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

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

MAXMUDOV T.F., XABIBULINA A.T.

«O’TKINCHI JARAYONLAR» (Elektr tizimlarida elektromagnit o’tkinchi jarayonlari. I-qism)

fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga oid o’quv-uslubiy ko’rsatmalar

Toshkent - 2015

UDK 621.311.2

O‘tkinchi jarayonlar. (Elektr tizimlarida elektromagnit o’tkinchi jarayonlari. I-qism). / Laboratoriya ishlariga o’quv-uslubiy ko‘rsatmalar. Maxmudov T.F., Xabibulina A.T. – Toshkent: ToshDTU, 2015 – 47 b.

O’quv-uslubiy ko‘rsatmalar “O‘tkinchi jarayonlar” (Elektr tizimlarida elektromagnit o’tkinchi jarayonlari. I-qism) fani bo‘yicha laboratoriya ishlari tavsilotini o‘z ichiga oladi.

Mazkur ishlar qisqa tutashuv paytida elektr tizimlarida paydo bo‘ladigan elektromagnit o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish hamda tahliliy va amaliy usullar bilan simmetrik va nosimmetrik qisqa tutashuv rejimlarini hisoblash va tahlil qilish masalalar majmuasini qamrab oladi.

Har bir laboratoriya ishida zarur bo‘lgan nazariy ma’lumotlar va nazorat savollarning ro‘yxati keltirilgan.

Laboratoriya ishlar majmuasining maqsadi talabalar tomonidan o‘rganilayotgan nazariy materialni o‘zlashtirish, elektromagnit o‘tish jarayonlarni, xususan zamonaviy kompyuter vositalar (IBM PC) yordamida simmetrik va nosimmetrik qisqa tutashuvni hisoblash bo‘yicha amaliy masalalarni echishda ko‘nikmalarni shakllantirish hisoblanadi.

Mazkur uslubiy ko‘rsatmalar ishchi dasturga muvofiq va 5310200 «Elektr energetika» ta’lim yonalish talabalari uchun tavsiya etiladi.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashining qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar: t.f.n., dots. Siddikov I.X. (ToshDTU);
t.f.n., dots. Mirzaev A.T.
(«Uzbekenergo» DAK NDS)

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2015.

KIRISH

Barcha ishlab chiqarish va elektr energiya tizimlari turli rejimda ishlaydi. Ushbu tizimlarda barqaror rejimda ishlaydigan umumiy holatlar hech qachon uchramaydi, chunki energiyani iste’mol qilish darajasi har qanday vaqtda pasayib ketishi mumkin. Bu quvvatlar oqimini qayta taqsimlashni yuzaga keltiradi. Biroq, aksariyat hollarda tizimdagi o‘zgarishlar to‘satdan ro‘y bermaydi, chunki bunday ishlash rejimlari barqaror rejimlarga kiradi.

Me’yoriy ishlash rejimlari orasida transformator, kabel, EUT (elektr uzatkich tarmoqlari), o’chirgichlar va boshqa elektr energiyani taqismlash tizimidagi moslamalarning nominal ko‘rsatkichlardan oshadigan iste’molchi toklarning keskin kuchayib ketishini keltiruvchi tizimga qisqa muddatli ta’sir qilish holatlari ajralib turadi. Ushbu ishlash rejimini tahlil qilish alohida qiziqish uyg‘otmoqda , chunki kommutatsiya va elektr energiyani uzatish apparatlari ushbu toklarni o‘tkazishni ko‘zda tutishi lozim.

Eng katta muammolar izolyatsiyaning elektrik mustahkamligining buzilishi tufayli ro‘y berayotgan avariya holatlaridan kelib chiqadi. Og‘ir oqibatda qisqa tutashuvga olib keluvchi omillar yuzagi keladi. Ammo qisqa tutashuv tokining keskin o‘zgarishi oqibatida ro‘y berib, uning uzoq vaqt davomidagi ta’siri oqibatida elektr ta’minot tizimi ishdan chiqadi. Avariya rejimida ishlash davomiyligi energiya tizimi himoya funksiyasini ishga tushirish vaqtiga bog‘liq bo‘lib, buning natijasida uning butun energiya tizimiga ta’sir ko‘rsatishini bartaraf etish uchun avariya hududi o’chiriladi.

Avariya holatlariga, shuningdek simlarning uzilishi yoki uch fazali tizimlarning katta nomutanosibligi oqibatida ro‘y bergan buzilishlar ham kiradi. Bunday og‘ishlar energiya tizimi elementlarining ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Energiya tizimlarini loyihalashtirish paytida ularni himoyalash bo‘yicha apparaturani tanlash uchun normal ishlash rejimining ehtimol bo‘lishi mumkin bo‘lgan buzilishlarini prognozlashni bilish lozim. Xozirgi kunda tizim elementlarining o‘lchamlarini ideallashtirish bilan bog‘liq hisob-kitoblarni soddalashtirishga asoslangan avariya ishlash rejimini tahlil qilish bo‘yicha anchadan beri qo‘llanilib kelinayotgan usuldan foydalanilmoqda. Boshqa tomondan qaraydigan bo‘lsak, iste’molchilar guruhini bitta ekvivalentli iste’molchi bilan almashtirish yo‘li bilan tahlil qilinayotgan tizimining tuzilmasi ham sezilarli darajada sun’iy ravishda soddallashtiriladi. Bunday soddallashtirilishi hisob-kitobning murakkabligi bilan shartlangan. Hisoblash texnikani joriy etilishi bilan matematik hisob-kitoblar personal kompyuter yordamida bajarilishi mumkin. Ammo matematik muhitlardan foydalanishi, hisoblash dasturlarini an’anaviy formulalar bo‘yicha tuzishni talab etadi, shu bois loyihalashtirish masalalarini echishga nisbatan bunday yondoshuv samarasiz hisoblanadi.

Hozirgi kunda muammoning eng yaxshi echimi energiya ta’minoti tizimini modellashtirishga imkon beradigan maxsus kompyuter dasturlaridan foydalanish hisoblanadi. Bunday dasturlar energiya tizimlarining asosiy elementlarini modellashtiradigan bloklardan foydalanishni ko‘zda tutib, ular asosida esa tizim

modeli yaratiladi. Bunda ushbu bloklarni tuzishning matematik bazasi modelning real tuzilmasiga imkon qadar yaqinroq mos kelishini ko‘zda tutadi va elementning deyarli barcha o‘lchamlarini hisobga oladi.

Shu bilan birga o‘quv jarayonida kompyuter modellaridan foydalanish ham yaxshi natijalarni beradi. Kompyuter yordamida modellashtirish yo‘li bilan ishlab chiqarish tizimini tadqiq etish va elektr energiyani taqsimlash talabalarni keyingi ishlarda kompyuter texnologiyalaridan foydalanishga tayyorlashga imkon beradi. Boshqa tomondan qaraydigan bo‘lsak, kompyuter yordamida modellashtirish qo‘shimcha harajatlarsiz elektr energiya tarmoqlarida ko‘plab hodisalarni o‘rganish va tushunishga imkon beradi.

Mazkur laboratoriya amaliy darslari energetik zanjirlarning haqiqiy sharoitlarda eng keng tarqalgan ta’sirlariga javob berishni tadqiq etishga imkon beradi. Amaliy dars “Elektr magnit o‘tkinchi jarayonlar” fanining asosiy mavzular bo‘yicha oltita laboratoriya ishini o‘z ichiga olgan. O‘qituvchilarning xohishiga ko‘ra mavzularning soni oshirilishi mumkin, chunki oltita laboratoriya ishlari olib borilgandan keyin talaba energetik zanjirning turli ishlash rejimini tadqiq etish uchun modellarni mustaqil ravishda tuzish malakasiga ega bo‘ladi.

1-LABORATORIYA ISHI

ODDIY ELEKTR ENERGIYANI UZATISH TIZIMINING UCH FAZALI QISQA TUTASHUV REJIMIDA ISHLAB TURISHINI TADQIQ ETISH

Ishning maqsadi: MatLAB muhitda modellashtirish yo‘li bilan elektr energetik tizimlarida qisqa tutashuv toklarini aniqlash uslubiyotini o‘zlashtirish.

1.1 Ishchi topshiriq

1.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

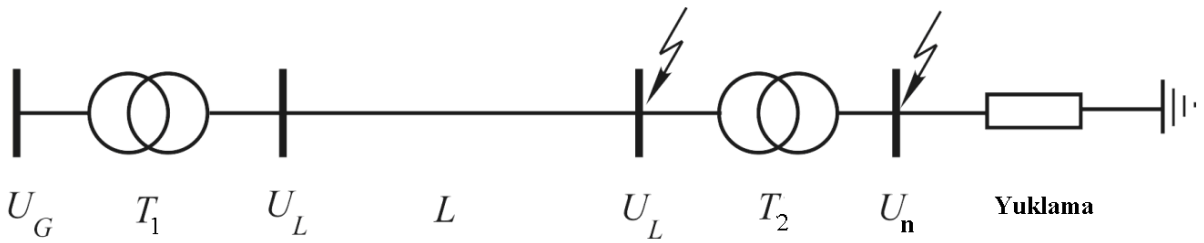
Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni nazarda tutadi:

– fan uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda elektr energiyani uzatish tizimlarida qisqa tutashuv toklarni hisoblashning nazariy asoslarini o‘rganish.

– 1.1-jadvalda belgilangan manba, tarmoq kuchlanishining, yuklanishning kuchlanishi, uning quvvatining nominal ko‘rsatkichlari bo‘yicha transformator va oddiy elektr uzatish tizimining tarmoq turini (uning chizmasi 1.1.-rasmda keltirilgan) tanlash.

Izoh. Chizma tizim uchun elektr energiya manbasi cheksiz katta quvvatga ega bo‘lgan generator hisoblanadi degan farazdan kelib chiqqan holda uni tuzish. Keltirilgan modelda generator Net tarmoq bilan almashtirilgan.

– oddiy zanjirni almashtirish chizmasini tuzish. Tizimning elementlari o‘lchamlarini elektr uzatish tarmog‘iga keltirish tavsiya etiladi.



1.1-rasm. Oddiy elektr tizimining prinsipial chizmasi

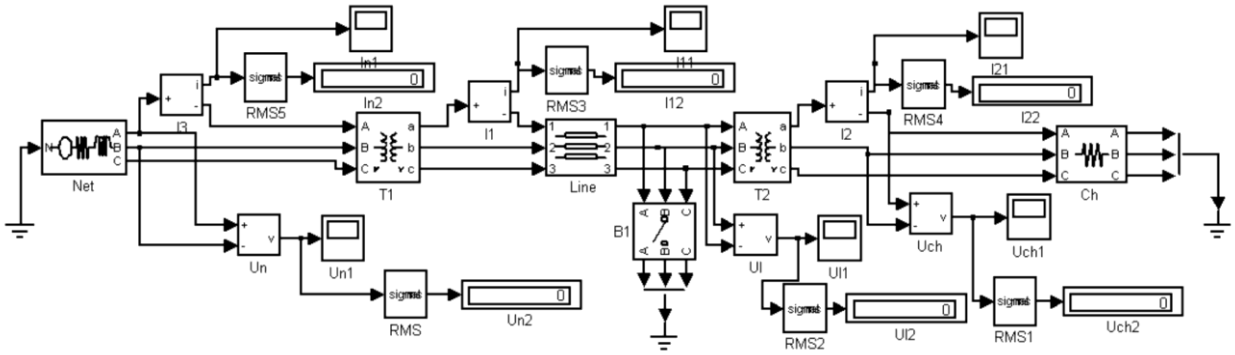
1.1-jadval

Variant raqami	U_g, kV	U_l, kV	U_n, kV	P, MVt	cos φ	l, km
1	6,6	500	38,5	100	0,6	200
2	10,5	330	38,5	125	0,65	250
3	6,3	220	11	32	0,7	170
4	11	115	6,6	16	0,75	130
5	6,6	115	10,5	16	0,8	220
6	10,5	500	6	120	0,85	250
7	6,3	330	15,75	200	0,9	100
8	11	230	6,6	200	0,95	150
9	11	115	6,6	16	0,62	100
10	10,5	115	38,5	25	0,67	200
11	6,3	500	10,5	125	0,72	250
12	15	330	6,6	200	0,77	100
13	8,5	220	6,6	200	0,82	150
14	11	115	6,6	40	0,87	200
15	6,6	115	11	40	0,92	150
16	8,5	500	11	125	0,97	200
17	11	330	6,6	200	0,6	250
18	10,5	220	8,5	200	0,65	200
19	6,6	115	11	63	0,7	140
20	11	115	6,6	63	0,75	250
21	11	500	10	125	0,8	100
22	10,5	330	15	200	0,85	150
23	6,6	220	11	40	0,9	160
24	6,6	115	11	80	0,95	150
25	11	115	6,6	15	0,62	200
26	10,5	500	38,5	250	0,67	150
27	6,3	330	11	200	0,72	220
28	6,6	220	11	40	0,77	200
29	6,3	115	10,5	10	0,82	250
30	11	115	6,6	10	0,87	150
31	6,3	500	38,5	250	0,92	170
32	10	330	38,5	125	0,97	130
33	11	220	6,6	40	0,6	170
34	10,5	115	6,6	63	0,65	180
35	6,6	115	11	63	0,7	230

– elektr zanjirni hisoblash bo‘yicha an’anaviy usullardan foydalangan holda ikkinchi transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarida uch fazali qisqa

tutashuvda birinchi transformatorning kirish va chiqish chulg‘amlarining qisqa tutashuv tokini hisoblash.

– tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari va oldingi hisoblari asosida modellashtirish paytida foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblab chiqish. Shunga e’tibor berish kerakki, modelda elementlar o‘lchamlari mutlaq va nisbiy birliklarda foydalaniladi. O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan. 1.2-rasmda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modeli keltirilgan.



1.2-rasm. Elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modeli

1.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov tadqiqotlari quyidagilardan iborat:

– LR1 elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modelining faylini ochish.

– elektr tizimi modelining elementlar o‘lchamlarining darchasini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan raqamli ma’lumotlarni kiritish.

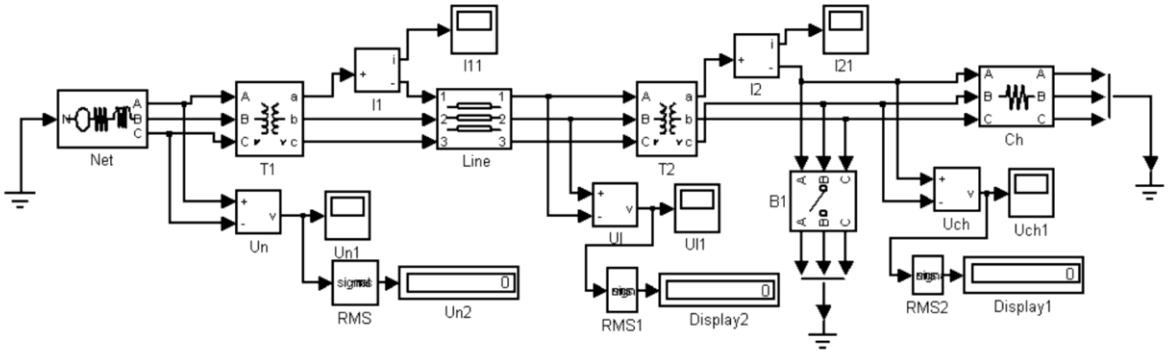
– o’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Uchirgichning ishga tushish vaqtini 1 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– modellashtirishni yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va vaqt makondagi kuchlanishning o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– ossillograf yordamida hosil bo‘lgan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tayyorlash maqsadida eslab qolish.

– LR12 elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modelining faylini ochish. Shunga e’tibor berish kerakki, qisqa tutashgich ikkinchi transformatorning chiqish joyiga ulangan bo‘lishi kerak. Ushbu amallar ikkinchi transformator o‘lchamlarining qisqa tutashuv tok kuchiga ta’sir ko‘rsatishini tahlil qilish uchun bajarilgan.



1.3-rasm. Elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modeli

– elementlar modeli o‘lchamlarini oldin bajarilganidek o‘rnatish (1.3-rasm).

– model simulyasiyasini yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va vaqt makondagi kuchlanishning o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– tizim elementlaridagi tok va kuchlanishning o‘zgarish jadvalini keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tuzish maqsadida eslab qolish.

– ossillograf yordamida yuklanish shinalarida qisqa tutashuv paytida tok va kuchlanishning o‘zgarishini kuzatish.

– ossillograf 1 va 2 yordamida hosil bo‘lgan toklarning o‘zgarish qonuniyati bo‘yicha birinchi transformatorning ikkilamchi chulg‘am tokning va kuchlanishning amaldagi ko‘rsatkichlarini aniqlash. Olingan ko‘rsatkichlarni tokning tarmoq uzunligiga bog‘liqlik ko‘rsatkichlari aks ettiradigan jadvaliga kiritish.

– tarmoq o‘lchamining darchasini ochish va uning uzunligini ikki barobarga kamaytirish;

– model simulyasiyasini yurg‘izish va u yakunlangach, birinchi transformatorning ikkilamchi chulg‘am toki va kuchlanishini o‘lchash. Olingan ko‘rsatkichlarni jadvalga kiritish.

– tarmoq o‘lchamining darchasini ochish, avval uzunlikning oldingi o‘lchamlarini qayta tiklab, keyin esa uni ikki barobarga oshirish. Model simulyasiyasini yurg‘uzish va tok miqdorini o‘lchash. Olingan ko‘rsatkichlarni jadvalga kiritish.

– huddi shu tadqiqotni tarmoqning uzunligini avval uch, keyin to‘rt va besh marta oshirgan holda qayta takrorlash.

– ikkinchi transformator o‘lchamlarining hisoblangan miqdori sharoitida model simulyasiyasini yurg‘izish. Qisqa tutashuv tokining ko‘rsatkichlarini ulchash va tokning qisqa tutashuv qarshilik kuchiga ta’siri aks ettirilgan jadvaliga kiritish. Bazis ko‘rsatkichi deb oldin hisoblangan qisqa tutashuv qarshiligini qabul qilish.

– ikkinchi transformator o‘lchamlarining darchasini ochish. Transformatoning birinchi va ikkinchi chulg‘amdagi faol qarshiligi va induktivliligini ikki barobarga oshirish.

– model simulyasiyasini yurgizish va u yakunlangach, birinchi transformatorning

ikkilamchi chulg‘am tokini va kuchlanish tokini o‘lchash. Tok miqdorini o‘lchash. Olingan ko‘rsatkichlarni jadvalga kiritish.

– huddi shu tadqiqotni qarshilikni avval uch, keyin to‘rt, besh va olti marta oshirgan holda qayta takrorlash.

– tadqiqot yakunlangach o‘qituvchiga natijalarni ko‘rsatish.

1.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

– ikkinchi transformatorning birlamchi chulg‘am shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Qisqa tutashuv ro‘y bergan paytda birinchi transformatorning chiqishida kuchlanishning o‘zgarishiga e’tibor berish. Ishlash rejimi buzilgandan keyin tarmoq toki va kuchlanish kuchini aniqlash. Olingan ko‘rsatkichlarni dastlabki hisob-kitob natijalari bilan solishtirish. Xulosa chiqarish.

– kuchlanish shinasida uch fazali qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Qisqa tutashuv ro‘y bergan paytda tarmoqning kirish va chiqishida kuchlanishning o‘zgarishiga e’tibor berish. Ishlash rejimi buzilgandan keyin tarmoq toki va kuchlanish kuchini aniqlash. Natijalarni tahlil qilish va xulosa chiqarish.

– tarmoq uzunligining o‘zgarish paytida uch fazali qisqa tutashuv toklarning bog‘liqlik grafigini tuzish va hosil bo‘lgan bog‘liqlikni tushuntirish.

– ikkinchi transformator o‘lchamlarining o‘zgarishi paytida uch fazali qisqa tutashuv tokining bog‘liqlik grafigini tuzish va hosil bo‘lgan bog‘liqlikni tushuntirish.

1.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafik va jadval ko‘rsatkichlari keltirilgan holda dastlabki hisob-kitoblar natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinov natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha xulosa.

1.2 Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish

bo‘yicha tavsiyalar

Uch fazali qisqa tutashuv rejimida elektr tarmoqlarning ishlab turishini tahlil qilish uchun elektr energiyaning uch fazali manbasi, oshib boruvchi transformator, elektr uzatish tarmog‘i, pasaytiruvchi transformator va elektr energiya iste’molchidan tashkil topgan elektr energiyani uzatishning oddiy tizimini sinovdan o‘tkazish tavsiya etiladi .

Model elektr uzatish chizmasiga to‘liq mos keladi va ikkinchi transformator kirish qisqichida uch fazali qisqa tutashuv va huddi shu transformatorning ikkilamchi chulg‘am shinalarida qisqa tutashuv shaklidagi ikkita mumkin bo‘lgan rejim buzilishlarni ko‘zda tutadi. Qisqa tutashuv toki tegishli ossillograf yoki raqamli indikatsiyaga ega bo‘lgan ampermetr yordamida o‘lchanadi. Barcha o‘lchov bloklari tok ko‘rsatkich yoki kuchlanishdan, tegishli miqdordagi bir zumdagi ko‘rsatkichni amaldagi ko‘rsatkichga o‘zgartirgich, ossillograf va raqamli indikatordan iborat. Tahlil qilish maqsadiga ko‘ra ossillograf tokning bir zumdagi ko‘rsatkichning o‘zgarishini kuzatish uchun tok ko‘rsatkichining chiqishiga yoki sinusoidli miqdorini amaldagi ko‘rsatkichga o‘zgartirgich chiqishiga ulanishi mumkin.

Uch fazali qisqa tutashuv kutilayotgan qisqa tutashuv joyiga ulangan uch fazali uchirgich yordamida amalga oshiriladi. O’chirgich o‘lchamning darchasida berk tutashishlarga o‘tish qarshilik kuchini berishi lozim. Ushbu qarshilik kuchi eng kichik miqdorga ega bo‘lishi lozim. Agar modellashtirishda tez harakatlanish darajasi past shakldagi muammolar mavjud bo‘lsa, qarshilik kuchini ma’lum chegara doirasida oshirib borish mumkin.

Qisqa tutashuv tokining hisob-kitobi tizimda magnit aloqalarni bartarf etish yo‘li bilan oddiy usul bo‘yicha amalga oshiriladi. Zanjirni elektr uzatish tarmog‘iga ulash tavsiya etiladi. Elektr energiya manbasining va ikkinchi transformatorning ikkilamchi chulg‘amning qisqa tutashuv tokining haqiqiy ko‘rsatkichlarini transformatorlarning transformatsiya koeffitsientidan foydalangan holda hisoblash lozim.

Toklar ossillogrammalarini tahlil qilishda bevosita qisqa tutashuv paytidan keyin ro‘y bergan o‘zgarishlarga e’tibor berish. Tokning bir zumdagi ko‘rsatkichining o‘zgarishi bo‘yicha uning erkin tashkil etuvchisini va doimiy o‘tish jarayon vaqtini aniqlash mumkin. Buni uch fazali qisqa tutashuv paytida oddiy tizimdagi O‘tkinchi jarayonlarni tahlil qilishda qo‘llash tavsiya etiladi.

SINOV SAVOLLARI

1. Oddiy zanjirda qisqa tutashuvning to‘liq tok kuchi har bir aniq vaqt uchun qanday aniqlanadi?
2. Qo‘shilish fazasi deb nimaga aytiladi?
3. Qisqa tutashuv tokining nodavriy tarkibi. Uning boshlang‘ich ko‘rsatkichi.
4. Qisqa tutashuv Ta tokining nodavriy tarkibi so‘nishining doimiy vaqti

nimaga bog‘liq va u qanday aniqlanadi?

5. Qisqa tutashuv zarbali toki deb nimaga aytiladi va uni aniqlashda qanday sodda shartlar qabul qilinadi?

6. Zarbali koeffitsientlar nimani ko‘rsatadi va ular qanday o‘zgarish chegaralariga ega?

7. Qisqa tutashuv tokining eng katta amaldagi toki qanday aniqlanadi?

2-LABORATORIYA ISHI

TRANSFORMATORDA IKKILAMCHI CHULG‘AMNING UCH FAZALI QISQA TUTASHUV PAYTIDA O‘TKINCHI JARAYONLARNI TADQIQ ETISH

Ishning maqsadi: MatLAB muhitda modellashtirish yo‘li bilan transformator o‘lchamlarining elektr magnit O‘tkinchi jarayonlarga ta’sir qilish darajasini aniqlash.

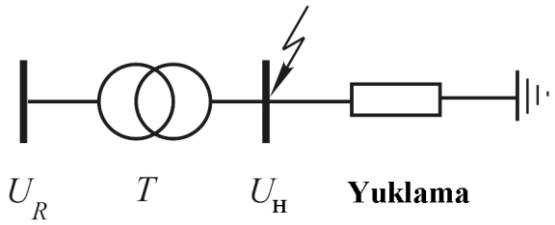
2.1 Ishchi topshiriq

2.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni nazarda tutadi:

– “Elektr tizimlarda elektr magnit o‘tish jarayonlar” va “Elektr mexanika” fanlarini o‘rganish uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda uch fazali transformatorning turli rejimda ishlab turishini o‘rganish. Uch fazali ikki chulg‘amli transformatorni almashtirish chizmasini qo‘rib chiqish va chizmaning har bir elementining ko‘rsatkichini transformatordagi fizik jarayon bilan bog‘lash.

– 2.1-jadvalda manbaning kuchlanishining, yukning kuchlanishining va uning quvvatininig nominal ko‘rsakichlari bo‘yicha transformator turini tanlash (transformatorni yoqish chizmasi 2.1-rasmda keltirilgan).



2.1-rasm. Kuch transformatorni yoqish chizmasi

– transformatorning ikkilamchi chulg‘am shinalarida uch fazali qisqa tutashuv

paytida transformatorning qirish va chiqish chulg‘amida qisqa tutashuv tokini hisoblash.

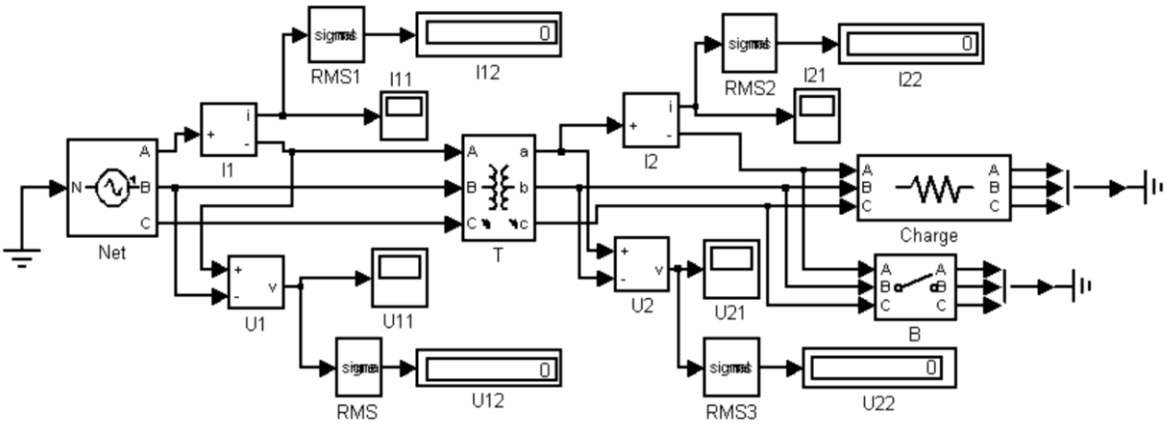
– transformatorning nominal quvvati ta’minlanadigan kuchlanishning qarshilik kuchini hisoblash.

– tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari va oldingi hisob-kitoblari asosida modellashtirishda foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblash. Shunga e’tibor berish kerakki, modelda elementlar o‘lchamlari mutlaq va nisbiy birliklarda foydalaniladi.

2.1-jadval.

Variant raqami	*Un*, kV	*Uch*, kV	*P*, MVt	cos φ
1	500	38,5	200	0,6
2	330	38,5	125	0,65
3	220	10	32	0,7
4	115	6,6	16	0,75
5	115	11	16	0,8
6	500	6,6	125	0,85
7	330	15,75	200	0,9
8	230	6,6	200	0,95
9	115	6,6	16	0,62
10	115	38,5	25	0,67
11	500	10,5	250	0,72
12	330	6,6	200	0,77
13	230	6,6	200	0,82
14	115	6,6	40	0,87
15	115	11	40	0,92
16	500	11	125	0,97
17	330	6,6	200	0,6
18	230	8,5	200	0,65
19	115	11	63	0,7
20	115	6,6	63	0,75
21	500	10	125	0,8
22	330	15,75	200	0,85
23	220	11	40	0,9
24	115	11	80	0,95
25	115	15,75	200	0,62
26	500	38,5	250	0,67
27	330	11	200	0,72
28	220	11	60	0,77
29	115	10,5	10	0,82

30	115	6,6	10	0,87
31	500	11	250	0,92
32	330	38,5	125	0,97
33	220	6,6	63	0,6
34	115	6,6	6,3	0,65
35	115	11	6,3	0,7



2.2-rasm. Kuchlanishga ega transformatorning tarmoqqa ulanish modeli

O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan. 2.2-rasmda kuchlanishga ega transformatorning tarmoqqa ulanish modeli keltirilgan. Transformatorning birlamchi chulg‘amdagi tokini ulchash uchun ossillografdan iborat bo‘lgan tok ko‘rsatkichidan foydalaniladi. Ikkilamchi chulg‘amning kuchlanish va tokini o‘lchash uchun birinchi ossillograf iborat bo‘lgan o‘lchov bloki ko‘llaniladi. Uch fazali qisqa tutashuv qisqa tutashgich bilan o‘xshatiladi.

2.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov tadqiqotlari quyidagilardan iborat:

1. Modelni tadqiqot o‘tkazish uchun tayyorlash.

– LR2 transformatorda o‘tkinchi jarayonlarda tadqiq etish uchun model faylini ochish.

– model elementlari o‘lchamlarining darchalarini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan raqamli ma’lumotlarni kiritish.

– o’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Uchirgichning ishga tushish vaqtini 0,1 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– qisqa tutashgichning berk tutashishlarning qarshilik kuchini 0,1 Om teng qilib o‘rnatish.

2. transformatorning normal ishlash rejimida tadqiq etish.

– model simulyasiya vaqtini 1 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– V qisqa tutashgichning ishga tushish paytini 2 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– modellashtirishni yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va kuchlanishning vaqt makonda o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– normal rejimda ishlaydigan transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amning toklar va kuchlanish o‘lchamlarini yozib olish.

– ossillograf yordamida hosil bo‘lgan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tayyorlash maqsadida eslab qolish.

3. Transformatorda transformatorning chulg‘amlardagi qarshilik kuchininig o‘tish jarayoni tavsifiga ta’sirini aniqlash:

– V qisqa tutashgich o‘lchkamlarining darchasini ochib, uning ishga tushish vaqtini 0,1 soniyaga teng qilib o‘rnatish;

– birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlardagi faol qarshilik kuchini ikki barobarga kamaytirish;

– modellashtirishni yurg‘izib, birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlardagi qisqa tutashuv toklarining o‘rnatilgan o‘lchamlarini o‘lchash;

– toklar ossillogrammasidan foydalanib, transformatorda o‘tish jarayonining davomiyligini aniqlash. Tok va kuchlanish ossillogrammalarini fayllarda eslab qolish;

– birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlardagi faol qarshilik kuchini 2,3, ... , 6 barobarga ko‘paytirib, transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlardagi qisqa tutashuvida o‘rantilgan toklarning transformator chulg‘amlaridagi faol qarshilik kuchiga bog‘liqligini tuzish.

4. Transformatorning sochish induktivliligining transformatordagi o‘tish jarayoni tavsifiga ta’sirini tadqiq etish:

– transformator chulg‘amlaridagi faol qarshilik kuchining dastlabki o‘lchamlarini qayta tiklash. Transformator chulg‘amlari induktivliligini ikki barobar kamaytirish. Model yordamida o‘tish jarayonining qisqa tutashuv tokini va davomiyligini aniqlash. Olingan ko‘rsatkichlarni tok va o‘tish jarayoni davoymiligining o‘rama induktivliligiga bog‘liqlik jadvaliga kiritish.

– oldingi induktivlilik ko‘rsatkichlarini qayta tiklab, kerakli o‘lchash ishlarini bajarish. Induktivligini 2, 3, …, 6 barobarga oshirib, qisqa tutashuv tok va o‘tish jarayoni davoymiligining transformator chulg‘ami induktivliligiga bog‘liqligini o‘rnatish.

– transformatorning boshlang‘ich o‘lchamlarini qayta tiklash.

5. Qisqa tutashgich tutashishlarning o‘tish qarshilik kuchining qisqa tutashuvning tok kuchiga ta’sirini tadqiq etish:

– V o‘chirgichning o‘lchamlar darchasini ochib, berk tutashishlarning qarshilik kuchinii 0,1 Om ga teng qilib o‘rnatish;

– model simulyasiyasini yurg‘uzish va simulyasiya yakunlanishi bilan qisqa tutashuvning kuchlanish va tokini aniqlash. O‘lchov asbobida olingan ko‘rsatkichlarni jadvalga yozish;

– tutashishning qarshilik kuchini 2, 4, 8 va x.k. barobarga oshirib, uning transformatorning qisqa tutashuv tokiga ta’sirini aniqlash.

6. Tadqiqot yakunlangach o‘qituvchiga natijalarni ko‘rsatish.

2.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

– transformatorning ikkilamchi chulg‘am shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Ishlash rejimi buzilgandan keyin chulg‘amlardagi tok kuchini aniqlash. Olingan ko‘rsatkichlarni dastlabki hisob-kitob natijalari bilan solishtirish. Xulosa chiqarish.

– kuchlanish shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Qisqa tutashuv ro‘y bergan paytda transformatorning chiqishida kuchlanishning o‘zgarishiga e’tibor berish. Xulosa chiqarish.

– chulg‘amdagi faol qarshilik kuchi o‘zgarishi paytida uch fazali qisqa tutashuv toklarning o‘tish jarayonining davomiyligiga bog‘liqlik grafigini tuzish va hosil bo‘lgan bog‘liqlikni tushuntirish.

– uch fazali qisqa tutashuv toklari va o‘tish jarayoni davomiyligining transformator chulg‘ami induktivliligiga bog‘liqlik grafigini tuzish. Hosil bo‘lgan bog‘liqlikni tushuntirish.

– uch fazali qisqa tutashuv toklarining yoyning qarshilik kuchiga bog‘liqlik grafigini tuzish hosil qilingan bog‘liqlikni izohlab berish.

2.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda elektr energiya uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafik va jadval ko‘rsatkichlari keltirilgan holda dastlabki hisob-kitoblar natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinovning natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha xulosa.

2.2 Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha tavsiyalar

Transformatorda o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish uchun model transfomator

cheksiz katta quvvatga ega tarmoqqa ulangan degan faraz asosida tuzilgan. Transformatorning kirish va chiqishda tok va kuchlanishning o‘zgarishini nazorat qilish uchun ossillograflar va sinusoidli miqdorining bir zumdagi ko‘rsatkichlarini amaldagi ko‘rsatkichlarga o‘zgartirgichlar ulangan tok va kuchlanish o‘lchagichlari yoqilgan bo‘ladi. Ushbu bloklarga ulangan raqamli indikatorlar tok va kuchlanishning o‘rnatilgan ko‘rsatkichlarini o‘lchashga imkon beradi.

Normal ishlash rejimi qisqa tutashuv shaklidagi buzilishlarda toklarning kuchi sezilarli darajada yoyning ekvivalentli qarshilik kuchiga bog‘liq. Laboratoriya ishida yoyning qarshilik kuchi imitatsiyasi uchirgich tutashishning o‘tish qarshilik kuchining o‘zgarishi bilan amalga oshiriladi. O’chirgich tutashishning o‘tish qarshilik kuchining o‘zgartirib, qisqa tutashuv toklarining ushbu qarshilik kuchiga bog‘liqligini o‘rnatish mumkin.

O‘tish jarayonlar nazariyasiga muvofiq birlamchi va ikkilamchi chulg‘amning qisqa tutashuv toklarini erkin va majburlangan tashkil etuvchilarining yig‘indisi ko‘rinishida ko‘rib chiqish mumkin. Majburlangan tashkil etuvchisi tokning o‘rnatilgan ko‘rsatkichi deb ham ataladi. O‘rnatilgan tokning amaldagi ko‘rsatkichi o‘lchov asboblari yordamida aniqlanadi. Toklarning erkin tashkil etuvchisi so‘nadigan eksponensional qonuniyati bo‘yicha vaqt makonda o‘zgarib boradi. Aynan shu tashkil etuvchisi o‘tish jarayonining davomiyligini belgilaydi. So‘nish eksponentining doimiy vaqti tadqiq etilayotgan zanjir o‘lchamlari, xususan, transformatorning sochish induktivliligi va chulg‘amli simlarning qarshilik kuchiga bog‘liq. Transformator chulg‘amlari induktivliligi qancha yuqori bo‘lsa, erkin tashkil etuvchisi shunchalik sekin so‘nadi. Askincha, chulg‘amdagi simlarning qarshilik kuchi qanchalik yuqori bo‘lsa, o‘tish jarayoni shunchalik tez so‘nadi.

SINOV SAVOLLARI

1. Qisqa tutashuv toklarini hisoblashda qo‘llanilayotgan asosiy taxminlar.
2. Qisqa tutashuvning asosiy oqibatlari va qisqa tutashuv toki hisob-kitoblarini olib borish zaruriyati
3. Elektr tizimining “matematik modeli” tushunchasi
4. Qisqa tutashuv hisob-kitobi va tahlil qilishning asosiy usullari.
5. Qisqa tutashuv tokini hisob-kitob qilish tartibi.
6. Qisqa tutashuvni hisob-kitob qilishda foydalaniladigan elektr tizimining asosiy elementlari (generator, transformator, elektr uzatish tarmoqlari va h.k.)ni almashtirish chizmalari.
7. Chizmalar elementlarining ko‘rsatkichlarini kuchlanishining bir zinaga keltirish: «aniq» va «taxminiy».

3-LABORATORIYA ISHI

SINXRON GENERATORDA UNING SHINALARIDA UCH FAZALI

QISQA TUTASHUV PAYTIDA O‘TKINCHI JARAYONLARNI TADQIQ ETISH

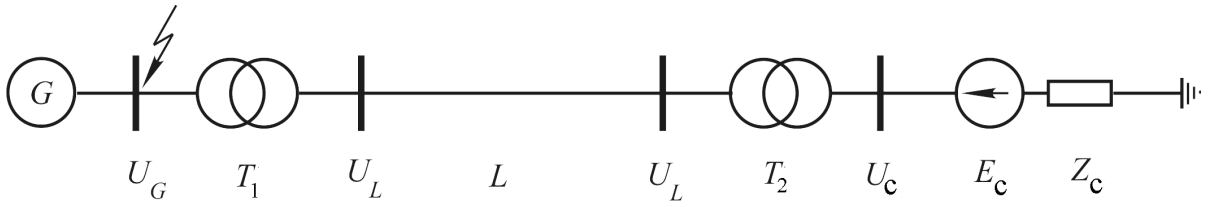
Ishning maqsadi: MatLAB muhitda modellashtirish yo‘li bilan generatornig shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida uning o‘lchamlarining elektr magnit o‘tish jarayoni tavsifiga ta’sir ko‘rsatish darajasini aniqlash.

3.1 Ishchi topshiriq

3.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni nazarda tutadi:

– “Elektr tizimlarida elektr magnit o‘tish jarayonlar” va “Elektr mexanika” fanlarini o‘rganish uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda sinxronli generatorning ishlab turishini o‘rganish.



3.1-rasm. Elektr tizimining prinsipial chizmasi

– 3.1-rasmda keltirilgan tizim uchun 3.1-jadvalda ko‘rsatilgan manbaning, tarmoqning kuchlanish, uzatiladigan quvvatning nominal ko‘rsakichlari bo‘yicha generator turini tanlash.

– 3.1-jadvalda keltirilgan ko‘rsatkichlar bo‘yicha transformator turini va tarmoqqa o‘rnatilgan quvvatdagi elektr energiyani uzatishni ta’minlash uchun tarmoq turini tanlash. Tarmoqni modellashtirish uchun haqiqiy uch fazali manba blokidan foydalanish. Katta quvvatga ega manbaning ichki qarshilik kuchini faol deb qabul qilish. Manbaning ichki qarshilik kuchining mutlaq ko‘rsatkichini jadvalda ko‘rsatilgan variantlar bo‘yicha beriladigan quvvatning nominal ko‘rsatkichga nisbatan 0,5 % ko‘paytirish paytida kuchlanishning pasayib ketishi sharoitida hisoblash. Tarmoqning ichki qarshilik kuchini quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin

$$R_c = 0.005\, U_н^2 / S_н.$$

3.1 jadval

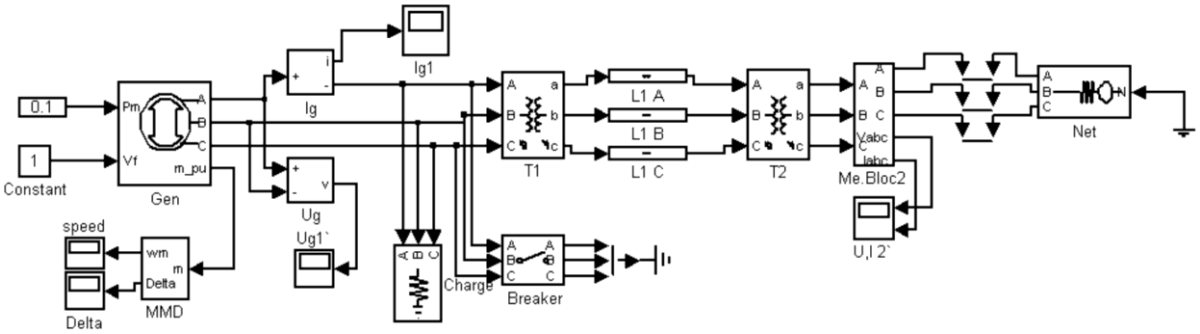
Variant raqami	U_G, kV	U_L, kV	U_C, kV	R, MVt	cos φ	l, km

1	15,75	500	121	200	0,6	200
2	10,5	330	242	125	0,65	250
3	6,3	220	121	32	0,7	170
4	11	115	230	16	0,75	130
5	6,6	115	330	16	0,8	220
6	10,5	500	230	125	0,85	250
7	11	330	330	200	0,9	100
8	11	220	121	200	0,95	150
9	11	115	115	12	0,62	100
10	10,5	115	121	25	0,67	200
11	6,3	500	230	125	0,72	250
12	15	330	330	200	0,77	100
13	8,5	121	500	200	0,82	150
14	11	115	330	40	0,87	200
15	10,5	115	121	40	0,92	150
16	10,5	500	115	125	0,97	200
17	11	330	115	200	0,6	250
18	10,5	220	230	200	0,65	200
19	10,5	115	330	63	0,7	140
20	11	115	115	63	0,75	250
21	11	500	121	125	0,8	100
22	15,75	330	115	200	0,85	150
23	10,5	220	121	40	0,9	160
24	10,5	115	330	80	0,95	150
25	13,5	115	230	15	0,62	200
26	10,5	500	121	250	0,67	150
27	15,75	330	242	200	0,72	220
28	6,6	220	121	40	0,77	200
29	11	115	121	10	0,82	250
30	11	115	230	10	0,87	150
31	11	500	121	250	0,92	170
32	11	330	242	125	0,97	130
33	11	220	121	40	0,6	170
34	10,5	115	230	6,6	0,65	180
35	6,6	115	230	6,3	0,9	160

– Generator shinalarida qisqa tutashuv paytida stator tokining o‘rnatilgan o‘lchamlarini hisoblash.

– Tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari va oldingi hisob-kitoblari asosida modellashtirishda foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblash. Shunga e’tibor berish kerakki, modelda elementlar o‘lchamlari mutlaq va nisbiy birliklarda

foydalaniladi. O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan.



3.2-rasm. Generatorni kuchli tarmoqqa ulanish zanjirining modeli

3.2-rasmda generatorni kuchli tarmoqqa ulanish zanjirining modeli keltirilgan. Generatorning aylanish davriyligini va induktor qutblar o‘qining mashinaning magnitli hudud o‘qiga nisbatan fazoviy og‘ish burchagining o‘lchash uchun ossillografdan iborat bo‘lgan elektr mashina o‘lchamlarini o‘lchash bloki bilan amalga oshiriladi. Generator chiqishida kuchlanish va tokni ulchash uchun uch fazali tarmoq o‘lchov bloki ko‘llaniladi. Uch fazali qisqa tutashuv qisqa tutashgich bilan o‘xshatiladi.

3.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov tadqiqotlari quyidagilardan iborat:

– uch fazali generatorda O‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish uchun model faylini ochish.

– model elementlari o‘lchamlarining darchalarini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan ma’lumotlarni kiritish.

– O’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Uchirgichning ishga tushish vaqtini 5 va 5,5 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– tramoqning ichki qarshilik kuchini hisob-kitob natijalariga muvofiq ravishda o‘rnatish.

– modellashtirishni yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va vaqt makondagi kuchlanishining o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– ossillograf yordamida hosil bo‘lgan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tayyorlash maqsadida eslab qolish.

– stator chulg‘amidagi faol va reaktiv qarshilik kuchini ikki barobarga kamaytirish. Modellashtirishni yurg‘izib, qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida stator kuchining o‘zgarishini qayd etish.

– stator chulg‘amidagi faol qarshilik kuchi va reaktiv qarshilik kuchini 2,3, ... , 6 barobarga ko‘paytirib, qisqa tutashuvning maksimal ko‘rsatkichdagi tokning generator statori chulg‘amidagi qarshilik kuchining nisbiy o‘zgarishiga bog‘liqlikni tuzish.

– generator chulg‘amidagi qarshilik kuchining boshlang‘ich o‘lchamlarini qayta tiklash. Generatorning doimiy inersiyasini 1 soniya qilib o‘rnatish.

– modellashtirishni yurg‘izish va chulg‘amdagi stator tokinining ossillogrammasini eslab qolish. Aylanish davriyligi va δ burchagining vaqt makonda o‘zgarish ossillogrammasini eslab qolish. Stator chulg‘amidagi toki, aylanish davriyligi va δ burchagining vaqt makonda o‘zgarishini tushuntirish.

– ishlash rejimi buzlishi davomiyligini 0,2 soniyadan 1,5 soniyagacha o‘zgartirib borib, rotorning aylanish tezliginining vaqt makonda o‘zgarishini tahlil qilish. Generator barqarorligi buzilishi sodir bo‘lgan rejimning buzilishi davomiyligini qayd etish. Turg‘unlikning buzilishini rotor aylanishining nisbiy tezligining birlik o‘lchamga nisbatan og‘ishi bo‘yicha qayd etish mumkin. Hisobotni tayyorlash maqsadida ikkita davomiylik o‘lchamlari (barqaror rejim buzilmasdan ta’sir etish davomiyligi va generator barqarorlikning buzilishi bilan ta’sir etish davomiyligi) uchun tok, aylanish tezligi va δ burchagining ossillogrammasini saqlash.

– modelning boshlang‘ich o‘lchamlarini qayta tiklash. Generator barqarorligi buzilishi sodir bo‘lgan rejimning buzilish davomiyligini o‘rnatish. Generatordagi mexanik inersiyasi doimiy vaqtini 1 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– generator o‘lchamlari, rejim buzilishining davomiyligi va 1 soniyaga teng mexanik doimiy vaqt (generatorning aylanadigan qismi inersiyasi vaqti)ning hisoblangan ko‘rsatkichlarda model simulyasisini yurg‘uzish. Tok, aylanish tezligi va δ burchagining o‘zgarishini tahlil qilish. Ossillogrammaning o‘zgarishini asoslash .

– mexanik doimiy vaqtini oshirib, generatorning barqaror ishlash rejimiga erishish. Generator barqarorlikning buzilishi va barqarorlik buzilishi mavjud emas holatlari kuzatilayotgan mexanik doimiy vaqtining o‘lchamlari uchun tok, aylanish tezligi va δ burchagining ossillogrammasini eslab qolish.

– ishlash rejimlarining biri uchun tarmoq kuchlanish va tokning ossillogrammasini qayd etish.

– tadqiqot yakunlangach o‘qituvchiga natijalarni ko‘rsatish.

3.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagilardan iborat:

– generator shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Ishlash rejimi buzilgandan keyin stator chulg‘amidagi tok kuchini aniqlash. Olingan ko‘rsatkichlarni dastlabki hisob-kitob natijalari bilan solishtirish. SHuni unutmaslik kerakki, normal ishlash rejimi buzilganda stator tokining bir zumdagi o‘lchami erkin

tashkil etuvchidan iborat. Xulosa chiqarish.

– generator shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Xulosa chiqarish.

– uch fazali qisqa tutashuv toklarining qarshilik kuchining nisbiy o‘lchamlariga bog‘liqlik grafigini tuzish. Grafikdagi o‘zgarishlarni tushuntirish va xulosa chiqarish.

– qisqa tutashuv davomiyligi o‘zgarganda generatorning ishlash rejimi buzilishini izohlab berish. Ushbu hodisani elektr energiya tizimini releli himoya elementlarining o‘lchamlariga nisbatan talablari bilan bog‘lash.

– olib borilgan sinovlar asosida rotorning mexanik doimiy vaqtining generatorning ishlash barqarorligiga ta’sirini aniqlash. Xulosa chiqarish.

3.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafik va jadval ko‘rsatkichlari keltirilgan holda dastlabki hisob-kitoblar natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinovning natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha xulosa.

3.2 Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha tavsiyalar

Energiya magistral tarmog‘iga oddiy tizim orqali o‘tadigan generatorda o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish uchun generator, transformator, elektr uzatish tarmog‘i, ikkinchi transformator va tarmoqdan iborat model tuzilgan. Modelning normal ishlashini ta’minlash uchun generator shinalariga butun elektr energiya uzatish tizimining ishlashiga ta’sir ko‘rsatmaydigan katta bo‘lmagan Charge kuchlanish ulangan. Modellashtirilayotgan generator blokining kirishida generatorning nominal quvvatining 0,1 ga teng quvvatga ega bo‘lgan mexanik energiya beriladi. Blokning kirishida nominal kuchlanishga teng nisbiy birlikda qo‘zg‘atish uchun kuchlanish beriladi.

Generator blokining o‘lchov chiqishi rotorning aylanish tezligi va δ burchagining vaqt makonda o‘zgarishini aniqlash uchun foydalaniladi. Ushbu o‘lchamlarni nazorat qilish uchun elektr mashinaning o‘lchov blokiga ossillograflar ulangan.

Tok va kuchlanishni o‘lchash uchun generator chiqishida ossillografdan tarkib

topgan tok va kuchlanish o‘lchov asboblari yoqilgan. V qisqa tutashgich nolga teng bo‘lmagan ichki qarshilik kuchiga ega uch fazali kuchlanishning manba shaklida namoyon etgan elektr energiyani generatordan tarmoqqa uzatish tizimining normal ishlash rejimi buzilishini imitatsiya qiladi (o‘xshatadi). Energiyani uzatish tizimi oshiruvchi transformator, elektr energiya uzatish tarmog‘i, ikkinchi transformator va tarmoqdan iborat. Tizimning kuchlanish va tokni nazorat qilish uchun ikkinchi transformator chiqishida uch fazali o‘lchash bloki yoqilib, uning o‘lchov chiqishida kuchlanish va tokni nazorat qilish uchun ossillograflar ulangan.

Laboratoriya ishida sinxron generatordagi o‘lchamlarning qisqa tutashuvining tok kuchiga ta’sir ko‘rsatishi ko‘rib chiqiladi. Shuni ta’kidlash lozimki, generator shinalarida qisqa tutashuv paytida stator chulg‘amidagi tok ikkita tashkil etuvchi shaklda ko‘rib chiqilishi mumkin. Qisqa tutashuv tokining erkin tashkil etuvchisi eksponensial qonuniyati bo‘yicha vaqt makonda o‘zgaradi. Majburlangan tashkil etuvchi bizning holatimiz bo‘yicha sinusoid qonuniyati bo‘yicha vaqt makonda o‘zgaradi. Majburlangan tashkil etuvchini aniqlash uchun tizim uchun ishlaydigan generatorning o‘tish jarayonida o‘rantilgan rejimini ta’minlash lozim. Buni amalga oshirish mumkin emas, chunki qisqa tutashuv rejimda ishlaydigan generator tarmoq bilan birga sinxronizmdan chiqib ketadi. Shu bois generator o‘lchamlarining qisqa tutashuv tokiga ta’siri to‘g‘risida qisqa tutashuv ro‘y bergandan keiyn birdaniga stator chulg‘amidagi maksimal bir zumdagi o‘lchamiga qarab fikr yuritish mumkin.

Ishlash rejimining buzilish payti V qisqa tutashgichning ishga tushish payti bilan belgilanadi. Haqiqiy sharoitlarda rejimning buzilishi generator o‘rnatilgan rejimda ishlayotgan paytida kuzatiladi. Tizimni modellashtirishda, huddi haqiqiy sharoitlardagi kabi, simulyasiya yurg‘izilgandan keyin rotorning mexanik inersiyaliligi bilan bog‘liq elektr mexanik o‘tish jarayoni kuzatiladi. Generator rotorining tebranishini δ burchagining vaqt makondagi ossillogrammasi va generaor rotorining tezligining o‘zgarishi ossillogrammasi bo‘yicha kuzatish mumkin. Elektr mexanik o‘tish jarayoni davomiyligi rotor inersiyasi payti bilan bog‘liq. O‘tish jarayonining davomiyligini qisqartirish zarurati paydo bo‘lganda inersiya payti ko‘rsatkichini kamaytirish mumkin. Rejimning buzilish davomiyligi tizim barqarorligining buzilishiga olib kelmasligi lozim. Sukunalik bo‘yicha qisqa tutashuv payti 5 soniya, rejimning buzilish davomiyligi 0,5 soniyaga teng qilib o‘rnatilgan.

Shuningdek, generator qisqichlarida qisqa tutashuv paytida tarmoqdagi tokning o‘zgarib turishi katta qiziqish uyg‘otadi. Tarmoqdagi tokning keskin o‘zgarishi shundan dalolat beradiki, generator shinalarida qisqa tutashuv paytida tarmoqdagi tok keskin oshadi va qisqa tutashgichlar tutashishlar orqali (haqiqiy sharoitlarda elektr yoy orqali) nafaqat generatordagi tok, balki tarmoqdagi tok o‘tadi. Tarmoq bu holda ham qisqa tutashuv rejimida ishlaydi.

SINOV SAVOLLARI

1. Turli quvvat manbalariga ega murakkab elektr tizimidagi qisqa tutashuv toki qanday o‘zgaradi?
2. Qisqa tutashuv boshlang‘ich paytida elektr tizimining “mashinali”

elementlari qanday himoya chizmasiga ega?

3. Qisqa tutashuv tokining davriy tashkil etuvchisining boshlang‘ich ko‘rsatkichlari qanday hisoblanadi?

4. Qisqa tutashuv zarbali tokini aniqlashning asosiy holatlari.

5. Hisoblangan egri chiziqlar, qisqa tutashuv tokining davriy tashkil etuvchisini vaqt makonda o‘zgarishini hisoblash uchun ulardan foydalanish tartibi.

6.Taqsimot tarmoq va elektr ta’minot tizimlarida qisqa tutashuv va tutashuvni hisoblashning o‘ziga xos xususiyatlari.

7. Rejim o‘lchamlarining elektr tizimi elementlari o‘lchamlariga ta’siri.

4-LABORATORIYA ISHI

KUCHLI NOSINXRON MOTORNI TO‘G‘RIDAN-TO‘G‘RI ISHGA TUSHIRISH OQIBATIDA ODDIY TIZIMNING O‘TKINCHI JARAYONLARNI TADQIQ ETISH

Ishning maqsadi: Nosinxron motorni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish paytida nosinxron motorning o‘lchamlari elektr magnit o‘tkinchi jarayoni tavsifiga ta’sir ko‘rsatish darajasini aniqlash.

4.1 Ishchi topshiriq

4.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

– “Elektr tizimlarda elektr magnit o‘tkinchi jarayonlar” va “Elektr mexanika” fanlarini o‘rganish uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda nosinxron motorni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirishning o‘ziga xos xususiyatlarini o‘rganish. Nosinxron motorni almashtirish chizmasini o‘rganish va chizmaning har bir elementining vazifasini motordagi fizik jarayonlar bilan bog‘lash.

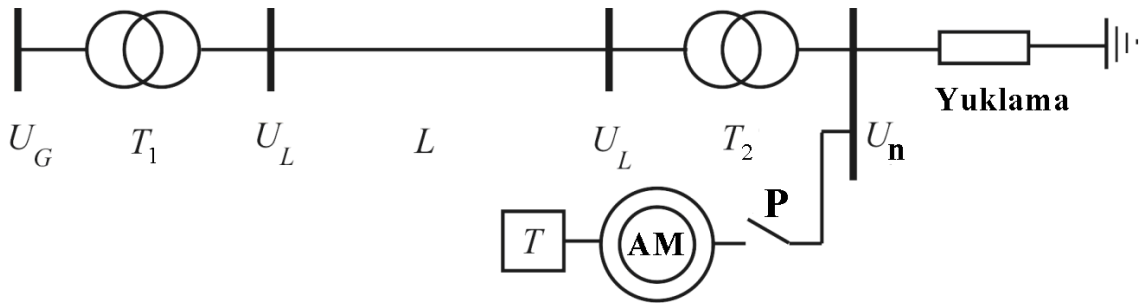
– 4.1-rasmda keltirilgan tizim uchun 4.1-jadvalda ko‘rsatilgan quvvat kuchlanishning nominal ko‘rsakichlari bo‘yicha nosinxron motor turini tanlash. Motorga parallel ravishda yoqilgan iste’molchi yuklanishning tavsifini faol deb hisoblash. Iste’molchining quvvati motor quvvatining yarimiga teng deb qabul qilish. Ma’lum bo‘lgan quvvat va nominal kuchlanish bo‘yicha yuklanishning qarshilik kuchini hisoblash.

– elektr uzatish tarmog‘ini to‘plangan qarshilik kuchlari bilan almashtirish. Buning uchun birlamchi o‘lchamlarni va tanlangan tarmoq turining uzunligidan foydalangan holda rezistli qarshilik kuchi va induktivliligini aniqlash.

– jadvalda keltirilgan ko‘rsatkichlar bo‘yicha transformator turlarini tanlash. T_1

transformatorning quvvati T_2 transformatorning quvvatidan yuqori bo‘lishi lozim.

– manba sifatida katta quvvatga ega bo‘lgan generatordan foydalanilgan, shu bois uni modellashtirish uchun uch fazali kuchlanishning ideal manba blokidan foydalanish.



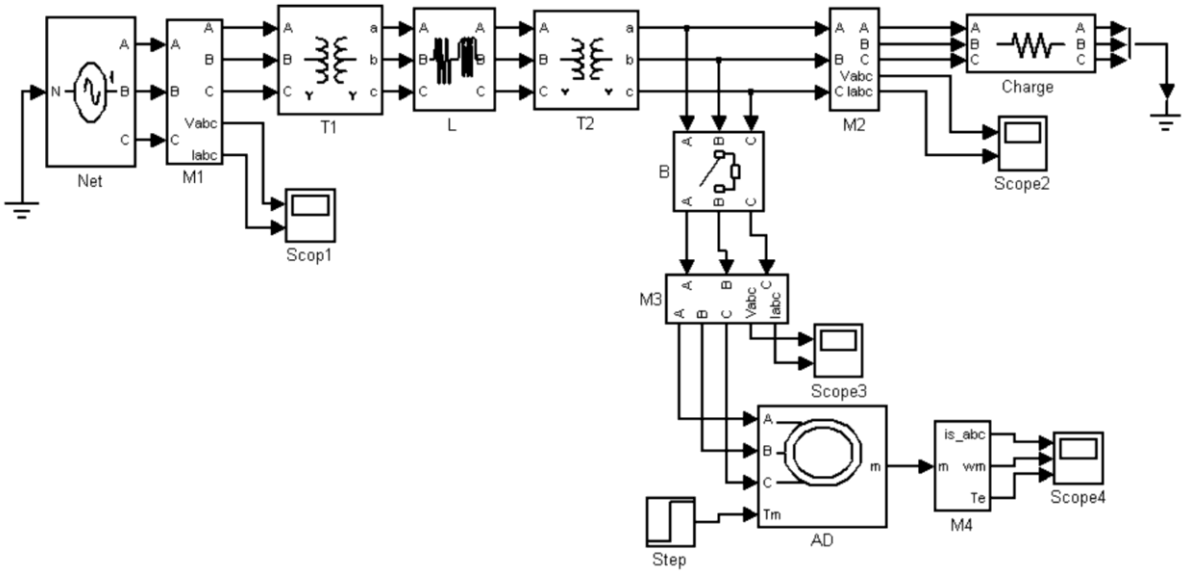
4.1-rasm. Elektr tizimining prinsipial chizmasi

4.1-jadvali

Variant raqami	U_g, kV	U_l, kV	U_n, kV	P, MVt	cos φ	l, km	Pad, MVt
1	6,6	500	6	40	0,6	200	0,5
2	10,5	230	6	12	0,65	250	0,6
3	6,3	220	6	32	0,7	170	0,7
4	11	110	6	16	0,75	130	0,8
5	6,6	115	6	16	0,8	220	0,9
6	10,5	500	6	12	0,85	250	1
7	6,3	230	6	10	0,9	100	0,3
8	11	220	6	10	0,95	150	0,6
9	11	121	6	16	0,62	100	1
10	10,5	115	6	25	0,67	200	0.5
11	6,3	110	6	25	0,72	250	0,6
12	15	220	6	20	0,77	100	0,7
13	8,5	220	6	20	0,82	150	0,8
14	11	115	6	40	0,87	200	0,9
15	6,6	115	6	40	0,92	150	1,2
16	8,5	500	6	12	0,97	200	0,3
17	11	230	6	20	0,6	250	2
18	10,5	220	6	20	0,65	200	1,2
19	6,6	115	6	63	0,7	140	0,5
20	11	115	6	63	0,75	250	0,6
21	11	500	6	12	0,8	100	0,7
22	10,5	230	6	20	0,85	150	0,8
23	6,6	220	6	40	0,9	160	0,9
24	6,6	115	6	30	0,95	150	1,4

25	11,5	115	6	15	0,62	200	1,2
26	10,5	500	6	50	0,67	150	0,3
27	6,3	230	6	20	0,72	220	1
28	6,6	220	6	40	0,77	200	0,5
29	6,6	115	6	10	0,82	250	0,6
30	11	115	6	10	0,87	150	0,7
31	6,3	220	6	25	0,92	170	0,8
32	10	115	6	12	0,97	130	0,9
33	11	220	6	40	0,6	170	0,5
34	10,5	115	6	6,6	0,65	180	0,2
35	6,6	115	6	6,3	0,7	230	0,4

– tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari asosida modellashtirishda foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblash. O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan. 4.2-rasmda yuqori quvvatga ega bo‘lgan nosinxron motorni tarmoqqa ulanishning elektr zanjiri modeli keltirilgan. Motorning ishga tushirilishi uch fazali uchirgich yordamida amalga oshiriladi.



4.2-rasm. Yuqori quvvatga ega bo‘lgan nosinxron motorni tarmoqqa ulanishning elektr zanjiri modeli

–T_{ch} nosinxron motor yuklanishining mexanik payti nominal paytning yarimiga teng. Motor yuklanishining mexanik payti vujudga kelish vaqti motorni ishga tushirish paytiga to‘g‘ri keladi.

4.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

– kuchli nosinxron motorni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish paytida tizimda O‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish uchun modeldagi faylini ochish.

– model elementlari o‘lchamlarining darchalarini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan raqamli ma’lumotlarni kiritish.

– o’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Qisqa tutashgichning va T_{ch} blokning ishga tushish vaqtini 0,1 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– tarmoqning qarshilik va yuklanish kuchini hisob-kitob natijalariga muvofiq holda o‘rnatish.

– motorning mexanik inersiyalilik koeffitsientini 0,5 teng qilib o‘rnatish.

– model simulyasiyasini yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish. M4 o‘lchagichning chiqishida o‘lchamlarni nazorat qilish ossillografni ochish. Elektr magnit paytida egri o‘zgarish chizig‘i bo‘yicha motorning stator va rotorning elektr o‘lchamlarining hisob-kitoblarining to‘g‘riligini tekshirish. Elektr magnit paytida maksimal ko‘rsatkichi 2…3 nisbiy birliklarga teng bo‘lishi lozim. Maksimal paytning miqdorini stator chulg‘amidagi qarshilik kuchi yoki stator va rotor chulg‘ami induktivlilikni o‘zgartirish yo‘li bilan to‘g‘rilash mumkin. Motorning ishga tushirish paytidagi ko‘rsatkichi 0,8…1,2 nisbiy birliklar atrofida bo‘lishi lozim. Qo‘rsatkichni rotorning rezistli qarshilik kuchini o‘zgartirish orqali to‘g‘rilash mumkin.

– ossillograflar yordamida barcha nazoartli nuqtalarda tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va vaqt makondagi kuchlanishning o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– M4 o‘lchagichning ossillogrammasini nazorat qilib turish.

– ossillograflar yordamida olingan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tuzish maqsadida eslab qolish.

– rotorning mexanik inersiyalillikning koefitsientini ikki barobarga ko‘paytirish;

– model simulyasiyasini yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida olingan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tuzish maqsadida eslab qolish.

–sinov tadqiqotlarning natijalarini o‘qituvchiga tekshirish uchun ko‘rsatish.

4.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagilardan iborat:

– nosinxron motorning to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish va motorning mexanik inersiya koeffitsientining boshlang‘ich ko‘rsatkich paytlarida barcha tok va kuchlanishning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Tok va kuchlanishning vaqt makonda

o‘zgarishini tushuntirish. Grafikdagi o‘zgarishlarni asoslash. Xulosa chiqarish.

– motor rotori inersiyasi koeffitsientining turli ko‘rsatkichlar paytida barcha nazoratli nuqtalarda tok va kuchlanishning o‘zgarish grafiklarini taqqoslash. Motorning ishga tushirish davomiyligining o‘zgarishiga e’tibor berish. Xulosa chiqarish.

– rotorning inersiya koeffitsientining boshlang‘ich ko‘rsatkichlari paytida stator chulg‘ami, rotorning aylanish davriyligi va elektr magnit paytidagi toklarning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Xulosa chiqarish.

– Motorni shinalarga ulash paytida va motorni ishga tushirishdan keyin o‘rnatilgan rejimda stator chulg‘amlaridagi tok kuchini taqqoslash. Ko‘rsatkichlarning tengsizligini tushuntirish.

– motor rotorining inersiya koeffitsientining boshlang‘ich va o‘zgargan ko‘rsatkichlar paytida stator chulg‘ami, rotorning aylanish davriyligi va elektr magnit paytidagi toklarning o‘zgarish grafigini taqqoslash. Grafikdagi o‘zgarishlarning sababini asoslash. Xulosa chiqarish.

4.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) model va elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafiklarni qo‘shgan holda sinov qismidagi natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinov natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha qilingan xulosa.

4.2 Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha tavsiyalar

Tok ulanish tizimi model (4.2-rasmga qarang) nolga teng bo‘lgan ichki qarshilik kuchiga ega uch fazali elektr uzatish tizimi bilan namoyon bo‘lgan cheksiz quvvatga ega tarmoq blokidan iborat. Tarmoqqa stansiyachaga o‘xshash bo‘lgan transformator ulangan. Kuchlanish transformatordan elektr uzatish tarmog‘iga uzatiladi. Modelning ishlash rejimini tezlashtirish uchun tarmoq *L* uch fazali qarshilik kuchi bilan o‘xshatiladi, uning o‘lchamlari tanlangan tarmoqning barlamchi o‘lchamlari va uning uzunligi asosida hisoblanishi lozim. Tarmoq T2 transformatorda ishlab turib, uning ikkinchi chulg‘amiga Charge yuklanish ulanadi. AD nosinxron motor tizimga V ishga tushirgich yordamida ulanadi. Motorning mexanik yuklanishi T_{ch} blok bilan amalga oshiriladi. Modelda tarmoqdagi tok va kuchlanish, yuklanish va nosinxron

motorni nazorat qilish uchun Scope1, Scope2, Scope3 ossillograflar ulangan M1, M2, M3 uch fazali tarmoqlarning o‘lchov bloklaridan foydalaniladi. Ossillograflar nazorat nuqtalarida kuchlanish va toklarning o‘zgarishini nazorat qilishga imkon beradi.

Stator toklarining, motor rotorining aylanish tezligi va elektr magnit paytini nazorat qilish uchun M4 o‘lchov blokidan foydalaniladi. O‘lchov blokiga ulangan Scope4 ossillograf miqdorlarining vaqt makonda o‘zgarish grafigini hosil qilishga imkon beradi.

Quvvat tarmoq quvvati bilan solishtirish mumkin bo‘lgan nosinxron motorning to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirilishi har doim tokning keskin oshib ketishiga olib keladi. Bu shu bilan izohlanadiki, motorni tarmoqqa ulash paytida rotorning tezligi nolga teng va nosinxron motor qisqa tutashuvli ikkilamchi transformatorga ekvivalent hisoblanadi. Motorning stator toki ancha yuqori. Bunda nosinxron motorlardagi qisqichlarda kuchlanish kamayadi. Rotorning aylanish tezligi oshib borishi tokning muayyan pasayishiga olib keladi, ammo uning miqdori motor butun ishga tushirilgan vaqt mobaynida ancha yuqoriligicha saqlanib qoladi. Motor vali qarshilik kuchining mexanik payti motorda o‘rnatilgan tok va ishga tushirish davomiyligining o‘zgarishiga sabab bo‘ladi.

Motorni ishga tushirish jarayonida yuklanishga kuchlanishni pasaytirish ishga tushirish paytida ushbu elementlarning toki oshib borishi tufayli transformator va tarmoqlarda kuchlanishning pasayib ketishining kuchayishi bilan shartlangan.

Motorning ishga tushirish davomiyligi ko‘pincha motor rotori inersiyasining payti bilan belgilanadi. O‘z navbatida inersiya payti rotorning geometrik o‘lchamlari bilan belgilanadi. Bir xil vaznda bo‘lgan motor rotori diametri qancha kichik bo‘lsa, rotorning inersiya payti shunchalik kichik bo‘ladi va bunday motorning ishga tushirish davomiyligi ham kichik bo‘ladi. Rotorning inersiya paytini o‘zgartirib ushbu fikrning haqqoniyligiga ishonch hosil qilish mumkin.

SINOV SAVOLLARI

1. Pasport ma’lumotlari asosida elektr uzatish tizimi elementlarining o‘lchamlarini hisoblash.
2. Tarmoq bilan ishlashga nosinxron yuklanishning ishga tushirish usuli.
3. Nosinxron yuklanish shinalarida kuchlanishning pasayib ketishi nimaga olib keladi?
4. Tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish usuli bilan yuqori quvvatga ega bo‘lgan nosinxron motor ulanganda tokning keskin oshib ketish holatini tushuntirib bering.
5. Nosinxron motorning ishga tushirish davomiyligi nima bilan izohlanadi?
6. Turli doimiy inersiyalarda nosinxron motorning ishga tushirish tavsiflarini taqqoslang.

5-LABORATORIYA ISHI

ELEKTR ENERGIYANI UZATISHNING ODDIY TIZIMI O‘LCHAMLARINING TARMOQDAGI ZARBALI TOKGA TA’SIRINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: MatLAB muhitda modellashtirish yo‘li bilan elektr tizimi elementlari o‘lchamlarining tarmoqdagi zarbali tok miqdoriga ta’sir qilish darajasini tadqiq etish.

5.1 Ishchi topshiriq

5.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni nazarda tutadi:

– fanni o‘rganish uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda elektr energiya uzatish tizimlarida qisqa tutashuv toklarini hisoblashning nazariy asoslarini o‘rganish.

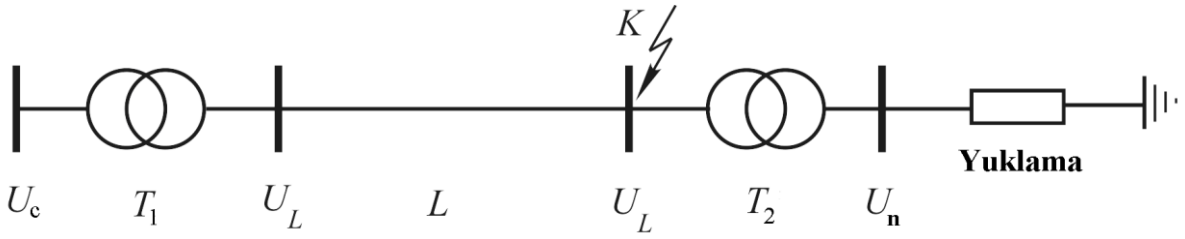
5.1-jadval

Variant raqami	U_n, kV	U_l, kV	U_c, kV	P, MVt	cos φ	L, km
1	2	3	4	5	6	7
1	6,6	500	121	200	0,6	200
2	10,5	330	115	125	0,65	250
3	6,3	220	121	32	0,7	170
4	11	110	230	16	0,75	130
5	6,6	115	330	16	0,8	220
6	10,5	500	121	125	0,85	250
7	6,3	330	330	200	0,9	100
8	11	220	121	200	0,95	150
9	11	115	115	16	0,62	100
10	10,5	115	121	25	0,67	200
11	11	500	121	250	0,72	250
12	38,5	242	121	200	0,77	100
13	8,5	220	115	200	0,82	150
14	11	115	330	40	0,87	200
15	6,6	330	121	40	0,92	150
16	8,5	500	121	125	0,97	200
17	11	330	115	200	0,6	250
18	10,5	121	230	200	0,65	200
19	6,6	115	330	63	0,7	140
20	11	115	115	63	0,75	250
21	11	500	121	125	0,8	100

22	10,5	330	242	200	0,85	150
23	6,6	220	121	40	0,9	160
24	6,6	500	121	80	0,95	150
25	11	121	230	15	0,62	200
26	10,5	500	121	250	0,67	150
27	6,3	121	500	200	0,72	220
28	6,6	220	121	40	0,77	200
29	11	115	220	10	0,82	250
30	11	121	230	10	0,87	150
31	6,3	500	121	250	0,92	170
32	10	330	242	125	0,97	130
33	11	242	330	40	0,6	170
34	10,5	121	500	40	0,65	180
35	6,6	115	330	40	0,97	130

– 5.1-jadvalda manbaning, tarmoqning, yuklanishning kuchlanish va uning quvvatininig nominal ko‘rsakichlari bo‘yicha transformator va chizmasi 5.1-rasmda keltirilgan oddiy tizim elektr uzatish tarmog‘i turini tanlash

Izoh. Mazkur chizma tizim uchun elektr energiya manbasi magistral tarmoq hisoblanadi degan farazdan kelib chiqqan holda tuzilgan.

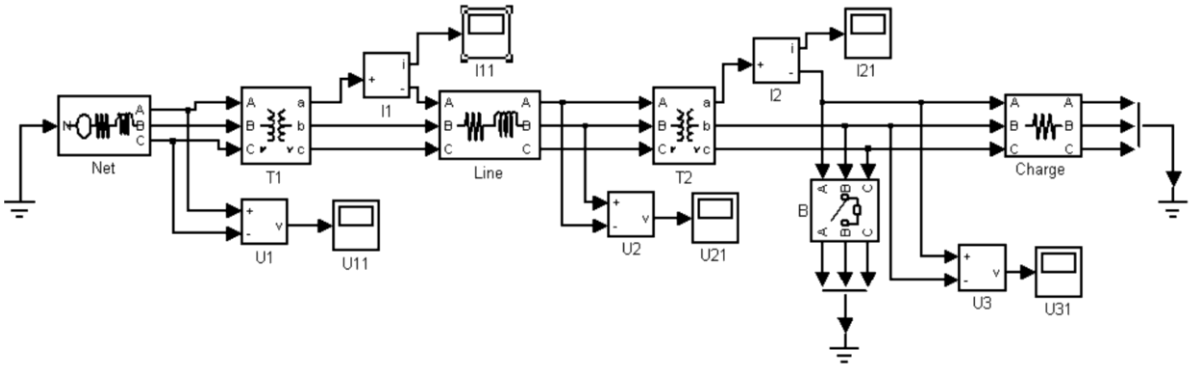


5.1-rasm. Oddiy elektr tizimining prinsipial chizmasi

– oddiy zanjirni almashtirish chizmasini tuzish. Elementlar o‘lchamlarini elektr uzatish tarmog‘iga keltirish tavsiya etiladi. Almashtirish chizmasini tuzishda elementlarning faol qarshilik kuchini ishlatish mumkin emas. Yuklanishning qarshilik kuchini faol deb hisoblash. Yuklanishning qarshilik kuchini belgilangan quvvati va nominal kuchlanishi bo‘yicha hisoblash.

– elektr zanjirni hisoblash bo‘yicha an’anaviy usullardan foydalangan holda tarmoqning qisqa tutashuv tokini hisoblash. Qisqa tutashuv joyi chizmada ko‘rsatilgan.

– oldingi hisoblarning natijalaridan foydalangan holda tarmoqning zarbali tokini hisoblash.



5.2-rasm. Elektr energiya uzatishning oddiy tizimi modeli

– tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari va oldingi hisoblari asosida modellashtirish paytida foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblab chiqish. SHunga e’tibor berish kerakki, modelda elementlar o‘lchamlari mutlaq va nisbiy birliklarda foydalaniladi. O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan. 5.2-rasmda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modeli keltirilgan. Yuklanishning qarshilik kuchini faol deb hisoblash.

5.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagi harakatlarni nazarda tutadi:

1. Elektr energiyani uzatish tizimi elementlarining faol qarshilik kuchining tizimdagi o‘tish jarayoni tavsifiga ta’sirini tadqiq etish:

– elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modelining faylni ochish.

– Model elementlari o‘lchamlarining darchalarini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan raqamli ma’lumotlarni kiritish. U_A kuchlanishning boshlang‘ich fazani 60° teng qilib o‘rnatish.

– o’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Uchirgichning ishga tushirish vaqtini 0,2 soniyaga teng qilib o‘rnatish. Simulyasiya davomiyligini 3 soniya qilib o‘rnatish.

– modellashtirishni yurg‘izish va uni yakunlanguniga qadar kutish.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va kuchlanishning vaqt makonda o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– ossillograf yordamida hosil bo‘lgan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tayyorlash maqsadida saqlab qolish. Alohida fayl bilan tarmoq tokining o‘zgarish ossillogrammasini eslab qolish.

– tarmoq tokining ossillogrammasi bo‘yicha tizimdagi o‘tish jarayonining davomiyligini aniqlash.

– tizim elementlar o‘lchamlarining darchalarini ochganda, tarmoq va transformatorning faol qarshilik kuchini ikki barobarga kamaytirish. Model simulyasiyasini yurg‘izish va tarmoq tokining ossilogrammasi bo‘yicha o‘tish

jarayonning davomiyligini aniqlash.

– sinovni tizimning turli qarshilik kuchi ko‘rsatkichlari uchun takrorlash. O‘tish jarayoni davomiyligining qarshilik kuchiga bog‘liqligini tuzish.

– qarshilik kuchining minimal miqdorlarda tarmoq tokining vaqt makonda o‘zgarish grafigini eslab qolish.

2. Tizimda qisqa tutashuv paytida tarmoqning zarbali tokini aniqlash:

– qarshilik kuchining boshlang‘ich o‘lchamlarini qayta tiklash. O‘chirgichning ishga tushurish paytini tekshirish. U 0,2 soniyaga teng bo‘lishi lozim.

– model simulyasiyasini yurg‘izish va tarmoq tokining ossillogrammasi bo‘yicha bevosita rejimning buzilishi paytidan keyin ro‘y bergan tarmoq tokining maksimal miqdorini aniqlash. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

– qisqa tutashgichning ishga tushirish vaqtini 0,201 soniyaga teng qilib o‘rnatish.

– model simulyasiyasini yurg‘izish va uni yakunlangunga qadar kutish. Ossillograflar yordamida tarmoq tokining o‘zgarishini kuzatib borish. Tokning maksimal miqdorini o‘lchash. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

– soniyaning mingdan bir qismi o‘tgandan keyin qisqa tutashgichning ishga tushirish paytini oshirib, tokning maksimal miqdorining qisqa tutashuv paytiga bog‘liqlikni hosil qilish. Jadvalda kamida 10 ta ko‘rsatkichlar bo‘lishi lozim.

– hosil qilingan bog‘liqlik bo‘yicha tizimning belgilangan o‘lchamlariga mos bo‘lgan tarmoqning zarbali tokini aniqlash.

5.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagilardan iborat:

– o‘tish jarayoni davomiyligining tarmoq va transformatorning qarshilik kuchi nisbiy o‘lchamlariga bog‘liqlik grafigini tuzish. Grafikdagi o‘zgarishlarni asoslash. Xulosa chiqarish.

– *A* fazadagi tokning maksimal miqdorining qisqa tutashuv vujudga kelish paytiga bog‘liqlik grafigini tuzish. Fazaning zarbali tokini aniqlash. Sinov yo‘li bilan olingan zarbali tok miqdorini hisob-kitob yo‘li bilan olingan tok bilan solishtirish. Miqdorlarning to‘g‘ri kelmasligini baholash va tafovut sabablarini tushuntirish.

– minimal qarshilik kuchi paytida tarmoq tokining ossillogrammasidan foydalangan holda o‘tish jarayonining erkin tashkil etuvchisining vaqt makonda o‘zgarish grafigini tuzish. Hosil qilingan grafik bo‘yicha o‘tish jarayonining doimiy vaqtini aniqlash.

5.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafik va jadval ko‘rsatkichlari keltirilgan holda dastlabki hisob-kitoblar natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinov natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha qilingan xulosa.

5.2. Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha tavsiyalar

Eletkr tarmoq elementlar o‘lchamlarining tarmoqning zarbali tokiga ta’sirini tahlil qilish uchun elektr energiyaning uch fazali manbasi, oshib boruvchi transformator, elektr uzatish tarmoqlari, pasaytiruvchi transformator va elektr energiyani iste’molchidan iborat bo‘lgan elektr energiyani o‘zatishning oddiy tizimini sinovdan o‘tkazish tavsiya etiladi.

Model elektr uzatish chizmasiga to‘liq mos keladi va ikkinchi transformatorning chiqish qisqichlarida uch fazali qisqa tutashuv shaklidagi rejimning buzilishini nazarda tutadi. Tizim elementlarida qisqa tutashuv toki va kuchlanishni o‘lchash tegishli ossillograf yordamida amalga oshiriladi. Barcha o‘lchov bloklari tok o‘lchagichi yoki ossillograf kuchlanishidan iborat. Ossillograflar tegishli tok va kuchlanish o‘lchagichlarining chiqishiga ulangan.

Uch fazali qisqa tutashuv qisqa tutashuv ro‘y berishi kutilayotgan joyga ulangan uch fazali o‘chirgich yordamda amalga oshiriladi. Uchirgichning o‘lchamlar darchasida berk tutashishlarning o‘tish qarshilik kuchini berish lozim. Ushbu qarshilik kuchi minimal ko‘rsatkichga ega bo‘lishi lozim. Agar modellashtirishda tez harakatlanish darajasi past shaklidagi muammolar mavjud bo‘lsa, qarshilik kuchi ma’lum chegara doirasida oshirib borilishi mumkin.

Qisqa tutashuv tokining hisob-kitobi tizimda magnit aloqalarini bartarf etish yo‘li bilan oddiy usul bo‘yicha amalga oshiriladi. Zanjirni elektr uzatish tarmog‘iga ulash tavsiya etiladi. Bunda o‘zgarishlarni yuqorida keltirilgan birliklarda kiritish tavsiya etiladi. Ossillogrammalarni tahlil qilishda bevosita qisqa tutashuv paytidan keyin ro‘y bergan toklarning o‘zgarishlariga e’tibor berish. Tokning bir zumdagi ko‘rsatkichining o‘zgarishi bo‘yicha uning erkin tashkil etuvchisi va doimiy o‘tish jarayon vaqtini aniqlash mumkin. Buni uch fazali qisqa tutashuv paytida oddiy tizimda O‘tkinchi jarayonlarni tahlil qilishda qo‘llash tavsiya etiladi.

Zarbali tok deb qisqa tutashuvning muayyan nuqtasida ro‘y berishi mumkin bo‘lgan qisqa tutashuv tokining imkon qadar maksimal bir zumdagi miqdoriga aytiladi. Ushbu miqdor ko‘rib chiqilayotgan tokning erkin tashkil etuvchisining bir zumdagi miqdorini hisobga olgan holda qisqa tutashuv tokining amplitudasi bo‘yicha aniqlanadi. Zarbali tokning miqdori quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$I_{\text{y}} = I_m e^{-\frac{0,01}{\tau}},$$

bu erda I_{y} – qisqa tutashuvning zarbali toki;

I_m – qisqa tutashuv tokining majburlangan miqdorining amplitudasi;

τ – keltirilgan o‘zgartirish chizmadagi o‘tish jarayonining doimiy vaqti.

Modellashtirish yordamida zarbali tok qisqa tutashuv paytining juda oz vaqt ichida o‘zgarishi yo‘li bilan aniqlanadi. Laboratoriya ishini bajarganda ushbu vaqt oralig‘ini 0,001 soniyaga teng qilib olish tavsiya etiladi. Uchta faza toklarining bittasi 10…15 qadamlarni bajaragandan keyin o‘zining maksimal miqdorigacha etadi.

SINOV SAVOLLARI

1. Elektr tarmoqni o‘zgartirish chizmasini tuzish, uning elementlarining o‘lchamlarini aniqlash.
2. Tizim elementlaridagi faol qarshilik kuchining qisqa tutashuv tokining miqdoriga ta’siri.
3. O‘tish jarayonining davomiyligi toklar va kuchlanishning bir zumdagi miqdoriga ta’siri.
4. O‘tish jarayoni davomiyligining tarmoq va transformatordagi qarshilik kuchinig nisbiy ko‘rsatkichlariga bog‘liqlik grafigini tuzing.
5. *A* fazadagi tokning maksimal miqdorining qisqa tutashuv paytiga bog‘liqlik grafigini tuzing.

6-LABORATORIYA ISHI

NOSIMMETRIK ISHLASH REJIMI BUZILGANDA ELEKTR ENERGIYANI UZATISH ODDIY TIZIMINING ISHLAB TURISHINI TADQIQ ETISH

Ishning maqsadi: MatLAB muhitda hisob-kitob va tizimni modellashtirish yo‘li bilan rejimning nosimmetrik buzilganda elektr energiya tizim toklarini aniqlash uslubiyotini o‘zlashtirish.

6.1 Ishchi topshiriq

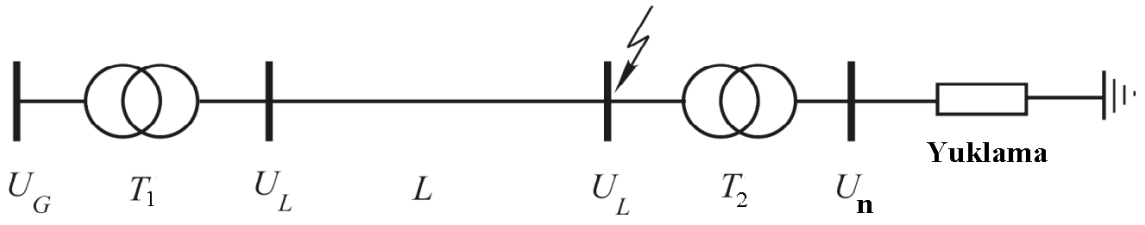
6.1.1 Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish

Laboratoriya ishiga tayyorgarlik ko‘rish quyidagilarni nazarda tutadi:

– fanni o‘rganish uchun tavsiya etilgan darsliklar, matn materiallari va qo‘shimcha adabiyotlardan foydalangan holda nosimmetrik ishlash rejimi buzilganda

elektr energiya uzatish tizimidagi toklarni hisoblashning nazariy asoslarini o‘rganish.

– manbaning, tarmoqning, yuklanishning kuchlanish va uning quvvatininig nominal ko‘rsakichlari bo‘yicha transformator va chizmasi 6.1-rasmda keltirilgan oddiy tizim elektr uzatish tarmog‘i turini tanlash.



6.1-rasm Oddiy elektr tizimining prinsipial chizmasi

Izoh. Mazkur chizma tizim uchun elektr energiya manbasi cheksiz quvvatiga ega bo‘lgan generator hisoblanadi degan farazdan kelib chiqqan holda tuzilgan. Modellashtirish paytida uni nolga teng bo‘lgan ichki qarshilik kuchiga ega tarmoq bilan namoyon qilish lozim.

– keyingi hisob-ktobni transformatorning barcha chulg‘amlari erga tutashgan neytralga ega “yulduz” bilan ulanganligini hisobga olgan hoda olib borish lozim.

– fazali kuchlanish va rejimi buzilgan joyda faza toklarini hisoblash. 6.1-jadvalda tizim simmetriyasining buzilish variantlari keltirilgan. Uchta asimmetriya variantlari ro‘y berishi mumkin: 1 – fazaning erga qarab qisqa tutashuvi, 2 – fazalararo qisqa tutashuvi va 3 – erga qarab fazalararo qisqa tutashuvi.

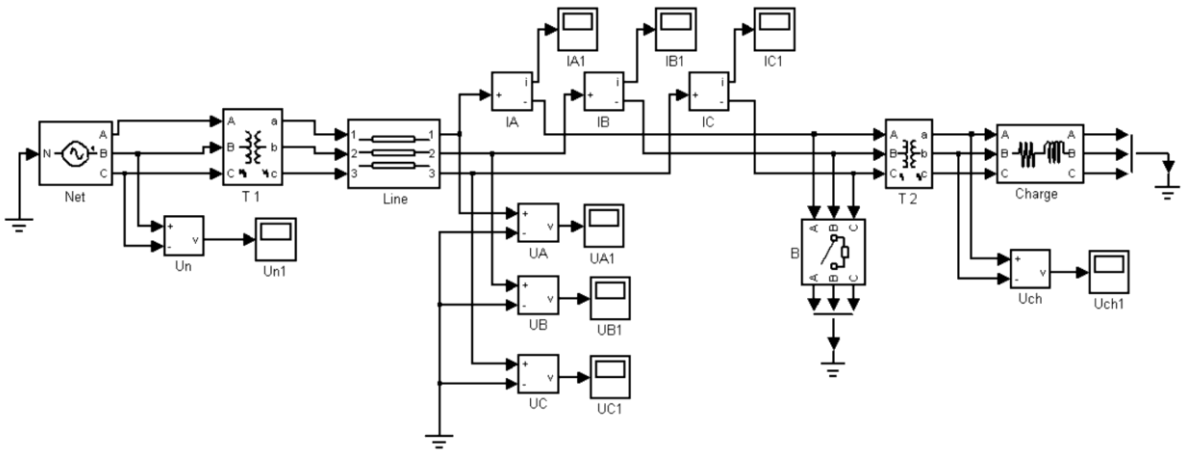
6.1-jadval

Variant raqami	U_g, kV	U_l, kV	U_n, kV	*P*, MVt	cos φ	*l*, km	Shiksatlanish turi
1	6,6	500	38,5	100	0,6	200	1
2	10,5	330	38,5	125	0,65	250	2
3	6,3	220	11	32	0,7	170	3
4	11	115	6,6	16	0,75	130	1

5	6,6	115	10,5	16	0,8	220	2
6	10,5	500	6	120	0,85	250	3
7	6,3	330	15,75	200	0,9	100	1
8	11	230	6,6	200	0,95	150	2
9	11	115	6,6	16	0,62	100	3
10	10,5	115	38,5	25	0,67	200	1
11	6,3	500	10,5	125	0,72	250	2
12	15	330	6,6	200	0,77	100	3
13	8,5	220	6,6	200	0,82	150	1
14	11	115	6,6	40	0,87	200	2
15	6,6	115	11	40	0,92	150	3
16	8,5	500	11	125	0,97	200	1
17	11	330	6,6	200	0,6	250	2
18	10,5	220	8,5	200	0,65	200	3
19	6,6	115	11	63	0,7	140	1
20	11	115	6,6	63	0,75	250	2
21	11	500	10	125	0,8	100	3
22	10,5	330	15	200	0,85	150	1
23	6,6	220	11	40	0,9	160	2
24	6,6	115	11	80	0,95	150	3
25	11	115	6,6	15	0,62	200	1
26	10,5	500	38,5	250	0,67	150	2
27	6,3	330	11	200	0,72	220	3
28	6,6	220	11	40	0,77	200	1
29	6,3	115	10,5	10	0,82	250	2
30	11	115	6,6	10	0,87	150	3
31	6,3	500	38,5	250	0,92	170	1
32	10	330	38,5	125	0,97	130	2
33	11	220	6,6	40	0,6	170	3
34	10,5	115	6,6	63	0,65	180	1
35	6,6	115	11	63	0,7	230	2

– darsliklarda keltirilgan uslubiyotdan foydalanib, to‘g‘ri, teskari va nolga teng ketma-ketligini almashtirish chizmasini tuzish. Shuni unutmaslik lozimki, almashtirish chizmasini tuzish uchun rejimning buzilish joyidagi kuchlanishni simmetrik tashkil etuvchilarga ajratish lozim.

– elektr zanjirni hisoblash bo‘yicha an’anaviy usullardan foydalangan rejimning buzilish joyida faza toklarini hisoblash.



6.2-rasm. Elektr energiya uzatishning oddiy tizimi modeli

– tizim elementlarining pasport ko‘rsatkichlari va oldingi hisoblari asosida modellashtirish paytida foydalanish uchun elementlar o‘lchamini hisoblab chiqish. Shunga e’tibor berish kerakki, modelda elementlar o‘lchamlari mutlaq va nisbiy birliklarda foydalaniladi. O‘lchamlarni hisoblash uslubiyoti darsliklarda va “MatLAB muhitning energiya tizimi elementlarining ma’lumotnomasi” nomli uslubiy qo‘llanmada keltirilgan. 6.2-rasmda elektr energiyani uzatishning oddiy tizimi modeli keltirilgan.Tizimning kirish kuchlanishini nazorat qilish uchun U_n kuchlanish o‘lchagichdan foydalaniladi. Yuklanishga kuchlanishni nazorat qilish uchun ossillorgrafga ega bo‘lgan U_{ch} kuchlanish o‘lchagichdan foydalaniladi. Rejimning buzilish joyida tok va kuchlanishlarni o‘lchash uchun transformator chiqishida elektr uzatish tarmog‘i ohirida ulangan fazali tok va kuchlanishlardan foydalaniladi.

6.1.2 Sinov tadqiqotlari

Sinov tadqiqotlari quyidagilardan iborat:

– LR6 elektr energiya uzatishning oddiy tizimi modelining faylini ochish.

– elektr tizimi modelining elementlar o‘lchamlarining darchasini ketma-ket ochib turib, dastlabki hisob-kitoblar natijasida olingan raqamli ma’lumotlarni kiritish.

– o’chirgich o‘lchamlarini to‘ldirish paytida uni “ochilgan” boshlang‘ich holatiga o‘rnatish. Rejimning buzilish variantlariga qarab uchirgich o‘lchamlarining darchasi yordamida qisqa tutashgichning ulanishini sozlash. O’chirgichning ishga tushish vaqtini 0,2 soniyaga teng qilib o‘rnatish. Erga qarab bir fazali qisqa tutashuvni amalga oshirish uchun faqatgina *A* fazasiga “belgi” qo‘yish kerak. Erga qarab ikki fazali qisqa tutashuvni amalga oshirish uchun “belgilar” *C* va *B* fazalarga qo‘yilishi kerak. Ikki fazali qisqa tutashuvni amalga oshirish uchun o‘lcham darchasining “belgilar”i *C* va *B* fazalarga qo‘yilishi kerak. Shina o‘lchamini ochib, 3 teng bo‘lgan kirish sonini o‘rnatish. Chiqish sonini 0 teng qilib o‘rnatish. Bunda erga ulanishni olib tashlash lozim. Model simulyasiyasini yurg‘izib, yuklanishda kuchlanish 0

soniyadan 0,2 soniyagacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida nominal ko‘rsakichga teng ekanligiga ishonch hosil qilish. Agar shinalarda kuchlanish normaga mos kelmasa, ushbu kuchlanishni tok olish manbaning kuchlanishini o‘zgartirish yo‘li bilan to‘g‘rilash.

– modellashtirishni yurg‘izish va uning yakunlanguniga qadar kutish. Shuni esda tutish keraki, ossillograflar tok va kuchlanishlarning bir zumdagi miqdorini ko‘rsatib beradi. Sinusoid funksiyalarning amaldagi miqdorlari amplitudali miqdoridan 1,41 barobar kam.

– ossillograflar yordamida tokning bir zumdagi ko‘rsatkichlari va kuchlanishning vaqt makonda o‘zgarish qonuniyatlarini nazorat qilib turish.

– ossillograf yordamida hosil bo‘lgan egri chiziqlarni keyinchalik tahlil qilish va hisobotni tayyorlash maqsadida eslab qolish.

6.1.3 Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash

Sinov ma’lumotlarini qayta ishlash quyidagilardan iborat:

– ossillograf yordamida olingan tok va kuchlanishlarning o‘zgarish grafigini tahlil qilish. Rejimning buzilish joyida kuchlanishning o‘zgarishiga e’tibor berish. Tizim simmetriyasi buzilganda manbaning toklari va kuchlanishning vakt makonda o‘zgarishiga e’tibor berish. Xulosa chiqarish.

– sinov ma’lumotlarini dastlabki hisob-kitob natijalari bilan taqqoslash. Xulosa chiqarish.

6.1.4 Hisobotni tayyorlash

Laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot quyidagilardan tarkib topishi lozim:

a) standart shakldagi titul varag‘i;

b) ishning maqsadi;

v) elektr energiyani uzatish tizimining chizmasi va o‘lchamlari;

g) ishchi topshiriqning qisqacha mazmuni. To‘g‘ri, teskari va nolga teng ketma-ketligi uchun tizimni almashtirish chizmalari;

d) tegishli chizma va izohlarni keltirgan holda berilgan rejimda ishlab turadigan elektr energiyani uzatishning oddiy tizimining dastlabki hisob-kitoblarining to‘liq mazmuni;

e) elektr zanjiri modelini tuzish tamoyilining izohi;

j) grafik va jadval ko‘rsatkichlari keltirilgan holda dastlabki hisob-kitoblar natijalarining to‘liq mazmuni;

z) dastlabki hisob-kitob natijalarini va sinovning natijalarini tahlil qilish;

i) bajarilgan laboratoriya ishi bo‘yicha xulosa.

6.2 Modelning tavsifi va laboratoriya ishini bajarish bo‘yicha tavsiyalar

Mazkur laboratoriya ishida foydalanilayotgan kompyuter modelining tuzilishi boshqa laboratoriya ishlaridagi o‘xshash modellardan deyarli hech narsasi bilan farq qilmaydi. Shu bois model elementlarining o‘lchamlarini hisoblash qiyinchilik tug‘dirmaydi. Manba, transformator va kuchlanishlarning o‘lchamlari huddi boshqa modellardagi kabi bir xil. Mazkur modelning farqli jihati shundaki, qayd etiladigan o‘lchov asboblar rejimining buzilish joyida barcha fazalardagi toklar va kuchlanishlarni nazorat qilish uchun yoqilgan. Bundan tashqari, model manba va yuklanishning chiziqli kuchlanishini nazorat qilishni ko‘zda tutadi.

Oddiy tizimning nosimmetrik rejimlarini hisoblash uslubiyoti davrsliklarda batafsil keltirilgan.

SINOV SAVOLLARI

1. Simmetrik tashkil etuvchilarning usuli. Fazali o‘lchamlari va simmetrik tashkil etuvchilar o‘rtasidagi nisbat.
2. Nosimmetrik qisqa tutashuv turlari. Turli qisqa tutashuv turlari uchun nosimmetriya nuqtasida chegaraviy sharoitlarning tenglamalari.
3. To‘g‘ri ketma-ketligining ekvivalentlik qoidasi.
4. Nosimmetrik qisqa tutashuvni hisoblash uchun turli ketma-ketligini almashtirish chizmasini tuzish
5. Sinxron mashinalarning teskari ketma-ketligining o‘lchamlari.
6. Elektr uzatish tarmog‘ining nolga teng ketma-ketligini almashtirish chizmasining o‘lchamlari.
7. Transformator va avtotransformatorlarning nolga teng ketma-ketligini almashtirish chizmasi.
8. Har xil qisqa tutashuv turi uchun tok va kuchlanishlarning vektorli diagrammalarini tuzish.

ILOVALAR

1-ILOVA

Transformatorlar

1.1. –jadvali

Avtotransformatorlarning texnik ko‘rsatkichlari

Avtotransformator turi	$S_{ном}$, MVA	O‘zgartirish chegaralari, %	U_{nom}, kV chulg‘amlar			$u_к$, % chulg‘amlar			$\Delta P_к$, kVt	ΔP_x, kVt	I_x, %
			V	S	N	V-S	V-N	S-N			
ATDTNG-32000/220/110	32	±6×2	230	121	6,6;11; 38,5	11	34	21	145	32	0,6
ATDSTN-200000/220/110	200	±6×2	230	121	6,6;11; 38,5	11	32	20	430	125	0,5
ATDSTN-250000/220/100	250	±6×2	230	121	10,5; 38,5	11,5	33,4	20.8	520	145	0,5
ATDSTN-125000/330/110	125	±6×2	330	115	10,5; 38,5	10	35	22	370	115	0,5
ATDSTN-200000/330/110	200	±6×2	330	115	6,6;11; 13,8;	10	35	22	740	190	0,6
ATDSTN-240000330/220	240	±6×2	330	242	11; 38,5	9,5	74	60	430	130	0,6
ATDSTN-125000/500/110	125	±6×2	500	121	6,6;11; 38,5	10,5	24	13	330	125	0,5
ATDSTN-250000/500/100	250	±6×2	500	121	11/38,5	10,5	24	13	550	250	0,5

1.2. –jadvali

Uch chulg‘amli transformatorlarning texnik ko‘rsatkichlari

Avtotransformator turi	$S_{ном}$, MVA	O‘zgartirish chegaralari, %	U_n, kV cho‘lg‘amlar			$u_к$, % cho‘lg‘amlar			$\Delta P_к$, kVt	ΔP_x, kVt	I_x, %
			V	S	N	V=S	V=N	S=N			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U_V=110 kV											
TMTN-6300/110	6,3	±9×1,78	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	60	14	1,20
TDTN-1000/110	10	±9×1,78	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	80	19	1,10
TDTN-16000/110	16	±9×1,78	115	38,5	6,6; 11	17 (10,5)	10,5 (17)	6	105	26	1,05
TDTN-25000/110	25	±9×1,78	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	145	36	1,00

1.2. -jadvali davomi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TDTN-40000/110	40	±9×1,78	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	230	50	0,90

TDTN-63000/110	63	$\pm 9\times 1,78$	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	310	70	0,85
TDTN-80000/110	80	$\pm 9\times 1,78$	115	38,5	6,6; 11	10,5	17	6	390	82	0,85
U_v=220 kV											
TDTN-25000/220	25	$\pm 8\times 1,5$	230	38,5	6,6; 11	12,5	20	6,5	135	50	1,2
TDTN-40000/220	40	$\pm 8\times 1,5$	230	38,5	6,6; 11	12,5	22	9,5	220	55	1,1
TDTN-63000/220	63	$\pm 8\times 1,5$	230	38,5	6,6; 11	12,5	24	10,5	320	91	1,0

1.3. -jadvali

Ikki chulg‘amli transformatorlarning texnik ko‘rsatkichlari

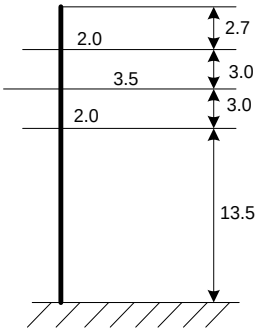
Avtotransformator turi	$S_{ном}$, MVA	O‘zgartirish chegaralari, %	$U_{ном}$, kV cho‘lg‘amlar		$u_к$, %	$\Delta P_к$, kVt	$\Delta P_х$, kVt	$I_х$, %
			V	N				
U_v=110 kV								
TD-40000/110	40	$\pm 2\times 2,5$	121	6,3; 10,5	10,5	175	42	0,7
TD-80000/110	80	$\pm 2\times 2,5$	121	3,15; 6,3	10,5	315	89	0,6
TDN-16000/110	16	$\pm 9\times 1,78$	115	6,3; 11	10,5	85	19	0,7
TDN-40000/110	40	$\pm 9\times 1,78$	115	38,5	10,5	175	42	0,65
TDSN-63000/110	63	$\pm 9\times 1,78$	115	38,5	10,5	245	59	0,6
TDSN-80000/110	80	$\pm 9\times 1,78$	115	38,5	10,5	310	70	0,55
TDS-125000/110	125	$\pm 2\times 2,5$	121	10,5; 13,8	10,5	400	100	0,5
TDS-200000/110	200	–	121	13,8; 15,75; 18	10,5	550	140	0,5
TDS-250000/110	250	–	121	13,8; 15,75;18	10,5	640	200	0,5
TDS-400000/110	400	–	121	20	10,5	900	320	0,45
TRDN-32000/220	32	$\pm 8\times 1,5$	230	6,6/11	12	167	53	0,9
TRDN-40000/220	40	$\pm 8\times 1,5$	230	11/11 6,6/6,6	12	170	50	0,9
TRDSN-63000/220	63	$\pm 8\times 1,5$	230	6,6/6,6 11/11	12	300	82	0,80
TDS-200000/220	200	–	242	13,8; 15,75; 18	11	580	200	0,45

2-ILOVA

Havo tarmoqlarining o‘lchamlari

2.1. –jadval

Elektr uzatishning ikki zanjirli havo tarmog‘ining o‘lchamlari

To‘sinning gabarit o‘lchamlari, m	Simning rusumi	r_1, Om/km	x_1, Om/km	z_1, Om/km	r_0, Om/km	x_0, Om/km	x_{01-2}, Om/km
Ikki zanjirli to‘sin RV-110-2, sim S-50 erga tutashgan							
	AS-70	0,460	0,415	0,619	0,687	1,415	0,931
	AS-95	0,330	0,404	0,522	0,557	1,404	0,931
	AS-120	0,270	0,396	0,480	0,497	1,396	0,931
	AS-150	0,210	0,389	0,442	0,437	1,389	0,931
	AS-185	0,170	0,383	0,419	0,397	1,383	0,931
	AS-240	0,132	0,374	0,397	0,359	1,374	0,931
	AS-300	0,107	0,367	0,382	0,330	1,369	0,931
	ASO-240	0,131	0,374	0,397	0,358	1,374	0,931
	ASO-300	0,106	0,369	0,384	0,328	1,371	0,931

2.2. -jadval

110-750 kV kuch va po‘lat-allyumin simlaridan iborat tarmoqning to‘g‘ri ketma-ketligini hisoblash o‘lchamlari

Simning rusumi	Fazada simning soni	r_1, Om/km	x_1, Om/km				
			110 kV $D_{o'r}$=5m	220 kV $D_{o'r}$=8m	330 kV $D_{o'r}$=11m	500kV $D_{o'r}$=14m	750 kV $D_{o'r}$=19,5m
1	2	3	4	5	6	7	8
AS-50	1	0,630	0,450	–	–	–	–
AS-70	1	0,450	0,440	–	–	–	–
AS-95	1	0,330	0,429	–	–	–	–
AS-120	1	0,270	0,423	–	–	–	–
AS-150	1	0,210	0,416	–	–	–	–
AS-185	1	0,170	0,409	–	–	–	–
ASO-240	1	0,130	0,401	0,430	–	–	–
	2	0,065	–	0,309	0,328	–	–
ASO-300	1	0,108	0,392	0,422	--	–	–
	2	0,054	–	0,306	0,325	–	–
ASO-330	3	0,031	–	–	–	0,299	–
ASO-400	1	0,080	0,382	0,414	–	–	–
	2	0,040	–	0,301	0,321	–	–
	3	0,026	–	–	–	0,298	–
ASU-400	4	0,020	–	–	–	–	0,280

2.2. -jadval davomi

1	2	3	4	5	6	7	8
ASO-500	1	0,065	–	0,410	0,429	–	–
	2	0,032	–	0,305	0,318	–	–
	3	0,022	–	–	–	0,295	–
	4	0,016	–	–	–	–	0,279

ASO-600	1	0,053	–	0,403	0,423	–	–
	2	0,026	–	–	0,315	0,330	–
	3	0,018	–	–	–	0,293	–
	4	0,013	–	–	–	–	0,278
ASO-700	2	0,022	–	–	–	0,326	–
	3	0,015	–	–	–	0,291	–
	4	0,011	–	–	–	–	0,274

3-ILOVA

Nosinxron motorlarning o‘lchamlari

3.1. –jadval

DAZO va DAZO2 seriyadagi 6 kV nosinxron elektr motorlarning texnik ko‘rsatkichlari

Turi	Nominal ko’rsatkichlar					Ishga tushish tavsifi			
	P, kVt	*I*, A	*N*, ay/daq	η, %	cos φ	I_{pusk}/I_{nom}	M_{pusk}/M_{nom}	M_{max}/M_{nom}	*J*, kg·m^2
14-49-8/10	250	34	744	89,0	0,79	5,7	0,8	2,8	125
	125	22	596	86,0	0,64	6,6	1,4	4,0	
15-41-8/10	500	62	743	91,0	0,85	5,6	0,8	2,6	300
	250	35	595	89,0	0,78	5,8	1,0	2,9	
15-49-8/10	630	78	743	91,0	0,86	5,5	0,8	2,4	350
	320	43	594	90,0	0,80	5,7	0,9	2,7	
15-59-8/10	800	95	742	92,0	0,88	5,4	0,8	2,5	425
	400	53	594	90,5	0,80	5,9	5,9	1,0	2,9
15-69-8/10	1000	115	743	92,5	0,9	5,9	0,9	2,6	500
	500	65	595	91,0	0,81	5,9	1,0	2,9	
17-39-8/10	500	61,5	741	91,0	0,85	5,2	0,65	2,1	288
	250	35,0	594	89,5	0,76	6,1	0,85	2,6	
17-39-10/12	400	52,0	592	91,0	0,80	4,9	0,65	2,1	288
	230	39,0	496	89,0	0,63	6,2	1,1	3,2	
17-44-8/10	630	76,5	741	91,5	0,85	5,2	0,65	2,1	313
	320	44,0	594	90,5	0,77	6,1	0,9	2,7	
17-54-6/8	800	94,5	990	91,3	0,88	5,7	0,7	2,5	388
	400	51,5	745	90,3	0,82	7,1	1,0	3,3	
17-64-8/10	800	96	743	92,5	0,86	6,4	0,85	2,5	463
	400	53	595	91,5	0,79	6,7	0,95	2,8	
500M-4	800	90	1485	95,0	0,90	6,7	1,2	2,2	26,2

3.1. –jadval davomi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
560S-4	10000	113	1485	95,0	0,90	6,0	1,0	2,1	42,5
14-59-6	1250	144	990	94,8	0,88	6,0	1,0	2,4	173
15-41-6	1600	187	990	94,8	0,87	6,0	1,1	2,4	175
15-54-8	1600	185	740	94,8	0,88	5,2	1,0	2,0	430

15-56-10	1250	149	590	94,0	0,83	5,0	1,0	2,1	550
16-44-10	1600	188	590	94,5	0,83	5,7	1,0	2,2	813
16-41-16	800	108	370	93,8	0,76	4,9	1,0	2,0	825
16-51-16	1000	133	370	94,0	0,77	5,0	1,0	2,0	998
16-64-16	1250	162	370	94,5	0,79	4,7	1,0	2,0	1238

4-ILOVA

Turbogeneratorlarning o‘lchamlari

4.1. –jadval

Turbogeneratorlarning nominal ko‘rsatkichlari

Turi	S_{nom}, MVA	P_{nom}, MVt	U_{nom}, kV	I_{nom}, kA	cos φ	U_{fnom}, V	I_{fnom}, A	I_{fxx} A
T2-12-2	15,0	12,0	6,3	1375	0,8	225	288	111
	15,0	12,0	10,5	825	0,8	226	289	111
T-20-2	25,0	20,0	10,5	1375	0,8	192	548	208
TVS-30	37,5	30,0	6,3	3440	0,8	222	456	156
TVS-32	40,0	32,0	6,3	3670	0,8	221	492	165
	40,0	32,0	10,5	2200	0,8	219	488	155
TVF-63-2	78,5	63,0	6,3	7210	0,8	200	1450	538
	78,5	63,0	10,5	4330	0,8	177	1280	450
TVF-100-2	117,58	100	10,5	6475	0,85	270	1605	640
TV2-100-2	117,5	100	13,8	4955	0,85	219	650	268
TVF-120-2	125	100	10,5	6875	0,85	277	1715	634
TV2-150-2	166,5	150	18,0	5350	0,9	427	668	321
TVF-200-2	235	200	11,0	12370	0,85	400	2240	860
TVV-200-2	253,3	200	15,75	8625	0,85	315	2660	1025
TGV-200	235	200	15,75	8625	0,85	420	1890	720
TGV-300	353	300	20,0	10200	0,85	420	3050	1057

4.2. –jadval

Turbogeneratorlarning elektr ko‘rsatkichlari

Turi	R_{st} ,Om	R_f,Om	X_d, o.e.	X'_d, o.e.	X''_d,o .e.	X_σ,o.e.	X_2,o.e.
T2-12-2	0,00724	0,53	2,09	0,23	0,116	0,092	0,142
	0,0278	0,53	2,09	0,23	0,116	0,091	0,142
T-20-2	0,0078	0,174	2,46	0,294	0,159	0,159	0,194
TVS-30	0,00198	0,324	2,53	0,257	0,152	0,118	0,186
TVS-32	0,00451	0,305	2,52	0,251	0,151	0,126	0,184
	0,00451	0,305	2,7	0,27	0,159	0,134	0,194
TVF-63-2	0,00066	0,096	1,915	0,275	0,18	0,18	0,22
	0,00221	0,096	2,199	0,224	0,139	0,139	0,17
TVF-100-2	0,00104	0,185	1,79	0,26	0,183	0,157	0,223
TV2-100-2	0,00145	0,335	1,8	0,2	0,14	0,113	0,17
TVF-120-2	0,00104	0,120	1,907	0,278	0,192	0,167	0,234
TV2-150-2	0,00141	0,436	1,49	0,18	0,122	0,097	0,149
TVF-200-2	0,00041	0,123	1,88	0,25	0,165	0,140	0,201
TVV-200-2	0,00154	0,0878	1,88	0,275	0,191	0,166	0,230
TGV-200	0,00115	0,174	1,85	0,295	0,19	0,165	0,232
TGV-300	0,00128	0,103	2,2	0,3	0,195	0,17	0,238

4.3. –jadval

Turbogeneratorlarning inersiyalilik ko‘rsatkichlari

Generator turi	T'_{d0} s.	T'_d s.	T''_d s.	Ta s.
T2-12-2	6,72	0,72	0,091	0,106
	6,72	0,72	0,091	0,078
T-20-2	6,58	0,79	0,98	0,23
TVS-30	10,0	1,01	0,121	0,21
TVS-32	10,7	1,07	0,133	0,249
	10,7	1,07	0,130	0,246
TVF-63-2	6,09	0,87	0,109	0,344
	8,68	0,86	0,111	0,222
TVF-100-2	6,5	0,95	0,119	0,417
TV2-100-2	13,0	1,46	0,192	0,386
TVF-120-2	6,45	0,94	0,120	0,40
TV2-150-2	11,9	1,44	0,18	0,442
TVF-200-2	6,83	0,91	0,114	0,51
TVV-200-2	6,38	0,934	0,117	0,31
TGV-200	6,85	1,1	0,147	0,546
TGV-300	7,0	0,96	0,12	0,54

Adabiyotlar ro‘yxati

1. К.Р. Аллаев Электромеханик ўткинчи жараёнлар. –Т.: ТошДТУ, 2008.-287б.

2. Ю.А. Куликов Переходные процессы в электрических системах. –М.: АСТ МИР, 2003. -284с.

3. В.А. Веников Электромеханические переходные процессы. –М.: Высшая школа, 1985. -586с.

4. П.С. Жданов Вопросы устойчивости электрических систем. –М.: Энергия, 1979. -456с.

MUNDARIJA

Kirish ..... ……3

1-Laboratoriya ishi. Oddiy elektr energiyani o‘zatish tizimining uch fazali qisqa tutashuv rejimida ishlab turishini tadqiq etish..... ……5

2-Laboratoriya ishi. Transformatorda ikkilamchi chulg‘amning uch fazali qisqa tutashuv paytida o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish…….....11

3-Laboratoriya ishi. Sinxron generatorda uning shinalarida uch fazali qisqa tutashuv paytida o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish 17

4-Laboratoriya ishi. Kuchli nosinxron Motorni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish oqibatida oddiy tizimning o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish.....23

5-Laboratoriya ishi. Elektr energiyani o‘zatishning oddiy tizimi o‘lchamlarining tarmoqdagi zarbali tokka ta’sirini aniqlash 29

6-Laboratoriya ishi. Nosimmetrik ishlash rejimi buzilganda elektr energiyani uzatish oddiy tizimining ishlab turishini tadqiq etish 34

Ilovalar..... 40

Adabiyotlar ro‘yxati 46

Muharrir Sidikova K.

Musahhih Dexkanova Sh.