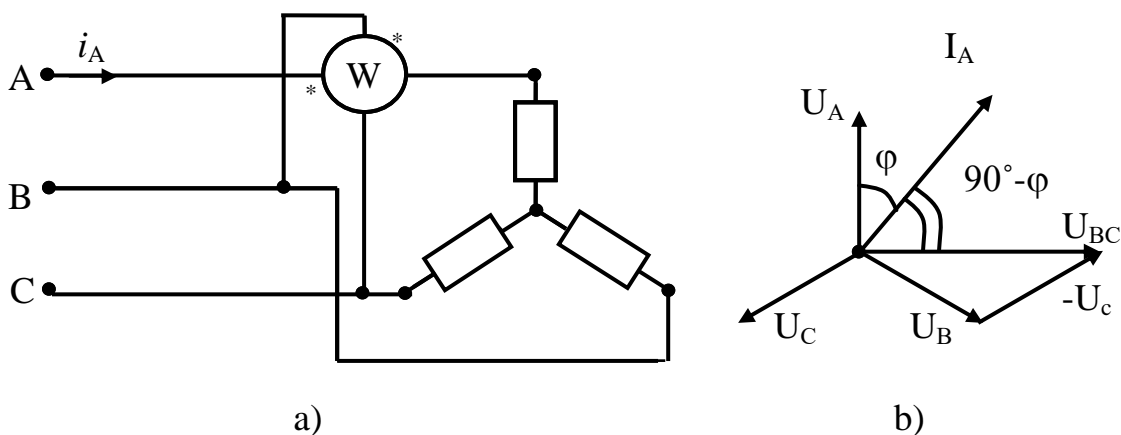
bundan: $Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$.

Uch fazali simmetrik yuklamada reaktiv quvvat bitta vattmetr bilan ham oʻlchanishi mumkin. Bunda vattmetrning kuchlanish chulgʻami tokli chulgʻamga ulanmay, boʻsh qolgan ikkita liniya (faza) simlariga ulanadi (8.4-rasm, a).

Vattmetrning koʻrsatishi:

$$W = U_{BC} I_A \cos(U_{BC} I_A) = UI \sin \varphi = \frac{Q}{\sqrt{3}},$$

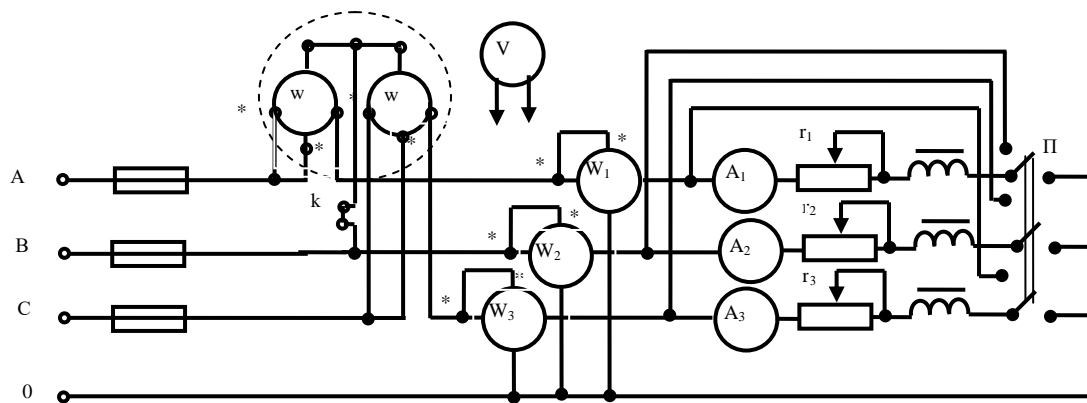
Bundan: $Q = \sqrt{3} \cdot W$.



8.4-rasm

III. Ishni bajarish tartibi

1. Stendda 8.5-rasmda koʻrsatilgan elektr sxema yigʻiladi. Qayta ulagich «P» ning oʻng tomonga oʻtkazilgan holati aktiv-induktiv yuklamaning yulduz sxemada ulanganligiga toʻgʻri keladi. Vattmetrlar W_1 , W_2 va W_3 8.1-rasmdagi sxemaga binoan ulanadi.



8.5-rasm

2. Ampermetrlarning ko'rsatishi bo'yicha reostatlar r_1, r_2, r_3 yordamida simmetrik yuklama hosil qilinadi. Uchala vattmetr ko'rsatishlarining bir xil ekanligiga ishonch hosil qilish kerak. Ikki elementli vattmetr ko'rsatishini yig'indi $R_1+R_2+R_3$ bilan solishtiriladi (simmetrik yulduzda zanjirni uch simli deb hisoblash mumkin, chunki neytral simdagi tok nolga teng).

3. Qayta ulagich «P» ni chap tomonga o'tkazish bilan aktiv-induktiv yuklama uchburchak sxemada ulanadi. Uchburchak sxemada ulangan avvalgi simmetrik yuklama uchun o'lchashlarni bajarish kerak. Yuklama yulduz va uchburchak ulanganda ikki elementli vattmetrning ko'rsatishlari solishtiriladi.

4. Qayta ulagich «P» yordamida yulduz ulash tiklanadi. Ikki elementli vattmetrdagi kalit K ajratiladi. O'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha nosimmetrik yuklama hosil qilib, o'lchashlar bajariladi. 2, 3, 4-bandlardagi o'lchash natijalari 8.1-jadvalga yoziladi.

Simmetrik yulduz uchun «hisoblash» grafasida

$$P_{3f} = 3P_f$$

nosimmetrik yulduz uchun $P_{3f} = P_A + P_B + P_C$;

$$\cos \varphi = \frac{P_f}{U_f I_f}; \quad Q_f = U_f I_f \sin \varphi$$

5. Stend elektr tarmog'idan ajratiladi.

8.3-rasm, a ga binoan uch simli zanjirda ikki vattmetr sxemasi yig'iladi. Qayta ulagich «P» chap tomonga o'tkazilib, uchburchak sxemaga moslanadi.

6. Stendni uch fazali tarmoqqa ulab, simmetrik va nosimmetrik yuklamalar uchun o'lchashlar bajariladi. Natijalar 8.2-jadvalga yoziladi. Vattmetrning ko'rsatishlari taqqoslanadi.

8.1-jadval

Faza	O'lchashlar				Hisoblashlar			
	P_f	P_{3f}	U_f	I_f	P_{3f}	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	Q
	V_t	V_t	V	A	V_t			VAr
Simmetrik yulduz								
A								
B								
C								
Jami								
Nosimmetrik yulduz								
A								
B								
C								
Jami								

7. Stendni tarmoqdan ajratib, 8.4-rasmga binoan, uch simli uch fazali simmetrik yuklamaning reaktiv quvvatini o'lchash uchun bitta vattmetr sxemasi yig'iladi.

Stendni tarmoqqa ulab, yuklamani avvalgi tajribadagidek simmetrik olinadi.

8.2-jadval

Yuk-lama	O'lchashlar						Hisoblashlar		
	I_1	I_2	I_3	P_1	P_2	P_{3f}	$P_{3f}=P_1+P_2$	$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$	$Q = \sqrt{3}P_1$
Simmetrik									
Nosimmetrik									
Reaktiv quvvat bitta vattmetr bilan									

O'lchash natijalari 8.2-jadvalga yoziladi. Tajribadan olingan ma'lumotlar quyidagi ifodalar bo'yicha hisoblanganlar bilan solishtiriladi:

$$Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2) \text{ va } Q = \sqrt{3}P_1.$$

Nazorat savollari

1. Bir fazali va uch fazali elektrodinamik sistemadagi vattmetrlarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Ular zanjirga qanday ulanadi?
2. O'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan vattmetrlar qanday kattalikni ko'rsatadi?
3. Uch simli uch fazali zanjirning aktiv quvvatini o'lchash uchun nechta bir fazali vattmetr bilan cheklanish mumkin?
4. Simmetrik yuklamada yulduz va uchburchak sxemalar uchun uch fazali zanjirning quvvat ifodasi umumiy ko'rinishga ega. 2 va 3-bandlardagi tajribalarda nima uchun faza qarshiliklari qiymat jihatidan o'zgarish bo'lsa ham ularni yulduzdan uchburchakka o'tkazganda tajriba natijalarining o'zgarishini tushuntirib bering.
5. Ikkita vattmetrning ko'rsatishi bo'yicha reaktiv quvvatni qanday aniqlash mumkin?
6. Ikkita vattmetr yordamida uch fazali zanjirning aktiv quvvatini o'lchashning turlicha ulanish sxemalarini ko'rsating.

9 – laboratoriya ishi

NOCHIZIQLI ELEMENTLARI BO'LGAN ELEKTR ZANJIRLARI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Nochiziq elementli elektr zanjirlarning nochiziqlik xususiyatlari va belgilari bilan tanishish.
2. Nochiziq elementlarning voltamper xarakteristikalarini olishni va nochiziq elementli zanjirlardagi turg'unlashgan rejimlarni hisoblashni o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Bitta bo'lsa ham nochiziq elementi bo'lgan elektr zanjiri nochiziq deb ataladi. Nochiziq deyilganda, kuchlanish va tok o'zgarishi bilan, parametrlari (qarshilik – r , induktivlik – L , sig'im – C) o'zgarib qoladigan zanjir elementi (rezistor, induktiv g'altak yoki kondensator) tushuniladi. Shuning uchun ham chiziqli parametrlardan farqli ravishda nochiziqli parametrlar tegishli o'zgaruvchan elektromagnit kattaliklarning funksiyalari (masalan: $r(u)$, $L(i)$, $C(u)$) va shu tarzida yoziladi).

Zanjir nochiziqli elementining nochiziqlik xarakteristikasi elementning fizik xususiyatlariga va elektromagnit muhitning xarakteriga bog'liq. Masalan, po'lat (ferromagnit o'zakli induktiv g'altakni o'zgarish tokka ulagandagi voltamper xarakteristikasi chiziqli (9.1-rasmdagi, a to'g'ri chiziq) bo'lsa, o'zgaruvchan tok zanjiriga ulagandagi xarakteristikasi namoyon bo'lgan nochiziqlidir (9.1-rasmdagi d egri

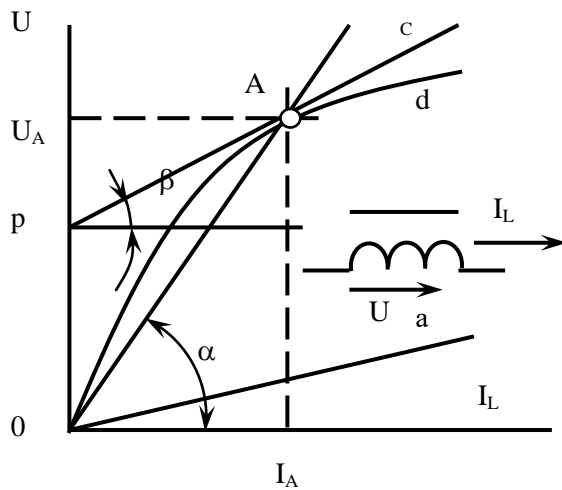
chiziq). Shunga o'xshash yarim o'tkazgichli diod ham o'zining qismlaridagi o'zgarmas kuchlanishning ulanishiga ko'ra xarakteristikasi turlicha bo'ladi (9.2-rasmdagi a va b to'g'ri chiziq). Nochiziqli elementlarning parametrlari (qarshilik, induktivlik va sig'im) chiziqli elementlardan farqli ravishda statik

$$r_{cm} = \frac{U}{I}; \quad L_{cm} = \frac{\psi}{I}; \quad C_{cm} = \frac{Q}{U}$$

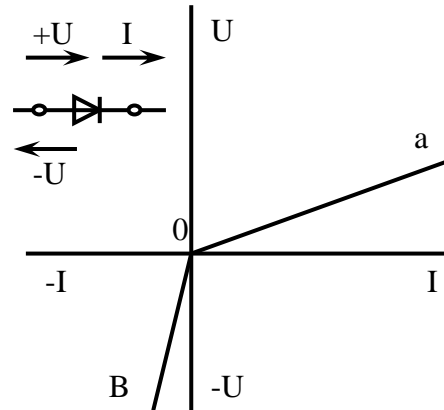
yoki dinamik

$$r_{din} = \frac{\partial u}{\partial i}; \quad L_{din} = \frac{\partial \psi}{\partial i}; \quad C_{din} = \frac{\partial q}{\partial u}$$

bo'lishi mumkin.



9.1-rasm



9.2-rasm

Masalan, ferromagnit o'zakli induktiv g'altakning xarakteristikasi A nuqtasidagi (9.1-rasmdagi d egri chiziq) statik induktiv qarshiligi

$$x_{L(A)} = \frac{U_A}{I_A} = \operatorname{tg} \alpha,$$

ya'ni, koordinata markazi 0 dan chiqib, A nuqtadan o'tgan to'g'ri chiziq OA qiyaligining α burchak tangensiga teng. Dinamik induktiv qarshiligi esa

$$x_{dn(A)} = \frac{\partial u}{\partial i} = \operatorname{tg} \beta,$$

ya'ni egri chiziq d ga oid A nuqtadagi PC urinmaning qiyaligini tashkil etgan β burchak tangensiga teng.

Nochiziqli elementlar aloqa texnikasida, avtomatika, elektronika, hisoblash texnikasi va texnikaning boshqa sohalarida keng qo'llanmoqda (masalan: o'zgaruvchan tokning chastota va fazalarini o'zgartirish,

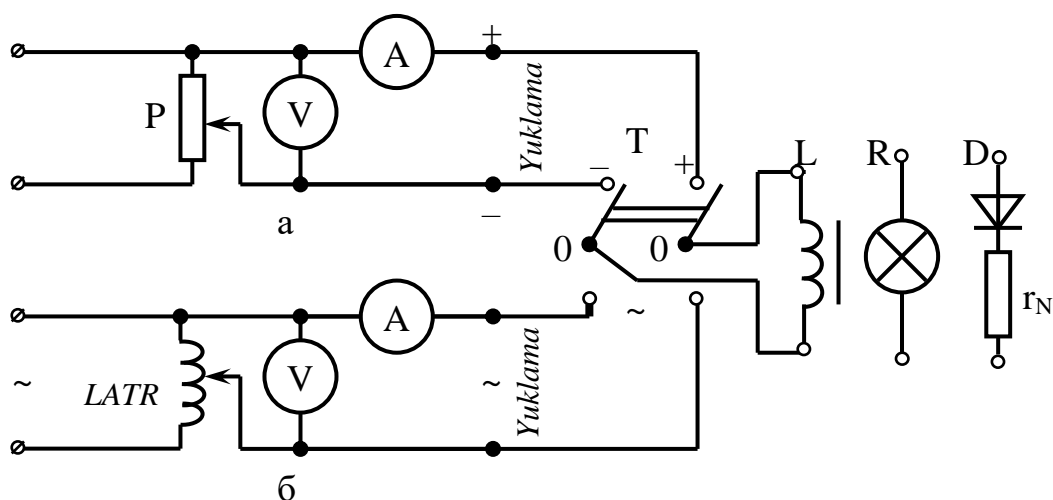
kuchlanish va tokni stabillash, to'g'rilash va invertorlash signallarni parametrik usul bilan vujudga keltirish va h.k.).

III. Ishni bajarish tartibi

1. 9.3-rasm, a dagi sxemani elektr manbaiga ulab, potensiometr P ning dastagi holatini o'zgartiring va voltmetr ko'rsatishining noldan maksimumgacha o'zgarishiga ishonch hosil qiling. Voltmetrning ko'rsatishi bo'yicha potensiometr yordamida zanjirga berilayotgan kuchlanishni nolga tenglashtirib, induktiv g'altakni o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulang. Buning uchun tumbler T (+ -) holatiga o'tkaziladi. Endi kuchlanishni (o'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha) biron qiymatdan boshlab o'zgartirib g'altakning o'zgarmas tokdagi volt-amper xarakteristikasi $U - (I-)$ ni olib, o'lchash natijalarini 9.1-jadvalga kiritish kerak. Zanjir manbadan ajratilib, tumbler O holatga o'tkaziladi.

2. 9.3-rasm, b dagi sxemani elektr tarmog'iga ulab, avtotransformator (LATR) dastagini aylantirganda voltmetrning ko'rsatishi noldan biron maksimumgacha o'zgarishiga ishonch hosil qiling. Yana voltmetr ko'rsatishi bo'yicha LATR yordamida zanjirga berilayotgan kuchlanishni nolga tenglashtirib, induktiv g'altakni o'zgaruvchan kuchlanish manbaiga ulang. Buning uchun tumbler T («~») holatiga o'tkaziladi. Endi kuchlanishni (o'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha) noldan biron qiymatgacha o'zgartirib, g'altakning o'zgaruvchan tokdagi v.a.x. $U_b(I_b)$ ni olib, o'lchash natijalarini 9.1-jadvalga yozing. Zanjirni manbadan ajratib, tumblerni O holatiga o'tkazing.

3. 9.3-rasm, b dagi sxemani 2-bandda aytilgandek, o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulang. So'ngra tumbler T yordamida lampani o'zgaruvchan kuchlanish manbaiga ulang. Kuchlanishni noldan maksimumgacha o'zgartirib, bu turdagi yuklamaning v.a.x. ni oling va o'lchash natijalarini 9.1-jadvalga yozing. Zanjirni manbadan ajratib, tumbler T ni O holatga qaytaring.



9.3-rasm

4. 9.3-rasm, a dagi sxemani 1-bandda aytilgandek o'zgarmas tok tarmog'iga ulaymiz. So'ngra tumbler T yordamida potensiometr P orqali yuklama va diod D ga o'zgarmas kuchlanishni to'g'ri qutblik tartibida ulaymiz. Zanjirga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirish bilan mazkur yuklamaning v.a.x. ni oling va o'lchash natijalarini 9.1-jadvalga kiriting. Endi bu yuklamaga berilgan kuchlanishni teskari qutblikda ulang va aytilgan o'lchashlarni takroran bajaring. Zanjirni manbadan ajratib, tumbler T ni O holatga o'tkazish kerak.

Eslatma. Sxemada ko'rsatilgan cho'g'lanma lampa o'rniga nochiziqli rezistor sifatida baretter, stabilitron va boshqa asboblardan foydalanish mumkin.

5. 1 va 2-bandlarda olingan o'lchash natijalari bo'yicha ma'lum masshtabda v.a.x.

$$U_{-} = f(I_{-}) \text{ va } U_{\sim} = f(I_{\sim})$$

lar qurilsin. Egri chiziq $U_{\sim} = f(I_{\sim})$ ning ixtiyoriy N nuqtasi uchun g'altakning statik va dinamik qarshiliklari hisoblansin. Aytilgan hisoblashlarni volt-amper xarakteristikasining boshqa N nuqtasi uchun ham bajarib, yangi hisoblangan miqdorlarning avvalgisidan farq qilishiga ishonch hosil qiling.

9.1-jadval

t/r	Nochiziqli induktiv g'altak				Nochiziqli rezistor (lampa)		Diodli yuklama			
							To'g'ri qutbda ulash		Teskari qutbda ulash	
	U_{-}	I	U_{\sim}	I_{\sim}	U_{\sim}	I_{\sim}	U_{-}	I	U_{-}	I
	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

6. 3-bandda olingan o'lchash natijalari bo'yicha cho'g'lanma lampaning volt-amper xarakteristikasi $U_{\sim} = f(I_{\sim})$ qurilsin. Bu egri chiziqning ikki nuqtasi (tegishli lampaning kuchsiz va kuchli qizigan paytlari) uchun asbobning qarshiligi hisoblansin. Lampa spiraling qizishi orta borgan sari uning qarshiligini ham ortishiga ishonch hosil qiling.

7. 4-bandda olingan o'lchashlar natijalari bo'yicha bitta koordinatalar sistemasida diodli yuklamaning manbaga to'g'ri va teskari qutblikda ulangan rejimlari uchun v.a.x. $U_b = f(I_b)$ qurilsin.

Diodning manbaga to'g'ri va teskari qutbliklarda ulagandagi qarshiliklarini (bittadan qiymatlarini) hisoblab, uning teskari qutblikda ulagandagi qarshiligini to'g'ri qutblikda ulagandagi qarshiligidan katta ekanligiga ishonch hosil qiling. Yuklama R_n ning qarshiligi ma'lum bo'lsa, u stendda ko'rsatilgan.

8. Ish bo'yicha xulosa chiqaring:

a) po'lat o'zakli induktiv g'altak qarshiligining undan o'tayotgan tokning turiga bog'liqligi to'g'risida;

b) cho'g'lanma lampa spiralining qizish darajasi ortgan sari uning qarshiligi ortishi to'g'risida;

v) diodning xarakteristikasiga amaliy baho berib, undan foydalanish mumkin bo'lgan variantlarini ko'rsating.

Nazorat savollari

1. Qanday elektr zanjirlar nochiziqli zanjir deb ataladi?
2. Po'lat o'zakli induktiv g'altak volt-amper xarakteristikasini o'zgaruvchan tokda nochiziqli bo'lishini tushuntirib bering.
3. Cho'g'lanma lampa v.a.x. sini nochiziqiligi qanday faktorlar bilan aniqlanadi?
4. Diod zanjiri volt-amper xarakteristikasining nosimmetrikligi qanday tushuntiriladi?
5. Nochiziqli elementlarning qo'llanish sohalari va funksional imkoniyatlari haqida aytib bering.

10 - laboratoriya ishi

FERROREZONANSLI KUCHLANISH STABILIZATORI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Elektr miqdorlarni (masalan, kuchlanish va toklarni) stabillashning parametrik prinsiplari va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan oddiy elektromagnitli kuchlanish stabilizatorlarining tuzilishi bilan tanishish.

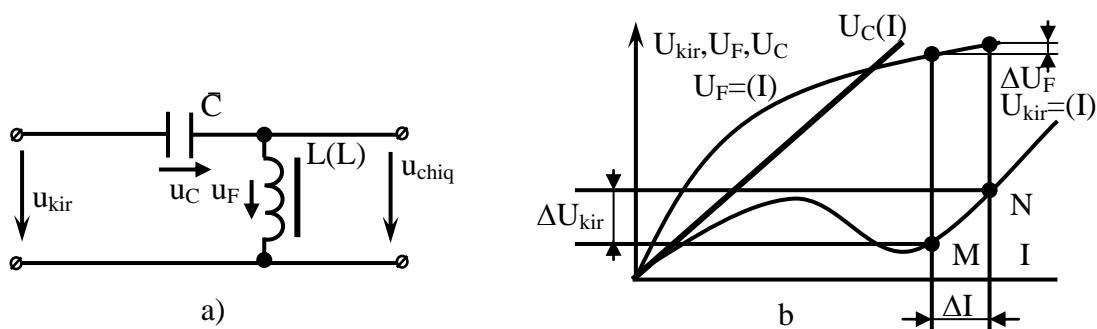
2. Stabilizatorlarning asosiy ish xarakteristikalarini olib, uning ayrim elementlarining stabillash sifatiga ta'sirini aniqlash.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Zamonaviy elektr va radiotexnik qurilmalarning pishiqligi, tejamliligi va uzoq muddat ishlay olishi ko'p jihatdan ularga berilayotgan kuchlanishning stabilligiga bog'liq. Masalan, katta quvvatli

radiolampalarni qizdirishga beriladigan kuchlanishning qiymati 1% ga ortsa, ularning xizmat muddati 15% ga, oddiy cho‘g‘lanma lampaga beriladigan kuchlanish 10% dan ziyodroq orttirilsa, xizmat muddati 4 marta kamayadi. Kuchlanishning past bo‘lishi ham nomaqbul bo‘lib, qurilma normal ish rejimining buzilishiga sabab bo‘ladi.

Shu tufayli kam quvvatli manbalardan foydalanilganda, shuningdek, tarmoqqa katta quvvat ulanganda, iste‘molchini stabil kuchlanish bilan ta‘minlash maqsadida manba bilan iste‘molchining o‘rtasiga ulanadigan kuchlanish stabilizatorlaridan foydalaniladi. Kuchlanish stabilizatorlarining quvvati vattning kichik ulushlaridan to yuzlab kilovattgacha bo‘lib, stabillash aniqligi mingdan birgacha boradi. Masalan, zamonaviy elektr o‘lchov asboblarning ayrim qismlarini stabil kuchlanish bilan ta‘minlash uchun kuchlanishning stabillash aniqligi o‘lchov asboblarning aniqlik sinfidan bir xona yuqori bo‘lishi kerak.



10.1-rasm

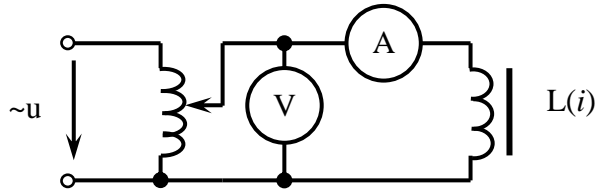
Kuchlanishni stabillashga asosan parametrik va kompensatsiyalash usuli bilan erishiladi. Parametrik stabilizatorning ishlash prinsipi chiziqli va nochiziqli elementlarning ulanish sxemalarini tanlashdan va ularning xarakteristikalaridan foydalanishdan iborat. Bu elementlar parametrlar o‘zgarishlarining manba kuchlanishiga bog‘liqligi shundayki, bunda stabilizatorning chiqish tomonidagi kuchlanishning o‘zgarishi, uning kirish tomonidagi kuchlanishning o‘zgarishidan birmuncha kichik bo‘ladi.

Endi parametrik stabillash prinsipini oddiy elektromagnitli (ferrezonansli) kuchlanish stabilizatori misolida ko‘rib chiqaylik. Bunday zanjir ketma-ket ulangan kondensator C va nochiziqli induktivlik L dan iborat (10.1-rasm, a). Zanjirning volt-ampere xarakteristikasidan ko‘rinadiki (10.1-rasm, b) M va N nuqtalar orasidagi ish hududida stabilizatorning kirish tomonidagi kuchlanish va tokning bir qancha o‘zgarishiga nochiziqli induktivlikdagi kuchlanishning ozgina o‘zgarishi to‘g‘ri kelyapti. Bu g‘altak o‘zagining magnit to‘yinishi bo‘lib, kuchlanishni stabillash effektini ta‘minlaydi.

Kuchlanish stabilizatorining ishini xarakterlovchi asosiy ko‘rsatkich uning kuchlanishi bo‘yicha stabillash koeffitsientidir:

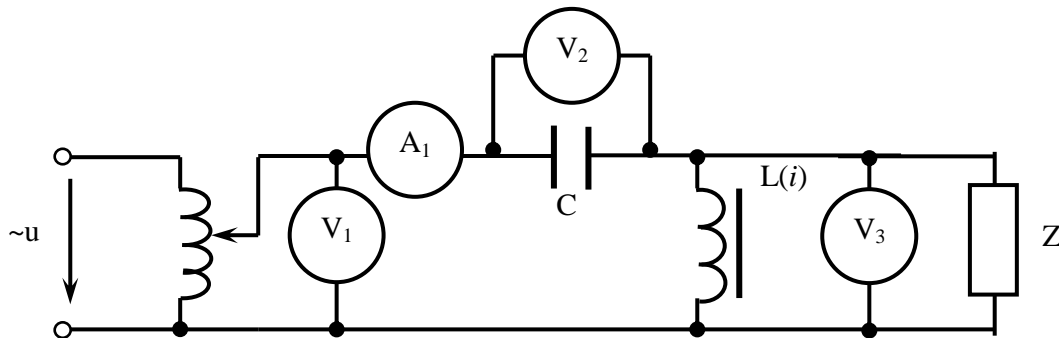
$$K_U = \frac{\Delta U_{kir}}{U_{kir}} : \frac{\Delta U_{chiq}}{U_{chiq}}$$

Bu koeffitsient stabilizatorning kirish tomonidagi kuchlanishning o'zgarishi uning chiqish tomonidagi kuchlanishning o'zgarishidan necha marta kattaligini ko'rsatadi.



10.2-rasm

Oddiy ferrezonansli kuchlanish stabilizatori (FKS) da K_U 5 ...10 bo'lib, konstruksiyasi murakkab FKS larda bir necha o'nlarni tashkil etadi.



10.3-rasm

FKS ning afzalligiga birinchi navbatda uning ishlatishga qulayligi, puxtaligi, konstruksiyasining oddiyligi va arzonligini ko'rsatish mumkin. Bulardan tashqari, asosiy element tarzida to'yingan va to'yinmagan transformatorlarning qo'llanilishi, stabilizatorning chiqish tomonidagi kuchlanishni, stabilizatorning o'zida hech qanday qo'shimcha material sarf qilmay va stabillash sifatini buzmay, istagan miqdorda o'zgartirish mumkin.

III. Ishni bajarish tartibi

1. FKS ning asosiy elementlari va o'lchash asboblari bilan tanishish.
2. 10.2-rasmdagi sxemani yig'ib, avtotransformator yordamida zanjirga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirib, 5—6 ta ixtiyoriy nuqtalar uchun tok va kuchlanishlarning qiymatlarini o'lchab, ularni 10.1-jadvalga yoziladi. Tajribadan olingan ma'lumotlar bo'yicha nochiziqli induktivlikning volt-amper xarakteristikasi quriladi.
3. 10.3-rasmdagi sxemani yig'ib, avtotransformator yordamida zanjirga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirib, 5—6 ta ixtiyoriy nuqtalar

uchun tok va kuchlanishlarning qiymatlarini o‘lchab, ular 10.2-jadvalga yoziladi. Tajribadan olingan ma’lumotlar bo‘yicha ketma-ket zanjirning volt-amper xarakteristikasi quriladi. Induktiv element L(i) da kuchlanishni stabillash effektiga erishish kerak. FKS ning kirish va chiqish xarakteristikasi quriladi, ya’ni:

$$U_{chiq} = f(U_{kir}) \quad \text{yoki} \quad U_3 = f(U_1).$$

FKS ning iz hududi va stabillash koeffitsienti aniqlanadi.

10.1-jadval

U, V						
I, A						

10.2-jadval

U ₁ , V						
I ₁ , A						
U ₂ , V						
U ₃ , V						

10.3-jadval

U _{kir} , V						
U _{chiq} , V						

4. Muntazam ishlab chiqarilayotgan FKS ning kirish va chiqish tomonidagi volt-amper xarakteristikalarini olib, uning ish hududi va stabillash koeffitsienti aniqlanadi. O‘lchash natijalarini 10.3-rasmda ko‘rilgan FKSning xarakteristikasi bilan taqqoslanadi.

Nazorat savollari

1. Qanday hollarda kuchlanishni stabillash zarur?
2. Chiziqli elektr zanjirlarda kuchlanishni stabillash nima sababdan mumkin emas?
3. Kuchlanishni parametrik stabillash nimadan iborat?
4. FKS da nochiziqli induktivlik qanday rol o‘ynaydi?
5. Kuchlanish bo‘yicha stabillash koeffitsienti qanday aniqlanadi?
6. FKS ning asosiy afzalligi va kamchiligi nimadan iborat?

11 - Laboratoriya ishi

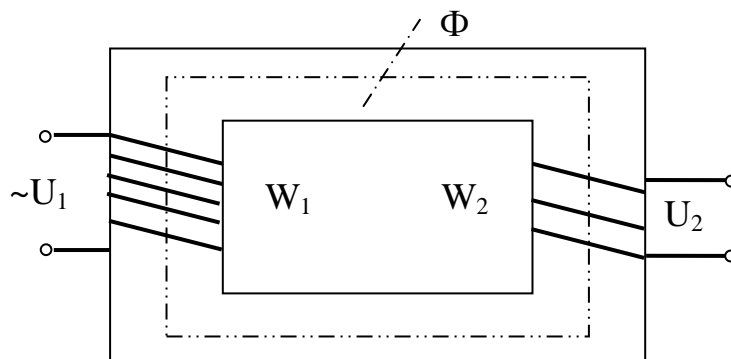
BIR FAZALI IKKI CHULG‘AMLI TRANSFORMATOR

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Bir fazali transformatorning tuzilishi va ish holatlari bilan tanishish hamda tajribadan olingan ma’lumotlar bo‘yicha uning asosiy parametrlarini aniqlashni o‘rganish.
2. Transformatorning asosiy ish xarakteristikalarini olish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Transformator bir xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr energiyasini, chastotasini o'zgartirmay, boshqa xil kuchlanishli o'zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirib beradigan elektromagnit



11.1-rasm

apparatdir.

Bir fazali transformator po'lat o'zak (magnit o'tkazgich) dan va ikkita chulg'amdan iborat. Manbaga ulanadigan chulg'am birlamchi, iste'molchiga ulanadigani esa ikkilamchi chulg'am deyilib, ularning o'ramlar soni tegishli w_1 va w_2 harflar bilan belgilanadi. Agar birlamchi chulg'amni sinusoidal kuchlanish $u = U_m \sin(\omega t + \psi_U)$ manbaiga ulasak, undan $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ tok o'tib, po'lat o'zakda o'zgaruvchan magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin(\omega t + \alpha)$ hosil bo'ladi. Chastotasi tokning chastotasiga teng bo'lgan bu o'zgaruvchan magnit oqimi po'lat o'zak bo'ylab o'tganida chulg'amlarni kesib, ularda EYUK lar induksiyalaydi. Agar transformatorning po'lat o'zagida f chastotali o'zgaruvchan tok hosil qilgan magnit oqimining amplituda qiymati Φ_m bo'lsa, u holda birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlarda hosil qilgan EYUKlarning ta'sir etuvchi qiymatlari quyidagilarga teng bo'ladi:

$$E_1 = 4,44fw_1 \Phi_m; E_2 = 4,44fw_2 \Phi_m.$$

Tenglikdan ko'rinadiki, transformatorning chulg'amlarida induksiyalangan EYUKlar ularning w_1 va w_2 o'ramlar soniga proporsional ekan.

Har bir transformator to'la quvvatining nominal qiymati S_{nom} (VA, kVA, mVA), chulg'amlarning o'ramlar soni w_1 va w_2 nominal kuchlanishlar U_{1nom} va U_{2nom} (V, kV) bilan xarakterlanadi.

Transformator haqidagi to'laroq ma'lumotlarni uning salt ishlash, qisqa tutashuv va yuklangan holatlaridan olinadigan asosiy xarakteristikalaridan bilib olish mumkin.

Salt ishlash tajribasidan quyidagilar aniqlanadi:

1) transformatorning transformatsiya koeffitsienti k ;

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2} \quad \text{yoki} \quad k = \frac{U_{1nom}}{U_{20}}$$

chunki transformator salt ishlaganda $E_1 \approx U_{1nom}$ va $E_2 \approx U_{20}$ deyish mumkin;

2) transformator salt ishlaganda po'lat o'zakda magnit maydoni hosil qilish uchun sarf bo'lgan quvvat isrofi R_0 (Vt, kVt);

3) transformatorning salt ishlagandagi toki I_0 . Tok I_0 birlamchi chulg'amning nominal toki I_{1nom} ning taxminan 5—10% ni tashkil etadi.

Tajribadan olingan ma'lumotlar bo'yicha transformator salt ishlagandagi to'la, aktiv va reaktiv qarshiliklarini aniqlash mumkin:

$$z_0 = \frac{U_{1nom}}{I_0}, Om; \quad r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}, Om; \quad x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}, Om.$$

Bular transformatorning ekvivalent sxemasini tuzish uchun kerak.

Transformatorning salt ishlash tajribasi bajarilayotganda uning ikkilamchi chulg'am uchlari ochiq qoldirilib, birlamchi chulg'amiga nominal kuchlanish U_{1nom} beriladi.

Qisqa tutashuv tajribasidan quyidagilar aniqlanadi:

1) qisqa tutashuv kuchlanishi

$$u_{\kappa} \% = \frac{U_{\kappa}}{U_{1nom}} \cdot 100,$$

bu yerda: U_{κ} – transformatorning ikkilamchi chulg'am uchlari qisqa tutashtirilganda ikkala chulg'amlardan nominal toklar oqib o'tishini ta'minlay oladigan darajada birlamchi chulg'amga berilgan kuchlanishning eng kichik qiymati;

2) transformator chulg'amlarining qizishiga sarf bo'lgan quvvat isrofi (yoki quvvatning elektr nobudgarchiligi) R_{κ} yoki misdagi quvvat isrofi

$$P_{\kappa} = P_M = I_{1nom}^2 \cdot r_1 + (I_{2nom}^1)^2 \cdot r_2^1 = I_{1nom}^2 \cdot r_{\kappa},$$

bu yerda: r_{κ} – transformatorning qisqa tutashuv tajribasidagi to'la qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi ($r_{\kappa} = r_1 + r_2^1$); I_{2nom}^1 - birlamchi chulg'amga keltirilgan ikkilamchi chulg'am toki;

3) transformatorning qisqa tutashuv paytidagi to'la, aktiv va reaktiv qarshiliklari:

$$z_{\kappa} = \frac{U_{\kappa}}{I_{1nom}}, Om; \quad r_{\kappa} = \frac{P_{\kappa}}{\sqrt{I_{1nom}^2}}, Om; \quad x_{\kappa} = \sqrt{z_{\kappa}^2 - r_{\kappa}^2}, Om.$$

Transformatorning qisqa tutashuv tajribasini o'tkazish uchun uning ikkilamchi chulg'am uchlari qisqa tutashtirilib, birlamchi chulg'am uchlariga avtotransformator yordamida shunday pasaytirilgan kuchlanish beriladiki, u ikkala chulg'amlardan nominal toklar oqib o'tishini ta'minlay olsin, ya'ni: $I_1 = I_{1nom}$ va $I_2 = I_{2nom}$.

Yuklama holatidan quyidagilar aniqlanadi:

a) transformatorning yuklama toki I_2 yuklama qarshiligi r_n yordamida boshqariladi. Transformatorning qanday yuklanganligini yuklanish koeffitsienti orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2nom}}$$

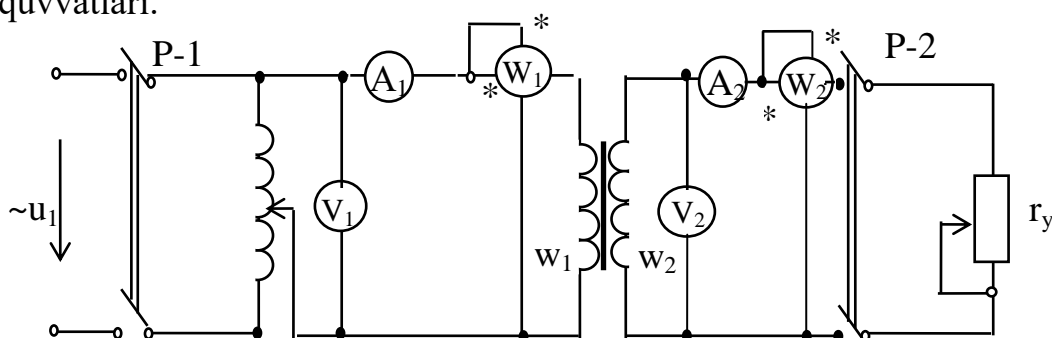
Tajriba vaqtida $\beta = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25$ deb olinadi. Tajribadan olingan ma'lumotlarga ko'ra kuchlanishning pasayuvi aniqlanadi:

$$\Delta U_2 = \frac{U_{2nom} - U_2}{U_{2nom}} \cdot 100\%;$$

b) transformatorning foydali ish koeffitsienti

$$\eta' = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%;$$

P_1 va P_2 transformatorning kirish va chiqish tomonlaridagi aktiv quvvatlari.



11.2-rasm

d) transformatorning tashqi xarakteristikasi quyidagi bog'lanishdan iborat:

$$U_2 = f(I_2).$$

Taqqoslash uchun transformatorning yuklangan rejimidagi hisobiy foydali ish koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta'' = \frac{\beta \cdot S_{nom} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{nom} \cdot \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 \cdot P_k} \cdot 100\%$$

bu yerda: S_{nom} — transformatorning nominal to'la quvvati, VA; $\cos \varphi_2$ — yuklamaning quvvat koeffitsienti.

III. Ishni bajarish tartibi

1. Transformatorning tuzilishi va pasportida berilgan ma'lumotlar bilan tanishib, asosiylari yozib olinadi.

2. 11.2-rasmdagi sxemani yig'ib, transformatorning salt ishlash tajribasi o'tkaziladi. Buning uchun ikkilamchi chulg'am uchlarini ochiq qoldirib, birlamchi chulg'amga nominal kuchlanish beriladi. Shu paytdagi o'lchov asboblarning ko'rsatishlari 11.1- jadvalga yoziladi.

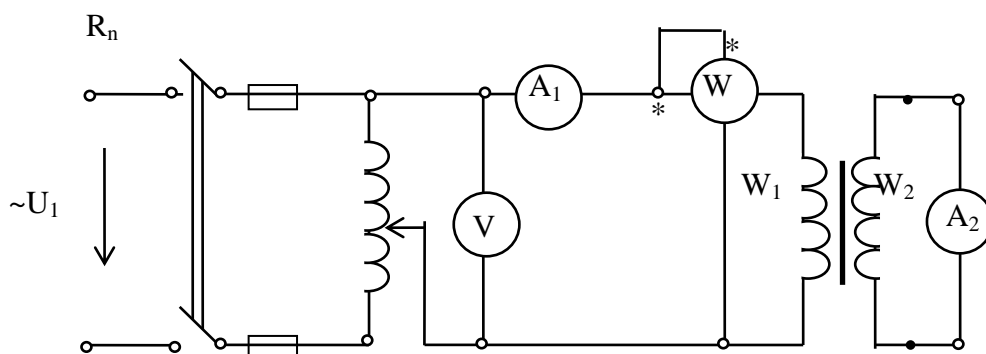
11.1-jadval

O'lchashlar				Hisoblashlar				
U_{1H} V	U_{2C} V	I_0 A	P_0 Vt	K	I_0/I_{1H}	Z_0 Om	R_0 Om	X_0 Om

3. 2-banddagi sxemani o'zgarishsiz qoldirib, unga ajratkich P-2 yordamida yuklamani ulaymiz. Transformatorning tashqi xarakteristikasini olish uchun R_n qarshilikni o'zgartirish yo'li bilan uni turli darajada yuklaymiz. Bunda yuklash koeffitsientlari quyidagicha olinishi kerak: $\beta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25$.

O'lchash natijalari 11.2-jadvalga yoziladi.

4. 11.3-rasmdagi sxemani yig'ib, transformatorning qisqa tutashuv tajribasi o'tkaziladi. Buning uchun avtotransformatorning dastagini minimal kuchlanishga keltirib, zanjir tarmoqqa ulanadi. So'ngra avtotransformator yordamida kuchlanishni (ya'ni qisqa tutashuv kuchlanishini U_k gacha) chulg'amlardan $I_1 = I_{1nom}$ va $I_2 = I_{2nom}$ qiymatlardagi toklar oqib o'tguncha orttiriladi. O'lchash natijalari 11.3-jadvalga yoziladi.



11.3-rasm

11.2-jadval

O'lchashlar							Hisoblashlar			
β	U_1	I_1	P_1	U_2	I_2	P_2	η'	η''	ΔU_2	$\cos\varphi_2$
	V	A	Vt	V	A	Vt	%	%	%	-
0,2										
0,4										
0,6										
0,8										
1,0										
1,25										

5. Quyidagi bog‘lanishlarning grafiklari chiziladi: $U_2 = f(I_2)$;
 $\cos \varphi = f(I_2)$; $\eta = f(I_2)$.

6. Ish bo‘yicha xulosa beriladi:

11.3-jadval

O‘lchashlar				Hisoblashlar			
U_k	I_{1nom}	I_{2nom}	R_k	Z_k	R_k	X_k	$\Delta U_k \%$
V	A	A	Vt	Ω	Ω	Ω	

a) tajribadan olingan va transformatorning pasportida berilgan ma’lumotlarning mosligi to‘g‘risida;

b) transformatorning foydali ish koeffitsienti (FIK) maksimum qiymatga erishgandagi yuklama miqdori haqida;

d) yuklama o‘zgarishi bilan transformator FIK ning, $\cos \varphi$ ning va ikkilamchi chulg‘am tomondagi kuchlanishning o‘zgarish xarakteri to‘g‘risida.

Nazorat savollari

1. Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi to‘g‘risida nimalarni bilasiz?

2. Transformatsiya koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?

3. Salt ishlash va qisqa tutashuv tajribalari qanday o‘tkaziladi? Tajribadan olingan ma’lumotlar bo‘yicha transformatorning qanday parametrlarini aniqlash mumkin?

4. Transformatorning tashqi xarakteristikasi nima?

5. Transformatorning FIK ni qanday usullar bilan aniqlash mumkin?

6. Po‘lat o‘zakning (magnit o‘tkazgichning) vazifasi va konstruksiyasini bayon eting.

7. Transformatorning ahamiyati nimadan iborat?

12- laboratoriya ishi

PARALLEL UYG‘OTISHLI O‘ZGARMAS TOK GENERATORI (SHUNTLI GENERATOR)

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Parallel uyg‘otishli o‘zgarimas tok generatorining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

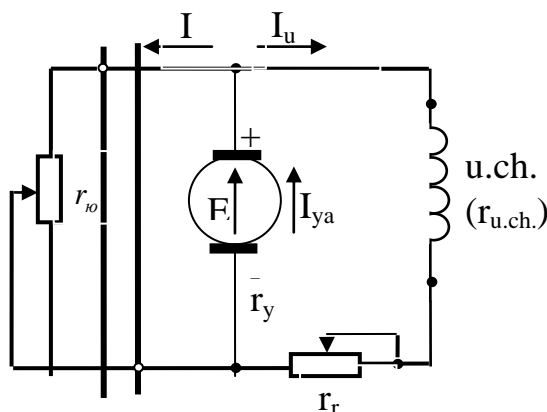
2. Generatorning pasportida berilgan ma’lumotlar bilan tanishish va asosiylarini daftarga yozish.

3. Generatorni boshqarishni o‘rganish, uning asosiy tavsiflarini olish va qurish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

O'zgarmas tok generatori aylanma harakatining mexanik energiyasini elektr energiyasiga o'zgartirib beradi. U uchta asosiy qismdan: mashinaning qo'zg'almas o'zgarmas tok elektromagniti, mexanik energiya ta'sirida o'zgaruvchan EYUK ni hosil qiluvchi yakor va o'zgaruvchan EYUK ni o'zgarmas EYUK ga aylantirib beruvchi cho'tkali kollektordan iborat. Bu laboratoriya ishida generator yakorini aylantiruvchi mexanik energiya manbai sifatida qisqa tutashtirilgan rotorli uch fazali asinxron motor xizmat qiladi. Generatorning uyg'otish cho'lg'ami yakorga parallel ulangan bo'ladi. Generatorning nomi shundan kelib chiqqan (12.1-rasm). Ba'zan shuntli generator deb ham ataladi. Uyg'otish cho'lg'ami esa shuntli uyg'otish cho'lg'ami (u.ch.) deyiladi.

Yakor aylanganida chulg'amlarning o'ramlari mashinaning po'lat o'zagida magnitlanishdan qolgan ozgina qoldiq Φ_{qol} magnit oqimini kesib o'tib, yakor chulg'amida ozroq boshlang'ich o'zgaruvchan EYUK E_q induksiyalaydi. O'zgaruvchan EYUK kollektor yordamida mexanik ravishda to'g'rilanib, grafit cho'tkalar orqali o'zgarmas yo'nalishga ega bo'ladi.



12.1-rasm

Yakorda induksiyalangan EYUK

$$E_q = c \cdot n \cdot \Phi_{qol}$$

Bu EYUK ta'siridan uyg'otish chulg'amida hosil bo'lgan tok I_q qo'shimcha $\Phi_{qo'sh}$ magnit oqimini hosil qiladi. Agar bu oqim qoldiq magnit oqimi bilan yo'nalishi mos bo'lsa (mos ulanish), mashinaning po'lat o'zagida magnit oqimi ortib, generator uyg'onadi (magnitlanadi). Magnit oqimlarining yo'nalishi qarama-qarshi bo'lsa, mashina uyg'onmaydi. Buning uchun uyg'otish chulg'amining yakorga ulanadigan qismlarining o'rnini almashtirish kerak.

Yakor chulg'amlarida induksiyalangan EYUK

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

bu yerda: s_E – mashinaning konstruktiv doimiysi; n – generator yakorining aylanish tezligi, ayl/min; Φ – yakor chulg‘ami kesib o‘tadigan bitta qutbning magnit oqimi.

Yakor qismalarida hosil bo‘lgan kuchlanish

$$U = E - I_{ya} r_{ya},$$

bu yerda: I_{ya} – yakor chulg‘amidan o‘tayotgan tok; r_{ya} – yakor zanjirining qarshiligi.

Generator yakorining aylanish tezligi o‘zgarmas ($n=\text{const}$) miqdor bo‘lganidan yakorda induksiyalangan EYUK ni boshqarish faqat magnit oqimi Φ ga bog‘liqdir. Uni uyg‘otish zanjiridagi r_r rostlash reostati yordamida uyg‘otish tokining kuchini o‘zgartirish bilan bajariladi. Haqiqatan ham magnit oqimi bilan uyg‘otish tokining orasida quyidagi bog‘lanish mavjud:

$$\Phi = \frac{I_u \cdot w_u}{r_m},$$

bu yerda: Φ – bitta qutbdagi uyg‘otish chulg‘amidan o‘tgan tok hosil qilgan magnit oqimi; I_u – uyg‘otish chulg‘amidan o‘tayotgan tok; w_u – uyg‘otish chulg‘aming o‘ramlar soni; r_m – muhitning magnit qarshiligi.

Generator ishga tushirilayotganda rostlash reostatining qarshiligi zanjirga maksimal ulanadi. So‘ngra rostlash reostatining qarshiligini, generator qismalarida U_{nom} nominal kuchlanishdan bir oz ko‘proq bo‘lgan salt ishlash kuchlanishi U_0 hosil bo‘lguncha kamaytiriladi.

Generator salt ishlaganda yuklama toki $I_{YU}=0$ bo‘lib yakor qismalaridagi kuchlanish $U \approx E$ deb olinadi. Elektr mashinalarining xossalari ularning xarakteristikalarini yordamida oson tushuniladi. Bu xarakteristikalar mashinaga oid barcha kattaliklar o‘zgarmay turib, faqat ikki asosiy parametri o‘zgarganda ular orasidagi bog‘lanishni ifoda etuvchi egri chiziqdan iborat. Generator uchun yakorning aylanish soni amalda o‘zgarmas bo‘lib (barcha turbinalar tezlik rostlagichlar bilan jihozlangan), o‘zgaruvchan kattaliklar esa yakor uchidagi kuchlanish yakor toki va uyg‘otish toki hisoblanadi.

Parallel uyg‘otishli o‘zgarmas tok generatorini tekshirganda uning uchta asosiy xarakteristikasi olinadi.

1. *Salt ishlash xarakteristikasi* – generatorning aylanish tezligi o‘zgarmas bo‘lib, uning qismlaridagi kuchlanish U ning uyg‘otish toki I_u ga bog‘liqligini ifodalovchi egri chiziq, ya’ni:

$$I=0; U_0 \approx E=f(I_u); n=\text{const}.$$

Odatda, yakor chulg‘amida uyg‘otish tokidan hosil bo‘lgan kuchlanishning pasayuvi hisobga olinmaydi. Chunki uyg‘otish toki nominal tokning juda kichik ulushini tashkil etadi, ya’ni: $I_u=(0,02 \div 0,05) I_{\text{nom}}$.

Salt ishlash xarakteristikasi generatorning o'z-o'zidan uyg'otish jarayonida olinadi. Bu xarakteristika mashinaning magnit xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi.

2. *Tashqi xarakteristika* – uyg'otish zanjiridagi rostlash reostatining qarshiligi va yakorning aylanish tezligi doimiy bo'lganida generator qismalaridagi kuchlanishning yuklama toki bilan qanday bog'langanligini ko'rsatuvchi egri chiziq, ya'ni: $n=\text{const}$ va $R_r=\text{const}$ bo'lganda $U=f(I)$. Iste'molchi toki $I=U/R_N$ bo'lib, $I_{ya}=I+I_u$.

Tashqi xarakteristika rostlanmaydigan generatorning elektr xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi. Yuklama tokining paydo bo'lishi yakor qismalaridagi kuchlanishni pasaytiradi.

Generatorning elektr muvozanat holatiga muvofiq yakor qismalaridagi kuchlanish $U=E-I_{ya}\cdot R_{ya}\approx E-I\cdot R_{ya}$

Iste'molchi toki I ning orta borishi bilan yakor chulg'amlaridagi ichki kuchlanishning pasayuvi tobora ko'payib, generator qismalaridagi kuchlanishning pasayishiga sabab bo'ladi. O'z navbatida uyg'otish zanjirining o'zgarmas qarshiligida kuchlanishning pasayishi uyg'otish tokining ham pasayishiga sabab bo'ladi.

$$I_u = U / (R_{u.ch.} + R_g)$$

bu yerda: $R_{u.ch.}$ uyg'otish chulg'aming qarshiligi.

Natijada magnit oqimi Φ va EYUK E kamayib, kuchlanishning bundan keyingi pasayuvi hosil bo'ladi. $\Delta U\% = (U_0 - U_{nom}) / U_{nom} \cdot 100\%$ kuchlanishning nominal pasayuvi hisoblanib, 10 % dan 15% gacha bo'ladi. Shunday qilib, tashqi xarakteristika yuklama o'zgarganida generator kuchlanishining barqarorligini ko'rsatadi.

3. *Rostlash xarakteristikasi* – generator qismlaridagi kuchlanish va yakorning aylanish tezligi doimiy bo'lganida uyg'otish tokining iste'molchi toki bilan qanday bog'langanligini ko'rsatuvchi egri chiziq, ya'ni $n=\text{const}$ va $U_0=\text{const}$ bo'lganda $I_u=f(I)$.

Elektr energiyasi iste'molchilari (elektromotorlar, lampalar va boshqalar) yaxshi ishlashi uchun, manbadan olinadigan kuchlanish, yuklama o'zgarishi bilan o'zgarmasdan, nominaliga teng bo'lishi kerak. Shuntli generatorda yuklama o'zgarishi bilan kuchlanishni bir xil saqlash imkoniyati bor. Shuning uchun uyg'otish zanjiridagi rostlash reostati r_r yordamida uyg'otish toki I_u ni shu bilan birga magnit oqimi Φ ni va EYUK E ni o'zgartirib kuchlanishni $U=\text{const}$ ushlab turiladi. Barcha generatorlar kuchlanish rostlagichi bilan jihozlanadi.

Shunday qilib, rostlash xarakteristikasi turli qiymatli yuklamalarda generatorning qismalaridagi kuchlanishni bir xil (o'zgarmas) ushlab turish uchun uyg'otish tokini qancha o'zgartirish kerakligini ko'rsatadi.

O'zgarmas tok generatorlari sanoat qurilmalari (elektroliz va galvanik qurilmalar) ga past kuchlanishli o'zgarmas tok beradigan manbalar hisoblanib, sinxron generatorning uyg'otgichi sifatida ham

foydalaniladi. Ayniqsa, maxsus o'zgaras tok generatorlari (payvandlovchi, poyezdlarni yoritish uchun ishlatiladigan generatorlar, o'zgaras tok kuchaytirgichlari, akkumulyatorlarni zaryadlash uchun generatorlar) ko'p tarqalgan.

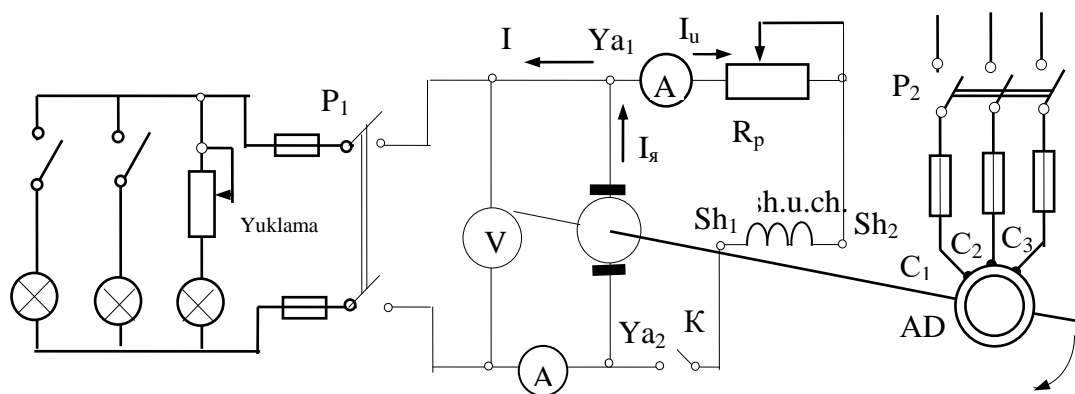
Hozirgi vaqtda Hamdo'stlik mamlakatlarida umumsanoat ahamiyatiga ega bo'lgan o'zgaras tok mashinalarining yagona II seriyasi ishlab chiqarilgan. Bu mashinalarning quvvati 0,3 kVt dan 2800 kVt gacha bo'lib, aylanish tezligi 24 ayl/min dan 3000 ayl/min. gacha bo'lgan diapazonni tashkil etadi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. O'zgaras tok mashinasining tuzilishi va qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishish.

2. Stend bilan tanishib, mashinaning sxemaga kiradigan barcha qismlarini aniqlab (yakorning qismlari, uyg'otish chulg'ami, reostatlar, o'lchov asboblari va b.), pasportida berilgan ma'lumot bilan birga daftarga yozing.

3. 12.2-rasmdagi elektr sxemani yig'ing.



12.2-rasm

4. Asinxron motorni manbaga ulab, generator ishlashini tekshiring. Rostlash reostatining qarshiligini zanjirga ulab, voltmetrning ko'rsatishini kuzating. Yakorda qoldiq magnitlanish oqimi F_{kol} hisobiga ozgina EYUK E_k induksiyalanadi. Agar sxema to'g'ri yig'ilgan bo'lsa, rostlash reostatining qarshiligi R_r ni bir tekis kamaytira borganimizda voltmetrning ko'rsatishi orta boradi, ya'ni mashina uyg'onadi (magnitlanadi).

Agar voltmetrning ko'rsatishi kamaya borsa, u holda uyg'otish toki hosil qilgan magnit oqimi qoldiq magnit oqimiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, mashina uyg'onmaydi (magnitlanmaydi). U holda generatorni to'xtatib, uyg'otish tokining yo'nalishini o'zgartirish kerak. Buning uchun uyg'otish chulg'amining yakorga ulanadigan qismlarining o'rnini almashtirish kifoya.

Generatorda induksiyalangan EYUK ning kattaligi $(1,1...1,25) U_{nom}$ gacha bo'la olishiga ishonch hosil qilib, rostlash reostatining qarshiligini

maksimumgacha orttiring, shundan so‘ng yakorda induksiyaning EYUK minimumgacha kamayadi.

12.1-jadval

I_U, A								
$U \rightarrow, V$								
$U \leftarrow, V$								

12.2-jadval

I, A								
$U \rightarrow, V$								
I_U, A								

12.3-jadval

I, A								
I_U, A								

5. Generatorning salt ishlash xarakteristikasini olish uchun uyg‘otish tokini noldan bir tekis orttirib, generator qismalaridagi kuchlanishni (1,2...1,25) U_{nom} bo‘lgunga qadar oshirib, uyg‘otish tokining avvaldan belgilangan 8...10 ta xarakterli nuqtalariga oid kuchlanish qiymatlarini yozib olishni to‘g‘ri (o‘suvsuchi) va teskari (kamayuvchi) yo‘nalishda bajarish kerak. Uyg‘otish tokining nol qiymatiga uyg‘otish zanjiridagi kalit K ning ajratilgan (uzilgan) holati olinadi. O‘lchash natijalari jadvalga yoziladi.

6. Generatorning tashqi xarakteristikasini olish uchun generatorni yuklamasdan turib, uni avval salt ishlash rejimida (1,05 ... 1,2) . U_{nom} kuchlanishgacha uyg‘otib olish kerak. Shu paytdagi uyg‘otish tokining qiymatini yozib qo‘ying. Ajratgich P_1 ni ulab yuklash tokini 0 dan to $I = (1,1 ... 1,2) I_{nom}$ qiymatgacha o‘zgartirib, 6...8 ta xarakterli nuqtalar uchun generator qismalaridagi kuchlanishni va uyg‘otish tokining o‘zgarishini yozib oling.

O‘lchashdan olingan ma’lumotlarni 12.2-jadvalga yozing. Kuchlanishning nominal pasayuvini hisoblang.

7. Rostlash xarakteristikasini olish uchun generatorga iste’molchi (yuklama) ulab, rostlash reostati R_R yordamida generator qismalarida nominal kuchlanish hosil qilinadi. Ajratgich P ni ulab, yuklama tokini 6-punktida aytilganidek o‘zgartirish kerak. Uyg‘otish reostatida rostlash reostatining R_R qarshiligini o‘zgartirish bilan generator qismalaridagi kuchlanishning $U = \text{const}$ bo‘lishiga erishiladi. O‘lchashdan olingan ma’lumotlar 12.3-jadvalga yoziladi.

8. Generatorning barcha xarakteristikalari masshtabda quriladi.

9. Ish bo'yicha xulosa beriladi:
- har bir xarakteristikaning xususiyligi qanday fizik jarayonlar bilan tushuntirilishi haqida;
 - tashqi xarakteristikasini olishda uyg'otish tokining o'zgarishi sababi to'g'risida.

Nazorat savollari

- Shuntli generatorning tuzilishi va ishlash prinsipini bayon qiling.
- O'zgarmas tokning olinish jarayonini tushuntirib bering. Kollektorning ahamiyati nimadan iborat?
- Generator qismalaridagi kuchlanish uning EYUK dan nima bilan farq qiladi?
- O'zgarmas tok generatorining o'z-o'zidan uyg'otish prinsipini tushuntirib bering.
- Nima uchun mustaqil uyg'otishli generatorlarda tashqi xarakteristika olinganda uyg'otish toki o'zgarmaydi, mazkur ishda esa kamayadi?
- O'zgarmas tok generatorining qanday xarakteristikalarini bilasiz?
- O'zgarmas tok generatorlarining turlarini sanab ko'rsating. Ularning prinsipial sxemalarini chizing.

13 - laboratoriya ishi

PARALLEL UYG'OTISHLI O'ZGARMAS TOK MOTORI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

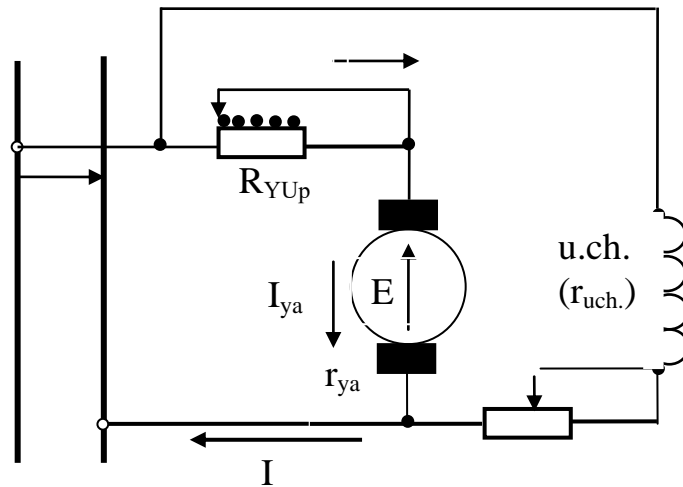
- Parallel uyg'otishli o'zgarmas tok motorining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish va sxemasini o'rganish.
- Motorni elektr tarmog'iga ulashni o'rganish.
- Motorni yurgizish, reverslash va tezligini boshqarishni o'rganish.
- Motorning asosiy xarakteristikalarini olishni o'rganish va bundagi fizik jarayonlarni tushunib olish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

O'zgarmas tok elektr mashinalari boshqa elektr mashinalari kabi qaytuvchanlik xususiyatiga ega bo'lib, ham generator, ham motor rejimlarida ishlay oladi. Shuning uchun motorning tuzilishi o'zgarmas tok generatorining tuzilishidan farq qilmaydi. Generatorga o'xshash motorlar ham uyg'otish chulg'aming yakorga ulanish sxemasi bo'yicha farq qiladi.

O'zgarmas tok motorlarining maxsus xususiyatlari (aylanish tezligining keng doirada $1 \div 10$ nisbatda boshqarilishi va maxsus mexanik xarakteristikalarini olish mumkinligi katta ahamiyatga ega bo'lgan joylarda

keng qo'llanadi. Bular prokat stanlarida va kemalarda (eshkak vintlarini harakatga keltirish uchun) ishlatiladigan o'zgarmas tok motorlaridir.



13.1-rasm

Yagona P seriyali o'zgarmas tok motorlarining quvvati 0,2 kVt dan 6800 kVt gacha, aylanish tezligi 24 ayl\min dan 3000 ayl\min gacha bo'ladi.

Mazkur laboratoriya ishida parallel uyg'otishli (shuntli) motor tekshiriladi. Motor rejimida yakor chulg'amiga manbadan $I \approx I_{Ya}$ tok beriladi. Yakor tokining uyg'otish toki I_U hosil qilgan magnit oqimi Φ bilan o'zaro ta'siridan elektromagnit moment $M = r \Phi I_{Ya}$ hosil bo'ladi va yakor aylana boshlaydi. Yakor chulg'amlarini magnit oqimining kuch chiziqlari kesib o'tishi natijasida unda EYUK induksiyalanadi, uning miqdori:

$$E_T = s n \Phi.$$

Ammo bu EYUK generatordagidan farqli ravishda tashqi kuchlanishga qarama-qarshi yo'nalgani uchun E_t teskari EYUK deyiladi. Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan motorning elektr muvozanat tenglamasi:

$$U - E_t = I_{ya} \cdot R_{Ya} \text{ yoki } U = E_t + I_{ya} \cdot R_{Ya}.$$

U holda motorning yakor chulg'amidan o'tayotgan tok

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

Bu yerda: U- manba kuchlanishi, V; E_T – yakor chulg'amidagi teskari EYUK, V; r_{Ya} - yakor chulg'amining qarshiligi, Om.

O'zgarmas tok motorini yurgizish uchun yakor va uyg'otish chulg'amlariga manbadan bevosita kuchlanish berish bilan amalga oshiriladi. Ammo motorni boshlang'ich yurgizishda yakorning aylanish

tezligi $n=0$ bo'lgani uchun, teskari EYUK $E_T=0$ bo'ladi. U holda yakor zanjiridagi tok:

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

Yakor chulg'amining qarshiligi o'ta kichik bo'lgani uchun yakor zanjiridan o'tadigan tok $I_{ya} = (18 \dots 20)I_{nom}$ ni tashkil etadi. Bunday katta tok (qisqa tutashuv toki) yakor chulg'amlarini kuydirib yuborishi mumkin. Ana shunday katta tokni cheklash maqsadida yakor chulg'ami bilan ketma-ket reostat ulanadi. Uni yurgizish reostati (yu.r.) deyiladi (16.1-rasm). Bu holda yakordagi tok:

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

Yurgizish reostatining qarshiligi, yurgizish toki nominal tokning 1,5 ... 2 qismiga teng bo'ladigan qilib tanlanadi.

Yurgizish tokini sun'iy kamaytirish aylantiruvchi momentning kamayishiga sabab bo'ladi. Yurgizish momentining miqdorini yetarlicha saqlash uchun motorni maksimal magnit oqimida yurgizish kerak. Buning uchun uyg'otish zanjiridagi rostlash reostatining qarshiligi r_r minimal holatga qo'yiladi.

Yakor aylana boshlaganda uning chulg'amlarida teskari EYUK hosil bo'ladi. Bunda yakor toki :

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{r_{ya} + r_{yu.m.}},$$

bu vaqtda motorning tezligi orta borgan sari teskari EYUK ham ortadi. Shu bilan bir vaqtda yurgizish reostatining qarshiligini $M_{dv} = M_q$ bo'lganga qadar bir tekis kamaytira borish kerak. Bu vaqtda yakor zanjiridan qarshilik momenti (M_q) ga mos tok o'ta boshlaydi:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{r_{ya}}.$$

Nominal yuklamada teskari EYUK tarmoqdan berilayotgan kuchlanishning 90...96% ini tashkil etadi. Mazkur laboratoriya ishida qarshilik momenti M_q tarzida reostatli yuklamaga ulangan mustaqil uyg'otishli o'zgaras tok generatori xizmat qiladi.

Motorning aylanish tezligi formulasini yakor tokining ifodasidan olish mumkin. Bunda: $E = c \cdot n \cdot \Phi$ ekanligini hisobga olish kerak:

$$n = \frac{U - I_{ya} \cdot r_{ya}}{c \cdot \Phi}.$$

Ifodadan ko'rinadiki, shuntli motorning 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 motorlarning salt ishlashdan nominal yuklamagacha yuklagandagi tezligining nominal o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta Y_{u_n} \% = \frac{n_0 - n_H}{n_0} \cdot 100 = 10 \div 25\% \text{ ni tashkil etadi, demak, parallel}$$

uyg'otishli motorning tezligi juda oz o'zgarar ekan.

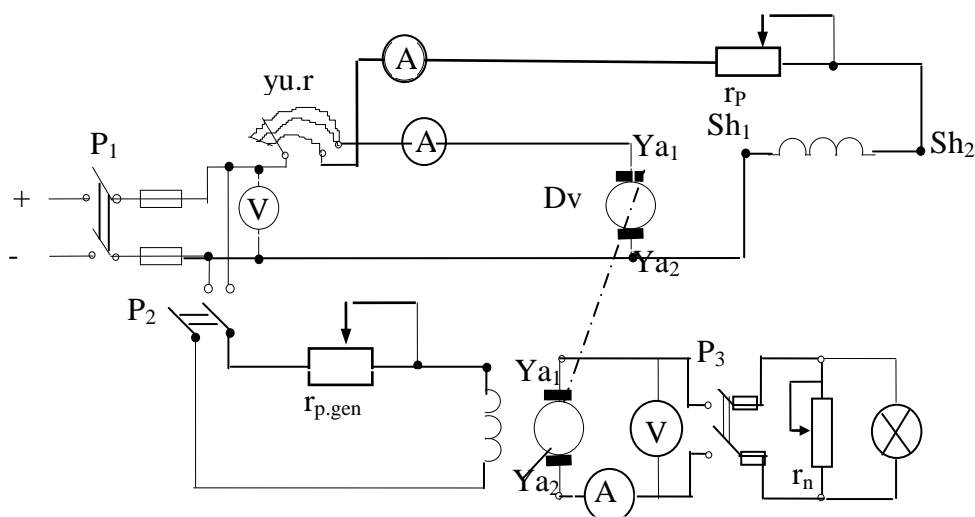
Motorning aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun yakorga yoki uyg'otish chulg'amlariga kelayotgan toklardan birontasining yo'nalishini o'zgartirish kifoya. Bu bilan qutblarning ishorasi o'zgaradi.

Motorning xususiyatlarini batafsil bilish uchun uning quyidagi xarakteristikalarini olish kerak.

1. Salt ishlash xarakteristikasi – motor qismlaridagi kuchlanish o'zgarmaganda va o'qdagi foydali quvvat $R_2 = 0$ bo'lganda yakor aylanish tezligining uyg'otish tokiga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U = U_{nom} = \text{const}$; $P_2 = 0$ bo'lganda, $n = f(I_u)$ bo'ladi.

Bunday xarakteristika motorning aylanish tezligi qanday o'zgarishini ko'rsatadi.

Motorni yurgizishdan avval uyg'otish zanjirining ishonchligiga alohida e'tibor berish kerak. Agar motor ishlayotganda uyg'otish zanjirida uzilish sodir bo'lsa, uyg'otish toki $I_u = 0$ 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 motorning aylantiruvchi momenti $M = k \cdot \Phi \cdot I_{ya}$ ortadi va natijada motorning aylanish tezligi nominalidan bir necha marta ortib ketadi. Bu xavfli hisoblanadi.



13.2-rasm

2. Tashqi (tezlik) xarakteristikasi – uyg‘otish toki va kuchlanish o‘zgaras bo‘lganda, motor aylanish tezligining yakor tokiga bog‘liqligini ko‘rsatuvchi egri chiziq, ya’ni $I_u = \text{const}$ va $U = U_H = \text{const}$ bo‘lganda $n = f(I_{ya})$ bo‘ladi.

Yuklama motor bilan bir o‘qqa mahkamlangan mustaqil uyg‘otishli generator yordamida hosil qilinadi (16.2-rasm). Yuklamani ulash uchun avval ajratkich P_2 ni ulab, so‘ngra ajratkich P_3 ni ulash kerak. Generatorning uyg‘otish zanjiridagi $r_{r,\text{gen}}$ qarshiligini o‘zgartirganimizda generatorning yuklamasini va shuning bilan motor yuklamasini o‘zgartirgan bo‘lamiz. Motor yuklamasini o‘zgartirish uchun iste‘molchi qarshiligi r_n ni o‘zgartirsa ham bo‘ladi. Yuklama ortishi bilan yakor toki ham ortib, motorning tezligi kamaya boradi. Yakor toki ortishi natijasida yakor reaksiyasi kuchayib magnit oqimi bir oz kamayadi va shu tufayli motor aylanish tezligining o‘zgarishi juda kam bo‘ladi. Bunday xarakteristikani tezlik xarakteristikasi ham deyiladi. Yuklama o‘zgarishi bilan tezligi kam o‘zgaradigan motorlarning tashqi xarakteristikasini "qattiq" deyiladi. Bu shuntli motorlarning o‘ziga xos xususiyati hisoblanadi.

3. Rostlash xarakteristikasi – aylanish tezligi va kuchlanishi o‘zgaras bo‘lganda motor uyg‘otish tokining yakor tokiga bog‘liqligini ifodalovchi egri chiziq, ya’ni $n = \text{const}$, $U = U_{\text{nom}} = \text{const}$ bo‘lganda $I_y = f(I_{ya})$ bo‘ladi. Bu xarakteristika, motorni salt ishlashdan tok nominal yuklamagacha yuklaganda uning aylanish tezligining o‘zgarasligi uchun uyg‘otish tokini qanday o‘zgartirib turish kerakligini ko‘rsatadi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. O‘zgaras tok mashinasining tuzilishi va qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishiladi.

2. Stend bilan tanishib, mashinaning sxemaga kiradigan barcha qismlarini aniqlab (yakorning qismlari, uyg‘otish chulg‘ami, reostatlar, o‘lchov asboblari va b.) va pasportida berilgan ma’lumotlar bilan birga daftarga yoziladi.

3. 13.2-rasmdagi elektr sxema yig‘iladi.

4. Motorni manbaga ulab, aylanish yo‘nalishi belgilanadi:

- a) R_{yur} yurgizish reostatining (yu.r.) holati tekshiriladi (qarshilik zanjirga to‘la ulangan bo‘lishi kerak);
- b) qo‘zg‘atish zanjiridagi r_R reostatining holati tekshiriladi (qarshilik $r_R = 0$ bo‘lishi kerak);
- d) ajratgich R_1 ni ulab motorga kuchlanish beriladi.
- e) asta-sekin, 6—8 sekund davomida yurgizish reostatining qarshiligi nol qiymatgacha kamaytiriladi.

5. Salt ishlash xarakteristikasi olinadi. Uyg‘otish tokining o‘qituvchi tomonidan ko‘rsatilgan qiymatlari chegarasida uyg‘otish tokining ortishi

bilan motor aylanish tezligining kamayishiga ishonch hosil qilinadi va 6...8 ta xarakterli nuqtalar uchun olingan o'lchash ma'lumotlarini 13.1-jadvalga yoziladi.

13.1-jadval

I_u A							
n ayl/min							

6. Tashqi xarakteristika olinadi. Bunda motorni salt ishlashdan to nominal yuklamagacha yuklaganda uning tezligining kamayishiga va bu kamayishning ozligiga ishonch hosil qilinadi va 6...8 ta ixtiyoriy tanlangan nuqtalar uchun olingan o'lchash natijalari 13.2-jadvalga yoziladi.

13.2-jadval

I_{Ya} A							
n ayl/min							

7. Rostlash xarakteristikasi olinadi. Yuklama tokining avvalgi qiymatlarida motor tezligining o'zgarishini uchun (bu miqdor o'qituvchi tomonidan ko'rsatiladi) I_u uyg'otish tokini va u bilan bog'liq magnit oqimi F ni kamaytirish kerakligiga ishonch hosil qilinadi va 6...8 ta ixtiyoriy tanlangan nuqtalar uchun olingan o'lchash natijalari 13.3-jadvalga yoziladi.

13.3-jadval

I_{Ya} A							
I_K A							

8. Motorning aylanish yo'nalishi o'zgartiriladi (reverslash). Buning 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 natijalari bo'yicha motorning salt ishlash, tashqi va rostlash xarakteristikalarini quriladi.

10. Ish bo'yicha xulosa beriladi:

a) motor tezligining nominal o'zgarishini aniqlab, uning tashqi xarakteristikasi "qattiq" haqida;

b) tezligi rostlanadigan motorning xususiyatlari haqida;

d) motor tezligini boshqarishning turli usullari haqida.

Nazorat savollari

1. Parallel uyg'otishli o'zgarish tok motorining tuzilishi (asosiy qismlari) va ishlash prinsipini bayon eting.
2. Motorning manbaga ulanishi va yurgizish reostatining ahamiyatini so'zlab bering.

3. Motorni yurgizish paytida uygʻotish zanjiridagi rostlash reostati qanday holatda boʻlishi kerak va nima uchun?
4. Motor ishlayotgan vaqtda uygʻotish zanjiri uzilsa, nima sodir boʻladi?
5. Parallel uygʻotishli oʻzgarmas tok motorida absolyut "qattiq" xarakteristikali tezlik xarakteristikasini olish mumkinmi va qanday yoʻllar bilan olinadi?
6. Motorning tezligi qanday rostlanadi?
7. Motorning elektr muvozanat tenglamasi generatorning shunday elektr muvozanat tenglamasidan nima bilan farq qiladi?
8. Salt ishlash, tashqi va rostlash xarakteristikalari qanday olinadi va ularning tahlili.

14 - laboratoriya ishi

KETMA-KET UYGʻOTISHLI OʻZGARMAS TOK MOTORI

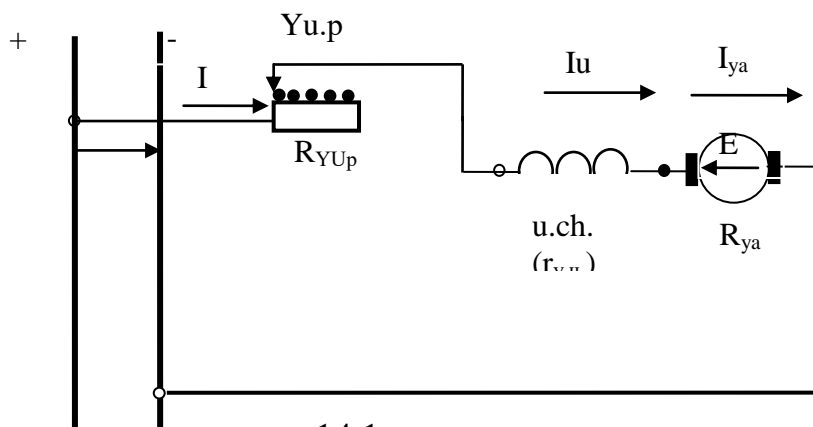
I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Ketma-ket uygʻotishli oʻzgarmas tok motorining tuzilishi va sxemasini oʻrganish.
2. Motorning pasportida berilgan maʼlumotlar bilan tanishish.
3. Motorni manbaga ulab, yurgizishni oʻrganish.
4. Motorning xarakteristikalarini olish, uning grafiklarini qurish va tahlil qilish.
5. Motorning tezligini boshqarish va aylanish yoʻnalishini oʻzgartirishni (reverslashni) oʻrganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Ketma-ket uygʻotishli (series) oʻzgarmas tok motorida uygʻotish chulgʻami bilan yakor chulgʻami ketma-ket ulangan boʻladi (14.1-rasm). Shuning uchun uygʻotish toki I_u yakor toki I_{ya} ga teng, yaʼni:

$$I_u = I_{ya} = I.$$



14.1-rasm

Bu motor uyg'otish chulg'aming o'ramlar soni kam, ko'ndalang kesimi katta, shuning uchun qarshiligi juda kichik. Masalan, kuchlanishi 220 V, quvvati 5 kVt dan 100 kVt gacha bo'lgan motorlarning parallel uyg'otish chulg'aming qarshiligi 50...300 Om bo'lsa, shunday quvvatli o'zgarmas tok motorini ketma-ket uyg'otishli chulg'aming qarshiligi taxminan 0,01...0,02 Om ni tashkil etadi.

O'zgarmas tok motorlarining xususiyatlari va xarakteristikalari mexanik yuklama o'zgarganda magnit oqimining qanday o'zgarishiga ko'p jihatdan bog'liq. O'z navbatida magnit oqimi motorning uyg'otish usuliga ham bog'liqdir.

Motorning magnit maydon oqimi yakor toki I_{ya} bilan uyg'otish tokiga ($I_{ya} = I_u$) deyarli proporsional hisoblanadi, ya'ni $f = k_I \cdot I_{ya}$

U holda elektromagnit moment yakor tokining kvadratiga proporsionaldir, ya'ni:

$$M = k_M \cdot k_I \cdot I_a^2.$$

Ammo yakor toki motor o'qidagi yuklama yoki qarshilik momenti M_q ning kattaligi bilan aniqlanadi.

Motorning magnit zanjiri to'yina borgan sari yuqorida aytilgan proporsionallik buziladi (bog'lanish $\Phi = f(I_u) = f(I_{ya})$ po'lat o'zakning magnitlanish egri chizig'i hisoblanadi).

Bu holda ham yakor tokining ortishi bilan elektromagnit moment kuchli ortadi.

Elektromagnit momentning katta bo'lishi ketma-ket uyg'otishli motorning o'ziga xos xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Bu motorning yurgizish vaqtini kamaytirib, yuklamani kichik qiymatlarida kerakli momentni hosil qilishga imkon beradi. Shuning uchun bunday motorlardan asosan elektrotransportda (travmay, trolleybus, metro poyezdlarida, elektrovozlarda), katta ko'tarma qurilmalarning yuritmalarida, kranlarda va turli ichki yonuv motorlarini yurgizib yuborishda (avtomashinaning startyori va boshqalar) foydalanadi. Bular quvvati 3 kVt dan 150 kVt gacha bo'lib, aylanishlar soni 470 ayl/min dan 1550 ayl/min gacha bo'lgan DP seriyadagi ketma-ket uyg'otishli o'zgarmas tok motorlaridir.

Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan motorning elektr muvozanat tenglamasi:

$$U = E_T + I_{ya} \cdot (r_{ya} + r_{u.ch}).$$

Bundan yakordagi tokning ifodasi quyidagicha topiladi:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{r_{ya} + r_{u.ch}} = \frac{U - c \cdot n \cdot \Phi}{r_{ya} + r_{u.ch}},$$

bu yerda: U – manba kuchlanishi; E_T – yakor aylanganida uning chulg'amida hosil bo'lgan teskari EYUK.

Yurgizish paytida yakorning aylanish tezligi $n=0$ bo'lgani uchun teskari EYUK $E_T = c \cdot n \cdot \Phi = 0$, shu tufayli motorning yurgizish toki uning nominal tokidan 10...25 marta ortib ketadi. Bunday katta tok motor uchun xavfli bo'lganidan unga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun uni kamaytirish maqsadida motor yakoriga ketma-ket qilib yurgizish reostati r_{yur} ulanadi va motorning toki yurgizish vaqtida:

$$I_{yur} = \frac{U - 0}{r_{ya} + r_{u.ch} + r_{yur}}.$$

Motorning tezligi orta borgan sari teskari EYUK ning qiymati orta borib, yakor toki kamaya boradi. Shu bilan birgalikda yurgizish reostatining qarshiligini nolgacha bir tekis kamaytirib, oxiri qarshilik zanjirdan to'la chiqariladi. Bunda yakordagi tok o'zining motor o'qidagi yuklamaga, ya'ni qarshilik momentiga mos qiymatga erishadi, ya'ni:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{r_{ya} + r_{u.ch}}.$$

Qarshilik momenti sifatida elektromagnit tormoz yoki biron yuklamaga ishlayotgan generator bo'lishi mumkin.

Yakor tokining ifodasidan motorning aylanish tezligini aniqlash mumkin, ya'ni:

$$n = \frac{U - I_{ya}(r_{ya} + r_{u.ch})}{c \cdot \Phi},$$

bu yerda: s – mashinaning konstruktiv doimiysi; Φ – uyg'otish toki $I_u=I_{ya}$ hosil qilgan magnit oqimi.

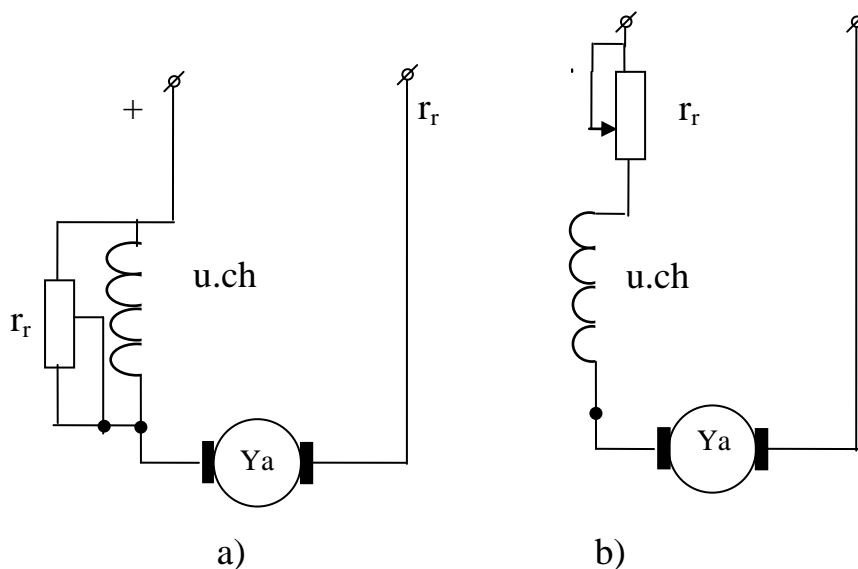
Ketma-ket uyg'otishli o'zgarmas tok motorining o'ziga xos xususiyatlaridan biri, uni salt ishlatib bo'lmaydi. Chunki motor salt ishlaganda yoki oz yuklama bilan ishlaganda yakor toki va magnit oqimi ham oz bo'lib (chunki $I_u=I_{ya}$) motorning tezligi keskin ortib ketadi ($M=M_q \rightarrow 0$; $I_{ya} \rightarrow 0$; $\Phi \rightarrow 0$; $n \rightarrow \infty$). Bunday holat motor uchun xavfli bo'lib, yakorning mexanik mustahkamligiga zarar etkazishi mumkin. Shuning uchun bunday motorni o'qdagi yuklama si nominalidan 25% dan kam bo'lmagandagina yurgizish tavsiya etiladi. Shuningdek, bunday motorlarni remen orqali yuklama bilan ulash ham xavfli hisoblanadi. Demak, yuklama biriktirilishi "qattiq" mexanikaviy bo'lishi kerak.

Ketma-ket uyg'otishli motorning tezligini rostlashni uyg'otish toki (ya'ni magnit oqimi Φ ni) yoki yakorga berilayotgan kuchlanishni o'zgartirish bilan bajarish mumkin (14.2-rasm, a va b).

Birinchi holda uyg'otish chulg'ami rostlovchi reostat r_r bilan shuntlanadi (14.2-rasm,a). U holda uyg'otish chulg'amidagi tok va magnit oqimi kamayib, motorning tezligi ortadi.

Yakorga berilayotgan kuchlanishni pasaytirish uchun u bilan ketma-ket 7...10 pog'onali rostlovchi reostat r_r ulanadi (14.2-rasm,b). Reostatda manba kuchlanishining bir qismi pasayib motorning tezligi kamayadi.

Berilgan quvvatning bir qismi reostatda befoyda sarf bo'lgani uchun bu usul tejimli hisoblanmaydi. Tramvaylarda, elektrovozlarda ko'pincha 2...4 tagacha motor ishlatiladi. Kichik tezliklarda bu motorlar ketma-ket, katta tezliklarda esa parallel ulanadi.



14.2-rasm

Motorning aylanish yo'nalishini o'zgartirish (reverslash) uchun uyg'otish chulg'amlariga yoki yakorga kelayotgan simlarning o'rinlarini almashtirish kifoya. Agar manbadan kelayotgan simlarning o'rinlarini almashtirsak, motorning aylanish yo'nalishi o'zgarmaydi.

Motorlarning xususiyatlarini aniqlash uchun uning quyidagi xarakteristikalarini olinadi.

1. **Tashqi yoki tezlik xarakteristikasi** – manba kuchlanishi o'zgarmas bo'lganda motor aylanish tezligining yakor tokiga bog'liqligini ko'rsatadi, ya'ni $U = \text{const}$ bo'lganda $n = f(I_{ya})$.

Motorning yuklamasi ortganda yakordagi kuchlanish pasayadi va magnit oqimi ortadi (chunki yakor toki ortadi). Magnit oqimining ortishi motor tezligining yanada kamayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun bu xarakteristika parallel uyg'otishli motorning xarakteristikasiga qaraganda birmuncha "yumshoq" hisoblanadi.

Motorning tezlik xarakteristikasini yuklama $0,25 R_{nom}$ dan boshlab olish kerak.

2. **Motorning ish xarakteristikalarini** – manba kuchlanishi o'zgarmas bo'lganda motorning aylantiruvchi momenti va foydali ish koeffitsientining yakor tokiga bog'liqligini ko'rsatadi, ya'ni $U = \text{const}$ bo'lganda $M = f(I_{ya})$ va $\eta = f(I_{ya})$.

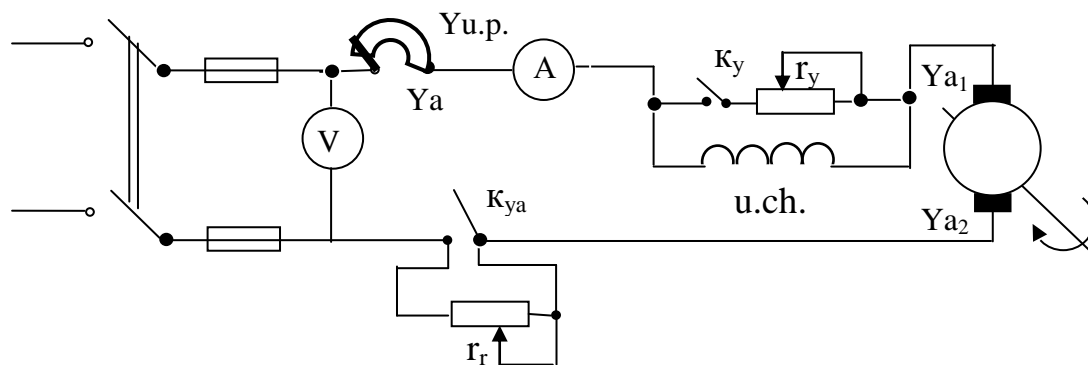
3. **Motorning roslash xarakteristikasi** – $r_{r.u.}$ va r_r o'zgaruvchan bo'lganda motor aylanish tezligining yakor tokiga bog'liqligini ko'rsatadi, ya'ni $r_u = \vartheta_{ar}$ va $r_p = \vartheta_{ar}$ bo'lganda

$$n = f(I_{ya}).$$

III. Ishni bajarish tartibi

1. Ketma-ket uyg‘otishli o‘zgarmas tok motorining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan, shuningdek qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishiladi.

2. Stend bilan tanishib, motorning sxemaga kiradigan qismlari va o‘lchov asboblari aniqlash hamda motorning pasportidagi ma‘lumotlar bilan tanishib ularni hisobotga yozib qo‘yiladi.



14.3-rasm.

3. 14.3-rasmdagi elektr sxema yig‘iladi.

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

5. Motorni reverslashni bajarib, so‘ngra boshlang‘ich yo‘nalishiga keltirib qo‘yiladi.

6. Motorni avvaldan $0,25 R_{nom}$ yuklama bilan yuklab (ampermert bo‘yicha tekshiriladi), uning tezlik va ish xarakteristikalarini olish. O‘lchashdan olingan ma‘lumotlar 14.1-jadvalga yoziladi.

Motorning yuklamasi generator bo‘lganda jadvaldagi ba‘zi kattaliklar quyidagicha hisoblanadi:

$$P_{gen} = U_{gen} \cdot I_{gen}; \quad P_{1dv} = U_{dv} \cdot I_{ya};$$

14.1-jadval

O‘lchashlar			Hisoblashlar						
Motor			Generator		P_{gen}	P_{1dv}	η	P_{2dv}	M_{dv}
U_{dv}	I_{ya}	n	U_G	I_G					
V	A	Ayl/mi n	V	A	Vt	Vt	%	Vt	N·m

$\eta_{gen} = \eta_{dv}$ deb qabul qilsak, (haqiqatan ham shunday), $\eta_{agr} = \eta^2 = \frac{P_{gen}}{P_{1dv}}$ ni

olamiz, u holda $\eta = \sqrt{\frac{P_{gen}}{P_{1dv}}}$.

$$P_{2dv} = P_{1dv} \cdot \eta; \quad M = 9,55 \frac{P_{2dv}}{n}, N \cdot m.$$

Motoring yuklamasi elektromagnit tormoz bo'lganda o'qdagi moment tormoz shkalasi bo'yicha aniqlanadi.

Motor o'qidagi quvvat R_{2dv} quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{2dv} = \frac{M \cdot n}{9,55}, Vt.$$

Motoring FIKi esa $\eta = \frac{P_{2dv}}{P_{10dv}}$.

7. Motoring tezligini roslash (reostatli) xarakteristikalari olinadi. Buning uchun motorni uyg'otish chulg'amini shuntlovchi qarshilik r_q ni zanjirga to'la ulab, kalit K_u ni ulaymiz. Yuklamani $0,25 R_{nom}$ dan R_{nom} gacha oshirib 5—6 ta ixtiyoriy nuqtalar uchun o'lchash ma'lumotlari olinadi. Qarshilik r_q ni kamaytirib o'lchashlar takrorlanadi. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 14.2-jadvalga yoziladi.

Kalitlar K_u va K_{ya} ni ajratib, yakorga qo'shimcha qarshilik r_r ni ulab, avvalgi qiymatlarda 5—6 ta ixtiyoriy nuqtalar bilan o'lchash ma'lumotlari olinadi.

O'lchash natijalari 14.2-jadvalga yoziladi.

14.2-jadval

	I_{ya}	A							
r_{q1}	n_1	ayl/min							
r_{q2}	n_2	ayl/min							
R_r	n_3	ayl/min							

8. Bitta grafikda motoring tezlik (tabiiy va reostatli) xarakteristikalari quriladi.

9. Boshqa grafikda motoring ishchi xarakteristikalari n , M , $\eta = f(I_{ya})$ quriladi.

10. Ish bo'yicha xulosa beriladi.

a) ketma-ket uyg'otishli o'zgarimas tok motorini tuzilishi va ishlash jarayonini aytib bering;

b) motor tezligini roslash usullari haqida ma'lumot bering;

d) motoring qo'llanish sohalari haqida ma'lumot bering.

Nazorat savollari

1. Ketma-ket uyg'otishli motor shuntli motordan konstruktiv jihatdan nima bilan farqlanadi?
2. Motor manbaga qanday ulanadi?
3. Motorning aylanish yo'nalishi qanday o'zgartiriladi?
4. Nima uchun ketma-ket uyg'otishli motorni yuklama bilan tasma orqali biriktirib bo'lmaydi?
5. Nima uchun motorning tezlik xarakteristikasi "yumshoq" hisoblanadi?
6. Motorning aylantiruvchi momenti yakor toki bilan qanday bog'langan?
7. Qaysi motorda (shuntli yoki series) $M > M_{nom}$ ga erishish uchun tok bo'yicha kichik yuklama bo'ladi?
8. Nima uchun yurgizish sharoiti og'ir bo'lgan yuritmalarda (elektrotransportda va ko'tarma qurilmalarda) ketma-ket uyg'otishli motorni qo'llash foydali hisoblanadi?
9. Shuntli yoki series motorning qaysi biridan avtomobil startyori uchun foydalaniladi va nima uchun?
10. Seriesli motorning tezligini qanday rostdash mumkin?

15 – laboratoriya ishi

UCH FAZALI QISQA TUTASHTIRILGAN ROTORLI ASINXRON MOTORI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.
2. Motorning manbaga ulanadigan elektr sxemasi bilan tanishish.
3. Motorning o'ziga xos xususiyatlari bilan tanishish, xarakteristikalarini olish, ularni qurish va tahlil qilish.
4. Motorni yurgizishni va reverslashni o'rganish.
5. Yurgizish toki katta bo'lib, yurgizish momenti kichik bo'lish sabablarini o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asinxron mashinalar sanoatda, asosan motor tarzida qo'llanadi. U qo'zg'almas stator va harakatlanuvchi rotordan iborat bo'lib, havoli kichik tirqish bilan ajralib turadi. Stator chulg'ami uch fazali bo'lib, tarmoq kuchlanishining qiymatiga qarab yulduz yoki uchburchak sxemada ulanishi mumkin. Rotor chulg'ami uning pazlariga (konussimon ariqchalar) suyuq holda quyilgan alyuminiy sterjenlardan iborat bo'lib, bu sterjenlarning ikki uchi tomonidan alyuminiy gardish bilan qisqa tutashtirilgan. Motorning nomi ham shundan kelib chiqqan.

Asinxron motorning ishlashi aylanuvchi magnit maydoni hodisasiga asoslangan. Asinxron motorning stator chulgʻamlari orqali uch fazali oʻzgaruvchan tok oʻtganda aylanuvchi magnit maydoni hosil boʻladi. Bu aylanuvchi magnit maydonining aylanish chastotasi (tezligi) n_0 manba kuchlanishining chastotasi f ga va uch fazali stator chulgʻami hosil qilgan juft qutblar soni r ga bogʻliq

$$n_0 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ ayl/min}$$

bu yerda: $f_1 = 50 \text{ H}$, $r = 1$.

Aylanuvchan magnit maydonining tezligini (yoki asinxron motorning sinxron tezligi ham deyiladi) stator chulgʻamlari va juft qutblari soniga bogʻliqligini jadval koʻrinishida berish mumkin.

m-chulgʻamlar soni	3	6	9	12	15	18
p – juft qutblar soni	1	2	3	4	5	6
n_0 – ayl/min	3000	1500	1000	750	600	500

Sinxron tezlik bilan aylanayotgan aylanuvchan magnit maydoni stator va rotor chulgʻamlarining oʻramlarini kesib oʻtib, ularda tegishli oʻzinduksiya va oʻzaroindukttsiya EYUK larini induksiyalaydi. Bu EYUK larning taʼsir etuvchi qiymatlari:

statorning faza chulgʻamida $E_1 = 4,44k_1 \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot \Phi$;

rotorning faza chulgʻamida $E_2 = 4,44k_2 \cdot f_2 \cdot w_2 \cdot \Phi$;

bu yerda: w_1 va w_2 – stator va rotor chulgʻamlarining oʻramlar soni; k_1 va k_2 stator va rotorning chulgʻam koeffitsienti hisoblanib, qiymati birga yaqin boʻladi.

Rotor chulgʻamlari konstruktiv qisqa tutashganligi uchun undan EYUK E_2 taʼsiridan rotor toki I_2 oʻta boshlaydi. Aylanuvchan magnit maydonining rotor toki bilan oʻzaro taʼsiridan hosil boʻlgan elektromagnit aylantiruvchi moment rotorni aylanuvchi magnit maydoni yoʻnalishida harakatlanishga majbur etadi. Asinxron motor rotorining aylanish tezligi n_0 dan doimo kichik (aks holda EYUK induksiyanmaydi). Buni asinxron motorning sirpanishi deyiladi, u quyidagi formula boʻyicha aniqlanadi:

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

Motorni boshlangʻich yurgizish paytida (oʻzining tinch inersiyasi boʻyicha rotor 1 ... 2 sekund harakatsiz turadi) $n = 0$, $s = 1$ boʻladi. Motor salt ishlaganda rotorning tezligi aylanuvchan magnit maydonining aylanish tezligiga deyarli yaqin boʻlib, sirpanish ham nolga yaqin boʻladi. Nominal yuklama bilan ishlayotgan asinxron motorlarning nominal sirpanishi 3 ... 5 % ni (yoki $0,03 \div 0,05$) tashkil etadi. Motorning quvvati ortgan sari sirpanishning quvvati orta boradi. Rotor tokining chastotasi sirpanish

tezligi $n_s = n_0 \cdot n$ ga bog'liq bo'lib, $f_2 = f_1 \cdot s$ ga tengdir. U holda aylanayotgan rotordagi EYUK $E_{2s} = E \cdot S$ motor yurgizilayotgan paytidagi EYUK ning 3 ÷ 5% ini tashkil etadi. EYUK E_2 ta'siridan rotorda hosil bo'lgan tok Om qonuniga binoan:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{r_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{E_2 \cdot S}{\sqrt{r_2^2 + X_2^2 \cdot S^2}},$$

Bu yerda: r_2 —rotor zanjirining aktiv qarshiligi; $X_{2s} =$ rotor zanjirining induktiv qarshiligi, Om:

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

Ifodalardan ko'rinadiki, motorni boshlang'ich yurgizish paytida rotorining 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 kamaya boradi va yuklama nominalga yetganda ular o'z nominal qiymatlariga erishadi.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda yurgizish toki nominal tokdan 5 ... 7 marta katta bo'ladi. Bunday katta yurgizish toki tarmoq kuchlanishining pasayishiga sabab bo'ladi.

Shuning uchun katta quvvatli qisqa tutashgan rotorli asinxron motorni yurgizish paytida yurgizish tokini kamaytirib, tarmoq kuchlanishini keskin o'zgarishini (pasayishini) kamaytiradigan maxsus yurgizish sxemalaridan foydalaniladi. Avtotransformator yordamida yurgizish va stator chulg'amlarini "uchburchak" dan "yulduz" ga o'tkazib yurgizish sxemalari mavjud. Kichik va o'rta quvvatli motorlarni elektr tarmog'iga bevosita ulab yurgiziladi.

Motorning aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun aylanuvchan magnit maydonining aylanish yo'nalishini o'zgartirish kerak. Buning uchun statorning uchta faza simlaridan istagan ikkitasining manbaga ulanadigan o'rinlarini almashtirish kifoya.

Rotorda hosil bo'lgan elektromagnit moment magnit oqimi Φ va rotor toki I_2 orqali aniqlanadi:

$$M = c_M \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos\psi_2,$$

bu yerda: C_M – motorning konstruktiv doimiysi; $\cos\psi_2$ – rotordagi EYUK bilan tok orasidagi siljish burchagi. Agar $\cos\psi_2 = \frac{r_2}{\sqrt{r_2^2 + x_2^2 \cdot S^2}}$ ekanligini va

magnit oqimi Φ ning qiymatini statordagi EYUK ifodasidan va rotor tokini hisobga olsak, ma'lum o'zgartirishlardan so'ng elektromagnit aylantiruvchi momentning manba kuchlanishining o'zgarishiga o'ta sezgirligini ifodalovchi natijaviy ifodani hosil qilish mumkin, ya'ni

$$M = c \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2 \cdot S}{r_2^2 + x_2^2 \cdot S^2}.$$

Shuning uchun motorni ishlatishga 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 motorlar ishlab chiqariladi.

1975 yildan boshlab quvvati 0,06 kVt dan to 400 kVt gacha bo'lgan yangi 4A (4AN) seriyali uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlar qo'llana boshlandi.

Asinxron motorning ish xarakteristikalarini manba kuchlanishi U_1 va chastotasi f_1 o'zgarish bo'lganda motorning aylanish tezligi n , sirpanishi S , aylantiruvchi momenti — M , FIK- η , quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ va stator toki I_1 larning motor o'qidagi foydali quvvat P_2 ga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziqlardan iborat.

1. Motor aylanish tezligining foydali quvvatga bog'liqlik xarakteristikasi $n = f(P_2)$ yoki $s = f(P_2)$. Asinxron motorlar salt ishlashdan to nominal yuklamagacha yuklanganda tezligi juda oz o'zgaradi. Shuning uchun bu motorni tezlik xarakteristikasi "qattiq" hisoblangan motorlar toifasiga kiritish mumkin.

Sirpanish formulasidan motorning aylanish tezligini aniqlovchi ifodani yozish mumkin, ya'ni $n = n_0(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s)$. Demak, motorning

tezligini juft qutblar sonini va manbaning chastotasini o'zgartirib boshqarish mumkin. Juft qutblar soni o'zgartirilib boshqarilganda motorning tezligi pog'onali o'zgaradi. Sanoat ventilyatorlarning va metalni qayta ishlovchi stanoklarning yuritmalari uchun ikki va uch pog'onali, ya'ni ko'p tezlikli motorlarni ishlab chiqaradi.

Motorning tezligini chastotani o'zgartirib boshqarish usuli uni bir tekis va keng doirada o'zgartirish imkonini beradi. Ammo bu usul maxsus chastota o'zgartgich qurilmasini talab etadi.

2. Aylantiruvchi momentning foydali quvvatga bog'liqlik xarakteristikasi $M = f(P_2)$. Momentni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$M = 975 \frac{P_2}{n} (\kappa Gm) = 9550 \frac{P_2}{n} (Nm),$$

bu yerda: P_2 – motor o'qidagi foydali quvvat (kVt).

3. Motor FIK ning foydali quvvatga bog'liqligi xarakteristikasi $\eta = f(P_2)$.

Asinxron motorning FIK quyidagicha aniqlanadi:

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

bu yerda: $\sum \Delta P$ -motordagi barcha quvvat isrofi yig'indisi.

$$\sum \Delta P = \Delta P_{chull} + \Delta P_{chul2} + \Delta P_L + \Delta P_{mex};$$

bu yerda: $\Delta P_{chul1}, \Delta P_{chul2}$ — stator va rotor chulg‘amlarining qizishiga sarf bo‘lgan quvvat isrofgarchiliklari, yuklamaga bog‘liq bo‘lganidan o‘zgaruvchan hisoblanadi. $\Delta P_L, \Delta P_{mex}$ — statorning po‘lat o‘zagidagi va mexanik quvvat isrofgarchiliklari. Bu isrofgarchiliklar yuklamaga bog‘liq bo‘lmay doimiy hisoblanadi (rotorning po‘lat o‘zagidagi quvvat isrofi odatda hisobga olinmaydi).

Asinxron motorlarning FIK 0,7 ... 0,94 atrofida bo‘lib, quvvati katta motorlarning FIK ham yuqori bo‘ladi. Yuklama 0,3 dan to 1,2 R_{nom} gacha bo‘lganda motorning FIK kam o‘zgaradi. Bu energetik nuqtai nazardan qulay hisoblanadi. Mazkur laboratoriya ishida FIK quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_{dv} = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%.$$

4. Quvvat koeffitsientining foydali quvvatga bog‘liqligi xarakteristikasi $\cos \varphi = f(P_2)$. Asinxron motor manbadan iste‘mol qilayotgan energiyasini faqat foydali mexanik ishga chulg‘amlarning qizishiga sarflamay, shuningdek, uning bir qismini mashinaning magnit maydonida davriy ravishda to‘playdi:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_1^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_1}{P_1}\right)^2}},$$

Mazkur laboratoriya ishida motorning quvvat koeffitsienti o‘lchov asboblarning ko‘rsatishi bo‘yicha aniqlanadi:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{3 \cdot U_F \cdot I_F}.$$

Motor salt ishlaganda uning quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,08 \div 0,015$ bo‘lib, nominal yuklama bilan ishlaganda esa $\cos \varphi = 0,75 \div 0,95$ bo‘ladi. Yuklama 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 $\frac{Q_1}{P_1}$ motorning yuklanishiga bog‘liq, demak, asinxron motorning quvvat koeffitsienti yuqori bo‘lishi uchun uning to‘la yuklanishi muhim ahamiyatga ega.

5. Stator tokining foydali quvvatga bog‘liqligi xarakteristikasi $I_1 = f(P_2)$.

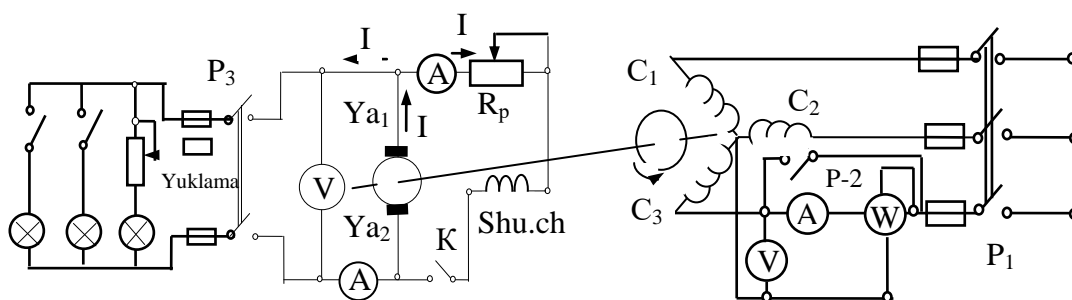
Motorning po‘lat o‘zagida (magnit zanjirida) havo tirqishlar bo‘lgani uchun, stator tokining ma‘lum qismi reaktiv tok tashkil etuvchisidan iborat. Motor salt ishlaganda stator toki nominal tokning 0,25 ... 0,4 qismini tashkil etadi.

Mazkur laboratoriya ishida motorning yuklamasi qilib parallel uyg‘otishli o‘zgarmas tok generatori olingan. Generatorning FIK

xarakteristikasi $\eta_{gen} = f(P_{gen})$ bo‘lib, buning yordamida motorning o‘qidagi foydali quvvat $P_2 = \frac{P_{gen}}{\eta_{gen}}$ aniqlanadi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning tuzilishi va qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishish.
2. Stend bilan tanishib, motor sxemasiga kiradigan barcha qismlari bilan tanishish. Mashinaning pasportida berilganlar bilan tanishib, yozib qo‘yish, stendning sxemasi 18.1-rasmda ko‘rsatilgan.
3. Ajratgich P-2 ni ulab o‘lchov asboblari motorni yurgizish tokidan vaqtincha muhofaza qilish.



15.1-rasm

4. Generatorning yuklamasi ulanmagan holda (ajratgich P-3 uzilgan), motorni ajratgich P-1 yordamida manbaga ulab yurgizish. Ampermetr yurgizish tokining ta‘siridan muhofaza qilingan bo‘lsa ham baribir motorni yurgizish paytida ampermetr strelkasining og‘ishiga e‘tibor bering. Motor yurgizib yuborilgach 5 ... 6 sekund o‘tgandan so‘ng, ajratgich P-2 ni uzib, o‘lchashlarni bajarish mumkin. Ajratgich P-3 ni ulab generatorning shu bilan birgalikda motorning yuklamasini bir tekis orttira boriladi. 6 ... 7 ta ixtiyoriy nuqtalar uchun o‘lchashlarni bajarish lozim. O‘lchashdan olingan ma‘lumotlar jadvalga yoziladi.
5. O‘lchash va hisoblash natijalari bo‘yicha bitta koordinatada motorning ish xarakteristikalari quriladi. Motorning aylanishlar soni taxogenerator yordamida o‘lchanadi.
6. Motorga uch fazali avtotransformator yoki reostat yordamida pasaytirilgan kuchlanish berib, ya‘ni ajratgich P-1 ni boshqa holatga o‘tkazib 4-punkttdagi o‘lchashlarni takrorlab, olingan ma‘lumotlar jadvalga yoziladi.
7. Jadvaldagi ma‘lumotlar bo‘yicha motorga pasaytirilgan kuchlanish ta‘sir ettirilgandagi mexanik xarakteristikasi $n = f(M)$ quriladi. Ana shu grafikda motorga nominal kuchlanish berilgandagi (jadvaldagi ma‘lumotlar bo‘yicha) mexanik xarakteristikasi ham quriladi.

8. Ish bo'yicha xulosa beriladi: a) Motor tezligini o'zgarishi haqida; b) manba kuchlanishining ta'siri haqida; d) quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ning motorning yuklanishiga bog'liqligi haqida. e) qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning afzalligi va kamchiliklari haqida.

15.1-jadval

O'lchaslar							Hisoblashlar						
Generator			Motor				P_{gen}	p_{1dv}	P_{2dv}	M	η_{dv}	S	$\cos\varphi$
I	I_u	U_g	U_F	I_F	P_F	n							
A	A	V	V	A	Vt	ayl/m	Vt	Vt	Vt	N m	%	%	---

Jadvalda $P_g = U_g(I+I_u)$, Vt; $P_{1dv} = 3 * P_{f dv}$, Vt; $P_{2dv} = P_2 = P_{gen} / \eta_{gen}$, Vt;
 $\eta_{dv} = P_{2dv} / P_{1dv} * 100\%$.

15.2-jadval

O'lchashlar							Hisoblashlar						
Generator			Motor				P_{gen}	η_{gen}	P_{2dv}	M	η_{dv}	S	$\cos\varphi$
I	I_u	U_g	U_F	I_F	P_F	n							
A	A	V	V	A	Vt	ayl/m	Vt	---	Vt	N m	%	%	---

Nazorat savollari

1. Uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipini bayon eting.
2. Asinxron motor deb qanday motorga aytiladi? Rotorning sirpanishi nima?
3. Asinxron motorlarning aylantiruvchi momenti qanday kattaliklarga bog'liq?
4. Yurgizish tokining katta bo'lib, yurgizish momentining kichik bo'lishini tushuntirib bering.
5. Asinxron motorlarning tezliklarini boshqarishning qanday usullari bor?
6. Nima uchun qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning tezligini boshqarish qiyin?

7. Motorni reverslash qanday bajariladi?
8. Nima uchun motorning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ uning o'qidagi mexanik yuklamaga bog'liq?
9. Stator chulg'amlarini yulduz yoki uchburchak sxemada ulash qanday tanlanadi?

16 - laboratoriya ishi

FAZA ROTORLI UCH FAZALI ASINXRON MOTORI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Faza rotorli uch fazali asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.
2. Motorning manbaga ulanadigan elektr sxemasi bilan batafsil tanishish.
3. Motorning o'ziga xos xususiyatlari bilan tanishish, ish xarakteristikasini olish, uni qurish va tahlil qilish.
4. Motorni yurgizishni va reverslashni o'rganish.
5. Yurgizish tokining kichik bo'lib yurgizish momentining katta bo'lish sabablarini o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Asinxron motorning ishlash prinsipi 15-laboratoriya ishida bayon etilgan. Faza rotorli asinxron motor qisqa tutashtirilgan rotorli motordan rotorining tuzilishi bilan farq qiladi.

Fazali rotor qalinligi $0,35 \div 0,5$ mm bo'lgan elektrotexnik po'lat tunuka (plastinka) lardan shtamplanib yig'ilgan silindrdan iborat. Statoridagi kabi rotorning ham pazlariga uch fazali chulg'am joylashtirilgan. Rotor chulg'amlari yulduz sxemada ulanadi. Har bir fazaning bosh uchlari o'qdan izolyasiya qilingan uchta mis kontakt halqalarga birlashtirilgan. Mis halqalar cho'tkalar orkali uch fazali yurgizish reostati bilan birlashtirilgan (16.1-rasm). Yurgizish reostatining vazifasi birinchidan yurgizish tokini $I (2,5 \div 3,5)I_{nom}$ gacha kamaytirish (qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda esa $I_{yu} = (5 \div 7)I_{nom}$ edi). Darhaqiqat, yurgizish paytida rotordagi tok:

$$I'_2 = \frac{E_2 \cdot S}{\sqrt{(r_2 + r_{yur})^2 + x_2^2 \cdot S^2}}$$

bo'lib, yurgizish qarshiligi bilan cheklangan.

Ikkinchidan, yurgizish reostatining vazifasi yurgizish momentini maksimumgacha oshirish, chunki $\cos\psi_2$ va rotordagi aktiv tok ortadi, ya'ni

$$\cos\psi'_2 = \frac{r_2 + r_{yur}}{\sqrt{(r_2 + r_{yur})^2 + x_2^2 \cdot S^2}}; M = c_m \cdot \Phi \cdot I'_2 \cdot \cos\psi'_2.$$

Yuqoridagi barcha ifodalarda sirpanish $S = 1$ deb qabul qilinadi.

$$S = \frac{r_2 + r_{yur}}{x_2} = 1.$$

Yurgizish momenti katta bo'lganidan faza rotorli asinxron motor yuklama bilan yurgizish kerak bo'lgan (markazdan qochma nasoslar, kompressorlar, liftlar, kran motorlari va h.) mexanizmlarda qo'llanadi.

Faza rotorli asinxron motorni qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlardan farqi asinxron motor rotorining chulg'ami bilan ketma-ket qo'shimcha qarshilik (reostat) ulab, uning aktiv (ehtiyoj bo'lsa induktiv) qarshiligini o'zgartirish mumkin bo'lsa, qisqa tutashgan rotorli asinxron motorda bunday imkoniyat yo'q.

Motor rotorining aylanish yo'nalishini o'zgartirish uchun aylanuvchan magnit maydonining aylanish yo'nalishini o'zgartirish kerak. Buning uchun statorning uchta faza simlaridan istagan ikkitasining manbaga ulanadigan o'rinlarini almashtirish kifoya.

Motorning ish xarakteristikasi manba kuchlanishi va chastotasi o'zgaras bo'lganda iste'mol qilinayotgan quvvat P_1 , tok I_1 , aylantiruvchi moment M , sirpanish S , aylanishlar soni n , FIK η , quvvat koeffitsienti $\cos\phi$ ning motor o'qidagi foydali quvvat P_2 ga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziqlardan iborat, ya'ni:

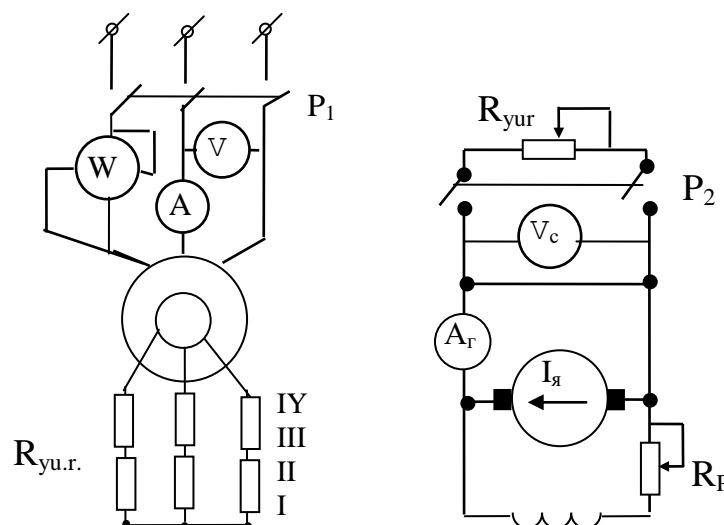
$$U_1 = \text{const. } f = \text{const. bo'lganda } P_1, I_1, M_1, S, n, \eta, \cos\phi = f(P_2).$$

Motorga yuklama sifatida motor o'qi bilan mexanik bog'langan parallel uyg'otishli o'zgaras tok generatoridan foydalaniladi. Generatorning yuklamasini o'zgartirish yuklama qarshiligi R_{Yu} miqdorini, shuningdek generatorning uyg'otish zanjiridagi uyg'otish reostati yordamida uyg'otish tokini o'zgartirish bilan bajariladi.

Generatorning FIK xarakteristikasi $\eta_{gen} = f(P_{gen})$ dan motorning o'qidagi foydali quvvat P_2 (bu generatorning iste'mol qiladigan quvvati

P_{gen} ga teng) aniqlanadi:

$$P_2 = P_{1gen} = \frac{P_{gen}}{\eta_{gen}} = \frac{U_r \cdot I_r}{\eta_{gen}}$$



16.1-rasm

III. Ishni bajarish tartibi

1. Faza rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipi bilan, shuningdek qismlarga ajratilgan namunasi bilan tanishiladi.
2. Stend bilan tanishib, Motor-generatorning sxemasiga kiradigan barcha qismlar va o'lchov asboblari aniqlanadi hamda agregatning pasportidagi ma'lumotlar bilan tanishib, ularni hisobotga yozib qo'yiladi.
3. 16.1-rasmdagi elektr sxema yig'iladi.
4. Generatorning yuklamasi ulanmagan holda (ajratkich P₂ uzilgan) motor yurgiziladi. Yurgizishda avval yurgizish reostatining dastagi salt ishlash holatida (1-pog'onada) turganligiga va rotor zanjirining ajratilganiga ishonch hosil qilinadi. Shundan keyin magnitli yurgizgich P₁ ni ulab, yurgizish reostatining dastagi (yu.r.) II holatga o'tkaziladi. Motor aylana boshlaydi. Uning tezligi orta borgan sari (5÷8 sekund davomida) yurgizish reostatining dastagi III va IV holatlarga o'tkaziladi.
5. Endi motorning ish xarakteristikasi olinadi. Buning uchun P₂ ajratkich yordamida generatorning yuklamasini ulab, uni nominal miqdorigacha yuklanadi. Ixtiyoriy tanlangan 6÷7 ta nuqtalar uchun o'lchash ma'lumotlarini olib uni 16.1-jadvalga yoziladi.

16.1-jadval

O'lchashlar							Hisoblashlar					
U ₁	I ₁	P _F	n	U ₀	I _G	P _{gen}	P ₂	P ₁	M	η	cos φ	S
V	A	Vt	ayl/m	V	A	Vt	Vt	Vt	Nm	%		%

Jadvaldagi ayrim kattaliklar quyidagicha aniqlanadi:

$P_{gen} = U_{gen} \cdot I_{gen}$ generatorning quvvati

$P_2 = P_{gen} / \eta_{gen}$ bog'lanish $\eta_{gen} = f(P_{gen})$ ning grafigidan aniqlanadigan motor o'qidagi quvvat, Vt;

$P_1 = 3 \cdot P_f$ - manbadan iste'mol qilinayotgan uch fazali quvvat, Vt;

$M = 9,55 \frac{P_2}{n} N.m$, agar P_2 Vt da bo'lsa;

$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$; $\cos \frac{P_1}{\sqrt{3}UI}$; $S = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\%$.

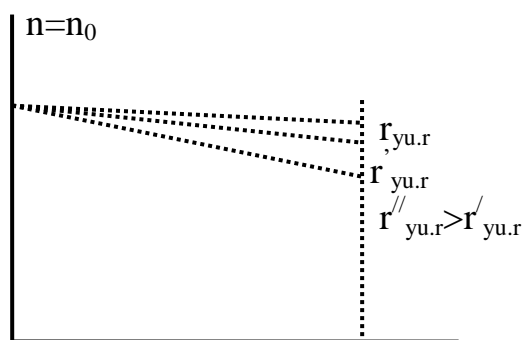
6. Rotor zanjiridagi yurgizish (reostat) qarshiligi r_{yur} ning turli qiymatlarida motorning sun'iy (reostat) $n = f(M)$ xarakteristikolari olinadi.

Motor mexanik xarakteristikasining ish qismi sirpanish $S=0$ dan $S < S_{kr}$ gacha bo'lgan oraliqdagi egri chiziq hisoblanadi. Egri chiziqning bu qismi uchun bog'lanish $M = f(S)$ chiziqlidir.

Asinxron motorning tabiiy va sun'iy xarakteristikalari uchun quyidagi ifodalar umumiy hisoblanadi:

$$M = cU_1^2 \cdot \frac{r_2}{(r_2 + r_k)^2 + X_2^2 S^2} \cdot S; \quad n = n_0 \left(1 - \frac{1}{C_1} \cdot \frac{r_2 + r_k}{r_2} M \right)$$

Mexanik xarakteristikasini qurish uchun bitta ish nuqtasining bo'lishi kifoya. Ikkinchi nuqta motorning sinxron tezligiga to'g'ri keladi



16.2-rasm

(16.2-rasm) va bu nuqtada tabiiy va sun'iy xarakteristikalar kesishadi. Rotor zanjiridagi qarshiliklar katta bo'lganda sun'iy xarakteristika birmuncha yumshoq bo'ladi.

Xarakteristikalarni olish uchun yurgizish reostatining turli holatlarida motor o'qidagi qarshilik momentini bir xil saqlash kerak (yuklamani). O'lchashdan olingan

ma'lumotlar 16.2-jadvalga yoziladi.

7. O'lchash va hisoblash natijalari bo'yicha bitta chizmada motorning ish xarakteristikasi, alohida chizmada esa tabiiy va sun'iy xarakteristikasi quriladi (yurgizish reostatining IV pog'onasi uchun ma'lumotlar 16.1-jadvaldan olinadi).

8. Ish bo'yicha xulosa beriladi:

- yurgizish reostatining ahamiyati haqida;
- tezlikni rostdash haqida;
- $\cos\varphi$ va η ning motorni yuklanishiga bog'liqligi haqida;
- faza rotorli asinxron motorlarni qanday hollarda qo'llash yaxshi ekanligi haqida.

16.2-jadval

Yurgizish reostati rostdash pog'onalari	O'lchashlar			Hisoblashlar			
	U_{gen} V	I_{gen} A	η_0 ayl/min	n_0 ayl/min	P_{gen} Vt	P_2 Vt	M Nm
II							
III							
IY							

Nazorat savollari

1. Faza rotorli asinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipini bayon eting.
2. Yurgizish reostatining ahamiyati uning motorni yurgizish toki va momentiga ta'siri nimadan iborat?
3. Rotorning sirpanishi nima va motor ishlaganda u nimaga teng?
4. Asinxron motorning elektromagnit momentining kattaligi nimalarga bog'liq?
5. Faza rotorli motorni yurgizish tartibi qanday?
6. Motorni reverslash qanday bajariladi?
7. Qanday sirpanishlarda motorni ortiqcha yuklanishlardan va to'xtab qolishidan xavotir bo'lmay ishlatish mumkin?
8. Motorning sun'iy mexanik xarakteristikasi tabiiysiga nisbatan qanday joylashgan?
9. Pasportida ikki xil 220/380 V kuchlanish ko'rsatilgan motorning stator chulg'amlarini yulduz yoki uchburchak sxemada ulash nimalarga bog'liq?
10. AK 2-51-4 tipidagi asinxron motorning belgilanishidagi raqam va harflar nimani bildiradi va bunday motorning tezligi nimaga teng?

17 - laboratoriya ishi

UCH FAZALI SINXRON GENERATOR

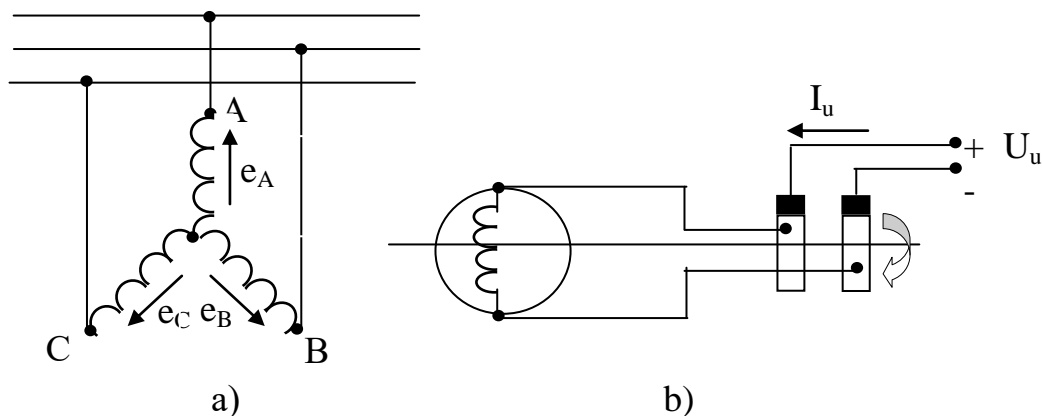
I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishini, ishlash prinsipini va sxemasini o'rganish.
2. Alohida iste'molchiga ishlayotgan sinxron generatorning xarakteristikalarini olish va qurish.
3. Sinxron generatorni parallel ishlatish uchun tarmoqqa ulashni o'rganish.
4. Generatorni elektr tarmog'iga parallel ulangandan so'ng uning aktiv va reaktiv quvvatlarini boshqarishni o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Uch fazali sinxron generator birlamchi motorning mexanik energiyasini o'zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirib beradi. Generatorning statori uch fazali asinxron motorning statoriga o'xshash bo'lib (17.1-rasm, a), rotori esa val, po'lat o'zakdan va uyg'otish chulg'amidan iborat. Uyg'otish chulg'ami kontakt halqa va grafit

choʻtkalar orqali oʻzgaras tok manbaiga ulangan. Kontakt halqalari rotor oʻqidan va oʻzaro izolyatsiya qilingan (17.1-rasm, b). Rotor chulgʻamidan oʻtgan uygʻotuvchi oʻzgaras tok uygʻotish magnit oqimi Φ_u ni hosil qiladi.



17.1-rasm

Birlamchi motorning aylanish tezligiga (mazkur laboratoriya ishida parallel uygʻotishli oʻzgaras tok motoridan foydalanilgan) teng n tezlik bilan aylanayotgan rotorning uygʻotuvchi magnit oqimi statorning uch fazali chulgʻamida $f = \frac{pn}{60}$ chastotali oʻzgaruvchan EYUK ni hosil qiladi:

$$E_0 = 4,44 \cdot \Phi_y \cdot f \cdot w \cdot R_u,$$

bu yerda: r – generatorning juft qutblari soni; n – rotorning aylanish tezligi, ayl/min; Φ_u – qutblarning magnit oqimi, Vb; w – generator bir fazasi chulgʻamining oʻramlar soni; R_{ch} – statorning (yakorning) chulgʻam koeffitsienti.

Agar stator chulgʻamlarining uchlarini biron qarshilikka ulasak, fazalardan I_A, I_B, I_C toklar oqib oʻtadi. Bu faza toklari statorning (yoki yakorning) $n_0 = \frac{60f}{p}$ tezlik bilan aylanayotgan magnit oqimi Φ_{ya} ni hosil qiladi. Demak, rotor va statorning magnit oqimi bir xil tezlik bilan aylanyapti, yaʼni $n = n_0$. Shuning uchun ham sinxron mashina deyiladi.

Kichik quvvatli sinxron mashinalarda uygʻotish chulgʻamli qutblar qoʻzgʻalmas korpusga, oʻzgaruvchan tok chulgʻamlari esa aylanuvchan rotorga oʻrnatilgan boʻladi (mazkur laboratoriya ishida ana shunday mashinadan foydalanilgan).

Alohida tarmoqqa ishlayotgan sinxron generatorning asosiy xususiyatlarini aniqlash uchun quyidagi xarakteristikalar olinadi.

1. Salt ishlash xarakteristikasi – yuklama (yakor) toki $I_{ya} = 0$ va aylanish tezligi $n = \text{const}$ boʻlganda generator qismalaridagi kuchlanish

(yoki EYUK) U ning uyg'otish toki I_u bilan qanday bog'langanligini ko'rsatadi, ya'ni $I_{ya} = 0$; $n = \text{const}$ va $f = \text{const}$ bo'lganda $U = f(I_y)$.

2. **Generatorning tashqi xarakteristikasi** – uyg'otish toki I_u , quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$, aylanish tezligi n o'zgarmas bo'lganda generator qismalaridagi kuchlanish U ning yuklama (yoki yakor) toki I_{ya} bilan qanday bog'langanligini ko'rsatadi, ya'ni: $I_y = \text{const}$; $\cos\varphi = \text{const}$, $n = \text{const}$ va $f = \text{const}$ bo'lganda $U = f(I_{ya})$.

3. **Rostlash xarakteristikasi** – quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$, aylanish tezligi n va chastota f o'zgarmas bo'lganda generator qismalaridagi kuchlanishni miqdor jihatdan doimiyligini ta'minlash uchun yuklama toki o'zgarganda uyg'otish tokini qanday o'zgartirish kerakligini ko'rsatadi, ya'ni: $U = \text{const}$, $\cos\varphi = \text{const}$, $f = \text{const}$ va $n = \text{const}$ bo'lganda $I_y = f(I_{ya})$.

Laboratoriya ishida generatorning har bir fazasiga simli reostat r_n ulangan.

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

1. Generator qismalaridagi kuchlanish tarmoq kuchlanishiga teng bo'lishi kerak ($U_G = U_G$).

2. Generator chastotasi tarmoq chastotasiga teng bo'lishi kerak ($f_G = f_T$).

3. Generator fazalarining ketma-ketlik tartibi tarmoq fazalarining ketma-ketlik tartibi bilan bir xil bo'lishi kerak.

4. Sinxronlashtirish quyidagi tartibda olib boriladi. Generator birlamchi motor 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.

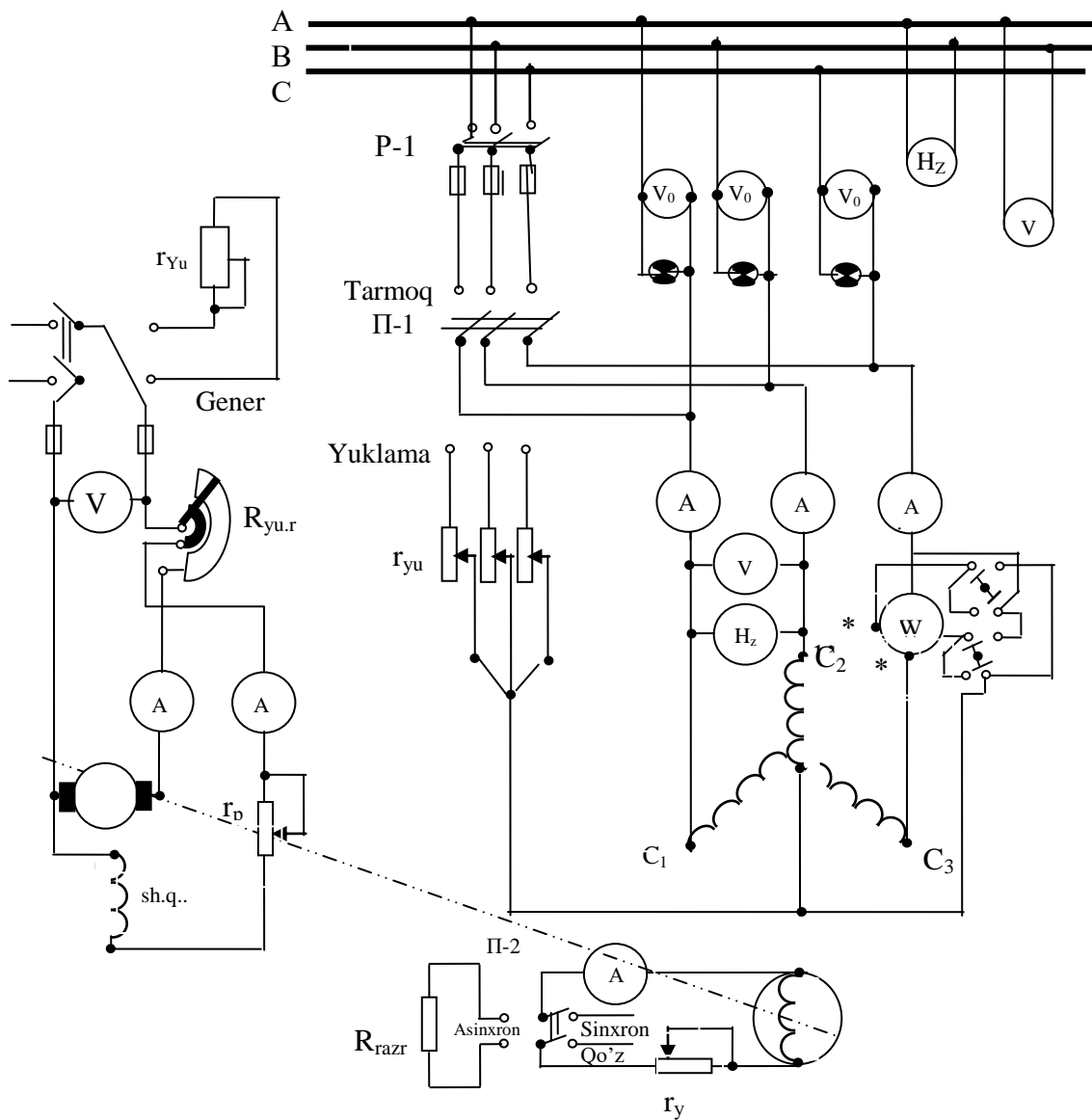
Generatorning uyg'otish tokini o'zgartirib, uning kuchlanishini (ya'ni EYUK ni) tarmoq kuchlanishiga tenglashtiriladi. Chastotalarning tengligi, shuningdek, generator va tarmoq kuchlanishlarining tengligi ikkita chastotametr va ikkita voltmeter yordamida kuzatib turiladi (17.2-rasm). Fazalarning ketma-ketlik tartibi, shuningdek generator va tarmoq kuchlanishlarining tengligi, fazalar bo'yicha mosligi uchta voltmترلar V_0 yordamida tekshiriladi.

Agar voltmترلarning strelkalari bir vaqtda tebranib hammasi nol yoki biron qiymatni ko'rsatsa, bu tarmoq va generator fazalarining ketma-

ketlik tartibi bir xil emasligini ko'rsatadi. Bu holda generator fazalarining ketma-ketlik tartibini o'zgartirish kerak. Buning uchun generator tomonidan P-1 qayta ulagichning qismalaridagi ikkita simning o'rnini almashtirish kerak. Agar nolinchi voltmetr V_0 larning strelkalari bir vaqtda va juda sekin tebransa, sinxronlashtirishning yuqoridagi shartlari bajarilgan bo'ladi. Voltmetrlarning strelkalari nol qiymatdan o'tayotgan vaqtda, qayta ulagich P-1 ni "tarmoq" holatiga ulash kerak.

Generator parallel ishlashga ulangandan so'ng nolinchi voltmetrlarning strelkalari nolda turadi (chunki P-1 qayta ulagich orqali voltmetr qismlari tutashtirilgan bo'ladi).

Parallel ishlashga ulangan sinxron generatorni aktiv quvvat bilan yuklash uchun, birlamchi motorning quvvatini oshirish kerak. Buning uchun motorning uyg'otish tokini kamaytirish lozim. U holda motorning



17.2-rasm

o'qidagi moment ortib generatorning rotori aylanish yo'nalishi bo'yicha salt ishlaganligi holatiga nisbatan θ burchakka buriladi.

Aktiv quvvat $P = \text{const}$ bo'lganda generator o'qidagi aylantiruvchi moment ham o'zgarmas bo'ladi.

Sinxron generatorni reaktiv quvvat bilan yuklash uchun, uning uyg'otish toki I_u ni o'zgartirish kerak (17.2-rasm). Generatorning optimal deb ataluvchi juda qulay uyg'otish toki $I_{U.o}$ da va uning ishlab chiqarayotgan o'zgarmas aktiv quvvatida, generator toki minimal bo'lib (I_0), mashinaning nominal uyg'otilishiga va quvvat koeffitsientining $\cos\varphi=1$ bo'lishiga to'g'ri keladi. Generatorning uyg'otish tokini o'zgartirib, bunga ishonch hosil qilish mumkin. Agar $I_y < I_{y.o}$ 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 $I > I_0$ bo'lib, generatorning umumiy toki ortadi. Bunda: $\varphi > 0$ bo'lib, quvvat koeffitsienti $\cos\varphi < 1$ bo'ladi. Agar $I_u > I_{U.o}$ bo'lsa, ortiqcha magnitlovchi tok hosil bo'ladi. Bu holda generatorning kuchlanishi tarmoq kuchlanishidan ortiq bo'lib, tarmoqdagi magnitsizlovchi tok iste'mol qila boshlaydi, natijada yana generatorning umumiy toki $I > I_0$ ortib ketadi. Bunda: $\varphi < 0$ bo'lib, quvvat koeffitsienti $\cos\varphi < 1$ bo'ladi.

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

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

III. Ishni bajarish tartibi

1. Sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipi, shuningdek, tajribada qurilmaga kiradigan barcha uskunar bilan tanishish.

2. Stend bilan tanishib, generatorning sxemaga kiradigan qismlari 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-3 ni "motor" holatiga o'tkazib, birlamchi motorni yurgizish va yurgizish reostatining qarshiligini r_{yur} bir tekis kamaytirib borish kerak. Qayta ulagich P-2 ni "uyg'otish", ya'ni "sinxron" holatiga o'tkaziladi. Rubilnik R-1 tarmoqdan ajratilgan bo'lishi kerak.

4. Birlamchi motorning roslash reostati r_r yordamida uning nominal aylanish tezligini hosil qilib, generator EYUK chastotasining 50 Gs bo'lishiga erishiladi.

5. Sinxron generatorning salt ishlash xarakteristikasi olinadi. Buning uchun rotor zanjiridagi uyg'otish reostati r_u yordamida boshlang'ich

minimal uyg‘otish toki hosil qilinadi. Xarakteristika uyg‘otish tokining 0 dan 1 A gacha ortib boruvchi va 1 A dan 0 gacha kamayuvchi qiymatlarida olinadi. Tajribadan olingan ma’lumotlar 17.1-jadvalga yoziladi.

6. Generatorning tashqi xarakteristikasi olinadi. Buning uchun qayta ulagich P-1 ni "yuklama" holatiga o‘tkazib, uyg‘otish tokining shunday qiymati tanlanadiki, bunda generatorning EYUKi uning nominal kuchlanishiga teng bo‘lsin.

Yuklama tokini 1 A dan ko‘paytira borib nominal qiymatigacha o‘zgartiriladi. Yuklama ortgan sari kuchlanishning pasayuviga e’tibor bering. O‘lchash ma’lumotlari 17.2-jadvalga yoziladi.

17.1-jadval

I_u A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
E_u											
E_u											

17.2-jadval

I_{ya} A						
U V						

17.3-jadval

I_{ya} A						
I_u A						

7. Generatorning rostdlash xarakteristikasi olinadi. Generatorning salt rejimida kuchlanish $U_{nom} = 220$ V hosil qilinib, yuklama noldan nominalgacha o‘zgartiriladi. Yuklama ortishi bilan kuchlanishning har pasayishida, uni $U = 220$ V = const saqlash uchun uyg‘otish tokini har gal orttirib borish kerak. O‘lchashdan olingan ma’lumotlar 17.3-jadvalga yoziladi.

8. Sinxron generatorni elektr tarmog‘i bilan sinxronlashtiriladi. Buning uchun chastotometrlar va voltmetrlar holatining bir xil bo‘lishini ta’minlab, nolnchi voltmetrlar strelkalarining asta-sekin nol qiymatlarga kelishiga erishish kerak. Uchala voltmetr strelkalarining nol qiymatlardan o‘tish momentida qayta ulagich P-1 ni "tarmoq" holatiga ulash kerak.

9. Birlamchi motorning 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'rsatishlari bo'yicha stator toklarining ortayotganligiga ishonch hosil qilinadi.

11. Sinxron generatorning xarakteristikalarini quriladi.

12. Ish bo'yicha xulosa beriladi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Uch fazali sinxron generatorning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?
2. Generatorning EYUKi nimaga bog'liq va uning miqdorini qanday o'zgartirish mumkin?
3. Uch fazali sinxron generatorni katta quvvatli elektr tarmog'iga parallel ishlashi uchun ulashda qanday shartlar bajarilishi kerak?
4. Generatorni tarmoqqa ulash mumkinligi vaqtini qanday ko'rsatkichlar bo'yicha aniqlash mumkin?
5. Elektr tarmog'i bilan parallel ishlayotgan generatorning aktiv va reaktiv yuklamasining miqdorini nimalar hisobiga o'zgartirish mumkin?
6. Sinxron generatorni birlamchi shuntli motor yordamida yurguzib yuborishning tartibi qanday?

18-laboratoriya ishi

UCH FAZALI SINXRON MOTOR

I. Ishni bajarishdan maqsad:

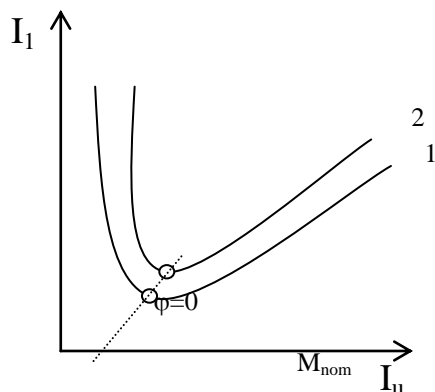
1. Uch fazali sinxron motorning tuzilishi, ishlash prinsipi va sxemasini o'rganish.
2. Sinxron motorni asinxron yurguzishni bajarish va salt hamda yuklama rejimlarida U nusxa xarakteristikalarini olishni va qurishni o'rganish.
3. Sinxron motorni ish xarakteristikalarini olish va qurishni o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Ushbu laboratoriya ishida 17-laboratoriya ishida ishlatilgan agregatdan foydalaniladi. Tekshirilayotgan sinxron motor parallel uyg'otishli o'zgarmas tok mashinasi bilan bir o'qqa joylashgan, bu gal o'zgarmas tok mashinasi generator rejimida ishlab, sinxron motor uchun yuklama vazifasini o'taydi.

Uch fazali sinxron motor generator kabi qo'zg'almas stator va harakatlanuvchi rotordan iborat. Stator chulg'amlarini uch fazali

$\cos\varphi < 1$ bo'ladi. Motor iste'mol qilayotgan aktiv tok (quvvat) o'zgarmaydi, chunki u yuklamaga bog'liq.



18.2-rasm

Sinxron motorning o'ta uyg'otish rejimida ishlashi tarmoqdagi reaktiv quvvatni kompensatsiya qiladi va uning quvvat koeffitsientini oshiradi. Bu esa elektr tarmoqlarining ishlashi uchun qulaydir.

Sinxron motorning U nusxa xarakteristikasi (18.2-rasm) tarmoq kuchlanishi U_1 va motor o'qidagi quvvat P_2 o'zgarmas bo'lganda, stator toki I_1 ning uyg'otish toki I_u ga bog'liqligini ko'rsatadi. Ya'ni $U_1 = \text{const}$ va $P_2 = \text{const}$ bo'lganda $I_1 = f(I_u)$

dir. Grafikdagi 1 egri chiziq motorning salt ishlash rejimiga to'g'ri keladi.

Sinxron motorning xususiyatlari uning ishchi xarakteristikalarini bilan aniqlanadi.

Motoring ishchi xarakteristikalarini tarmoq kuchlanishi, chastotasi va uyg'otish toki o'zgarmas bo'lganda aylantiruvchi moment M , foydali ish koeffitsienti η , quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$, iste'mol qilayotgan quvvat P_1 va stator toki I_1 larning motor o'qidagi quvvat P_2 bilan qanday bog'langanligini ko'rsatadi, ya'ni

$U = \text{const}$, $f = \text{const}$ va $I_u = \text{const}$ bo'lganda

$$M, P_1, \cos\varphi, \eta, I_1 = f(P_2).$$

Motor o'qidagi P_2 quvvat o'zgarmas tok generatoriga keltirilgan quvvat hisoblanadi. Generatorning FIK ni 0,8 ga teng deb hisoblab, uni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$P_2 = \frac{P_{gen}}{\eta} = \frac{U_g \cdot I_g}{0,8},$$

bu yerda: U_g – generator qismalaridagi kuchlanish, V; I_g – generatorning yuklama toki, A.

Motor o'qidagi aylantiruvchi moment esa

$$M = 9550 \frac{P_2}{n}, N \cdot m,$$

bu yerda n – rotorning aylanish tezligi, ayl/min.

Sinxron motorning quvvat koeffitsienti

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_1 I_1},$$

bu yerda: P_1 – motorning statori tarmoqdan qabul qilayotgan quvvati, $P_1 = 3P_f$, Vt, P_f – vattmetr ko'rsatgan kattalik, U_1 va I_1 tegishli laniya kuchlanishi va toki. Motoring foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 + P_u} = \frac{P_2}{P_1 + U_u \cdot I_u},$$

bu yerda: U_u va I_u uyg'otish kuchlanishi va toki.

III. Ishni bajarish tartibi

1. Sinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipi, shuningdek tajriba qurilmasiga kiradigan barcha uskunalari bilan tanishiladi.

2. 17.2-rasmdagi sxemani mazkur laboratoriya ishiga monandligi o'rganib chiqiladi.

3. Sinxron motorni asinxron yurgizish uchun: qayta ulagich P-2 ni "asinxron" holatga o'tkazib, rubilnik R-1 va qayta ulagich P-1 ni "tarmoq" holatiga ulanadi.

Motor ma'lum turg'un tezlikka erishganda qayta ulagich P-2 ni "sinxron" holatga o'tkazib rotor chulg'ami o'zgarmas tokka ulanadi.

4. Motorning salt va yuklama rejimlari uchun U nusxa xarakteristikalarini olinadi. Bu xarakteristikalarni olishdan avval statordagi tok minimal bo'ladigan darajadagi optimal uyg'otish toki o'rnatiladi. So'ngra xarakteristikaning o'ng va chap shoxobchalari olinadi. Yuklama nominaldan ortib ketmasin.

O'lchashdan olingan ma'lumotlar 18.1-jadvalga yoziladi.

5. Sinxron motorning ish xarakteristikalarini olinadi. Buning uchun uyg'otish tokini quvvat ko'effitsienti $\cos\varphi = 1$ bo'ladigan qilib tanlanadi va shu holatdagi uyg'otish tokining qiymati yuklama o'zgarishi jarayonida o'zgarishsiz ushlab turiladi. Yuklamani 1 A dan oralatib nominalgacha o'zgartiriladi, o'zgarmas tok generatoriga ulangan reostat r_n yordamida bajariladi. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 18.2-jadvalga yoziladi.

18.1-jadval

Motor salt ishlaganda		I_u, A							
		I_1, A							
Vattmetrning ko'rsatishi	150	I_u, A							
		Vt	I_1, A						
	250	I_u, A							
		Vt	I_1, A						
	350	I_u, A							
		Vt	I_1, A						
	500	I_u, A							
		Vt	I_1, A						

O'lchashlar							Hisoblashlar						
I_g	U_g	I_u	U_u	I_1	U_1	P_f	P_g	P_2	M	P_u	P_1	η	$\cos\varphi$
A	V	A	V	A	V	Vt	Vt	Vt	N·m	Vt	Vt	%	-

6. Sinxron motorning U nusxa va ish xarakteristikalari quriladi.

7. Olingan ma'lumotlarni tahlil qilib laboratoriya ishiga xulosa beriladi.

Nazorat savollari

1. Uch fazali sinxron motorning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?
2. Sinxron motorning mexanik xarakteristikalari qanday?
3. Sinxron motorning asinxron yurgizishning ketma-ketligi qanday?
4. Razryad qarshilikning ahamiyati nimada?
5. Sinxron motorning aylanish yo'nalishini qanday o'zgartirish mumkin?
6. Sinxron motorning U nusxa xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
7. Ish xarakteristikalar deb nimaga aytiladi va ular qanday olinadi?
8. Motorning uyg'otish toki uning ishiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
9. Sinxron motorlar qaysi sohalarda ishlatiladi?

19 - laboratoriya ishi

KONDENSATORLAR YORDAMIDA ASINXRON MOTORNING QUVVAT KOEFFITSIENTINI OSHIRISH

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Uch fazali asinxron motor quvvat koeffitsientining uning o'qidagi mexanik yuklamaga bog'liqligini tekshirish.

2. Asinxron motorning stator chulg'amlariga parallel ulangan kondensatorlar sig'imining motor quvvat koeffitsientining miqdoriga ta'sirini tekshirish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

O'zgaruvchan tok elektr energiyasining iste'molchilari ko'pgina hollarda aktiv-induktiv xarakterga ega. Bunday iste'molchilarning manbadan iste'mol qilayotgan quvvati

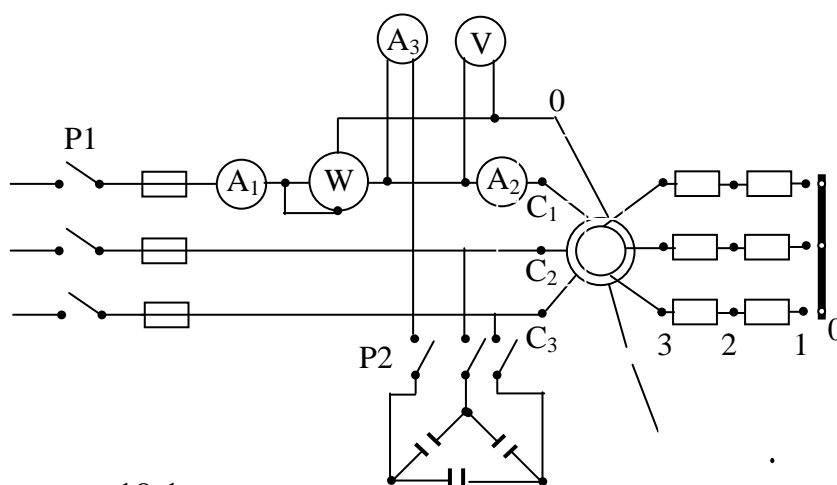
$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (\text{VA}, \kappa\text{VA})$$

ifoda bo'yicha aniqlanadi.

Bunda P – aktiv quvvat bo'lib, umumiy quvvat S ning foydali ishga sarf bo'layotgan qismini belgilab, $P = UI \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$ ifoda bilan aniqlanadi. Vt va κVt larda o'lchanadi. Bu yerda quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ to'la quvvatning qanday qismi foydali ishga sarf bo'lganini ko'rsatadi.

Q – reaktiv quvvat, motor chulg'amlarining induktivligi tufayli yuzaga kelgan bo'lib, motor o'qidagi mexanik quvvatga bog'liq emas.

Agar korxonada faqat asinxron motorlar o'rnatilgan bo'lsa, ta'minlovchi tarmoqning quvvat koeffitsienti past bo'ladi, bu esa o'z navbatida iste'molchiga kelayotgan tokning ko'payishiga sabab bo'ladi, ya'ni:



19.1-rasm

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{P}{3U_F \cdot \cos \varphi}$$

Shu bilan birgalikda uzatish liniyasidagi energiya isrofi ham ortib ketadi:

$$\Delta W = 3 \cdot I^2 \cdot r_{lin} \cdot t$$

Hamdo'stlik mamlakatlarida elektr tarmoqlarining (shuningdek korxonalarining) direktiv quvvat koeffitsienti $\cos \varphi = 0,9 \dots 0,92$ qabul qilingan. Quvvat koeffitsientini oshirishning turli usullari mavjud.

Quvvat koeffitsienti $\cos \varphi < 0,9$ bo'lganda reaktiv induktiv quvvatni kompensatsiya qilish uchun, iste'molchi bilan parallel qilib statik kondensatorlarni o'rnatish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Kompensatsiyalash uchun zarur bo'lgan sig'im reaktiv quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_c = P(tg \varphi_1 - tg \varphi_2), [VAr, \kappa VAr]$$

bu yerda: $tg \varphi_1$ elektrik qurilmaning kondensatorlar ulanmagandagi quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_1$ ga to'g'ri keladi; $tg \varphi_2$ – elektrik qurilmaning kondensatorlar ulangandan keyingi quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2$ ga to'g'ri keladi (ya'ni mo'ljaldagi quvvat koeffitsienti $\cos \varphi_2$).

Kondensator sig'iminin qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{P}{U_H^2 \cdot \omega} (tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \cdot 10^6, \quad mkF.$$

III. Ishni bajarish tartibi

1. 19.1-rasmdagi elektr sxema yig'iladi.

2. Motor yurgiziladi. Mazkur laboratoriya ishida faza rotorli asinxron motor ishlatiladi. Yuklama tarzida o'zgaras tok generatori ulangan.

Motorni yurgizishdan avval yurgizish reostatining dastagini "O" holatga o'tkazib, salt kontaktga ulanadi. Ajratkich P-1 elektr tarmog'iga ulangandan so'ng yurgizish reostatining qarshiligini nolgacha kamaytirib, 3-holatga o'tkaziladi.

3. Kondensatorlarni ulamasdan avval o'lchov asboblarning motor salt ishlayotgandagi ko'rsatishlari yozib olinadi. So'ngra motorni nominal yuklamagacha bir tekis yuklab, ixtiyoriy 5...6 ta nuqtalar uchun o'lchashlar bajariladi. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 19.1-jadvalga yoziladi.

4. Ajratkich P-2 ni tarmoq holatiga o'tkazish bilan kondensatorlar motorga parallel ulanadi. Motor salt ($R_{mex.mt.} = 0$) va o'zgaras nominal yuklama ($R_{mex} = R_n$) bilan ishlaganda kondensatorlarning sig'imini o'zgartirib 4-5 ta o'lchashlar bajariladi. O'lchashdan olingan ma'lumotlar 19.2-jadvalga yoziladi.

19.1-jadval

O'lchashlar							Hisoblashlar			
	P_{1f}	U_{1f}	I_{2mt}	U_{gen}	I_{gen}	P_{1mt}	P_{gen}	η	P_{mex}	$\cos\varphi$
t№	Vt	V	A	V	A	Vt	Vt	%	Vt	-
1										
2										
3										
4										
5										
6										

5. Tok va kuchlanishlarning vektor diagrammasini qurib, undan burchak φ va quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ aniqlanadi.

6. 19.2-jadvaldagi ma'lumotlar bo'yicha motorning ikkita ishchi holati uchun $\cos\varphi = f(C)$ bog'lanishning grafiklari quriladi.

7. Ish bo'yicha xulosa beriladi:

a) motorni yuklash uchun uning quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ga qanday ta'sir etishi haqida.

b) quvvat koeffitsienti $\cos\varphi$ ning motorni tarmoqdan iste'mol qiladigan toki va quvvatiga ta'siri haqida.

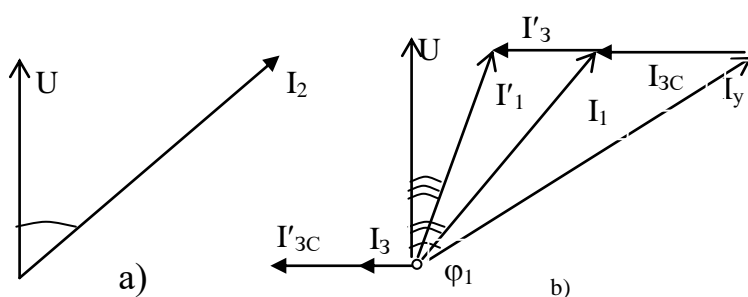
8. Vektor diagrammalarni qurishga oid ko'rsatmalar.

Vektor diagramma motorning bitta fazasi uchun quriladi:

a) kondensatorlar ulanmasdan avvalgi (ya'ni $C=0$) motorning toki bilan tarmoq kuchlanishi orasidagi faza siljish burchagi φ_1 hisoblanadi. 19.2-rasm, a dagi vektor diagramma quriladi;

b) kondensatorlar ulanganda motorning tok vektori I_2 ga kondensatorning tok vektori $I_3(C)$ qo'shiladi.

Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan tok I_1 ana shu toklarning geometrik yig'indisi hisoblanadi. Vektor diagrammadan burchak φ_2 va $\cos\varphi_2$



19.2-rasm

aniqlanadi (19.2-rasm,b).

19.2-jadval

T №		O'lchashlar							Hisoblash		
		S	I_1	I_2	$I_3(C)$	P_{1f}	U_f	U_{gen}	I_{gen}	φ	$\cos\varphi$
		mkF	A	A	A	Vt	V	V	A	grad	-
1	$P_{mex,mt}=0$										
2											
3											
4											
5											
1	$P_{mex,mt}=P_N$										
2											
3											
4											
5											

Nazorat savollari

1. Quvvat koeffitsienti nima?
2. Nima uchun ishlab chiqarishda elektr energiyasidan foydalanishda quvvat koeffitsienti $\cos\phi$ iqtisodiy ko'rsatkich hisoblanadi?
3. Sanoat elektr qurilmalarining quvvat koeffitsienti birga teng bo'lishi mumkinmi?
4. Motor iste'mol qilayotgan tok nima hisobiga kamayishi mumkin?
5. Quvvat koeffitsientini oshirish uchun kondensatorli qurilmalarning sig'imi qanday aniqlanadi?

20 - laboratoriya ishi

YARIM O'TKAZGICHLI DIOD, STABILITRON VA TIRISTORLARNING STATIK XARAKTERISTIKALARI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

1. Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlarning tuzilishi va ishlash jarayonini o'rganish.
2. Diod, stabilitron va tiristorlarning statik xarakteristikalari va parametrlari bilan tanishish.
3. Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlarning qo'llanilish sohalari bilan tanishish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Yarim o'tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlar o'zgaruvchan tokni to'g'rilashda (o'zgarmas tokka aylantirishda) o'zgarmas kuchlanishni boshqa miqdordagi o'zgarmas kuchlanishga aylantirishda va o'zgarmas kuchlanishni o'zgaruvchan kuchlanishga aylantirib berishda ishlatiladi. Bunday asboblarda o'zgaruvchan va o'zgarmas tok stabilizatorlarida, boshqariluvchi to'g'rilagichlar yaratishda, umuman o'zgartirib beruvchi texnikaning boshqa qurilmalarida, shuningdek, boshqarish sistemalarida keng qo'llaniladi.

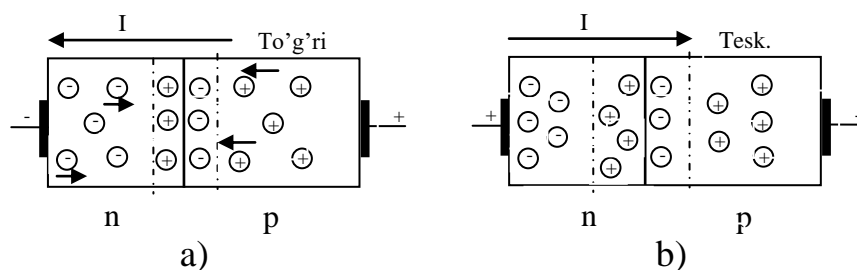
Hamdo'stlik mamlakatlari sanoati ishlab chiqarayotgan yarim o'tkazgichli diodlar va tiristorlar ixcham, kichik o'lchamli statik tok o'zgartirgichlar yaratishga imkon beradi. Bular sanoatda, temir yo'lda, shahar transportida, samolyotlar va boshqa joylarda keng qo'llaniladi. Turli to'g'rilagichlar elektr mashinalarining magnit maydonini hosil qilishda, o'zgarmas tok elektr yuritmasi sistemasida motorlarni, shuningdek kimyo sanoatida elektroliz qurilmalarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda, rangli metallurgiyada va hokazolarda keng qo'llaniladi.

Yarim o'tkazgichli asboblarda ion va elektron asboblarga nisbatan: ishga doim tayyorligi, F.I.K. ning va mustahkamligining yuqoriligi, istagan fazoviy holatda ishlay olishi, katta inersion yuklamalarda ishlatish mumkinligi, katta boshqarish sistemalarining qurilmalarini mikrominiaturizatsiyalash va integratsiya qilish mumkinligi kabi afzalliklarga ega.

A. Yarim o'tkazgichli diodlarning tuzilishi va ishlash jarayoni

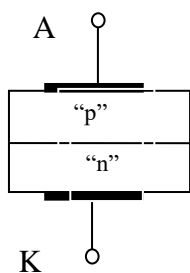
Yarim o'tkazgichli asboblarning ishlash jarayoni elektr o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan yarim o'tkazgichli materiallarning bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga asoslangan. Bular elektron (n-tipdagi) va teshikli (r-tipdagi) elektr o'tkazuvchanliklardir. n-tipdagi elektr o'tkazuvchanlik sohasida tokning o'tishi manfiy zaryadlangan elektronlarning ko'chishi hisobiga sodir bo'ladi. Bu elektronlarning ortiqcha miqdori yarim o'tkazgichning monokristalliga donorli qo'shilmalarning (masalan, surma, margimush va fosfor) kiritilishi bilan hosil qilinadi. r-tipdagi elektr o'tkazuvchanlik sohasida esa tokning o'tishi musbat zaryadlangan "teshik"larning ko'chishi hisobiga sodir bo'ladi. "Teshik" bu elektron yetishmagan atom bo'lib, musbat zaryadga egadir, absolyut miqdori bo'yicha elektronning zaryadiga teng. Teshiklar yarim o'tkazgichning monokristalliga akseptorli qo'shilmani (masalan, indiy, bor va alyuminiy) kiritish bilan hosil qilinadi.

Bittasi elektron, ikkinchisi teshikli elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlarni bevosita birlashtirganda (kontaklashganda) elektron-teshik o'tishi (p-n o'tish) hosil bo'ladi.



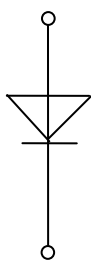
20.1-rasm

O'tishning asosiy xususiyati uning qarshiligini miqdori berilayotgan kuchlanishning qutbga bog'liqligidadir (20.1-rasm), p-n o'tishli yarim o'tkazgichlarni tashqi zanjirga ulash uchun uning qismlari bilan kontakt hosil qilinadi. Yarim o'tkazgichni to'g'ri ulaganda, uning p sohasiga kuchlanishning musbat qutbini, n sohasiga esa manfiy qutbini berganimizda p-n o'tishning qarshiligi minimumgacha kamayadi. Teskari ulaganda esa p-n o'tishning qarshiligi katta bo'ladi.

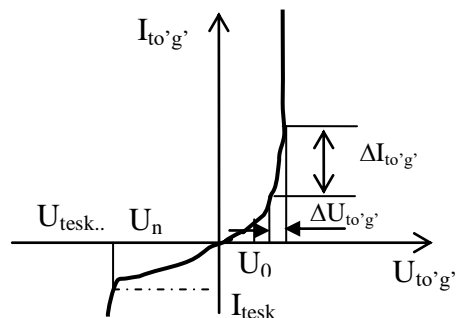


a)

20.2-rasm



b)



20.3-rasm.

Strukturasi p-n o'tishli ikki qatlamli yarim o'tkazgich asosida ishlangan asbob diod yoki boshqarilmaydigan ventil deyiladi. n tipdagi elektr o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgich qatlamiga ulanadigan elektrod katod, p tipdagi elektr o'tkazuvchanlik qatlamiga ulanadigan elektrod esa anod hisoblanadi (20.2-rasm, a). Diodning shartli belgisi esa 20.2-rasm, b da ko'rsatilgan.

I. Elektron – teshik o'tishning xususiyati, p-n o'tishdagi tokning kattaligi va qutbi, unga berilgan kuchlanishga bog'liqligini ko'rsatuvchi volt -amper xarakteristikasida yaqqol tasvirlangan (20.3-rasm). Volt-amper xarakteristika quyidagilarni aniqlashga yordam beradi:

teskari to'yinish toki — I_{tesk} ;

maksimal teskari kuchlanish — $U_{tesk.mak}$;

differensial qarshilik — $r_d = \frac{\Delta U_{to'g'}}{\Delta I_{to'g'}}$;

to'g'rilashning statik va dinamik koeffitsientlari

$$K_{to'g',st}; K_{to'g',din};$$

minimal yonish kuchlanishi — U_0 ; p-n o'tishning xususiyatiga haroratning ta'siri.

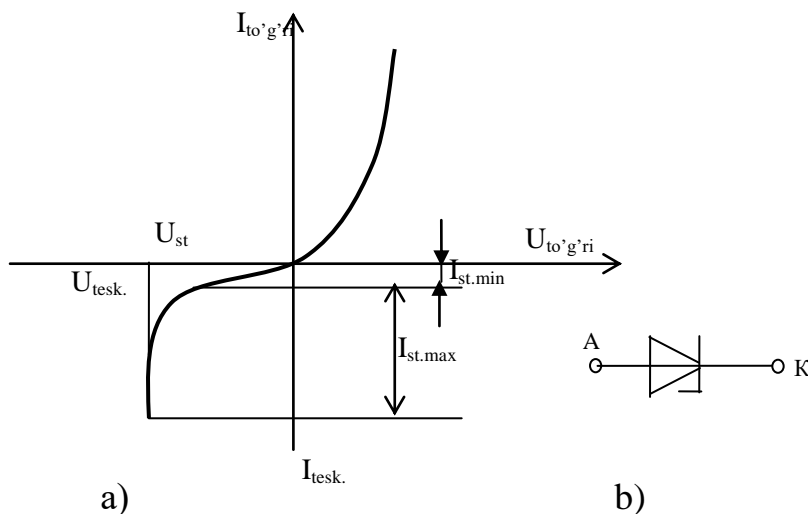
II. Diodlarning asosiy parametrlari: to'g'rilangan maksimal tok $I_{to'g',max}$ da kuchlanishning to'g'ri yo'nalishdagi pasayuvi $U_{to'g'}$, maksimal teskari kuchlanish — $U_{tesk,max}$, maksimal teskari tok $I_{tesk,max}$ maksimal sochilgan quvvat $P_{soch,max}$; elektrodlararo sig'im — C ; mumkin bo'lgan maksimal chastota — f ; ishlash haroratining diapazoni.

Aralashmasining konsentratsiyasi katta bo'lgan kremniydan yasalgan yassi diod yarim o'tkazgichli diod hisoblanadi. Stabilitronning statik volt-amper xarakteristikasi va shartli belgilanishi 20.4-rasm, a va b da ko'rsatilgan.

III. Stabilitron volt-amper xarakteristikasining birinchi chorakdagi bo'lagi kremniyli diodning xarakteristikasidan farq qilmaydi. Uning

uchinchi chorakdagi bo‘lagi esa, tok o‘qiga deyarli parallel o‘tuvchi vertikal to‘g‘ri chiziq ko‘rinishiga ega. Shuning uchun tok keng chegarada o‘zgarganda asbobdagi kuchlanishning pasayuvi amalda o‘zgarmaydi. Kremniyli diodlarning bu xususiyati ulardan kuchlanish stabilizatorlari tarzida foydalanishga imkon beradi.

Stabilitronning parametrlari:



20.4-rasm

Stabillangan kuchlanish — U_{st-max} ;

maksimal stabillangan tok — I_{st-max} ;

minimal stabillangan tok — I_{st-min} ;

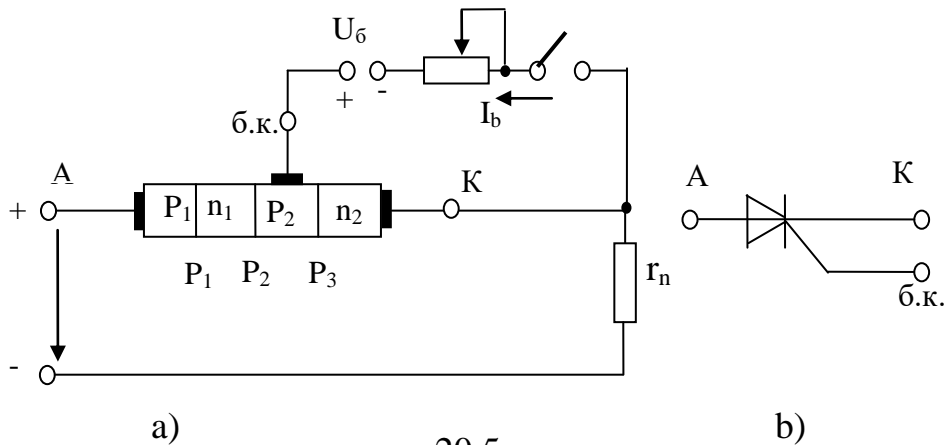
differensial qarshilik $r_{\dot{a}} = \frac{\Delta U_{st}}{\Delta I_{st}}$,

bu yerda: ΔU_{st} – stabilitrondagi kuchlanishning ortishi;

ΔI_{st} – stabillash holatida tokning ortishi.

B. Yarim o‘tkazgichli boshqariladigan ventil-tiristorlarning tuzilishi va asosiy parametrlari

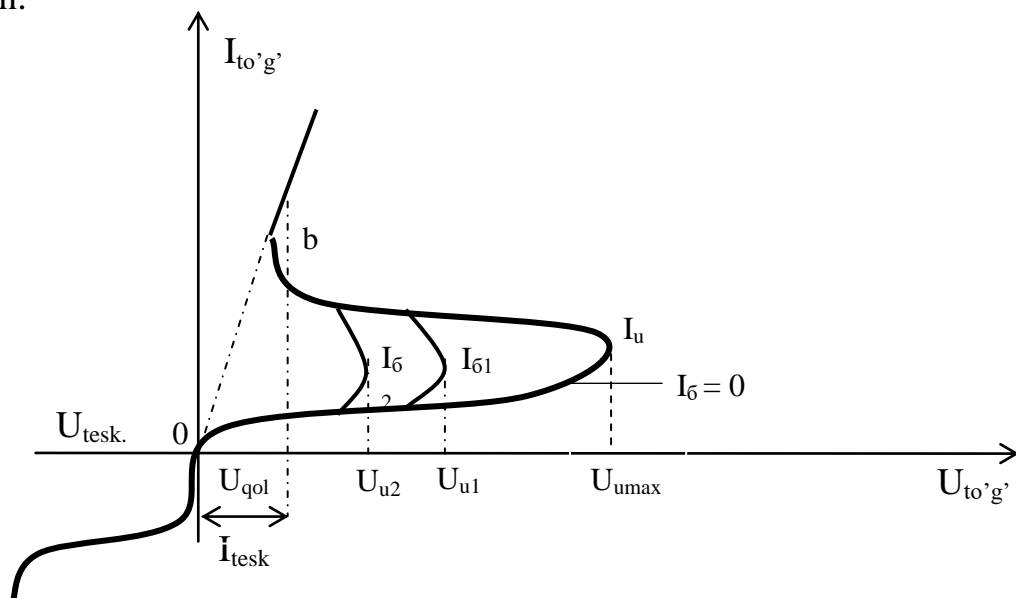
Tiristorlar to‘rtta ketma-ket almashinib keluvchi p va n tiplardagi o‘tkazuvchanlik sohalaridan iborat bo‘lib, to‘rt qatlamli yarim o‘tkazgichli asboblarning sinfiga kiradi. Tiristor uchta P_1 , P_2 va P_3 p-n o‘tishli yarim o‘tkazgichli kremniyli boshqariladigan ventil hisoblanadi. 20.5-rasm, a va b da tiristorning tuzilishi va shartli belgilanishi ko‘rsatilgan.



20.5-rasm

Boshqaruvchi elektrod uzoq bo'lganda, manba kuchlanishi shunday tanlanadiki, uning qiymatida P_1 va P_3 o'tishlar o'tkazuvchanlik yo'nalishida (ochiq), P_2 o'tish esa o'tkazmaydigan yo'nalishida (yopiq) bo'ladi. Bunda zanjirdagi tok kuchi kichik bo'lib, manbaning barcha kuchlanishi ana shu o'tishda yo'qoladi. Kuchlanish ortganda tok bir oz ko'payadi. Ta'minlovchi manbaning kuchlanishi teshib o'tish kuchlanishi miqdoriga yetganda P_2 o'tishda tokning qiymati jadal ravishda o'tish toki I qiymatigacha ortadi. P_2 o'tishdagi kuchlanish minimumgacha keskin kamayib, ventil ochiladi. Ventilning ochilishiga volt-amper xarakteristikaning (20.6-rasm) ob qismi to'g'ri keladi. Xarakteristikaning bv qismi esa kremniyli ventilning volt -amper xarakteristikasining o'zidir.

Agar boshqaruvchi elektrodga boshqaruvchi kuchlanish U_b ni bersak, boshqaruvchi tok I_b P_2 o'tishning ochilish (ulanish) kuchlanishini pasaytiradi. Bunda manbaning kuchlanishi kam bo'lsa ham tiristor ochiladi. Boshqaruvchi tok I_b da tiristor bamisoli boshqarilmaydigan ventil (xarakteristikaning obvg qismi) kabi ishlaydi. Shunday qilib, tiristorga ma'lum miqdordagi boshqaruvchi tok I_b ni berib, ma'lum o'tish kuchlanishi $U_{o'tish}$ da tiristorni yopiq holatdan ochiq holatga o'tkazish mumkin.



20.6-rasm

Tiristorning qismlariga teskari kuchlanish U_{tesk} ni ulaganimizda, boshqaruvchi tok I_b dan qat'iy nazar P_1 va P_2 o'tishlar yopiq bo'ladi.

Tiristor avtomatika va hisoblash texnikasining sxemalarida kontaktsiz qayta ulagichlar tarzida ishlatiladi.

Tiristorning asosiy parametrlari:

Qayta ulanish kuchlanishi – $U_{q.u}$;

qoldiq kuchlanish – U_{qol} ;

teskari tok – I_{tesk} ;

boshqaruvchi tok – I_b ;

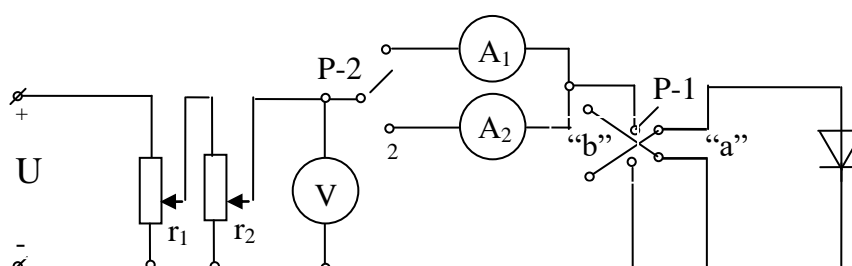
maksimal to'g'ri tok – $I_{\text{to'g'.max}}$;

qayta ulanish toki – $I_{q.u}$;

teskari maksimal kuchlanish – $U_{\text{tesk.max}}$

ulanish vaqti — τ_{ul} ;

uzilish vaqti — τ_{uz} .



20.7-pacm

III. Ishni bajarish tartibi

1. Diodning asosiy parametrlari bilan tanishib, ularni hisobot daftoriga yozing.
2. 20.7-rasmdagi diodni tekshirish sxemasini yig'ing.
3. Qayta ulagich P-1 ni "a" holatga, P-2 ni esa "1" holatga o'tkazib, r_1 va r_3 rezistorlarning qarshiliklarini o'zgartirish bilan diodga berilayotgan kuchlanish o'zgartiriladi (o'zgartirish chegarasini o'qituvchi ko'rsatadi). O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.1-jadvalga yozing.
4. Qayta ulagich P-1 ni "b" holatga, P-2 ni esa "2" holatga o'tkazib diodning teskari xarakteristikasini oling. Bunda diodning teshilishiga yo'l qo'ymasdan, unga berilayotgan kuchlanishni $U_{\text{tes.max}}$ gacha o'zgartirish kerak. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.1-jadvalga yozing.

20.1-jadval

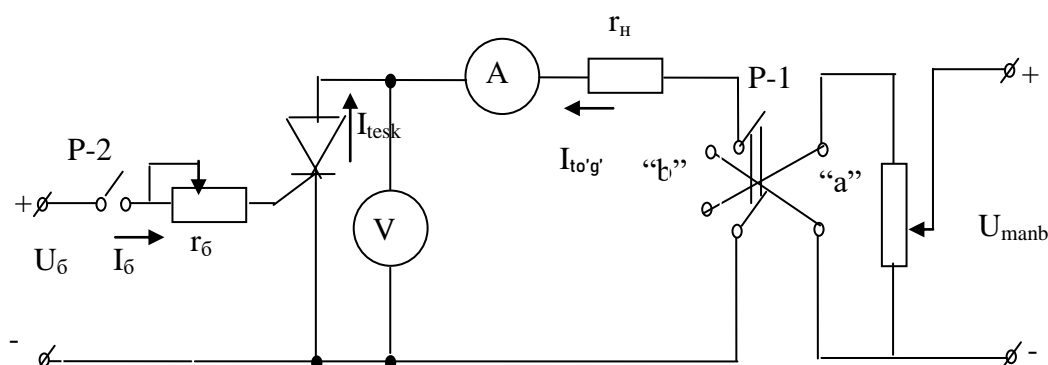
$U_{to'g'}$	V						
$I_{to'g'}$	mA						
U_{tesk}	V						
I_{tesk}	mA						

- 20.1-jadvalda yozilgan ma'lumotlar bo'yicha diodning volt-ampere xarakteristikasini quring.
- Diodning volt-ampere xarakteristikasi bo'yicha r_d va U_0 ni, shuningdek, $U_{to'g'} = U_{tesk}$ bo'lganda statik to'g'rilash koeffitsienti $\hat{E}_{t.st} = \frac{I_{to'g'ri}}{I_{tesk}}$ ni aniqlang.
- 20.7-rasmdagi sxemada diod o'rniga stabilitron ulang.
- Stabilitronning asosiy parametrlari bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'ying.
- 3 va 4-punkttdagi tekshirishlarni bajarib, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.2-jadvalga yozing.

20.2-jadval

$U_{to'g'ri}$	V						
$I_{to'g'ri}$	mA						
U_{tesk}	V						
I_{tesk}	mA						

- Olingan ma'lumotlar bo'yicha stabilitronning volt-ampere xarakteristikasini qurib, undan stabilitronning asosiy parametrlarini aniqlang.
- Tiristorning asosiy parametrlari bilan tanishib, ularni hisobot daftariga yozib qo'ying.
- 23.8-rasmdagi tiristorni tekshirish sxemasini yig'ing.
- Qayta ulagich P-1 ni a holatga o'tkazib, P-2 ning ajratilgan holatida $I_{to'g'}$ ning tegishli qiymatini aniqlab, manbaning kuchlanishini



20.8-rasm

- o'zgartiring. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.3-jadvalga yozing.
14. Qayta ulagich P-2 ni ulab, reostat r_b ning ikkita holati uchun manba kuchlanishini o'qituvchi ko'rsatgan chegarada o'zgartiring. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.3-jadvalga yozing.
 15. Qayta ulagich P-2 ni ajratib, P-1 ni esa v holatga o'tkazib, manba kuchlanishini o'zgartirgan holda I_{tesk} tokning qiymatini aniqlang. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 20.3-jadvalga yozing.
 16. Tiristor volt-amper xarakteristikasining turkumini qurib, undagi asosiy xarakterli nuqtalarni belgilang.

20.3-jadval

$I_{b0}=0$	$U_{to'g'r}, V$						
	$I_{to'g'r}, mA$						
$I_{b1}>I_{b0}$	$U_{to'g'r}, V$						
	$I_{to'g'r}, mA$						
$I_{b2}>I_{b1}$	$U_{to'g'r}, V$						
	$I_{to'g'r}, mA$						
$I_b=0$	U_{tesk}, V						
	I_{tesk}, mA						

Nazorat savollari

1. "p-n" o'tish deb nimaga aytiladi?
2. Yarim o'tkazgichli diodning va stabilitronning tuzilishi va ishlash jarayonini tushuntirib bering.
3. Diod, stabilitron va tiristorning volt-amper xarakteristikalari qanday ko'rinishga ega?
4. Tiristorning tuzilishi va ishlash jarayonini tushuntirib bering.
5. Diod, stabilitron va tiristor qaysi sohalarda qo'llanadi?

21 – laboratoriya ishi

O'ZGARUVCHAN TOKNI TO'G'RILASH ZANJIRLARI

I. Ishni bajarishdan maqsad:

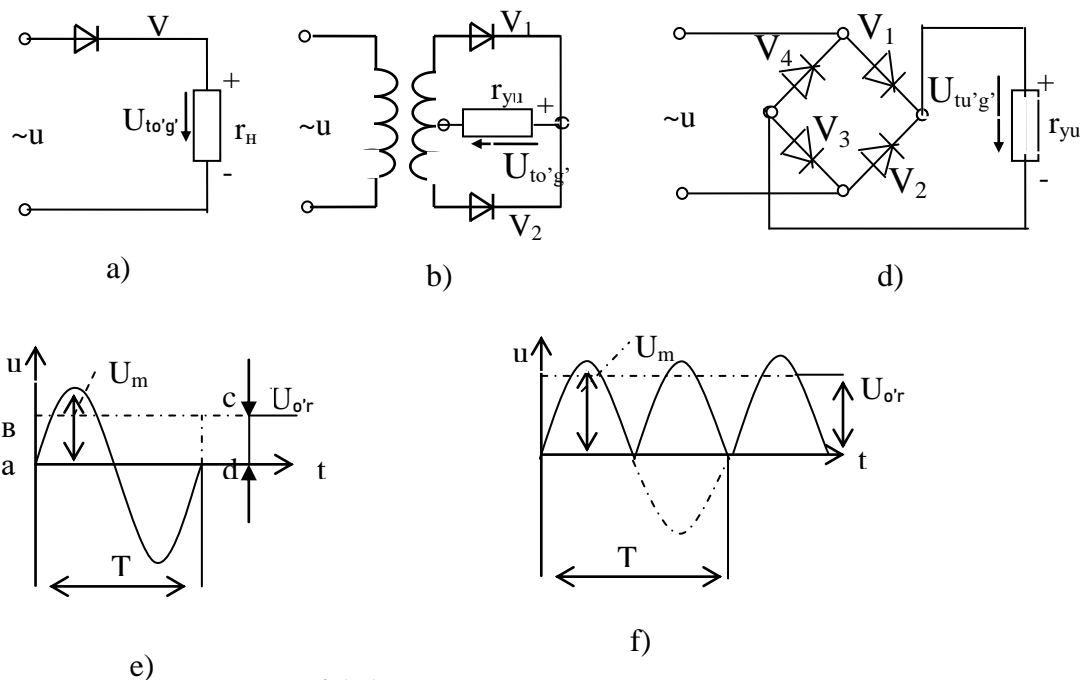
1. Sinusoidal o'zgaruvchan tokni (kuchlanishni) to'g'rilash sxemalari bilan tanishish va to'g'rilangan tokning (kuchlanishning) sifatini aniqlashni o'rganish.
2. To'g'rilash koeffitsientini eksperimental aniqlab, uni nazariy hisoblar bilan solishtirish.

3. To'g'rilangan kuchlanish va tokning shakllarini induktiv-sig'im filtrlari yordamida yaxshilash jarayonini o'rganish.

II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Elektr energiyasining bir qancha iste'molchilari (elektr transporti, elektroliz, aloqa apparatlari, avtomatika va telemexanika asboblari va b.) o'zgarmas tok manbaidan ishlaydilar. Ammo bu iste'molchilarni o'zgarmas tokni alohida manbai (o'zgarmas tok generatorlari va kimyoviy manbalari va b.) bilan ta'minlash hamma vaqt ham mumkin bo'lavermaydi. O'zgaruvchan tok manbalari ko'p tarqalganligi, o'z navbatida o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirish vazifasini qo'yadi. Bunday o'zgartirishning ma'nosi iste'molchiga o'zgaruvchan tok (kuchlanish) manbaidan kelayotgan elektr zaryadlarining bir tomonlama harakatini ta'minlashdan iborat. Shunday qilib, bunday o'zgartirgichlarning chiqish tomoniga ulangan iste'molchilarda tok bir tomonga oqadi. O'zgaruvchan tokni to'g'rilash degan nom ana shundan kelib chiqqan. O'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun bir tomonlama o'tkazish xususiyatiga ega bo'lgan asboblardan, ya'ni to'g'rilagichlardan foydalaniladi. To'g'rilagichlarning elektronli, ionli yarim o'tkazgichli va elektromexanikali turlari bor. Hozirgi zamon texnikasida yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar keng tarqalgan.

21.1-rasmda bir fazali o'zgaruvchan tokni yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar yordamida (V ventillarda) to'g'rilashni bitta yarim davrli (21.1-rasm, a) ikkita yarim davrli transformatorning o'rta nuqtasi bilan (21.1-rasm, b) va nihoyat ko'prikk (21.1-rasm, d) sxemalari ko'rsatilgan.



21.1-rasm

Barcha sxemalarda tok ventil orqali faqat bir tomonga (sxemalarda chapdan o'ngga) o'tishi mumkin, chunki yarim o'tkazgichni to'g'ri yo'nalishda ulaganda uning o'tish (ichki) qarshiligi bo'ladi. Teskari yo'nalishda tok o'ta olmaydi, chunki $r_i = \infty$. Masalan 21.1-rasm, a dagi zanjir uchun kuchlanish sinusoidasining bitta davri T davomida (21.1-rasm, e) yuklama qarshiligi r_n da sinusoidaning musbat yarim to'liqiniga teng kuchlanishning pasayuvi hosil bo'ladi. Bunday kuchlanishning o'rtacha qiymati U_{or} ana shu musbat yarim to'liqinning yuzasiga teng, ya'ni

$$U_{or} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} u dt = \frac{1}{T} \int_0^{\pi} U_m \sin \omega t dt = \frac{1}{\omega T} \int U_m \sin \omega t d(\omega T) = \frac{U_m}{2\pi} |\cos \omega t|_0^{\pi}$$

$$= \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} = 0,45U.$$

Demak, sinusoidal kuchlanishning o'rtacha yoki to'g'rilangan U_{or} qiymati, yuzasi bir davr ichida musbat yarim to'liqinning yuzasiga teng bo'lgan abcd to'g'ri to'rtburchakning balandligiga teng.

Bitta yarim davrli to'g'rilagichda to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati zanjirga berilgan o'zgaruvchan kuchlanish ta'sir etuvchi qiymatning 45% ini tashkil etadi. U holda to'g'rilagichning to'g'rilash ko'effitsenti $K_T = 0,45$.

Ikkita yarim davrli to'g'rilash sxemalarida esa, ventillar V_1 va V_2 (21.1-rasm, b) hamda V_1-V_3 va V_2-V_4 (21.1-rasm, d) ta'minlaydi. Bu holda kuchlanish o'rtacha yoki to'g'rilangan qiymati:

$$U_{or} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u dt = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi} = 0,9U.$$

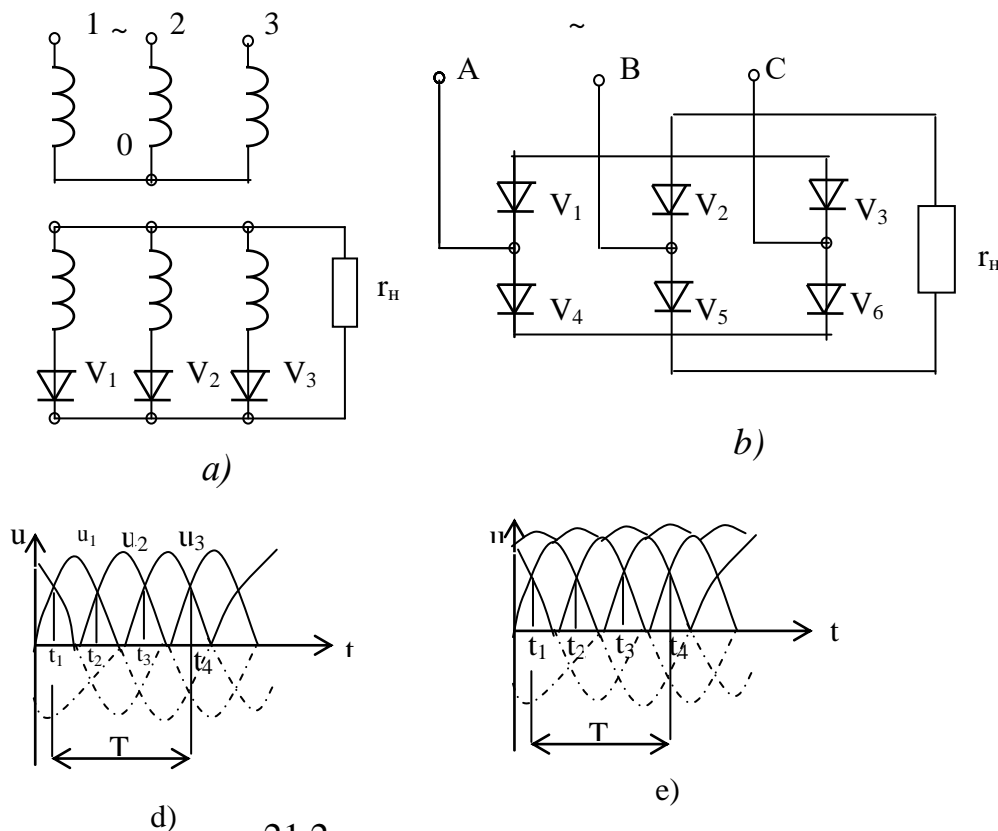
Bir fazali o'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun asosan ko'prik sxema (21.1-rasm, d) qo'llaniladi. Masalan, radiopriyomniklarda va televizorlarda ana shunday sxemadan foydalaniladi.

Ko'p fazali to'g'rilagichlarda to'g'rilangan kuchlanishning sifati birmuncha mukammal hisoblanadi. Bularning ichida eng ko'p tarqalgani uch fazali o'zgaruvchan tokni o'zgaruvchan tokka aylantirib beruvchi uch fazali to'g'rilagichlar hisoblanadi. 21.2-rasm, a va b da uch fazali toklarni bitta va ikkita yarim davrli to'g'rilash sxemalari ko'rsatilgan. Bu sxemalarda, masalan 21.2-rasm, a dagi zanjirda V_1 , V_2 va V_3 ventillarning har biri uchdan bir $T/3$ davrda 21.2-rasm, b dagi zanjirda esa ventillarning har biri oltidan bir $T/6$ davrda ishlaydilar.

Agar uch fazali bitta yarim davrli to'g'rilagichning (21.2-rasm, a) ishlashini ko'radigan bo'lsak, unda ventil V_1 vaqt t_1 dan t_2 gacha, V_2 ventil t_2 dan t_3 gacha va, nihoyat, V_3 ventil t_3 dan t_4 gacha bo'lgan intervallarda ishlaydi. Shunday qilib, har bir ventilga sinusoidalarning

$\omega t_1 = \frac{\pi}{6}$ va $\omega t_2 = \frac{5\pi}{6}$ fazalari orasidagi musbat to'g'ri qonning bir qismi to'g'ri keladi (21.2-rasm, d) u holda to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati

To'g'rilagichning to'g'rilash koeffitsienti $K_T = 0,9$.



21.2-rasm

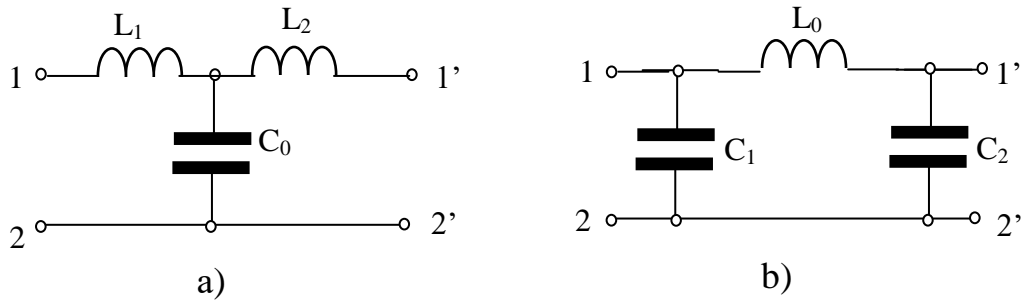
$$U_{or} = \frac{3U_m}{T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sin \omega t dt = \frac{3\sqrt{2}U}{2\pi} |\cos \omega t|_{\pi/6}^{5\pi/6} = \frac{3\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}U}{2\pi} = 1,17U.$$

Demak, to'g'rilagichning to'g'rilash koeffitsienti $K_T = 1,17$. Umumiy holda m – fazali to'g'rilagichning to'g'rilash koeffitsienti

$$K_T = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} = \sqrt{2} \frac{\sin \frac{\pi}{m}}{\pi/m}.$$

Masalan, uch fazali ko'prik sxemasi uchun (21.2-rasm, b da $m=6$) to'g'rilash koeffitsienti $K_T = 1,41$ bo'lib, to'g'rilangan kuchlanish zanjirining kirish tomonidagi o'zgaruvchan kuchlanishning amplituda qiymatiga tengdir. To'g'rilangan kuchlanish egri chizig'ining shaklidan ko'rinadiki (21.1-rasm, e va f; 21.2-rasm, d va e), to'g'rilagichlarning chiqish tomonidagi kuchlanishlarning faqat yo'nalishi o'zgarmas bo'lib, miqdori (amplitudasi) jihatdan pulsatsiyalanuvchidir. Pulsatsiyani kamaytirib, to'g'rilangan kuchlanish shaklining egriligini iloji boricha

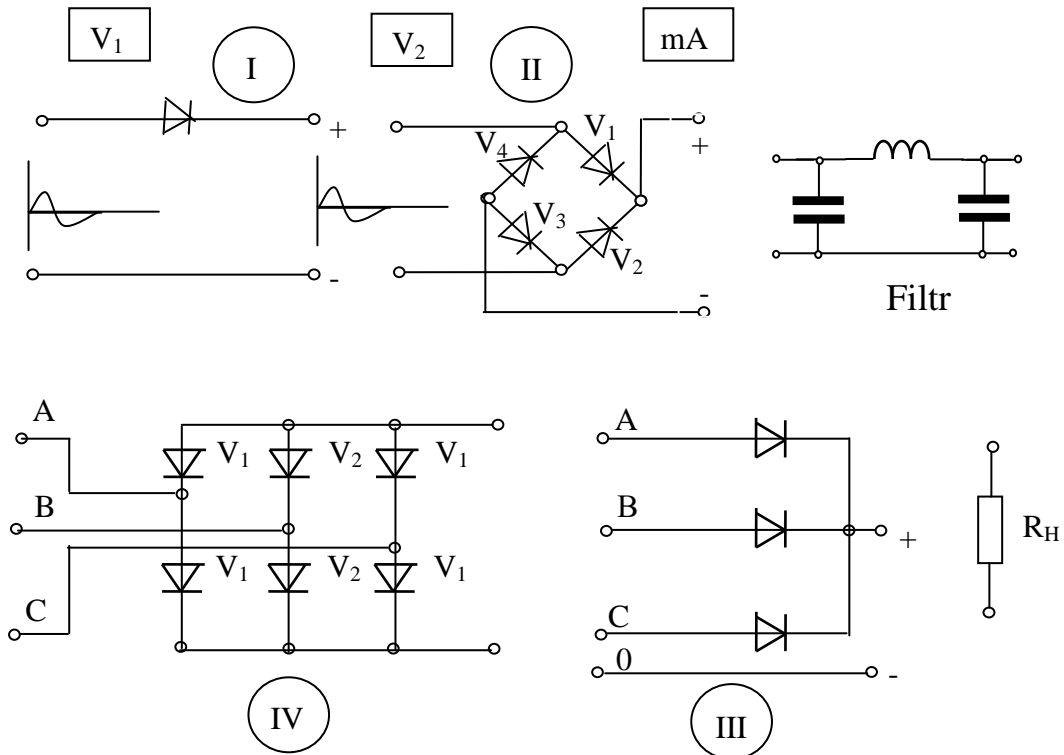
to'g'ri chiziqqa yaqinlashtirish uchun tekislovchi filtrlardan (21.3-rasm, a va b) foydalaniladi.



21.3-rasm

II. Ishni bajarish tartibi

1. Uch fazali sinusoidal kuchlanishning biror fazasiga 21.4-rasmning 1 sxemasidagi bitta yarim davrli rejimda ishlaydigan to'g'rilagich ulanadi. O'zgaruvchan va o'zgarmas kuchlanish volt metrleri V_1 va V_2 tegishli to'g'rilagichning kirish va chiqish qismlariga ulanadi. Elektron ossillografni elektr tarmog'iga ulab, uning kirish klemmlariga to'g'rilagichning chiqish qismlari ulanadi. Stendni manbaga ulab, o'lchangan U_1 va U_2 kuchlanishlarning qiymatlari 21.1-jadvalga yoziladi. Ossillograf uning ekraniga kuchlanish egri chizig'i $U_2(t)$ joylashadigan darajada sozlanadi. Egri chiziqni shaffof qog'ozga ko'chirib olib, uni hisobotga kiritish kerak.



21.4-rasm.

Salt ishlash holati	Yuklangan holat
---------------------	-----------------

	filtrsiz			Filtr bilan			filtrsiz			Filtr bilan		
	U ₁	U ₂	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U ₁	U ₂	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U ₁	U ₂	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U ₁	U ₂	$K = \frac{U_2}{U_1}$
	V	V		V	V		V	V		V	V	
I												
II												
III												
IV												

2. Stendni elektr manбайдan ajratib, to'g'rilagichning chiqish qismasiga tekislovchi filtrning kirish qismasi ulanadi. Filtrning chiqish qismalariga volt metr va ossillograf ulanadi. Stendni tarmoqqa ulagandan so'ng, U₁ va U₂ kuchlanishlarni o'lchab, olingan ma'lumotlarni 21.1-jadvalga yoziladi. Ossillograf ekranidagi egri chiziqni shaffof qog'ozga ko'chirib olinadi.

3. 1 va 2-bandlar yuklama holati uchun qaytariladi. Yuklama qarshiligi r_N ampermetr orqali ulanadi.

4. 1, 2 va 3-bandlarda ko'rsatilgan ishlarni to'g'rilagichning bir fazali ko'prik (II) sxemasi uchun ham bajarish kerak.

5. Stendni manbadan ajratib, ossillografning o'zini o'chirmasdan uning qismlarini filtrning klemmlaridan uziladi. Uch fazali tok to'rt simli tarmog'ining OABC qismlariga uch fazali to'g'rilagichning bir nomli klemmlari ulanadi. Voltmetr V₁ ni uch fazali tarmoqning O-A qismlariga, volt metr V₂ ni esa to'g'rilagichning «+» va «-» klemmlariga ulanadi. Voltmetr V₂ ga parallel qilib ossillografning qismlari ulanadi. Stendni manbaga ulab, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 21.1-jadvalga yoziladi. Ossillografni sozlashdan olingan egri chiziqlar shaffof qog'ozga ko'chirib olinadi.

6. Filtrni ulab, 2-banda aytilgan tartibni saqlagan holda, 5-banda ko'rsatilgan ishlar takrorlanadi.

7. Ossillografni o'chirmasdan, stendni manbadan ajratib sxema buziladi. Ko'prik sxemali uch fazali to'g'rilagich uch fazali tarmoqning A, B, C qismlariga 21.3-rasmning IV sxemasida ko'rsatilgandek ulanadi. To'g'rilagichning «+» va «-» klemmlariga ossillografning kirish qismlari ulanadi. Stendni manbaga ulab, o'lchashdan olingan ma'lumotlarni 21.1-jadvalga yoziladi. Ossillograf ekranida hosil bo'lgan egri chiziqlar shaffof qog'ozga ko'chirib olinib, hisobotga kiritiladi.

8. Sxemaga filtrni 2-banda aytilgan tartibda ulab, 7-banda ko'rsatilgan ishlar takrorlanadi.

9. 7 va 8-bandlarda ko'rsatilgan ishlar to'g'rilagichning yuklama holati uchun takrorlanadi.

10. To'g'rilagichning salt ishlash va yuklama holatlaridan olingan ma'lumotlar bo'yicha yuklama qarshiligi r_{yu} va ventillardan birontasining ichki qarshiligi r_{yu} aniqlanadi.

Bunda:

$$r_{yu} = \frac{U_{2H}}{I_H}; \quad r_{yu} = \frac{U_{20} - U_{2H}}{I_H}.$$

11. Ish bo'yicha xulosa beriladi.

Nazorat savollari

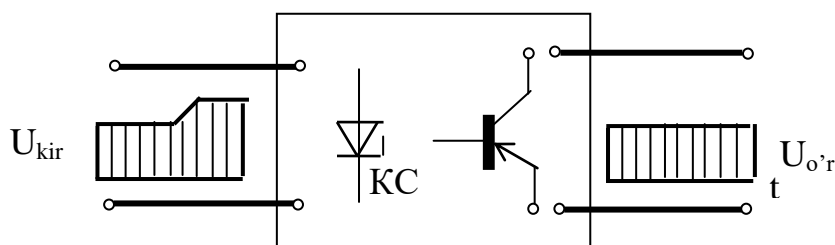
1. O'zgaruvchan tokni to'g'rilash jarayoni nimadan iborat?
2. Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishning o'rtacha yoki to'g'rilangan qiymati nimaga teng?
3. Ko'p fazali to'g'rilagichlarning bir fazali to'g'rilagichlardan afzalligi nimadan iborat?
4. Tekislovchi filtrlarning vazifasi nimadan iborat?
5. O'zgarmas tokning manbai tarzida uning maxsus manbalaridan (elektromashinali, kimyoviy va b.) yoki o'zgaruvchan tokni to'g'rilab foydalanishning qaysi biri iqtisodiy jihatdan ma'qul hisoblanadi?
6. To'g'rilangan tokdan qaysi sohalarida foydalaniladi?
7. O'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun qanday asboblardan foydalaniladi?

22 - laboratoriya ishi.

YARIM O'TKAZGICHLI O'ZGARMAS KUCHLANISH STABILIZATORLARI

I Ishni bajarishdan maqsad:

Yarim o'tkazgichli o'zgarmas kuchlanishli stabilizatorlarining ishlash jarayoni va xarakteristikalarini bilan tanishish.



II. Ishga oid nazariy tushunchalar

Berilgan kuchlanishning qiymatini ma'lum chegarada o'zgartiruvchi (nostabillovchi) omillar ta'sir etganda yuklamadagi kuchlanishning (yoki

tokning) qiymatini amalda o‘zgarishsiz saqlab tura oladigan qurilma kuchlanish (yoki tok) stabilizatori deyiladi.

Nostabillovchi omillarga yuklama xarakteri va tokining o‘zgarishi, shuningdek manba kuchlanishining o‘zgarishi kiradi.

Kuchlanishni yoki tokni stabillashning parametrik va kompensatsion usullari farq qilinadi.

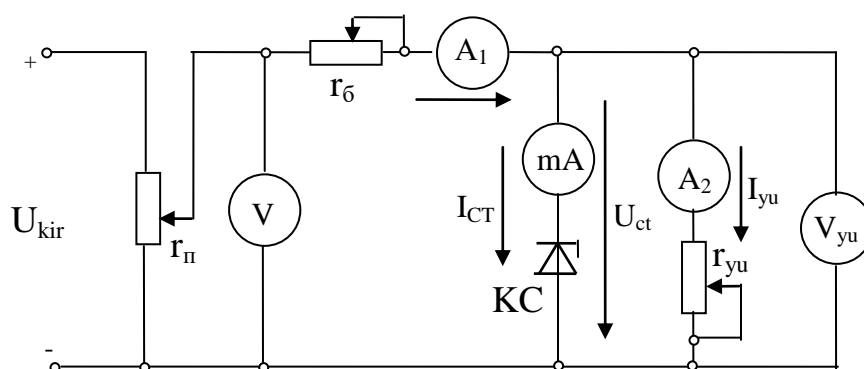
Parametrik stabilizatorlarda stabillash xususiyati nohiziqli elementning (n.e.) xarakteristikalarini bilan aniqlanadi. Nohiziqli elementlarda kuchlanish bilan tok orasidagi bog‘lanish nohiziqlidir. Nohiziqli element tarzida stabilitronlar, termistorlar, baretterlar, tranzistorlar, nohiziqli induktivlik va hokazolardan foydalaniladi.

Kompensatsion stabilizatorlarda chiqish tomonidagi kuchlanishning berilgan etalon kuchlanishga nisbatan o‘zgarishi o‘lchanadi va shu miqdordagi signalning rostlovchi elementga ta’siri taqqoslanadi. Bunda rostlovchi elementning qarshiligi stabilizatorning chiqish tomonidagi kuchlanishning belgilangan etalon miqdordan og‘ishini (o‘zgarishini) kompensasiyalaydigan darajada o‘zgaradi.

Stabilizatorlar turli avtomatik va boshqarish sistemalari qurilmalarining elektr manbai tarzida keng qo‘llaniladi. Masalan, hisoblash mashinalarining, shuningdek, televizorlar va boshqa radioelektron apparatlarining elektr manbai tarzida keng qo‘llaniladi.

22.2-rasmda parametrik stabilitronning (PS) prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan bo‘lib, unda nohiziqli element (n.e.) tarzida kremniyli stabilitronidan foydalanilgan.

Stabilizator ketma-ket ulangan ballast qarshilik r_b , kremniyli stabilitron KS va unga parallel ulangan yuklama r_n dan iborat. Bunday parametrik stabilizator, har qanday nostabillovchi omillar ta’sir etganda, ayniqsa, kirish tomondagi kuchlanish U_{kir} o‘zgarganda ham yuklamadagi o‘zgarmas kuchlanishning stabilligini ta’minlaydi.



22.2-rasm

Sxemaning ishlash jarayoni

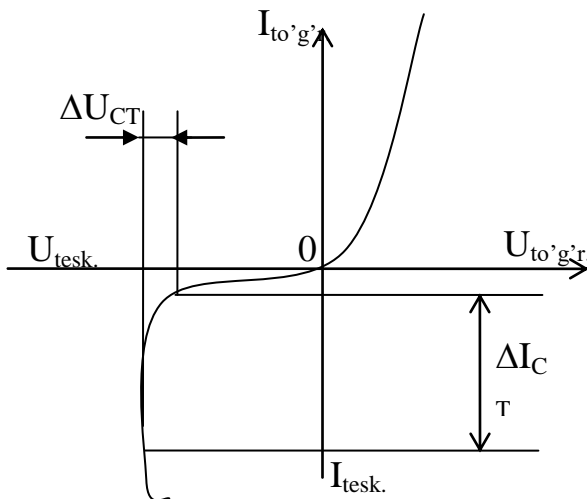
Sxemadagi tok va kuchlanishlar Kirxgof qonunlariga binoan aniqlanadi:

$$I_{kir} = I_{st} + I_n; U_{kir} = U_{st} + I_{kir} \cdot r_b$$

Stabilizatorlarning kirish tomonidagi kuchlanish U_{kir} ortganda, uning chiqish tomonidagi kuchlanish U_{chik} ham ortishga intiladi. Stabilitronda kuchlanishning ozgina ortishi, uning volt-amper xarakteristikasiga binoan tokning keskin ortishiga sabab bo'ladi. Stabilitrondan o'tayotgan I_{ct} tokning ortishi bilan ballast qarshilikdagi kuchlanishning tushuvi ham ortadi, chunki I_{st} toki I_{kir} tokning tashkil etuvchisidir. Stabilizatorning yuklamasi r_{yu} dagi kuchlanish shunday ΔV_{ST} qiymatiga o'zgaradiki, stabilitronning qarshiligi qanchalik kichik bo'lsa, bu qiymat ham shunchalik kichik bo'ladi.

Shunday qilib, stabilitronning kirish tomonidagi (U_{kir}) kuchlanishning ortishi ballast qarshilik bilan stabilitrondagi ΔU_{rt} va ΔU_{st} kuchlanishlarning o'zgarishlari orasida taqsimlanadi, ya'ni:

$$\Delta U_{kir} = \Delta U_{rb} + \Delta U_{st}.$$



22.3-rasm

Kremniy stabilitronli parametrik stabilizatorlarda ballast qarshiligi stabilitron xarakteristikaning dinamik qarshiligidan ko'p marta katta ($r_b \gg r_d$) bo'lganda stabil (barqaror) o'zgarmas kuchlanishni ta'minlash mumkin. $\Delta U_{st} \rightarrow 0$ da $\Delta U_{kir} \approx \Delta V_{rb}$ (bu yerda $r_d = \frac{\Delta U_{ct}}{\Delta I_{ct}}$)

Stabilizatorning kirish tomonidagi kuchlanish kamayganda uning ishlashi yuqoridagiga teskari bo'ladi. Shunday qilib, stabilizatsiya jarayoni stabilizatorning kirish tomonidagi kuchlanishning anchagina $\pm \Delta U_{kir}$ miqdoriga o'zgarib, uning chiqish tomonidagi kuchlanishning juda ozgina $\pm \Delta U_{st}$ miqdorga o'zgarishini ta'minlaydi.

Oddiy kompensatsion kuchlanish stabilizatorining sxemasi 22.4-rasmda ko'rsatilgan.

Sxemadagi tranzistor - T rostlovchi element hisoblanadi. Uning bazasiga kuchlanish stabilitron St va rezistor r yordamida beriladi. r_{yu} yuklamadagi kuchlanish stabilitronga berilgan kuchlanishdan tranzistor T ning emitter-baza o'tishidagi kuchlanishning pasayuvi miqdoriga (taxminan 0.5 V) kichik bo'lib, bazasidagi tok esa

$$I_b = I_{yu} \cdot (\beta + 1),$$

bu yerda: β - tranzistorning kuchaytirish koeffitsienti; I_{yu} — yuklama toki.

Stabilizatorning ishlash sifati uning stabillash koeffitsientibilan aniqlanadi:

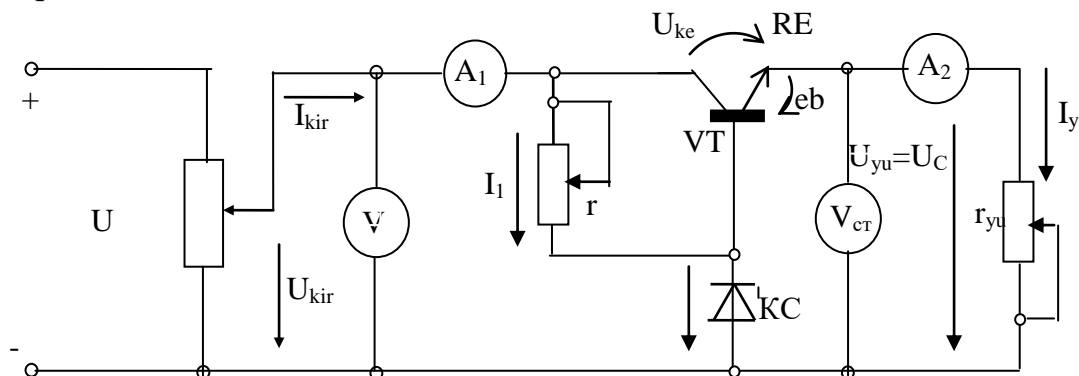
$$K_v = \frac{\Delta U_{kir}}{U_{kir}} : \frac{\Delta U_{st}}{U_{st}},$$

bu yerda: U_{kir} va ΔU_{kir} — stabilizatorning kirish tomonidagi nominal kuchlanishi va uning o'zgarishi; U_{st} va ΔU_{st} — stabilizatorning chiqish tomonidagi nominal kuchlanish va uning o'zgarishi.

Kuchlanish stabilizatorining sifati chiqish tomonidagi kuchlanishning nisbiy nostabilligi - δ miqdori bilan ham aniqlanishi mumkin:

$$\delta\% = \left(\frac{\Delta U_{st}}{U_{st}} \right) * 100$$

Stabillash koeffitsienti K_{ST} qanchalik katta bo'lib, nisbiy nostabillik - $\delta\%$ qancha kichik bo'lsa, kuchlanish stabilizatorining sifati shunchalik yuqori bo'ladi.



22.4-rasm

Stabilizatorning chiqish tomonidagi kuchlanishning nominal qiymatidan o'zgarishiga asosiy sabab, uning kirish tomonidagi kuchlanishning yoki yuklama toki miqdorining o'zgarishi hisoblanadi. Shu tufayli kuchlanish stabilizatori uchun bog'lanish $U_{st} = f(U_{kir}; I_{yu})$ asosiy hisoblanadi.

III. Ishni bajarish tartibi

1. 22.2 = rasmdagi parametrik stabilizatorning elektr sxemasi yig'iladi. Potensiometrning r_{yu} qarshiligini o'zgartirib, stabilizatorning «kirish-chiqish» statik xarakteristikasi $U_{st} = f(U_{kir})$ olinadi. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 22.1-jadvalga yozib, ular bo'yicha stabilizatorning statik xarakteristikasi quriladi.

22.1 – jadval

U_{KIR}									
U_{St}									
I_N									

2. 22.4-rasmdagi kompensasion stabilizatorning elektr sxemasi yig'iladi. Potensiometrning r_N qarshiligini o'zgartirib, stabilizatorning «kirish-chiqish» statik xarakteristikasi $U_{st} = f(U_{kir})$ olinadi. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni 22.2-jadvalga yozib, ular bo'yicha stabilizatorning statik xarakteristikasini quring.

22.2 – jadval

U_{KIR}									
U_{ST}									
I_N									

3. U_{KIR} kirish kuchlanishning o'zgarmas qiymatida (o'qituvchi tomonidan beriladi) r_N yuklama qarshiligini o'zgartirib, parametrik va kompensatsion stabilizatorlarning yuklama xarakteristikasi $U_{st} = f(I_H)$ olinadi. O'lchashdan olingan ma'lumotlarni tegishli 22.3 va 22.4 = jadvallarga yozib, ular bo'yicha har qaysi stabilizatorning yuklama xarakteristikalari quriladi.

22.3 = jadval (parametrik)

$U_{KIR} = V$									
U_{ST}									
I_N									

22.4 = jadval (kompensatsion)

$U_{KIR} = V$									
U_{ST}									
I_N									

4. Olingan xarakteristikalardan stabilizatorlarning statik parametrlarini ($K_I, \delta\%$) aniqlab, ularni taqqoslanadi.

5. Tekshirilayotgan stabilizatorlarning kuchlanishni stabillash sifati xaqida xulosa beriladi.

Nazorat savollari

1. Stabilizatorlarning vazifasi va qo'llanish sohalari qanday?
2. Parametrik stabilizator deb nimaga aytiladi?
3. Kompensatsion stabilizator deb nimaga aytiladi?

4. Statik rejimda stabilizatorlarning sifati nima bilan xarakterlanadi?
5. Parametrik stabilizatorlarda ballast qarshiligining vazifasi nimadan iborat?
6. Kompensatsion stabilizatorlarda rostlovchi elementning vazifasi nimadan iborat?

Adabiyotlar

1. Каримов А. С. “Назарий электротехника”, “О’АЖБНТ” маркази, Тошкент, 2003.
2. Каримов А. С., Мирхайдаров М.М., Шоёкубов Ғ.Р., Абдуллаев Б.А., Блейхман С.Г., Бурхонхўжаев О.М., Қашқаров А.А., Турсунхўжаева Н.У., Каримова С.А., “Электротехника ва электроника асослари”, “Ўқитувчи”, Тошкент, 1995.
3. Каримов А. С., Мирхайдаров М.М., Блейхман С.Г., Попов В.А. Электротехника ва электроника асослари (масалалар тўплами ва лаборатория ишлари), “Ўқитувчи”, Тошкент, 1989.
4. Электротехника ва электроника, в 3-х томах. Под редакцией проф. Герасимов В.Г.; Гаев Г.П.; Князьков О.М.; Кузнецов Э.В.; Култьясов П.С.; Сергеев В.Г.; Соломенцев В.Е. Энергоатомиздат, М., 1998.
5. Абдуллаев Б. А.; Бегматов Ш. Е. Электротехника фанидан виртуал лаборатория ишлари, Тошкент, 2005.
6. Блейхман С.Г.; Исамухамедов Д. М.; Каримов А.С.; Мирхайдаров М.М.; Попов В.А. Методические разработки к лабораторным работам по электротехнике и основам электроники, Ташкент, 1981.

MUNDARIJA

So‘z boshi	3
1-laboratoriya ishi. Oddiy o‘zgarmas tok elektr zanjirlari	4
2-laboratoriya ishi. Ustma-ustlash (superpozitsiya) usulini tajribada tekshirish	8
3-laboratoriya ishi. Sinusoidal tok zanjirida iste’molchilarni ketma-ket ulash	11
4-laboratoriya ishi. O‘zgaruvchan tok zanjirida elektr energiyasi iste’molchilarini parallel ulash	19
5-laboratoriya ishi. Kuchlanishlar rezonansi	25
6-laboratoriya ishi. Iste’molchilar yulduz sxemada ulangan uch fazali elektr zanjiri	30
7-laboratoriya ishi. Iste’molchilar uchburchak sxemada ulangan uch fazali tok zanjiri	35
8-laboratoriya ishi. Uch fazali tok zanjirlaridagi quvvatni o‘lchash.....	39
9-laboratoriya ishi. Nochiziqli elementlari bo‘lgan elektr zanjirlari.....	45
10-laboratoriya ishi. Ferrerezonansli kuchlanish stabilizatori.....	49
11-laboratoriya ishi. Bir fazali ikki chulg‘amli transformator.....	52
12-laboratoriya ishi. Parallel uyg‘otishli o‘zgarmas tok generatori (shuntli generator)	57
13-laboratoriya ishi. Parallel uyg‘otishli o‘zgarmas tok motori.....	63
14-laboratoriya ishi. Ketma-ket uyg‘otishli o‘zgarmas tok motori.....	69
15-laboratoriya ishi. Uch fazali qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motori	75
16-laboratoriya ishi. Faza rotorli uch fazali asinxron motori.	82
17-laboratoriya ishi. Uch fazali sinxron generator.....	86
18-laboratoriya ishi. Uch fazali sinxron motori.....	92
19-laboratoriya ishi. Kondensatorlar yordamida asinxron motorning quvvat koeffitsientini oshirish.....	96
20-laboratoriya ishi. Yarim o‘tkazgichli diod, stabilitron va tiristorlarning statik xarakteristikalari.....	100
21-laboratoriya ishi. O‘zgaruvchan tokni to‘g‘rilash zanjirlari.....	107
22-laboratoriya ishi. Yarim o‘tkazgichli o‘zgarmas kuchlanish stabilizatorlari	113
Adabiyotlar	118