

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNLOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARINI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

Fan nomi : Infokommunikatsiya tizimlarining elektr ta'minoti

2-MUSTAQIL ISH

Mavzu : Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash printsipt.



Bajardi : Turg'atnoy Begzodbek

Gurux : PSI-009

Qabul qildi : Qodirov Fazliddin

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNALOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARINI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

Fan nomi : Infokomunikatsiya tizimlarining elektr ta'minoti

2-MUSTAQIL ISH

Mavzu : Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash printsiipi.

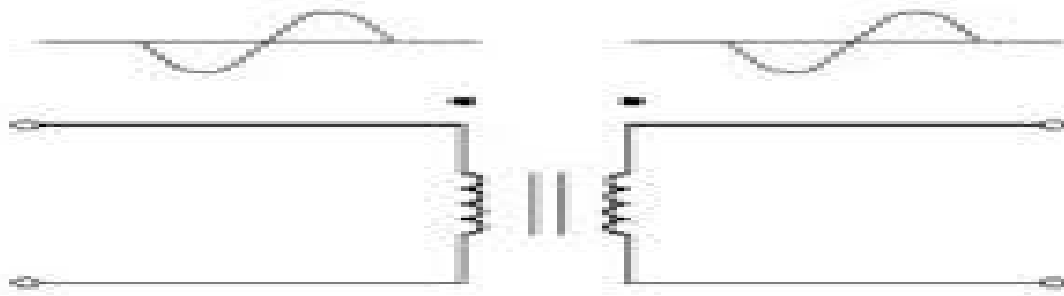
Bajardi : Turg'unov Begzodbek

Gurux : PSI-009

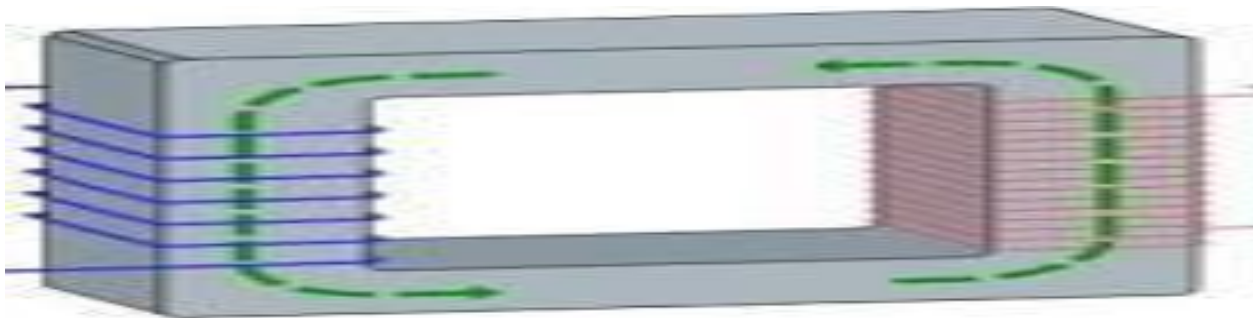
Qabul qildi : Qodirov Fazliddin

Bir fazali transformatorlarning tuzilishi va ishlash printsipi.

Bir fazali transformatorning magnit utkazgichi konstruksiyasi. Transformatorning asosiy qismlariga: magnit utkazgich va chulgamshtirki kiradi. Kuch transformatorlari asosiy qismlarlan tashkari konstruktiv qismlar, sovitish sistemasini, ximoya kurilmalari va yordamchi uskunalari, ya'ni elektr energiyani transformatorga kiritish (shundan chikarish) uchun utkazgichli uskunalari (bundan keyin «utish izolyatorlari» deb ataladi), kuchlanishni rostlash uchun almashlab ulagich kurilmasi va boshqalar bilan xam ta'minlanadi. Transformatorning magnit utkazgichi chulgamlararo magnit boglanishni kuchaytirish uchun girtidap kuriladi. Chulgamlari na sirdamchi qismlarini urnagish xamda maxkamlash uchun konstruktiv asos kashfasipi xam bajaradi. Uzgaruvchap tok chastotasini 50 G \backslash da ayurma toklar (2.1-rasm) tufayli xosil buladigan energiya iyeroflarini kamaytirish maksadida transformatorlarning magnit utkazgichlari uchun magnit xoyesalari yaxshilangan 0,35 va 0,30 mm kalinliklardagi 3404, 3405, 3406, M4, M5, Mb, ayrim xollarda 0,27 mm kalinlikdagi 3405 va 3406 xamda 0,28 mm kalinlikdagi M4 markali sovuk xolatda juvalangan anizotrop li urama (rulon) pulatlar kullaniladi. Elektrotexnik pulat plastinalari maxsus lok va oksid pardalari bilan koplangan xolda izolyasiya kilinib yigiladi. Transformatorlar uchun sovuk xolatda juvalangan elektrotexnik pulatni kullash magnit utkazgichdagi induksiyaning 1,6—1,65 Tlgacha oshirishga imkon yaratdi (issik xolatda juvalangan pulatda esa magnit induksiyaning 1,4-1,45 Tl dan oshirib bulmas edi). Bu xol transformatorning aktiv (magnit va elektr utkazuvchi) materiallari massasini xamda energiya iyeroflarini kamaytirishga imkon berdi. Transformatorning magnit sistemasini odatda sterjen (ushk) va yarmoparga ajratadilar. Magnit sistemasining chulgam joylashtirilgan kismini sterjen, uzaklarni uzaro ulab berki magnit zanjir xosil kiladigan kismini esa «yarmop» deyiladi. Magnit utkazgichning shakliga xamda magnit uzakda chulgamlarning joylashtirilishiga karab transformatorlarni va xarakteristikasimon



(2.3, />-rasm) turlarga ajratadilar. Bir fa shli kuch transformatorining «stsrsjsnli» magnit utkachgichi ikkita uchak xamda ustki va ostki yarmolardan tashkil topgan. Bunda yarmodan utadigan magnit okimi uchakdan utadiganiga teng ($F_1 = F_2$) buladi. Bir fachali transformatorlarni urganish uchun ishlatiladigan sxsmalarda kulaylik uchun shartli ravishda birlamchi va ikkilamchi chulgamlarni boshka-boshka uzaklarga joylashtirilgan xolatda tasvirlanadi



(2.2-rasm). Bunda magnit utkazgichishshg chai va ung uzaklarida joylashgiriltgan bnr xil yarim chu;iamlari (yukori kuchlapishdilari ucharo, xuddi sh unitdsk past kuchlanishlilari xam) ularishp ma! Mig yurichuvchi kuchlari yunalish jixagdap mos gushadigan kilib parallil ketma-ket ulanadi. Transformatorning nast na kjori kuchlanishln chulgamlarini magnit utkachgich uchaklarida bnrnnnng tashkariyenga ikknchisi (uch chulgamli transformagorlarda osa uning tashkarpsiga uchinchisi) joylapt irilganda ular orasida magnit boglanish keskin yaxshilanadi. Shuning uchun amalda transformator chulgamlari, asosan shunday usulda joylash gnrnlgan buladi. Bir f azali transformator chulgamlarining ulanish gurux,ini aniklash8.1-rasmda bitta uzakda joylashtirilgan ikkita (1 na 2)

chulgamni bir xil magnit okim (F) kuch chiziklari tomonidan kssib utastgan xol kursatilgan. Agar chulgamlarning uralish yunalishi va uchlarining bslgilanishi bir xil bulsa (8.1, a-rasm), ularda xosil bulgan E Yu K lar (masalan, tekshirilastgan payt uchun chulgamiing oxiridan boshiga) bir xil ttyna.'iraH buladi, dsmak, faza buyicha mos tushadi. Agar sh u

chulgamlardai bigtasida, masalan, P K (2) chulgam uchlarining bslgilanishi almashtirilsa, undagi xosil bulgan EYu Kning chulgam uchlariga nisbatan yunalishi tsskariga uzgaradi, ya'ni bu xolda na» dan «l:» ga yunalgan bulib, Yu K va P K chulgamlar EYu Klari Ye, va Ye 2 faza buyicha 180° ga siljigan buladi (8.1, 6-rasm).

a) 1/1-0 b) 1/1-6 s) 1/1-6

Transformatorning ish rejimlari.

Transformatorning ishlash prinsipi

1.53-rasmda ko'rsatilgan magnit o'tkazgich po'latga (1) sim (2) o'ramlar o'ralgan.

Transformator ikki o'ramli bo'lsa, bir fazali, agarda uch o'ramli bo'lsa uch fazali bo'ladi.

Birinchi o'ramiga U_1 kuchlanish manbadan ulanadi. Buni transformatorning birinchi o'rami deb, uning o'ramlarini w_1 deyiladi. Ikkinchi o'ramni w_2 ikkinchi o'ram deb aytiladi. Unda

hosil bo'lgan kuchlanishni E_2 deyiladi. O'ramlarning uchlarini A va a , oxirlarini X va x deyiladi. O'zgaruvchan kuchlanish U_1 ta'sirida birinchi o'ramning o'ramlaridan

o'zgaruvchan tok I oqib o'tib, o'zgaruvchan magnit yurgazuvchi kuch i w_1 hosil qiladi, bu esa magnit o'tkazuvchi

po'lat temirdan kesib o'tuvchi asosiy o'zgaruvchan magnit oqimi F ni hosil qiladi. Katta magnit o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan magnit o'tkazuvchini qo'llash o'ramlar orasidagi o'zaro elektromagnit aloqasidagi magnit oqimini oshirishga imkoniyat yaratadi.

Magnit oqimi F birinchi o'ramni ikkinchi o'ram bilan ulab, ularni birlashtiradi.

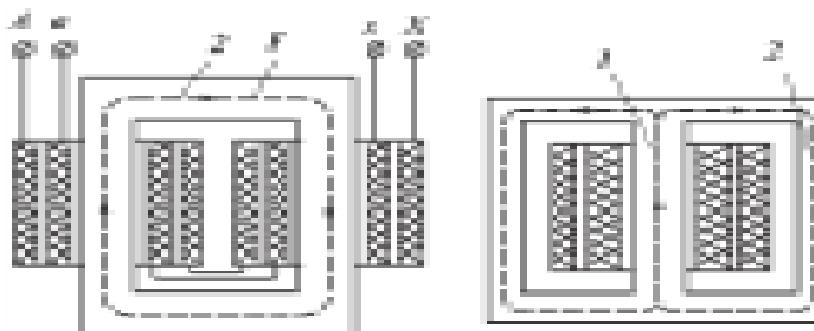
bu esa magnit o'tkazuvchi

po'lat temirdan kesib o'tuvchi asosiy o'zgaruvchan magnit oqimi F ni hosil qiladi. Katta magnit o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan magnit o'tkazuvchini qo'llash o'ramlar orasidagi o'zaro elektromagnit aloqasidagi magnit oqimini oshirishga imkoniyat yaratadi.

Magnit oqimi F birinchi o'ramni ikkinchi o'ram bilan ulab, ularni birlashtiradi.

Magnit oqimi F birinchi o'ramni ikkinchi o'ram bilan ulab, ularni birlashtiradi.

Magnit oqimi F birinchi o'ramni ikkinchi o'ram bilan ulab, ularni birlashtiradi.



1.53-rasm. Ikki o'ramli transformator.

Birinchi o'ramning sinusoidal kuchlanishi sinusoidal magnit oqimini hosil qiladi:

$$F = F_m \sin \omega t,$$

bu yerda: F – magnit oqimi; F_m – birinchi o'ramdagi elektr yurituvchi kuchning amplitudasi (EYK); $\sin \omega t$ – tezlik burchagi. Magnit oqimi birinchi o'ramda o'zinduksiya

elektr yurituvchi kuchini induksiylaydi. Bu hosil qilingan EYK o‘ramlarning o‘ram soniga va magnit oqimining tezligiga proporsional:

$$e_1 = -w \frac{dF}{dt} = -\omega w_1 F_m \cos \omega t = E_{1m} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}),$$

bu yerda: $E_{1m} = \omega M_1 F_m$ – birinchi o‘ramdagi elektr yurituvchi kuch (EYK) tebranishlari (amplitudasi). Magnit oqimi ikkinchi o‘ramda EYK hosil qiladi. Bu quyidagicha ifodalanadi:

$$e_2 = -w_2 \frac{dF}{dt} = -\omega w_2 F_m \cos \omega t = E_{2m} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}),$$

bu yerda: $E_{2m} = \omega w_2 F_m$ – ikkinchi o‘ramdagi EYK amplitudasi.

Transformatorning ikkinchi o‘ramidagi EYK fazasi birinchi o‘ramdagi EYK fazasiga o‘xshab magnit oqimidan 2π burchakka orqada qoladi, chunki bu ikkala EYK shu magnit oqimi bilan induksiylanadi.

$$E_1 = \frac{E_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\omega w_1 F_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_1 F_m = 4,44 f w_1 F_m;$$

$$E_2 = \frac{E_{2m}}{\sqrt{2}} = \frac{\omega w_2 F_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_2 F_m = 4,44 f w_2 F_m.$$

EYK chastotasi bir xil bo‘lganligi va bir xil magnit oqimi bilan induksiylanganligi uchun birinchi o‘ramdagi EYK ikkinchi o‘ramning EYK dan farq qiladi, chunki birinchi o‘ramning o‘ram soni M_1 ikkinchi o‘ram soni M_2 dan farq qiladi. O‘ram soni qancha ko‘p bo‘lsa, EYK shuncha ko‘p bo‘ladi. Birinchi o‘ram EYK ning ikkinchi o‘ram EYK ga nisbati transformatorning koeffitsiyenti deb ataladi:

$$K = \frac{E_1}{E_2}.$$

Transformatorning M_2 o‘rami ko‘p bo‘lib, M_1 o‘rami kam bo‘lsa, kuchlanishni oshiruvchi transformator deyiladi, agarda M_2 o‘rami kam bo‘lib, M_1 o‘rami ko‘p bo‘lsa, kuchlanishni kamaytiruvchi transformator deb aytiladi. Transformatorlar bir fazali va uch fazali bo‘ladi.

Transformatorlardan normal foydalanish maqsadida uning pasportida quyidagi

nominal kattaliklar ko‘rsatilgan bo‘ladi:

1) transformatorning turi;

2) chiqish tomonidagi nominal quvvat S_{nom} , kVA;

3) birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarning nominal liniya kuchlanishlari

(U_{1nom} va U_{2nom}) kV;

4) salt ishlagandagi quvvat isrofi ($P_0 = P_p$), kVt;

5) mis chulg‘amlardagi, ya’ni qisqa tutashuv paytidagi quvvat isrofi ($P_m = P_k$) kVt; 6) qisqa tutashuv kuchlanishi (u_q) %

7) yuklama nominal va uning yarmiga teng hamda $\cos\varphi_2 = 1$ dagi foydali ish

koeffitsienti. Transformator birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlarining nominal toklari esa uning nominal kattaliklaridan hisoblab topiladi. Bir fazali transformatorlarda Kichik quvvatli transformatorlarning nominal kuchlanishi va toki xujjatda ko‘rsatilgan bo‘ladi.

Transformatorning ish rejimlari

Salt ishlash rejimi. Transformatorlarni ishlatish jarayonida ko‘pgina vaqt

ularning birlamchi chulg‘ami manbaga ulanib, ikkilamchi uchlari bo‘sh qoladi.

Bunday rejim transformatorning salt (yuklamasiz) ishlash rejimi deyiladi. Salt ishlash rejimida $U_1 = U_{nom}$ va $I_2 = 0$ bo‘ladi. Bunga mos sxema 4.6-rasmda ko‘rsatilgan.

$$\frac{U_{IA} + U_{IB} + U_{IC}}{3}$$

4.6-rasm. Salt ishlash rejimi tajribasi

Transformatorning birlamchi chulg‘amiga berilgan sinusoidal kuchlanish U_1

ta’sirida chulg‘amdan salt ishlash toki I_0 w1 oqib o‘tadi. Bu tokning magnitlovchi

kuchi I_0 w1 po‘lat o‘zak bo‘ylab tutashuvchi asosiy magnit oqimi $\Phi = \Phi_m \sin\omega t$ ni va

qisman havo hamda po‘lat o‘zak orqali tutashib tarqalgan magnit oqimi Φ_{1S} ni hosil

qiladi. Bu o‘zgaruvchan magnit oqimlari o‘zining chulg‘amlarda induksiyalangan

EYuK lari bilan quyidagi bog‘lanishga ega: Demak, EYuK lar ularni induksiyalangan magnit oqimlaridan faza bo‘yicha 90° ga kechikadi. Bu EYuK larning ta‘sir etuvchi qiymatlari: yoki

$$E_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot \Phi_m$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot \Phi_m \quad (4.7)$$

$E_{1S} = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot \Phi_{1S}$ Birlamchi chulg‘amga berilgan kuchlanish \bar{U}_1 EYuK (\bar{U}_1

va \bar{U}_{1S} larni, shuningdek, chulg‘amning aktiv qarshiligi R_1 kuchlanishning pasayishini kompensatsiya qiladi. U holda Kirxgofning II qonuniga binoan birlamchi chulg‘am zanjirining elektr muvozanat holati:

$$\bar{U}_1 = \bar{U}_{1S} + \bar{I}_1 R_1 \quad \text{Agar EYuK } \bar{U}_{1S} \text{ ni chulg‘amdagi kuchlanishning induktiv pasayuvi } \bar{U}_L = \bar{I}_1 X_L \text{ bilan kompensatsiya qilinadi desak va } \bar{U}_L = \bar{I}_1 X_L \text{ bo‘lsa: } \bar{U}_1 = \bar{U}_{1S} + \bar{I}_1 R_1 + \bar{I}_1 X_L \quad (4.8)$$

Tok I_0 birlamchi chulg‘am nominal tokining (3,10) % ini tashkil etgani uchun

vektor diagrammada hosil bo‘lgan kuchlanishlar uchburchagi real masshtablarda

qurilsa, juda kichik bo‘ladi. Shuning uchun $U_1 \approx E_1$ deyish mumkin. U holda olingan nisbat va $E_1 = 4,44 f w_1 F_m$ ga binoan asosiy magnit oqimi Φ ni kuchlanishga

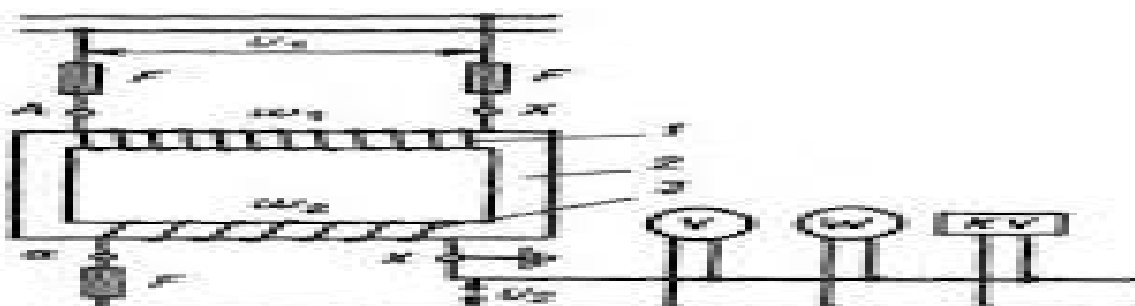
proporsional deyish mumkin. Salt ishlash rejimida transformatorning quvvat

koeffitsienti $\cos \varphi_0 = 0,2, 0,3$, ikkilamchi chulg‘amdagi tok $I_2 = 0$ bo‘lgani uchun

$U_2 = E_2$ bo‘ladi. Natijada $K = I_{10} / I_{20}$; $P_0 = P_{po} \text{’lat}$

Yuklama rejimi. Bu rejimda kuchlanish yuklamaga bog‘liq emas.

Transformatorning ikkilamchi chulg‘amini biror yuklama ga ulaganimizda EYuK E_2 ta‘sirida undan I_2 yuklama toki Z_2 o‘ta boshlaydi. Bu tok hosil qilgan magnitlovchi yoki kuch $\bar{U}_2 = w_2 \cdot \dot{\Phi}_2$ po‘lat o‘zak va havo orqali tutashgan, tarqalgan magnit oqimi Φ_{2S} ni hosil qiladi Yuklama rejimidagi transformator sxemasi



Bu oqim asosiy magnit oqimiga qarama-qarshi yoʻnalgani uchun uni, shuningdek, elektr yurituvchi kuch E_1 ni ham kuchsizlantirmoqchi boʻladi. U holda transformator elektrik muvozanat holatining buzilishiga yoʻl qoʻyiladi. Ammo birlamchi chulgʻamning magnitlovchi kuchi $\bar{I}w_1$ shunday oʻzgaradiki, natijasida transformatorning muvozanat holati saqlanib, oʻzakdagi asosiy magnit oqimi Φ miqdor jihatidan oʻzgarishsiz qoladi. Bu holda magnitlovchi kuchlar muvozanati quyidagicha ifodalanadi: $\bar{I}w_1 + \bar{I}w_2 = \bar{I}w_1$ yoki $\bar{I}w_1 = \bar{I}w_1 - \bar{I}w_2$

Demak, birlamchi tokning magnitlovchi kuchi ikkilamchi tokning magnitsizlash taʼsirini kompensatsiyalaydi. Agar (4.9) ifodaning ikkala tomonini w_2 ga boʻlsak, magnitlovchi kuchlar tenglamasidan toklar tenglamasiga oʻtish mumkin: Bu yerda kattalik ikkilamchi tokning magnitsizlash taʼsirini muvozanatlovchi birlamchi tokning tashkil etuvchisi hisoblanadi. Shuning uchun bu kattalik ikkilamchi tok deyiladi. U holda birlamchi tok I_1 ni salt ishlash toki bilan keltirilgan ikkilamchi tokning geometrik yigʻindisiga teng. Yuklama toki I_2 noldan boshlab, tok I_1 esa salt ishlash toki I_1 dan boshlab ortadi. Salt ishlash toki nominal tokning $I_0 = (2,5,10\%) \cdot I_{nom}$ ulushini tashkil etadi. Taxminiy hisoblashlarda $\bar{I}w_2$ deyish mumkin.

Yuklama toki I_2 ning oʻzgarishi bilan tok I_1 ning tashqi taʼsirsiz oʻz-oʻzidan oʻzgarishi transformatorning oʻz-oʻzidan rostlanishi deyiladi. U holda ikkilamchi zanjirning yuklama rejimidagi elektr muvozanati tenglamasi Kirxgofning ikkinchi qonuniga binoan $\bar{U}_2 = \bar{I}_2 R_2 - \bar{I}_2 S$,

(4.10) Bu yerda: \bar{U}_2 — ikkilamchi chulgʻam uchlaridagi kuchlanish; $I_2 \times R_2 = \bar{U}_2 R_2$

ikkilamchi chulgʻamdagi kuchlanishning aktiv pasayishi; $E_2 S$ - tarqalgan magnit oqimi $\Phi_2 S$ tufayli induksiyalangan EYuK. $F_2 S$ ikkilamchi chulgʻamdagi kuchlanishning induktiv pasayuvi $\bar{U}_L = \bar{I}_2 \cdot X_L$ bilan kompensatsiya qilinadi, u holda $\bar{U}_2 = \bar{I}_2 R_2 + \bar{U}_L$ (4.12) $\bar{U}_2 = \bar{I}_2 R_2 + \bar{I}_2 X_L$

(4.8), (4.11) va (4.12) tenglamalar yordamida transformatorning yuklama

rejimidagi vektor diagrammasini qo‘shib quramiz.

Qisqa tutashuv rejimi. Bu rejimda ikkilamchi chulg‘am uchlari o‘zaro tutashib, tashqi qarshilik $Z_{2n} = 0$ bo‘ladi. Transformator uchun bunday rejim nomaqbul rejim hisoblanadi. Bunda ikkilamchi, shuningdek birlamchi tok nominalidan 18- 20 marta ortib ketadi. Bu hodisaga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Shuning uchun real sharoitlarda transformatorni qisqa tutashuv tokidan saqlash maqsadida avtomatik ajratkichlar o‘rnatiladi. Transformatorlarni laboratoriya sharoitida tekshirish uchun «qisqa tutashuv» pasaytirilgan kuchlanishlarda amalga oshiriladi. Transformator nominal yuklama bilan ishlaganda uning chulg‘amlaridan tarzida atrof-muhitga tarqalishi miss chulg‘amlardagi quvvat isrofi P_m deyiladi, uni transformatorning qisqa tutashuv rejimida ishlash tajribasidan



(4.9-rasm)

aniqlanadi.

Sxemadan ko‘rinadiki, transformatorning ikkilamchi chulg‘ami ampermetr A2 orqali qisqa tutashtirilgan. 4.9-rasm Tajriba vaqtida birlamchi chulg‘amga potensiometr P yordamida ikkala chulg‘amdan ham nominal toklar ($I_1 = I_1 \text{ nom}$

; $I_2 = I_2 \text{ nom}$) o‘tadigan darajada pasaytirilgan kuchlanish beriladi. Bu kuchlanish transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi (U_q) deyiladi:

yoki Qisqa tutashuv kuchlanishi transformator nominal kuchlanishining kichik

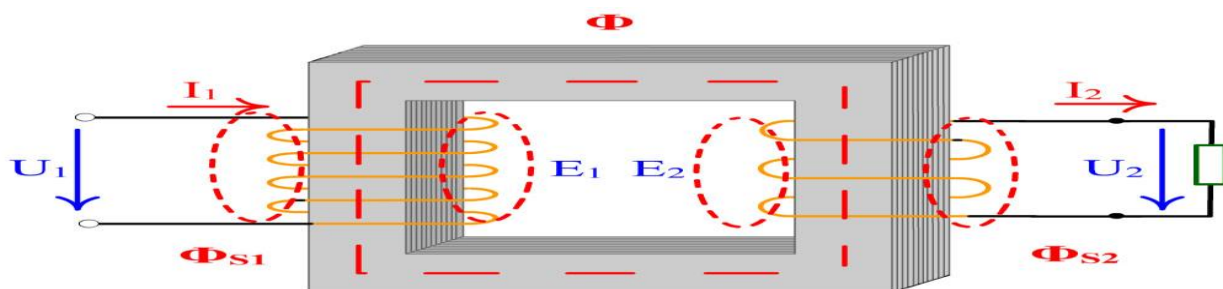
ulushini ($U_k \approx 0,1U_{1n}$) tashkil etgani uchun po‘lat o‘zakdagi quvvat isrofi $P_n \approx 0$

deyish mumkin. U holda qisqa tutashuv paytida vattmetr ko‘rsatgan quvvat P_q miss

chulg‘amlarning qizishiga sarf bo‘lgan quvvat isrofi P ga teng bo‘ladi, ya’ni:

$P_k = P_n + \cdot R_1 = 0 + P_m = P_m$ Tajribadan olingan ma'lumotlar bo'yicha transformatorning qisqa tutashuv parametrlarini aniqlash mumkin:

Transformatorlarning ishlash prinsipi



$$e_1 = -W_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{4,44\Phi_m f_1 W_1}{4,44\Phi_m f_2 W_2}$$

$$e_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad E_1 = 4,44\Phi_m f_1 W_1 \quad E_2 = 4,44\Phi_m f_2 W_2$$

Transformatorning istalgan rejimini tavsiflash uchun chulg'amlarning e.yu.k. va m.yu.k. muvozanat tenglamalaridan foydalaniladi.

Magnit zanjiri uchun Kirxgofning birinchi qonuni qo'llaniladi.

Transformatorning almashtirish sxemasi orqali transformator ishini analitik va grafik usullar bilan tekshirish jarayoni soddalashadi.

Transformatorlar quyidagi ish rejimlarida ishlaydi:

- a) Salt ishlash rejimi;
- b) YUklama rejimi;
- v) Qisqa tutashuv rejimi.