

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

BUXORO MUXANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

Qo‘l yozma huquqida

UDK 621.303

SULTONOV FIRUZ TO‘YMUROD O‘G‘LI

**Sanoat korxonalarida qo‘llanilayotgan to‘g‘rilagich va
inverterlarda elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlariga
ta‘sirini kamaytirish**

5A 310701 – Elektr mexanikasi (tarmoqlar bo‘yicha)

Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya

Ilmiy rahbar:

f-m.f.n. Hafizov I. I.

BUXORO-2018

ANNOTATSIYA

Ushbu magistrlik dissertatsiyasi ishi nosinusoidal va nosimmetrik xarakteristikali iste'molchilar uchun elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash tadqiqoti masalasiga qaratilgan. Shuningdek kuchlanish nosinusoidalligi va nosimmetrikligi elektr qurilmalarning ishlashiga katta ta'sir ko'rsatishi va ularni tez ishdan chiqishiga sabab bo'lishi tahlillari ko'rilgan

Ushbu magistrlik dissertatsiya ishida kuchlanish nosinusoidalligi va nosimmetrikligi kamaytirish yo'llari va chora tadbirlari ishlab chiqilgan.

Аннотация

Это магистерская диссертация посвящена исследованию улучшению показателей качества электрической энергии для потребителей с несимметрической и носинусиальной характеристикой. Кроме этого рассмотрено анализ несимметричности и носинусиальности напряжения в электрических устройствах и и влияние их на работу устройств. В данной магистерской диссертации разработано меры и способы снижения несимметричности и носинусиальности напряжения.

Annotation

This master's thesis is an obsession with researching the performance of indicators of the quality of electrical energy for consumers with a non-metric and nonsusoidal characteristic. In addition, the analysis of nonsymmetry and nonsense of voltage in electrical devices and also their violation on the operation of devices is examined. In this master's thesis, measures and measures to reduce the asymmetry and nonsense tension are developed.

MUNDARIJA	
Kirish	
I-BOB. Sanoatda qo'llaniladigan yarim o'tkazgichli o'zgartkich texnikasi	
1.1. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar haqida umumiy ma'lumot.	
1.2. Tiristorli chastota o'zgartkichlar Tiristorli bevosita chastota o'zgartkichlar	
1.3. Avtonom invertorlar	
1.4. Elektr ta'minotiga o'zgartgich qurilmalar ta'siri	
1.5. O'zgartgich qurilmalarni elektr texnik qurilmalarida qo'llashda yuzaga keluvchi texnik noqulaylik.	
2-BOB. ELEKTR ENERGIY SIFATINI KO'RSATUVCHIASOSIY KATTALIKLAR	
2.1. Elektr energiya sifatini belgilovchi ko'rsatkichlar	
2.2. Elektr tarmoqlarida kuchlanish tebranishi	
2.3. Kuchlanish va toklar shakllarining nosinusoidalligi	
2.4. Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya istemolchilari ishiga ta'siri	
2.4.1. Kuchlanishdagi chetlashishlar.	
2.4.2. Kuchlanish tebranishi	
2.4.3. Kuchlanish tebranishlarining elektir jihozlariga ta'siri	
2.4.4. Kuchlanish tebranishini chegaralovchi uskunalalar	
3-BOB. Elektr energiyani sifat ko'rsatkichlariga ta'sir qiluvchi omillar va ularni bartaraf etish chora tadbirlari	
3.1. Yukori tok garmonikalar keltirib chiqaruvchi elektr qurilmalari va ularning salbiy oqibatlari.	
3.2. Chastota o'zgarishining elektr tarmoqi va istemolchilar ishlariga ta'siri	
3.3. Kuchlanish nosinusoidalligining elektr jixozlari ishlashiga ta'siri.	
3.4. Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya istemolchilari ishiga ta'siri	
4-BOB. Elektr energiyasini sifat ko'rsatkichlarini ta'minlash uchun filter qurilmalarini loyihalash	
4.1. Tarmok fazalaridagi kuchlanishlarning nosimmetriyaligi va ularni yo'qotish	
4.2. Qoplash qurilmalarini loyihalash	
Xulosa	
Foydalanilgan adabiyotlar	

KIRISH

Hozirgi tez taraqqiy etib borayotgan davlatimizni asosiy muammolaridan biri bu har bir tur energiyadan, ayniqsa elektr energiyasidan samarali foydalanish va elektr qurilmalaridan samarali foydalanishni tashkil etishdir. Elektr energiya bu o'ziga xos mahsulotdir. Elektr energiya istemolchilariga ta'sir qiluvchi turli omillaridan elektr energiya sifati kelib chiqadi. Keyingi yillar davomida elektr energiyani sifatini oshirishga va istemolchilar elektr energiyasidan samarali foydalanishini tashkil etishga katta ahamiyat berilmoqda. Elektr energiya sifatini oshirishga iqtisodiy, matematik va texnik nuqtai nazardan qaralmokda.

Iqtisodiy nuqtai nazardan elektr ta'minot tarmoqlarini elektr energiyadan sifatsiz foydalanish oldini olish usullarini hisoblashni o'z ichiga oladi.

Matematik nuqtai nazardan elektr energiya sifatini u yoki bu usullarda oshirishni hisoblash asoslarini ko'rsatib beriladi.

Texnik nuqtai nazar texnik vositalar va elektr energiya sifatini yaxshilash tadbirlarini, hamda boshqaruv va nazoratni tashkil etish tarmoqini o'z ichiga oladi.

Elektr energiya sifatini oshirishda loyihalashtirish va istemolchi tashkilotlar tajribasiga asoslanib, mavjud qo'shimcha qurilmalarni qo'llash yoki ta'minlash tarmoqini yaxshilash orqali amalga oshirish mumkin.

Zamonaviy elektr energiya korxonalarida ishlab chiqarishni oshirishga intilishi va texnologik jarayonlarning murakkablashishi reaktiv energiyani katta miqdorda istemol qiluvchi tez o'zgaruvchi va nohizikli yuklamali reaktiv energiya istemolchilar oshib ketishiga olib keldi.

Elektr istemolchilar va ta'minlash tarmoqlari elektromagnit mosligi muammolari keyingi vaqtlarda kuchli ventil o'zgartkichlari, payvandlash qurilmalari qo'llashdagi texnologik effekti elektr energiya ta'minlash tarmoqlarini sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Yangi elektr energiya istemolchilar yaratishda ularni elektr energiya ta'minot tarmoqlariga aks ta'siri hisobga olgan holda yaratish zarurdir. Elektr energiyani zaruriy sifat ko'rsatkichlarini elektr ta'minoti korxonalarini loyihalalayotgan hisobga olish kerak.

Elektr qurilmalarni ishlatishdagi iqtisodiy samaradorligini oshirish, elektr energiya sifatini oshirish va tarmoqda sodir bo'ladigan nosimmetrik va nosinusodallikni bartaraf etish chora tadbirlari ishlab chiqilmoqda. Ushbu magistrlik dissertatsiya ishi nosinussoidal va nosimmetrik xarakteristikali istemolchilar uchun elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash tadqiqotiga baishlangan.

Mavzuning dolzarbligi: Elektr energiyasini xorijdagi rivojlangan mamlakatlar kabi O'zbekiston respublikasida ham yirik ishlab chiqarish korxonalarini, zavot va fabrikalar bilan bir qatorda har bir xonadon va xo'jaliklarda mavjud bo'lgan maishiy xizmat ko'rsatuvchi asbob va uskunalar ham ist'mol qiladi. Ishlab chiqariladigan mahsulot navi, texnologiyasining yuqoriligi iste'molchiga berilayotgan elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlariga bevosita bog'liqdir. Sifat ko'rsatkichlari o'z navbatida, bir necha energetik parametrning meyorlashtirilgan qiymatlaridan og'ishi, o'zgarishi kabi tafovutlari orqali tavsiflanadi. Bunday ko'rsatkichlarga kuchlanish, chastota og'ishlari, tebranishlari, kuchlanishi nosinusoidalligi, nosimmetriyasi kabilar kiradi. Amalda elektr energiyasi ustidan bo'ladigan ishlarda bu jarayonlarni turli toifadagi elektr iste'molchilariga bo'lgan ta'sirlarini o'rganilar ekan, elektr parametrlar va iste'molchi o'rtasida elektromagnitaviy mutanosiblik o'rin tutishligi xaqida ko'plab ilmiy, amaliy tadqiqot ishlari o'tkazilgan.

Tabiiyki, ishlab chiqarishning sterjeni bo'lgan energetika sohasining zimmasiga ham, salmog'i iqtisodiyot ishlab chiqarishida ortib borayotgan xorijiy texnologiyalarni jahon andazalariga mos keluvchi sifatli elektroenergiya bilan ta'minlash zaruriyati tufayli, mas'ul talablar qo'yilmoqda.

Ishning maqsadi: Sanoat korxonalarida qo'llanilayotgan to'g'rilagich va inverterlarda elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini kamaytirish orqali elektr qurilmalarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilash.

Ishning amaliy ahamiyati: Nosinusoidal va nosimmetrik xarakteristikali iste'molchilar uchun elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash va elektr energiyasini yaxshilash chora-tadbirlarini ishlab chiqish va uni bajarishni nazorat qilish.

Tadqiqot ob'ekti: Daewoo textell

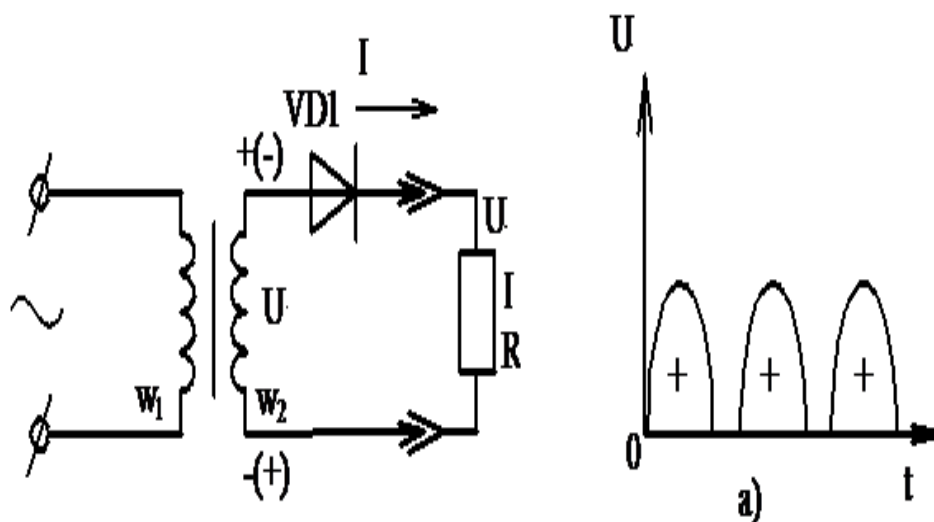
Dissertatsiyaning tuzilish: Dissertatsiya mundarija, annotatsiya, kirish, to'rt bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, rasm, grafik va jadvallardan iborat.

I-BOB. SANOATDA QO‘LLANILADIGAN YaRIM O‘TKAZGICHLI O‘ZGARTKICH TEXNIKASI

1.1. Yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar haqida umumiy ma’lumot.

Yarim o‘tkazgichli diodlar volt-amper tavsifi chuqur o‘rganib chiqilgandan keyin, ulardan elektron qurilmalarda keng foydalanila boshlandi. Diodlar asosan, o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmasga aylantirish, elektr signallarini kuchaytirish, generatsiyalash va o‘zgartirish maqsadida ishlatiladi. Diodlar past, o‘rta, yuqori quvvatli bo‘lib, talab etilgan joylarda ularni tanlab olib foydalaniladi. Masalan diodlar majmuasi yordamida, to‘g‘rilagich qurilmasi yaratilgan. Yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar elektr zanjirida ikkilamchi manba sifatida foydalaniladi. Elektron qurilmalarni deyarli hammasi yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar yordamida ishlaydi, ular o‘zgaruvchan tok manbalariga ulangan bo‘lsa ham, o‘zgarmas tokka aylantiriladi. Yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlarni bir necha asosiy ulanish chizmalari mavjuddir.

a) 1,5-davrli to‘g‘rilagich chizmasidan foydalanilsa, ularning vazifasi o‘zgaruvchan tokni bir dona yarim o‘tkazgichli diod yordamida to‘g‘rilash mumkin (67-rasmga qarang).

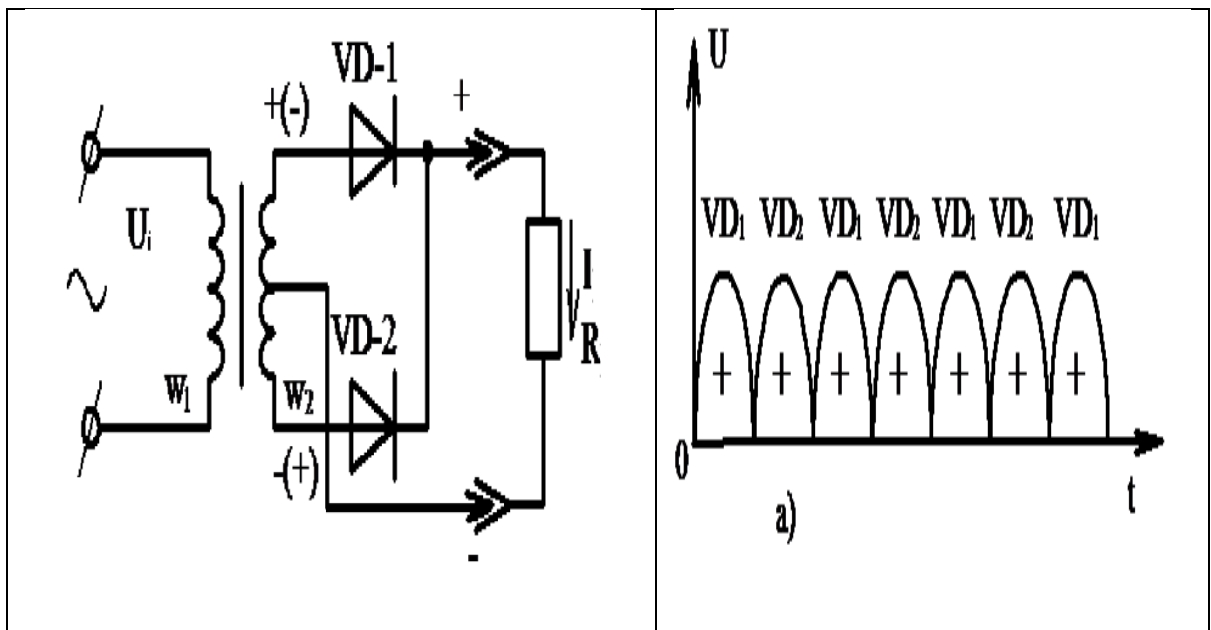


1-rasmda Oddiy 1,5-davrli to‘g‘rilagich chizmasi va kuchlanishni to‘g‘rilangan holati (a).

Transformatorning w_2 -g'altakdagi kuchlanishning qiymati va qutblari tez-tez davriy ravishda o'zgarib turadi. G'altakni yuqori qismida musbat potensial bo'lgan paytda diod ishlaydi va $I_{to'g'ri}$ tokni zanjirdan o'tkazadi, aksincha holat yuz berganda yuqori qismida manfiy qutb bo'lganda diod yopiq bo'ladi, tokni o'tkazmaydi va zanjirni elementlariga $U=0$ teng bo'ladi. To'g'rilagich chiqishida chastotasi 50 gs bo'lgan (ellikta yarim davr o'tish bir sekundda sodir bo'ladi).

b) 2,5-davrli to'g'rilagich chizmasida esa ikkita yarim o'tkazgichli diod ishlatiladi va transformatorni ikkinchi g'altagani o'rta nuqtasida ulanadi (2-rasmga qarang).

Transformatorning ikkinchi w_2 g'altagining yuqori va pastki qismida yarim o'tkazgichli VD-1 va VD-2 diod o'rnatilgan, agar g'altakning yuqori qismida qutb musbat bo'lsa diod VD-1 ochiladi, tok o'tadi. Bu paytda pastki qismidagi g'altak uchlariga manfiy qutb bo'lgani uchun VD-2 diodi yopiq bo'ladi. Qutblarda zaryad ishorasi 1 sekundda 50 marta o'zgaradi, har doim musbat bo'lgan paytda diodlar ochiladi, manfiy bo'lganda diodlar yopiladi. Ana shunday tartib 2,5-davrli to'g'rilagichlar ishlaydi. Bu to'g'rilagichlarga chiqish kuchlanish chastotasi $f = 100$ gs gacha o'zgarib turadi. Bu xildagi to'g'rilagichlar o'quv-laboratoriya ishlari bajargan paytlarda qo'llaniladi. Ularning turlari VU-4; VU-8; VU-10 deb ishlab chiqariladi.



2-rasmda 2,5-davrlı to‘g‘rilagıch chızması vakuchlanısh to‘g‘rilangan holatı.

Boshqarılmaydigan va boshqarıladigan to‘g‘rilagıchlar.

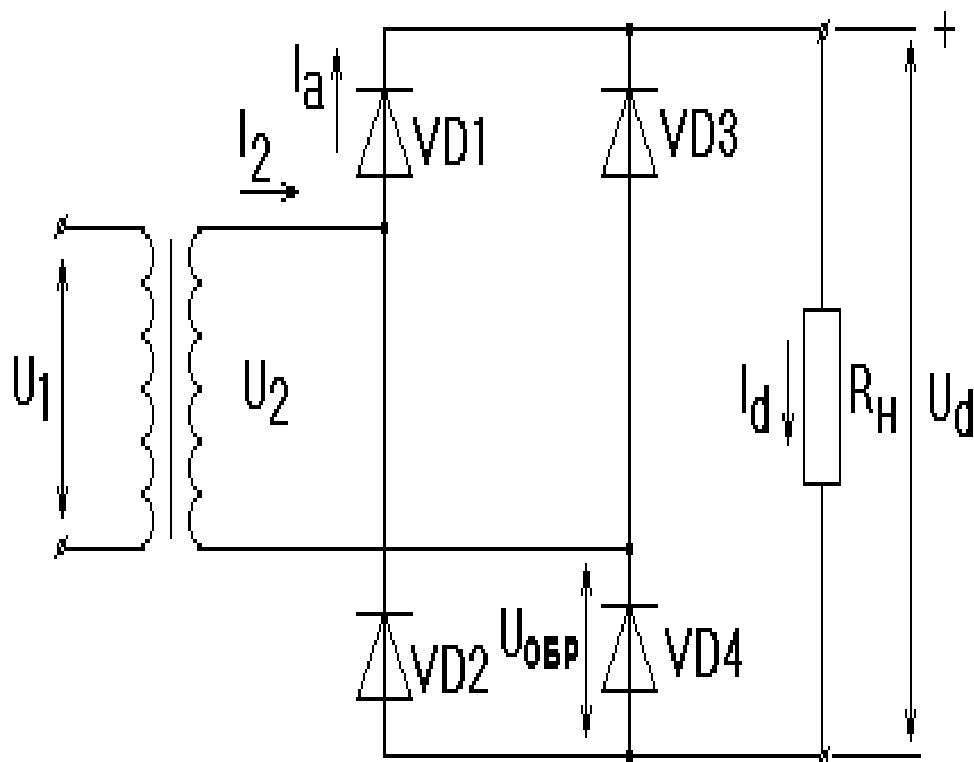
Uch fazalı o‘zgarımas toklar, o‘zgarımas tok dvıgatelları uchun asosıy elektr manbası bo‘lib xızmat qıladı. Barcha elektr energıya ishlab chıqarısh korxonaları uch fazalı o‘zgaruvchan tok elektr energıyası ishlab chıqaradı va ular maxsus qurılmalar yordamıda iste‘molchılarga yuborıladı. Sanoatning shunday saxaları borkı, o‘zgaruvchı toknı to‘g‘rıdan-to‘g‘rı qabul qılmaydı, ularga o‘zgarımas tok kerak, shunga muvofıq ularnı ehtıyojnı qondırısh uchun uch fazalı to‘g‘rilagıchlar yordamıda o‘zgarımas tok olinib yetkazıb berıladı. Kımıyo sanoatı, qora va ranglı metall ishlab chıqarısh korxonaları, transpotr va aloqa soxasınıng ozuqası bo‘lmısh uch fazalı o‘zgarımas tok elektr energıyası bo‘lmasa elektr energıyası bo‘lmasa, bu soxalarda ish to‘xtab qoladı.

O‘zgarımas tok energıyasını olısh uchun tok o‘zgartırıgıchlar (preobrazovatellar) va to‘g‘rilagıchlar (vıprıyamıtellar) kerak. Bu qurılmalarda yarım o‘tkazgıchlı dıodlar va o‘zgartırıgıch moslamalar qo‘llanıladı.

O‘zgarımas tok olısh usulıda eng ko‘p ko‘prik usulıdagi kombınatsıyalashgan elektr ko‘prik chızmalar ishlatıladı. Ko‘pchılık xollarda

yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar ko'prik chizmasi bo'yicha yig'iladi. Ularni chizmasi quyidagi rasmda berilgan.

$$U_0 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U \approx 0,9U \quad (1)$$



3-rasm. Boshqarilmaydigan to'g'rilagich chizmasi

Boshqarilmaydigan to'g'rilagich chizmasi (3-rasm) transformatorlar cho'lg'amining 3-nuqtasida birinchi yarim davrda musbat potensial, 4-nuqtasida manfiy potensial bo'lsin deb faraz qilaylik. Bu vaqtda elektr toki 3-nuqtadan 7-nuqtada VD₂-to'g'rilagich, 5-nuqtadan iste'molchiga, 6-nuqtadan va VD₄-to'g'rilagich orqali ikkilamchi cho'lg'amning 4-nuqtaga boradi.

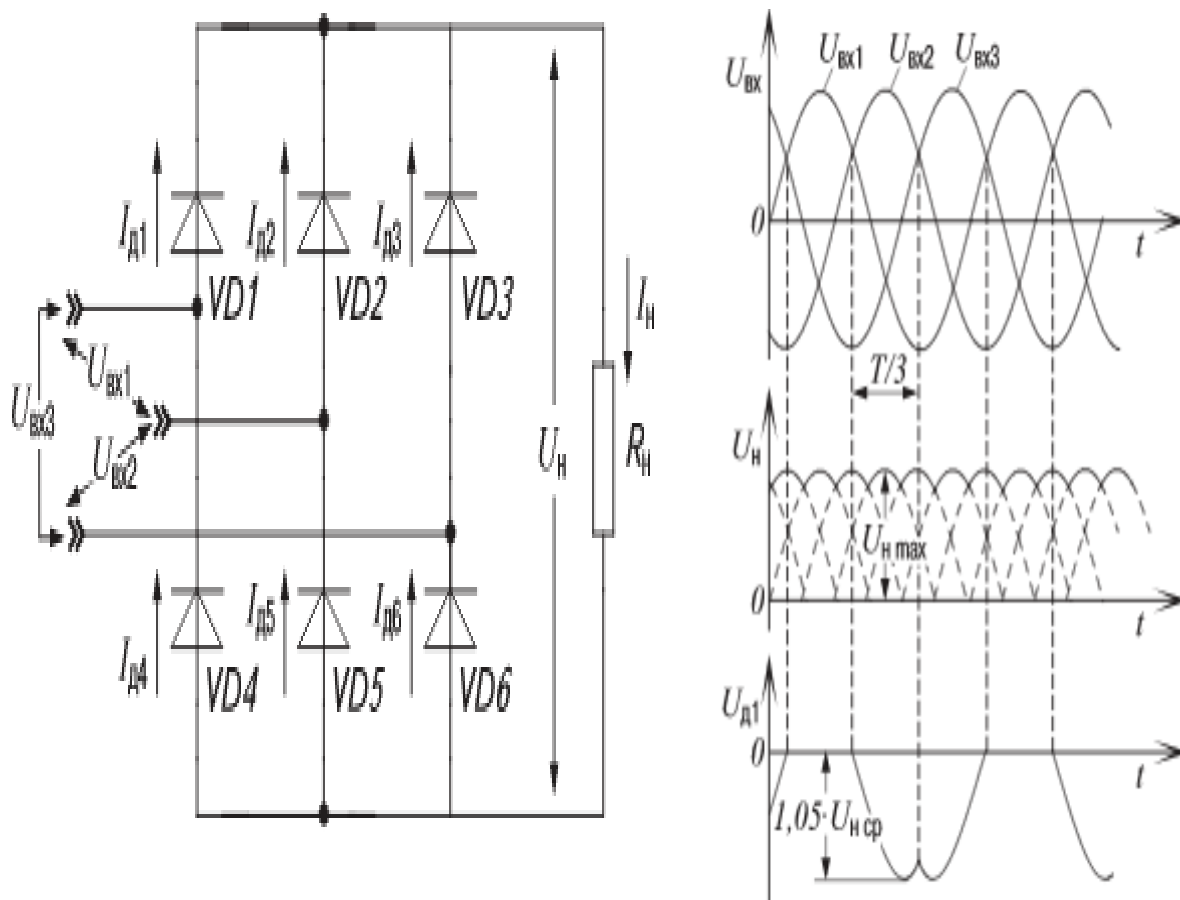
Ikkinchi yarim davrda transformatorning ikkilamchi cho'lg'amining 3-nuqta va 4-nuqtalarida potensial ishorasi (qutbi) o'zgaradi: 3-nuqtada manfiy potensial, 4-nuqtada musbat potensial bo'ladi. U vaqtda tok 4-nuqtadan 8-nuqta VD₁-to'g'rilagich, 5-nuqtadan esa iste'molchi (birinchi yarim davr davomidagi yo'nalishda) 6-nuqta VD₃-to'g'rilagich va 7-nuqta orqali 3-nuqtaga o'tadi.

Har bir yarim davr davomida iste'molchi orqali ayni bir yo'nalishda tok o'tib turadi. Ko'priqli chizmaning o'zgaruvchan tokni ikki yarim davrli odatdagi to'g'rilagich chizmasiga nisbatan afzal tomonlari haqida chuqur tushuncha berish kerak.

Uch fazali tokni ikkita yarim davrli to'g'rilash chizmasi va to'g'rilangan tokni grafii 74-rasmda keltirilgan. Ayrim fazalardagi tok va kuchlanishlarni to'g'rilash quyidagicha amalga oshiriladi. Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi faza kuchlanishlari bir-biriga nisbatan $\frac{2\pi}{3}$ burchakka siljigan.

$$U_a = U_m \sin \omega t; \quad U_b = U_m \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right); \quad (2)$$

$$U_c = U_m \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right); \quad (3)$$



4-rasm. Uch fazali tokni ikkita yarim davrli to'g'rilash chizmasi

4-rasmdagi sinusoidallar musbat yarim to'lqinlardagi maksimumlar davrning uchdan bir qismida almashib turadi. Shu vaqt ichida bir tomonlama harakatlanuvchi $i_a; i_b; i_c$ toklar hosil bo'ladi. Boshqarilmaydigan kuchlanishni o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$U_{\dot{y}pm} = U_{m\dot{y}z} = \frac{1}{T/3} \int_{i_1}^{t_2} U dt \quad \text{yoki}$$

$$U_{\dot{y}pm} = \frac{3}{T} \int_{T/12}^{5\pi/12} U dt = \frac{3}{\omega T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} U_m \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{3}U_m}{2\pi} = \frac{3\sqrt{6}U}{6,28} = 1,17U \quad (4)$$

$$I_{m\dot{y}zpu} = \frac{U_{m\dot{y}z}}{R_u} = \frac{1,17U}{R_u}; \quad (5)$$

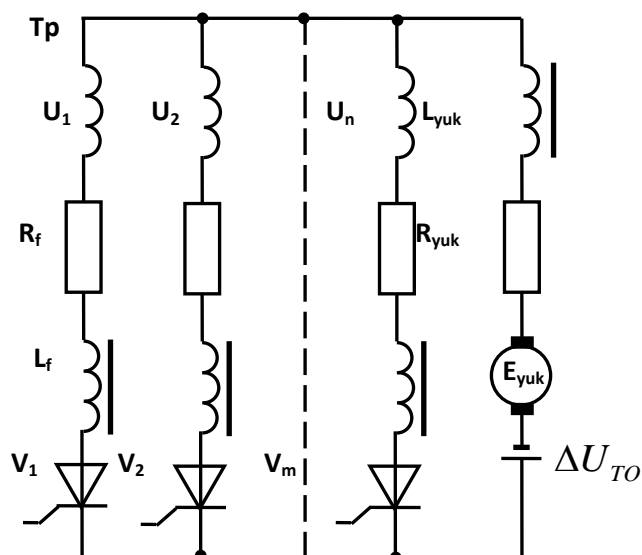
Har bir diod davrdan uchdan bir qismida uzluksiz ishlaydi, boshqa vaqt esa yopiq holatda bo'ladi.

Boshqariluvchi yarim o'tkazgichli o'zgarmas tok o'zgartkichlari

Hozirgi paytda elektromexanik tizimlarning o'zgarmas tokli avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarda boshqariluvchi elektr energiya manbai sifatida o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi boshqariluvchi yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar keng qo'llanilmoqda. Bunday to'g'rilagichlarda yarim o'tkazgich sifatida asosan boshqariluvchi diodlar, ya'ni tiristorlardan foydalaniladi va shuning uchun ham bu to'g'rilagichlar **tiristorli o'zgarmas tok o'zgartkichlari** (yoki **tiristorli to'g'rilagichlar**) deb ataladi.

Har qanday bir yo'nalishli tiristorli o'zgarmas tok o'zgartkichi (TO') ish rejimlarini tahlil qilishda odatda umumlashgan **m** fazali hisob sxemalaridan keng foydalaniladi (5-rasm).

5– rasmdagi sxemada keltirilgan shartli belgilar va ularning fizik ma’nalari: L_{yuk}, R_{yuk} – yuklagich, tok o‘tkazgich simlar va silliqlovchi reaktorlarning induktivligi va aktiv qarshiligi, e_{yuk} – motorning EYuK (agar TO‘ motorning qo‘zg‘atish chulg‘amiga ulangan bo‘lsa, u holda $e_{yuk} = 0$); ΔU_{TO} – tiristordagi kuchlanish pasayishiga mos kuchlanish (bu qabul qilingan kuchlanish pasayishi yuklanishning tok qiymatiga bog‘liq bo‘lmay har bir tiristor turi uchun o‘zining qiymati qabul qilingan); R_f – transformator fazalari va anod taqsimlagichlarning birgalikdagi aktiv qarshiligi; L_f – transformator va anod taqsimlagichlarning birgalikdagi tarmoq induktivligi. Tiristorlar V_1-V_m ideal, ya’ni to‘liq boshqariluvchan deb qaraladi.

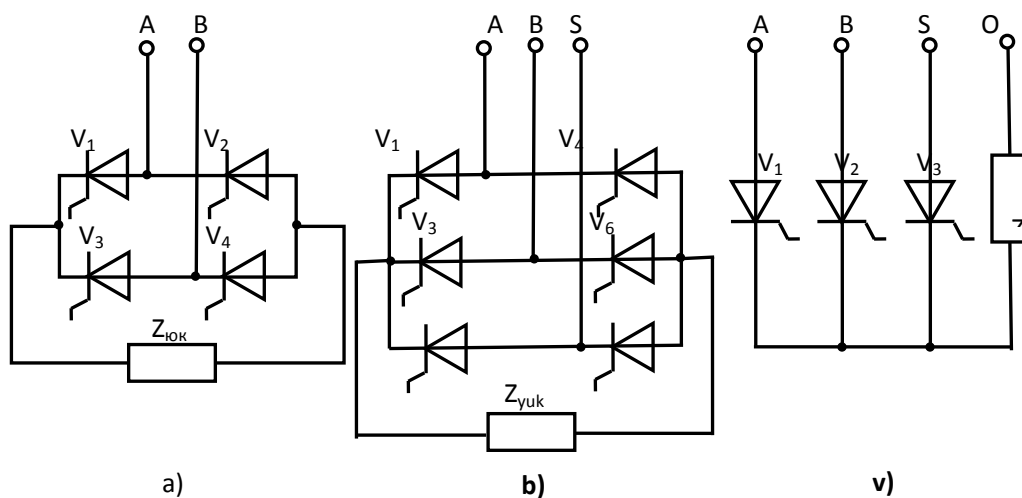


5– rasm. Tiristorli o‘zgarimas tok o‘zgartkichining hisob sxemasi

TO‘ ning statik roslash tavsifi $Y_{e_d} = f(\alpha)$ umumiy ko‘rinishda quyidagi matematik ifodadan iborat bo‘ladi

$$E_d = \frac{m}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m} - \alpha}^{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m} + \alpha} E_{\phi m} \sin \omega_0 t d\omega_0 t = E_{d \max} \cos \alpha, \quad (6)$$

bu yerda $E_{d \max} = \sqrt{2} E_{2\phi} \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m}$ – TO‘ ning maksimal EYuK; E_{fm} – o‘zgartkich fazasi elektr yurituvchi kuchining amplituda qiymati, E_{2f} – transformator ikkilamchi chulg‘ami faza kuchlanishining haqiqiy qiymati, m – o‘zgartkichning fazalari soni, ω_0 – manba kuchlanishining aylanma chastotasi.



6– rasm. TO‘ ning bir fazali ko‘prik (a), uch fazali ko‘prik (b) va uch fazali nol (v) kuch sxemalari

$E_{d \max}$ ning qiymati o‘zgartkich ishchi sxemasi turlariga (6– rasm) va ta‘minlovchi tarmoq elektr ko‘rsatkichlariga bog‘liqdir (1 – jadval). Yuklanishning quvvati $P_d = E_{d \max} I_d$ ga teng bo‘ladi (bu yerda I_d yuklanish toki).

1 – jadval

TO‘ ishchi sxemalarining turlari	Bir fazali ko‘prik sxema	Uch fazali nol sxema	Uch fazali ko‘prik sxema
Fazalar soni, m	2	3	6
Rasmning tartib soni	2.3a	2.3b	2.3v

To'g'rilangan EYuK ning maksimal qiymati, E_{dmax}	$0,9 E_{2l}$	$1,17 E_{2f}$	$1,35 E_{2l}$
Maksimal teskari kuchlanish, $U_{tes.kuchl.}$	$1,57 E_{dmax}$	$2,09 E_{dmax}$	$1,05 E_{dmax}$
Transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi liniya tok , I_2	I_d	$0,58 I_d$	$0,817 I_d$
Qar bir tiristordan o'tayotgan o'rtacha tok, I_{tir}	$0,5 I_d$	$0,33 I_d$	$0,33 I_d$
Transformatorning rusumiy quvvati, S_t	$1,11 P_d$	$1.35 P_d$	$1.045 P_d$

TO' ishchi sxemalarini tahlil qiladigan bo'lsak, bir fazali ko'prik sxemalar (6a – rasm) asosan kichik quvvatli elektr yuritmalar uchungina qo'llanilishi bilan chegaralanadi. Uch fazali sxemalar esa asosan o'rta va katta quvvatli elektr yuritmalarda ishlatiladi. Uch fazali ko'prik sxema (6v – rasm) uch fazali nol sxemaga (6b – rasm) nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bu afzalliklar nimalardan iborat ekanligi 1–jadvaldan ham ko'rinib turibdi:

1. transformatorning ikkilamchi chulg'amida kuchlanishlar bir xil bo'lgan holda to'g'rilangan EYuK qiymat ikki marta katta;
2. to'g'rilangan EYuK ning tebranish chastotasi ikki marta ko'p (chastota $f = 300$ Gs) bo'lishi bilan birga amplitudasi ikki marta kamdir;
3. ishchi sxema tarmoqqa transformatorsiz ham ulanishi mumkin;
4. transformatorning rusumiy quvvati kam va bor yo'g'i $S_t = 1.05 P_d$ nigina tashkil etadi.

Ushbu afzalliklar uch fazali ko'prik sxemali TO' larning keng qo'llanilishiga asos bo'lib, hozirda ular quvvati bir necha ming kilovatt bo'lgan o'zgaras tok elektr yuritmalarida ham ishlatilmoqda.

Umuman olganda, TO' larning iqtisodiy, texnik va foydalanish ko'rsatkichlari yuqori bo'lish bilan elektromexanik o'zgartgichlardan

aylanuvchi qismlari yoʻqligi bilan bir qatorda quyidagi koʻrsatkichlari bilan ham yaqqol ajralib turadi:

1. tiristorlardagi quvvat isrofining juda kamligi hisobiga (kuchlanish pasayishining 1 Voltdan ham kamligi tufayli) foydali ish koeffitsientining yuqori boʻlishi bilan;

2. tiristorlarning yarim boshqaruvchanligi sababli hamda boshqaruv zanjirlarida sigʻimli filtrlarning borligi hisobigagina kichik qiymatdagi inersionlikning mavjudligi;

3. tezkor taʼsirli muhofaza turlarining ishlatilishi hamda tiristorli oʻzgartgichning vazifaviy elementlari alohida modullar tarzida bajarilishi oʻzgartgichning ishonchli ishlashini taʼminlaydi;

4. katta joyni egallamaydi, shovqinsiz ishlaydi, oʻrnatishga alohida joy tayyorlash talab etilmaydi.

Shu bilan bir qatorda TOʻ baʼzi kamchiliklardan ham holi emas:

1. kuchlanishni chuqur rostdash jarayonida reaktiv tok ortishi tufayli quvvat koeffitsienti pasayadi;

2. ortiqcha yuklanishga oʻta taʼsirchan;

3. tiristorli oʻzgarmas tok oʻzgartgichining ishlashi taʼminlanayotgan elektr tarmoqdagi kuchlanish formasining oʻzgarishiga olib keladi; bu transformatorlarda, simlarda quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

4. radio toʻsiq toʻlqinlarining tarqalish darajasini oshirishga olib keladi.

Impuls kengligi boshqariladigan oʻzgarmas tok manbalar

Kichik quvvatli (bir necha kilovatgacha boʻlgan) oʻzgarmas tok elektr yuritmalarda uzluksiz xarakterdagi oʻzgarmas tok kuchlanishi kengligi boshqariladigan impulslarga oʻzgartirilib elektr motorlarni boshqarish keng qoʻllash taraqqiy etmoqda. Bunday turdagi oʻzgartkichlarning asosini impulsning amplituda va chastota qiymatlari oʻzgarmas qoldirilib, faqat kengligini oʻzgartiradigan modulyator (IKM) tashkil etadi. Impuls kengligi boshqariladigan oʻzgartgichlar (IKBOʻ) TOʻlarga qaraganda tezlikni rostdash

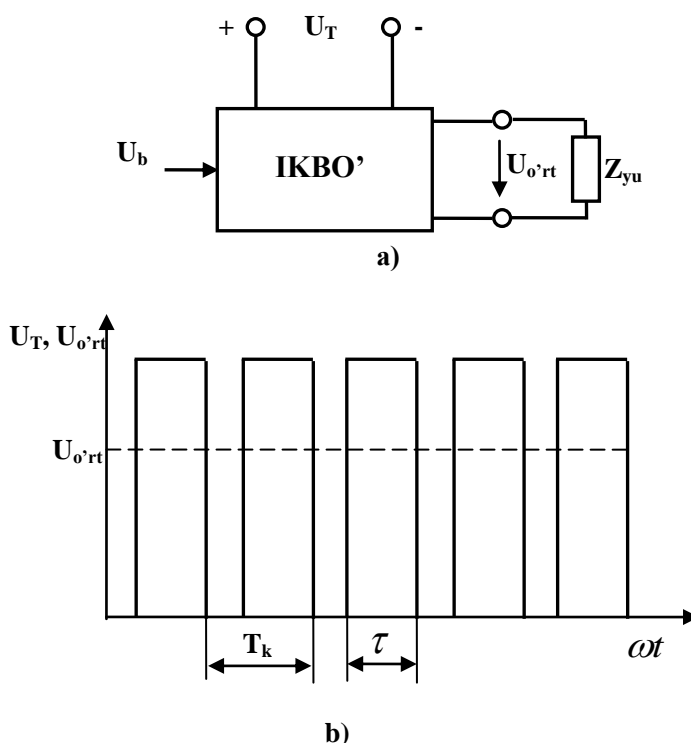
oralig'i katta, ya'ni $D = (2000 \div 6000) : 1$ yuqori darajada bo'lishi bilan, motorning tok bo'yicha yuklanishi katta bo'lishi va tarmoq kuchlanishining formasiga ta'siri kam bo'lishi bilan ijobiy farqlanadi.

IKBO'ning funksional sxemasi 79a – rasmda tasvirlangan bo'lib, yuklanishdagi kuchlanishning o'rtacha qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$U_{\check{y}PT} = \frac{\tau}{T_k} U_T = U_T \gamma, \quad (7)$$

bu yerda U_T – manba kuchlanishi; $\gamma = \frac{\tau}{T_k}$ – impuls chuqurligi; T_k – kommutatsiya davri; τ – kommutatsiya davrining ishchi qismi.

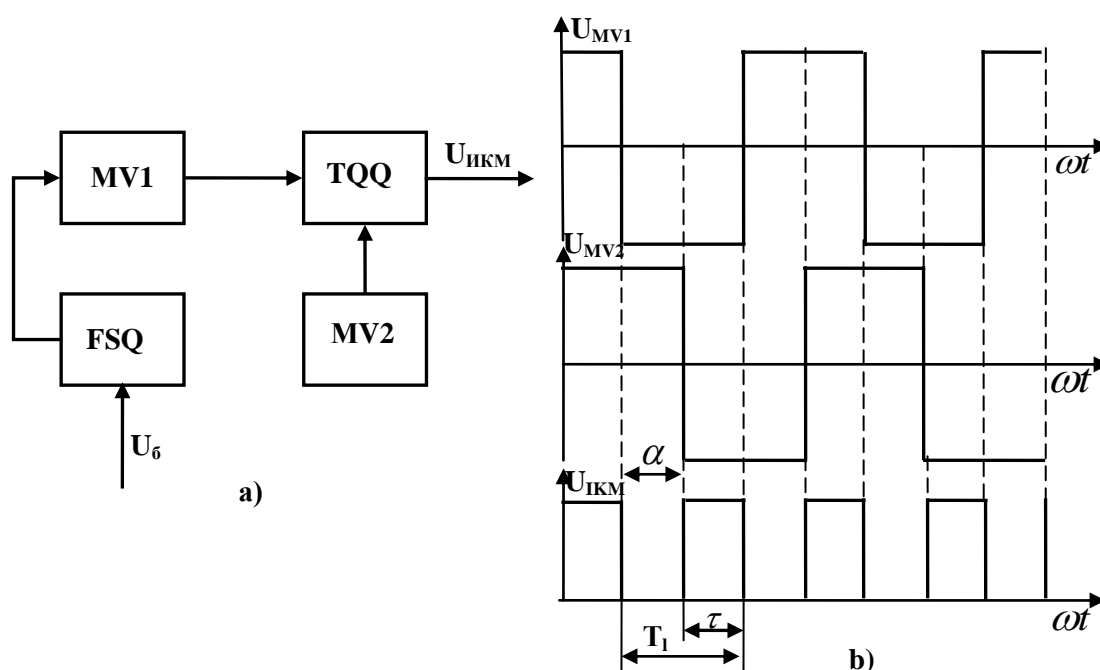
(7) – tenglamadan ko'rinib turibdiki, yuklanishdagi kuchlanishning $U_{\check{y}PT}$ qiymati $U_T = \text{sonst}$ bo'lganidagina impuls chuqurligiga bog'liq bo'ladi (79v – rasm).



7– rasm. Impuls kengligi boshqariladigan o'zgarmas tok o'zgartkichining funksional sxemasi (a), blok – tizim modeli (b) va kuchlanishlar diagrammasi

IKMning vazifasi U_b boshqaruv kuchlanishining qiymatiga mos keluvchi kenglikdagi impulslarni hosil qilishdir. Boshqariladigan kenglikdagi impulslarni hosil qilishning ikki xil usuli mavjud bo'lib, ulardan biri faza oralig'i boshqariladigan ikki to'g'ri burchakli impulslarni qo'shish asosida (8a – rasm); bunday qurilma to'g'ri burchakli kuchlanishlarni hosil qiluvchi MV1 va MV2 multivibratorlardan, faza siljitish qurilmasi FSQ dan hamda chiqish kuchlanishlarini qo'shuvchi va to'g'rilovchi qurilma TQQ dan iborat bo'ladi.

8b – rasmda kerakli impuls chuqurligiga ega bo'lgan natijaviy impulslarni hosil qilinishi kuchlanishlar diagrammasi orqali tasvirlangan.



8– rasm. Multivibratorli IKMning funksional sxemasi (a) va kuchlanishlar diagrammasi (b)

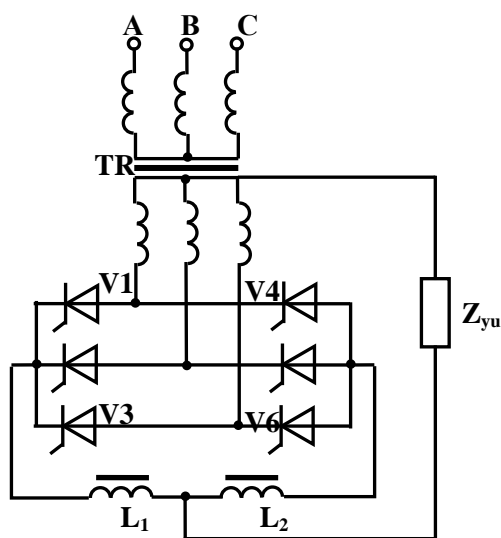
1.2. Tiristorli chastota o'zgartkichlar

Tiristorli bevosita chastota o'zgartkichlar

Tiristorli bevosita chastota o'zgartkichlarda tarmoqdan kelayotgan o'zgarmas chastotali va kuchlanishning haqiqiy qiymati o'zgarmas bo'lgan o'zgaruvchan tok kuchlanishi bevosita oraliq o'zgartkichlarsiz chastota va

kuchlanishining haqiqiy qiymati rostlanuvchan o'zgaruvchan tok kuchlanishiga o'zgartiriladi.

Bevosita TChO'ning ishlash prinsipini shu o'zgartkichning bir fazali sxemasi asosida ko'rib chiqamiz (9–rasm). Bu sxema o'zgarvas tok tiristorli o'zgartkichning reversiv nol sxemasidan iboratdir. Agar chap guruh tiristorlariga ochilishi uchun signal berganimizda, yuklanish Z_{yuk} dan kuchlanish nol nuqtaga nisbatan musbat ishorali bo'ladi va uning o'rtacha qiymati $U_{yok} = U_{yok0} \cos \alpha$ bo'lib, bu yerda α – tiristorlarning boshqarish burchagi; U_{yok0} – boshqarish burchagi $\alpha = 0$ bo'lgandagi yuklanish Z_{yuk} dagi kuchlanish.

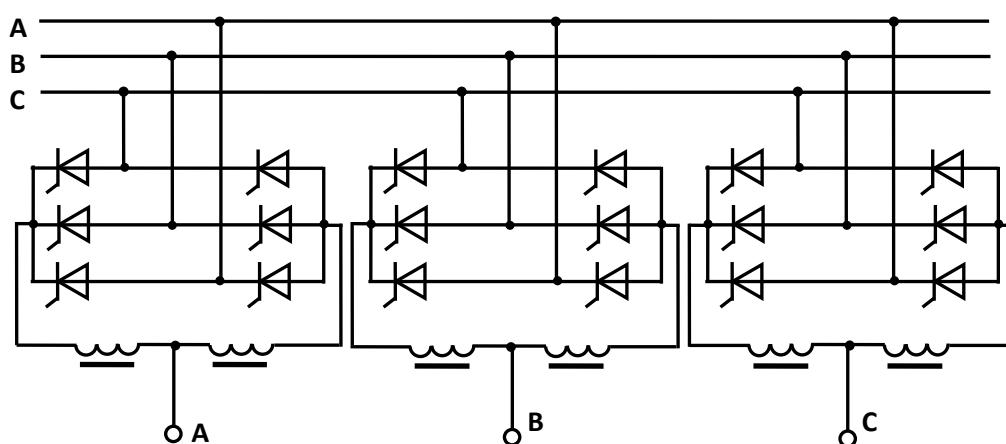


9– rasm. Bir fazali bevosita TChO'ning sxemasi

Endi o'ng guruh tiristorlariga boshqaruv signallarini berib ochganimizda, chap guruh tiristorlari yopilib Z_{yuk} dagi kuchlanishning ishora-si manfiy bo'ladi. Agar boshqaruv impulslarini goh u goh bu guruh tiristorlariga davriy ravishda yuborib turganimizda, yuklanishdagi kuchlanishning ishorasi ham mos ravishda o'zgarib turadi. Shunday qilib, yuklanishda chastotasi tarmoq chastotasidan farqli (unga teng yoki undan kam) chastotali o'zgaruvchan kuchlanish hosil qilamiz. Boshqaruv impulslarning ketma – ketlik davrini o'zgartirib U_{yuk} ning

chastotasi boshqariladi, agar α boshqaruv burchagini o'zgartirsak U_{yuk} ning o'rtacha qiymati rostlanadi.

Sanoat qurilmalari elektr yuritmalarida bevosita TChO'larning uch fazali nol sxemalari ko'proq qo'llaniladi va uning prinsipial sxemasi 10-rasmda tasvirlangan. Iishchi tiristorlarning soni 18 ga teng. Bevosita TChO'ning uch fazali ko'prik sxemali variantda esa ishchi tiristorlarning soni 36 ga teng (11-rasm). O'rta va katta quvvatli o'zgaruvchan tok elektr yuritmalarida ushbu sxemali bevosita TChO' ning ishlatilishi iqtisodiy va ekspluatasion ko'rsatkichlari bo'yicha o'zini oqlaydi.

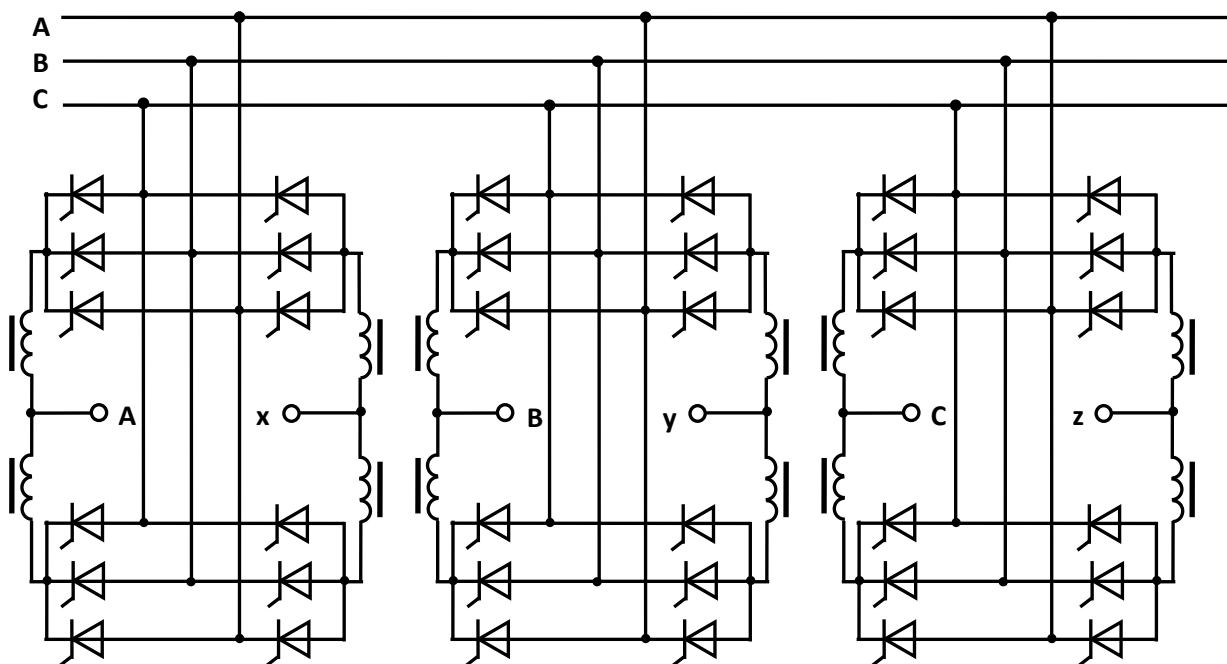


10-rasm. Uch fazali nol sxemali bilvosita TChO' sxemasi

Bevosita TChO'larning boshqariv burchagini boshqarish uchun reversiv o'zgarvas tok o'zgartkichlarida qo'llaniladigan faza siljitish qurilmalaridan foydalaniladi. Bevosita TChO'ning ishchi sxemasida tiristorlar komplekti soniga qarab FSQ lar ham shuncha bo'lishi, ya'ni uch fazali nol sxemali bevosita TChO' lar uchun FSQ lar soni oltita bo'lishi talab etiladi. FSQlarni boshqarish uchun chastotasi hamda kuchlanish amplitudasi rostlanuvchan bo'lgan olti fazali simmetrik tizim bo'lishi kerak.

Bevosita TChO' chiqish kuchlanishining formasi to'g'ri burchakli – pog'ali bo'lsa, u holda boshqariluvchi kuchlanish manbai sifatida to'g'ri burchakli impuls ishlab chiqaruvchi olti fazali «generator»dan foydalaniladi. Bunday

«generator» bir fazali generator va impulsar tarqatgich bloklaridan tashkil topgan bo‘ladi.



11–rasm. Uch fazali ko‘prik sxemali bilvosita TChO‘ sxemasi

Bevosita TChO‘larning asosiy afzalliklari:

1. Tiristorlar quvvatlarining kichikligi va o‘zgartkich foydali ish koeffisienti yuqori;
2. Tiristorlarni boshqarishda sun’iy kommutatsiya qurilmalarining bo‘lmasligi o‘zgartkichning ishonchliligi darajasini oshiradi va og‘irlik – o‘lchov kattaliklarini kamaytiradi;
3. Formasini o‘zgartirmagan holda past chastotalarda chiqish kuchlanishlarni olish mumkinligi;
4. Asinxron motorning rekuperativ tormoz rejimini osonlik bilan hosil qilish mumkinligi.

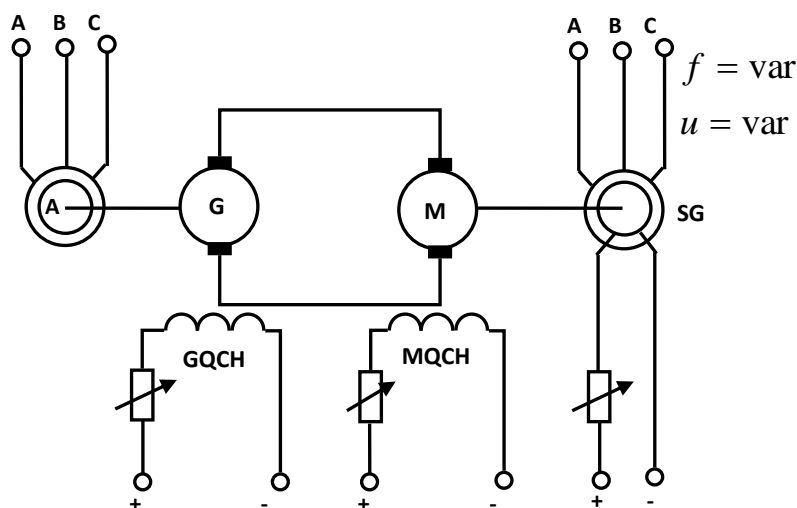
Bevosita TChO‘ning asosiy kamchiliklari:

1. Chiqish kuchlanishi chastota qiymatining chegaralanganligi (tarmoq kuchlanish chastotasiga yaqin va undan katta qiymatli chastotaga ega bo‘lgan kuchlanish hosil qilish mumkin emasligi);

2. Tarmoq quvvat koeffisientining past bo'lishi;
3. Ishchi sxemalarda tiristorlar sonining ko'p bo'lishi (uch fazali ko'prik sxemali bilvosita TChO'da tiristorlar soni 12 ga teng bo'lgan holda, bevosita TChO'da esa tiristorlar soni 36 ga teng).

Tiristorli bilvosita chastota o'zgartkichlar

Ta'minlovchi kuchlanishning chastotasini o'zgartirib asinxron motorning tezligini rostdash, tezlikni rostdash usullari ichida iqtisodiy jihatdan eng samarali usuldir. Tezlikni chastotani o'zgartirib rostlaganimizda butun tezlikni rostdash diapazoni oralig'ida asinxron motorning sirpanishi uncha katta bo'lmagan o'zgarish qiymatda qolishi natijasida motorning isrof quvvati katta bo'lmaydi. Tezligi chastotani o'zgartirib boshqariladigan asinxron elektr yuritmalarning statik va dinamik xususiyatlari o'zgarish tok elektr yuritmalari bilan deyarli monand bo'ladi. Rotor chulg'amlari qisqa tutashirilgan asinxron motorlarning o'zgarish tok motorlarga nisbatan 1,5 – 2 marta yengil bo'lishi va deyarli 3 barobar arzonligini hisobga oladigan bo'lsak, unda chastota bo'yicha boshqariluvchi asinxron elektr yuritmalarning sanoatda kelajakda qo'llanilishi imkoniyatlari xali juda keng ekanligi yaqqol ko'rinadi.



12 – rasm. Elektromexanik chastota o'zgartkichning blok sxemasi

Birinchi chastota o'zgartkichlar elektromexanik qurilmalar asosida yuzaga keldi (86–rasm). Bunday elektromexanik chastota o'zgartkichda sinxron

generator SG dan olinayotgan kuchlanishning qiymati va chastotasi bir – biriga bog‘liq bo‘lmagan holda boshqariladi. SG ning qo‘zg‘atish chulg‘a-midagi o‘zgaruvchan qarshilik yordamida kuchlanish qiymati boshqariladi, chastota esa o‘zgaruvchan qarshilik yordamida boshqariladi. Garchi bu o‘zgartkichda chastota o‘zgarishi diapazoni yuqori bo‘lsa ham biroq uning texnik – iqtisodiy ko‘rsatkichlari yuqori emas: o‘zgartkichning o‘rnatilgan quvvati judda katta (to‘rta yordamchi mashinalar to‘liq quvvat bilan ishlaydi); foydali ish koeffitsienti va elektr yuritmaning tezkorligi past. Chastotani o‘zgartirib tezligi rostlanadigan asinxron elektr yuritmalarning taraqqiyoti davri davomida elektromexanik chastota o‘zgartkichlarning har xil turlari yuzaga kelgan bo‘lsa ham elektromexanik tizimlarga xos bo‘lgan yuqoridagi kamchiliklar u bu darajada saqlanib qolabardi.

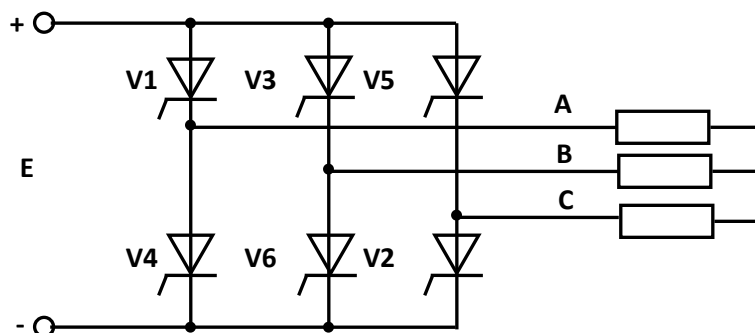
Keyingi paytda takomil yarim o‘tkazgichlarning ishlab chiqila boshlanishi va ular asosida o‘zgartgichlar texnikasining rivojlanishi natijasida ishonchlilik darajasi yuqori bo‘lgan chastota o‘zgartkichlar tiristor va kuch tranzistorlari asosida yaratilmoqda. Tiristorli va tranzistorli chastota o‘zgartkichlar (TChO‘) ikki guruhga **bilvosita** va **bevosita chastota o‘zgartkichlarga** bo‘linadi.

1.3.Avtonom invertorlar

Asinxron motorlarning tezligini stator chulg‘amga berilayotgan kuchlanish (yoki tok) chastotasini o‘zgartirib tezligi rostlanadigan avtomatlashtirilgan elektr yuritmalardagi TChO‘ avtonom invertorlarining ko‘prik kuch sxemali turlari keng qo‘llaniladi.

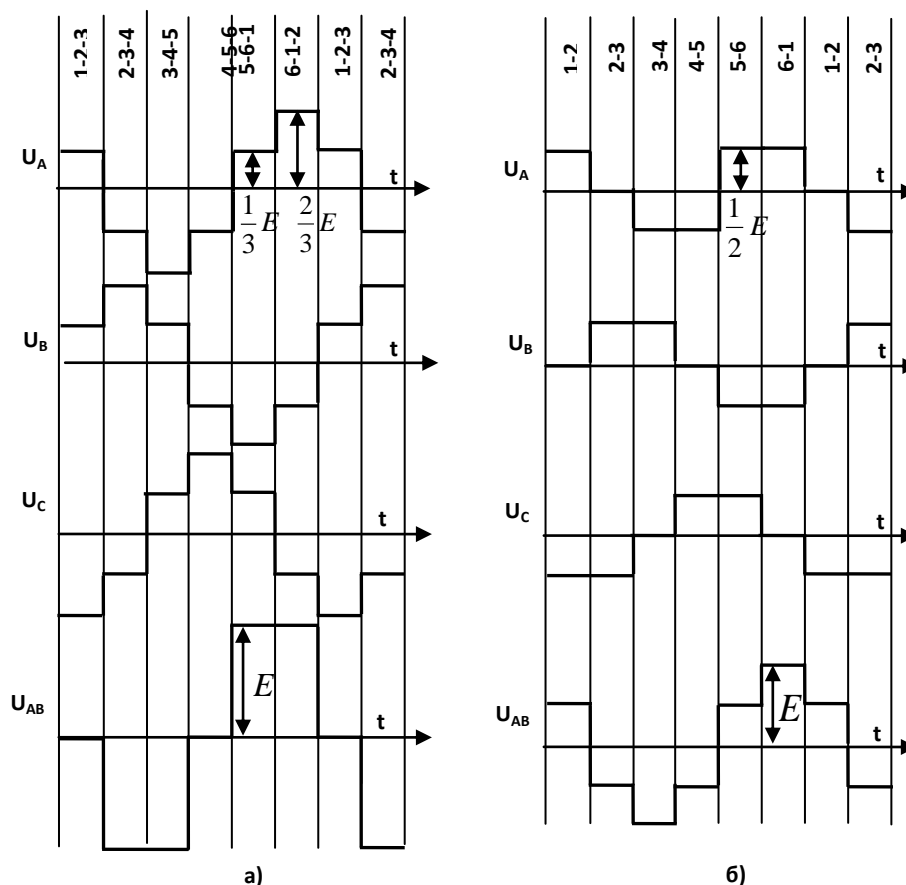
12–rasmda kuch sxemasi shartli ko‘prik sxema bo‘lgan avtonom invertorning kuch sxemasi keltirilgan bo‘lib, undagi V1 – V6 yarim o‘tkazgichlarni ochish va yopish jarayonlarini boshqarish boshqaruv signallari orqali amalga oshiriladi, ya’ni yarim o‘tkazgichlar to‘liq boshqariluvchan deb

qaraladi. Kalit rejimida ishlaydigan tranzistorlar va sun'iy kommutatsiya zanjirli tiristorlar to'liq boshqariluvchan yarim o'tkazgichlarni deyiladi.



12 – rasm. Ko‘prik kuch sxemali avtonom invertorning sxemasi

Invertorga aktiv yuklanish ulangan holni ko‘rib chiqamiz. 12–rasmdagi tiristorlarning tartib soni kuchlanishlar diagrammasidagi (13–rasm) tiristorlarning navbatma–navbat ochilishiga mos keladi.



13 – rasm. Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchaklari $\lambda = 180^0$ (a) va $\lambda = 120^0$ (b) bo‘lgandagi avtonom invertorning kuchlanishlar diagrammasi

Sxemadagi tiristorlarning qayta ulanishi, chiqish kuchlanishi chastotasi davrining har 1/6 qismida sodir bo‘ladi. Bunday ishchi sxemaning ikki ish rejimi bo‘lishi mumkin: tiristor chiqish kuchlanishi chastotasining 1/2 davri oralig‘ida ulangan bo‘lishi, ya’ni tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi $\lambda = 180^0$; tiristor chiqishi kuchlanishi chastotasining 1/3 davri oralig‘ida ulangan bo‘lishi, ya’ni $\lambda = 120^0$. Birinchi holda bir vaqtning o‘zida birdaniga uchta tiristor tok o‘tkazsa, ikkinchi holda esa ikkita tiristor bir vaqtning o‘zida tok o‘tkazadi.

90a,b – rasmdagi kuchlanishlar diagrammasi invertorning chiqish qismiga aktiv yuklanish ulangan hol uchun to‘g‘ri bo‘lib, agar yuklanishning xarakteri aktiv – induktiv bo‘lsa, u holda elektromagnit jarayonlarning kechishi ancha murakkab bo‘ladi va ularning tahlilini asoslashda barcha turdagi avtonom inverterlarni kuchlanish avtonom inverterlari – KAI va tok avtonom inverterlari – TAI guruhlarga bo‘lib qarash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Kuchlanish avtonom inverterilarning asosiy shartlaridan biri ishchi sxemasidagi tiristorlar to‘liq boshqariluvchan bo‘lishi kerak. Ko‘pgina hollarda KAIning chiqishidagi kuchlanishni yuklanishga mos ravishda roslash talab etiladi. KAIning chiqishidagi kuchlanishni kuch sxemasidagi tiristorlarni ma’lum ketma – ketlikda ulash va ochish natijasida roslash mumkin. KAI chiqish kuchlanishini ma’lum uch usulda roslash mumkin: 1) ta’minot manbai zanjirida roslash; 2) chiqish zanjirida roslash; 3) invertorning ichki vositalari yordamida roslash.

Birinchi usul – KAI chiqishidagi kuchlanish uning kirish zanjiriga ulangan boshqariluvchi o‘garmas tok o‘zgartkichi, ya’ni boshqariluvchi to‘g‘rilagich yordamida amalga oshiriladi.

Ikkinchi usul – KAI bilan yuklanish oralig‘iga qarama – qarshi – parallel ulangan tiristorlar juftligi yordamida amalga oshiriladi.

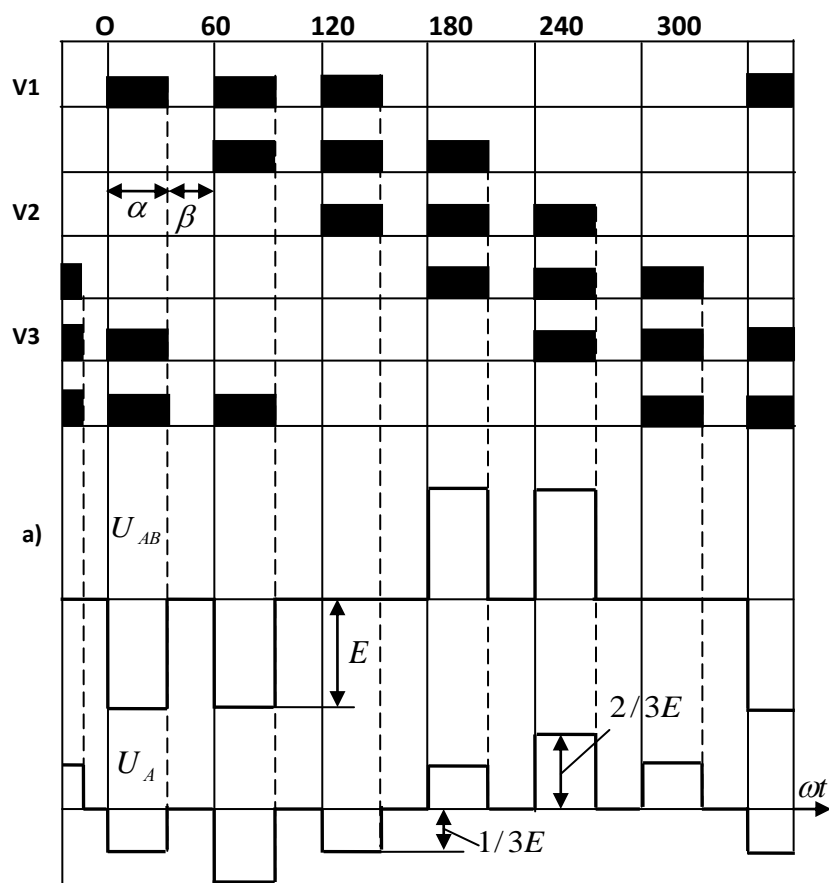
Uchunchi usul – impuls usuli deb ataladi. Boshqaruv impulsining kengligini o‘zgartirish natijasida KAI chiqish kuchlanishi mos ravishda rostlanadi. Bu usulning qo‘llanilishi uning kirish qismida boshqariluvchi

o'zgaras tok o'zgartkichiga hojat qoldirmaydi va tiristorli chastota o'zgartkichning kuch sxemasi va boshqaruv tizimi ancha soddalashadi hamda ishonchlilik darajasi ancha oshadi.

KAI larning chiqish kuchlanishlarini impuls kengligini o'zgartirib rostlashda uchinchi usuldan foydalaniladi.

KAI chiqishidagi kuchlanishning talab etilgan darajada ko'rinishga ega bo'lishi uchun kuch sxemadagi tiristorlarni ma'lum qonuniyatlar asosida ochish va yopish kerak bo'ladi. Bu qonuniyatlarning majmuasi tiristorlarni ochish va yopish algoritmlari (OYoA) ning asosini tashkil etadi. KAI larning kuch sxemalaridagi tiristorlarning ochilishi va yopilishi ularning boshqarish tizimlarida amalga oshiriladi va shuning uchun ham tiristorlarni ochish algoritmi (OA) va ularni yopish algoritmi (YoA) asosida inverter boshqarish tizimining ishlashi shaklanadi.

14a – rasmdan ko'rinib turibdiki bir paytda uchta tiristorlarning ochilishini va interval o'tishi bilan yopilishini ta'minlaydigan impuls OYoA vositasida amalga oshiriladi. Har tiristorning ochilib turishi burchagi α ni rostlanishi natijasida chiqishdagi kuchlanish impuls kengligi o'zgartiriladi.



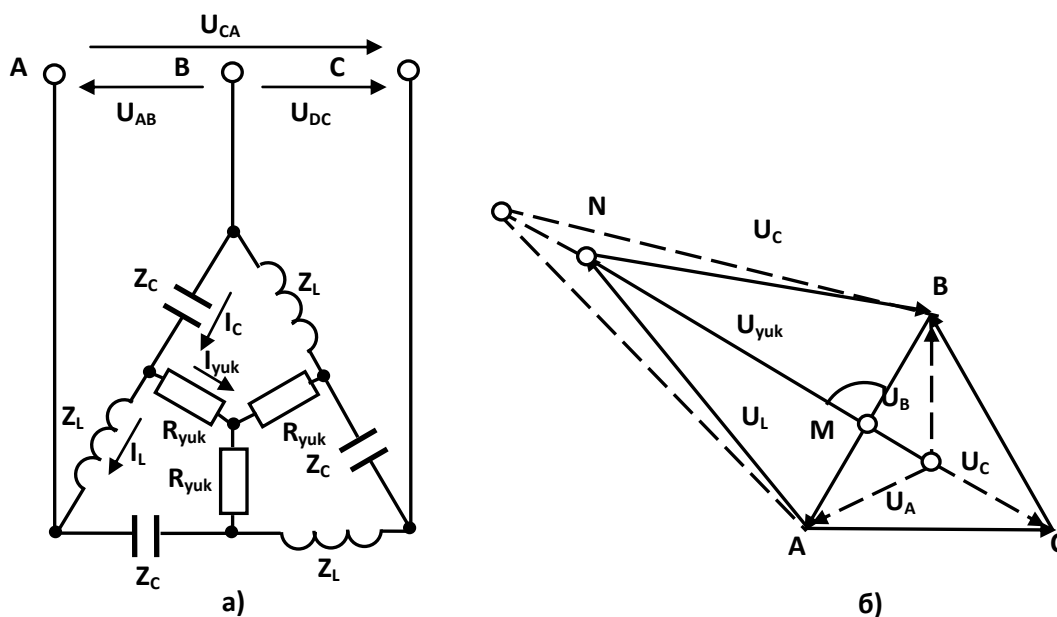
14 – rasm. Uch fazali KAI chiqish kuchlanishini impuls kengligini o‘zgartirib rostlash jarayonidagi tiristorlarning holatlari, liniya (a) va faza kuchlanishlari (b) o‘zgarishlari diagrammalari

Tok avtonom invertori to‘liq bo‘lmagan boshqariluvchi yarim o‘tkazgichlarda bajarilishi mumkin (14a – rasm). TAI yuklanishga parallel ulangan kondensator S ning vazifasi, bir juft tiristorlar ulangan holatda bo‘lganida ikkinchi juft tiristorlarning o‘chiq holda bo‘lishi uchun ularga boshqariluvchanlik xususiyatlarini tiklanish davri oralig‘ida manfiy kuchlanish bilan to‘siq hosil qilishdan iboratdir. Manbadan chiqayotgan tokning pulsatsiyasini kamatirish maqsadida TAIning kirish qismiga yetarli darajeda induktivlikka ega bo‘lgan reaktor ulanadi. Agar kondensatorni ham yuklanishning bir qismi deb qaraydigan bo‘lsak, yuklanish tokining formasi to‘g‘ri burchakli formada bo‘ladi (14b – rasm).

Induktiv – sig‘imli parametrik o‘zgartkichlar

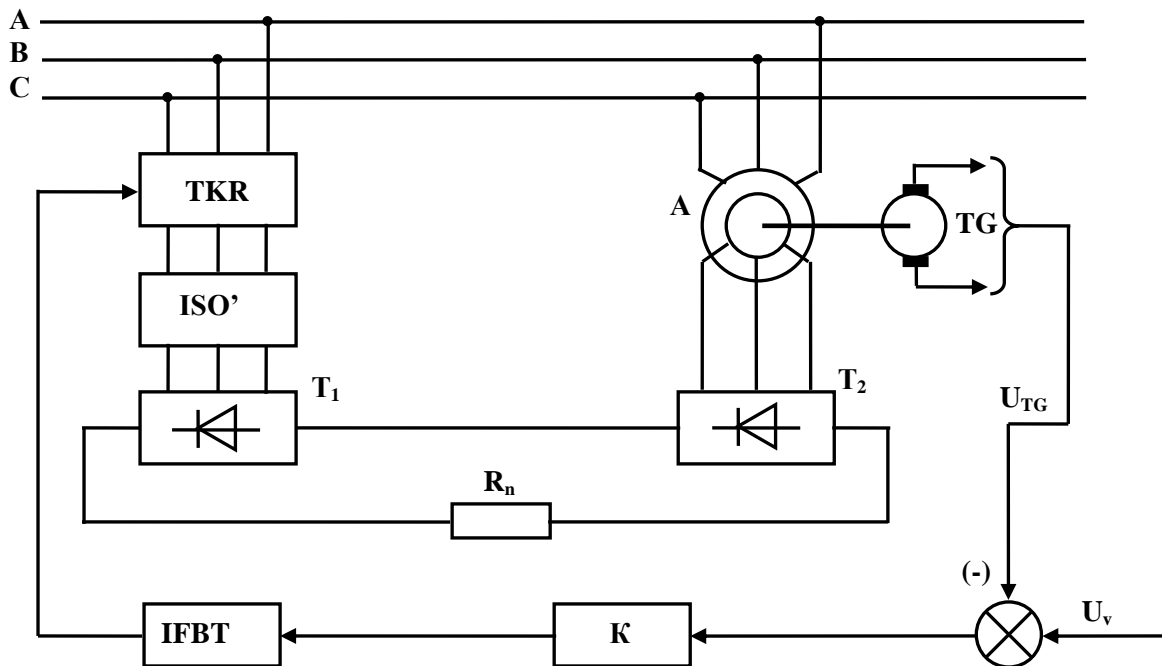
O‘zgarmas tok tiristorli o‘zgartkichlar kuchlanish manbai sifatida ishlatiladigan bo‘lsa, yuklanishning tok qiymati o‘zgargan paytda ham kuchlanishning qiymati deyarli o‘zgarmay qolib va uning o‘zgarishi esa faqat vazifalovchi boshqaruv kuchlanishining qiymatigagina bog‘liq bo‘ladi. Ammo bunday TO‘ ma’lum sxemalar asosida, masalan, tok bo‘yicha kritik musbat teskari bog‘lanishli sxema asosida yig‘iladi, kuchlanishning qiymati o‘zgargan holda yuklanishdagi tokning qiymati o‘zgarmay qolib o‘zgartkich tok manbai vazifasini bajaradi. Sanoatda tok manbai o‘zgartkichlari, misol uchun elektr yoy pechlarida yoy tokining qiymatini bir xil ushlab turishda, kabel va sim o‘rovchi qurilmalarining motorlarida bir xil mexanik kuchlanish hosil qilishda, tajriba – sinov stendlarida o‘zgarmas qiymatli moment hosil qiluvchi yuklanish qurilmalarda keng qo‘llaniladi.

Kamchiliga esa yuklagich sifatida TMga to‘g‘rilagich orqali o‘zgarmas tok motori ulanganida o‘zgarmas tok qiymatining doimiyligi sharti buziladi. Bir fazali TMning kamchiliklaridan biri uzlukli tok rejimining mavjudligi va uning yuklanishga ta’siri sezilarli bo‘lishi-dadir. Bu kamchilikni yo‘qotish uchun TMLarning ko‘p fazali sxemalari qo‘llaniladi (15a – rasm).



15– rasm. Uch fazali induktiv – sig‘imli TMning sxemasi (a) va uning kuchlanishlar diagrammasi (b)

Asinxron motorlarning o‘zgarmas tok motorlariga nisbatan ishlatilishining osonligi, massa – og‘irlik ko‘rsatkichlari kichikligi va ishonchlilik darajasining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun ham asinxron motorlar asosida «tok manbai – motor» elektr yuritma tizimlarini yaratish maqsadga muvofiqdir. Bunday tizimning negizini induktiv – sig‘imli parametrik o‘zgartkich hosil qilib, u faza rotorli asinxron motor fazasidagi tokni stabillashga hizmat qiladi. Asinxron motor hosil qiladigan aylantirish momenti stator chulg‘ami magnit oqimi maydonining o‘zgarmas qiymatida rotor tokining haqiqiy qiymatiga to‘g‘ri proparsional bo‘lib, stabillashgan rotor tokini o‘zgartirib unga mos keluvchi $M=const$ tavsiflari to‘plamini hosil qilish mumkin. Agar elektr yuritma tizimida tezlik bo‘yicha manfiy teskari bog‘lanish qo‘llanilsa, u holda $\omega = const$ bo‘lgan tavsiflar to‘plamini hosil qilish mumkin bo‘ladi.



16– rasm. «Tok manbai – asinxron motor» elektr yuritma tizimining funksional sxemasi

16–rasmda «tok manbai – asinxron motor» elektr yuritma tizimining funksional sxemasi keltirilgan bo‘lib, bu yerda ISO – induktiv – sig‘imli o‘zgartkich, TKR – tiristorli kuchlanish rostlagich, T1 va T2 – to‘g‘rilagichlar, A – asinxron motor, TG – taxogenerator, IFBT – impuls – faza boshqarish tizimi, rotor zanjiridagi R_N – rotor zanjiridagi aktiv qarshilik, K – oraliq kuchaytirgich. Rotor zanjiridagi R_N qarshilik ketma – ket ulangan T1 va T2 to‘g‘rilagichlarning ishlashini ta‘minlaydi.

1.4. Elektr ta‘minotiga o‘zgartgich qurilmalar ta‘siri

Yarim o‘tkazgichli kuch o‘zgartgichlarini jadallik bilan rivojlanishi va ularni o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok tiristorli elektr yuritmalarda, ventel o‘zgartgichlarni esa elektr ta‘minoti uchun qo‘llash GOST bo‘yicha berilgan elektr energiyani sifatli ko‘rsatkichini pasayishga olib kelib, yana elektr taminotini haqiqiy quvvat koeffisienti pasayishga olib kelmoqda. Tiristorli o‘zgartgichlar o‘zini texnologik samarasi va rivojlantirish imkoniyati borligiga qaramasdan ular elektr magnit moslik muommosi keltirib chiqarmoqda.

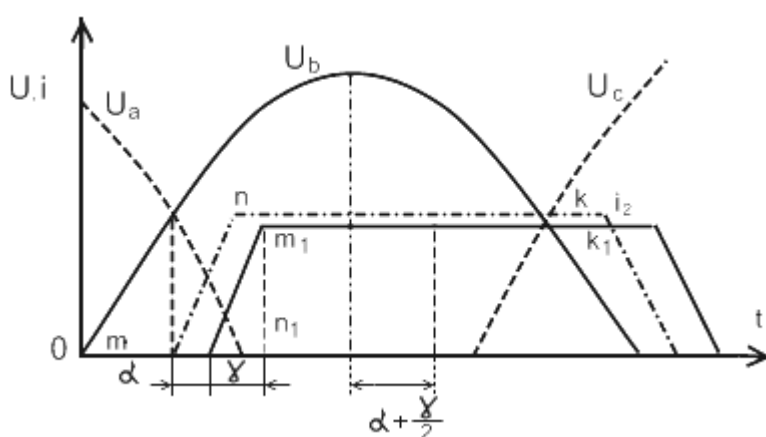
Bunda o‘zgartgich qurilmalarini ish rejimlarini o‘zgarishi to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta‘minlash elektr tarmoqqa yuboriladi. Xususan bu ta‘minlash elektr tarmog‘ini chastota va kuchlanish tebranishlarida (10kV li tarmoqda 20% qiymatgacha) sodir bo‘ladi. Bu aktiv va reaktiv quvvatlar keskin o‘zgarishi mobaynida ro‘y beradi. Ventil o‘zgartgichlarini quvvatini va qo‘llashni ko‘payishi ularni yakka quvvat sifati qo‘llash ta‘minlash manbasining kuchlanish sifatiga ko‘p holatlar qarash ta‘sir ko‘rsatadi. Buni ko‘rib chiqadigan bo‘lsak o‘zgartgichlar, ayniqsa rostlanuvchilarda kuchlanishga nisbatan birinchi garmonikani siljishi hisobiga sezilarli darajada reaktiv quvvatni iste‘mol qilib, notekis ish grafiklari va yuqori gormonika toklarni hisobiga esa tarmoqdagi kuchlanishni kuchli og‘ishini keltirib chiqaruvchi qurilmaga aylanadi.

Bunday holatlar ta‘minlash tarmoqida isroflar bo‘lishga sabab bo‘ladi. Shunga ko‘ra zamonaviy elektr energetikada va o‘zgartgichlar texnikasini quvvat koeffisientini oshirish muammosi hozirda dolzarbligi bilan ajralib

turibdi. Boshqaruvchi ventel to'g'rilagichlari keng imkoniyatligi bilan e'tiborga loyiq holda (taqqoslashda sodda boshqaruvchi foydalanishni oddiyligi, quvvat isrofini kichikligi) bir qancha noqulaylikka ham ega bo'lib asosiylardan biri to'g'irlangan kuchlanishni keng boshqarishdagi past quvvat koeffisientidir.

O'zgartgich apparatlarini reaktiv quvvat iste'molini asosiy ikkita sabab bilan ko'rsatish mumkin. Haqiqiy kommutatsiya jarayonida va to'g'irlagich kuchlanishni boshqarishda sun'iy ventel ochilishini kechikishi bilan izoxlanadi. Bu holatlar ventel zanjirida kuchlanish bilan tok orasida burchak siljishni keltirib chiqarib quvvat koeffisienti pasayishga va reaktiv quvvatni iste'molni oshirishga olib keladi.

Uch fazali o'zgartgich apparatini ish rejimida tokni A fazadan V fazaga o'tishida kuchlanishlarni tenglik onida emas, bir qancha kommutatsiya vaqtiga kechikadi.



17-Rasm. Ventel o'zgartgichdagi faza kuchlanishi va tokining siljishi.

Amplituda kuchlanish faza toki i_2 siljish burchagi U_2 ga teng:

$$\varphi_2 = \alpha + \frac{\gamma}{2}$$

Xuddi shunday siljish burchagiga transformatorni birlamchi toki I_1 kuchlanish U_1 ga nisbatan bo'ladi.

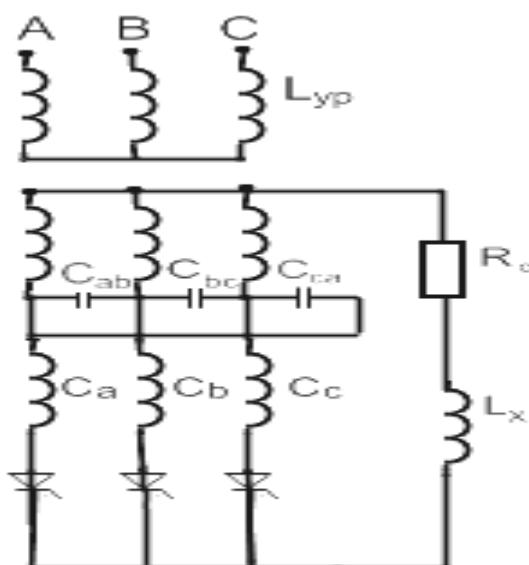
$$\cos\varphi \approx \cos\left(\alpha + \frac{\gamma}{2}\right)$$

O'zgartgich qurilmasi to'g'rilagich rejimida o'zgaruvchan tok tarmog'idan aktiv va reaktiv quvvatni iste'mol qiladi. Invertor rejimida tarmoqqa aktiv quvvat berib reaktiv quvvatni iste'mol qiladi.

Agar $\alpha = 90^\circ$ xolatida ventil o'zgartgichni faqat o'zgaruvchan tok tarmog'idan reaktiv quvvatni iste'mol qiladi.

To'g'rilangan kuchlanishni kamaytirsam to'g'rilagichni reaktiv quvvati oshadi, elektr tarmoqni reaktiv tok bilan yuklanishi, aktiv energiya va kuchlanishni isrofini ko'payishiga olib keladi. Bu isrofini kamaytirishda to'g'rilagichni ikki xil yo'li bor: tashqi va ichki kompensatsiya.

Tashqi kompensatsiya bir qancha kompensatsiya qurilmalaridan - tarmoqqa reaktiv quvvat generatsiyalanayotgan - kondensator batareyalari, sinxron kompensatorlar, rostlanadigan va rostlanmaydigan reaktiv quvvat manbalaridan tashkil topgan.



18-Rasm. Kompensatsiyalovchi o'zgartgich agregati prinsipial sxemasi.

Bu sxema fazalararo 3 fazali kondensatorlar guruxi ventil kuchlanishi nisbatiga ko'ra faza toklarin siljishini hosil qiladi.

Nosinoidallik va yuqori garmonika muammosi - hozirda kuchli elektr qabul qilgichlar: elektr payvandlar, po'lat quyuvchi yoy pechlari,

boshqarilmaydigan va boshqariladigan ventil o'zgartgichlar qo'llash bilan paydo bo'ldi.

Hozirgi kundagi yuqori garmonika muammosi elektr tarmoqlardagi elektroenergiya iste'molchilarini elektromagnit moslik muammosini bir qismidir. Tiristorli o'zgartgichlar uchun yuqori garmonikasini quyidagi ifodalardan aniqlanadi $n = mk + 1$

bu yerda: m-faza to'g'rilagichlar soni. k-tabiiy qatorlar soni.

Agarda 6-fazali o'zgartgichlar sxemasi n=5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25 va boshqalar.

Agarda 12-fazali sxemada n=11, 13, 23, 25, 35, 37 va boshqalar. Agarda 24-fazali o'zgartirish sxema n=23,25,47,49,71,73, va boshqalar.

Ventil o'zgartgichlar ta'minlash tarmog'ida iste'mol qilayotgan toki buzilgan holatda bo'lish, asosiy garmonika toki ta'minlash kuchlanishidagi fazaga nisbatan siljish hisobiga bo'ladi. Bu shuni ko'rsatadiki ta'minlash tarmoqida yuqori garmonikalar hosil bo'lib, tarmoqdan reaktiv quvvat iste'mol qiladi. Bu esa boshqa iste'molchilar iste'mol qilayotgan elektro energiyani isrofini oshishga va energiya sifati buzilishiga olib keladi.

Tok va kuchlanishlarni yuqori garmonikasi elektr o'lchash asboblarning xatoliklariga sabab bo'ladi. Amalda induksion aktiv va reaktiv energiya hisoblagichlari xatoliklarni oshishiga olib kelish katta ahamiyat kasb etadi. Ko'pgina hollarda bu o'lchash asboblari anchagina katta bo'lgani xatoligi 10% oshishiga olib keladi. Bu xatolikni oqibatlarini elektr energiyani hisoblashda o'zini salbiy tomonini namoyon qiladi. Nosinusoidal kuchlanishni egri ko'rinishi ventil o'zgartgichlar ish faoliyatiga qarshi ta'sir ko'rsatadi va bu to'g'rilagich tokini buzilishiga olib keladi.

Elektrota'minot tarmoqining 1000 Gs chastotada ishlashi yuqori rezonans xodisasini ro'y berishiga sabab bo'lib, kuchlanishni rezonans garmonik chastotasiga ta'sir ko'rsatish qiymatini oshishiga olib keladi.

Shunday qilib elektr tarmoqlarida yuqori garmonika me'yorini buzilishini temir yo'l elektr ta'minotida quyidagi qarshi ta'sirlarni keltirib chiqaradi.

1) tarmoq elementlarida aktiv quvvat va elektro energiyani qo'shimcha isroflarni keltirib chiqaradi.

2) quvvat koeffisientini pasayishi.

3) kondensator batareyalarini qo'llashni chegaralaydi. Chunki bu holatda rezonans hodisasi yoki yuqori garmonika chastotalariga o'ta yaqin bo'lgan rejimlarini paydo qiladi.

4) elektr qurilmalarni izolyatsiyasini eskirishni tezlatadi.

5) to'g'rilangan kuchlanish tarmoqida yuqori garmonika toklari paydo qiladi.

6) aktiv va reaktiv energiyani hisobga oluvchi hisoblagichlarda hatolikni oshishiga olib keladi.

7) uch fazali kollektor dvigatellarda kommutatsiyada salbiy holatlarni.

8) bir necha xil rele himoyalarda noto'g'ri ishlash holatni, sifat buzilishiga, boshqaruvlarni buzilishga olib keladi.

Yuqori garmonika paydo bo'lishi elektr ta'minot tarmoqlarning ishini me'yorini kamaytiradi. Hozirgi kunda yuqori garmonikalarni kamaytirish choralarini elektr tarmoqda quyidagicha.

- Elektr ta'minot sxemalarini rasional tuzish.

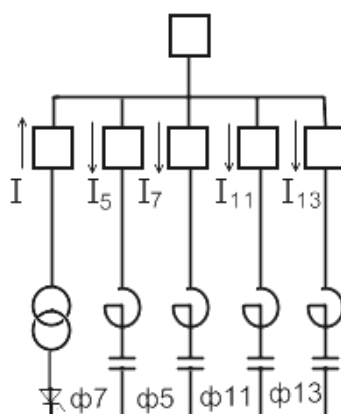
- Ko'p fazali to'g'irlagich sxemalar qo'llash.

- Rezonans filtrlarini qo'llash.

Yuqori garmonikani me'yorini kamaytirishi to'g'irlanma fazalar soni oshish bilan amalga oshiriladi. Ammo anod transformatorlarini ko'p faza soni to'g'irlashda qo'llash uni murakkabligini, qimmatligi, ishonchsizligi sababli qo'llashni taqidlaydi. Shuning uchun kuchli o'zgartgichlarda 12-fazali to'g'irlagich rejimlaridan katta bo'lmagan o'zgartgichlar qo'llash mumkin. Yana bir tarmoqlardagi yuqori garmonikani kuchlanish va toklarni chegaralanish bu

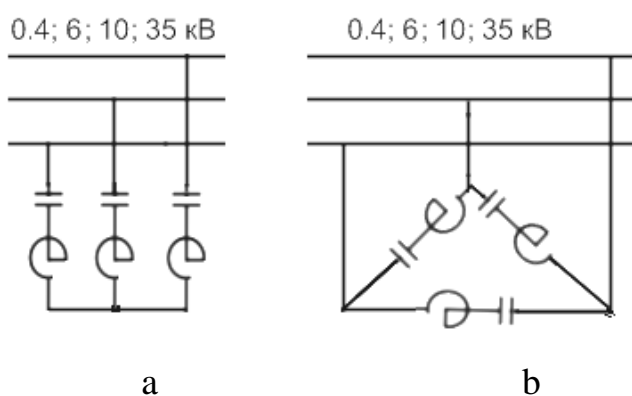
seksiyalarida biri bu kuch filtrlarni qo‘llab filtr bilan rezonansi roslash tavsiya qilinadi.

Filtrning tarkibiy qismi aniqlangan chastota garmonikasiga rostlanuvchi ketma ket ulangan induktivlik va sig‘im konturidan tashkil topgan. Yuqori garmonika tok filtrni tarkibiy qarshiligi: $X_{f,n} = X_L n - X_C / n$ bu yerda X_L , X_C - mos ravishda sanoat chastotasi tokida ishlovchi reaktor va kondensator batareyalari qarshiliklari.



19- rasm. 5, 7, 11 va 13 garmonika filtrlarini ulanish sxemasi.

20-rasmda filtrlarni uch fazali tarmoqqa ulash sxemasi ko‘rsatilgan.



20-Rasm. Yuqori garmonika kuch rezonans filtrlari sxemasi.

a-yulduz ulanishda; b-uchburchak ulanishda.

1.5. O‘zgartgich qurilmalarni elektr texnik qurilmalarida qo‘llashda yuzaga keluvchi texnik noqulaylik.

Elektr ta'minotida ventel o'zgartgichlarini keng qo'llashda ularni ta'minlash tarmoqiga ta'sirini kamaytirish birinchi navbatda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash savolini yechishdagi asosiy muommalardan biri bo'lib qolmoqda. Ma'lumki, reaktiv quvvatni kompensatsiya uchun kondensator batareyalaridan foydalanish ayniqsa keng qo'llaniladi. Bu ularni boshqa tur reaktiv quvvat kompensatorlari oldida bir muncha afzalliklarga egaligidan dalolat beradi. Qat'iyat bilan aytiladiki ularni yuqori va past kuchlanishlarga mosligi kichik aktiv quvvat iste'moli ($0.0025-0.005\text{kVt/kVar}$) eng kam solishtirma narxini (1kVar uchun), oddiy ekspulatsiyasi; oddiy ishlab chiqarish montaji; har qanday quruq binolarda o'rnatilishiga mosligi bu ularning eng katta avfzaliklaridir.

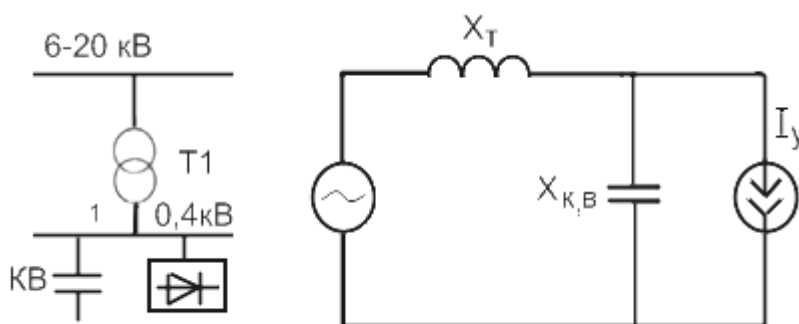
Ammo nochiziq yuklamalarda paydo bo'ladigan yuqori garmonikalari bo'luvchi tarmoqlarda, oddiy reaktiv quvvatni kompensatsiyalovchi qurilmalarni qo'llashda ayrim texnik noqulayliklarga egaligini ko'rsatib o'tamiz.

Keskin o'zgaruvchan reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun kondensator batareyalari bilan birga mexanik o'chirgichlar yordamida uning seksiyasini o'chirish va yoqish yo'lida noqulaylik bilan ko'rsatiladi. Bu yana uning yuqori tan narxi, mexanik o'chirgichni past mustaxkamligi bilan xarakterlanadi. Bundan tashqari ta'minlash tarmoqida kondensator batareyalarni yoqishda sodir bo'ladigan katta tokli kommutatsion zarbalar va nochiziq yuklamalarda paydo bo'ladigan yuqori chastota garmonikalari kondensator batareyalari uchun yoqimsiz hollatlar bilan izohlanadi. Ta'minlash tarmoqlaridagi yuqori garmonikalarni kondensator batareyalarini ish protseslarini tadqiq qilishda ayniqsa ventel o'zgartgichlarini qo'llashdagi elektrlashgan temir yo'l tarmoqlardagi kondensator batareyalari ishlatishda amaliy ahamiyatga egadir.

Kondensator o'ta yuklanish toklari 30% gacha, kuchlanish esa 10% gacha oshirishga ruxsat beriladi. Amalda esa rezanans hisobiga yuklama toki 400%-500% gacha yetish mumkin. Kondensator batareyalarini quvvat va

oʻrnatish joyini tanlashda nohiziq yuklamada hosil boʻladigan rezonans kuchlanish va tokini hisobga olish zarur boʻladi. Nosinusoidal kuchlanish sharoitidagi kondensator batareyalarini ishini koʻrib chiqishda taʼminlash tarmoqini yuqori garmonikasi bilan kondensator batareyasini oʻzaro mosligini hisobga olish zarur.

21-rasmda tiristorli oʻzgartgich taminlanayotgan va reaktiv quvvatini kompensatsiyalash uchun oʻrnatilgan kondensator batareyalarini taqsimlash tarmoqi koʻrsatilgan.



21-rasm. Oʻzgartgich transformatoriga ulangan kondensator (a) va uni almashish sxemasi (b)

Korxonalar ish tajribasidan maʼlumki, nosinusoidal kuchlanishli tarmoqlarda qoʻllanilayotgan kondensator batareyalari qavarish va yeyilishlar hisobga koʻp hollarda ishdan chiqadi. Kondensatorlarni tez ishdan chiqishga ularni toklari yuqori garmonika yuklamalarini taʼminlagandan, kondensator batareyalari tarmoqni chastota xarakteristikasini oʻzgarish hisobiga sodir boʻladi. Shunday qilib ventil oʻzgartgichli elektr tarmoqdagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun foydalanish muammolidir. Har bir bir holat uchun guruh rezonans garmonika batareyalarini yuklamasi uchun hisoblashni talab qiladi. Bunday hisoblashlarni ayniqsa kondensator batareyalarini kichik sigʻimi qurilmalarida garmonikagacha boʻlgan jarayonni yuqori aniqlikda boʻlishi kerak.

2-BOB. ELEKTR ENERGIY SIFATINI KO'RSATUVCHI SASOSIY KATTALIKLAR

2.1. Elektr energiya sifatini belgilovchi ko'rsatgichlar

Elektr uskunalari va jihozlari maolom bir elektr magnet muhitda ishlashi uchun mo'ljallangan. Bir-birining ishlashiga salbiy ta'sir qiluvchi, induktiv bolangan va u yoki bu darajada bir-biriga xalal beradigan elektr ta'minot tizimi va unga ulangan elektr jihozlari va uskunalaridan iborat tizimni "*elektromagnet muhit*" deb atash qabul qilingan. Mavjud elektromagnet muhitda normal holatda ishlaydigan qurilmalar uchun texnik jihozlarning elektromagnet joylashtirilishi to'risida gapirilishi mumkin.

Elektromagnet muhitga qo'yiladigan talablar ushbu talablarga mos keladigan sharoitlarda ishlashi kafolatlanadigan qurilmalarni yaratishga imkon beradigan standartlar bilan mustahkamlanadi. Standartlar elektr tarmoqlaridagi hxalaqitlarning ruxsat etiladigan elektr energiyasi sifatini xarakterlaydigan va elektr energiyasining sifat ko'rsatgichlari (ESK) deb ataladigan kattaliklarni belgilab beradi.

Tabiiyki, texnikaning evolyusion o'zgarishi bilan elektromagnet muhitga qo'yiladigan talablar ham kuchayib boradi. Elektr energiya sifatiga qo'yiladigan 1967 yildagi GOST 13109 bo'yicha qabul qilingan bizdagi talablar yarim o'tkazgichli texnikalarning rivojlanishi bilan 1987 yilda, shuningdek mikroprotessorli texnikalarning rivojlanishi munosabati bilan 1997 yilda qayta ko'rib chiqildi.

Elektr energiyasining sifat ko'rsatgichlari "Elektr energiyasi texnik jihozlarning elektromagnet mosligi. Umumiy tavsiyali elektr ta'minot tizimlarida elektr energiyasining sifat normalii" Halqaro GOST 13109-97 standarti bo'yicha aniqlanadi.

Elektr energiya istemolchilari uzlariga yuklatilgan vazifalarni maolom bir sharoitlardagina tula-tukis bajarishlari mumkin. Bunday sharoitlarni belgilovchi parametrlar *elektr energiya sifati* deb yuritiladi. Sifat belgilarining istalgan tomonga oishi energiyadan chala foydalanishga sababchi buladi. Shuningdek, elektr kurilmalari va jihozlardan foydalanmaslikka va ishlab chikarilayotgan mahsulot kam bulishiga va boshkalarga sababchi buladi.

Elektr energiyasi sifat muammosini hal kliishda iktisodiy, matematik va texnik aspektlar kurulishi kerak. Iktisodiy aspekt uziga elektr ta'minotida sifasiz energiya istemol kilgandagi zararlarni hisoblash usullarini yaratishni kuzda tusa, matematik aspekt sifat ko'rsatkichlarini u yoki bu usullar bilan hisoblashni, texnik aspekti esa texnik vosita va tadbirlarni yaratib, sifatini kutarishni va sifat belgilarini nazorat hamda boshkaruv usullarini yaratish va ishlab chikarishni kamrab oladi.

Umuman olganda «Elektr energiyasi sifati» deganda energiya tizimning asosiy parametrlarining urnatilgan normadagi qiymatlarga tugri kelishi va shu qiymatlar bilan energiyani ishlab chikarish, uzatish va taksimlash tushuniladi.

Elektr energiya sifati qiymati kuchlanish va chastotalar oishi, ularning uzgarish kulami, elektr qiymatlarining nosinusoidalligi, kuchlanishlar nosimmetriyaligi bilan belgilanadi.

Chastotaning oishi bu – 10 minut oraligida chastotaning hakikiy qiymatini nominal qiymatdan farkini ko'rsatuvchi urtacha qiymat. Normal xolatda chastotaning oishi nominal qiymatdan $\pm 0,1$ Gs uzgarishi ruhsat etiladi. Kiska vakt ichida esa $\pm 0,2$ Gs ga uzgarishi mumkin.

Chastotaning tebranishi bu – chastotaning uzgarish tezligi sekundiga 0,2 Gs dan kichik bulmaganda, rejim parametrlarining tez uzgarishida asosiy chastotaning eng yukori va eng kichik qiymatlari orasidagi fark hisoblanadi.

Chastotaning tebranishi, oishga ruxsat berilgan $\pm 0,1$ Gs dan tashkari, $\pm 0,2$ Gs dan oshishi mumkin emas.

$$\delta f = f_{\max} - f_{\min} \quad ; \quad \delta f \% = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_{HO.M}} * 100\%$$

2.2.Elektr tarmoqlarida kuchlanish tebranishi

Elektr istemolchilar tez o'zgaruvchan zarbiy yuklama bilan ishlaganda elektr tarmoqida istemol qilayotgan quvvatda kuchli silkinish sodir bo'ladi. Buning natijasida elektr tarmoqda kuchlanish katta ko'lamda o'zgaradi. Bu o'zgarishlar prokat, mexanizm yuritkichlari, yoyli elektr pechlar, payvandlash mashinalari ishlashi oqibatida bo'ladi. Natijada shu tarmoqqa ulangan boshqa ishlariga ham manfiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, kontakt payvandlash mashinalarida hatto juda kichik vaqt ichida kichik tebranish ham payvand choki sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

Kuchlanish tebranish vaqtida, agar kuchlanish nominaldan 15% dan tushib kesa, u holda ishlayotgan elektr yuritkichlarda magnit yurgizuvchilar uchib qolishi mumkin. Sinxron yuklamaga ega korxonalarda kuchlanish tebranishi elektr yuritmani sinxronizmdan chiqarishi va natijada texnologik jarayonning buzilishiga sabab bo'ladi.

Kuchlanish tebranishi yoritish uskunalariga ham yomon ta'sir ko'rsatadi. Buning natijasida mashinalar uchib yonadi. Lampalarning o'chib yonishi insonlarga uzoq vaqt davomida ta'sir etishi mumkin.

Keskin o'zgaruvchi yuklamalar bilan ishlaydigan yirik sinxron motorlarida kuchlanish tebranishi metodlarni o'tkinchi rejimda ishlashga majbur qiladi va natijada u qabul qiladigan quvvat nominaldan ortiq bo'ladi.

Elektr tizimida kuchlanish tebranishi natijasida aktiv quvvatning ΔR va reaktiv quvvatining ΔQ ga ortishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma U = \frac{\Delta P z \pm \Delta Q x}{S_k z} = \frac{\Delta P \frac{r}{x} + \Delta Q}{S_k \frac{z}{x}}$$

bunda σU – nisbiy birlikdagi kuchlanish yo‘qotilishi;

ΔP va ΔQ – uch fazali elektr istemolchilarning aktiv va reaktiv quvvatlar o‘zgarishi;

r va x – fazalar aktiv va reaktiv qarshiliklari;

z – to‘liq qarshilik;

S_k – kuchlanish tebranishi tekshirilayotgan nuqtadagi qisqa tutashish quvvati.

Elektr tarmoqi elementlari aktiv va reaktiv qarshiliklar nisbati $\frac{r}{x}$ quyidagicha:

Havo liniyalari (110, 220kV)	0,125÷0,5;
Kabel liniyalari (6, 10kV)	1,25 ÷5;
Tok o‘tkazgichlari (6÷10kV)	0,04÷0,11;
Transformatorlar (2,5÷6,3)	0,06÷0,143;
Transformatorlar (63÷500MVA)	0,02÷0,05;
Reaktorlar (6÷10, 1000A gacha)	0,02÷0,067;
Par turbinali generatorlar (12÷60 MVt)	0,012÷0,02;
Par turbinali generatorlar (100÷500 MVt)	0,0075÷0,01:

Taqsimlovchi tarmoqlardagi nimstansiyalar 0,067 va yuqori.

Shunday qilib, kuchlanish o‘zgarishi ko‘lami asosan ta’minlovchi manbaning qisqa tutashish vaqtidagi quvvati bilan aniqlanadi.

Tarmoqdagi kabellardan tashqari barcha elementlarning aktiv qarshiligi induktiv qarshiliklardan kichikdir. Shuning uchun r/x ning natijaviy ifodasi deyarli ta'sir ko'rsatmaydi. Bu holda tez o'zgaruvchan zarbiy yuklama hosil qiladigan kuchlanish tebranishini hisoblash osonlashadi.

Kuchlanish tebranishini hisoblashda yuqoridagi keltirilgan r/x munosabat o'rtacha 0,1÷0,03 chegarasida yotadi. Bunda z/x munosabati taxminan 1 ga teng.

$$\delta U = \frac{(0.1 \div 0.03)\Delta P \pm \Delta Q}{S_K}$$

Shu holatlarni hisobga olgan holda tarmoqdagi r/x elementlarning kichik munosabatini nazarda tutib, aktiv qarshilikni hisobga olmasak ham bo'ladi. U holda kuchlanish tebranishini soddaroq formula orqali aniqlasa bo'ladi:

$$\delta U = \pm \frac{\Delta Q}{S_K}$$

Shunday qilib kuchlanish o'zgarishi ko'lami asosan ta'minlovchi manbaning qisqa tutashish vaqtidagi quvvati bilan aniqlanadi.

Elektr energiyasining sifat ko'rsatgichlarini meyorlash

2-jadval

	ESK ning nomlanishi	Eohtimoli katta bo'lgan sabab
Kuchlanishni chetlanishi		
δU_y	Kuchlanishni barqarorlashgan chetlashuvi	Istemolchining yuklama grafigi
Kuchlanishni tebranishi		

δU_t	Kuchlanish o'zgarishini ko'payishi	O'zgaruvchan keskin yuklamali istemolchi
P_t	doza flikera	
Uch fazali tizimdagi kuchlanish nosimmetriyasi		
K_{2U}	Teskari ketma ketligi bo'yicha kuchlanish nosimmetriya koeffisienti	Nosimmetrik yuklamali istemolchi
K_{0U}	Nol ketma ketlik bo'yicha kulanish nosimmetriya koeffisienti	
Kuchlanish egriligining nosinusoidallik shakli		
K_U	Kuchlanish egriligi nosinusoidalligini buzilish koeffisienti	Chiziqli bo'lmagan yuklamali istemolchi
$K_{U(n)}$	Kuchlanish n –garmonik tashkil etuvchisining koeffisienti	
Boshqa ko'rinishlari		
Δf	Chastota chetlanishlari	Tramoqning o'ziga xos ishlashi, iqlimiy sharoitlar yoki tabiat hodisalari
Δt_p	Kuchlanish barbod bo'lishining davomiyligi	
U_{imp}	Impulsi kuchlanish	
K_{perU}	Vaqtinchalik o'ta kuchlanish koeffisienti	

Elektr tarmoqlarida yuz beradigan ko'pgina hodisalar va elektr energiyasi sifatining yomonlashuvi elektr tarmoqlari va elektr qabul qiluvchilarning o'zaro hamkorlikda ishlashini o'ziga xosligidan kelib chiqadi.

Ettita ESK asosan qo'shni istemolchilar foydalanuvchi elektr tarmoqi qismlaridagi kuchlanish yo'qolishi (tushishi) oqibatida yuz beradi. Elektr tarmoqi qismlarida kuchlanish yo'qolishi (K) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: :

$$\Delta U_k = (P_k \cdot R_k + Q_k \cdot X_k) / U_{nom}$$

Bu yerda aktiv (R) va va reaktiv (X) elektr tarmoqining K-qismidagi qarshiliklari deyarli o'zgarmaydi, K-qismidagi aktiv (R) va reaktiv (Q) quvvatlar o'zgaruvchan bo'lib, bu o'zgarishlarning xarakteri elektromagnit xalaqitlarning shakllanishiga ta'sir qiladi:

- Yuklamaning grafigi asosida sekin o'zgarishi tufayli kuchlanishda chetlashishlar;
- Yuklamaning keskin xarakterdagi o'zgarishi tufayli –kuchlanish tebranishlari;
- Elektr tarmoqi fazalari bo'yicha yuklamaning nosimetrik taqsimoti tufayli uch fazali tarmoqda kuchlanish nosimetriyasi;
- Chiziqli bo'lmagan yuklamalarda kuchlanish egriligi shaklining nosinusoidalligi;

Bu hodisalarga nisbatan olib qaralganda elektr energiyasi istemolchilari u yoki bu darajada uning sifatiga ta'sir ko'rsatish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Elektr energiyasining sifatini yomonlashtiruvchi boshqa omillarning barchasi asosan tarmoq ishlashining o'ziga xosligi, iqlim sharoitlari yoki tabiiy hodisalarga boliq. Shuning uchun bularga istemolchi ta'sir o'tkaza olmaydi, u faqat maxsus vositalar yordamida o'z elektr asboblarini himoyalay oladi. Buni tez ta'sir qiladigan himoya qurilmalari yoki kafolatlangan ta'minlovchi (UPS) qurilmalar orqali amalga oshirishi mumkin.

2.2.1. Kuchlanish tebranishini chegaralovchi qurilmalar

Birinchi navbatda eng kam qo‘shimcha sarf–harajatlarni talab etadigan quyidagi elektr ta‘minoti sxemasining optimal (qulay) yechimlari ko‘zda tutilgan:

–yuqori kuchlanish manbalarini keskin o‘zgaruvchan yuklamali elektr qabul qiluvchiga yaqinlashtirish;

–keskin o‘zgaruvchi va sokin yuklamalari ayrim transformator–lardan ta‘minlash;

–keskin o‘zgaruvchi yuklamali elektr qabul qiluvchilarni ta‘minlovchi tarmoqlardagi qisqa tutashuv quvvat optimal darajasini 750–10000 MVA chegarasida ushlab turishga erishish.

Agarda bu tadbirlar yetarli bo‘lmasa, u holda kuchlanish o‘zgarish ko‘lamini kamaytirish uchun maxsus qurilma va uskunalarni qo‘llash ko‘zda tutiladi.

Maxsus tez ishlaydigan sinxron kompensatorlar (SK).

Kuchlanish tebranishi chegaralaydigan eng samarador vositasi bo‘lib tezkor tiristorli qo‘zgakichli, qo‘zatishni bir necha barobar tezlash–tiradigan, elektr energiya istemolchisiga ulangan va qo‘zatish rejimida ishlaydigan maxsus ko‘rsatkichli turtki yuklamali sinxron kompensatori (SK) xizmat qiladi. SK ning quvvatini kompensatsiya qilinuvchi oboekt–ning yuklama grafigi parametrlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

Reaktiv tokni rostlash shuni ko‘zda tutiladiki, bunda SK ning siimli reaktiv toki induktiv xarakterga ega bo‘lgan turtki reaktiv yuklamaga mos kelishi kerak.

Sinxron dvigatellar. Keskin o‘zgaruvchan turtki yuklamalarda kuchlanish o‘zgarishi ko‘lamini chegaralash uchun ventil o‘zgartkichlar bilan umumiy shinaga ulanadigan sokin yuklamali sinxron dvigatellardan (SD) foydalaniladi.

Bunda SD kerakli darajadagi quvvatga, eng yuqori darajadagi tezkor qo‘zatishtga (tiristorli) va qo‘zatishtni avtomatik rostlaydigan tezkor qurilmaga ega bo‘lishi darkor.

2.3. Kuchlanish va toklar shakllarining nosinusoidalligi

Tarmokning nosinusoidalligi kuchlanish egriligining nosinusoidallik koeffisienti bilan xarakterlanadi va kuydagi formuladan topiladi:

$$K_{nc} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_1} 100\% \approx \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_{HOM}} 100\%$$

bu yerda U_v - v -chi garmonikadagi kuchlanishning ta’sir kiluvchi qiymati, U_1 - birinchi eng asosiy garmonikaning ta’sir kiluvchi qiymati.

Nosinusoidallik koeffisienti har kandy istemolchilarda 5% dan oshmasligi kerak.

Kuchlanish nosimmetriyaligi deganda fazaviy yoki liniyaviy kuchlanishlarining amplitudaviy yoki fazaviy burchak siljishlarining uzaro teng bulmasligi tushuniladi.

Nosimmetriyaning normalangan ko‘rsatkichi bu teskari yunalgan kuchlanish U_2 bulib hisoblanadi va u quyidagicha aniklanadi:

$$\varepsilon_2 = \frac{U_2}{U_{HOM}} 100\%$$

Bu koeffisientning ruhsat etilgan qiymati 2%.

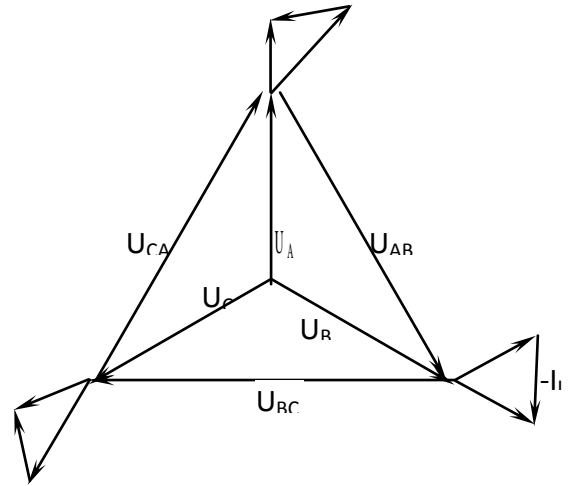
Elektr energiya sifat ko‘rsatkichlarining meoyoridan uzgarishi elektr ta’minoti sistemasida elektr energiya isrofiga, elektr kurilmalarining ishonchli ishlash darajasini pasayishiga, texnologiya jarayonlarining buzilishi va mahsulot ishlab chikarishning kamayishiga olib keladi.

$$\Psi = \left\{ \begin{array}{l} (47U^2 - 7.55U + 1)K_3^2, \text{ agar } 0,2 \leq U \leq 0 \\ K_3^2, \text{ agar } 0 \leq U \leq 2,0 \end{array} \right\}$$

Bu yerda K_z – yuritgichning yuklanish koeffisienti.

2.4. Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya istemolchilari ishiga ta'siri

Kuchlanish nosimmetriyasi elektr energiya isrofini oshishiga va sanoat korxonalar elektr ta'minoti sistemasining hamma zvenolari va elektr jihozlari ishonchliligini kamaytiradi. Sinxron mashinalarning qo'shimcha qizib ketishi va statordan teskari ketma–ketlik toklari oqishi natijasida ularda isrof ko'payadi, bu esa asosiy aylantiruvchi momentga teskari bo'lgan moment hosil bo'lishiga olib keladi. Norma bo'yicha elektr mashinalarning teng



bo'lmagan faza toklarida uzoq ishlashi turbogenerator va sinxron kondensatorlar uchun faza toklari farki statorning nominal tokidan 10% dan, gidrogeneratorlar uchun esa 20% dan oshmasligi kerak.

Asinxron yuritkichlarda nosimmetriya qo'shimcha qizib ketishga

va aylantiruvchi momentga teskari bo'lgan moment hosil bo'lishiga olib keladi. Unchalik katta bo'lmagan kuchlanish nosimmetriyasida ham teskari ketma–ketlik hosil bo'ladi, bu tok tugri ketma–ketlik tokiga ustma–ust tushadi. Bu holda motor qizib ketishi natijasida motor quvvati kamayib izolyatsiyasining eskirishi tezlashadi. Kuchlanish nosimmetriyasi 4% bo'lganda to'la quvvat bilan ishlab turgan asinxron yuritgich ishlash muddati 2 marta kamayadi.

Kuchlanish nosimmetriyasi tufayli ko'p fazali ventilli to'rilagichlarning ishlashi yomonlashadi. Faza kuchlanish–larining notengligi oqibatida to'rilangan

kuchlanishning pulsatsiyasi bir muncha ortib ketadi. Kuchlanish nosimmetriyasi tiristorli o'zgart-gichlarning boshqaruv sistemasiga ham o'zining sezilarli salbiy ta'sirini ko'rsatadi.

Kuchlanish nosimmetriyasida kondensator batareyalari reaktiv quvvatini fazalar bo'yicha notekis yuklanishi natijasida kondensatorlarda o'rnatilgan reaktiv quvvatdan to'liq foydalanishga erishilmaydi. Bunda nosimmetriya bo'lgan fazada reaktiv quvvatni tarmoqqa kaytarilishi boshqa fazalarga nisbatan ancha kam bo'lgani uchun kondensator batareyalarining nosimmetriya darajasi yanada oshadi.

2.4.1.Kuchlanishdagi chetlashishlar.

Kuchlanish chetlashishi –elektr ta'minoti tizimining barqaror ish rejimida kuchlanish haqiqiy qiymatining uning nominal qiymatidan farqi tushuniladi.

Kuchlanish chetlashishi tarmoqning u yoki bu nuqtasida yuklama o'zgarishi ta'sirida uning grafigiga mos holda amalga oshadi.

Elektr jihozlarning ishlashiga kuchlanish chetlashishlari quyidagicha ta'sir o'tkazadi:

Texnologik qurumlarda:

- Kuchlanish pasayganda texnologik jarayon sezilarli darajada yomonlashadi, uning davomiyligi ortadi. Ishlab chiqarishning tan narxi ortadi.
- Kuchlanish ortganda jihozlarning xizmat muddati qisqaradi, avariya holati ehtimolligi ortadi.
- Kuchlanishning sezilarli cheklanishlarida texnologik jarayonlarda uzilishlar ro'y berishi mumkin.

Yoritish tizimlarida:

- Yoritish lampalarining xizmat muddati qisqaradi. Masalan kuchlanishning 1.1 U nom qiymatida cho‘lanma lampalarning xizmat muddati 4 martaga qisqaradi.
- Kuchlanishning 0.9 U nom qiymatida cho‘lanma lampasining yorulik oqimi 40 %, lyuminisent lampasini esa 15% kamayadi.
- Kuchlanishning 0.9 U nom qiymatidan kam qiymatida lyuminisent lampalar miltilab qoladi, 0.8 U nom bo‘lganda yonmay qoladi.

Elektr yuritmalarida:

- Assinxron dvigatel qisqichlaridagi kuchlanish 15% pasayganda moment 25% kamayadi. Dvigatel ishga tushmasligi yoki umuman to‘xtab qoladi.
- Kuchlanishning kamayganda tarmoqdagi tok kuchi ortadi, bu esa o‘ramlarning qizib ketishiga va dvigatel xizmat muddatining qisqarishiga olib keladi. Kuchlanishning 0.9 U nom qiymatida uzoq vaqt ishlagan dvigatelning xizmat muddati ikki martaga qisqaradi.
- kuchlanishning 1% ga ortishi dvigatel reaktiv quvvatining 3-7 %ga ortishiga olib keladi. Yuritmalar va tarmoqlarning effektivligi pasayadi.

Elektr tarmoqlari yuklamalarining umumlashtirilgan tuguni (o‘rtacha yuklama) quyidagilardan iboratdir:

- 10 % maxsus yuklama (masalan Moskvada bu metro ≈ 11 %);
- 30 % yoritish va boshqa sohalar;
- 60 % asinxron elektrodvigatellar;

Shuning uchun qabul qiluvchilarning qisqichlaridagi normal va ruxsat etilgan chegaraviy barqarorlashgan kuchlanishning qiymatlari GOST 13(09-97) bo‘yicha mos ravishda quyidagicha belgilab qo‘yilgan: $\delta U_{y_{nor}} = \pm 5\%$, $\delta U_{y_{pred}} = \pm 10\%$ tarmoqdagi kuchlanishning nominal qiymati.

Bu talablarni kuchlanishning yo‘qolishini kamaytirish va kuchlanishni meoyorlash orqali ta’minlash mumkin.

Kuchlanish yo'qolishi

$$\Delta U = (P \cdot R + Q \cdot X) / U_{SP (TP)}$$

Kuchlanish yo'qolishini quyidagi amallar yordamida kamaytirish mumkin:

- yelektr uzatish liniyalarining kesimini kuchlanish yo'qolishi shartlaridan kelib chiqqan holda tanlash;
- liniya reaktiv qarshiligi (X) uchun ko'ndalang siim kompensatsiyasini qo'llash. Ammo bu X-0da qisqa tutashuv toklarining ortib ketishi bilan xavflidir;
- kondensator qurilmalari va qayta uyonish rejimida ishlovchi sinxron elektrodvigatellar yordamida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash orqali.
- Kuchlanish yuqolishni kamaytirishdan tashqari elektr tarmoqlarida elektr energiya yuqolishini ta'minlovchi tadbirlardan biri reaktiv quvvatni kompensatsiyalash ham energiyani tejashda samaradorlik usuli bulib hisoblanadi. Kuchlanishni quyidagi yullar bilan roslash mumkin. 1) Ta'mirlash markazidagi kuchlanishni roslash (U_{TM}) yuklama qiymatiga boliq holda transformatsiya koeffisienti avtomatik roslash qurilmasi bilan jihozlangan transformatorlar orkali signalni oshiradi .Bu jarayon yuklama ostida roslash(YuOR)deyiladi.Bunday qutilma bilan~10%transformatorlar jihozlangan.Ularni roslash diapazoni 1.78% diskretlik bilan $^+_{-}16\%$ ni tashkil qiladi .2) Kuchlanish oraliq trnsf-ormator podstansiyalarida ham (U_{tp}) rostlanish mumkin .Bunday transfor-matorlar uramlardagi kavsharlangan chiqishlarni turli transformatorma- torlash koeffisientiga ega bulgan uchlariga ulovchi qurilmalar bilan jihozlangan.Bunday usulda roslash uyotishsiz ulash (UU) yaoni tarmoqdan uzib ulash deyiladi.Bunday roslash 2.5% diskretlik bilan $^+_{-}5\%$ ni tashkil etadi.GOST13109-97 belgilab quyilgan chegarada kuchlanishni ta'minlash uchun javobgarlik energiya bilan ta'minlovchining zimmasiga yuklatiladi. Haqiqatdan ham , birinchi(R)va ikkinchi (X) usullar tarmoqni loihalashtir- ishda tanlanadi va undvn keyin uzgartirilishi mumkin emas .Uchinchi(Q) va beshinchi(U_{tp}) usullar tarmoqdagi yuklamaning mavsumiy

uzgarishlarini rostdash uchun samaralidir. Istemochilarning kompensatsiyalovchi qurilmalarni butun tarmoqning ish rejimiga ya'ni energiya bilan ta'minlovchi ta'minlovchi tashkilotning ish rejimiga boliq holda markazlashgan tarzda boshqariladi.

2.4.2.Kuchlanish tebranishi

Turtinchi usul – ta'minot markazida kuchlanishni rostdash (U_{tm}) tarmoqning yuklama grafigiga mos holda energiya bilan ta'minlovchi tashkilot tomonidan kuchlanishni tezkor rostdashimkonini beradi. Elektr qabul qilgichlarning qisqichlardagi kuchlanishning barqarorlashgan chetlashish qiymatidan GOST-13109-97 bilan belgilab quyilgan .Istemolchining ulangan joyidagi kuchlanish uzgarishining chegaralari shu nuqtadan elektr qabul qilgichgacha bulgan kuchlanish tushishini inobatga olgan holda hisoblanish va elektr ta'minotini shartnomasida kursatilishi lozim.

Elektr istemolchilar tez uzgaruvchan zarbiy yuklama bilan ishlaganda elektr tarmoqida istemol kilayotgan kuvvatda kuchli silkinish sodir buladi. Buning natijasida elektr tarmokda kuchlanish katta kulamda uzgaradi. Bu uzgarishlar prokat, mexanizm yuritkichlari, yoyli elektr pechlar, payvandlash mashinalari ishlashi okibatida buladi. Natijada shu tarmokka ulangan boshka ishlariga ham manfiy ta'sir ko'rsatadi. Masalan, kontakt payvandlash mashinalarida hatto juda kichik vakt ichida kichik tebranish ham payvand choki sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

Kuchlanish tebranish vaktida, agar kuchlanish nominaldan 15% dan tushib kesa, u holda ishlayotgan elektr yuritkichlarda magnit yurgizuvchilar uchib kolishi mumkin. Sinxron yuklamaga ega korxonalarda kuchlanish tebranishi elektr yuritmani sinxronizmdan chikarishi va natijada texnologik jarayonning buzilishiga sabab buladi.

Kuchlanish tebranishi yoritish uskunalariga ham yomon ta'sir ko'rsatadi. Buning natijasida mashinalar uchib yonadi. Lampalarning uchib yonishi insonlarga uzok vakt davomida ta'sir etishi mumkin.

Keskin uzgaruvchi yuklamalar bilan ishlaydigan yirik sinxron motorlarida kuchlanish tebranishi metodlarni utkinchi rejimda ishlashga majbur kiladi va natijada u kabul kiladigan kuvvat nominaldan ortik buladi.

Elektr tizimida kuchlanish tebranishi natijasida aktiv kuvvatning ΔR va reaktiv kuvvatining ΔQ ga ortishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma U = \frac{\Delta P z \pm \Delta Q x}{S_k z} = \frac{\Delta P \frac{r}{x} + \Delta Q}{S_k \frac{z}{x}}$$

bunda σU - nisbiy birlikdagi kuchlanish yukotilishi;

ΔP va ΔQ - uch fazali elektr istemolchilarning aktiv va reaktiv kuvvatlar uzgarishi;

r va x - fazalar aktiv va reaktiv karshiliklari;

z - tulik karshilik;

S_k – kuchlanish tebranishi tekshirilayotgan nuktadagi kiska tutashish kuvvati.

Elektr tarmoqi elementlari aktiv va reaktiv karshiliklar nisbati $\frac{r}{x}$ quyidagicha:

Havo liniyalari (110, 220kV)	0,125÷0,5;
Kabel liniyalari (6, 10kV)	1,25 ÷5;
Tok utkazgichlari (6÷10kV)	0,04÷0,11;
Transformatorlar (2,5÷6,3)	0,06÷0,143;

Transformatorlar (63÷500MVA) 0,02÷0,05;

Reaktorlar (6÷10, 1000A gacha) 0,02÷0,067;

Par turbinali generatorlar (12÷60 MVt) 0,012÷0,02;

Par turbinali generatorlar (100÷500 MVt) 0,0075÷0,01;

Taksimlovchi tarmoklardagi nimstansiyalar 0,067 va yukori.

Shunday kilib, kuchlanish uzgarishi kulami asosan ta'minlovchi manbaning kiska tutashish vaktidagi kuvvati bilan aniklanadi.

Tarmokdagi kabellardan tashkari barcha elementlarning aktiv karshiligi induktiv karshiliklardan kichikdir. Shuning uchun r/x ning natijaviy ifodasi deyarli ta'sir ko'rsatmaydi. Bu holda tez uzgaruvchan zarbiy yuklama hosil kiladigan kuchlanish tebranishini hisoblash osonlashadi.

Kuchlanish tebranishini hisoblashda yukoridagi keltirilgan r/x munosabat urtacha 0,1÷0,03 chegarasida yotadi. Bunda z/x munosabati taxminan 1 ga teng.

$$\delta U = \frac{(0.1 \div 0.03)\Delta P \pm \Delta Q}{S_K}$$

Shu holatlarni hisobga olgan holda tarmokdagi r/x elementlarning kichik munosabatini nazarda tutib, aktiv karshilikni hisobga olmasak ham buladi. U holda kuchlanish tebranishini soddarok formula orkali aniklasa buladi:

$$\delta U = \pm \frac{\Delta Q}{S_K}$$

Shunday kilib kuchlanish uzgarishi kulami asosan ta'minlovchi manbaning kiska tutashish vaktidagi kuvvati bilan aniklanadi.

Kuchlanishlari tebranishlari –kuchlanish chetlashishlarini yarim davrdan bir necha sekund davomiylikkacha tez uzgarishi. Kuchlanish tebranishlari tarmoq yuklanishining tez uzgarishi natijasida yuz beradi. Impulsi keskin uzgaruvchan xarakterdagi aktiv va reaktiv quvvatni istemol qiladigan quyidagi kuchli elektir qabul qilgichlar kuchlanish tebranishlarining asosiy sababchilaridir.

-yoyli va induksion pechlar.

-elektir payvanlash qurilmalari va mashinalari .

-ishga tushirilayotgan elektrodvigatel.

2.4.3.Kuchlanish tebranishlarining elektir jihozlariga ta'siri

Keskin uzgaruvchi xarakterdagi kuchlanish chetlashishlari jihozlarning ishlashi samaradorligini va ishlash muddatini keskin kamaytiradi . Mahsulotlarning yaroqsiz chiqishiga sabab buladi .Avtomatik boshqarish tizimlarini ishdan chiqaradi va qurulma va jihozlarni buzadi.Masalan,kuchlanish amplitudasi ,kup hollarda esa fazaning tebranishlari mexanizim va tizimlarni harakatga keltiriluvchi elektrodvigatellarning siltanishini ,titrashni yuzaga keltiradi.

Ayniqsa bu hol quvurlar mustahkamligining kamayishiga va ular xizmat muddatining qisqarishiga olib keladi. Tebranishlar ko'lamining $\delta U_t = 29 \%$. dan ortishi magnit ishga tushuruvchilarini va relelar faoliyatini to'htatib qo'yadi.

Kuchlanish tebranishlari tufayli yoritish lampalaridagi yorulik oqimining pulsatsiyalari ham noxushliklar keltirib chiqaradi. Uning inson tomonidan fahmlanishi –flikler-insonni charchatadi, mehnat unumdorligini pasaytiradi, oxir oqibat uning soligiga putur yetkazadi. Inson tomonidan yorulik oqimi pulsatsiyalarini qabul qilish o'lchovi –flikler dozasiidir. Tebranishlar chastotasi 8,8 Gs va kuchlanish tebranishlari ko'lami 15% bo'lganda uning ta'siri eng

yuqori bo‘ladi. Bir xil kuchlanish tebranishlarida cho‘lanma lampalaridagi salbiy ta’sir gaz razryadli lampalarga qaraganda ko‘proq bo‘ladi.

Shuning uchun GOST 13109-97 bo‘yicha cho‘lanma lampalar bilan yoritiladigan binolarda kuchlanish o‘zgarishining ko‘lami (δU_{t}) ga qattiq normalar qo‘yilgan. Shuningdek, fliker dozasi (P_{t}) ham kuchli yoritiladigan holatlarda kuchli ko‘rish lozim bo‘lgan hollarda qatoyan norma bilan belgilangan.

GOST 13109-97 bo‘yicha kuchlanish tebranishining asosiy sababchisi o‘zgaruvchan yuklamali istemolchi ekanligi ko‘rsatib o‘tilgan.

2.4.4. Kuchlanish tebranishini chegaralovchi uskunalalar

Birinchi navbatda eng kam kushimcha sarf-harajatlar talab etadigan quyidagi elektr ta’minoti sxemasining optimal (kulay) yechimlari kuzda tutilgan:

- Yukori kuchlanish manbalarini keskin uzgaruvchan yuklamali elektr kabul kiluvchiga yakinlashtirish;
- Keskin uzgaruvchi va sokin yuklamalari ayrim transformatorlardan ta’minlash;
- Keskin uzgaruvchi yuklamali elektr kabul kiluvchilarni ta’minlovchi tarmoklardagi kiska tutashuv kuvvat optimal darajasini 750-10000 MVA chegarasida ushlab turishga erishish.

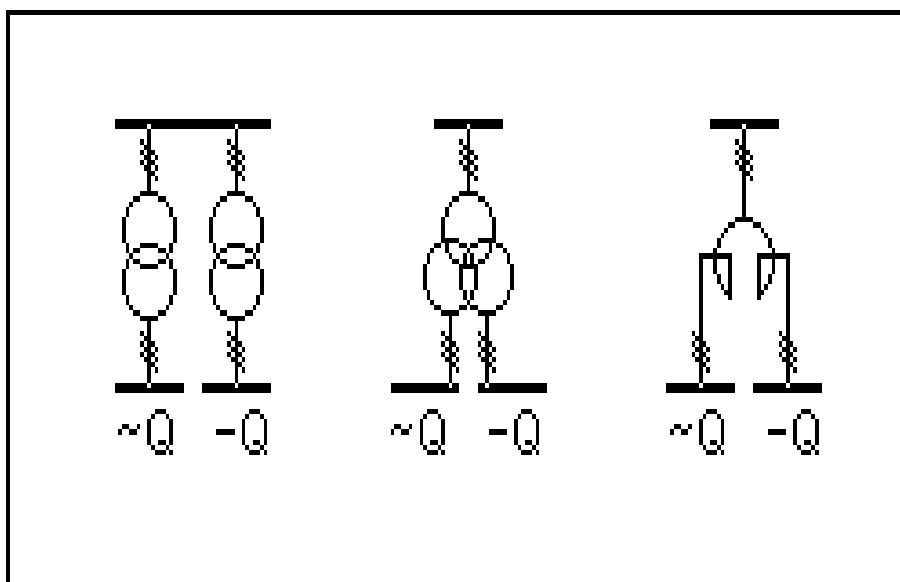
Agarda bu tadbirlar yetarli bulmasa, u holda kuchlanish uzgarish kulamini kamaytirish uchun maxsus kurulma va uskunalarni kullash kuzda tutiladi.

Maxsus tez ishlaydigan sinxron kompensatorlar (SK).

Kuchlanish tebranishi chegaralaydigan eng samarador vositasi bulib tezkor tiristorli kuzgatkichli, kuzgatishni bir necha barobar tezashtiradigan, elektr energiya istemolchisiga ulangan va kuzgatish rejimida ishlaydigan maxsus ko‘rsatkichli turtki yuklamali sinxron kompensatori (SK) hizmat kiladi. SK ning

kuvvatini kompensatsiya kilinuvchi oboektning yuklama grafigi parametrlaridan kelib chikkan holda aniklanadi.

$$\delta U_t \approx 10 \frac{\Delta Q \cdot X_{K3}}{U_{HOM}^2} \approx 10 \frac{\Delta Q}{S_{K3}}$$



Reaktiv tokni roslash shuni kuzda tutiladiki, bunda SK ning sigimli reaktiv toki induktiv xarakterga ega bulgan turtki reaktiv yuklamaga mos kelishi kerak.

Sinxron dvigatellar. Keskin uzgaruvchan turtki yuklamalarda kuchlanish uzgarishi kulamini chegaralash uchun ventil uzgartkichlar bilan umumiy shinaga ulanadigan sokin yuklamali sinxron dvigatellardan (SD) foydalaniladi.

Bunda SD kerakli darajadagi kuvvatga, eng yukori darajadagi tezkor kuzgatishga (tiristorli) va kuzgatishni avtomatik rostlaydigan tezkor kurilmaga ega bulishi darkor.

rasm yuklamaning turli ko‘rinishlari.

- Yaxshilangan tavsifnomani jihozlarni ($\equiv \downarrow \Delta Q$). qo‘llash va $\cos \varphi$ ishga tushurish toki kichik bo‘lgan elektrdvigatellardan foydalanish; elektr

yuritgichlari chastotali rostlanadigan yoki ohista ishga tushurish-to'xtatish moslamasi bilan jihozlangan asboblarni qo'llash.

-Yuqori quvvatli elektr ta'minot tizimiga ($\equiv \uparrow Skz$)ulanish.

Kuchlanish tebranishining elektr ta'minoti tizimi tomoniga tarqalishi tebranishlar amplitudasining so'nishi orqali amalga oshadi. Bunda elektr ta'minoti tizimi qanchalik yuqori quvvatli bo'lsa, so'nish koeffisientishuncha katta bo'ladi ($\uparrow Skz$).Sekin va keskin o'zgaruvchi yuklama ta'minotini turli transformatorlar to'plam shinalar seksiyalariga tarqatish lozim.

Kuchlanish o'zgarishining ko'lami ($-Q$) sokin yuklama shinalaridan ($-Q$) 50-60 % gacha kamayadi. Transformatorlarning to'liqsiz yuklamasida "Minuslar" – yo'qolish ko'payishidir.

- Ta'minlanayotgan tarmoq qismida qarshilikni kamaytirish.

Liniya o'tkazgichlarining ko'ndalang kesim yuzi oshirilganda R kamayadi, ko'ndalang kompensatsiyalovchi moslama qo'llanganda yiindi X kamayadi.

"Minusla" – kapital xarajatlar ortadi, ko'ndalang kompensatsiyalovchi moslama qo'llanilishi qisqa tutashuv toklarining ortishi sababli X-0 bo'lganda xavfli hisoblanadi.

3-BOB. Elektr energiyani sifat ko'rsatkichlariga ta'sir qiluvchi omillar va ularni bartaraf etish chora tadbirlari

3.1. Yukori tok garmonikalar keltirib chiqaruvchi elektr qurilmalari va ularning salbiy oqibatlari.

Korxonalarni elektr ta'minotida yukori garmonikalarning bulishi maksadga muvofik emas, zero bunda elektr yuritkich, transformatorlar va elektr tarmoklarida kushimcha kuvvat isroflari bulishi, kondensatorlar yordamida reaktiv kuvvatlarni kompensatsiyalash kiyinlashuvi, elektr yuritkich va apparatlar izolyatsiyalarining yomonlashuvi, avtomatika, telemexanika va aloka vositalari ishlash darajasining pasayishi kuzatiladi.

Asinxron yuritkichlarni nosinusoidal kuchlanish bilan ta'minlanganda ularning kuvvat koefisientlari va valdagi aylantiruvchi momentlari qiymatlari bir oz pasayadi.

Kuchlanish shaklining buzilishi elektr yuritkich va transformatorlarda izolyatsiyaning ionizasion jarayonlarini paydo kiladi. Bu esa hajmiy zaryadlar paydo bulishiga va keyinchalik ularni neytrallashuviga olib keladi. Zaryadlar neytrallashuvi energiya tarkalishiga, natijada urab turuvchi dielektrikda elektr, mexanik va kimyoviy ta'sirlar bula boshlaydi. Okibatda izolyatsiyada mahalliy defektlar paydo buladi va rivojlana boshlaydi, bu esa elektr puxtaligiga putur yetkazib, dielektrik isroflarning kupayishiga va ishlash muddatining keskin pasayishiga sababchi buladi.

Yukori garmonikalarning ta'siri kodensatorlar batareyasida sezilarli tus oladi. Nosinusoidal kuchlanishda ishlayotgan kondensatorlar *burtib shishishi* va *portlashi* natijasida tezda ishdan chikishi mumkin. Yukori garmonikali toklar bilan ishlayotgan kondensatorlar uta yuklanib ishlaydi. Undan tashkari kaysidir bir chastotada rezonans rejimi paydo buladi va u ham kondensator umriga zomin buladi.

Tuzilgan GOST buyicha kondensator batareyalari uzok vakt yukori garmonikali toklar bilan 30 % dan ortik yuklanmasligi zarur. Birok bu holda uzok foydalanish davrida kondensatorning ishlash umri kiskaradi.

Elektr tarmoqi kuchlanishining nosinusoidalligi kabellar izolyatsiyalarining "karishiga" olib keladi. Kabellarning sinusoidal va sinusoidal bulmagan kuchlanishlarda ishlashi tadbikotlari shuni ko'rsatdiki, hatto yukori garmonikalar $6 \div 8,5\%$ ni tashkil kilganda ham siljish toki (tok utechki) 2,5 yildan sung urtacha hisobda 36 % ga, 3,5 yildan sung esa 43 % ga ortadi.

Yuori garmonikali toklar elektr ulchov asboblarning ulchov anikliklariga ham ta'sir etadi. Aktiv va induktiv energiyalarni ulchovchi induksion schetchiklar sinusoidal bulmagan kuchlanishda 10 % gacha borib yetadigan noaniklik bilan ulchov ishlarini olib boradi.

Yukori garmonikalarning borligi baozi bir holatlarda kuch kabellarini maolumotlarni uzatish buyicha kullashlikni amalga oshira olmaydi. Yukori garmonikalar telemexanikali kurilmalar ishini yomonlashtirib, hatto kuch zanjirlarini kullashni mutlako ishlatish mumkin emasligiga olib keladi.

Nosinusoidallik ventilli uzgartgichlarning normal ishlashiga manfiy kurinishda ta'sir etib, tugrilangan kuchlanish sifatini kamaytirib yuboradi.

Yukori garmonikalar tufayli kuvvat yukotilishi

Elektr ta'minoti elementlaridan yukori garmonikali toklarning utishi natijasida aktiv kuvvatning kushimcha yukotilishi seziladi, quyida biz ularning bazilari bilan tanishib utamiz:

1. Sinxron yuritkichlardan utuvchi yukori garmonikali toklar hosil kiluvchi kushimcha kuvvat isrofi quyidagi formula yordamida aniklanadi:

$$\Delta P_{HC.CM} = \Delta P_{HCM} + \Delta P_{HECT} + \Delta P_{HCT},$$

bunda ΔP_{HCM} - sinxron yuritkich chulgami metali (misi) da hosil buluvchi kuvvat yukotilishi;

ΔP_{HCT} - yuritkich pulat kismida hosil buluvchi kuvvat isrofi;

$\Delta P_{\text{HC.T}}$ - yukori garmonikalar hosil kiluvchi tormozlovchi momentlar kuchini kirkishga sarflanuvchi kuvvat yukotilishi.

2. Asinxron yuritkichlarida yukori garmonikali tok utishi tufayli hosil buluvchi kuushimcha kuvvat yukotishlari qiymati uchun ifoda

$$\Delta P_{\text{H.C.M}} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 (R_{1v} + R_{2v}),$$

bunda R_{1v} va R_{2v} - v nchi garmonikaga keltirilgan stator va rotorning aktiv karshiliklari.

3. Kuch transformatorlari, kabel va havo liniyalari hamda reaktordan utuvchi yukori garmonika tok hosil kiluvchi kuvvat isrofi quyidagi ifodadan aniklanadi:

$$\Delta P_{\text{H.C}} = 3 \sum_{v=3}^n I_v^2 R_v.$$

4. Kuch kondensatorlarida hosil buluvchi kuvvat isrofi:

a) kuch kondensatorining dielektrigidagi aktiv kuvvat isrofi

$$\Delta P_{\text{H.C.D.K}} = 2\pi f_{\text{HOM}} C_{\text{HOM}} U_v^2 \text{tg} \sigma_v;$$

b) kuch kondensatori korpusga nisbatan izolyatsiyada yukori garmonikadan hosil buluvchi kuvvat isrofi

$$\Delta P_{\text{H.C.U.K.}} = 2\pi f_{\text{HOM}} C_{\text{HOM}} U_{\text{HOM}}^2 \text{tg} \sigma_u \sum_{v=1}^n \left(\frac{U_v}{U_{\text{HOM}}} \right)^2 v;$$

v) kondensator bulmasida yukori garmonika tufayli paydo buluvchi kuvvat yukotishlari

$$\Delta P_{\text{H.C.OK}} = I_v^2 R_{ev} = (2\pi f_{\text{HOM}} C_{\text{HOM}} U_{\text{HOM}})^2 R_e K_{nev} \left(\frac{U_v}{U_{\text{HOM}}} \right)^2 v^2$$

bunda K_{nev} - e uchastkasida yuza effektini hisobga oluvchi koeffisient;

R_e - e uchastkasining karshiligi.

Yukori garmonikalar filtri

Filtr uzaro ketma-ket ulangan induktiv va sigimdan iborat bulib, maolum bir garmonika chastotasiga sozlangan.

Yukori garmonika filtri karshiligi quyidagicha aniklanadi:

$$X_{\phi v} = X_{Lv} - X_{Cv} \text{ yoki } X_{\phi v} = X_{Lv} - \frac{X_C}{v}$$

bunda X_L , X_C - sanoat chastotasidagi induktiv va sigim karshiliklari.

Chastota ortishi bilan reaktorning induktiv karshiligi garmonika nomeriga mutanosib ravishda uzgaradi, kondensator batareyasining karshiligi esa shu yusinda kamayaveradi. Maolum bir garmonika chastotasida filtrning induktiv karshiligi sigim karshiligiga tenglashadi va filtrda kuchlanish rezonansi paydo buladi. Natijada filtrning umumiy karshiligi nolga teng buladi va u shu garmonika chastotasida elektr tizimni shuntlab kuyadi.

Rezonans garmonika tartib rakamini quyidagi ifodadan aniklanish mumkin:

$$v_p = \sqrt{\frac{X_C}{X_L}}.$$

Ideal filtr nochizigiy element ishlab chikarayotgan yukori garmonika toki I_v ni tulaligicha kamrab oladi. Birok reaktor va sigimlarda aktiv karshilik bulishi tufayli, shuningdek, sozlashda xatoliklar ruy berishi sababli garmonikalarning tulik filtratsiyasi mumkin emas.

Filtrdagi elementlar soni istalgancha bulishi mumkin. Amalda ikki yoki turt elementlardan iborat filtrlar kullanilib, ular 5, 7, 11, 13, 23, 25 nchi garmonikalarga sozlanadi.

Filtrlar bir vaktning uzida reaktiv kuvvat manbai ham hisoblanadi va yuklama reaktiv kuvvatini kompensatsiyalash uchun kullaniladi. Ularning asosiy kamchiligi - narxining yukoriligida hamda sozlashning kiyinligida.

3.2.Chastota o'zgarishining elektr tarmoqi va istemolchilar ishlariga ta'siri

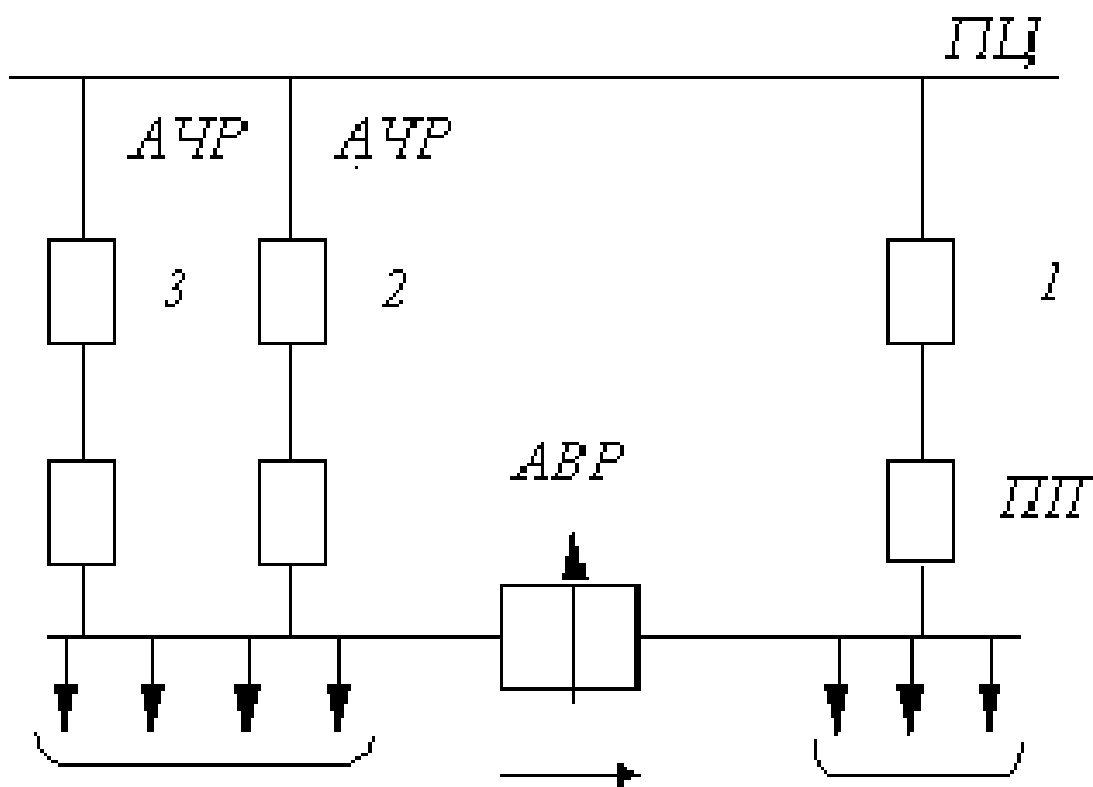
Elektr stansiya ishlab chikarayotgan elektr energiya (yoki energiya tizimdan kelayotgan energiya) bilan istemolchi kabul kilayotgan energiya oralaridagi muvozanat buzilsa, ta'minlovchi tarmokda tokni chastotasini oishi hosil buladi. Chastotaning tebranishini asosiy sabablari bu istemolchi tarkibida keskin uzgaruvchi, katta kuvvatga ega bulgan yuklamani mavjud bulishi (masalan, prokat stanlari asosiy elektr yuritmalarining tiristorli uzgartgichlari). Bunday istemolchilarning aktiv kuvvatlari 0,1 soniyada noldan to maksimal qiymatgacha uzgaradi va bu holat chastota tebranishini katta qiymatlarda uzgarishiga sababchi buladi.

Chastotaning kichik bir darajada uzgarishi ham elektr tarmoqi va istemolchilar ishiga ta'sir ko'rsatadi. Chastotaning nominal qiymatdan pasayishi elektr tarmoqidagi kuvvat va kuchlanishning isroflarining kupayishiga, natijada chikariluvchi mahsulotning kamayishiga olib keladi. Chastota kamayishining elektr istemolchilari kabul kilayotgan kuvvatlariga ta'siri har xil kechadi:

- elektr yoritgichlar, karshilik pechlari, yoyli pechlar kabul kilayotgan kuvvatlari chastota uzgarishi bilan deyarli uzgarmaydi;
- uzgarmas karshilik momentiga ega mexanizmlar (metal kirkgich stanoklar, porshenli nasoslar, kompressorlar va b.) kabul kiladigan kuvvat chastotaga mutanosib ravishda uzgaradi;
- tarmokda hosil buluvchi kuvvat isroflari chastota kvadratiga mutanosib holda uzgaradi;
- ventilyatorli karshilik momentiga ega mexanizmlar (markazdan kochuvchi ventilyatorlar, nasoslar va tutun suruvchilar) kabul kiladigan kuvvat uzgarishi chastotaning uchinchi darajasiga mutanosibdir;
- markazdan kochuvchi juda katta karshilikli statik bosimga ega tarmokka ishlovchi nasoslar (masalan, ta'minlovchi kozon kurilmasidagi nasoslar) kabul kiladigan kuvvat mikdori chastotaning uchinchi darajadan yukori bulgan qiymatiga mutanosib uzgaradi.

Chastotaning uzgarishi televidenie va hisoblash texnikasida kullanuvchi ulchov asboblari ishiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Energiya tizimda kuvvat yetishmagan holda uning yuklamasini pasaytirish avtomatik chastotaviy yuksizlantirish (AChYu) yordamida yoki energiya tizim xodimi tomonidan dastakka ta'sir ko'rsatish yuli bilan maolom bir istemolchilarni tarmokdan uzish yuli bilan amalga oshiriladi. Bu ish ta'minlovchi liniya (transformatorlar) liniyasida maxsus grafik - *avariya grafigi* (AG) buyicha bajariladi. AChYu kurilmalari energiya tizimda avariya holati ruy berganda kuvvatga ehtiyoj kattaligida tizim yuklamasini pasaytiradi. AChR qiymati yuklamaning kamida 50 % iga teng bulishi kerak bulib, kaysi yuklamalar kaysi hajmda va kaysi vaktida, kaysi pogonada har xil chastotali avtomatlar yordamida uchirilishi kuzda tutilgan buladi.



Energiya tizim yukini dastaki ravishda xizmatchi tomonidan kamaytirilishi kuvvat yetishmagan hollarda amalga oshiriladi. AG buyicha tizim yuklamasi 15 % gacha navbatma-navbat uchirilishi rejalangan buladi.

Chastota buyicha yuklamani kamaytirish chastota buyicha avtomatik ravishda kayta ulash bilan xamkorlikda bajarili-shi kerak. Bunda uzilgan istemolchilarning elektr ta'minoti kayta tiklanadi.

Chastota chetlashuvi –o'zgaruvchan kuchlanish amaldagi chastotasining (formula) elektr ta'minlash tizimining barqarorlashgan rejimidagi nominal chastota qiymatidan farqidir.

Tizimda ishlayotgan elektr stansiyalaridagi quvvat tanqisligi tufayli chastota pasayishi ro'y beradi. Buning oldini olish uchun mavjud elektrostansiyalarni ta'mirlash yoki modernizatsiya qilish yoyinki yangisini qurish lozim. Hozircha ular yo'qligi uchun avtomatik chastota pasaytirgichlari (AChP) orqali faol radikal choralar qo'llaniladi; yaoni chastota chasta pasayganda bir qism istemolchilarni tarmoqdan uzib qo'yiladi. (gilotin –bosh oriiga qarshi vosita kabi). Buni veerli uzib qo'yish ham deyiladi.

Kerakli vaqtda talab qilish maqsadida navbatning o'zgartirish yoki quvvatni generatsiyalovchi xususiy rezervga ega bo'lish uchun bunday hollada

Istemolchiga uning qurilmalarini qachon tarmoqdan uzib qo'yilishini bilish zarur. (bu elektr ta'minlovchi bilan tuziladigan shartnomada bu ko'rsatilishi lozim).

Chastotaning ortishi elektr ta'minoti tizimidagi yuklamaning keskin kamayishi tufayli yuzaga keladi va u avariya holati sifatida qaralib unga GOST-13109-97 qo'llanilmaydi. Tarmoqning barqarorlashgan ish tartibida bunday hol juda kamdan-kam uchraydi.

Navbatdagi hodisa istalgan tarmoqda yuz berishi mumkin va u noxos yuz beradigan hisoblanadi. GOST-13109-97 bunday hodisalarni meoyorlamaydi, biroq aniq bir tarmoq bo'yicha ularning statistikasi istemolchiga u yoki bu usul bilan xususiy jihozlarining uzluksiz elektr ta'minotini amalga oshirish uchun qaror qabul qilishda yordam berishi mumkin.

3.3. Kuchlanish nosinusoidalligining elektr jixozlari ishlashiga ta'siri.

- Nosinusoidal kuchlanish fronti elektr uzatish kabel liniyalariga ta'sir qiladi, yer bilan bir fazali qisqa tutashuvga olib keladi. Kabellar kabi kondensatorlar ham teshiladi.

- elektr mashinalarida, jumladan transformatorlarda ham yiindi yo'qotishlar bo'ladi.

Masalan kuchlanish egriligi sinusoidal shaklining buzilish koeffisienti $K_U = 10\%$ bo'lganda yirik sanoat markazlari, elektrlashtirilgan temir yo'l transporti tarmoqlarida yiindi yo'qotish 10-15 %gacha yetishi mumkin.

- Teskari garmonik ketma-ketligining induksion hisoblagichlarga tormozlovchi ta'siri tufayli elektr energiyasini to'liq hisobga ololmaslik ortadi.
- Boshqarish qurilmalari va himoya qurilmalari noto'ri ishga tushadi.
- Kompyuterlar ishdan chiqadi.

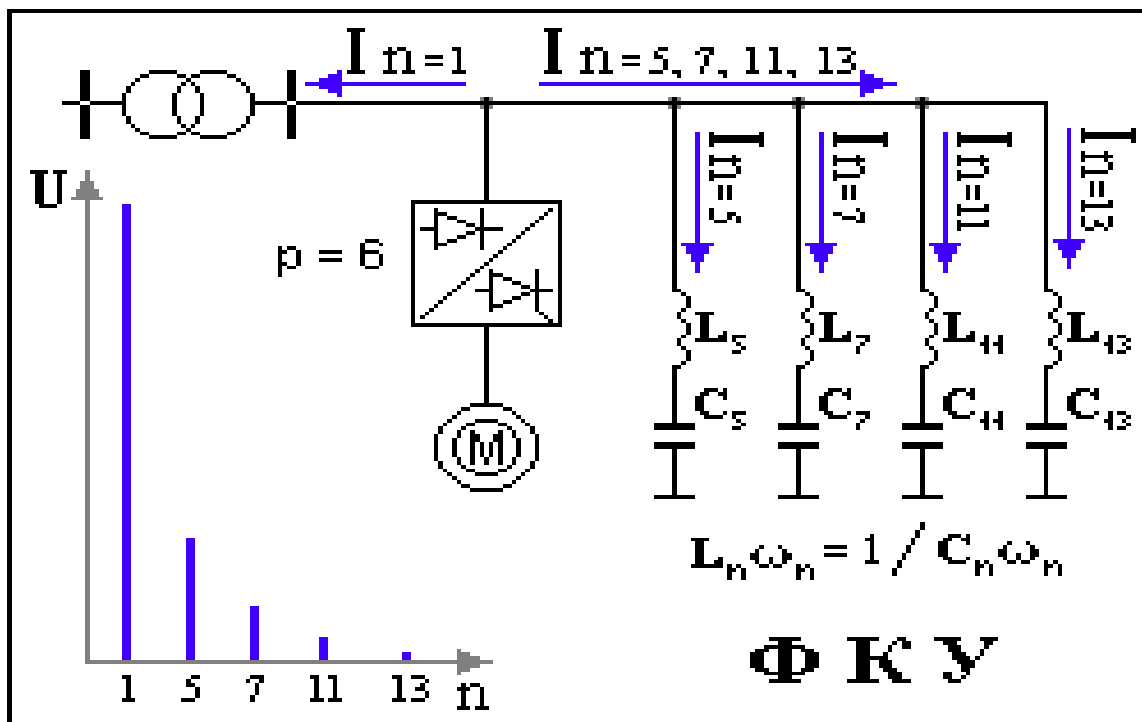
Nosinusoidal kuchlanish egriligini chastotasi elektr ta'minot tarmoqi chastotasidan p - marta katta bo'lgan sinusoidal (garmonik) tashkil etuvchilari mavjud bo'lgan Fure qatoriga yoyish mumkin. Birinchi garmonika chastotasi ($f_{n=1} = 50 \text{ Gs}$, $f_{n=2} = 100 \text{ Gs}$, $f_{n=3} = 150 \text{ Gs} \dots$).

Germaniyaning turlicha o'ziga xosliklari tufayli tarmoqda tarqalishi bo'yicha va elektr jihozlarining ishiga ta'siriga qarab juft va toq garmonik tashkil etuvchilar farqlanadi. Shuningdek, to'ri ketma-ketlikdagi (1,4,7 va h.k.), teskari ketma-ketlikdagi (2,5,8) va nol ketma-ketlikdagi (3 ga karrali garmoniklar) garmonik tashkil etuvchilar ham mavjud.

Chastota ortishi bilan (garmonik tashkil etuvchilarning raqami) garmonika amplitudasi pasayadi.

GOST13109-97 2-dan 40- gacha bo'lgan barcha garmonik tashkil etuvchilar qatorini baholashni talab qiladi.

Kuchlanish nosinusoidalligini kamaytirish chora-tadbirlari.

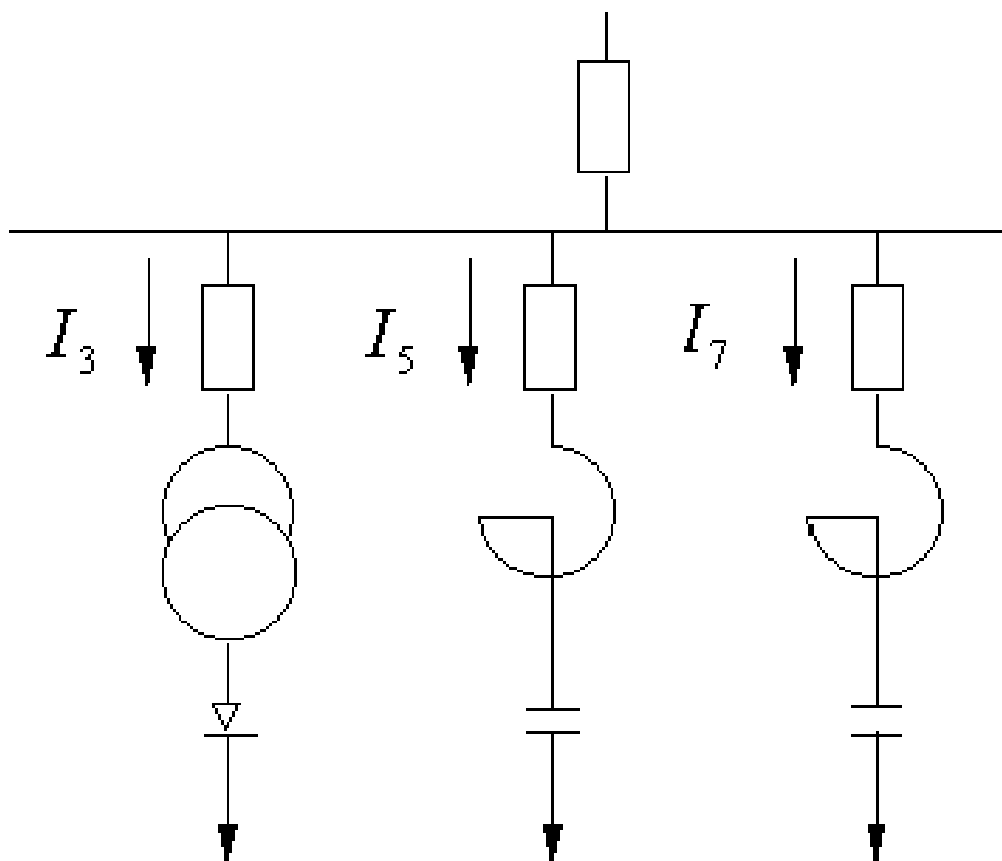


3.1-rasm. Filtrlash – kompensatsiyalash qurilmali elektr ta’minot tizimining sxemasi

- Kuchlanish tebranishlarini kamaytirishga o‘xshash tadbirlar.
- Yaxshilangan xarakteristikali jihozlarni qo‘llash.
- “To‘yintiruvchi” transformatorlar;
- Yuqori pulslil aylantirgichlar.
- Yuqori quvvatli elektr tarmoqiga ulanish.
- Chiziqli bo‘lmagan yuklamalarni alohida transformatorlar yoki shinalarning seksiyalaridan ta’minlash.
- Ta’minlovchi qismlarning qarshiligini kamaytirish.
- Filtrlash ta’minlash qurilmalarini qo‘llash. L-C zanjir tarmoqqa ulanganda ma’lum chastotali tok uchun reaktiv qarshiligi nolga teng bo‘lgan tebranish konturini hosil qiladi. L va C kattaliklarni tanlash orqali filtr tok garmonikasi chastotasiga sozlanadi va uni tarmoqqa o‘tkazmaydigan qilib tutashtiriladi. Yuqori garmonikali tokning chiziqli yuklama generatsiyasiga maxsus sozlangan bunday kontur to‘plamlari filtrlovchi kompensatsiyalovchi qurilmalarni (FKQ)

hosil qiladi. Ular tok garmonikasini tarmoqqa o'tkazmaydi va tarmoq bo'ylab reaktiv quvvat oqishini kompensatsiyalaydi.

Tugrilagich fazalar sonini kupaytirish. Fazalar sonini kupaytirish tugrilagich birlamchi tokini sinusoidaga yakinlashtiradi va yukori garmonikalar ancha pasayadi. Masalan, 6 fazali tugrilagichda ventil alregatida 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25 garmonikalar bulsa 12 fazali sxemada fakat 11, 13, 23, 25 nchi garmonikalar buladi, xolos. Xisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, bunda kuchlanish nosinusoidalligi 1,4 marta kamayadi. Fazalar sonining usishi tugrilagichda yukori garmonikalarni yukotishning katta omillaridan biri hisoblanadi. Birok bu kurilmalar uta murakkablashib, kimmatlashadi va ishlash puxtaligi pasayadi. Hozirgi vaktida 12 fazali tugrilagichlar keng kullanilmokda.



Tugrilagichning kup fazali ekvivalent ish rejimi. Tugrilagich fazalar sonini kupaytirish, shuningdek, 6 fazali ventilli agregatlar guruhleri uchun ekvivalent ish rejimi hosil kilish yuli bilan ham amalga oshirish mumkin. Masalan, 12 fazali ekvivalent rejim xosil kilish uchun ikkita kurixsimon tugrilagichda

transformator anodlar chulgamlari bittasining ulanish sxemasini uchburchak shakliga, boshkasini esa yulduz shakliga ulash kerak. Natijada transformatorlarning birlamchi chulgamlaridagi $v = 6k \pm 1$ tartibdagi garmonikalar hosil bulib, ta'minlovchi manbaga $v = 12k \pm 1$ tartibdagi garmonikalar chikadi xolos, kolgan tok garmonikalari transformatorlarning birlamchi chulgamlarida "uralashib" koladi.

Garmonikalar darajasini ta'minlovchi tarmok imkoniyatlari orkali kamaytirish asosan elektr ta'minoti sxemasini rasional sxema asosida bajarishga asoslanadi. Keng tarkalgan usullardan biri bu yukori, yaoni, 110-220 kV li kuchlanishga ega tugrilagich transformatorlarini kullash va nochizikiy yuklamalarni alohida transformatorlardan ta'minlash yoki ularni uch chulgamli transformatorlarning alohida chulgamlaridan ta'minlashdir. Shuningdek, nochizikiy yuklamalarga parallel ravishda sinxron va asinxron motorlarni ulash ham kuzlangan natijani beradi.

3.4. Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya istemolchilari ishiga ta'siri

Kuchlanish nosimmetriyasi

Uch fazali elektr energiya sifatining asosiy ko'rsatkichlaridan biri kuchlanish nosimmetriyasi bulib hisoblanadi. Kuchlanish nosimmetriyasini bir fazali yuklamalar hosil kiladi. Bir fazali yuklamalarga elektr yoy pechlari, payvandlash kurilmalari, konlardagi elektrovozlar katta kuvvatga ega bulgan 1 fazali elektrotrmik kurilmalar va boshkalar kiradi.

Kuchlanish nosimmetriyasining ikki turi mavjud bulib, bular buylama va kundalang nosimmetriyalardir. Elektr tarmok elementlari nosimmetriyasi bilan boglik bulgan nosimmetriya buylama nosimmetriya deb ataladi. Buylama nosimmetriyaga misol kilib, xavo liniyalarining tulik bulmagan faza rejimlarini keltirish mumkin.

Tarmokka bir va kup fazali nosimmetrik yuklamalarni ulanishi natijasida kelib chikkan nosimmetriya kundalang nosimmetriya deyiladi. Kundalang

nosimetriya baʼzi bir elektr energiya istemolchilarining ayrim fazalaridagi aktiv va reaktiv qarshiliklarning tengsizligi tufayli kelib chikadi.

Elektr taʼminoti tizimlardagi nosimetriya rejimi kiska vaktli (avariya) va davomiy (yekspluatasion)larga bulinadi.

Kiska vaktli nosimetrik rejim odatda turli avariya jarayonlari, davomiy nosimetrik rejim esa elektr tarmok elementlari nosimetriyasi yoki elektr taʼminoti tizimiga nosimetrik yuklamalarni ulanishi bilan boglik.

Uch fazali zanjirlarda nosimetrik rejimlarni hisoblash va tahlil kilishda asosan simmetrik tashkil etuvchilar usuli kullaniladi. Bu usul har kandy uch fazali nosimetrik tizim kattaliklarini umumiy holda uchta simmetrik tizim kattaliklari yigindisi kurinishida tasavvur kilishga asoslangan. Nosimetrik tizim qiymatlarini tashkil etadigan tizim majmuasi, uning simmetrik tashkil etuvchilari deyiladi. Bu simmetrik tashkil etuvchilar tugri, teskari va nol ketma-ketlik tizimi deyiladi.

Fazalararo kuchlanish nosimetriyasi teskari ketma-ketlik, faza nosimetriyasi esa nol ketma-ketlik tashkil etuvchilarning mavjudligidan hosil buladi. Kuchlanishlarning tugri – U_1 , teskari – U_2 , nol – U_0 ketma-ketlik simmetrik tashkil etuvchilari quyidagi maolum tengliklar asosida aniklanadi:

$$\dot{U}_1 = \frac{1}{3}(\dot{U}_a + a\dot{U}_b + a^2\dot{U}_c)$$

Teskari:

$$\dot{U}_2 = \frac{1}{3}(\dot{U}_a + a^2\dot{U}_b + a\dot{U}_c)$$

va nol ketma-ketlik:

$$\dot{U}_0 = \frac{1}{3}(\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c)$$

Bu yerda $(\dot{U}_a, \dot{U}_b, \dot{U}_c)$ - tarmokning faza kuchlanishlari;

$$a = e^{j2\pi/3} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2},$$

a - faza kupaytmasi deb ataluvchi kompleks son.

Kuchlanishning nosimetriya darajasi kuchlanishning nosimetrik koeffisienti $Ye_2\%$ bilan harakterlanadi. U teskari ketma-ketlik kuchlanishi U_2 ni nominal chizikli kuchlanish U_{nom} ga nisbati bilan ifodalanadi:

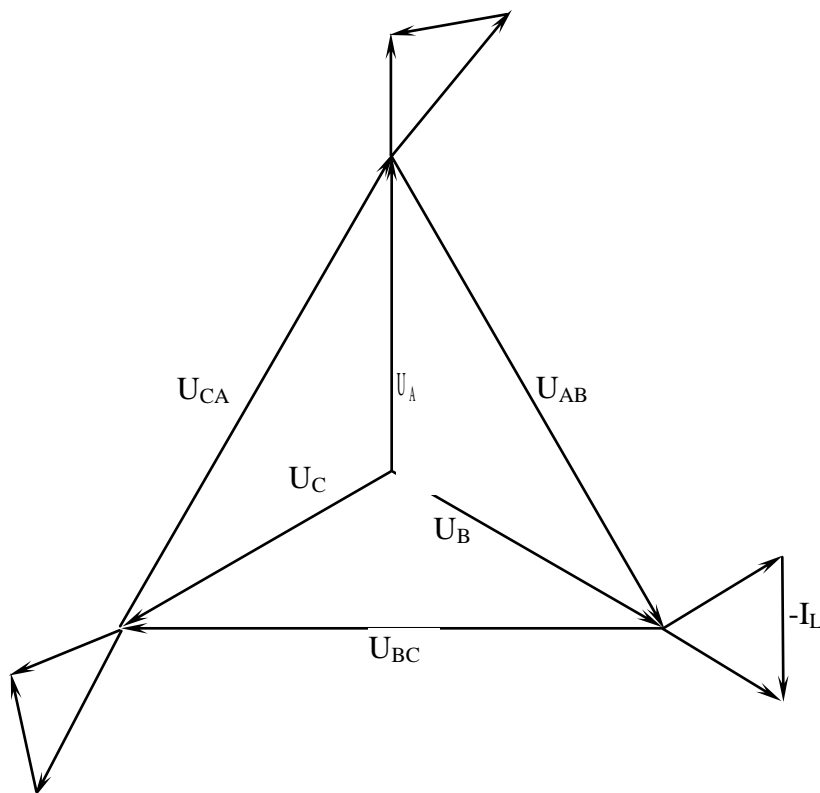
$$E_2 = \frac{U_2}{U_{nom}} 100\%$$

Baozi urtacha aniklikdagi hisoblarda nosimetriya koeffisienti Ye_2 quyidagi ifoda buyicha aniklanadi:

$$E_2 \approx \frac{S_{odn}}{S_k}$$

Bu yerda S_{odn} - bir fazali yuklama ekvivalentini kuvvati;

S_k - manba tarmoqining berilgan nuqtasidagi kiska tutashuv kuvvati.



Kuchlanish nosimetriyasi elektr energiya sifatining normallashtirilgan ko'rsatkichi hisoblanadi. Elektr energiya sifatining normasida nosimetriya koeffisienti $Ye_2 \leq 2\%$. Agar nosimetriya koeffisienti belgilangan qiymatdan oshib kesa, uni pasaytirish choralari kurish zarur.

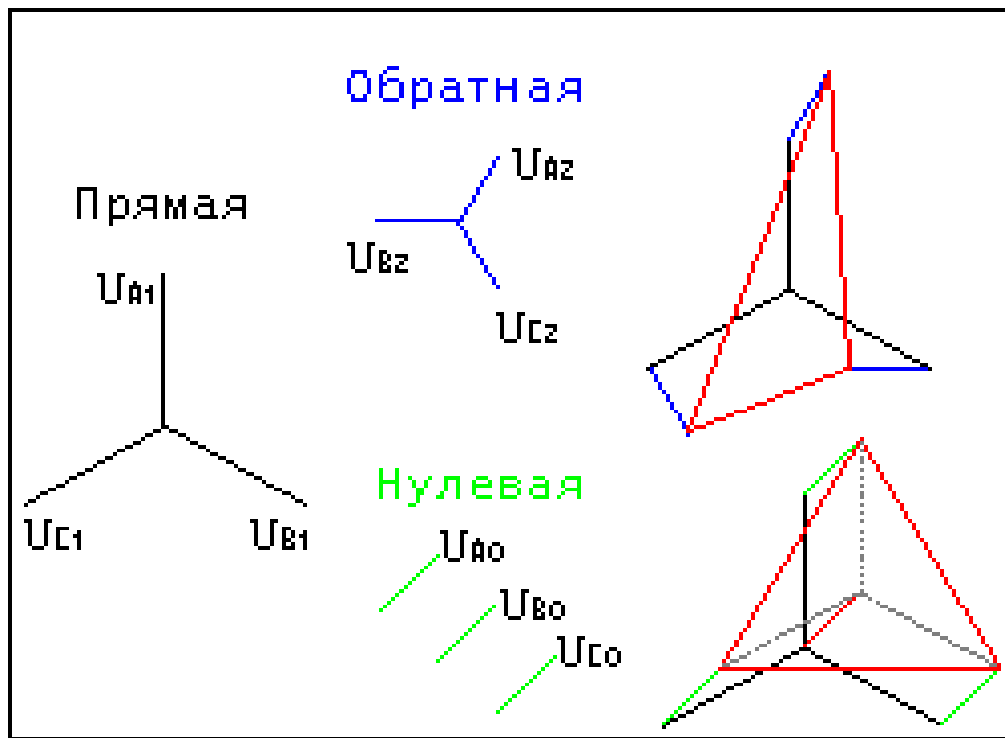
Kuchlanish nosimmetriyasini elektr energiya istemolchilari ishiga ta'siri

Kuchlanish nosimmetriyasi elektr energiya isrofini oshishiga va sanoat korxonalar elektr ta'minoti sistemasining hamma zvenolari va elektr jihozlari ishonchliligini kamaytiradi. Sinxron mashinalarning kushimcha kizib ketishi va statordan teskari ketma-ketlik toklari okishi natijasida ularda isrof kupayadi, bu esa asosiy aylantiruvchi momentga teskari bulgan moment hosil bulishiga olib keladi. Norma buyicha elektr mashinalarning teng bulmagan faza toklarida uzok ishlashi turbogenerator va sinxron kondensatorlar uchun faza toklari farki statorning nominal tokidan 10% dan, gidrogeneratorlar uchun esa 20% dan oshmasligi kerak.

Asinxron yuritkichlarda nosimmetriya kushimcha kizib ketishga va aylantiruvchi momentga teskari bulgan moment hosil bulishiga olib keladi. Unchalik katta bulmagan kuchlanish nosimmetriyasida ham teskari ketma-ketlik hosil buladi, bu tok tugri ketma-ketlik tokiga ustma-ust tushadi. Bu holda motor kizib ketishi natijasida motor kuvvati kamayib izolyatsiyasining eskirishi tezlashadi. Kuchlanish nosimmetriyasi 4% bulganda tula kuvvat bilan ishlab turgan asinxron yuritgich ishlash muddati 2 marta kamayadi.

Kuchlanish nosimmetriyasi tufayli kup fazali ventilli tugrilagichlarning ishlashi yomonlashadi. Faza kuchlanish-larining notengligi okibatida tugrilangan kuchlanishning pulsatsiyasi bir muncha ortib ketadi. Kuchlanish nosimmetriyasi tiristorli uzgartgichlarning boshkaruv sistemasiga ham uzining sezilarli salbiy ta'sirini ko'rsatadi.

Kuchlanish nosimmetriyasida kondensator batareyalari reaktiv kuvvatini fazalar buyicha notekis yuklanishi natijasida kondensatorlarda urnatilgan reaktiv kuvvatdan tulik foydalanishga erishilmaydi. Bunda nosimmetriya bulgan fazada reaktiv kuvvatni tarmokka kaytarilishi boshka fazalarga nisbatan ancha kam bulgani uchun kondensator batareyalarining nosimmetriya darajasi yanada oshadi.



3.2- rasm. Kuchlanish simmetrik tashkil etuvchilarining ko‘rinishlari.

Kuchlanish nosimmetriyasi uch fazali kuchlanish tizimining nosimmetriyasidir.

Kuchlanish nosimmetriyasi faqat uch fazali tarmoqda yuzaga keladi. Bunga sabab fazalarda yuklamaning notekis taqsimlanishidir. Kuchlanish nosimmetriyasining manbalari quyidagilar bo‘lib hisoblanadi: yoyli po‘lat eritish pechlari, o‘zgaruvchan tokning tortish podstansiyalari, elektr payvandlash uskunalari, bir fazali elektrotermik qurilmalar va boshqa bir fazali, ikki fazali va nosimmetrik uch fazali elektroenergiya istemolchilari, shuningdek maishiy anjomlar.

Alohida tashkilotlarning yinisi yuklamasining 85-90 % ni nosimmetrik yuklama tashkil etadi. Masalan birta 9 qavvatli turar joy binosi uchun nol ketma-ketligi bo‘yicha kuchlanishning nosimmetriyasi koeffitsienti 20 % ni tashkil etishi mumkin. Bu esa transformator podstansiyasi shinalaridagi kuchlanishning normal ruxsat etiladigan qimatidan 2% ga ortib ketishiga sabab bo‘ladi.

Kuchlanish nosimmetriyasining elektr jihozlari ishiga ta'siri

- nol o'tkazgichdagi qo'shimcha yo'qolishlar oqibatida elektr tarmoqlarida elektr energiya yo'qolishi ortadi.

- nominal bo'lmagan turli kuchlanishlarda bir fazali, ikki fazali istemolchilar va elektro energiyaning turli uch fazali istemolchilari kuchlanish chetlashishlarida yuz beradigan hodisalar kabi noxushliklarga olib keladi.

- elektrodvigatellardakuchlanishning nosimmetriyasi rotorning aylanishiga teskari bo'lgan yo'qolishda magnit maydonining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

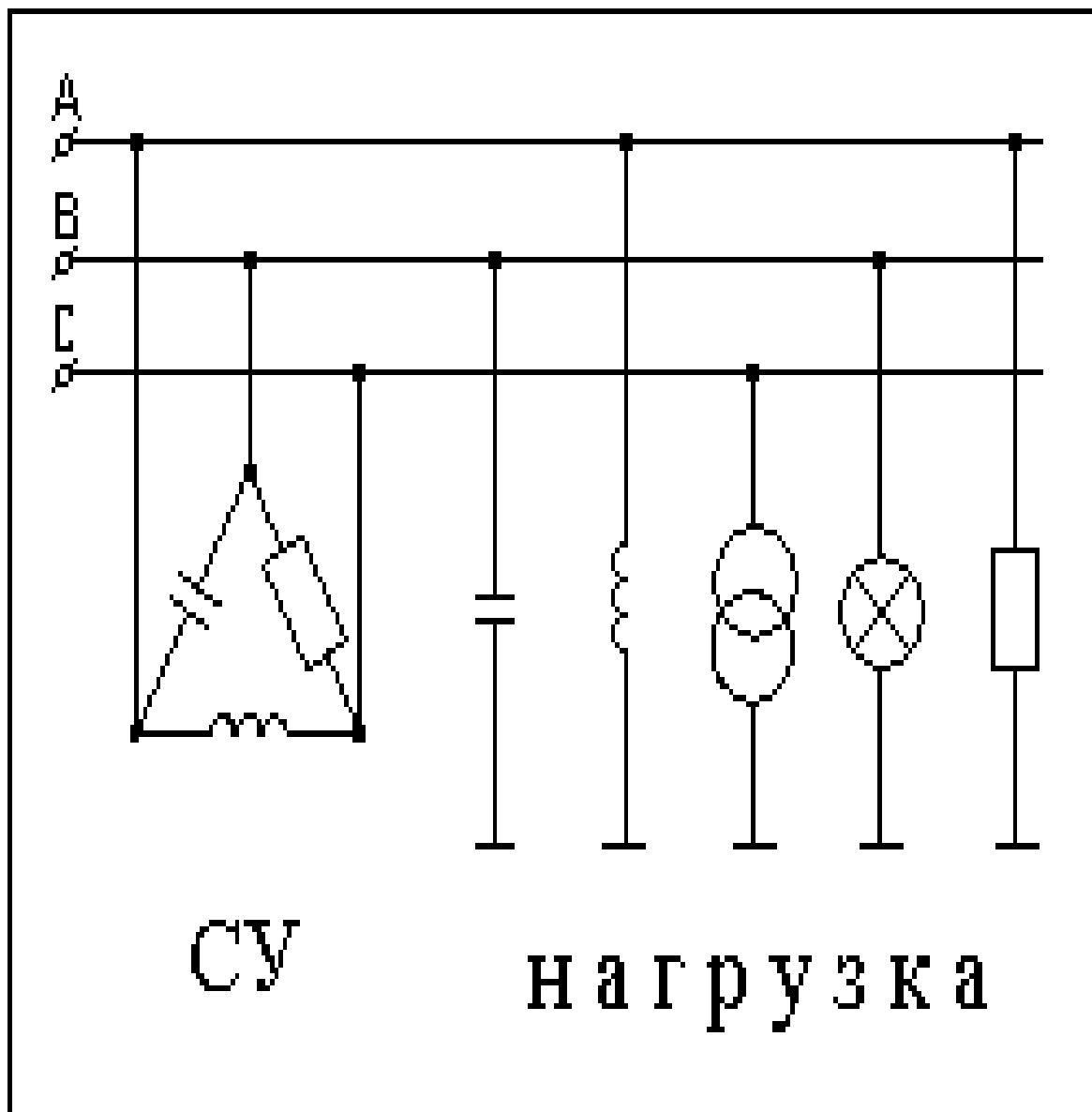
- kuchlanish nosimmetriyasi elektr mashinalarining, shuningdek, transformatorlarning ham xizmat muddatining qisqarishiga olib keladi.

Masalan, teskari ketma-ketlikda $K_{2U} = 2...4 \%$, nosimmetriya koeffisienti bilan uzoq vaqt ishlagan elektr mashinasining xizmat muddati 10-15 %ga kamayadi, agar u nominal yuklama bilan ishlasa xizmat muddati ikki martaga qisqaradi.

Shuning uchun GOST 13109-97 teskari (K_{2U}) va nol (K_{0U}) ketma-ketligi bo'yicha kuchlanishning nosimmetriya koeffisientlari qiymatini normal ruxsat etilgan -2% va chegaraviy ruxsat etilgan – 4% qilib belgilab qo'ygan.

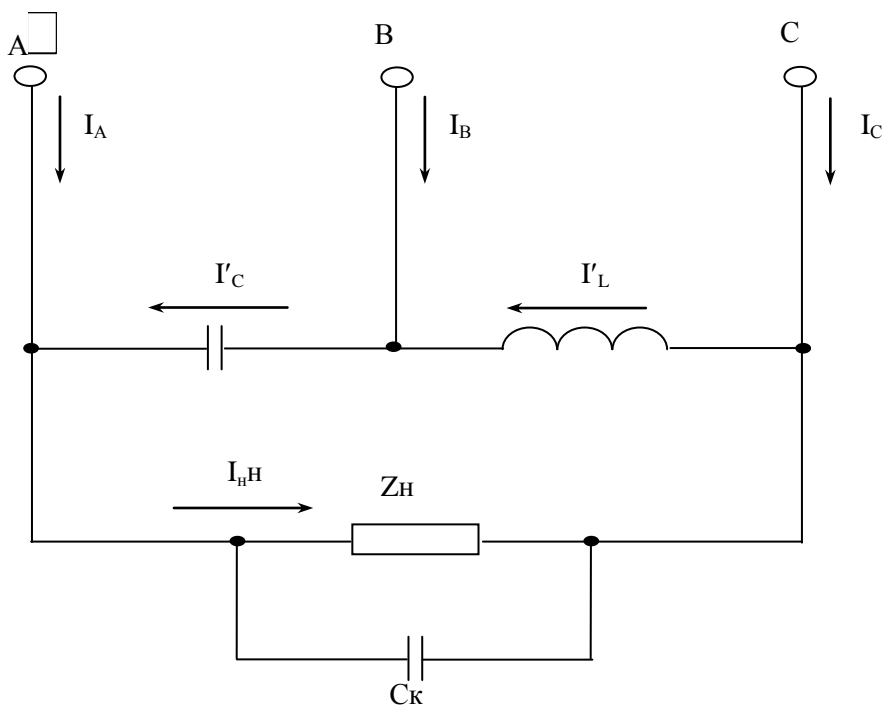
Kuchlanish nosimmetriyasining ehtimoli katta bo'lgan sababchisi sifatida GOST-13109-97 nosimmetrik yuklamali istemolchilarni ko'rsatadi.

Kuchlanish nosimmetriyasini kamaytirish chora-tadbirlari.



13-rasm. Uch fazali elektr tarmoqi.

- Fazalar bo'yicha yuklamani tekis taqsimlash. Bu eng samarali tadbir hisoblanadi, ammo u elektr qurilmalarini loyihalashda ijodiy yondashuvni va ishlatishda jasoratni talab qiladi.



Simmetriyalovchi qurilmalarni qo'llash. Simmetriyalovchi qurilma (SQ) fazalaridagi qarshilik shunday tanlanadiki, buzilishlar manbai hisoblangan, yuklamada hosil bo'ladigan teskari ketma-ketlik tokini kompensatsiyalash mumkin bo'lsin.

Simmetriyalovchi qurilmalarni qo'llash ularni sotib olish, o'rnatish, xizmat ko'rsatish va ishlatish uchun kerak bo'ladigan qo'shimcha mablar bilan bolidir. Kuchlanish nosimmetriyasining hosil bulishining asosiy sababi bir fazali nosimmetrik elektr yuklamalar mavjudligidir.

Ta'minlovchi tarmokda kuchlanish nosimmetriyasini kamaytirishga erishish uchun:

nosimmetrik yuklamalarni kiska tutashuv kuvvati katta bulgan tarmok uchaskalariga ulanadi;

katta kuvvatga ega bulgan nosimmetrik yuklamalarni ajratib alohida transformatorlarga ulanadi;

bir fazali yuklamalarni hamma fazalarga teng va anik taksimlanadi.

Har bir fazaga bir fazali yuklamalarni teng taksimlash har doim ham kuchlanish nosimmetriyasini yetarli darajada kamaytirmaydi. Bunday holda maxsus simmetriyalovchi kurilmalardan foydalaniladi.

Uch fazali tarmokda liniya kuchlanishi sistemasini simmetriyalash bir fazali yuklama istemol etayotgan teskari ketma-ketlik toki va undan kelib chikkan teskari ketma-ketlik kuchlanishini kompensatsiyalanadi. Yuklama grafigi xarakteriga karab simmetriyalovchi kurilmalar boshkariladigan va boshkarilmaydigan kilib tayyorlanadi.

O'zgarmas yuklama grafigiga ega bulgan va kuvvat koeffisienti birga yakin bulgan bir fazali elektr energiya istemolchilarini (karshilik pechi, bilvosita yoyli pechlar) simmetriyalash uchun Shteynmesning (boshkarilmaydigan) sxemasidan foydalaniladi.

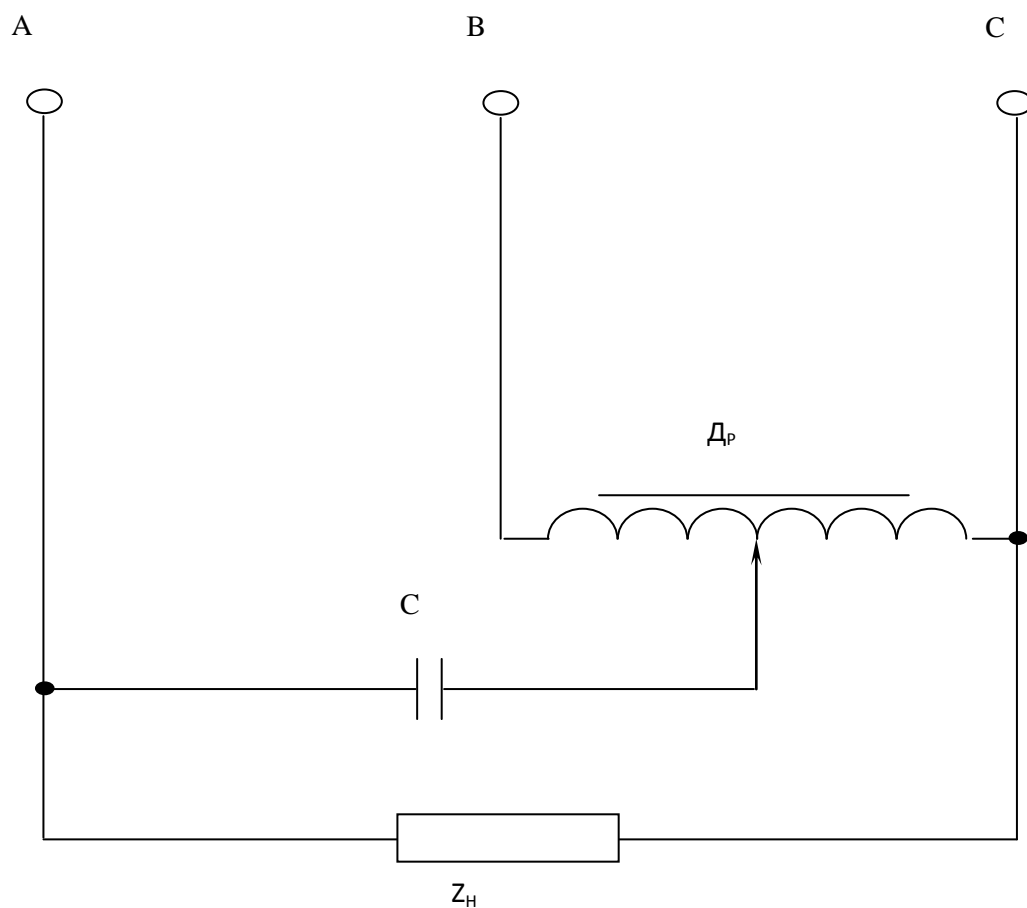
Kondensator batareyasi S va drossel L talab kiladigan kuvvat quyidagi shartdan aniklanadi.

bu yerda R_0 - bir fazali yuklamaning aktiv kuvvati.

Teskari ketma-ketlik tokini kompensatsiya kilish kondensator batareyasi S va drossel L yordamida amalga oshiriladi.

Toza aktiv yuklamalarni simmetriyalashda bu sxemani kullash juda samarali hisoblanadi.

Boshkariladigan simmetriyalovchi kurilmalarning boshkarilmaydigan simmetriyalovchi kurilmalardan farki shundaki, kondensatorlar batareyasi va drossel kuvvati, parallel ulangan kondensatorlarning bir kism seksiyasini drossel chulgamidan ajratish simi yoki ayrim drossellarni uchirilish bilan rostlanadi.



Bir fazali induktiv yuklamani simmetriyalashda drossel ajratgichli sxema
kullaniladi.

Drosselli ajratgichli simmetriyalovchi sxemani anik sharoitdan kelib
chikkan holda boshkariladigan va boshkarilmaydigan kilib tayyorlash mumkin.

Maxsus simmetriyalovchi kurilmalardan fakatgina oldingi paragrafda
aytib utilgan usullar yetarlicha bulmaganda foydalanish tavsiya etiladi.

4-BOB. Elektr energiyasini sifat ko'rsatkichlarini ta'minlash uchun filter qurilmalarini loyixalash

4.1. Tarmok fazalaridagi kuchlanishlarning nosimmetriyaligi va ularni yo'qotish

Katta quvvatdagi xar xil turdagi bir fazali va uch fazali elektr yoy pechlarining qullanilishi sababli sanoat korxonalarining elektr tarmoqlaridagi fazalari orasida tok va kuchlanishlarning nosimmetrik taqsimlanishiga olib keladi. Elektr tarmoqdagi kuchlanish bo'yicha nosimmetriya ayniqsa asinxron motorlarning ish rejimiga salbiy ta'sir qiladi. Fazalardagi kuchlanishlarning simmetrik bo'lmasligi asinxron motorlarning ishlash muddatiga ta'siri katta bo'ladi. Asinxron motorning teskari yo'nalishdagi tok bo'yicha qarshiligi to'ri yo'nalishdagiga nisbatan 5 – 7 marta kam ekanligini xisobga olsak, u holda ozgina qmymatdagi teskari yo'nalishdagi kuchlanishning paydo bo'lishi teskari yo'nalishdagi tok qiymatining sezilarli oshishiga olib keladi. Bu tok to'ri yo'nalishdagi tok bilan qo'shib stator va rotor chulamlarining qo'shimcha qizishiga olib keladi. Bu esa o'z – o'zidan chulam izolyatsiyasini tez eskirishga va motor quvvatining kamayishiga sabab bo'ladi. Misol uchun kuchlanish nosimmetriyasi 4% ga teng bo'lsa, to'liq quvvatda ishlayotgan motorning ishlash muddati tahminan 2 baravarga kamayadi; nosimmetriya 5% bo'lganda motorning quvvati 5 – 10% ga kamayadi; nosimmetriya 10% bo'lganda esa motorning quvvati motorning turiga qarab 20 – 50% gacha kamayishi mumkin.

Asinxron motorlarda kuchlanish bo'yicha nosimmetriyaning bo'lishi asosiy aylantiruvchi momentga qarshi tormozlovchi momentni yuzaga keltiradi va u quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{M_2}{M_{HOM}} = \frac{s}{2-s} \frac{Z_1^2 U_2^2}{Z_2^2 U_{HOM}^2} = \frac{s}{2-s} \frac{Z_1^2}{Z_2^2} E_1^2, \quad (4.1)$$

bu yerda s – sirpanish; va Z_1 va Z_2 – motorning to'ri va teskari yo'nalishi bo'yicha tuliq qarshiliklari.

Shunday qilib, motor momentining kamayishi kuchlanishlar nosimmetriyasining kvadratiga to'ri proporsional ekanligi ayon bo'ldi.

Asinxron motor va boshqa induktiv xarakterdagi istemolchilarning reaktiv quvvatlarini kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalarining normal ishlashlari uchun ham salbiy ta'sir qiladi, ya'ni tarmoqdagi nosimmetriyani yanada ham oshirib yuboradi. Fazalar bo'yicha reaktiv quvvatning taqsimlanishi notekis bo'lib, umumiy reaktiv quvvat qiymati o'zgarib ketadi. Kuchlanishning nosimmetrik xolatidagi kondensatorlar batareyasi reaktiv quvvatining kuchlanishning simmetrik holatidagi kondensatorlar batareyasi reaktiv quvvatiga nisbati quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{Q_{HCM}}{Q_{HOM}} = \frac{U_{HOM}^2 - U_1^2}{U_{HOM}^2} = (1 + E_2^2). \quad (4.2)$$

Kondensator batareyasining normal uzoq muddat ishlashi uchun har bir fazadagi quvvat isrofi meoyoriy nominal qiymatidan oshmasligi kerak. Bu shart kondensator batareyalarining to'liq reaktiv quvvatidan foydalanishga yetarli bo'lmay, balki quvvatning mumkin bo'lgan yuqori chegarasinigina belgilaydi –

$$Q = \frac{Q_{HOM} U_2^2 (1 + E_2^2)}{U_{K.I.O.\Phi.}^2}, \quad (4.3)$$

bu yerda $U_{K.I.O.\Phi.}$ – eng ko'p yuklangan fazadagi kuchlanish.

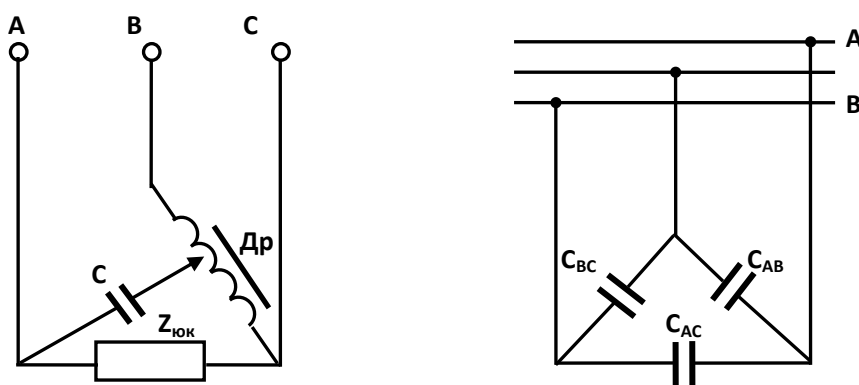
Kuchlanishlarning fazalar bo'yicha nosimmetrik bo'lishi ko'p fazali to'irlagichlarning ish rejimiga ham salbiy ta'sir qiladi. Agar simmetrik kuchlanishlarda ishlayotgan ko'p fazali to'irlagichning hamma tiristorlaridagi toklarning qiymatlari bir xil bo'ladigan bo'lsa, u holda fazalardagi kuchlanishlarning nosimmetriyaligi tiristorlardagi toklarning qiymatiga katta ta'sir qiladi. Natijada to'irlagichlarning ruxsat etilgan quvvati pasayadi, bir qism tiristorlardagi yuklanish toklarining qiymati katta bo'lishiga olib keladi.

Kuchlanishlarning nosimmetriyaligi 3 -, 6 -, 12 – fazali va boshqa to'irlagich sxemalarining samaradorligini pasaytiradi. Tokning ikkilangan

chastotali garmonik tashkil etuvchilari paydo boʻlib, ularning amplitudasi nosimmetriya koeffisientiga toʻri proporsional boʻladi. Bu garmonik tashkil etuvchilar silliqlovchi filtrlar kondensatorlarini oʻta yuklanishiga olib keladi va ularning ishdan chiqishini tezlashtiradi.

Tarmoqdagi nosimmetriyani kamaytirish uchun alohida simmetriyalovchi qurilmalar qullaniladi. Bir fazali induktiv xarakterdagi yuklanishni uch fazaga ulashda drosselli boʻluvchi sxemadan foydalanish mumkin (4.1 – rasm). Bunday simmetriyalovchi qurilmalar yuklanish xarakteriga qarab boshqariluvchi va boshqarilmaydigan variantlarda bajariladi.

Ikki va uch fazali nosimmetrik yuklanishlarni kichik quvvat koeffisientli simmetriyalovchi qurilma – nosimmetrik kondensator batareyalaridan iborat sxemalar yordamida fazalardagi nosimmetriklikni kamaytirish mumkin.



4.1 – rasm. Sigʻim va drosselli simmetriyalovchi qurilmaning yuklanishga ulanish sxemasi.

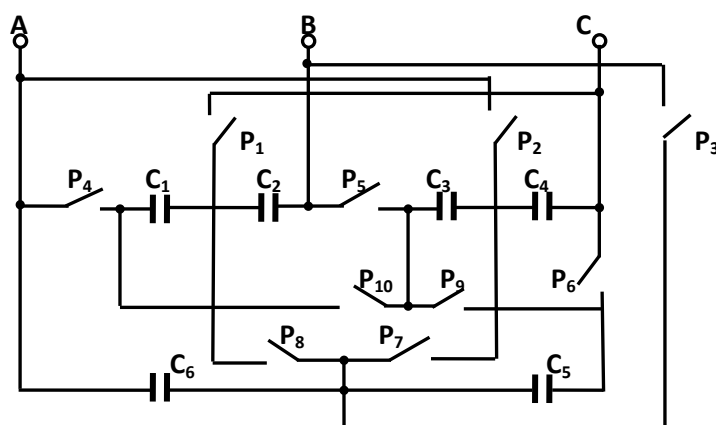
Umuman olganda xar bir fazaga ulangan kondensator batareyalarining quvvati bir xil boʻlmaydi –

$$Q_{C_1CB} \neq Q_{C_2BC} \neq Q_{C_3CA}.$$

Har qanday simmetriyalovchi qurilmalarni qullash qoʻshimcha sarmoya sarfi va elektr energiya isrofi bilan boliqdir. Agar fazalar boʻyicha yuklanishni simmetrik taqsimlashning imkoni boʻlmasa simmetriyalovchi qurilmaalar oʻrniga «yulduz – yulduz» sxemasi boʻyicha chulamlari ulangan transformator

oʻrniga chulamlari «yulduz – zigzak» sxemasi boʻyicha ulangan transformatorni qoʻllash ham samara beradi. Bunda quvvat isrofi va transformatorning narxi 2 – 3% ga oshadi. Ammo alohida simmetriyalovchi qurilmaning yoʻqligi elektr energiya isrofini 5 – 8% ga va shuningdek sarmoya sarfining ham kamayishiga olib keladi.

Har qanday holatlarda ham simmetriyalovchi qurilmalvarni qoʻllash yoki boshqa tadbirlar natijasida nosimmetriyani yoʻqotish yoki kamaytirish texnik – iqtisodiy hisob – kitoblar asosidagina amalga oshiriladi.



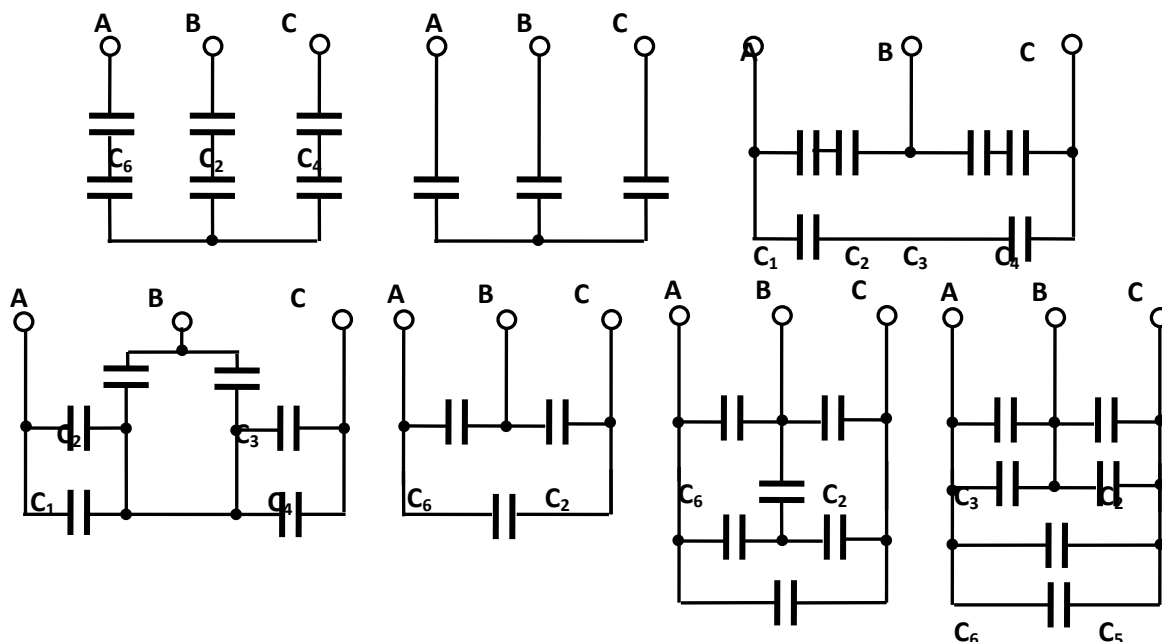
4.2 – rasm. Kondensator batareyalarining tarmoqqa ulanish sxemasi

Kondensator batareyalarining tarmoqqa ulanishini «yulduzcha» sxemadan «uchburchak» sxemasiga va aksincha ulashni amalga oshirish kondensator batareyalarining reaktiv quvvatlarini keng diapazonda rostlash imkonini beradi. Koʻp seksiyali KQ larda rostlash poonalari soni $K_R = 2^N - 1$ bir poonali rostlashdan to $K_R = 3^N - 1$ (bu yerda N – seksiyalar soni) gacha boʻladi.

Rasmda seksiyalar quvvati 1:4 nisbatda boʻlgan bir va ikki poonali seksiyalari boshqariladigan ikki seksiyali KQ ning reaktiv quvvati rostlanishi koʻrsatilgan.

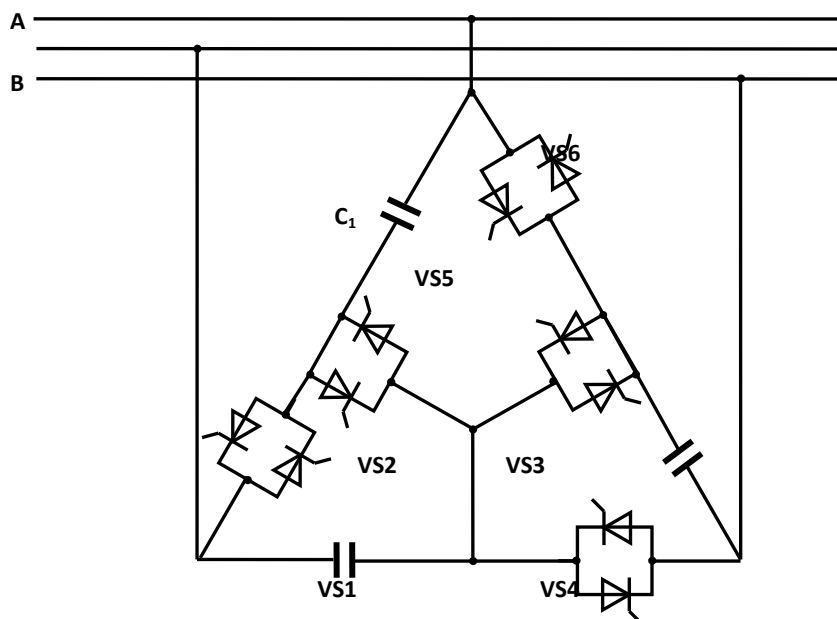
4.2 – rasmda koʻp poonali KQ ning sxemasi keltirilgan boʻlib, tarmoqqa S1 – S6 kondensatorlar «oltiburchak» sxemasi boʻyicha – maksimal variant boʻyicha tarmoqqa ulanishi imkonini beradi. KQ ning tarmoqqa ulanish sxemalarida hosil qilinayotgan reaktiv quvvatning rostlanish poonaloriga

to'ridan – to'ri boligligi asosida reaktiv quvvatlarning nisbati 1:2:3:4:6:8:12 bo'lgan quvvatlarni hosil qilish imkonini beradi.



4.3 – rasm. Kondensatorlarni ko‘p burchakli sxemalar bo‘yicha ulanish sxemalari keltirilgan

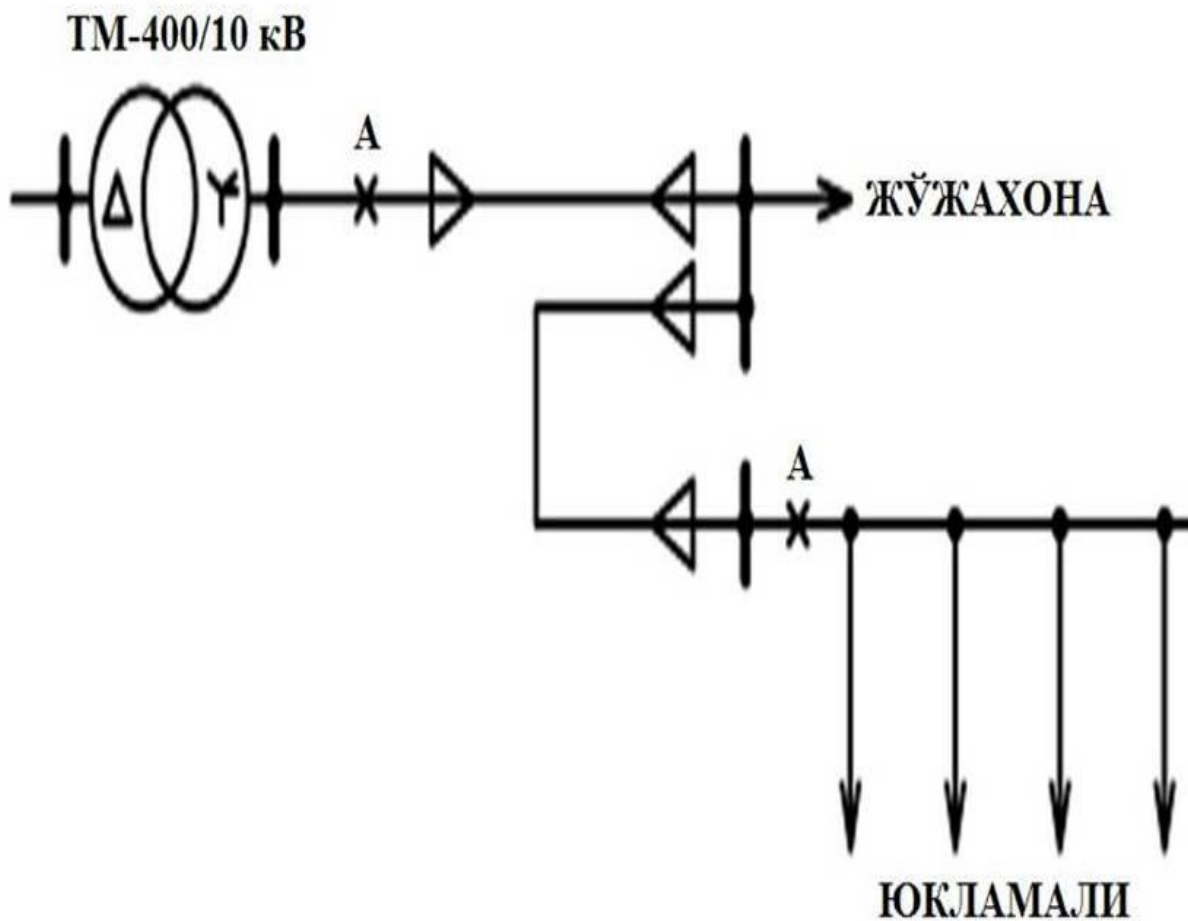
Rasmda keltirilgan sxema S1 – S3 kondensatorlarning «uchburchak» sxemasidan «yulduzcha» sxemasiga ulanish va aksi bo‘yicha tarmoqqa ulash sxemasi ko‘rsatilgan, bu yerda VS1 – VS10 tiristorlar kalit rejimida ishlaydi.

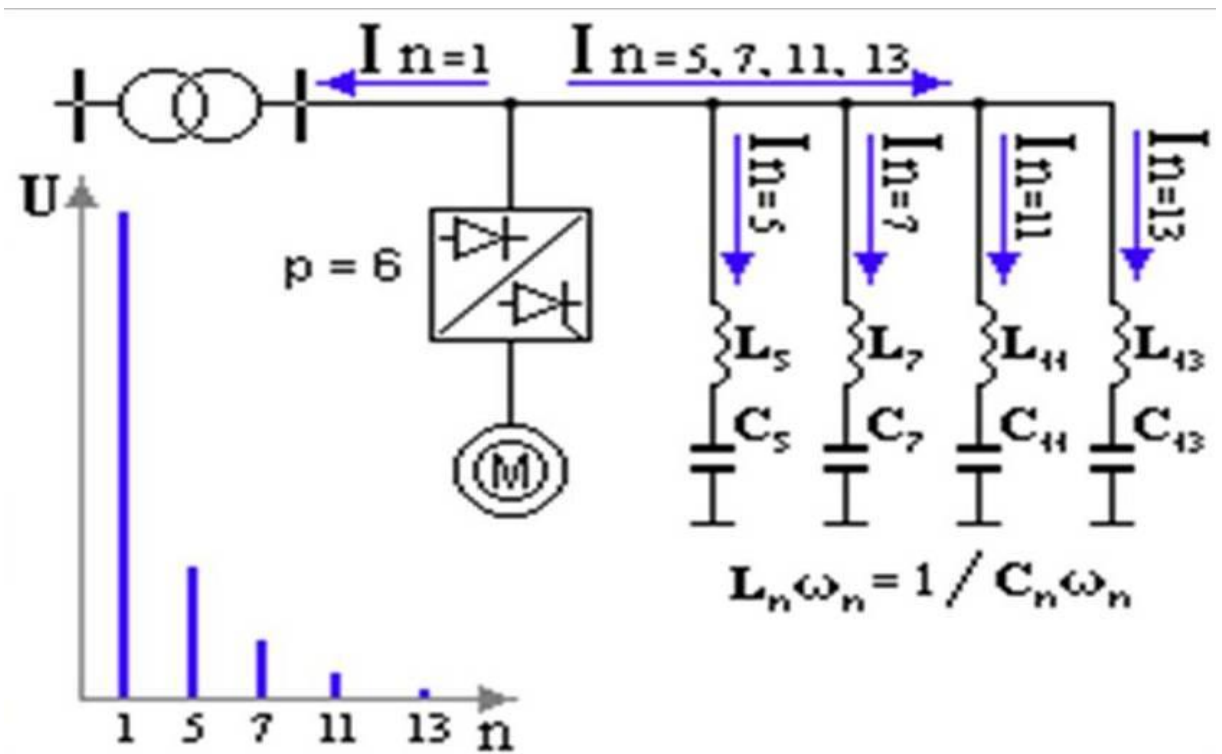
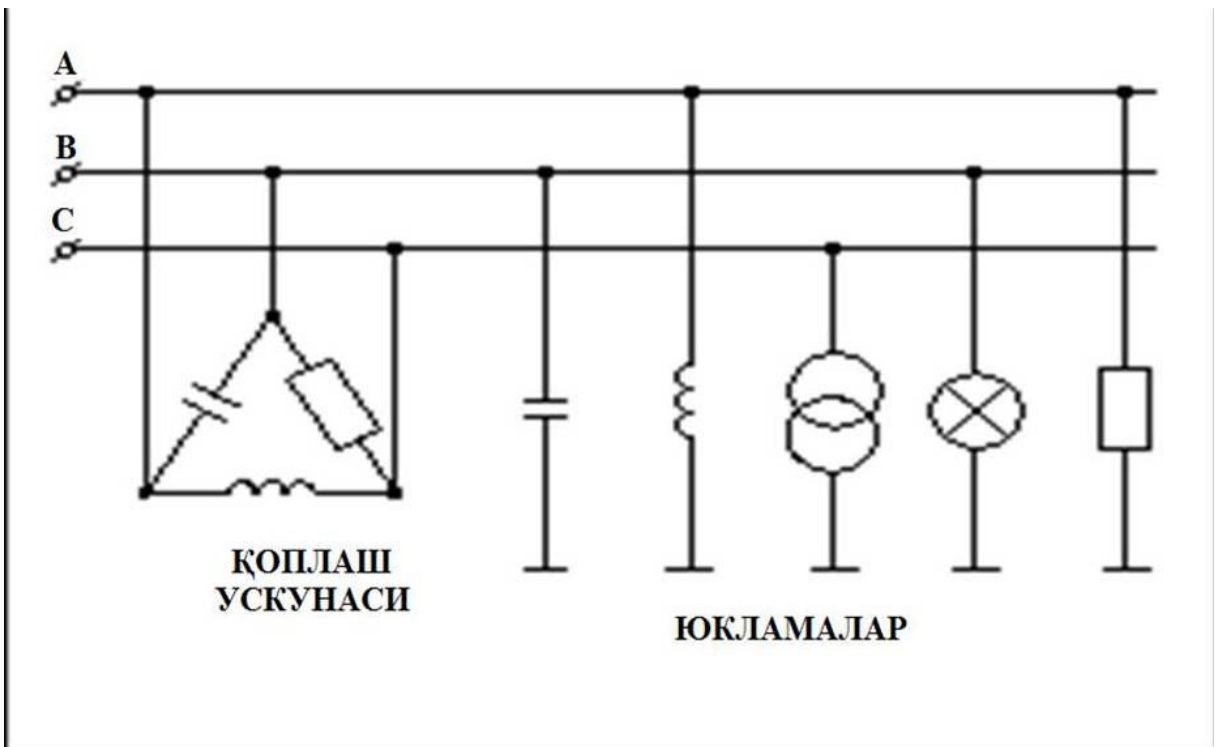


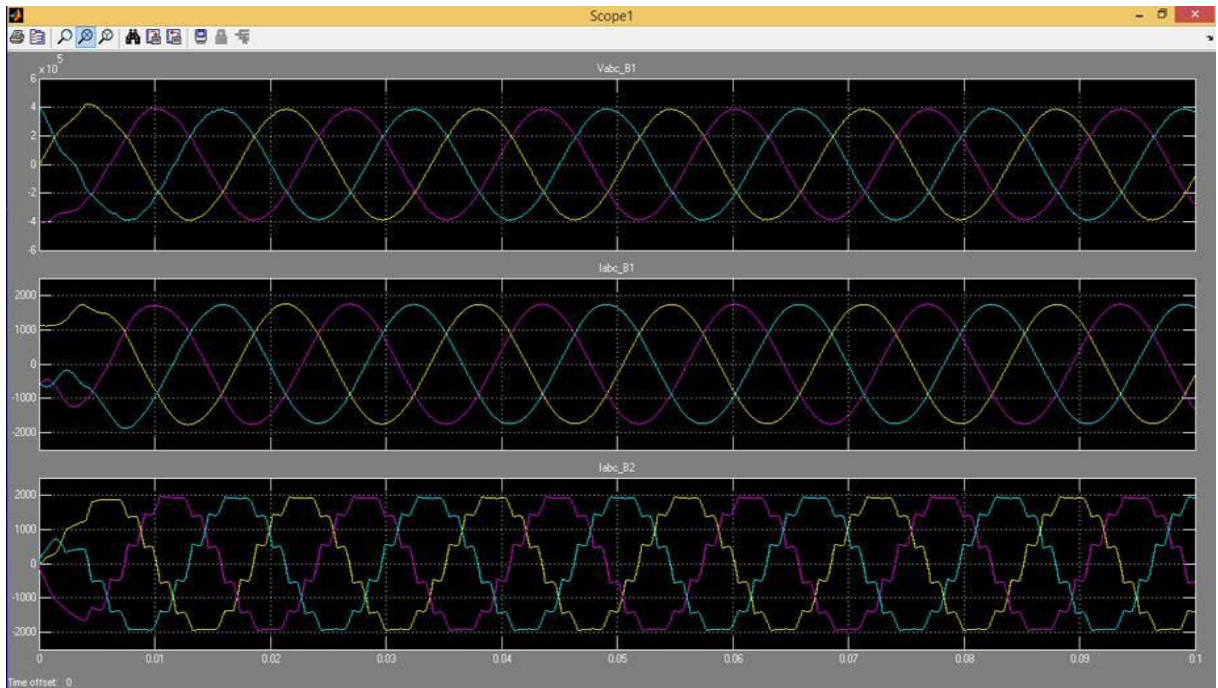
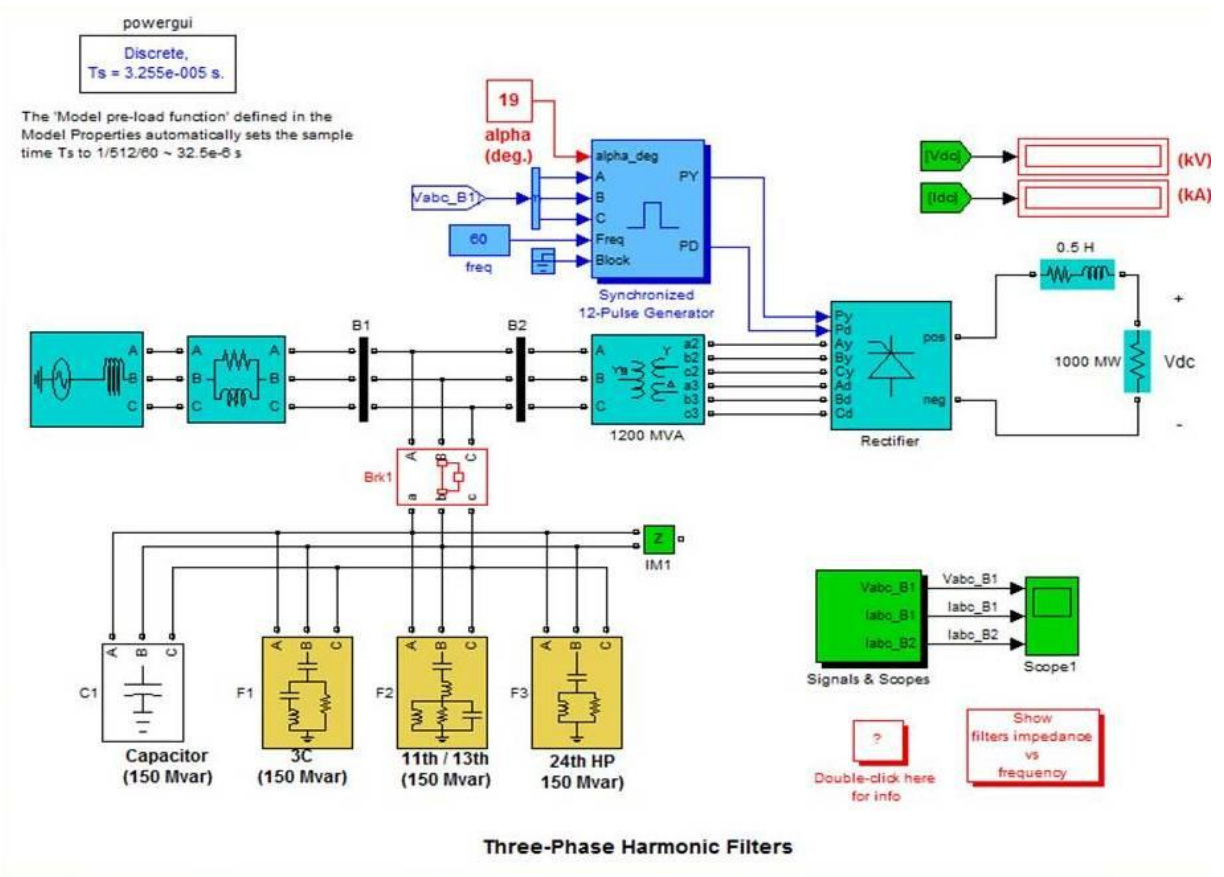
4.4 – rasm. Kondensator batareyalarini «uchburchak» va «yulduzcha» ulanish sxemalari

4.2. Qoplash qurilmalarini loyihalash

Boshqariladigan KQ larning qoʻllanilishi elektr istemolchilarning talab qilayotgan reaktiv quvvatiga boʻliq ravishda kerakli miqdorda reaktiv quvvat bilan avtomatik uzluksiz taʼminlash imkonini beradi.







Xulosa

Respublikamizda sanoat korxonalarini modernizatsiya qilish ishlari jadallik bilan amalga oshirilmoqda. Xoxlagan sanoat turini olmaylik dunyo rivojlangan mamlaktlarining texnika va texnologiyalarini olib kelib o'rnatmoqda. Bu texnologiyalarni olib kelish asosiy maqsad, xalqaro standartlar bo'yicha mahsulotlar ishlab chiqarish orqali iqtisodiy samaradorlikni va raqobatbardosh sanoatni yo'lga qo'yishdir. Bu borada elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlari ham katta ahamiyatga ega. Chunki kuchlanishni nosinusoidaligi va nosimmetrikligi elektr qurilmalarni ishdan chiqarish, mahsulot sifatini buzish yoki mahsulot hajmini tushib ketishiga sabab bo'ladi. Shu maqsadda ushbu magistrlik dissertatsiyasida nosinusoidal va nosimmetrik xarakteristikali istemolchilar xarakteristikalarini tadqiqod qilish orqali elektr tarmoqdagi kuchlanish tushuvi va tebranishlarini bartaraf etish chora tadbirlari ishlab chiqildi.

Uch fazali o'zgaruvchan tok tizimida kuchlanishni nosinusoidaligi va nosimmetrikligini kamaytirish tadbiri o'z ichiga quyidagilarni oladi:

1. Rasional elektr ta'minoti sistemasini qurish (korxonalarni ta'minlaydigan liniyalarda kattaroq kuchlanishlarni qo'llash, chuqur kirib borishni ta'minlash, yuklanish koeffitsienti optimal bo'lgan transformatorlarni qo'llash, taqsimlovchi tarmoqlar uchun tok o'tkazuvchilarni qo'llash va boshqalar).
2. Chulg'amlarni sonini o'zgartirishga ega bo'lgan transformatorlarda chulam sonini tugri tanlash.
3. Sex nimstansiyalarni ikkilamchi kuchlanish tomonida o'zaro ulanish qurilmalarini kullash.
4. Bosh pasaytiruvchi nimstansiya transformatorlarini parallel ishlashini amalga oshirib zavodning ichki elektr ta'minoti sistemasida qarshilikni kamaytirish.
5. Korxonaning hususiy ta'minlovchi manbalarida generator kuchlanishini rostlash.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7-fevraldagi PF-4947-son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Энергия Ресурсларидан Оқилона Фойдаланишни Таъминлаш Чора-тадбирлари Тўғрисида”ги 2017 йил 8 ноябрь, ПҚ-3379- сонли фармони.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Электр энергияси ва табиий газ назорати ва ҳисобининг автоматлаштирилган тизимини жадал жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 13 ноябрь, ПҚ-3384 - сонли фармони
4. Рожкова Л.Д, Козулин В.С. "Электрооборудования станций и подстанций". М.: Электроатомиздат, 1991.
5. Неклепаев Б.Н. "Электрическая часть станций и подстанций", М.: 1991
6. Справочник по электрическим устройствам вксокого напряжения, М.: 1998.
7. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. С. Петербург, "ДЕАН", 2000.
8. Кудрин Б.И. Электроснабжения промкшленнкх предприятий. Учебник. М.: Интернет Инжиниринг, 2005.-672 с.: ил.
9. Қодиров Т.М., Алимов Х.А., Рафиқова Г.Р. Саноат корхоналари ва фуқаро биноларининг электр тахминоти. Ўқув қўлланма. Тошкент 2007.
10. Гулямова Б.Х., Салиева А.Г., Ташпулатова Б.Т., Тешабаева Б.М. Правила устройства электроустановок. Ташкент 2007.-732 с.
11. Федоров А.А. и др. Электроснабжение промкшленнкх предприятий Справочник М. Энергоатомиздат, 1989 г.
12. Ермилов А.А. Основк электроснабжения пром.предприятий. М. Л. Госэнергоиздат. 1986 г.

13. Кодиров Т.М., Алимов Х.А. Саноат корхоналарини электр тахминоти. 2006 й
14. Н.С. Маркушевич Регулирование напряжения и экономия электроэнергии. М.Энергоатомиздат. 1984 г.
15. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промкшленнкх предприятиях. 2-е изд. Энергоатомиздат. 1986 г.
16. Железко Ю.С. Компенсация реактивной моўности и повкшение качества электрической энергии. М – Энергоатомиздат. 1985 г.
17. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии./Под обў. ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с.
18. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор.-Т. Издательство «Молия» 2007. 388 с.
19. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира.-Т. «Фан ва технология», 2009.-464 с.
20. Аллаев К.Р., Хошимов Ф.А. Энергосбережения и промкшленнкх предприятиях, Фан 2012.
21. И. Х. Сиддиков. Электр энергиясининг сифат кўрсаткичлари тошкент 2010
22. В.П.Дяконов. МАТЛАБ 6/6.1/6.5 + Симулинк 4/5. Основы применения. Полное руководство ползователя. СОЛОН-Пресс, 2004.
23. http://www.rza001.narod.ru/txt/shabad_2/raschet_to.htm
24. www.uzelex.uz
25. www.algoritm.uz
26. www.undp.uz
27. www.press-service.uz
28. www.gov.uz
29. Sayt: www.anares.ru/oik
30. Sayt: www.rsoft.ru