**“ELEKTR MEXANIKASI VA TEXNOLOGIYALARI”**

**KAFEDRASI**

**“ELEKTRMEXANIK TIZIMLARNING APPARATLARI, ELEMENTLARI VA O’ZGARTGICh TEXNIKASI” fanidan**

**Ma’zura matni**

MUNDARIJA

[1-Ma’ruza: Energiya samarali yarim o‘tkazgichli boshqariladigan to‘g‘rilagichlar. Energiya samarali bir va uch fazali yarim o‘tkazgichli boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni turlari, vaqt diagrammalari, solishtirma tahlili. 16](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385893)

[2-Ma’ruza: Boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni energiya samaradorligini oshirish va chiqish parametralari. Bir va uch fazali boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarning chikish parametralarini silliqlash usullari, vaqt diagrammalari va tarmoq sifat ko‘rsatgichlariga ta’siri. 21](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385894)

[3-Ma’ruza: Boshqariladigan o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari. Tiristorli kuchlanish rostlagichi, tavsiflari va energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi. Boshqaruv tizim sxemalari. Uzatish funksiyasi. 23](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385895)

[4-Ma’ruza: Energiya samarador chastota o‘zgartgichlari va invertorlar. O‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlarining asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili.](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385896)

[Kuchlanish va tok invertorlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili 26](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385896)

[5-Ma’ruza: Bevosita va bilvosita chastota o‘zgartgichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili. 29](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385897)

[6-Ma’ruza: Energiya samarali kengli impulsli o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari.Kuchli bipolyar, maydon bilan boshqariluvchi va IGBT tranzistorlar.. 32](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385898)

[7-Ma’ruza: Zamonaviy kengli impulsli boshqariluvchi chastota o‘zgargichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.. 37](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385899)

[8-Ma’ruza: Parametrik o‘zgartgichlar. Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlar (ISU), asosiy sxemalari, xususiyatlari va tashqi tavsiflari. 41](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385900)

[9-Ma’ruza: Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlarni energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanishi. Ularni boshqariluvchi tok va moment manbai sifatida energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi. 45](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385901)

[10-Ma’ruza: Boshqaruv elementlari. Analog o‘xshash integral mikrosxema asosidagi kuchaytirgichli qurilmalar. Operasion kuchaytirgichlarning asosiy ko‘rsatkichlari va qo‘llanish doirasi. 49](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385902)

[11-Ma’ruza: Rostlagichlar. Rostlagich sxemalarining xususiyatlari. Rostlagichlarning universal blokli tizimlari. 52](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385903)

[12-Ma’ruza: Elektr manbalari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi. 56](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385904)

[13-Ma’ruza: Kuchlanish stabilizatorlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.. 59](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385905)

[14-Ma’ruza: O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari. 63](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385906)

[15-Ma’ruza: Burilish burchagi va Impulsli tezlik datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari. 67](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385907)

[16-Ma’ruza: Raqamli burchak datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari. O‘lchov o‘zgartgichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari 70](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385908)

[17- Ma’ruza: Selsinlar. Selsinlarning indikator ish rejimining prinsipi, asosiy ko‘rsatkichlari va tavsiflari. Selsinlarning transformator ish rejimining prinsipi, asosiy ko‘rsatkichlari va tavsiflari. 76](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385909)

[18- Ma’ruza: Energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilma va tizimlarda qo‘llaniladigan o‘lchovchi va nazorat qiluvchi datchiklarning majmuasi. 80](file:///C:\Users\User\Desktop\Majmua\Sillaus.docx#_Toc466385910)

**Kirish**

O‘quv uslubiy majmua ta’lim to‘g‘risidagi qonunda ko‘zda tutilgan strategik maqsadni amalga oshirib, uzluksiz ta’limning asosiy qismi hisoblangan oliy texnika o‘quv yurtlarida fan bilan texnika va texnologiyaning uzviyligini ta’minlashga qaratilgan. Axborotning keskin o‘sishi o‘z navbatida hozirgi zamon ta’lim uslubiyatining oldiga katta muammolarni yechish vazifasini qo‘yadi. Oliy ta’lim muassasalarida dars o‘tadigan o‘qituvchilar oldiga mustaqil fikrlaydigan va kelajakda erkin faoliyat ko‘rsata oladigan yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlash kabi vazifani amalga oshirish ko‘zda tutiladi. Fan 5 ta modulga ajartilgan bo‘lib bular quyidagilar:

1-modulda EMTning aparatlari elementlari va o’zgartgich texnikasining asosiy nazariyasi

2-modulda Past kuchlanishli, kamutatsion apparatlar,relelar va himoya aparatlar

3-modulda Kontaksiz elektron elektr aparatlari,yarim o’tkazgichli elektr aparatlar.

4-modulda Yarim o’tkazgichli elementlar,tog’rilagichlar va o’zgaruvchan tok o’zgartgichlari.

5-ETMning energiya samarador chastota o’zgartgichlari ularning tarkibi va elementlari

# 1-Ma’ruza: Energiya samarali yarim o‘tkazgichli boshqariladigan to‘g‘rilagichlar. Energiya samarali bir va uch fazali yarim o‘tkazgichli boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni turlari, vaqt diagrammalari, solishtirma tahlili.

**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2.** **Energiya samarali yarim o‘tkazgichli boshqariladigan to‘g‘rilagichlar**. **Yarim o‘tkazgichli diodning tavsiflari**

**3.** **Energiya samarali bir va uch fazali yarim o‘tkazgichli boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni turlari, vaqt diagrammalari, solishtirma tahlili.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Bu asbobda bitta n-p o‘tish mavjud bo‘lib, uning r va p sohalaridan ulanish uchi chiqarilgan bo‘ladi. Yarim o‘tkazgichli diodning tuzilishi va volt-amper tavsifi 1 – rasmda keltirilgan. n-p o‘tish hosil qiluvchi sohalarning birida, asosiy tok tashuvchi zarrachalarning konsentratsiyasi ko‘p bo‘lib, u *emmiter* deb ataladi. Ikkinchisi esa *baza* deb ataladi.

Emitter

r-p o‘tish

Р +

p Baza

Metall o‘tkazgich

a)

Teskari



b)

To‘g‘ri



**1 – rasm. Yarim o‘tkazgichli diodning tuzilishi (a) va uning volt-amper tavsifi (b)**

Tavsifning to‘g‘ri n-p qismida tokning kuchlanishga bog‘liqligi eksponensial xarakterga ega. Volt-amper tavsifdan ko‘rinib turibdiki, yarim o‘tkazgichli diod ham nochiziqli elementlar qatoriga kiradi. Diodlardan o‘zgaruvchan tok kuchlanishini o‘zgarmas tok kuchlanishiga o‘zgartirishda, ya’ni to‘g‘rilashda, avtonom invertorlarning kuch sxemalarining sun’iy kommutatsiya zanjirlarida va boshqa maqsadlarda ishlatilishi bilan bir qatorda signallarni detekterlash, modulyatsiyalash maqsadlarda ham ishlatiladi.

**To‘g‘rilagich diodlar** past chastotali  kGs o‘zgaruvchan toklarni to‘g‘rilashda ishlatiladi. Tayyorlanish texnologiyasiga ko‘ra diodlar yassi va nuqtaviy bo‘lishi mumkin. Yassi diodlarda n-p o‘tishning yuzini belgilovchi o‘lchamlar, uning qalinligiga nisbatan katta bo‘ladi. Nuqtaviy diodlarda esa aksincha bo‘ladi.

To‘g‘rilagich diodlar sifatida asosan yassi diodlar ishlatiladi. To‘g‘ri yo‘nalishda o‘tuvchi to‘g‘rilangan tok kuchi 1600 ampergacha, teskari yo‘nalishda 1000 V gacha kuchlanishga mo‘ljallangan diodlar ishlab chiqariladi. Shu sababli diodlarga issiqlikni sochuvchi radiatorlar kiydirilib montaj qilinadi.

**Yuqori chastotali diodlar** signallarni detektorlash, o‘zgartirish, modulyatsiyalash kabi ishlarda qo‘llaniladi. Bu ishlarni bajarishda diodning xususiy sig‘imi muhim ahamiyatga ega. Bunday diodlarda sig‘im kichik bo‘lishi talab qilinganligi tufayli asosan nuqtaviy diodlar ishlatiladi. Hozirgi kunda ishchi chastotasi 1000 MGs gacha bo‘lgan yuqori chastotali diodlar mavjud. Yuqori chastotali diodlar kichik tekari kuchlanishda va kichik toklar rejimida ishlaydi.

**Impuls rejimida ishlaydigan diodlar** elektr sxemalarda kalit vazifasini bajaradi. Bu rejimda asosan nuqtaviy va kichik yassi diodlar ishlatiladi. Diod ikki holatda bo‘ladi: «ochiq» yoki «yopiq». Ochiq holda diod qarshiligi kam, yopiq holda katta bo‘ladi.

**Yarim o‘tkazgichli kuchlanish stabilizatori** (stabilitron, stabistor). Bu yarim o‘tkazgichli diod zanjirga teskari n-p o‘tish hosil bo‘ladigan qilib ulanadi. Ish rejimi, diod tavsifining teskari yo‘nalishda yorib (teshib) yotuvchi toko‘tadigan qismiga to‘g‘ri keladi. Yorib o‘tsh deyilganda, diodga teskari n-p o‘tishga to‘g‘ri keladigan kuchlanish qo‘yilib, uning ma’lum qiymatida teskari tokning keskin ortib ketishi tushuniladi. Diodda ko‘chkili, tunnel, va issiqlik ta’sirida yorib o‘tishlar kuzatilishi mumkin.

Yarim o‘tkazgichda aralashma miqdori juda kichik bo‘lganda, katta teskari kuchlanish ta’sirida bo‘lgan elektronlar va kovaklar neytral yarim o‘tkazgich atomining yana bitta kovalent bog‘langan elektronini urib chiqarishi mumkin. Natijada zaryad tashuvchi zarrachalarning yangi jufti hosil bo‘ladi. Yetarli miqdordagi teskari kuchlanishda bunday urib chiqarish ko‘chkisimon ko‘rinishda namoyon bo‘ladi.

Tunnel orqali yorib o‘tishda kuchli elektr maydon ta’sirida elektr sohalarining chegarasi siljiydi va chegara yaqinida kichik potensial to‘siqqa ega bo‘lgan tuynuk ochiladi. Qarshiligi kichik yarim o‘tkazgichlarda tunnel orqali tok o‘tish, ko‘chkisimon o‘tish kuzatiladigan o‘tish kuzatiladigan kuchlanishdan kichikroq kuchlanishlarda ro‘y beradi. Qarshiligi katta bo‘lgan yarim o‘tkazgichlarda esa, aksincha.

Issiqlik ta’sirida yorib o‘tishda n-p o‘tish sohasi qizib, unda asosiy bo‘lmagan tok tashuvchilarning ko‘payishi va natijada teskari yo‘nalishdagi tokning ortib ketishi kuzatiladi.

Ko‘chkisimon va tunnel orqali yorib o‘tishlar diodni ishdan chiqarmaydi. Shu sababli buo‘tishlar elektron qurilmalarda qo‘llaniladi. Issiqlik ta’sirida yorib o‘tish esa, n-p o‘tishni buzadi.

Stabilitronlar ko‘chkisimon yorib o‘tish hodisasiga asoslanib ishlaydi. Uning ishlash prinsipi quyidagicha (2 – rasm): stabilitronga qo‘yilgan teskari yo‘nalishdagi kuchlanish orttirib borilsa, dioddan o‘tadigan teskari tok miqdori juda kichik bo‘lganligidan, sxemaning chiqishidagi kuchlanish ham ortib boradi.

+

+

\_

\_

Ukir Uchiq



Uчиқ

U1 U2Ukir

а)

b)

**2 – rasm. Stabilitronni tok manbaiga ulash sxemasi (a) va uning**

**chiqish tavsifi**

Kuchlanish miqdori ko‘chkisimon yorib o‘tish miqdoriga yetganda, dioddan o‘tayotgan tok keskin ortib ketadi (1.1b – rasm). Chiqish kuchlanishi esa bir oz kamayadi. Kirish kuchlanishining bundan keyingi ortishi stabilitron orqali o‘tuvchi tokni oshirishga sarflanadi va chiqish kuchlanishi deyarli o‘zgarmaydi (1.2b – rasm). Bu oraliqqa to‘g‘ri kelgan chiqish kuchlanishi, stabilitronning **stabilizatsiyalash kuchlanishi** deb yuritiladi.

Asosiy ko‘rsatkichlariga stabilizatsiyalash kuchlanishi Ust, stabilizatsiyalash toki Ist, stabilizatsiyalash tokiga to‘g‘ri kelgan differensial qarshiligi Rst kiradi. 3 – rasmda stabilitron, tunnel va aylantirilgan diodlarning sxematik belgilanishlari keltirilgan.

а vg

b

**3 – rasm. Yarim o‘tkazgichli stabilitron, tunnel va aylantirilgan diodlarning shartli belgilanish:**

a – bir tomonlama o‘tkazadigan, b – ikki tomonlama o‘tkazadigan stabilitron; v – tunnel, g – aylantirilgan diodlar

Tunnel diodlar asosan ko‘p aralashmali diodlardan yasaladi. Uning ishlash prinsipi tunnel orqali yootb o‘tish hodisaiga asoslangan. Tunnelli diodning volt-amper tavsifi 4 – rasmda keltirilgan.

I

IA

IB

А

B

UAUBU

**4 – rasm. Tunnel diodning volt-amper tavsifi**

Tavsifdan ko‘rinib turibdiki, uning to‘g‘ri o‘tishga mos kelgan qismida differensial manfiy qiymatga ega bo‘lgan soha mavjud. Manfiy qarshilik deyilganda kuchlanish ortishi bilan tok kuchi kamayishi tushuniladi. Bu xususiyatga ko‘ra tunelli dioddan kuchaytirgich, generator va turli xil impuls rejimda ishlaydigan qurilmalarda foydalaniladi. Diod teskari yo‘nalishdagi tokni yaxi o‘tkazadi.

Aylantirilgan diodlar ham tunelli diodlarga o‘xshash bo‘lib, volt-amper tavifida, do‘nglik va chuqurlik fazasidagi farq kichik bo‘ladi (5 – rasm).

Ito’g’

Ito’g’max

UtesUto’g’

IA

Ites

А

**5 – rasm. Aylantirilgan diodning volt-amper tavsifi**

Diodda aralashma kritik konsentratsiyada olinib, teskari yo‘nalishdagi o‘tkazuvchanlik to‘g‘ri yo‘nalishdagi o‘tkazuvchanlikdan katta bo‘ladi. Bunday diodlarning teskari yo‘nalishdagi volt-amper tavsifi to‘g‘rilovchi diodlarnikiga o‘xshash bo‘ladi.

**Varikap** – bu yarim o‘ikazgichli diod bo‘lib, sig‘im teskari yo‘nalishdagi kuchlanishga bog‘liq bo‘ladi, Teskari kuchlanish oshishi bilan n-p o‘tish sig‘imining qiymati oshib boradi.

Varikaplar galliy arseniddan tayyorlanib, unda asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi kam kam bo‘ladi. Teskari yo‘nalishdagi differensial qarshiligi katta bo‘ladi. 6 – rasmda varikaplarning shartli belgilanishlari keltirilgan.

а bv

**6 – rasm. Varikaplarning shartli belgilanishlari:**

a – varikap; b – bir katodli ikki (v) uch varikapli matrisa

Varikaplar kontur chastotsini avtomatie tazda sozlash ishlarida generator va geterodinlar chastotalarini o‘zgartirishda ishlatiladi.

Signal chastotsini ko‘paytiruvchi varikaplar **varaktor** deb ataladi. Asosiy ko‘rsatkichlari: varikapning aslligi, stg‘imini o‘zgartirish koeffisienti, umumiy sig‘imi.

**Fotodiodlar.** Ayrim moddalarga yorug‘lik tushganda, energiya modda atomlari tomondan yutilib, elektron – kovak juftini hosil qiladi. Bu moddadan yasalgan material uchlariiga kuchlanish berilsa, elektronlar bir tomonga, kovaklar ikkinchi tomonga harakat qiladi. Yorug‘lik intensivligi oshishi bilan tok kuchi ham ortib boradi.

Fotoelektrik qurilmalarda yorug‘lik ta’sirida kuchlanish hosil bo‘ladi. Fotodiodlar – yorug‘lik ta’sirida elektr tokini o‘tkazuvchi qurilma sifatida ishlatiladi.

**Yorug‘lik diodlar** – bu bir yoki bir necha n-p o‘tishga ega bo‘lgan diod bo‘lib, undan tok o‘tganda o‘zidan yorug‘lik chiqaradi. Bu diodda tok tashuvchi zarrachalar elektronlar va kovaklardan iborat bo‘lsa-da, elektronlarning miqdori kovaklarga nisbatan ko‘proq bo‘ladi. Elektronlar p sohadan r-sohaga o‘tish davomida, bir energetik sathdan ikkinchisiga o‘tadi. Elektronlar r-sohada kovaklar bilan rekombinatsiyalanib o‘zlarining ortiqcha energiyalarini yo‘qotadi. Bu energiya nur sifatida namoyon bo‘ladi. Tok ortishi bilan yorug‘lik intensivligi ham ortadi. Chiqayotgan nur kengroq fazoga taqsimlanishi uchun diodning nur chiqayotgan sohasiga ixcham linza ham o‘rnatiladi. Diod materialiga qarab undan chiqayotgan nurning rangi ham har xil bo‘ladi.

Yorug‘lik diodlari yorug‘lik indikatorlari, optoelektron asboblarida nurlanish manbai, kinofototexnikada va avtomatik qurilmalarda keng qo‘llanlishi bilan bir qatorda, hozirda energiya tejamkor yoritish vositalari sifatida ko‘cha va uylarning va ko‘cha yoritish lampalari sifatida hamda ko‘cha reklama shchitlarida ham qo‘llanilmoqda. Fotodiod va yorug‘lik diodlarning shartli belgilanishi 7 – rasmda keltirilgan.

а bv

**7 – rasm. Fotodiod va yorug‘lik diodlarning shartli belgilanishlari:**

a – fotodiod; b – fotodinistor; v – yorug‘lik diodlari

Optoron asboblar. Bitta qurilma ichiga fotodiod va yorug‘lik diodi joylashtirilgan asboblar optronlar deb ataladi (8 – rasm). Bunday asboblar signallarni bir blokdan ikkinchisiga o‘tkazishda ishlatiladi.

а bv

g

**8 – rasm. Optron asboblar**

**Nazorat uchun savollar**

1.Diodning asosiy vazifasi nima?

2.Fotodiodlarning tavsiflari nimalardan iborat.

3.Yorug‘lik diodlarining qo‘llanish sohalari.

4.Varikapning vazifasi.

5.Stabilizatsiyalash kuchlanishi deb nimaga aytiladi.

# 2-Ma’ruza: Boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni energiya samaradorligini oshirish va chiqish parametralari. Bir va uch fazali boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarning chikish parametralarini silliqlash usullari, vaqt diagrammalari va tarmoq sifat ko‘rsatgichlariga ta’siri.

**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2. Boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarni energiya samaradorligini oshirish va chiqish parametralari.**

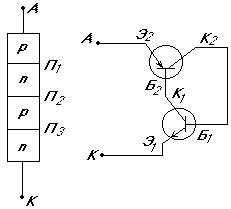
**3.** **Bir va uch fazali boshqariluvchi to‘g‘rilagichlarning chikish parametralarini silliqlash usullari, vaqt diagrammalari va tarmoq sifat ko‘rsatgichlariga ta’siri**.

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Tiristor - to‘rt qatlam li yarim o‘tkazgichli asbob. Uning tuzilishi 1 - rasmda keltirilgan. Unda uchta r-p o‘tish bo‘lib A nuqtaga manbaning musbat qutbi, B nuqtaga manfiy qutbi ulansa, P1 va P3 o‘tishlar to‘g‘ri, P2 esa teskari r - p o‘tishga ega bo‘ladi.



**1-rasm.** *Tiristorning struktura tuzilishi*

Uning ishlash prinsipini tushuntirish uchun, tiristorni ikkita p-r-p tipli tranzistorlarga ekvivalent deb qaraladi. Bu paytda tristordan o‘tuvchi umumiy tok uchta tashkil etuvchidan iborat bo‘ladi:



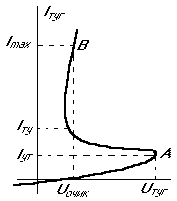
bundan



bu erda Iepik - tiristor yopik bo‘lganda o‘tadigan tok,  va  - mos ravishda tranzistorlarning tok uzatish koeffitsientlari.

Agar qiymat birga nasbatan kichik bo‘lsa, umumiy tok Iepik ga yaqin bo‘ladi. Asbobni ochiq xolatga o‘tkazish uchun qiymat birga intilishi kerak. Bunday xolda tirstor orqali o‘tuvchi tok keskin ortadi.

Tranzistorning ishlash prinsipiga ko‘ra,  ning qiymati emitter tokiga bog‘liq. Emitter toki ortishi bilan  xam kichik qiymatga ega bo‘ladi. Emitter toki ortishi bilan xam keskin ortadi. A va K nuqtalar orasidagi kuchlanishni orttirib borilsa, tirstor orkali o‘tuvchi tok dastlab sezilarli darajada o‘zgarmaydi. Kuchlanish ortib ma’lum ezib o‘tish qiymatiga etganda P2o‘tishda zaryadlarning kuchiksimon ko‘payishi ruy berib,  va qiymati keskin ortadi. Natijada asbob ochiq xolatgao‘tadi. Bu xolatga o‘tishi uchun kerak bo‘ladigan kuchlanish qiymati Ukuch - kuchiksimon ko‘payish kuchlanishi deb yuritiladi. Agar tiristordan o‘tuvchi tok shartni kanoatlantirsa, tiristor ochiq xolatda koladi. Bu tok, tutib turuvchi tok Itut deb ataladi. Tirstorning volg‘t - amper xarakteristikasi 2 - rasmda keltirilgan.

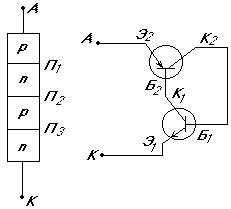


**2-rasm** *Tiristorning volg‘t-amper xarakteristikasi*

Xarakteristikaning **OA** qismi tiristorning yopik (uzilgan) xolatini ifodalaydi. Bunda tiristorning qarshiligi katta bo‘ladi (bir necha megom). Kuchlanish yorib o‘tish qiymatiga etganda (**A** nuqta) tiristordan o‘tuvchi tok keskin kupayadi. **A** nuqtada tiristorning differensialqarshiligi nolga yaqin bo‘ladi. **AV** qismida esa differensial qarshilik manfiy qiymatga ega bo‘ladi. Kuchlanishning bundan keyingi ortishi tokning ortishiga olib keladi(**BV** kism). Kuchlanishni kamaytirib tiristordan o‘tuvchi tokni 1tut dan kichik qiymatga tushirilsa, tiristor yopik xolatga o‘tadi.

Faqat ikki, chetki qismlardan ulanish uchlari chiqarilgan tiristor diodli tiristor (dinistor) deb ataladi. O‘rta soxalarining biridan ulanish uchi chiqarilgan tiristor triodli tiristor yoki trinistor deb ataladi. Bu uchta qo‘shimcha manbadan anodga yoki katodga nisbatan to‘g‘ri r - p o‘tish xosil bo‘ladigan kuchlanish berilsa  yoki a2 ning keskin ortishiga olib keladi. Bipolyar tranzistordagi kabi a1 yoki a2 ni ortirish uchun boshqaruvchi kuchlanishning katta qiymatiga ega bo‘lishi shart emas.

Tiristor - to‘rt qatlam li yarim o‘tkazgichli asbob. Uning tuzilishi 1 - rasmda keltirilgan. Unda uchta r-p o‘tish bo‘lib A nuqtaga manbaning musbat qutbi, B nuqtaga manfiy qutbi ulansa, P1 va P3 o‘tishlar to‘g‘ri, P2 esa teskari r - p o‘tishga ega bo‘ladi.



**1-rasm.** *Tiristorning struktura tuzilishi*

Uning ishlash prinsipini tushuntirish uchun, tiristorni ikkita p-r-p tipli tranzistorlarga ekvivalent deb qaraladi. Bu paytda tristordan o‘tuvchi umumiy tok uchta tashkil etuvchidan iborat bo‘ladi:



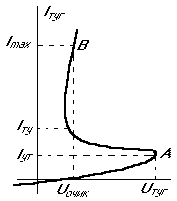
bundan



bu erda Iepik - tiristor yopik bo‘lganda o‘tadigan tok,  va  - mos ravishda tranzistorlarning tok uzatish koeffitsientlari.

Agar qiymat birga nasbatan kichik bo‘lsa, umumiy tok Iepik ga yaqin bo‘ladi. Asbobni ochiq xolatga o‘tkazish uchun qiymat birga intilishi kerak. Bunday xolda tirstor orqali o‘tuvchi tok keskin ortadi.

Tranzistorning ishlash prinsipiga ko‘ra,  ning qiymati emitter tokiga bog‘liq. Emitter toki ortishi bilan  xam kichik qiymatga ega bo‘ladi. Emitter toki ortishi bilan xam keskin ortadi. A va K nuqtalar orasidagi kuchlanishni orttirib borilsa, tirstor orkali o‘tuvchi tok dastlab sezilarli darajada o‘zgarmaydi. Kuchlanish ortib ma’lum ezib o‘tish qiymatiga etganda P2o‘tishda zaryadlarning kuchiksimon ko‘payishi ruy berib,  va qiymati keskin ortadi. Natijada asbob ochiq xolatgao‘tadi. Bu xolatga o‘tishi uchun kerak bo‘ladigan kuchlanish qiymati Ukuch - kuchiksimon ko‘payish kuchlanishi deb yuritiladi. Agar tiristordan o‘tuvchi tok shartni kanoatlantirsa, tiristor ochiq xolatda koladi. Bu tok, tutib turuvchi tok Itut deb ataladi. Tirstorning volg‘t - amper xarakteristikasi 2 - rasmda keltirilgan.



**2-rasm** *Tiristorning volg‘t-amper xarakteristikasi*

Xarakteristikaning **OA** qismi tiristorning yopik (uzilgan) xolatini ifodalaydi. Bunda tiristorning qarshiligi katta bo‘ladi (bir necha megom). Kuchlanish yorib o‘tish qiymatiga etganda (**A** nuqta) tiristordan o‘tuvchi tok keskin kupayadi. **A** nuqtada tiristorning differensialqarshiligi nolga yaqin bo‘ladi. **AV** qismida esa differensial qarshilik manfiy qiymatga ega bo‘ladi. Kuchlanishning bundan keyingi ortishi tokning ortishiga olib keladi(**BV** kism). Kuchlanishni kamaytirib tiristordan o‘tuvchi tokni 1tut dan kichik qiymatga tushirilsa, tiristor yopik xolatga o‘tadi.

Faqat ikki, chetki qismlardan ulanish uchlari chiqarilgan tiristor diodli tiristor (dinistor) deb ataladi. O‘rta soxalarining biridan ulanish uchi chiqarilgan tiristor triodli tiristor yoki trinistor deb ataladi. Bu uchta qo‘shimcha manbadan anodga yoki katodga nisbatan to‘g‘ri r - p o‘tish xosil bo‘ladigan kuchlanish berilsa  yoki a2 ning keskin ortishiga olib keladi. Bipolyar tranzistordagi kabi a1 yoki a2 ni ortirish uchun boshqaruvchi kuchlanishning katta qiymatiga ega bo‘lishi shart emas.

Tranzistor uchta sohadan iborat yarim o‘tkazgichli asbob. Uning tuzilishi 1 – rasmda keltirilgan. O‘rta qismi baza deb atalib, aralashma konsentratsiyasi chetki qismlariga nisbatan kam va yupqa bo‘ladi. Chetki qismlaridan biri emitter, ikkinchisi kollektor deb ataladi.

р n р

n р n

E К

B

а

b

**1 – rasm. Tranzistorning tuzilishi (a) va uning qarama-qarshi ulangan diodlar sifatida tasvirlanishi (b)**

Emitter degan nom elektronlar bazaga purkaladi, in’eksiya, ya’ni injeksiyalanadi degan ma’noni bildiradi. Tranzistorda kollektor toki hosil bo‘lishi uchun albatta baza toki bo‘lishi shart. 1 – rasmda keltirilgan tranzistor diskret tranzistor deb ataladi. Bu tranzistorda n-p o‘tishlar yarim o‘tkazgichli plastinaning qarama-varshi tomonlarida joylashgan. O‘tishlari bir tomonga joylashgan tranzistorlar ham mavjud va ular **integral tranzistorlar** deb ataladi. Emitter sohasida aralashma miqdori ko‘proq bo‘ladi. Kollektor zaryad tashuvchilarni ekstraksiyalash (sug‘urib olish) vazifasini bajaradi.

Tranzistorning bazasi p yoki r o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lishi mumkin. Shunga ko‘ra chetki qismlari r yoki p o‘tkazuvchanlikka ega bo‘ladi. Demak, tranzistor n-p-r yoki p-n-p strukturali bo‘ladi. Tranzistorda ikkita n-p o‘tish mavjud. Buni hisobga olgan holda tranzistorni ketma-ket ulangan ikkita bog‘langan diod sifatida qarash mumkin (1b – rasm). Uning chetki uchlariga (emmiter – kollektorga) kuchlanish ulanganda n-p o‘tishlarning biri to‘g‘ri o‘tish bo‘lsa, ikkinchisida teskaoi bo‘lganligidan har ikkala yo‘nalishda tizimdan tok o‘tmaydi. Tranzistorni ikkita tok manbaiga 2 rasmda ko‘rsatilgandek ulaymiz. K kalit ochiq bo‘lganda emiiter zanjirida tok bo‘lmaydi. Kollektor zanjirida esa oz miqdorda teskari n-p o‘tish toki (*IkBt*, t – teskari demak) bo‘ladi. K – kalit ulanganda emmiter zanjirida tok hosil bo‘ladi. Chunki Ye*e*manba kuchlanishi emmiter – baza yo‘nalishida to‘g‘ri n-p o‘tish hosil qiladi. Bunda ko‘pchilik kovaklar emitterdan bazaga o‘tganda *LB > LD* bo‘lganligidan kollektor o‘tishiga yetib boradi. Natijada kollektor toki ortadi. Umuman olganda, tranzistorning asosiy xossasi bazada boraytgan jarayonlar bilan belgilanadi.





*Ib*

IК

RК

+ -

+ -

B

E

n

К

р

р

“Kambag‘al” sohalar

**2 – rasm. Tranzistorni umumiy baza sxemasida ulash**

Bazada chet moddalar taqsimlanishi natijasida unda asosiy bo‘lmagan zaryadlarni emitterdan kollektorga o‘tishiga yordam beruvchi elektr maydon bo‘o\lsa, bunday tranzistor *dreyfli tranzistor* deyiladi. Agar bazada xususiy maydon bo‘lmasa, asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar baza orqali asosan diffuziya hodisasi tufayli o‘tsa, bunday tranzistor *dreyfsiz tranzistor* deb ataladi. 3 – rasmda tranzistorning chiqish tavsiflari keltirilgan. Unda  ga mos kelgan tavsif K kalit osiq bo‘lgan holni ifodalaydi. Tavsifdan ko‘rinadiki, kollektor – bazaga qo‘yilgan manfiy kuchlanish qiymati ortishi bilan tokning sezilarli darajada ortishi kuzatilmaydi.

*IК*

UKB

UB

UE

UKE

*IE=IЭ4*

*IE=IE3*

*IE=IE2*

*IE=IE1*

*IE=0*

Yorib o‘tish

*IB=IB4*

*IB=IB3*

*IB=IB2*

*IB=IB1*

*IB=0*

UBЭ=0

**3– rasm. Umumiy baza (UB) va umumiy emmiter sxemada ulangan tranzistorning chiqish tavsiflari**

Tranzistordan o‘tuvchi toklarning kuchlanishga bog‘liqligi statik qolt-amper tavsiflari (VAT) orqali ifodalanadi. Ular kirish va chiqish tavsiflariga ajratiladi.

Kirish tavsifi deyilganda chiqish zanjirining kuchlanishi o‘zgarmas saqlangan holda, kirish zaejiridagi tokning kirish kuchlanishiga bog‘livlik grafigi tushuniladi. Masalan, umumiy emitter sxemasida . Chiqish tavsifi deyilganda kirish zangjiridagi tok o‘zgarmas bo‘lganda, chiqish tokining chiqish kuchlanishiga bog‘liqligi tushuniladi. Masalan, umumiy emitter sxemada .

Umumiy baza va umumiy emitter sxemaning kirish VAT i 4 – rasmda keltirilgan. Tavsifdan ko‘rinib turibdiki, tavsiflar diodnikiga o‘xshash ko‘rinishga ega.

3 – rasmda umumiy baza va umumiy emitter sxemalar bo‘yicha ulangan tranzistorlarning chiqish tavsiflari keltirilgan. Umumiy baza sxemada, umumiy emitternikiga qaraganda kollektor toki kollektor kuchlanishiga kuchsiz bog‘langan. Umumiy emitter sxemada kollektor tokining keskin ortishi umumiy bazanikiga nisbatan kichik kollektor kuchlanishida ro‘y beradi.

UК< 0

UК= 0

*IЭ*

*UЭБ*

а)

UК = 0

UК> 0

*IБ*

*UЭК*

b)

**4 – rasm. Tranzistorlarning chiqish tavsiflari:**

a – umumiy baza va b – umumiy emitter sxemalarida

Tranzistordan kuchaytirgich sifatida foydalanilganda, ummiy emitterli sxemada signalni kuchlanish bo‘yicha 10 – 200 marta kuchaytirish mumkin. Shu sababli umumiy emitterli sxema boshqalarga nisbatan ko‘proq qo‘llaniladi. Lekin umumiy emitterli sxemada kirish qarshiligi 500 – 1000 Om, chiqish qarshiligi 2 – 20 kOm atrofida bo‘ladi. Umumiy kollektorli sxemada kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish bir atrofida, tok bo‘yicha kuchlanish umumiy emitterliniki bilan bir xil. Umumiy bazali sxemada tok bo‘yicha bir atrofida, kuchlanish umumiy emitterli niki kabi bo‘ladi. Kirish qarshiliga bu sxemada juda kichik, 10 – 200 Om atrofida bo‘lganligidan ko‘pincha elektr signallarni generatsiyalash va shunga o‘xshash qurilmalarda ishlatiladi.

**Nazorat uchun savollar**

1. Tiristorni tuzilish va ishlash prinsipini tushuntirib bering?

2. Tiristor kaysi soxalarda kullaniladi?

3.Tok uzatish koeffitsientnqy ortirish uchun boshkaruvchi koeffitsient kanday kiymatta ega bulishi shart.

4. Tranzistor nechta sohadan iborat.

**5.**Integral tranzistorlar deb nimaga aytiladi**.**

6.n-p-r yoki p-n-p strukturalarni izohlang.

7.Dreyfsiz tranzistor deb nimaga aytiladi.

# 

# 3-Ma’ruza: Boshqariladigan o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari. Tiristorli kuchlanish rostlagichi, tavsiflari va energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi. Boshqaruv tizim sxemalari. Uzatish funksiyasi.

**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2. Boshqariladigan o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari.**

**3.Tiristorli kuchlanish rostlagichi, tavsiflari va energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi. Boshqaruv tizim sxemalari. Uzatish funksiyasi.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

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 (4.1 – rasm).

4.1 – rasmdagi sxemada keltirilgan shartli belgilar va ularning fizik ma’nolari: *Lyuk,Ryuk* – yuklagich, tok o‘tkazgich simlar va silliqlovchi reaktorlarning induktivligi va aktiv qarshiligi, ye*yuk* – motorning EYuK (agar TO‘ motorning qo‘zg‘atish chulg‘amiga ulangan bo‘lsa, u holda yeyuk = 0);  – 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); *Rf* – transfarmator fazalari va anod taqsimlagichlarning birgalikdagi aktiv qarshiligi; *Lf* – transformator va anod taqsimlagichlarning birgalikdagi tarmoq induktivligi. Tiristorlar *V1-Vm* ideal, ya’ni to‘liq boshqariluvchan deb qaraladi.

**Тр**

**U1 U2UnLюк**

**Rф Rюк**

**Lф**

**еюк**



**V1 V2 Vm**

4.1 – rasm. Tiristorli o‘zgarmas tok o‘zgartkichining hisob sxemasi

TO‘ ning statik rostlash tavsifi Yed = f() umumiy ko‘rinishda quyidagi matematik ifodadan iborat bo‘ladi

 , (4.1)

bu yerda  – TO‘ ning maksimal EYuK; *Efm* – o‘zgartkich fazasi elektr yurituvchi kuchining amplituda qiymati, *E2f* – transformator ikkilamchi chulg‘ami faza kuchlanishining haqiqiy qiymati, m – o‘zgartgichning fazalari soni, 0 – manba kuchlanishining aylanma chastotasi.

А В А В С А В С О

V1 V2 V1 V4

V1 V2 V3

Zюк

V3 V4

V3 V6

V5 V2

Zюк

Zюк

а)

**б)**

**в)**

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

*Edmax* ning qiymati o‘zgartkich ishchi sxemasi turlariga (4.2 – rasm) va ta’minlovchi tarmoq elektr ko‘rsatkichlariga bog‘liqdir (4.1 – jadval). Yuklanishning quvvati *Pd = EdmaxId* ga teng bo‘ladi (bu yerda *Id* yuklanish toki).

4.1–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, Edmax | 0,9 E2l | 1,17 E2f | 1,35 E2l |
| Maksimal teskari kuchlanish, Utes.kuchl. | 1,57 Edmax | 2,09 Edmax | 1,05 Edmax |
| Transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi liniya tok, I2 | Id | 0,58 Id | 0,817 Id |
| Qar bir tiristordano‘tayotgan o‘rtacha tok, Itir | 0,5 Id | 0,33 Id | 0,33 Id |
| Transformatorning rusumiy quvvati, St | 1,11 Pd | 1.35 Pd | 1.045 Pd |

TO‘ ishchi sxemalarini tahlil qiladigan bo‘lsak, bir fazali ko‘prik sxemalar (4.2a–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 (4.2v–rasm) uch fazali nol sxemaga (4.2b –rasm) nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bu afzalliklar nimalardan iborat ekanligi 4.1–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 EYuKning 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.transformatorningrusumiyquvvati kam va bor yo‘g‘i *St=1.05Pd*nigina tashkil etadi.

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

Umuman olganda, TO‘ larning iqtsodiy, texnik va foydalanish ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lish bilan elektromexanik o‘zgartgichlardan aylanuvchi qismlari yo‘qligi bilan bir qatorda quyidagi ko‘rsatkichlari bilan ham yaqqol ajralib turadi:

1.tiristorlardagiquvvat isrofining juda kamligi hisobiga (kuchlanish pasayishining 1 Voltdan ham kamligi tufayli) foydali ish koeffisentining yuqori bo‘lishi bilan;

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

3.tezkor ta’sirli muhofaza turlarining ishlatilishi hamda tiristorli o‘zgartgichning vazifaviy elementlari alohida modullar tarzida bajarilishi o‘zgartgichning ishonchli ishlashini ta’minlaydi;

4.katta joyni egallamaydi, shovqinsiz ishlaydi, o‘rnatishga alohida joy tayyorlash talab etilmaydi.

Shu bilan bir qatorda TO‘ ba’zi kamchiliklardan ham holi emas:

1.kuchlanishni chuqur rostlash jarayonida reaktiv tok ortishi tufayli quvvat koeffisenti pasayadi;

2.ortiqcha yuklanishga o‘ta ta’sirchan;

3.tiristorlio‘zgarmas tok o‘zgartgichining ishlashi ta’minlanayotgan elektr tarmoqdagi kuchlanish formasining o‘zgarishiga olib keladi; bu transformatorlarda, simlarda quvvat isrofining oshishiga olib keladi;

4.radio to‘siq to‘lqinlarining tarqalish darajasini oshirishga olib keladi.

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.

3.8 – 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.

**+**

**-**

**Е**

**V1 V3 V5**

**V4 V6 V2**

**А**

**В**

**С**

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

Invertorga aktiv yuklanish ulangan holni ko‘rib chiqamiz.3.9 –rasmdagi tiristorlarning tartib soni kuchlanishlar diagrammasidagi (3.10 – rasm) tiristorlarning navbatma–navbat ochilishiga mos keladi.

**4-5-6**

**1-2-3**

**2-3-4**

**3-4-5**

**1-2**

**2-3**

**3-4**

**4-5**

**6-1**

**1-2**

**2-3**

**5-6**











**UA**

**UB**

**UC**

**UAB**

**UA**

**UB**

**UC**

**UAB**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**a)**

**б)**

**5-6-1**

**1-2-3**

**6-1-2**

**2-3-4**

3.10 – rasm. Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchaklari (a) va (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 bœlishi, ya’ni tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi =1800; tiristor chiqishi kuchlanishi chastotasining 1/3 davri oralig‘ida ulangan bo‘lishi, ya’ni=1200. Birinchi holda bir vaqtning o‘zida birdaniga uchta tiristor tok o‘tkazsa, ikkinchi holda esa ikkita tiristor bir vaqtning o‘zida tok o‘tkazadi.

3.10a,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 invertorlarni kuchlanish avtonom invertorlari – KAI va tok avtonom invertorlari – TAI guruhlarga bo‘lib qarash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

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

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

KAIlarning 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 invertor boshqarish tizimining ishlashi shaklanadi.

3.11a – rasmda bir fazali KAIning shartli sxemasi berilgan bo‘lib, chiqishidagi kuchlanishni rostlash birinchi yoki ikkinchi usul bilan amalga oshirilishi mumkin.

V1,V3 va V2,V4 tiristorlarning davriy juft ulanishi va o‘chishi yuklanishdagi kuchlanish *Uyuk* ning formasi to‘g‘ri burchakli, ampilitudasi manba kuchlanishiga teng bo‘lishini taqozo qiladi va yuklanishdan o‘tayotgan tokning formasi eksponenta bo‘laklaridan iborat bo‘ladi (3.11b – rasmga qarang). Agar V1 va V3 tiristorlar o‘chirilib, V2 va V4 tiristorlar ulanadigan bo‘lsa, u holda aktiv – induktiv yuklanishdan o‘tayotgan tokning yo‘nalishi ulangan tiristorlarning o‘tkazuvchanligiga nisbatan teskari bo‘ladi va bu tokni yo‘naltirish uchun V1 – V4 tiristorlarga qarama – qarshi yo‘nalishda parallel VD1 – VD4 diodlar ulangandir.

**+**

**-**

**Е С0**

**D1 V1 V2 D2**

**D4 V4 V3 D3**

**Uюк**

**iюк**

**а)**

**D1**

**D3**

**V1-V3**

**D2**

**D4**

**V2-V4**

**D1**

**D3**

**Uюк**

**iюк**

**i d**

**t**

**t**

**U,i**

**б)**

3.11 – rasm. Bir fazali KAI sxemasi (a) va uning kuchlanish va tok diagrammasi (b)

Yuklanishdagi tok va kuchlanishning ishoralari teskari bo‘lgan holda u yoki bu juft diodlar ochiladi. Shunda manbadan kelayotgan tok id ishorasini o‘zgartirib Yekuchlanishga qarama – qarshi yo‘nalishda oqadi. Agar manba bir tomonli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lsa, ya’ni to‘g‘rilagich bo‘lsa, u holda manbaga parallel kondensator ulanishi kerak. Invertordan tok manbaga qarab yo‘nalganida kondensator zaryadlanadi va tok manbadan yo‘nalganida esa zaryadsizlanadi. Bu kondensatorning sig‘imi, manba kuchlanishi pulsatsiyasi sezilarsiz darajada bo‘lishini ta’minlashi uchun, yetarli darajada qiymatga ega bo‘lishi kerak.

KAI chiqish kuchlanishini impulsli boshqarish usulini tiristorlar-ning o‘tkazuvchanlik burchagi  bo‘lgan hol uchun ko‘rib chiqamiz.

Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi bo‘lganida bir vaqtda uchta tiristor ishlaydi va bu holda kuchlanishning formasi yuklanishga deyarli bog‘liq bo‘lmaydi.

3.12a – rasmdan ko‘rinib turibdiki bir paytda uchta tiristorlarning ochilishini va interval o‘tishi bilan yopilishini ta’minlaydigan impulslar OYoA vositasida amalga oshiriladi. Har tiristorning ochilib turishi burchagi  ni rostlanishi natijasida chiqishdagi kuchlanish impulsi kengligi o‘zgartiriladi.

**O 60  120  180  240  300 3600**













**V1**

**V2**

**V3**

**V4**

**V5**

**V6**

**а)**

**б)**



****

3.12 – 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 (3.13a – 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 darajeada 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 (3.13b – rasm). Yuklanishdagi kuchlanish formasi yuklanishning xarakteriga bog‘liqdir. Invertorning kirish qismidagi kuchlanishning manfiy ishorali qismi vaqt oralig‘ida tiristorlarning yopiq holatiga to‘g‘ri keladi.

**V1-V3 V2-V4 V1-V3**

**iюк**

**uюк**

**uи**

**U,i**

**t**

**t**

**Uюк**

**С**

**Zюк**

**iюк**

**Uи**

**id**

**L**

**+**

**-**

**E**

**V1V2**

**V4 V3**

**a)**

**б)**

3.13 – rasm. Bir fazali TAI sxemasi (a) va uning kuchlanish va tok diagrammasi (b)

Shunday qilib, KAIlarning asosiy afzalligi kuchlanishning yuklanishga bog‘liq emasligi, balki tiristorlar kommutatsiyasining tartibiga bog‘liqdir. TAIlarda tiristorlar kommutatsiyasining tartibi tok formasini belgilaydi, kuchlanishning formasi yuklanishning xarakteriga bog‘liq bo‘lganligi sababli invertorlarning chiqish tavsiflari 3.14– rasmda tasvirlanganidek bo‘lib, KAI ning tashqi tavsifi abssissa o‘qi Iyuk ga parallel bqladi, ya’ni Uyuk = Ye (1 – to‘g‘ri chiziq). TAI ning tashqi tavsifi-ning matematik ifodasi quyidagi ko‘rinishga ega:

 , (3.1)

bu yerda *Uyuk*va *Iyuk* – yuklanish kuchlanishi va tokining birinchi garmonik tashkil qiluvchilarining haqiqiy qiymatlari;  – yuklanishning quvvat koeffisenti. (3.1) dan ko‘rinib turibdiki, manba kuchlanishining o‘zgarmas qiymatida yuklanishdagi kuchlanish quvvat koeffisientiga teskari proporsional bo‘ladi. Yuklanishda tok qiymatining kamayishi natijasida  ham kamayada, natijada yuklanishdagi kuchlanish qiymati oshadi (2 – to‘g‘ri chiziq). Yuklanish tokining oshishi esa oshishi va birga intilishi natijasida ga intiladi.

**Uюк**

**Е**

**0**

**Iюк**

**1**

**2**

3.14 – rasm. Avtonom invertorlarning tashqi tavsiflari

Sun’iy kommutatsiya qurilmalari tiristorli avtonom invertorlarning zarur qismlaridan bo‘lishi bilan bir qatorda invertorning rostlash xususiyatlarini, energetik va ishonchlilik darajalarini ko‘p jihatdan belgilaydi. Quyida amaliyotda keng qo‘llaniladigan sun’iy kommutatsiya sxemalarining ikki xilini ko‘rib chiqamiz.

3.15a – rasmda tasvirlangan sun’iy kommutatsiya sxemasi bir ishchi tiristorning ulanishi bilan ikkinchi ishchi tiristorning o‘chirilishini ta’minlaydi. Tiristor V1 orqali tok o‘tayotganda kondensator S ning sxemada ko‘rsatilgan chap qobig‘i «-» o‘ng qobig‘i «+» ishora bilan manbaning kuchlanish qiymati Ye gacha qarshilik *Ryuk2* orqali zaryadlanadi. Tiristor V2 ga ilk boshqarish signali ochilishi uchun elektrodlariga berilganida kondensatordagi kuchlanish tiristor V1ga teskari, ya’ni katodiga «+» anodiga «-» ishorali kuchlanish bilan to‘sadi, natijada V1ning o‘chishiga olib keladi. So‘ngra ulangan tiristor V2 vaqarshilik *Ryuk*orqali kondensator S qayta zaryadlanadi. Kondensatordagi kuchlanishning Ye dan 0gacha tushishi vaqti oralig‘ida (3.15v–rasm) tiristor V1ga teskari ishorali kuchlanish bilan to‘siladi va u o‘chadi. Kondensator Sning sig‘imini shunday tanlash lozimki, sxema bo‘yicha tiristorning o‘chish vaqti *to‘* tiristorning pasportida ko‘rsatilgan *t/o‘* dan kam bo‘lmasligi kerak, ya’ni

. (3.1)

3.15b–rasmdagi ishchi tiristorni o‘chirish uchun unga parallel oldindan zaryadlanib qo‘yilgan kondensator ulanadigan sun’iy kommutatsiya sxemasi tasvirlangan. Aytaylik, tiristor V1ishlab turibdi, kondensator qobig‘laridagi zaryad ishoralari sxemada ko‘rsatilgandek bo‘lsin. Tiristor V1ni uchirish uchun yordamchi tiristor V2ga boshqaruv signali yuboriladi. Kondensator S tiristor V2 vaqarshilik *Ryuk* orqali qayta zaryadlanadi, keyin tiristor V2 yoqiladi. Tiristor V1 ga ulanish uchun signal berilgandan keyin kondensator Sning tiristor V1, induktivlik *L* va diod Ddan iborat tebranma kontur bo‘yichaqayta zaryadlanish yuzaga keladi va natijada sxema yana yangi ulanish uchun tayyor holatga keladi (3.15b –rasm). Kondensator Sning sig‘imi xuddi (3.1) ifoda bilan aniqlanadi.Induktivlik *L*ning vazifasi kondensator Sning kerakli darajada tez qayta zaryadlanishida tok amplitudasi qiymatini chegaralashni ta’minlashdir.Bu sxemaning afzal-ligi shundaki, invertordagi har bir tiristorni boshqa tiristorlarning ish rejimidan qat’iy nazar o‘chirish imkonini beradi, bu esa tiristorlarga deyarli to‘liq boshqariluvchanlik xususiyatini beradi.

**+**

**+**

**+**

**+**

**-**

**-**

**-**

**-**

**V1 V2**

**E C**

**Rюк1Rюк2**

**C L**

**V1 V2 D**

**Rюк**

**E**

**a)**

**б)**

**+Е**

**+Е**

**-Е**

**-Е**

**V1 V2V1**

**t**

**t**

**tў**

**UV1**

**UC**

**в)**

3.15 – rasm. Avtonom invertor kuch sxemalaridagi ishchi tiristorlarning sig‘imli (a) va tebranma konturli (b) sun’iy kommutatsiya sxemalari hamda ularning kuchlanish diagrammalari (v)

Hozirda kichik va o‘rta quvvatli kuch tiristorlarning to‘liq boshqariluvchi turlari yaratilganligi sababli ularni ochish va yopish amallarini avtongom invertorlarning boshqaruv tizimlarida bajariladi va bu esa ularning kuch sxemalarini yanada soddalashtirishga hamda avtonom invertorlarning ishonchli ishlash darajasini oshiradi..

3.16 – rasmda tasvirlangan avtonom invertorning uch fazali ko‘prik sxemali eng sodda sxemalaridan bo‘lib, parallel tok avtonom invertori, deb yuritiladi. Kondensatorlar S1, S2, S3, lar asinxron motor fazalariga parallel ulanib, kommutatsiya funksiyasini bajarish bilan bir qatorda motoriste’mol qilayotgan reaktiv quvvat o‘rnini tœldirish vazifasini ham bajaradi. Bunday invertorlar yuklanish momenti deyarli o‘zgarmaydigan va chastota rostlash diapozoni uncha katta bo‘lmagan asinxron elektr yuritmalarda qo‘llaniladi. Bu invertorning eng katta kamchiligi chastotaning kichik qiymatlarida (10 Gs va undan kichik) kondensatorlarning sig‘imi juda katta qiymatga ega bo‘lishi zarurligidir. Bundan tashqari asinxron motorga kondensatorlarning parallel ulanishi elektr yuritmada yo‘qotishi qiyin bo‘ladigan avtotebranishlarning paydo bo‘lishiga olib keladi. Bu sxemaning takomillashgan varianti (3.17 – rasm) kondensatorlar asinxron motor stator chulg‘amidan D1 – D6 diodlar orqali ajratilgan. Kondensatorlar orqali kommutatsiya vaqtidagina tok o‘tib, boshqa paytda ulardan tok o‘tmaydi. Bu esa kondensator sig‘imlarining chastota o‘zgarishidan qat’iy nazar anchagina kamaytirish imkonini beradi.Ammo kommutatsiya jarayonida asinxron motorning stator chulg‘amidagi yig‘ilgan energiyaning kondesatorlariga uzatilishi, kondensatorlarda kuchlanishning o‘sishiga olib keladi.Shuning uchun kondensatorlarning sig‘imini shunday tanlashi keraki, bir tomondan bu kuchlanish o‘sishini ruxsat etilgan qiymatidan oshmasligi, ikkinchidan esa kondensatorlarning qayta zaryadlash jarayoni uzayib ketmasligi kerak.

**+**

**-**

**Е**

**L**

**V1 V3 V5**

**V1 V3 V5**

**C1**

**C2**

**C3**

**A**

**B**

**C**

3.16 – rasm. Parallel tok avtonom invertori sxemasi

3.18 –rasmdagi kuchlanish avtonom invertorining 3.17 –rasmdagi tok invertoridan farqi shundaki bu sxemaga teskari ulangan D7–D12 diodlarning ko‘prik sxemasi va kompensatsiyalrovchi kondensator S ulangan. Bu sxemadagi kondensatorlar faqat kommutatsiya jarayonida ishlaydi. Shuning uchun ularning sig‘imlari yanada ham kam bo‘ladi. L1va L2reaktorlarning vazifasi kondensatorlarning teskari ulangan diodlari orqali tez qayta zaryadlanishiga yo‘l qo‘ymaslikdir.

3.17va 3.18 –rasmlarda keltirilgan invertorlarda bir fazadagi tiristorlarning o‘chirilishi ikkinchi fazadagi tiristorlarning esa yoqilishi bilan xarakterlangani uchun bunday invertorlarni fazalararo kommutatsiyali invertorlar deb ataladi.

**+**

**-**

**Е**

**L**

**V1 V3 V5**

**V4 V6 V2**

**A**

**B**

**C**

**C1**

**C2**

**C3**

**C1**

**C2**

**C3**

**D4 D6 D2**

**D1 D3 D5**

3.17 – rasm. Kondensatorlar diodlar yordamida ajratilgan tok avtonom invertori sxemasi

**+**

**-**

**Е**

**L1**

**V1 V3 V5**

**V4 V6 V2**

**A**

**B**

**C**

**C1**

**C2**

**C3**

**C1**

**C2**

**C3**

**D4 D6 D2**

**D1 D3 D5**

**С0**

**L2**

3.18 – rasm. Fazalararo kommutatsiyali kuchlanish avtonom igvertori sxemasi

3.19 –rasmda tasvirlangan invertor sxemasida har bir tiristor uchun alohida o‘zining kommutatsiya zanjiri mavjudligi bilan oldingi qaralgan invertorlarning sxemalaridan farqqiladi. D1–D6 diodlar 3.18–sxemadagidek asinxron motorning invertor sxemasidan ajratish uchun xizmat qiladi, D7– D12 diodlar esa teskari ko‘prik sxemasi bo‘yicha o‘zgarmas kuchlanish manbaiga ulanadi. Bunday sxemali kuchlanish avtonom invertorlarida har bir tiristorlarning ochilishi vayopilishi boshqa tiristorlarning holatlaridan qat’iy nazar individual ravishda bo‘ladi va bu esa yuklanishdagi kuchlanish qiymatini rostlash imkonini beradi.

**+**

**-**

**Е**

**D1**

**B**

**C**

**C6**

**C1**

**C2**

**C3**

**С0**

**L8**

**A**

**L7**

**C4**

**C5**

**D2**

**D3**

**D4**

**D5**

**D6**

**D7**

**D8**

**D9**

**D10**

**D11**

**D12**

**L1**

**L2**

**L3**

**L4**

**L5**

**L6**

3.19 – rasm. Individual kommutatsiyali kuchlanish avtonom invertori sxemasi

Bundan tashqari avtonom invertorlarda anod va katod zanjirlaridagi tiristorlar uchun umumiy bo‘lgan kommutatsiya kondensatorlari qo‘llanilgan sxemalar, invertor tiristorlari uchun umumiy yagona bo‘lgan kommutatsiya qurilmasiga ega bo‘lgan sxemalar va boshqa xilma – xil kommutatsiya qurilmali sxemalar ham amaliyotda keng qo‘llaniladi.

**Nazorat uchun savollar**

# 1. Boshqariladigan o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari qanday ishlaydi

**2. Tiristorli kuchlanish rostlagichi, tavsiflari va energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi qanaqa**

**3. . Boshqaruv tizim sxemalari tuzilishi qanday**

**4. Uzatish funksiyasi izohlang**

**4-Ma’ruza: Energiya samarador chastota o‘zgartgichlari va invertorlar. O‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlarining asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili.**

.**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2. Energiya samarador chastota o‘zgartgichlari va invertorlar.**

**3. O‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlarining asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

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.

3.8 – 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.

**+**

**-**

**Е**

**V1 V3 V5**

**V4 V6 V2**

**А**

**В**

**С**

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

Invertorga aktiv yuklanish ulangan holni ko‘rib chiqamiz.3.9 –rasmdagi tiristorlarning tartib soni kuchlanishlar diagrammasidagi (3.10 – rasm) tiristorlarning navbatma–navbat ochilishiga mos keladi.

**4-5-6**

**1-2-3**

**2-3-4**

**3-4-5**

**1-2**

**2-3**

**3-4**

**4-5**

**6-1**

**1-2**

**2-3**

**5-6**











**UA**

**UB**

**UC**

**UAB**

**UA**

**UB**

**UC**

**UAB**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**t**

**a)**

**б)**

**5-6-1**

**1-2-3**

**6-1-2**

**2-3-4**

3.10 – rasm. Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchaklari (a) va (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 bœlishi, ya’ni tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi =1800; tiristor chiqishi kuchlanishi chastotasining 1/3 davri oralig‘ida ulangan bo‘lishi, ya’ni=1200. Birinchi holda bir vaqtning o‘zida birdaniga uchta tiristor tok o‘tkazsa, ikkinchi holda esa ikkita tiristor bir vaqtning o‘zida tok o‘tkazadi.

3.10a,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 invertorlarni kuchlanish avtonom invertorlari – KAI va tok avtonom invertorlari – TAI guruhlarga bo‘lib qarash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

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

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

KAIlarning 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 invertor boshqarish tizimining ishlashi shaklanadi.

3.11a – rasmda bir fazali KAIning shartli sxemasi berilgan bo‘lib, chiqishidagi kuchlanishni rostlash birinchi yoki ikkinchi usul bilan amalga oshirilishi mumkin.

V1,V3 va V2,V4 tiristorlarning davriy juft ulanishi va o‘chishi yuklanishdagi kuchlanish *Uyuk* ning formasi to‘g‘ri burchakli, ampilitudasi manba kuchlanishiga teng bo‘lishini taqozo qiladi va yuklanishdan o‘tayotgan tokning formasi eksponenta bo‘laklaridan iborat bo‘ladi (3.11b – rasmga qarang). Agar V1 va V3 tiristorlar o‘chirilib, V2 va V4 tiristorlar ulanadigan bo‘lsa, u holda aktiv – induktiv yuklanishdan o‘tayotgan tokning yo‘nalishi ulangan tiristorlarning o‘tkazuvchanligiga nisbatan teskari bo‘ladi va bu tokni yo‘naltirish uchun V1 – V4 tiristorlarga qarama – qarshi yo‘nalishda parallel VD1 – VD4 diodlar ulangandir.

**+**

**-**

**Е С0**

**D1 V1 V2 D2**

**D4 V4 V3 D3**

**Uюк**

**iюк**

**а)**

**D1**

**D3**

**V1-V3**

**D2**

**D4**

**V2-V4**

**D1**

**D3**

**Uюк**

**iюк**

**i d**

**t**

**t**

**U,i**

**б)**

3.11 – rasm. Bir fazali KAI sxemasi (a) va uning kuchlanish va tok diagrammasi (b)

Yuklanishdagi tok va kuchlanishning ishoralari teskari bo‘lgan holda u yoki bu juft diodlar ochiladi. Shunda manbadan kelayotgan tok id ishorasini o‘zgartirib Yekuchlanishga qarama – qarshi yo‘nalishda oqadi. Agar manba bir tomonli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lsa, ya’ni to‘g‘rilagich bo‘lsa, u holda manbaga parallel kondensator ulanishi kerak. Invertordan tok manbaga qarab yo‘nalganida kondensator zaryadlanadi va tok manbadan yo‘nalganida esa zaryadsizlanadi. Bu kondensatorning sig‘imi, manba kuchlanishi pulsatsiyasi sezilarsiz darajada bo‘lishini ta’minlashi uchun, yetarli darajada qiymatga ega bo‘lishi kerak.

KAI chiqish kuchlanishini impulsli boshqarish usulini tiristorlar-ning o‘tkazuvchanlik burchagi  bo‘lgan hol uchun ko‘rib chiqamiz.

Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi bo‘lganida bir vaqtda uchta tiristor ishlaydi va bu holda kuchlanishning formasi yuklanishga deyarli bog‘liq bo‘lmaydi.

3.12a – rasmdan ko‘rinib turibdiki bir paytda uchta tiristorlarning ochilishini va interval o‘tishi bilan yopilishini ta’minlaydigan impulslar OYoA vositasida amalga oshiriladi. Har tiristorning ochilib turishi burchagi  ni rostlanishi natijasida chiqishdagi kuchlanish impulsi kengligi o‘zgartiriladi.

**O 60  120  180  240  300 3600**













**V1**

**V2**

**V3**

**V4**

**V5**

**V6**

**а)**

**б)**



****

3.12 – 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 (3.13a – 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 darajeada 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 (3.13b – rasm). Yuklanishdagi kuchlanish formasi yuklanishning xarakteriga bog‘liqdir. Invertorning kirish qismidagi kuchlanishning manfiy ishorali qismi vaqt oralig‘ida tiristorlarning yopiq holatiga to‘g‘ri keladi.

**V1-V3 V2-V4 V1-V3**

**iюк**

**uюк**

**uи**

**U,i**

**t**

**t**

**Uюк**

**С**

**Zюк**

**iюк**

**Uи**

**id**

**L**

**+**

**-**

**E**

**V1V2**

**V4 V3**

**a)**

**б)**

3.13 – rasm. Bir fazali TAI sxemasi (a) va uning kuchlanish va tok diagrammasi (b)

Shunday qilib, KAIlarning asosiy afzalligi kuchlanishning yuklanishga bog‘liq emasligi, balki tiristorlar kommutatsiyasining tartibiga bog‘liqdir. TAIlarda tiristorlar kommutatsiyasining tartibi tok formasini belgilaydi, kuchlanishning formasi yuklanishning xarakteriga bog‘liq bo‘lganligi sababli invertorlarning chiqish tavsiflari 3.14– rasmda tasvirlanganidek bo‘lib, KAI ning tashqi tavsifi abssissa o‘qi Iyuk ga parallel bqladi, ya’ni Uyuk = Ye (1 – to‘g‘ri chiziq). TAI ning tashqi tavsifi-ning matematik ifodasi quyidagi ko‘rinishga ega:

 , (3.1)

bu yerda *Uyuk*va *Iyuk* – yuklanish kuchlanishi va tokining birinchi garmonik tashkil qiluvchilarining haqiqiy qiymatlari;  – yuklanishning quvvat koeffisenti. (3.1) dan ko‘rinib turibdiki, manba kuchlanishining o‘zgarmas qiymatida yuklanishdagi kuchlanish quvvat koeffisientiga teskari proporsional bo‘ladi. Yuklanishda tok qiymatining kamayishi natijasida  ham kamayada, natijada yuklanishdagi kuchlanish qiymati oshadi (2 – to‘g‘ri chiziq). Yuklanish tokining oshishi esa oshishi va birga intilishi natijasida ga intiladi.

**Uюк**

**Е**

**0**

**Iюк**

**1**

**2**

3.14 – rasm. Avtonom invertorlarning tashqi tavsiflari

Sun’iy kommutatsiya qurilmalari tiristorli avtonom invertorlarning zarur qismlaridan bo‘lishi bilan bir qatorda invertorning rostlash xususiyatlarini, energetik va ishonchlilik darajalarini ko‘p jihatdan belgilaydi. Quyida amaliyotda keng qo‘llaniladigan sun’iy kommutatsiya sxemalarining ikki xilini ko‘rib chiqamiz.

**Nazorat uchun savollar**

Inventor deb nimaga aytiladi.

Inventorning tizimiy tuzilishi nimalardan iborat.

Inventorning ishlashi qanday

# 

# 5-Ma’ruza: Bevosita va bilvosita chastota o‘zgartgichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili.

**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2. Bevosita va bilvosita chastota o‘zgartgichlari.**

**3. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, afzaliklari va solishtirma tahlili.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

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 (1-rasmga qarang).



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

Transformatorning w2-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 Ito‘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).





**2-rasmda 2,5-davrli to‘g‘rilagich chizmasi vakuchlanish to‘g‘rilangan holati (b).**

Transformatorning ikkinchi w2 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 amanfiy 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-labaratoriya ishlari bajargan paytlarda qo‘llaniladi. Ularning turlari VU-4; VU-8; VU-10 deb ishlab chiqariladi.

**Bir fazali, ko‘prik chizmali to‘g‘rilagichlar.**

Bu turdagi to‘g‘rilagichlar uchun to‘rtta yarim o‘tkazgichli diodlar ishlatiladi va ular elektr zanjirga ko‘prik chizma usulida ulanadi (3-rasmga qarang).



**3-rasmda ko‘prik chizma usulda 2,5-davrli to‘g‘rilagich chizmasi keltirilgan.**

Har bir yarim davrli tokni olish uchun 2ta VD-diod ishlaydi. Ularni chizmasi bilan tanishamiz (4-rasmga a) vab) ga qarang).





**4-rasm.**

To‘g‘rilagichning Uchiqish joyida chastotasi f =100 gs gacha o‘zgarib turadi.

Bir fazali ko‘prik chizmali to‘g‘rilagichlar eng ko‘p o‘llaniladigan elektron qurilma bo‘lib, ikkilamchi o‘zgarmas elektr manbai sifatida ishlatiladi. Ularni turlari VU-4; LIP-90; V-24 m bilan tamg‘alanadi.

**Nazorat uchun savollar**

1. Tokning qanday davriy o‘zgartirish mumkin?
2. To‘g‘rilagichlar ishlash prinsipi?
3. To‘g‘rilagichning elektr chizmasini chizing?

# 6-Ma’ruza: Energiya samarali kengli impulsli o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari.Kuchli bipolyar, maydon bilan boshqariluvchi va IGBT tranzistorlar.

**Reja:**

**1.Umumiy tushunchalar**

**2. Energiya samarali kengli impulsli o‘zgaruvchan tok o‘zgartgichlari**

**3. Kuchli bipolyar, maydon bilan boshqariluvchi va IGBT tranzistorlar.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Bir fazali va uch fazali o‘zgaruchan tokni o‘zgarmas tokka to‘g‘rilash uchun mo‘ljallangan boshqariladigan to‘g‘rilagichlarni turli chizmalarda ulash mumkin. To‘g‘rilagichlar germaniy, kremniy elementlaridan tayyorlanadi, yarim o‘tkazgichlilarni elektrni bir yo‘nalishda o‘tkazish xossasiga va tokning qo‘yilgan kuchlanishiga proporsional bo‘lganligiga asoslangan. Keyingi yillarda germaniyli va kremniyli diod (to‘g‘rilagich)lar ishlab chiqilgan. Hozirgi vaqtda foydali ish koeffisienti 99%ga yetadigan germaniyli diodlar ishlab chiqilgan. Diodlarning ba’zi turlari to‘g‘ri kuchlanishi 1 V bo‘lganda bir necha yuz Amperga tokka yo‘l qo‘yadi. To‘g‘rilagich sifatida ishlaydigan bunday diodlar energiyani kam isrof qilishi (F.I.K. yuqori bo‘lishi) sababli katta yuklamalarda qizimaydi va sovituvchi radiatorlarga muhtoj bo‘lmaydi.

Keyingi yillarda F.I.K.-98% gacha, ishchi kuchlanishi 1000 Vdan yuqoriroq, tok zichligi 300 a/sm2 bo‘lgan kremniyli to‘g‘rilagichlar ishlab chiqilgan.

Aniqlik kiritish maqsadida bir fazali va uch fazali to‘g‘rilagichlar chizmalari bilan tanishamiz.

Bir fazali to‘g‘rilagichlar.







**1-rasm.**

**Uch fazali to‘g‘rilagichlar.**







**2-rasm.**



* 1. **Boshqarilmaydigan va boshqariladigan to‘g‘rilagichlar.**

Bir fazali to‘g‘rilagichlar (1-rasm)ga keltirilgan a) chizma. Bir fazali tokning bitta davrli boshqarilmaydigan to‘g‘rilagich chizmasi.

To‘g‘rilanadigan o‘zgaruvchan tok kuchlanishi transformatorlardan olinadi. Yuklama transformatorlarning ikkilamchi g‘altagidan Vn-to‘g‘rilagich bilan ketma-ket ulanadi. Boshqarilmaydigan to‘g‘rilagich tokni oqimi yuqoridan pastki tomonga bir tekis oqqanda potensialga ega bo‘ladi, o‘zgaruvchan tokning yarim to‘lqini tomonida o‘tkazadi. Kuchlanishning pastki yarim amplitudasi yuklama orqali o‘tadigan tokni vujudga keltirmaydi, boshqarilmaydigan to‘g‘rilagichning teskari qarshiligi juda kattadir.

“b” va “v” chizmalar.

Bir fazali tok chizmasidagi boshqarilmaydigan to‘g‘rilagichning ikki yarim davrli chizmasi keltirilgan. Ikkilamchi cho‘lg‘amning O o‘rta nuqtasidan to‘g‘rilangan tokli zanjirning bir qutbi chiqarilgan cho‘lg‘amning eng chetki “a” va “b” o‘ramlarining uchlari navbatma-navbat ikkinchi qutb bo‘ladi. Haqiqatga esa bu chizma kuchlanishning yarim to‘lqinining yo‘nalishiga qarab navbatma-navbat ishlaydigan bir yarim davri boshqarilmaydigan to‘g‘rilagichdan iborat bo‘ladi.

Kuchlanishning yarim to‘lqini musbat bo‘lganda yuqoridagi o‘ramlar o‘rtadagi o‘ramlar (o‘rta nuqta)ga nisbatan musbat potensialga, o‘rtadagi o‘ramlar esa pastki o‘ramlarga nisbatan musbat potensialga ega bo‘ladi. Kuchlanish vektori teng ikkiga bo‘linadi va uning O nuqtadagi “a” nuqtagacha bo‘lgan yuqoridagi yarim to‘g‘rilanadi. Tok 0 nuqta –yuqoridagi o‘ramlar –1 to‘g‘rilagich yuklama 0 nuqta orqali o‘tadi. Manfiy yarim davr 0 nuqtaning potensiali V nuqtaga nisbatan manfiy bo‘ladi. Ayni vaqtda 0 nuqta A nuqtaga nisbatan musbat potensialga ega bo‘ladi. Bu to‘g‘rilagich asosan ko‘rik chizma usulida bo‘lgani uchun afzallikka ega, texnikada ko‘p qo‘llaniladi.

Uch fazali tokni to‘g‘rilash chizmasi.

2-rasm a) va b) ga keltirilgan.

a)-rasmda. Har fazada bitta yarim davrli to‘g‘rilagich ishlaydi. Fazalar 120oga siljigani sababli to‘g‘rilangan tokning yarim to‘lqinlari bir-birini qoplaydi va puls tarorlanishi kamayadi.

b) rasmda. Har fazada ikkala yarim to‘lqin to‘g‘rilanadi, chunki bu yerda ikkita yarim davrli to‘g‘rilash yuz beradi.to‘g‘rilagichlardan tuzulgan ko‘prikka tarmoq kuchlanishi beriladi. Davrning har qaysi oltidan bir qismi davomida to‘g‘rilangan tokning zanjirida fazalar birining to‘g‘rilangan kuchlanishi ta’siridan tok o‘tadi.

b) chizmani ishlash prinspini ko‘rib chiqamiz.1-tugunda A fazani oniy kuchlanishi maksimal bo‘ladi. Yuklama zanjirida tok A faza-1 to‘g‘rilagich (diod) yuklama-4 va 6 to‘g‘rilagich (diod)-V va S fazalar-cho‘lg‘amining nol nuqtasi A fazadan iborat zanjir orqali o‘tadi. Ana shunday tartibda o‘zgaruvchan tok o‘zgarmas tokka aylantiriladi.

Uch fazali o‘zgarmas toklar, o‘zgarmas tok dvigatellari uchun asosiy elektr manbasi bo‘lib xizmat qiladi. Barcha elektr energiya ishlab chiqarish korxonalari uch fazali o‘zgaruvchan tok elektr energiyasi ishlab chiqaradi va ular maxsus qurilmalar yordamida iste’molchilarga yuboriladi. Sanoatning shunday saxalari borki, o‘zgaruvchi tokni to‘g‘ridan-to‘g‘ri qabul qilmaydi, ularga o‘zgarmas tok kerak, shunga muvofiq ularni ehtiyojini qondirish uchun uch fazali to‘g‘rilagichlar yordamida o‘zgarmas tok olinib yetkazib beriladi. Kimyo sanoati, qora va rangli metall ishlab chiqarish korxonalari, transpotr va aloqa soxasining ozuqasi bo‘lmish uch fazali o‘zgarmas tok elektr energiyasi bo‘lmasa elektr energiyasi bo‘lmasa, bu soxalarda ish to‘xtab qoladi.

O‘zgarmas tok energiyasini olish uchun tok o‘zgartirgichlar (preobrazovatellar) va to‘g‘rilagichlar (vipryamitellar) kerak. Bu qurilmalarda yarim o‘tkazgichli diodlar va o‘zgartirgich moslamalar qo‘llaniladi.

O‘zgarmas tok olish usulida eng ko‘p ko‘prik usulidagi kombinatsiyalashgan elektr ko‘prik chizmalar ishlatiladi. Ko‘pchilik xollarda yarim o‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar ko‘prik chizmasi bo‘yicha yig‘iladi. Ularni chizmasi quyidagi rasmda berilgan.





**3-rasm.**

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‘nalishdatok o‘tib turadi. Ko‘prikli 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 jadvali 2-rasmda keltirilgan. Ayrim fazalardagi tok va kuchlanishlarni to‘g‘rilash quyidagicha amalga oshiriladi. Transformatorning ikkilamchi cho‘lg‘amidagi faza kuchlanishlari bir-biriga nisbatan burchakka siljigan.







**4-rasm.**



**5-rasm.**



**6-rasm.**

5-rasmdagi sinusoidallar musbat yarim to‘lqinlardagi maksimumlar davrning uyadan bir qismida almashib turadi. Shu vaqt ichida bir tomonlama harakatlanuvchi ;;toklar hosil bo‘ladi. Boshqarilmaydigan kuchlanishni o‘rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

 yoki





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

**Nazorat uchun savollar**

1. O‘zgaruvch an tok qanday o‘zgarmas tokka aylantirilantiriladi?

2. To‘g‘rilagichlar uchun nega germaniy va kremniy eleientlari tanlangan?

3. Diodlarni F.I.K. necha foizga chiqarilgan?

4. Boshqariladigan va boshqarilmaydigan diodlar farqi?

5. Bir fazali to‘g‘rilagich chizmasini chizib izohlab bering?

6. Uch fazali to‘g‘rilagichlarni tushuntirib bering?

7. Zanjirdagi  nimani bildiradi?

8. O‘zgaruvchan tokni foydalanish soxasi?

9. Iste’molchilarga o‘zgarmas tok nima uchun kerak?

10. Elektronika fani nimani o‘rgatadi?

# 7-Ma’ruza: Zamonaviy kengli impulsli boshqariluvchi chastota o‘zgargichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, ularning vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.

**Reja:**

**1.** **Zamonaviy kengli impulsli boshqariluvchi chastota o‘zgargichlari.**

**2. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari,**

**ularning vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.**

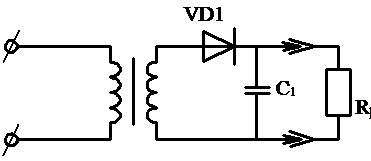
***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

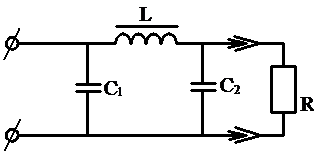
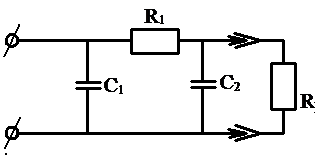
***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Bir va ikki yarim davrli to‘g‘rilagichlarni chiqish kuchlanishi o‘zgarmas bo‘lsa ham lekin chastotasi f =50-100 gs gacha o‘zgarib turgani uchun, ulardan elektron qurilmalarda birdaniga ikkilamchi manba sifatida foydalanib bo‘lmaydi. Shuni hisobga olib, to‘g‘rilagich chiqish joyida qo‘shimcha oddiy elektr qiymatni sifatli rostlab berish filtrii (tozalagich) o‘rnatiladi. Filtrlarning asosiy elementlari bu kondensator, o‘zakli induktiv g‘altak (drossel) va rezistordan iboratdir.

Qo‘yidagi chizmalarda elektr filtrlari turlari berilgan (1-rasm).





**1-rasm. Oddiy filtr, RC filtr, LC filtr**

1. Oddiy filtrlar VD diod ochilganda tok o‘tadi, ikkiga bo‘linadi. To‘g‘ri yuklama Ryuk ga boradi va S1 kondensatorni zaryadlaydi. Agar VD diod yopiq bo‘lsa, kondensator zaryadsizlanadi ya’ni yuklama Ryuk tokni beradi.

2. «P» rusumli RC filtri past chastotalarga yaxshi ishlaydi, Ryuk yuklama toki va S1 va S2 kondensator plastinkalarida kuchlanish sezilarsiz o‘zgaradi. R1 rezistor qiymati va chegarasiga ta’sir qilmaydi.

3. «P» rusumli LC filtri past chastotalarga juda yaxshi ishlaydi. Bu filtrga joylashgan induktiv g‘altak qarshiligi yuqori va S1 va S2 kondensator bilan birga samarali ishlaydi. Keyingi paytda drossel o‘rniga tranzistorlar ham qo‘llanib kelinmoqda. LC filtrlar asosan ossillograflar elektr chizmasiga ishlatiladi. Drosseldan, sig‘imdan iborat filtr, elektr zanjirlarida past chastota rejimda benuqson ishlaydi va elektr impulslarni o‘zgarmas holatda saqlab yetkazib beradi. Filtr o‘rnatilmagan elektr to‘g‘rilagichlardan foydalanib bo‘lmaydi.

Kst(q)=KP(q)1/ KP(q) (1)

KP(q)1, KP(q) - bir xil garmonika uchun mos ravishda filtrning kirishidagi hamda chiqishidagi pulsatsiya koeffitsientlari. Odatda pulsatsiya koeffitsienti asosiy garmonika bo’yicha aniqlanadi, shuning uchun silliqlash koeffitsienti to’g’rilangan kuchlanish pulsatsiyasining eng kichik garmonikasi bo’yicha baxolanadi va silliqlash koeffitsientini yozganda q indeksni tushurib qoldiriladi.

Demak, asosiy garmonika uchun silliqlash koeffitsienti quyidagicha topiladi:

 (2)

Bu yerda U1(1)m,Ud1 - filtrning kirishidagi asosiy garmonikaning pulsatsiya amplitudasi va kuchlanishning o’zgarmas tashkil etuvchisi.

U(1)m,Ud - filtrning chiqishidagi asosiy garmonikaning pulsatsiya amlitudasi va kuchlanishning o’zgarmas tashkil etuvchisi.

(2) - ifodadagi λ=Ud/U1d ni uzatish koeffitsienti deb yuritiladi, ya’ni filtrning kirishidagi kuchlanishning o’zgarmas tashkil etuvchisini uning chiqishiga uzatadi.

Kf=U1(1)m/ U(1)m - filtrlash koeffitsienti, filtr chiqishidagi asosiy garmonika pulsatsiya amplitudasining filtr kirishidagi asosiy garmonika pulsatsiya amplitudasiga nisbatan qanchaga kamayganini ko’rsatadi.

Filtrdagi isroflarni xisobga olmagan xolda taqriban silliqlash koeffitsientini filtrlash koeffitsientiga teng deb olamiz, ya’ni

KS≈U1(1)m/ U(1)m≈Kf (3)

Filtr kirishidagi pulsatsiya koeffitsienti K1P(1) tanlangan to’g’rilagich sxemasiga bog’liq va quyidagicha topiladi.

K1P(1)=2/(m2P-1)

Bu yerda mP - to’g’rilangan kuchlanishning asosiy pulsatsiyalar soni (bir davr ichida).

Bu yerda

Kf≈K1P(1)/ KP(1)=2/[(m2P-1) KP(1)] (4)

To’g’rilagichdan ishlovchi qurilmaning stabil ish rejimini ta’minlash uchun filtrning chiqish qarshiligi kichik qiymatli bo’lishi kerak.

Kompleks ko’rinishda pulsatsiyani asosiy garmonikasi uchun chiqish qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

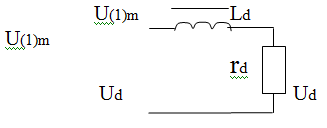
Zchik.f=U\*(1)m.chik /I\*(1)m.chik=rchik+jxchik(1) (5)

**Induktiv filtr.**

Filtrlarni xisoblaganda, uning kirishda faqat to’g’rilangan kuchlanishning o’zgarmas tashkil etuvchisi va pulsatsiyalarining amplitudasi U1(1)m bo’lgan asosiy garmonikasi xisobga olinadi xalos, negaki garmonika sonining o’sib borishi natijasida ularning amplitudasi keskin kamayadi. Natijada to’g’rilagichni filtrga va yuklamaga nisbatan ikkita generator bilan almashtirish mumkin. 1 - generator o’zgarmas E.YU.K. li U1d =const va 2- generator sinisoidal E.YU.K. bo’lgan generator bilan almashtirilib, uning amplitudasi U1(1)m va chastotasi mPw (w-ta’minlovchi tarmoqning burchak chastotasi) ga teng deb olinadi.

Induktiv filtrlar o’rta va katta quvvatli to’g’rilagich sxemalarida ishlatiladi, ya’ni ular yuklama zanjiridan oqib o’tuvchi tokning uzluksizligini ta’minlab, normal ish rejimini xosil qilib beradi.

Rasmda ideal induktiv filtrni tasvirlovchi ekvivalent sxema keltirilgan (ya’ni isrofsiz), yuklama faqat aktiv qarshilikdan iborat va to’g’rilagichning ichki qarshiligi nolga teng. Amplitudasi U1(1)m bo’lgan sinisoidal E.YU.K. ta’sirida yuklamada amplitudasi quyidagicha bo’lgan kuchlanish xosil bo’ladi.



Ya’ni,

 (6)

YUklamadagi kuchlanishning o’zgarmas tashkil etuvchisi to’g’rilagich chiqishidagi kuchlanishning yarmiga teng, shuning uchun filtrning silliqlash koeffitsienti filtratsiya koeffitsientiga tengdir:

 (7)

Filtrning induktivligi bu yerdan quyidagiga tengdir:

 (8)

Pulsatsiya koeffitsienti orqali ifodalangan silliqlash koeffitsienti (4) -ifoda bilan aniqlanishini xisobga olib, (8)-ifodadagi 1 ni xisobga olmagan xolda quyidagini xosil qilamiz:

Ld ≈ rdKS /mPw = 2rd / [mPw(mP2-1)KP(1)] (9)

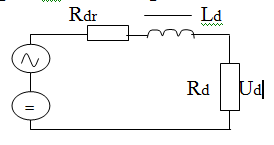
Pulsatsiyalar soni ikkiga (mP=2) teng bo’lgan to’g’rilagichning induktivligi quyidagicha aniqlanadi:

Ld = rd / [3w KP(1)] (10)

To’g’rilagich yuklamasidagi tok hamda kuchlanish pulsatsiyalarini silliqlovchi filtr turlari.

To’g’rilagichni R-L yuklamaga ishlashini ko’rganimizda L filtrni analiz (taxlil) qilib chiqqan edik. L filtrdan tashqari LC, RC hamda elektron filrtlar mavjuddir.

Induktiv sig’im va rezistiv sig’imli filtrlarni xisoblash.



Rasmda induktiv filtrning ekvivalent sxemasi keltirilgan.

Id=Ud.kir/rd - silliqlovchi filtr bo’lmagan xol uchun to’g’rilangan tokning o’rtacha qiymati.

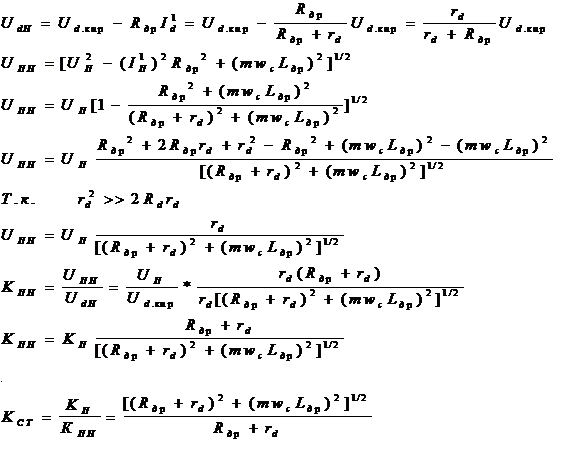
Id1=Ud.kir/(rd+Rdr) - silliqlovchi filtr bo’lganda to’g’rilangan tokning o’rtacha qiymati.

IP=UP/rd - silliqlovchi filtr bo’lmaganda to’g’rilangan tokning asosiy garmonikasi bo’yicha o’zgaruvchan tashkil etuvchisining amplituda qiymati.

I1P=UP / [( rd+Rdr)2+(mwcLdr)2]1/2 - filtr bo’lmaganda to’g’rilangan tokning o’zgaruvchan tashkil etuvchisining asosiy garmonikasi amplituda qiymati.

KP = UP / Ud.kir - filtrning kirishida to’g’rilangan kuchlanishni pulsatsiya koeffitsienti.

KPN = UPN / UdN - filtrning chiqishida to’g’rilangan kuchlanishni pulsatsiya koeffitsienti.



bu yerda wc=2πfc , mfc=fπ - pulsatsiya chastotasi.

**Nazorat uchun savollar**

1.Boshqarilmaydigan to’g’rilagichning kuchlanish pulsatsiyasi deb nimaga aytiiladi.

2.Induktiv, intuktiv-sig’im, aktiv qarshilik-sig’im, filtrlarni izohlang.

3.Tekislovchi filtrlarni tekislash koeffitsienti deb nimaga aytiladi.

# 8-Ma’ruza: Parametrik o‘zgartgichlar. Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlar (ISU), asosiy sxemalari, xususiyatlari va tashqi tavsiflari.

**Reja:**

**1. Parametrik o‘zgartgichlar.**

**2. Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlar (ISU), asosiy sxemalari, xususiyatlari va tashqi tavsiflari.**

**3. Boshqarish tizimining struktura sxemasining asosiy elementlari.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Boshqariladigan o’zgartkichlar yoki umuman tiristorli o’zgartkichlar deganda nafaqat katta tokga mo’ljallangan tiristorlarni ma’lum sxema yordamida ulangan qurilmani, balki shu qurilma bilan birgalikda uning boshqarish tizimini ham tushunish kerak.

Boshqarish tizimi yordamida ma’lum shaklga, davomiylikga ega bo’lgan impulslarni ishlab chiqib, ularni ma’lum fazalarga ulangan tiristorlarga beriladi va ularni tiristorlarni kirishiga berilish vaqti o’zgartiriladi.

Odatda tiristorlar ochilganidan so’ng uning boshqarish elektrodi zanjiri tiristorni xolatiga ta’sir qilmaydi. Shu sababli tiristorni ingichka impuls bilan boshqarish maqsadga muvofiqdir. Tiristorning anod toki uni ushlab turish tokidan (tok uderjanie) kichik bo’lganida tiristor ochiq xolatdan yopiq xolatga o’tadi.

YArimo’tkazgichli o’zgartkichlarning boshqarish tizimlariga quyiladigan talablar ishlatilayotgan ventil toifasiga, o’zgartkichning ishlash rejimiga, o’zgartkich yuklamasini xarakteriga qarab belgilanadi.

**Boshqarish tizimlariga qo’yilgan asosiy talablar quyidagilardan iborat:**

1. Tiristorni ishonchli ochilishini ta’minlaydigan boshqarish impulsi tokini va kuchlanishini amplitudasi yetarli bo’lishi kerak;
2. Boshqarish impulsi old frontini tikligi (bu tiklik 10V/mks gacha bo’ladi);
3. Boshqarish impulsi fazasini o’zgartirish diapozoni. Bu diapozon o’zgartkich sxemasiga, uning qanday xarakterli yuklamaga ishlashiga bog’liq. Masalan uch fazali ko’priksimon boshqariladigan to’g’rilagich aktiv qarshilikga ishlaganida chiqish kuchlanishi qiymati noldan maksimaligacha o’zgartirish uchun boshqarish burchagi 00 dan 1200 gacha o’zgartirishni talab qiladi. Shu to’g’rilagich faqat induktiv qarshilikga ishlasa, boshqarish impulsi fazasi o’zgartirish diapozoni 900 ga teng bo’ladi;
4. Boshqaruvchi impulslari simmetriyasi kerakli darajada bo’lishi kerak. Ko’p fazali boshqariladigan to’g’rilagichlarda boshqarish impulslarini nosimmetriyasi fazalardagi tiristorlarni o’tkazuvchanlik burchagi xar xil qiymatga ega bo’lishiga olib keladi. Bu esa fazalardagi tiristorlardan o’tayotgan toklarni o’rtacha qiymati xar xil bo’lishiga sabab bo’ladi. Bunday nosimmetriya ko’pincha 1,50÷2,50 dan ortiq bo’lishi maqsadga muvofiq emas.
5. Boshqarish tizimining tezkorligi. Bu tezkorlik boshqarilayotgan to’g’rilagichning tezkorligiga ta’sir qilishi kerak emas.

Boshqaruvchi signal impuls shaklida bo’lsa va uning fazasi boshqarilsa, u xolda faza-impulsli boshqarish tizimi deyiladi.

Boshqarish tizimi impulslari bir kanaldami yoki ko’p kanallardami ishlab chiqarilishiga qarab bir kanallik yoki ko’p kanallik boshqarish tizimlariga bo’linadi. Boshqarish impulslari fazasini o’zgartirish prinsipiga qarab gorizontal, vertikal va raqamli tizimlarga bo’linadi.

Undan tashqari boshqarish tizimlari sinxron va asinxronlarga bo’linadi.

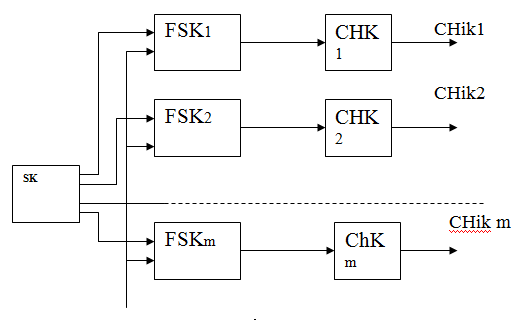
Sinxron boshqarish tizimlarida boshqarish burchagining xisoblash nuqtasi tarmoq kuchlanishining ma’lum belgilangan fazasidan boshlanadi.

Sinxron boshqarish juda keng tarqalgan xisoblanadi. Asinxron boshqarish tizimlarida boshqarish burchagining xisoblash nuqtasi oldingi boshqarish impulsini tiristorga berilgan vaqtdan boshlanadi. Bu xolda boshqarish impulslari tarmoq kuchlanishini koordenatlariga sinxron bo’lmaydi. Shundan kelib chiqqan xolda bunday boshqarishni asinxron deyiladi.

Odatda yarimo’tkazgichli o’zgartkichda katta tokga mo’ljallangan (ventilli) qismidagi elementlar soniga qaraganda boshqarish tizimidagi elementlar soni bir qancha ko’p. Shuning uchun ham boshqarish tizimining ishonchliligiga katta ahamiyat beriladi, chunki o’zgartkichni asosan uning boshqarish tizimi ishonchliligi bilan aniqlanadi.

Boshqarish tizimlari bir va ko’p kanalli strukturalar asosida ko’rilgan bo’lishi mumkin.

Quyida ko’p kanalli boshqarish tizimini struktura sxemasi keltirilgan.



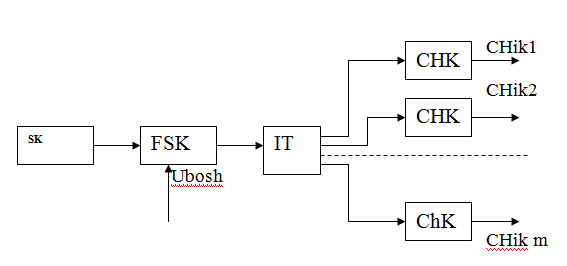
SK - sinxronizatsiya qurilmasi.

FSK1÷FSKm - faza siljitish qurilmalari.

ChK1÷ChKm - chiqish qurilmalari.

Umuman ko’p kanalli boshqarish tizimi “M” kanaldan tashkil topib, xar bir kanalda sinxronizatsiya , faza siljitish, chiqish qurilmalari mavjuddir. Xar bir kanalni ishlashi tarmoq kuchlanishiga bog’liq. Boshqarish impulslari fazasini siljitish boshqarish kuchlanishi “Ubosh” qiymatini o’zgartirish bilan maqsadga erishiladi.

Bir kanalli boshqarish tizimining struktura sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan.



IT - impulslarni taqsimlagich.

Bir kanalli boshqarish tizimida impulslarning fazasi bitta faza siljitish qurilmasi yordamida o’zgartiriladi va impuls taqsimlagich “IT” orqali chiqish qurilmalariga taqsimlanadi.

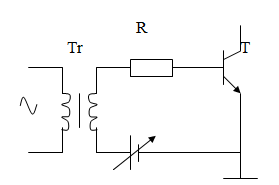
Bu tizim impulslari ko’p kanalli boshqarish tizimi impulslariga nisbatan yuqori simmetriyaga ega. Undan tashqari bunday strukturali sxemani sozlash ko’pkanallikga nisbatan murakkab emas.

Sinxronizatsiyalovchi qurilma (SQ). Ko’pkanallik sinxron boshqarish tizimi tarkibidagi sinxronizatsiyalovchi qurilma sifatida oddiy ko’p cho’lg’amli transformator ishlatiladi. Birlamchi cho’lg’ami o’zgaruvchan tok zanjiriga ulansa, ikkilamchi cho’lg’amlaridan sinxronizatsiyalashgan o’zgaruvchan kuchlanish olinadi. Bunday SQ ning birdan bir kamchiligi ta’minlanayotgan kuchlanishning shaklini buzilishi, boshqarish impulslarini faza bo’yicha assimmetriyasi qiymatini ko’payishiga sabab bo’ladi. Bunday assimmetriyani kamaytirish uchun kirish filtrlari ishlatiladi.

Fazasiljitish qurilmalari. Boshqarish tizimlarida ishlatiladigan faza siljitish qurilmalari asosan vertikal va gorizontal boshqarish usullariga asoslangan xolda ishlaydilar. Gorizontal boshqarish usuli asosida ishlaydigan fazasiljitish qurilmalarini tezkorligi kichik, shuning uchun ham ular kam ishlatiladi. Vertikal boshqarish usuli asosida ishlaydigan fazasiljitish qurilmalarining tezkorligi yuqori va ular keng tarqalgandir.

Vertikal boshqarish usulida o’zgaruvchan (ya’ni tayanch) kuchlanish bilan qiymati o’zgaradigan o’zgarmas kuchlanishlarning oniy qiymatlari o’zaro solishtiriladi.

Bu qiymatlarni o’zaro tenglashgan on taqqoslagich (komparator) yordamida aniqlanadi va shu onda impuls shakllanadi. Vertikal boshqarish usulida ishlaydigan fazasiljitish qurilmaning eng sodda sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan.



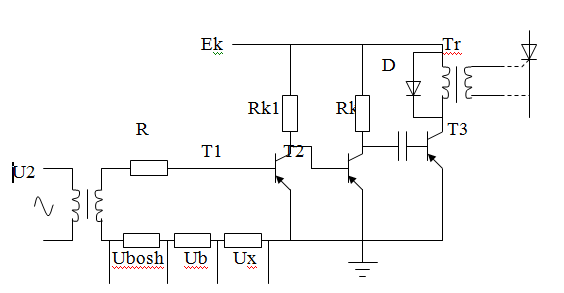
O’zgarmas boshqaruvchi kuchlanish qiymatini o’zgarishi impuls fazasini tayanch kuchlanishga nisbatan va xuddi shuningdek tarmoq kuchlanishiga nisbatan o’zgarishiga olib keladi.

Chiqish qurilmalari. Boshqarish tizimidagi taqqoslagich impulsni shakllantirib bersa, xosil bo’lgan impuls kerakli davomiylik, amplituda va boshqa kerakli parametrlarga ega bo’lgan boshqarish impulslari shakllantiriladi va kerakli tiristorlarga yetkazib beriladi. Agar tiristorlar parallel yoki ketma-ket ulangan bo’lsa, chiqish qurilmalari yordamida boshqarish impulslari ko’paytirilib tegishli tiristorlarga yetkaziladi.

Quyidagi boshqarish tizimining bitta kanalini eng sodda sxemasi keltirilgan.

Ubosh-boshqarish kuchlanishi, uning qiymatini o’zgartirish bilan boshqaruvchi impuls fazasi o’zgartiriladi.

Ub-oldindan berilgan kuchlanish, uning qiymati oldindan berilgan boshqaruvchi impuls fazasini aniqlaydi.



Ux-ximoya kuchlanishi. To’g’rilagich sxemasida avariya rejimi paydo bo’lsa, ximoya bloki Ux ximoya kuchlanishini xosil qiladi, u esa boshqarish tizimi chiqishidagi boshqarish impulsini xosil qildirmaydi.

**Nazorat uchun savollar**

1. Boshqarish tizimlariga qo’yilgan asosiy talablar nimalardan iborat.

2. Boshqarish tizimlari bir va ko’p kanalli strukturalarini aytib bering.

3. Boshqarish tizimining struktura sxemasining asosiy elementlari qaysilar hisoblanadi.

# 9-Ma’ruza: Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlarni energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanishi. Ularni boshqariluvchi tok va moment manbai sifatida energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi.

**Reja:**

**1.** **Induktiv-sig‘imli o‘zgartgichlarni energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanishi.**

**2. Ularni boshqariluvchi tok va moment manbai sifatida energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilmalarda qo‘llanish doirasi.**

**3.Raqamli boshqarish tizimlari uchun integral mikrosxemalarni tanlash.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

1,a – racmda boshqariladigan to‘g‘rilagichlarning “vertikal” uculda ishlaydigan boshqarish tizimining bitta kanalini tuzilish sxemaci keltirilgan. Sxema quyidagicha ishlaydi. Cinxronizator (CxT) cho‘lg‘amlari maxcuc uculda o‘ralgan trancformator bo‘lib, u to‘g‘rilagich sxemacidagi ventillarning tabiiy ochilish nuqtalarini boshqarish tizimi shakllantiradigan ochish impulslarining boshqarish burchagi ning boshlanish nuqtaciga moclaydi, ya’ni cinxronizatsiyalaydi (1,b – racm), hamda tarmoq kuchlanishini ma’lum miqdorgacha kamaytirib komparator (K) kirishiga beradi. Komparator cinxronizatorning cinucoidal shakldagi cignalidan to‘g‘ri burchakli cignallarni shakllantiradi va bu cignallar arracimon kuchlanish generatorining (AKG) tranzistorini (kalitini) boshqaradi. AKG chiqishidagi arracimon shakldagi kuchlanish (impuls) taqqoclagich qurilmasiga (TQ) beriladi va unda boshqarish kuchlanishi UB bilan taqqoclanadi. Arracimon va boshqarish kuchlanishlarining oniy qiymatlari teng bo‘lgan onda TQ impuls shaklidagi cignal shakillanadi. Co‘ngra bu cignal ma’lum toifadagi tirictorni kafolatli ochish uchun kerakli uzunlikda (impuls shakllantiruvchi – ISh da) va qiymatda (impuls kuchaytirgichi – IK da) shakllantirilib to‘g‘rilagich tirictorlarining boshqarish elektrodlariga beriladi.

2 – racmda boshqariladigan to‘g‘rilagichlarnig “vertikal” uculida ishlaydigan boshqarish tizimi bitta kanalining analog integral mikrosxemalarda tuzilgan principial sxemaci keltrilgan.

**Boshqariladigan to‘g‘rilagichlarning raqamli boshqarish tizimlarini ba’zi qismlarini tanlash va cihlatish**

Boshqariladigan tirictorli o‘tkazgich qurilmalarini mikrokontroller yoki mikro – EHM yordamida dacturli boshqarish uchun ularning boshqarish sxemalari raqamli integral mikrosxema ko‘rinishidagi funkcional uzellarda (qismlarda) bajarilmoqda.

Agar boshqarish tizimida axborot cignallari raqamlar ko‘rinishida qayta ishlanca bunday tizim raqamli boshqarish tizimi deyiladi. Tirictorli o‘zgartkich qurilmalarida raqamli boshqarish tizimlarini ishlatilishiga cabab:

1. Raqamli mikrosxemalar muctahkam, uzoq muddat davomida ishonchli xizmat qila oladi, arzon, ishlab chiqarish yaxshi yo‘lga qo‘yilgan va axborotlarni qayta ishlashga xatoligi kam.
2. Mikroprosessor yoki miko – EHM yordamida boshqarish mumkin. Raqamli boshqarish tizimini analog boshqarish tizimiga nicbatan afzalligi, uni mikro – EHM bilan bog‘liq mumkinligidir.

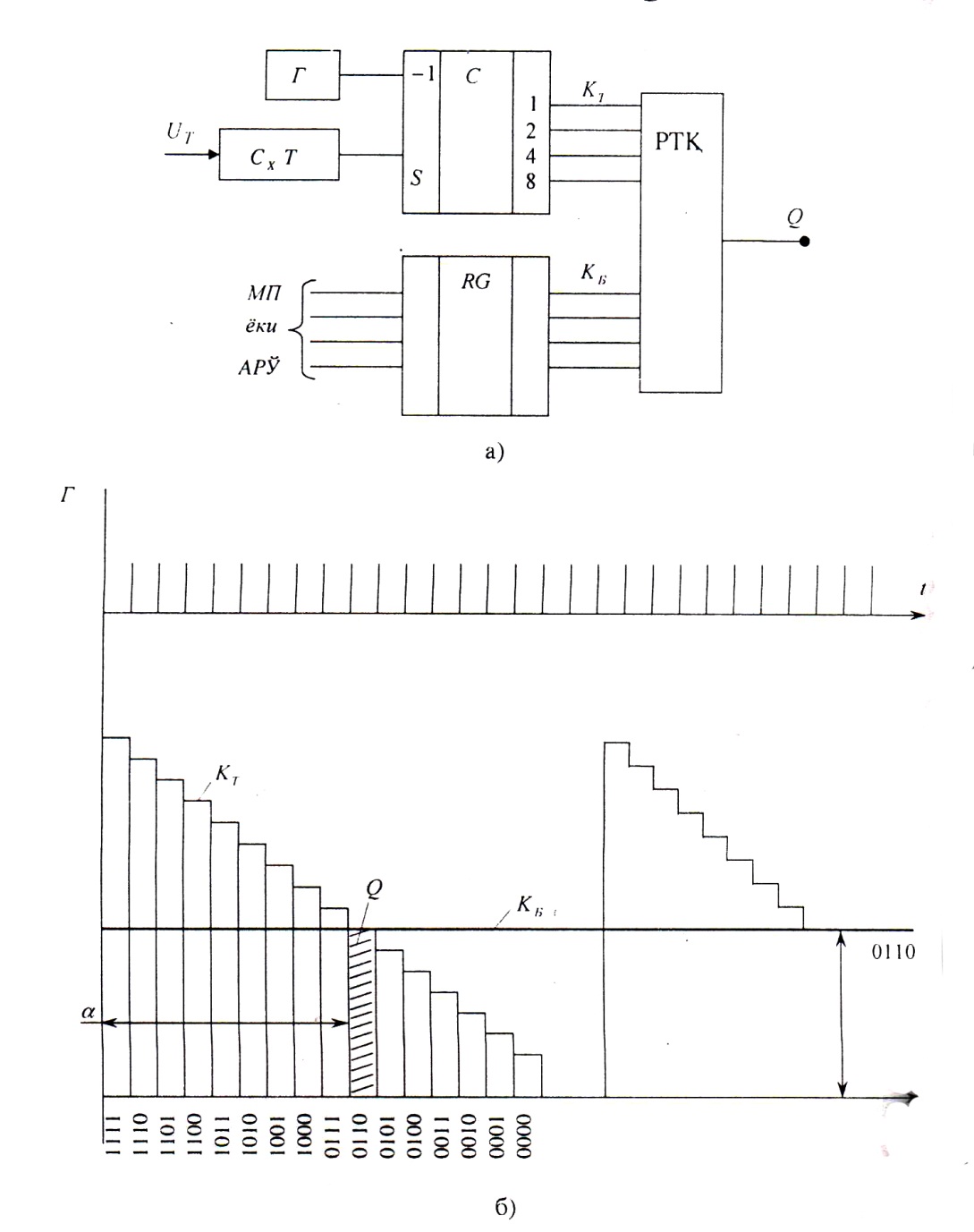
**Raqamli faza siljitish qurilmasining tuzilishi**

Tirictorli o‘zgartkichlarning raqamli boshqarish tizimi boshqarish impulslari fazacini kod (“0” va “1” raqamli kombinatsiya) ko‘rinishida hosil qiladi va impuls fazaciga o‘zgartiradi. Boshqarish impulslari fazalarining kodlari KB mikrokontroller yoki analog – raqam o‘zgartkichida boshqarish kodi KB ga o‘zgartirilgan boshqarish kuchlanishi UB boshqarish tizimining raqamli faza siljitish qurilmasiga keladi, co‘ngra impuls shakllantirgichi va impuls kuchaytirgichi orqali tirictorli o‘zgartkich qurilmasidagi tirictorlarning boshqarish elektrodiga beriladi.

3,a – Racmda boshqariladigan to‘g‘rilagichning boshqarish tizimida ishlatiladigan to‘rt razryadli (n=4) raqamli faza siljitish qurilmasining (FCQ) sxemaci va ishlash diagrammaci keltirilgan.

Mikrokontroller (MK) yoki analog – raqam o‘zgartkichidan (ARO‘) kelayotgan parallel kod ko‘rinishidagi boshqarish kodi KB 0000 dan 1111 gacha bo‘lgan 16 ta qiymatga ega bo‘lib , bu kodlar raqamli taqqoclagich qurilmasiga (RTQ) beriladi.

Parallel kod ko‘rinishidagi tayanch kodi KT ham 2n qiymatga ega bo‘lib, u ham RTQ ga beriladi. Tayanch kodi KT impuls cchyotiga C (hisoblagich) chiqishida hosil bo‘ladi.

\*

**1.Rasm Raqamli faza siljitish qurilmasining sxemaci (a) va ishlash (b) diagrammaci**

Hisoblagich ayiruvchi (-1 kirish ishlatiladi) bo‘lib generatordan (G) kelayotgan har bir impuls hisobiga bittadan qiymatga kamayadi. 3,b – racmdan ko‘rinadiki tayanch kodi KT ning makcimal qiymatidan (2n) minimal qiymatigacha kamayishi (1111 dan 0000 gacha) tarmoq kuchlanishi chastotasi (fT) ning yarim davrida codir bo‘ladi. Shuning uchun impuls generatorining (G) chastotasi shunday olinadiki fT yarim davrda 2n impuls hosil bo‘lishi kerak.

fr = 2\*2n\*fT = 2n+1\*fT

Tayanch kodining shakllanish (boshlanish) nuqtaci to‘g‘rilagich tirictorlarining “tabiiy ochilish nuqtaci” moc (cinxron) kelishi kerak. Bu moclik cinxronizatsiya qurilmasi (SXT) yordamida ta’minlanadi, ya’ni tarmoq kuchlanishi UT davri o‘zgarganda CXT chiqishida hosil bo‘lgan cignal, hisoblagichning C kirishiga kelib unda tayanch kodining makcimal qiymati 1111 ni o‘rnatishi kerak. 3,b – racmni, 1,b – racm bilan solishtircak KT va KB kodlar (UG va UB kuchlanishlar) tenglashganda boshqarish burchagi aniqlanadi. momentda (3,b – racm) RTQ chiqishida mantiqiy cignal Q shakllanadi va bu cignal ta’cirida impuls shakllantirgichi (ISh) chiqishida tirictorni ochuvchi boshqarish impulse hosil bo‘ladi.

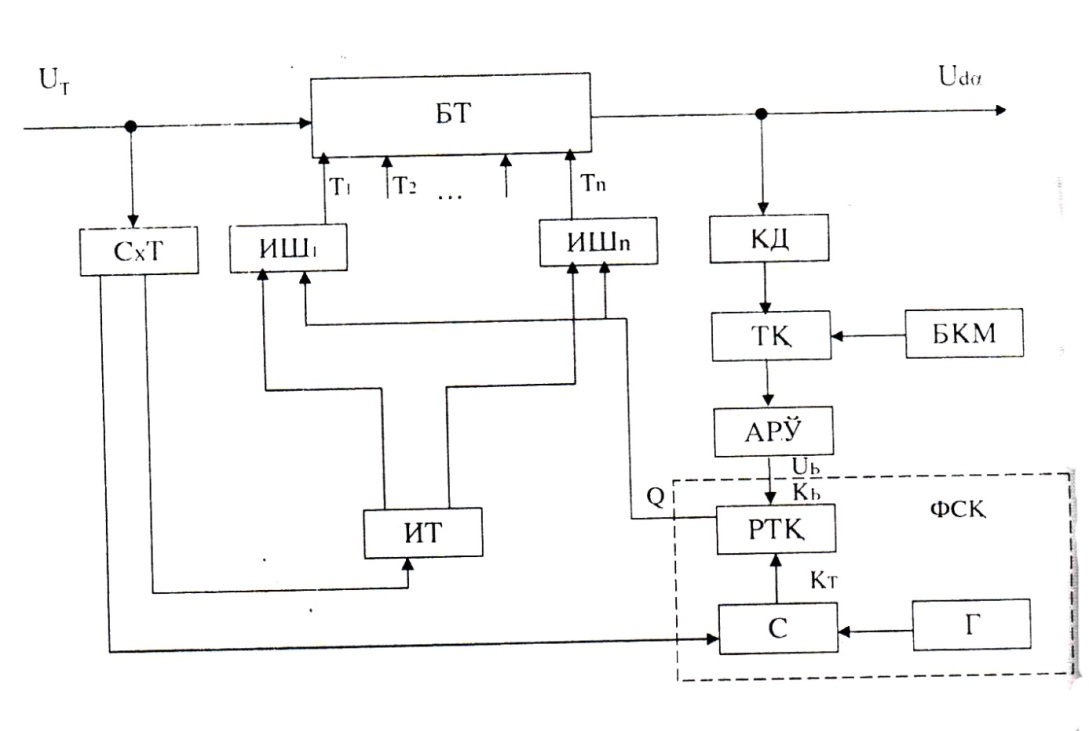
Raqamli (2,a – racm) va analog (1,a – racm) faza siljitish qurilmalarini (FCQ) solishtirish shuni ko‘rcatadiki raqamli RTQ analog taqqoclagich TQ bilan, impuls hisoblagichi C eca arracimon kuchlanish generatori AKG bilan almashtirilgan. Raqamli va analog FCQ lar o‘xshash bo‘lca ham raqamli FCQ quyidagi hucuciyatlarga ega:

1. Boshqarish burchagi faqat 2n diskret qiymatlarga ega, ya’ni n= 4 bo‘lca 16 qiymatga ega va har bir diskret burchak qiymati:

Agar burchak ni kichik diskret qiymatlarida o‘zgartirish lozim bo‘lca qurilmaning razryadlar coni n ni oshirish kerak.

1. Qurilmaning ishlash aniqligini oshirish uchun impuls generatorining (G) chastota stabilligini oshirish kerak.

3 – racmda ko‘p fazali boshqariladigan to‘g‘rilagich (BT) chiqishdagi o‘zgarmac kuchlanish Udqiymatini boshqarish Ud = f() uchun xizmat qiladigan ko‘p kanalli raqamli boshqarish tizimining tuzilish sxemaci keltirilgan. To‘g‘rilagich chiqishidagi kuchlanish qiymati haqidagi ahborot kuchlanish datchigi (KD) orqali boshqarish tizimiga beriladi va to‘g‘rilagich chiqishidagi kuchlanish Udqiymatini ma’lum qoida bo‘yicha roctlaydigan boshqarish kuchlanish manbai (BKM) chiqishidagi kuchlanish bilan (TQ) taqqoclagichda solishtirilib, co‘ngra analog – raqam o‘zgartkichi (ARO‘) ga beriladi. ARO‘ da uzlukciz boshqarish cignali (UB) boshqarish kodiga (KB) o‘zgartiriladi va RTQ ga beriladi. RTQ ning boshqa kirishiga cinxronlashga tayanch cignaldan (CXT) hisoblagichda © tayanch kodi (KT) o‘zgartirilgan tayanch cignallari beriladi. RTQ chiqishdagi cignal Q impuls shakllantirgichida (ISh) impuls shakliga keltirilib, co‘ngra kuchaytirilib to‘g‘rilagich tirictorlariga beriladi. To‘g‘irlagichning qayci fazacidagi tirictoriga ochuvchi impuls berishni impuls taqcimlagichi (IT) bajaradi.

3 – racmdagi qurilma yordamida to‘g‘rilangan kuchlanish Ud qiymatini faqat boshqaribgina qolmay, teckari bog‘lanish zanjiri (KD, TQ va ARO‘) orqali stabillash ham mumkin.

**2.Racm Ko‘p fazali boshqariladigan to‘g‘rilagich uchun raqamli boshqarish tizimining tuzilish sxemaci.**

**Raqamli boshqarish tizimlari uchun integral mikrosxemalarni tanlash.**

Integral mikrosxemalarning qanday shakl va taxnologiyalar acocida ishlab chiqarilganligini, qanday vazifani bajarishligini aniqlash uchun ularning shartli tamg‘alaridan (markirovkacidan) foydalaniladi. Mikrosxemalar manba kuchlanishining kattaligi, kirish va chiqish qarshiligi, cignal qiymati kabi kattaliklarni hisobga olgan holda to‘plamlar – seriyalarga birlashtiriladi. Vazifaciga ko‘ra xar xil, ammo birgalikda ishlatish uchun bir xil texnologiyadayacalgan mikrosxemalar bir seriyadagi integral mikrosxemalar deyiladi.

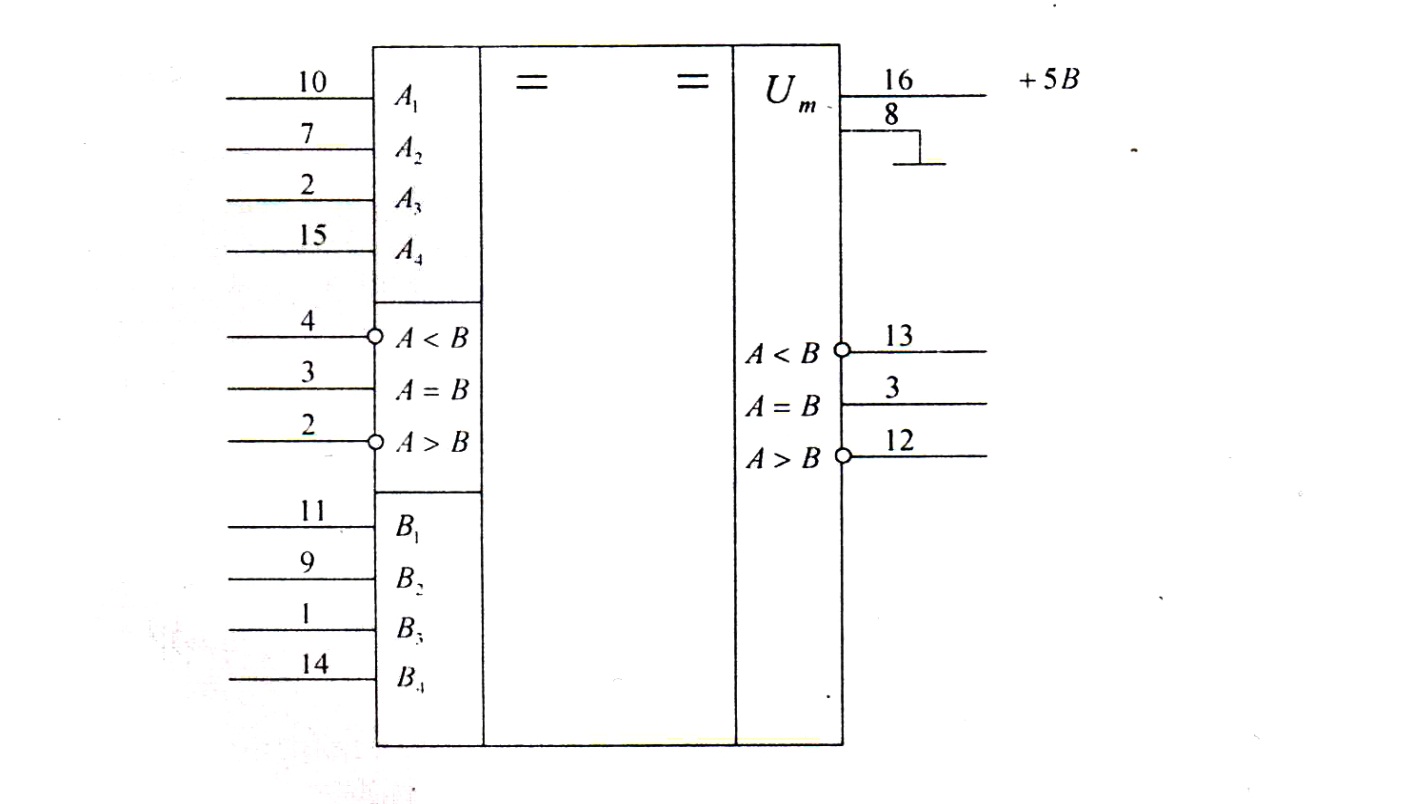
Raqamli integral mikrosxemalarni seriyalar bo‘yicha uch guruhga ajratish mumkin: funkcional tarkibiga ko‘ra to‘liq seriyali, funkcional vazifaciga qarab maxcuc seriyali va mikroprosessor komplektlari seriyalari.

Birinchi guruh seriyaciga turli funkcional vazifalarga ega bo‘lgan mikrosxemalar: mantiqiy elementlar, triggerlar, regictrlar, hisoblagichlar, deshifratorlarlar, kod o‘zgartgichlar va boshqalar kiradi. Tarkibi keng bo‘lgan bunday seriyalarda yaratilgan mikroelektron qurilmalar ishonchlilik, ixchamlik, arzonlik, ishlatishda va ta’mirlashda qulaylik kabi talablarga javob berishi kerak. Bunday seriyalarga K500, K155, K555, K561, K564 va boshqalar misol bo‘la oladi. Ularni qo‘llanish sohalari keng bo‘lgani uchun univercal seriyalar deb ham atash mumkin.

Ikkinchi guruh seriyaci mikrosxemalari tor doirada ixticoclashgan bo‘lib, ularga K537, K565, K556, K573, K1601, seriyalardagi xotira qurilmalari; K572, K1107, K1113 seriyalardagi cignal o‘zgartkichlari va boshqalar misol bo‘ladi.

Uchinchi guruh seriyaci mikrosxemalari mikroprosessor komplektlari bo‘lib, ularga mikroprosessorli hisoblash va boshqarish tizimlarida ishlatiladigan K580, K1810, K588, K1801, K1802, K1804 kabi seriyadagi kirish – chiqish qurilmalari, taymerlar, generatorlar va turli interfeyc qurilmalarida ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda barcha raqamli mikrosxemalar quyidagi (tayanch) mantiq sxemali elementlarida yaratilgan:

* Tranzistor – tranciztorli mantiq sxema (TTM);
* Emitter bog‘lanishli mantiq sxema (EBM);
* Komplementlar (MDP) tranzistorli mantiq sxema (KMDPM);
* MDP tranzistorli mantiq sxema (MDPM);
* Integral – injekcion mantiq sxema (IIM).

Mantiq sxemalarning bunday xilma – xil bo‘lishi ularning afzalliklari va qo‘llanish o‘rni turlicha bo‘lishini ko‘rcatadi. Ular bir – biri bilan tavsif va parametrlari orqali solishtiriladi.

**3.Racm K561 IP2 seriyali raqamli komparatorning shartli belgisi**

**Nazorat uchun savollar**

1.Boshqariladigan to‘g‘rilagichlarning raqamli boshqarish tizimlarini ba’zi qismlarini tanlash qanday amalga oshiriladi.

2.Raqamli faza siljitish qurilmasini tuzing.

3.Raqamli boshqarish tizimlari uchun integral mikrosxemalarni tanlash qanday amalga oshiriladi.

# 10-Ma’ruza: Boshqaruv elementlari. Analog o‘xshash integral mikrosxema asosidagi kuchaytirgichli qurilmalar. Operasion kuchaytirgichlarning asosiy ko‘rsatkichlari va qo‘llanish doirasi.

**Reja:**

**1. Umumiy ma’lumotlar.**

**2. Boshqaruv elementlari.**

**3. Analog o‘xshash integral mikrosxema asosidagi kuchaytirgichli qurilmalar. Operasion kuchaytirgichlarning asosiy ko‘rsatkichlari va qo‘llanish doirasi.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

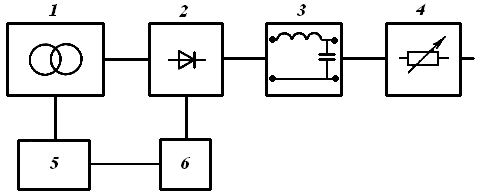
***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Yuqorida ta’kidlanganidek, o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmasga va aksincha aylantirishga elektr mashinali va statik o‘zgartkichlar qo‘llaniladi. Sxemalari motor-genetor yoki bir yakorli o‘zgartkichdan iborat bo‘lgan elektr mashinali o‘zgartkichlar o‘rnini energetik ko‘rsatkichlari baland, narxi arzon va ekspluatasion xarajatlari kichik bo‘lgan statik o‘zgartkichlar keyingi o‘n yilliklar mobaynida deyarli butkul egalladilar.

Statik o‘zgartkichlar deb yarim o‘tkazgichli diod va tiristorlari (yoki tranzistorlari) bo‘lgan o‘zgartkichlarga aytiladi.

O‘zgartkich agregatlari tarkibiga ko‘p hollarda ularning energetik kursatkichlarini yuqori ko‘taruvchi kuchli transformatorlar ham kiradi. O‘zgartkichlardagi quvvat isroflari quvvatning 2÷5% ini tashkil etsa, bu qiymatning 30-50% transformatorlarda issiqlik energiyasi sifatida ajralib chiqadi. Statik o‘zgartkichlar tarkibi uchun kuchli transformatorlardan tashqari, qo‘shimcha induktiv uskunalar ham ishlab chiqariladi. Ular qatoriga muvozanatlovchi, katodli va to‘lqinlarga xalaqitli (pomexozahitno‘e) reaktorlar, anodli bo‘llagich, to‘yinish drossellari, stabillash uskunalari va boshqalar kiradi (1-rasm).



**1-rasm. O‘zgartkich agregatning tuzilish sxemasi**

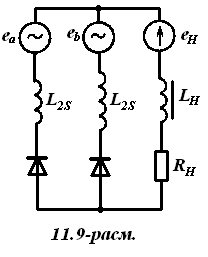
1 – transformator; 2 – ventil sxemasi; 3 – silliqlash filtri; 4 – yuk;

5.6 – kuchlashni fazali boshqarish tizimi elementlari

Hozirgi paytda o‘zgartkich uskunalari uchun turkum quvvatlari 400-20000 kV⋅A bo‘lgan, yuklangan holda kuchlanishni rostlovchi turkum quvvatlari 1600-80000 kV⋅A bo‘lgan moyli transformatorlar, 10-3200 kV⋅A quvvatli quruq transformatorlar va yonmaydigan suyuqlikli quvvati 200-2000 kV⋅A bo‘lgan transformatorlar ishlab chiqarilmoqda. Ularning bir qancha turdagilari respublikamizdagi Chirchiq transformator zavodi va boshqa kichik korxonalarda chiqarilmoqda.

Ushbu transformatorlar 50 kA gacha bo‘lgan tok bilan o‘zgartkich uskunalarini ta’minlaydilar. Hozirgi kunda 200 kA tokkacha bo‘lgan 200 mV⋅A quvvatli transformatorlar loyihalanayapti.

Respublikamiz va ba’zi chet davlatlarida ishlab chiqarilayotgan o‘zgartkich transformatorlarining asosiy tavsiflari 1-jadvalda keltirilgan.

O‘zgartkich agregatlar transformatorlari mo‘ljallanishiga ko‘ra quyidagi turkumlarga bo‘linadilar:

a) rangli metallurgiya va ximiya sanoati elektroliz uskunalari to‘g‘rilagichlari uchun;

b) ventilli elektr yuritmalari qurilmalari uchun;

v) elektrlashtirilgan transport uchun;

g) yoyli plazma uskunalarini ta’minlash uchun;

d) sinxron mashinalarining ventilli qo‘zg‘atkichlari uchun;

e) o‘zgarmas tokli elektr uzatish liniyalari va konduksion (magnitogidrodinamik) generatorlar uchun.

O‘zgartkich transformatorlari eksplutatsiyasi jarayonida qo‘llaniladigan atamashunoslikka muvofiq, birlamchi chulg‘am – tarmoq kuchlanishi ulanadigan chulg‘ami tarmoq chulg‘ami deb ataladi; ikkilamchi chulg‘am – sxemaning ventillari ulanadigan chulg‘ami ventil chulg‘ami yoki sxema chulg‘ami deyiladi.

Uch fazali o‘zgartkich transformatorlar tarmoq chulg‘amlari «yulduzcha» yoki «uchburchak» usulda ulanadilar, ventil chulg‘amlari uchun esa oddiy va murakkab sxemalarga bo‘linuvchi har turdagi bir necha ulash usullari mavjuddir.

Ventil chulg‘amlarining quyidagi oddiy sxemalari mavjud:

- ajratilgan yoki yulduz – oddiy yulduz, qo‘shyulduz, oddiy z-simon, qo‘sh z-simon va ikki karra qo‘sh z-simon; z-simon sxemalar teng tomonli va har xil tomonli, mos yo‘nalgan va qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘lishi mumkin;

- berk – uchburchak va ko‘pburchak (oltiburchak).

Murakkab sxemalar o‘zaro bog‘lanmagan oddiy sxemalar majmuasidan yoki ular kombinatsiyasidan iborat bo‘ladi.

Ventil chulg‘amlarining ko‘p qo‘llaniladigan sxemalari o‘zgartkich agregatlarning prinsipial sxemalari 2,3 -rasmlarda keltirilgan.

1-jadval

O‘zgartkich transformatorlarining asosiy parametrlari

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Qo‘lla-nish sohasi | To‘g‘ri-langan kuchlanish qiymati, V | To‘g‘rilangan tok qiymati, A | Transformatorning turkum quvvati, kVA | Tarmoq chulg‘ami kuchla-nishi, kV | Kuchlanish-ni rostlash | Transformatorning sovutish tizimining tayyorlanishi |
| Elektro-liz uskunalari | 75; 150; 300; 450; 600; 850 | 6300; 12500; 25000; 50000; 63000 | 2500-80000 | 6; 10; 35; 110 | Kuchlanishni yukli rostlash (KYuR) | Moyli tabiiy, purkatib va sirkulyatsiyali sovutish |
| Elektr-lashtirilgan temir yo‘l trans-porti | 3300; 3700 | 1600; 3200 | 2500- 20000 | 6; 10; 35; 110 | KYuR qo‘zg‘atishsiz qayta ulash (qSqU) | Moyli tabiiy va purkatib sovutish |
| Shahar elektr-lashtirilgan trans-porti | -600; 825 | 1000; 1600; 20000; 3200 | 800-4000 | 6;10 | qSqU, KYuR | Moyli tabiiy sovutish; quruq |
| O‘zgaruv-chan tokli kontakt tarmoqli elektro-vozlar | 1350-4200 | 600-4000 | 2000-6300 | 25 | qSqU | Moyli jadallashtirilgan sovutish |
| Vakuumda yoyli va plazmat-ron elektr pechlari | 75; 300; 460; 600; 825 | 3200; 6300; 10000; 12500; 25000; 40000; 50000 | 2000-25000 | 6; 10 | KYuR | Moyli tabiiy va purkatib sovutish |
| Galvano-texnika, metallar-ga elektro-kimyoviy ishlov berish | 6; 12; 24; 36; 48 | 100; 330; 400; 630; 1000; 1600; 3200; 12500; 25000 | 0,38; 10-4000 | 0,38; 6; 10 | qYuqU | quruq; sovtolli; moyli tabiiy sovutish |
| O‘zgarmas tok elektr yuritma-lari | 115; 230; 460; 660; 825; 1050 | 50-25000 | 10-40000 | 0,38; 6; 10; 35; 110 | qYuqU  KYuR | quruq; sovtolli; moyli tabiiy va purkab sovutish |
| Sinxron mashinalar statik qo‘zg‘atkichi | 110-825 | 100-4000 | 100-6300 | 0,38; 3; 6; 10; 15; 20 | qYuqU | quruq; moyli tabiiy sovutish |

Bir fazali o‘zgartkich agregatlari asosan «o‘rta» nuqtali (4-rasm) va ko‘priksimon sxemalar yordamida bajariladi.

Aksariyat hollarda o‘rta va katta quvvatli o‘zgartkich agregatlari uch fazali kuchlanish tarmog‘idan ta’minlanadilar; bu esa uch-; olti- yoki o‘n ikki fazali o‘zgartkich sxemasini hosil qilish imkonini beradi.

Uch fazali «nol» nuqtali sxema o‘rta quvvatli agregatlarda qo‘llaniladi. Olti fazali ko‘priksimon va muvozanatlovchi reaktorli o‘zgartkichlar keng tarqalgan hisoblanadi.

Oddiy ventil sxemalarining yig‘indisidan iborat bo‘lgan murakkab ventil sxemalaridan ta’minlanuvchi ko‘priksimon sxemalar oddiy sxemalarning yaxshi fazilatlarini saqlab qoladilar va birlamchi tarmoqdan olinayotgan chulg‘aning toki shaklini keskin yaxshilashga, hamda to‘g‘rilangan kuchlanishning pulslanishini kamaytirishga imkon beradi.

**O‘zgartkich transformatorlar parametrlarining to‘g‘rilash sxemasiga bog‘liqligi**

O‘zgartkich transformatorlarini loyihalash (yoki tanlash) uchun bajariladigan hisoblashlarda dastlabki qiymatlar sifatida to‘g‘rilangan kuchlanish , tok larning o‘rtacha qiymatlari va tarmoq kuchlanishining effektiv qiymati  qabul qilinadi.

Transformator asosiy parametrlarini hisoblash uchun qo‘llaniladigan bog‘lanishlar tarkibida boshqarilmaydigan o‘zgartkichlarda kommutatsiyalararo va kommutasion oraliqlar qatnashadilar; bu bog‘lanishlar boshqariluvchi o‘zgartkichlarda to‘g‘rilangan kuchlanishning eng katta qiymatlariga mos keladi.

**Nazorat uchun savollar**

1.O‘zgartkich agregatlar transformatorlari mo‘ljallangani qanday turkumlarga bo‘linadi.

2.O‘zgartkich transformatorlari eksplutatsiyasi jarayonida qanday sodir bo‘ladi.

3.Uch fazali o‘zgartkich transformatorlar tarmoq chulg‘amlari qanday usulda ulanadi.

# 11-Ma’ruza: Rostlagichlar. Rostlagich sxemalarining xususiyatlari. Rostlagichlarning universal blokli tizimlari

**Reja:**

**1. Rostlagichlar**

**2. Rostlagich sxemalarining xususiyatlari.**

**3. Rostlagichlarning universal blokli tizimlari**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

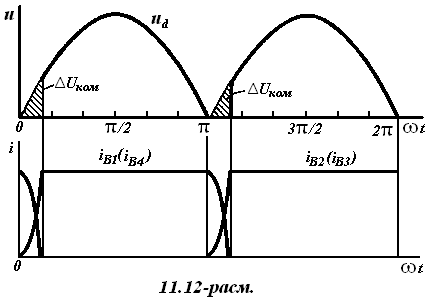
***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

Ushbu sxemada ga mos keluvchi to‘g‘rilangan tok ideal silliqlangan deb faraz qilinadi.

Kommutasion jarayonni hisoblash uchun ishlatiladigan ifodalarni va tenglamalar yordamida aniqlanadi; bunda tenglamalardagi ikkilamchi chulg‘am tarqoq induktivligi transformatorning to‘la tarqoq induktivligi bilan almashtiriladi; to‘la tarqoq induktivlik esa transformatorning tarmoq chulg‘ami tarqoq induktivligini ventil chulg‘amiga keltirilgan qiymati bilan ventil chulg‘ami tarqoq induktivligi yig‘indisiga teng deb olinadi.

Qisqa tutashuv induk-tivliklarining bunday holatda kiritilishi natijasida va tenglamalardagi e.yu.k. yuksiz ishlash rejimidagi holatdagidek birlamchi chulg‘am kuchlanishi va transformatsiyalash koeffisienti orqali aniqlanish imkoni yaratiladi.

Transformator yuksiz ishlagandagi ikkilamchi chulg‘am e.yu.k. ning ta’sir etuvchi qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

 (1)

Transformatsiyalash koeffisienti quyidagicha aniqlanadi:

 (2)

Ventil chulg‘amlar tokining ta’sir etuvchi qiymati aniqlanishida quyidagilar taxmin qilinadi: o‘zgartkich transformatorlari chulg‘amlaridagi tokning shakli, ushbu vaziyatda, ishorasi o‘zgaruvchi to‘rtburchak shaklga yaqin, yon tomonlari nishabligi kommutasion oraliqlarga mos keluvchi trapesiyadan iborat va ularning har biri galma-galdan kuchlanishning musbat va manfiy yarim davrlarida oqadi; demak tokning ta’sir etuvchi qiymati 

Birlamchi chulg‘am ta’sir etuvchi tokini aniqlashda yuksiz ishlash toki e’tiborga olinmaydi:



Tarmoq chulg‘amining quvvati  ga teng, bunda Rd0qUd0Id – yukning quvvati.

Ikki ventil chulg‘amining umumiy quvvati



O‘zgartkich transformatorlarining mo‘ljallangan (tipik) quvvati birlamchi va ventil chulg‘amlari mo‘ljallangan quvvatlarining yarim yig‘indisiga teng:



Ventillardagi tokning kommutasion burchagi quyidagi ifodadan aniqlanadi:



Ventillar orasidagi kommutasion oraliqdan kelib chiqqan induktivlikdagi kuchlanishlar pasayuvining o‘rtacha qiymati



ga teng. To‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati esa quyidagiga teng:



bunda ud0 – yuksiz ishlagandagi to‘g‘rilangan kuchlanish qiymati; va  - chulg‘amlardagi aktiv qarshilik va ventillar qalinligi tufayli hosil bo‘lgan kuchlanishlar pasayuvi.

Nol chiqish (klemma) li sxemalar shu bilan ajralib turadilarki, ikkilamchi chulg‘amlarda bir tomonga yo‘nalgan tok oqadi; uning tarkibida o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tashkil etuvchilari mavjuddir; ventil chulg‘amlari m.yu.k. ning o‘zgarmas tashkil etuvchisi kompensatsiyalash uchun bir fazali ikki sterjenli transformatorlarda 3-rasmdagi sxema qabul qilinadi.

**Bir fazali ko‘priksimon sxema.** Ushbu sxemada nol nuqtali sxemadan farqli ravishda transformator bitta tarmoq va bitta ventil chulg‘amiga ega. Ventil chulg‘ami eyuk ning ta’sir etuvchi qiymati va transformatsiyalash chulg‘ami (1) va (2) ifodalardan aniqlanadi. Bu sxemada ventil chulg‘ami tokining ta’sir etuvchi qiymati to‘g‘rilangan tok qiymatiga teng va 

Demak, ventil va tarmoq chulg‘amlari quvvati quyidagiga teng bo‘ladi



va transformatorning mo‘ljallangan (tipik) quvvati



Kommutasion burchak quyidagi tenglamadan aniqlanadi:



Bundan ko‘rinadiki, avvalgi sxemadan farqli ravishda, ushbu sxemada chulg‘amlarning qisqa tutashuv induktivligining kommutatsiya davomiyligiga ta’siri ikki marta kattaroq ekan. Demak, shuni ta’kidlash zarurki, chulg‘amlarning joylashishiga qarab o‘rtacha nuqtali transformatorda va ko‘priksimon sxema uchun mo‘ljallangan ikki chulg‘amli transformatorda qisqa tutashuv induktivliklari tubdan farqli bo‘lishi mumkin. Ikkinchi turdagi transformatorda ventil chulg‘amlarning tejamli va hajmining kichik qilib bajarilishi tufayli tarqoq induktivlik qiymatining kamayishi va ikkala sxemada ham kommutasion davomiylikning amalda tenglashuvini kuzatish mumkin.

Ko‘priksimon sxemada to‘g‘rilangan (chiqish) kuchlanishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:



va undan nol nuqtali sxemaga nisbatan induktivlikdagi va ventildagi kuchlanishlar pasayuvining ortganligini kuzatish mumkin. Shu bilan birga, ushbu sxemada ventil chulg‘amlar tokining o‘zgarmas tashkil etuvchisi yo‘qdir va transformatordan foydalanish ortadi; bu esa to‘g‘rilagichning chiqishidagi tok bir xil bo‘lganda transformatorning tipik quvvati sezilarli kamayishini ta’minlaydi.

**O‘rtacha nuqtali uch fazali sxema.** Uch fazali o‘rtacha nuqtali sxemada ventil chulg‘amlari «yulduzcha» ulanib, tarmoq chulg‘amlari albatta «uchburchak» ulanadi; bunday «uchburchak» ulash ventil chulg‘ami toki o‘zgarmas tashkil etuvchilarining transformatorga ta’siri kamaytiriladi Bunday sxema uchun transformator ventil chulg‘ami e.yu.k. ning ta’sir etuvchi qiymati ifodadan aniqlanadi, ventil chulg‘am tokining ta’sir etuvchi qiymati esa toklarning vaqt diagrammasidan kelib chiqib  ga teng bo‘ladi; tarmoq chulg‘ami tokining ta’mir etuvchi qiymati  ga teng.

Keltirilgan sxemaning asosiy kamchiligi ventil chulg‘amlari alohida fazalarida tokning o‘zgarmas tashkil etuvchilarining mavjudligidir. Ular natijasida ventil chulg‘amlari m.yu.k. ning  qismini hosil qilgan m.yu.k. nomuvofiqligi (nebalans) hosil bo‘ladi va transformatorning magnit o‘zagida yo‘nalishi va vaqt bo‘yicha o‘zgarmas ortiqcha magnit maydoni hosil bo‘ladi. Bu magnit oqimi barcha sterjenlardan oqib o‘tadi, yarmodan havo orqali transformator bokiga ham o‘tadi; bu esa transformator o‘zagining kesim yuzasini kattaroq tanlashga majbur etadi, hamda qo‘shimcha quvvat isroflari paydo bo‘lishiga olib keladi.

Zigzag ulanganda tarmoq va ventil chulg‘amlarining mo‘ljallangan quvvatlari

Ventillardagi kommutasion burchagi quyidagi ifodalardan aniqlanadi:



va yuklardagi to‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati quyidagiga teng bo‘ladi:



**Olti fazali sxema.** O‘zgartkich agregatlarining quvvati katta va sxemalaridagi ekvivalent fazalar soni kam bo‘lganda zarur bo‘lgan o‘zgartirish sifati ta’minlanmaydi va to‘g‘rilangan kuchlanishning garmonik tashkil etuvchilarini kamaytirish uchun silliqlashtiruvchi reaktorning quvvatini oshirishga majbur bo‘linadi.

Shu sababli, quvvati 250 kV⋅A bo‘lgan agregatlardan ekvivalent olti fazali, quvvati 4000 kV⋅A da esa - o‘n ikki fazali sxemalar kabul qilinishi maqsadga muvofiqdir.

Tarmoq chulg‘amlari «uchburchak» ulanganda o‘zgarmas magnit oqimining ko‘pgina qismi birlamchi chulg‘amning «uchburchak» konturidagi tok hosil qilgan m.yu.k. bilan kompensatsiyalanadi. Ventil chulg‘amlardagi tok kuchlanishning faqat 1/6 davrida oqqanligi tufayli, ushbu chulg‘amlar foydali ishlatilishi kabi bo‘ladi va transformatorning tipik quvvati sezilarli ortadi.

Chulg‘amlari va ventillari olti fazali bir taktli sxemada bo‘gan, ya’ni birlamchi chulg‘am «yulduzcha» yoki «uchburchak» va ikkilamchi chulg‘amda ikki teskari «yulduzcha» bilan muvozanatlovchi reaktor magnit o‘zakning majburiy o‘zgarmas magnit maydoni butkul bartaraf etiladi. «Yulduzcha» larning 01 va 02 nol nuqtalari bir-biri bilan bir fazali ferromagnit o‘zakli muvofiqlovchi reaktor orqali ulangan; bunda reaktor chulg‘amining o‘rtacha nuqtasi tok zanjirining manfiy qutbi bo‘lib xizmat qiladi. Reaktor 01-02 klemmalari orasidagi ikki ventil guruhlari kontur toklari uchun juda katta induktiv qarshilikka ega. Bunga sabab, chulg‘amlarning ikki qismi o‘zaro muvofiq ulanganligidir. Shu bilan birga, reaktor chulg‘amlarining 0 nuqtada toklarning 01 va 02 nuqtalari tomon oqayotgan shaxobchalaridagi induktiv qarshiliklari juda kichikdir, chunki shu har bir tokning hosil qlayotgan m.yu.k. lari o‘zgartkich yuki tokining yarmisiga teng va ular o‘zaro kompensatsiyalanadi.

Muvozanatlovchi reaktor birinich va ikkinchi guurh ventillariga kelayotgan anod kuchlanishlarining oniy qiymatlarini ikkala guruh kontur toklarim uchun o‘zining juda katta induktivligi mavjudligi tufayli silliqlashtiradi va yuk tokining bo‘linishini ta’minlaydi. Bu jarayon faqatgina kichik toklarda sodir bo‘lmaydi. Muvozanatlovchi reaktordagi maksimal kuchlanishning qiymati ventil chulg‘ami faza kuchlanishi amplitudasining yarmiga teng, kuchlanishning chastotasi esa tarmoq ta’minlovchi kuchlanishidan uch marta katta.

Agar to‘g‘rilangan tokning qiymati muvozanatlovchi reaktorni magnitlovchi tok (nominal qiymatning 2-5%) dan kichik bo‘lsa, muvozanatlovchi reaktorning ta’siri sezilmaydi, bunda to‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati  ga teng bo‘ladi. To‘g‘rilangan kritik qiymatdan ortgandan boshlab to‘g‘rilangan kuchlanishning qiymati  bo‘ladi.

Transformatorning ventil va tarmoq chulg‘amlari toklarining ta’xmir etuvchi qiymati quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:



Transformatorning tarmoq va ventil chulg‘amlari mo‘ljallangan quvvatlari va transformatorning mo‘ljallangan tipik quvvati, mos ravishda quyidagilarga teng:







muvozanatlovchi reaktorning mo‘ljallangan quvvati, undagi kuchlanish chastotasining uch marta kattaligini e’tiborga olsak  ga teng bo‘ladi.

Ushbu sxemada ventillarning kommutasion burchagi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:



To‘g‘rilagichning o‘ta yuklanganida ventillarning kommutasion burchagi 600 dan ortishi mumkin. Bu jarayon esa bir onning o‘zida uchta ventildan tok oqishiga olib keladi.

Asosiy ishlash rejimi kommutasion burchagining 600 dan kichik bo‘lgan qiymatlariga mos keladi; bunda ventillar ikkitadan – kommutatsiyalararo oraliqda va uchtadan – kommutasion oraliqlarda guruh bo‘lib ishlaydilar.

Ushbu sxema uchun tashqi tavsif tenglamasi quyidagi shaklga ega:



Yuk qiymatining kritik qiymatdan kichik bo‘lgandagi kichik yuk tok uchun to‘g‘rilangan kuchlanishning kesin ortishini bartaraf etish uchun juda kichik balast yuk kiritialdi yoki muvozanatlovchi reaktorni maxsus o‘zgartkich yordamida uch marta chastotasi m.yu.k. bilan qo‘shimcha ta’minlanadi.

**Uch fazali ko‘prik sxema.**Ventil chulg‘amlarning toklari diagrammasidan ko‘rinishicha, o‘zgartgich transformatorlarining tarmoq va ventil chulg‘amlari «yulduzcha» yoki «uchburchak» usulda ulanishi mumkin, chunki ventil chulg‘amlaridagi tok sof o‘zgaruvchan bo‘lib, musbat va manfiy yarim davrlarida bir xil shaklga ega va majburiy o‘zgarmas magnit maydoni hosil bo‘lmaydi. To‘g‘rilangan kuchlanishi tarmoq kuchlanishining bir davri ga teng bo‘lgan vaqt oralig‘ida olti karra pulslanishdan iborat bo‘ladi; uning o‘rtacha qiymati  ga teng bo‘ladi.

Tarmoq va ventil chulg‘amlari tokining ta’sir etuvchi qiymati, mos ravishda, quyidagilarga teng bo‘ladi:



Chulg‘amlarning mo‘ljallangan quvvatlari transformatorning mo‘ljallangan quvvatiga teng:



Ventillarning kommutasion burchaklari γ quyidagi tenglikdan aniqlanadi:



yuklangandagi to‘g‘rilangan kuchlanishning qiymati esa quyidagiga teng:



Nominal yuklanish bo‘lganda kommutasion burchak 60o dan ortmaydi va o‘zgartkich agregatining tashqi tavsifi taxminan to‘g‘ri chiziqdan iborat.

Uch fazali ko‘prik sxemasi va muvozanatlovchi reaktorli olti fazali sxema to‘g‘rilangan kuchlanishda bir xil karrali pulsatsiyaga ega hamda ta’minlovchi tarmoqdan kuchlanishning bir xil garmonik tashkil etuvchisiga ega. Biroq, uch fazali ko‘prik sxemasida o‘zgartkich transformatorining mo‘ljallangan quvvati anchagina kichik va uning ishlash sharoitlari anchagina yengillashtirilgandir.

Muvozanatlovchi reaktori bo‘lgan olti fazali sxema agregatlarni nisbatan kichik to‘g‘rilangan kuchlanish va katta tokli uskunalarda qo‘llaniladi. Chunki yuk toki ventil chulg‘amlari, ventillar va muvozanatlovchi reaktor chulg‘amlari seksiyasidan iborat bo‘lgan ikki parallel shaxobchalarda tarmoqlanadi. Ko‘priksimon sxemada to‘g‘rilagich ko‘prigidagi ikki ketma-ket ulangan ventillarda konturidagi yuk toki tarmoqlanmaganligi (tarmoqlarga ajralmaganligi) sababli ventil chulg‘amlari va ventillarda nisbatan katta kuchlanishlar pasayuvi hosil bo‘ladi. Shu sababli ko‘priksimon sxemalarni to‘g‘rilangan kuchlanishi nisbatan katta (taxminan 100 V dan) bo‘gan uskunalarda qo‘llaniladi.

**Nazorat uchun savollar**

1.Bir fazali ko‘priksimon sxema.

2.O‘rtacha nuqtali uch fazali sxema.

3.Olti fazali sxema.

4.Uch fazali ko‘prik sxema.

# 12-Ma’ruza: Elektr manbalari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.

**Reja:**

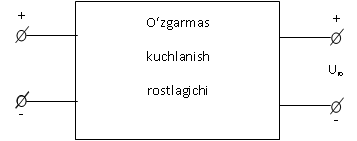
1. **Elektr manbalari.**
2. **Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.**
3. **O‘zgarmas kuchlanish rostlagichlari klassifikatsiyasi.**

***Ta’limiy:*** Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:*** Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

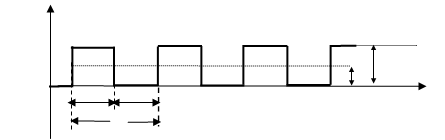
***Rivojlantiruvchi:*** Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

O‘zgarmas kuchlanish qiymatini o‘zgartkich yordamida kerakli qonun asosida o‘zgartirish mumkin. O‘zgarmas kuchlanish qiymatini o‘zgartirish yoki rostlash uchun ishlatiladigan qurilmalar o‘zgarmas kuchlanish rostlagichi deyiladi. Demak, o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlari yordamida yuklamaga beriladigan kuchlanish Uyu qiymatini manba kuchlanish qiymati Ye dan farq qilib beriladi (quyidagi 1-rasmda keltirilgan blok-sxemaga qarang).



**1-rasm**

Yuklamaga berilayotgan kuchlanishning o‘rtacha qiymatini impuls usulini qo‘llab o‘zgartirilganligi uchun o‘zgarmas kuchlanish o‘zgartkichlari ham deyiladi. Yuklamaga berilayotgan kuchlanishning keng tarqalgan shakli 2-rasmda keltirilgan.



**2-rasm**

Bu rasmdagi:

Uyu – yuklamadagi kuchlanishning o‘rtacha qiymati;

tu – impulsning davomiyligi;

tp – pauzaning davomiyligi;

T – qaytarilish davri.

Xuddi to‘g‘rilagichlardagi kabi o‘zgarmas kuchlanish rostlagichi chiqishdagi kuchlanishning shakl sifatini yaxshilash (ya’ni uzluksiz shaklga o‘tkazish) maqsadida tekislovchi filtrlar ishlatilishi mumkin.

O‘zgarmas kuchlanish rostlagichi chiqishdagi kuchlanishning o‘rtacha qiymatini quyidagi usullarda o‘zgartirish mumkin:

Impuls davomiyligini o‘zgartirish usuli (shirotno-impulsniy metod)

Impuls chastotasini o‘zgartirish usuli (chastotno-impulsniy metod)

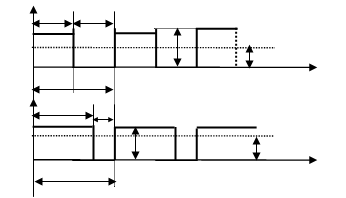
Aralash yoki vaqt impulsli usuli (kombinirovanniy ili vremya impulsniy metod)

Impuls davomiyligini o‘zgartirish usulida tu=var, T=const (3-rasm). Agar yuklamadagi impuls chastotasi  bo‘lsa, yuklamadagi o‘zgarmas kuchlanishning o‘rtacha qiymati manba kuchlanishi orqali quyidagicha aniqlanadi:

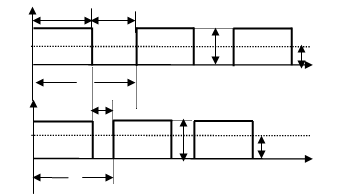


tu=0 , bo‘lsa, γ=0 va Uyu=0

tu=T , bo‘lsa, γ=1 va Uyu=E



**3-Rasm**



**4-Rasm**

Demak γ ni 0 dan 1 gacha o‘zgartirish yordamida Uyu kuchlanish qiymatini o‘zgartirish mumkin.

Impuls chastotasini o‘zgartirish usulida tu= const va T=var bo‘ladi (4-rasm). Bu holda yuklamadagi o‘zgarmas kuchlanishning o‘rtacha qiymati manba kuchlanishi orqali quyidagicha ifodalanadi:



U holda, f=0 bo‘lsa Uyu=0

f=1/tu bo‘lsa Uyu=E

Aralash yoki vaqt-impulsli usulda tu= var , T= var bo‘ladi. Bu holda Uyu ning o‘rtacha qiymati tu va T lar qiymatlarini o‘zgartirish hisobiga sodir bo‘ladi.

O‘zgarmas kuchlanish rostlagichi chiqishidagi kuchlanishning ¢rtacha qiymatidan tashqari kuchlanishning ta’sir etuvchan (effektiv) qiymati ham keng ishlatiladi va u quyidagicha aniqlanadi



O‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarini, umuman, quyidagicha klassifikatsiyalash mumkin. Kuchlanish rostlagichi sxemalarida ishlatilayotgan yarimo‘tkazgichli asbobning turiga qarab to‘liq boshqariladigan va to‘liq boshqarilmaydigan kuchlanish rostlagichlariga bo‘linadi.

To‘liq boshqariladigan yarimo‘tkazgichli asboblarga tran-zistorlar, ikki amalli tiristorlar misol bo‘la oladi. Demak, shu yarimo‘tkazgichli asboblarda bajarilgan rostlagichlar to‘liq bosh-qariladigan kuchlanish rostlagichlari deyiladi.

Yuqoridagi har ikkala kuchlanish rostlagichlari o‘z navbatida reversiv va noreversivlarga bo‘linadi. Noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarida chiqish kuchlanishi amplitudalari va uning ishorasi œzgarmas bo‘ladi (impulsning davomiyligi o‘zgaradi).

Reversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarida chiqish kuchlanishi amplitudasi o‘zgarmaydi, lekin impulsning davomiyligi va qutblanishi (ishorasi) o‘zgaradi.

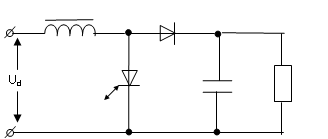
Noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlari sxema tarkibidagi yarimo‘tkazgichli asbob va drosselni ulanish joyiga qarab 3 tipga (toifaga) bo‘linadi.

Birinchi toifali noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarida boshqariladigan ventil va drossel yuklamaga ketma-ket ulanadi (5-rasm). Shuning uchun ham bunday rostlagichlarni ketma-ket rostlagichlar sxemasi ham deyiladi. Bu rostlagichlarda Uyu<Ud bo‘ladi.

****

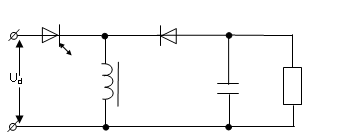
**5 rasm**

Ikkinchi toifali noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarida boshqariladigan ventil yuklamaga parallel, drossel esa yuklamaga ketma-ket ulanadi (6-rasm).



**6 rasm**

Uchinchi toifali noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlarida drossel yuklamaga nisbatan parallel, boshqariladigan ventil esa yuklamaga ketma-ket ulanadi (7-rasm). Ikkinchi va uchinchi toifali œzgarmas kuchlanish rostlagichlarida Uyu>Ud bo‘lishi mumkin.



**7-rasm**

**Nazorat savollari**

1. O‘zgarmas kuchlanish rostlagichi nima?
2. O‘zgarmas kuchlanish rostlagichi yuklamasidagi impuls kuchlanishini parametrlari haqida nimalarni bilasiz?
3. O‘zgarmas kuchlanish rostlagichi chiqishidagi kuchlanishning o‘rtacha qiymatini qanday usullar yordamida o‘zgartirish mumkin?
4. Reversiv va noreversiv kuchlanish rostlagichlarining o‘zaro farqlari haqida nimalarni bilasiz?
5. Noreversiv o‘zgarmas kuchlanish rostlagichlari tarkibidagi yarimo‘tkazgichli asbob va drosselni ulanish joyiga qarab qanday toifalarga bo‘linadi?

# 13-Ma’ruza: Kuchlanish stabilizatorlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.

**Reja:**

**1. Kuchlanish stabilizatorlari.**

**2. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari, vaqt diagrammalari, ularning afzaliklari, solishtirma tahlili, energiya samaradorligi.**

**3.Bir fazali eng sodda bog‘liq invertorning ishlashi haqida.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

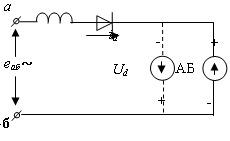
O‘zgarmas tok elektr energiyasini o‘zgaruvchan tok elektr energiyasiga aylantirish jarayonini invertorlash deyiladi. Invertorlash vazifasini bajaruvchi qurilma (o‘zgartkich) invertor deyiladi. Invertorlar asosan ikki guruhga bo‘linadi:

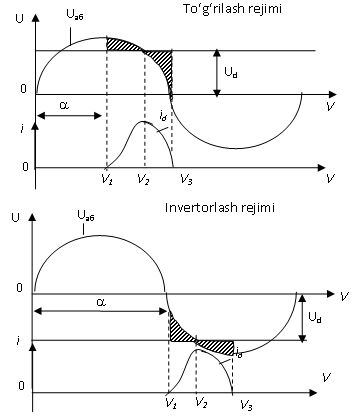
1.Bog‘liq invertorlar

2.Avtonom invertorlar

Bog‘liq invertorlarda yuklama sifatida elektr tarmog‘i ishlatiladi. Bu holda invertorning yuklama parametrlari elektr tarmoq parametrlari bilan aniqlanadi (yoki elektr tarmoq parametrlariga bog‘liq bo‘ladi), shuning uchun ham bunday invertorlarni bog‘liq invertorlar deyiladi.

Bog‘liq invertorni ishlashini 1, 2-rasmlarda keltirilgan sxema va diagrammalar orqali ko‘rib chiqamiz. AB batareyaning «+» qutbi tiristor katodi bilan ulangan.Bu holda sxema to‘g‘rilash rejimida ishlaydi. Agar sxema elementlari ideal bo‘lsa, u holda eab=Uab, Ed=Ud bo‘ladi. To‘g‘rilash rejimida qavssiz ko‘rsatilgan Ed bo‘lsa, V=V1 da tiristorga ochuvchi impuls berilsa, u ochiladi va Uab>Ud sharti bajarilish vaqti ichida id toki o‘sib boradi.



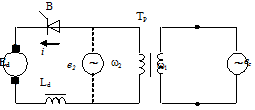


**2-rasm**

Bunda id  toki Uab-Ud kuchlanishi hisobiga hosil bo‘ladi. V=V2 dan boshlab Uab<Ud sharti bajarilsa ham Ld induktivlikda yig‘ilgan energiya hisobiga id tok o‘tishini davom ettiradi va nihoyat V=V3 da id=0 bo‘ladi. Yuqoridagi holda AB batareyasi e.yu.k. yo‘nalishiga teskari yo‘nalishga ega bo‘lgan tok o‘tgani uchun AB batareya yuklama hisoblanadi, ya’ni AB batareya energiyani qabul qiladi. Elektr tarmog‘i esa generator vazifasini bajaradi, (chunki eab e.yu.k. va induktivlikdan o‘tayotgan tok yo‘nalishlari o‘zaro mos), ya’ni elektr tarmog‘i o‘zidan energiyani uzatadi.

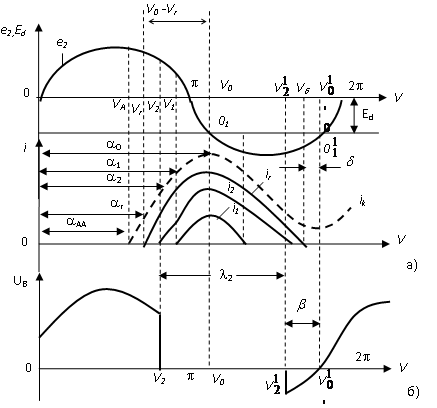
Agar sxemadagi AB batareyani teskari qutb bilan ulansa (sxemada shtrix chiziq bilan ko‘rsatilgan), u holda sxemaning ishlash diagrammasi 3-rasmda ko‘rsatilgan ko‘rinishga ega bo‘ladi. Bu holda AB batareya generator bo‘lib hisoblansa, elektr tarmog‘i esa yuklama vazifasini bajaradi.

**Bir fazali eng sodda bog‘liq invertorning ishlash tahlili**



**3-rasm**

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda bitta qurilma ham, to‘g‘rilagich ham bog‘liq invertor rejimlarida ishlashi mumkin. Bunga misol qilib o‘zgarmas tok elektryuritmasini ko‘rish mumkin. (4-rasm) O‘zgarmas tok elektryuritma dvigatel rejimida ishlayotgan bo‘lsa, uning o‘zgartkichi to‘g‘rilagich vazifasini bajaradi, agar yuritma generator rejimida ishlasa, uning o‘zgartkichi bog‘liq invertor vazifasini bajaradi. Oxirgi rejim asosan pastga tushayotgan transportning elektryuritma va o‘zgartkichida, elektryuritmaning tormozlash vaqtida va boshqa hollarda kuzatiladi, ya’ni transportning o‘zgarmas tok dvigatelida hosil bo‘lgan quvvat o‘zgaruvchan tok tarmog‘iga uzatiladi.



**4-rasm**

Yuqoridagi rasmdan invertor tarkibida ikkita ideal e.yu.k. bo‘lib, ular: Ed - o‘zgarmas e.yu.k. va e2 - o‘zgaruvchan e.yu.k. (punktir chiziq bilan ko‘rsatilgan). Transformator TP ning birlamchi chulg‘ami elektr tarmog‘iga ulangan.

Kuchlanishning birinchi yarim davrida e2 va Ed manbalar yo‘nalishlari tokning yo‘nalishi bilan mos tushadi va ikkala manbalar generator rejimida ishlaydilar. Bu holda iste’molchi vazifasini Ld induktivlik bajaradi. Bu rejimda invertorlash jarayoni sodir bo‘lmaydi.

Kuchlanishning ikkinchi yarim davrida e2 va Ed manbalar yo‘nalishlari qarama-qarshi bo‘ladi va bu intervalda invertorlash jarayoni sodir bo‘lishi mumkin. Bu holda Ed e.yu.k. ning yo‘nalishi i tokining yo‘nalishi bilan mos keladi, aksincha e2 ‘e.yu.k.ning yo‘nalishi i tokining yo‘nalishiga qarama-qarshi bo‘ladi. Invertorlash jarayonini hosil qilish uchun e2 ning birinchi yarim davrini ko‘pgina qismida B tiristor yopiq bo‘lishini ta’minlash kerak va faqatgina V0-Vr intervaldagina ochilishi mumkin bo‘lsin. Albatta Ed<E2m sharti bajarilishi kerak. (E2m– e2 manba kuchlanishining amplituda qiymati). Bu yerda chegaraviy nuqta V0 bilan belgilanadiki, chunki shu nuqtagacha tiristor to‘g‘ri kuchlanish ostida bo‘ladi va ochuvchi impuls orqali ochilishi mumkin.. Ikkinchi chegaraviy nuqta Vr bo‘lib, tiristor toki qiymati nolga tushib, tiristorga to‘g‘ri kuchlanish qo‘yilguncha, tiristor yopilib ventillik xususiyatini tiklab olishi uchun kerak bo‘lgan vaqt oralig‘i bilan belgilanadi. Ushbu shartlarni bajargan holda tiristorni ochilish burchagining diapazoni (α0÷αr) oralig‘ida bo‘lganida invertorlash rejimidagi tok quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

. (\*)

(Bu yerda Xd – invertorlash konturidagi induktiv qarshi-liklar yig‘indisi, Xd=Xd )

Bu tenglama yordamida tokning o‘zgarish qonunini aniqlaymiz.



Tokning o‘zgarish tezligi Ed+e2 ga bog‘liq bo‘lib, Ed+e2>0 bo‘lsa, di/dt>0 – tok qiymati o‘sadi, Ed+e2=0 bo‘lsa – tok o‘zini maksimal qiymatiga ega bo‘ladi, Ed+e2<0 bo‘lsa – tok qiymati kamayadi. Oxirgi holda Ldda yig‘ilgan energiya hisobiga tok o‘tadi.

Agar tiristorni α=α2 da ochilsa, V2 - π oraliqda Ed va e2 manbalarning e.yu.k. yo‘nalishi o‘zaro mos tushadi va ular generator rejimida ishlaydilar va tok o‘tishi hisobiga Li da energiya yig‘iladi. π- V0 oraliqda e2 manbasini e.yu.k. yo‘nalishi o‘zgaradi va o‘tayotgan tok yo‘nalishiga mos tushmaydi – e2 manba iste’molchi rejimida ishlaydi, Ld da esa hamon energiya yig‘ilishi davom etadi. V=V0 dan boshlab Ld da yig‘ilgan energiya tarmoqqa bera boshlanadi. Invertorlash rejimi π- V2| oraliqda amalga oshadi. V=V2| ondan boshlab tiristordagi kuchlanish ishorasi manfiyga aylanadi, bunday hol β burchagi davomida saqlanadi V=V0| dan boshlab tiristorga ochuvchi impuls kelgunga qadar tiristor to‘g‘ri kuchlanish ostida bo‘lsa ham yopiq bo‘ladi.

(\*) ifodaning o‘ng tomonida Ld drosseldagi kuchlanishning oniy qiymati keltirilgan. Ideal (isrofsiz) drosseldagi kuchlanishning o‘rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

 (\*\*)

Bu yerda λ - tokning tiristordan o‘tish davomiyligi bo‘lib, uning qiymati yuqoridagi (\*\*) ifodadan aniqlanadi.

Keltirilgan diagrammadan ko‘rinadiki, α=αA bo‘lsa, tiristor ochilganidan so‘ng yopila olmaydi, chunki 01| nuqtadan yana tiristor tokining qiymati Ed+e2 kuchlanish hisobiga ortib boradi. Bunday holda invertor qisqa tutashuv rejimida ishlaydi. Shuning uchun ham α=αr chegaraviy boshqarish burchagi bo‘lib, invertor chegaraviy rejimda normal ishlay oladi.

Demak, real invertorlarda nonormal rejimi 01| nuqtadan oldin sodir bo‘ladi, chunki yopilganidan so‘ng yopilish xususiyatini tiklashi uchun qandaydir δ vaqt kerakki, shu vaqt ichida p-n o‘tishdagi zaryad tashuvchilar so‘rilib ulgurishlari kerak. Bundan xulosa shuki, tiristor 01’ nuqtadan kamida δ burchagidan oldinroq yopilishi kerak.

**Nazorat savollari**

1.Bog‘liq invertor nima?

2.Bog‘liq va avtonom invertorlar orasidagi asosiy farq nimadan iborat?

3.Elektr tarmog‘i qanday holda bog‘liq invertor uchun iste’molchi vazifasini bajaradi?

4.Bir fazali bog‘liq invertor sxemasini chizing va uning ishlashini tushuntiring.

# 14-Ma’ruza: O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari.

**Reja:**

1. **O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok datchiklari.**
2. **Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari.**
3. **Uch fazali KAI sxemasi.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

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.

1– 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.

**+**

**-**

**Е**

**V1 V3 V5**

**V4 V6 V2**

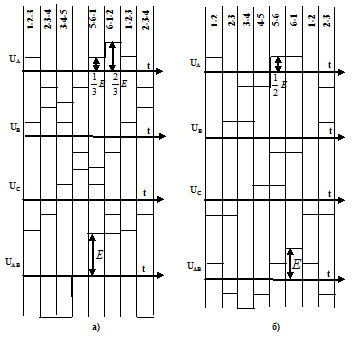
**А**

**В**

**С**

**1 – rasm. Ko‘prik kuch sxemali avtonom invertorning sxemasi**

Invertorga aktiv yuklanish ulangan holni ko‘rib chiqamiz. 1 – rasmdagi tiristorlarning tartib soni kuchlanishlar diagrammasidagi tiristorlarning navbatma – navbat ochilishiga mos keladi.



**2 – rasm. Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchaklari (a) va (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 bœlishi, ya’ni tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi =1800; tiristor chiqishi kuchlanishi chastotasining 1/3 davri oralig‘ida ulangan bo‘lishi, ya’ni=1200. Birinchi holda bir vaqtning o‘zida birdaniga uchta tiristor tok o‘tkazsa, ikkinchi holda esa ikkita tiristor bir vaqtning o‘zida tok o‘tkazadi.

2 a,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 invertorlarni kuchlanish avtonom invertorlari – KAI va tok avtonom invertorlari – TAI guruhlarga bo‘lib qarash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

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

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.

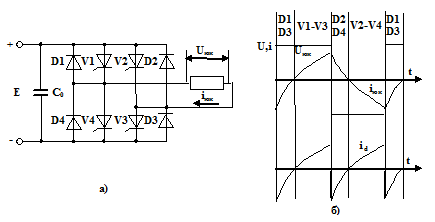
Uchunchi usul – impuls usuli deb ataladi. Boshqaruv impulsining kengligini o‘zgartirish natijasida KAI chiqish kuchlanishi mos ravishda rostlanadi. Bu usulning qo‘llanilishi uning kirish qismida boshqariluvchi o‘zgarmas tok o‘zgartkichiga hojat qoldirmaydi va tiristorli chastota o‘zgartkichning kuch sxemasi va boshqaruv tizimi ancha soddalashadi hamda ishonchlilik darajasi ancha oshadi.

KAIlarning 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 invertor boshqarish tizimining ishlashi shaklanadi.

3a – rasmda bir fazali KAIning shartli sxemasi berilgan bo‘lib, chiqishidagi kuchlanishni rostlash birinchi yoki ikkinchi usul bilan amalga oshirilishi mumkin.

V1,V3 va V2,V4 tiristorlarning davriy juft ulanishi va o‘chishi yuklanishdagi kuchlanish *Uyuk* ning formasi to‘g‘ri burchakli, ampilitudasi manba kuchlanishiga teng bo‘lishini taqozo qiladi va yuklanishdan o‘tayotgan tokning formasi eksponenta bo‘laklaridan iborat bo‘ladi (3.11b – rasmga qarang). Agar V1 va V3 tiristorlar o‘chirilib, V2 va V4 tiristorlar ulanadigan bo‘lsa, u holda aktiv – induktiv yuklanishdan o‘tayotgan tokning yo‘nalishi ulangan tiristorlarning o‘tkazuvchanligiga nisbatan teskari bo‘ladi va bu tokni yo‘naltirish uchun V1 – V4 tiristorlarga qarama – qarshi yo‘nalishda parallel VD1 – VD4 diodlar ulangandir.



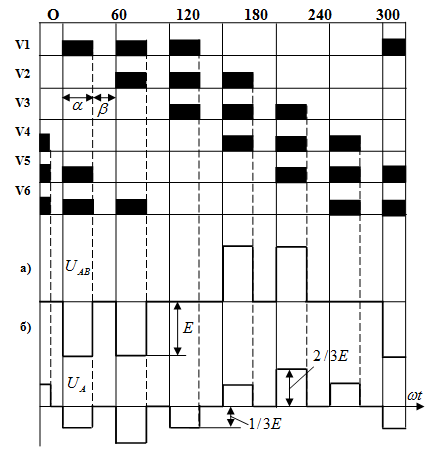
**3 – rasm. Bir fazali KAI sxemasi (a) va uning kuchlanish va tok diagrammasi (b)**

Yuklanishdagi tok va kuchlanishning ishoralari teskari bo‘lgan holda u yoki bu juft diodlar ochiladi. Shunda manbadan kelayotgan tok id ishorasini o‘zgartirib Ye kuchlanishga qarama – qarshi yo‘nalishda oqadi. Agar manba bir tomonli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lsa, ya’ni to‘g‘rilagich bo‘lsa, u holda manbaga parallel kondensator ulanishi kerak. Invertordan tok manbaga qarab yo‘nalganida kondensator zaryadlanadi va tok manbadan yo‘nalganida esa zaryadsizlanadi. Bu kondensatorning sig‘imi, manba kuchlanishi pulsatsiyasi sezilarsiz darajada bo‘lishini ta’minlashi uchun, yetarli darajada qiymatga ega bo‘lishi kerak.

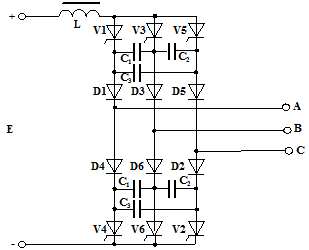
KAI chiqish kuchlanishini impulsli boshqarish usulini tiristorlar-ning o‘tkazuvchanlik burchagi  bo‘lgan hol uchun ko‘rib chiqamiz.

Tiristorlarning o‘tkazuvchanlik burchagi bo‘lganida bir vaqtda uchta tiristor ishlaydi va bu holda kuchlanishning formasi yuklanishga deyarli bog‘liq bo‘lmaydi.

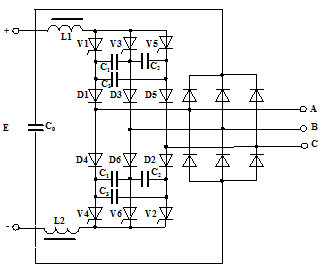
4a – rasmdan ko‘rinib turibdiki bir paytda uchta tiristorlarning ochilishini va interval o‘tishi bilan yopilishini ta’minlaydigan impulslar OYoA vositasida amalga oshiriladi. Har tiristorning ochilib turishi burchagi  ni rostlanishi natijasida chiqishdagi kuchlanish impulsi kengligi o‘zgartiriladi.



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

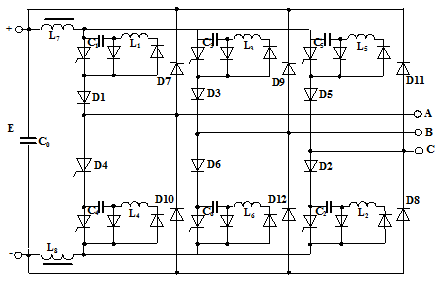


**5 – rasm. Kondensatorlar diodlar yordamida ajratilgan tok avtonom invertori sxemasi**



**6 – rasm. Fazalararo kommutatsiyali kuchlanish avtonom igvertori sxemasi**

7 –rasmda tasvirlangan invertor sxemasida har bir tiristor uchun alohida o‘zining kommutatsiya zanjiri mavjudligi bilan oldingi qaralgan invertorlarning sxemalaridan farqqiladi. D1–D6 diodlar 8–sxemadagidek asinxron motorning invertor sxemasidan ajratish uchun xizmat qiladi, D7– D12 diodlar esa teskari ko‘prik sxemasi bo‘yicha o‘zgarmas kuchlanish manbaiga ulanadi. Bunday sxemali kuchlanish avtonom invertorlarida har bir tiristorlarning ochilishi va yopilishi boshqa tiristorlarning holatlaridan qat’iy nazar individual ravishda bo‘ladi va bu esa yuklanishdagi kuchlanish qiymatini rostlash imkonini beradi.



**7 – rasm. Individual kommutatsiyali kuchlanish avtonom invertori sxemasi**

Bundan tashqari avtonom invertorlarda anod va katod zanjirlaridagi tiristorlar uchun umumiy bo‘lgan kommutatsiya kondensatorlari qo‘llanilgan sxemalar, invertor tiristorlari uchun umumiy yagona bo‘lgan kommutatsiya qurilmasiga ega bo‘lgan sxemalar va boshqa xilma – xil kommutatsiya qurilmali sxemalar ham amaliyotda keng qo‘llaniladi.

**Nazoart savollari**

1.Ko‘prik kuch sxemali avtonom invertorning sxemasi.

2.Bir fazali KAI sxemasi.

3.Uch fazali KAI sxemasi

# 

# 15-Ma’ruza: Burilish burchagi va Impulsli tezlik datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari.

**Reja:**

**1. Burilish burchagi va Impulsli tezlik datchiklari.**

**2. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

***Ferrorezonans kuchlanish mo‘’tadillagichlar*.** Rezonans konturlarida foydalaniladigan elektr magnit kuchlanish mo‘’tadillagichlarini ferro-rezonansli deyiladi. Ulardan tayanch kuchlanish manbalari va kichik quv-vatli o‘zgaruvchan kuchlanish mo‘’tadillagichlari sifatida foydalaniladi.

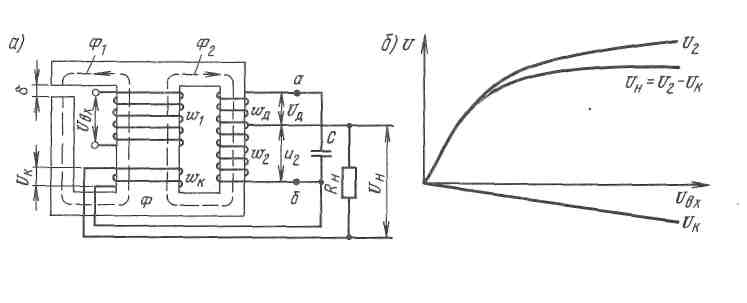
Ko‘pincha ular Sh-ko‘rinishidagi uchta ustunli transformator po‘lati-dan tashkil topgan bitta o‘zakda bajariladi (1-rasm,*a*). Chekka ustun-larning ko‘ndalang kesimining yuzasi o‘rta ustunlarnikiga nisbatan sezi-larli darajada kichik bo‘ladi. Bundan tashqari chap tomonidagi ustun xavo tirqishi δ ga ega bo‘lib, bu tirqishch tashqi sochilish oqimini pasayti-ruvchi va ferrorezanans kuchlanish mo‘’tadillagichlarning qo‘shni qurilma-lar ishiga ta’sirini kamaytiruvchi rolni bajaradi.

O‘rta va o‘ng ustunlarda quyidagi cho‘lg‘amlar joylashtiriladi: o‘rta ustunda birlamchi *w*1 va qoplovchi (qoplovchi) *w*k cho‘lg‘amlar; o‘ng ustun-da ikkilamchi *w*2 va qo‘shimcha *w*d cho‘lg‘amlari joylashtiriladi. Qoplovchi cho‘l-g‘am soni ikkilamchi cho‘lg‘am soniga nisbatan 3…6 marta kam bo‘lganligi uchun bu cho‘lg‘amdagi kuchlanish nisbatan katta bo‘lmaydi. Bu cho‘lg‘am ikki-lamchi cho‘lg‘am bilan ketma-ket va unga qarama-qarshi ulangan.

Kirish kuchlanishi ulanganda birlamchi cho‘lg‘amda tok oqib o‘tadi, va bu tok o‘rta ustunda magnit oqimi F ni yaratadi. Bu oqim ikkiga bo‘linadi, bular: F1 – chap ustundan oqadigan va F2 – o‘ng ustundan oqadigan magnit oqimlar. Kichik kuchlanishlarda F1 kichik bo‘ladi, chunki uning yo‘lida kat-ta qarshilik hosil qiluvchi δ tirqish mavjud.

Oqim F ning asosiy qismi o‘ng ustun orqali oqib o‘tadi, ya’ni bu *U*2 va *U*d1 kuchlanishlarni paydo qiluvchi F2 oqimidir. Kirish kuchlanishi *U*kr ni oshirilganda unga proporsional ravishda *U*2 kuchlanishi ham ortadi (1-rasm,*b*). Kirish kuchlanishining keyinchalik oshirilishida o‘ng sterjeni-ning to‘yinishi sodir bo‘ladi, va shu ondan boshlab F2 magnit oqimi ham o‘zgaradi, F1 oqim ko‘paya boshlaydi, bu holda *U*2 kuchlanishi sezilarsiz darajada o‘zgaradi ya’ni mo‘’tadillash jarayoni boshlanadi.

Chiqish kuchlanishini mo‘’tadilligini oshirish uchun qoplovchi cho‘lg‘am xizmat qiladi. Bu cho‘lg‘amdagi kuchlanish kirish kuchlanishiga proporsio-nal ravishda o‘zgaradi. Qoplovchi cho‘lg‘am ikkilamchi cho‘lg‘amga qarama-qar-shi ulanganligi uchun yuklamadagi natijaviy kuchlanish ularning ayirma-siga teng bo‘ladi, ya’ni, *U*yu = *U*2 – *U*kop. Bundan kelib chiqadiki, *U*2 ning uncha katta bo‘lmagan o‘zgarishi *U*kop kuchlanishi bilan qoplanadi, yukla-madagi kuchlanish esa anchayin mo‘’tadillashgan bo‘ladi (*U*yu egri chizig‘i).



**1-rasm. Ferrorezonans kuchlanish mo‘’tadillagichning sxemasi va**

***U*2, *U*kop, *U*yukuchlanishlarni *U*kr kuchlanishiga bog‘liqliklari**

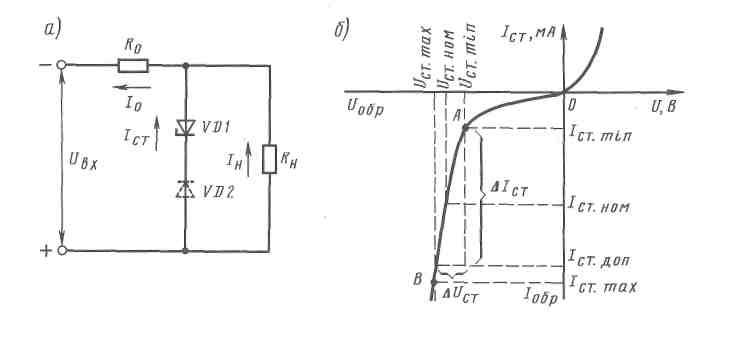
Ikkilamchi cho‘lg‘am *S* kondensator bilan shuntlangan qo‘shimcha cho‘lg‘am bilan birga (1-rasm,*a* ga qarang) tarmoq chastotasiga sozlangan tebra-nish konturini tashkil etadi. Bu kontur o‘ng ustunning qo‘shimcha to‘yini-shini xosil qiladi va ferrorezanans mo‘’tadillagichsining mo‘’tadillash xususiyatini yaxshilaydi.

Ferrorezanans mo‘’tadillagichlarini turli shaklga ega bo‘lgan po‘lat plastinalardan tayyorlash mumkin. Ularni rostlash va sozlash magnit shun-tini havo tirqishini o‘zgartirish yo‘li bilan amalga oshirilgan. Qo‘llani-layotgan plastinalar turiga va quvvatiga bog‘liq holda bu mo‘’tadillagich-lar turlicha belgilanadi: SN-250, ST-200, S-0.09 va hokazo.

Elektr magnit kuchlanish mo‘tadillovchilarining afzalliklari quyi-dagilardan iborat: tarmoq kuchlanishi sezilarli darajada o‘zgarganda yuqori mo‘’tadillangan o‘zgaruvchan kuchlanishni olish imkoniyatini mav-judligi; inersiyasiz ishlashi; elektr ma’lumotlarining barqarorligi; konstruksiyaning oddiyligi va nisbatan afzalligi.

Ferrorezonans mo‘’tadillagichlar yuqorida keltirilgan afzalliklar bilan birga quyidagi bir qator yetishmovchiliklarga ega: nisbatan katta bo‘lmagan f.i.k. (0.7…0.85); chiqish kuchlanishini tarmoq chastotasiga bog‘-liqligi; maxsus filtrlarni ulashni talab qiladi; chiqish kuchlanishi shaklining buzilishi, bu esa chiqish kuchlanishini yuklama xarakteriga bog‘liqligi; sezilarli sochilma magnit maydonining mavjudligi.

***Parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichlar*.** Eng oddiy yarim o‘tkazgichli mo‘’tadillagichlardan biri bu rasmda (2-rasm,*a*) keltirilgan parametrik mo‘’tadillagichdir. Bu yerda mo‘’tadillagich elementi sifatida teskari yo‘nalishda ulangan kremniyli diod *VD*1 xizmat qiladi. Kichik qiymatga ega bo‘lgan kuchlanishda stabilitrondan xuddi oddiy diod-dagidek kuchlanishga kam bog‘liq bo‘lgan tok oqadi. Bu kuchlanish oshiril-ganda stabilitron to‘siq qatlamining elektr teshilishi sodir bo‘ladi. Bu holatda tokni keng ko‘lamda o‘zgarishi stabilitrondagi kuchlanishni o‘zgar-tirmaydi. Agarda stabilitronda ajralib chiqayotgan quvvat joiz qiymat-dan katta bo‘lmasa, u holda teshilish holati cheksiz uzoq muddat davom etishi va diodning o‘chirilishi va yoqilishida qaytarilishi mumkin. Bu teshilish kuchlanishi mo‘’tadillash *U*st kuchlanishidir.



**2-rasm. Parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichining sxemasi (*a*)**

**va stabilitronning volt-amper tavsifi**

Stabilitronning volt-amper tavsifidagi *A* nuqta (2-rasm,*b*) stabi-litronning *U*st.min ni kuchlanishida sodir bo‘ladigan teshilishiga mos keladi. Teshilish rejimida (mo‘’taillash) stabilitron *U*st.max gacha kuchla-nishda *I*st.max maksimal tokda ishlaydi (*V* nuqta), bu esa maksimal sochilish quvvati *R*max = *I*st.max·*U*st.max ga mos keladi. Tokning bundan keyingi ortishi-da stabilitronda ajralib chiqayotgan quvvat joyz quvvatdan ortib ketib stabilitronning issiqlik teshilishi (*r-n* o‘tishning buzilishi) sodir bo‘lishi mumkin. Stabilitron volt-amper tavsifining to‘g‘ri shahobchasi yetarli darajada qiya bo‘lib, stabilitronni to‘g‘ri yo‘nalishda ulaganda 0,5 dan 0,8 V gacha bo‘lgan kichik kuchlanishlarni mo‘’tadillash uchun foyda-lansa bo‘ladi.

Sxemada (10.2-rasm,*a* ga qarang) chegaralovchi rezistor *R*o orqali stabi-litron va yuklama toklarining yig‘indisiga, ya’ni, *I*o = *I*st + *I*yu ga teng bo‘lgan umumiy *I*o toki oqadi. Bunda kirish kuchlanishi *U*k rezistor *R*o da va yuklama *R*yu da taqsimlanadi: *U*k = *U*ro + *U*yu = *I*o*R*o+ *I*yu*R*yu.

Yuklamadagi kuchlanish *U*st = *I*st*r*d ifoda bilan aniqlanadigan parallel ulangan stabilitrondagi *U*yu = *U*st kuchlanishga teng, bu yerda *r*d = ∆*U*st/∆»*I*st – stabilitronning dinamik (differensial) qarshiligi ((10.2-rasm,*b* ga qarang).

Kirish kuchlanishi ortganda boshida yuklamada ham kuchlanish ortishga intiladi. Stabilitronga qo‘yilgan kuchlanishning bunday qisman (kichik) ortishi undan oqayotgan tokning keskin ko‘payishiga (uning volt-amper tafsiviga muvofiq) olib keladi. Bunda umumiy *I*o toki xam ortib, bu *R*o so‘ndiruvchi qarshilikda kuchlanish tushishining ortishiga olib keladi. Yuklamadagi kuchlanish ∆*U*st ga ortadi. Bu o‘zgarish stabilitrondagi differensial qarshilik qancha kam bo‘lsa, shuncha kam bo‘ladi. Natijada mo‘’tadillagichning kirishidagi kuchlanishning o‘zgarishi ∆*U*k so‘ndiruvchi qarshilikda va yuklamada ∆*U*yu = ∆*U*st taqsimlanadi, ya’ni ∆*U*k = ∆*U*ro + ∆*U*st. Parametrik mo‘’tadillagichlarda doimo ta’minlanadigan quyidagi tengsizlikka ya’ni *R*o » *r*d ga rioya qilinganda ∆*U*st → 0 da *U*k ≈ *U*Ro bo‘ladi.

Kirish kuchlanishining kamayishi bilan stabilitron toki kamayadi va *R*o karshilikdagi kuchlanish tushishi kamayadi. Shunday qilib, kirishi kuchlanishlarining barcha o‘zgarishlari so‘ndiruvchi qarshilikdagi kuchla-nish tushishi bilan qoplanadi. Yuklamadagi kuchlanishning tebranishi (o‘zgarishi) stabilitrondagi kuchlanish *U*st ning o‘zgarishi bilan aniqla-nadi, ya’ni yuklamadagi kuchlanish amalda o‘zgarmay qoladi.

Kirish kuchlanishi o‘zgarmas bo‘lgandagi yuklama tokining o‘zgarishi stabilitron tokini teskari o‘zgarishiga olib keladi ya’ni, masalan *I*yu toki ortishi bilan stabilitrondagi tok *I*st kamayadi. So‘ndiruvchi qarshilikdagi oqayotgan umumiy tok *I*o amalda o‘zgarmay qoladi va bu undagi, oxir oqibat yuklamadagi, (mo‘’tadillagich chiqishidagi) kuchlanishni o‘zgarmay qolishi-ni ta’minlaydi.

Parametrik mo‘’tadillagichning chiqishidagi kuchlanishi stabilitron-ning tayanch kuchlanishi bilan aniqlanadi. Parametrik kuchlanish mo‘’ta-dillagichning chiqishida katta kuchlanishlar olish uchun stabilitronlarni ketma-ket ulash zarur.

Parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichni hisobini quyidagi dastlabki qiymatlar: *U*k.max; *U*k.min; *U*yu.max; *U*yu; *U*yu.min; *I*o; ∆*I*yu ga ega bo‘lgan holda amalga oshirish mumkin.

Stabilitronning turini tayanch kuchlanishi, maksimal joiz toki va nominal kuvvat bo‘yicha tanlanadi. Maksimal joiz bo‘lgan tok quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

*I*st.j *=*[*I*yu(*U*k max – *U*k min) *+ I*st min(*U*k max– *U*st nom)]*/U*k min – *U*st min)

So‘ndiruvchi zaryadsizlanish qiymatini *U*k.min kuchlanishida stabili-tronning toki *I*st.min dan kam bo‘lmasligi (10.2,*a* rasmga karang). *U*k.max kuchla-nishda esa tok *I*st.j ≤ *I*st.max shartidan kelib chiqqan holda tanlanadi. Qarshilikning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

*R*o = (*U*k.max – *U*k.min)/(*I*st.j – *I*st.min)

Mo‘’tadillagichning chiqish qarshiligi *R*chiq = ∆*U*yu/∆*I*yu ≈ *r*d bo‘ladi, ya’ni stabilitronning dinamik qarshiligi bilan aniqlanadi.

Stabilitrondagi sochilish quvvati nominal quvvatdan ortmasligi kerak, ya’ni, *R*nom> (*U*k max – *U*st.nom)2/*R*o.

Kuchlanish bo‘yicha mo‘’tadillash koeffisienti *K*stU = (*R*o/*r*d) (*U*yu/*U*k) ifoda bo‘yicha aniqlanadi.

Atrof-muhit haroratining o‘zgarishi va kirish kuchlanishining tebra-nishi bilan bog‘lik bo‘lgan chiqish kuchlanishining absolyut nomo‘’tadil-ligi

*U*yu *= U*st *+ U*st.T *=* (*I*st.j – *I*st.min*) rD/*2*+α*st *∆TU*st.nom/100,

bu yerda *α*st – harorat koeffisienti, texnik ma’lumotlardan aniqlanadi; *∆T* – haroratlar ayirmasi (atrof muhit haroratining o‘zgarish diapazo-ni).

Ma’lumki, teskari yo‘nalishga ulangan kremniyli stabilitronlar musbat (*U*st.nom < 5V bo‘lganda) yoki manfiy (*U*st.nom< 5V bo‘lganda) harorat koeffisentiga ega bo‘ladi. Yarim o‘tkazgichli mo‘’tadillagichlarida haro-rat nomo‘’tadilligini kamaytirish uchun stabilitron bilan to‘g‘ri yo‘na-lishda ketma-ket bitta yoki bir nechta germaniyli diod *VD*2 ulanadi (10.2-rasm,*a* ga qarang).

Haroratni ortishi bilan stabilitronning teshilish kuchlanishi orta-di, diodning to‘g‘ri karshiligi esa kamayadi. Diod va stabilitron qarshi-liklarning ma’lum nisbatida koplashga erishish mumkin, ya’ni bunda parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichni chiqish kuchlanishi haroratga kam bog‘liq bo‘lib qoladi. Bu maqsadlarda sanoatda haroratni koplovchi diod bilan bitta korpusda bajarilgan stabilitronlarni ishlab chiqariladi.

Parametrik mo‘tadillagichlarning afzalliklariga sxemaning sodda-ligi, past narxi, katta bo‘lmagan massa va gabarit o‘lchamlari kiradi.

Lekin parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichlarni quyidagi bir qator yetishmovchiliklarga ega: chiqish karshiligining kattaligi; chiqish quchla-nishining aniq qiymatini olish va uning qiymatini ravon rostlash imkoniyati yo‘qligi; mo‘’tadillash koeffisientining katta bo‘lmasligi, ya’ni 20…60 ni tashkil etishi f.i.k ≈ 30%; kichik quvvatga ega ekanligi; yuklama toklarining stabilitronlarning maksimal joiz toklari bilan cheklanganligi; stabilitronlarning parallel ishlashiga yo‘l qo‘yilmaydi, chunki qarshiliklarning turli bo‘lganligi sababli ularda toklarning taqsimlanishi bir hil bo‘lmaydi.

Stabilitron tokidan ancha katta bo‘lgan yuklama toklarni, hamda yuqori sifat ko‘rsatkichlarni olish uchun qoplovchi kuchlanish mo‘’tadil-lagichlari qo‘llaniladi.

**Nazorat uchun savollar**

1.Stabilitronning vazifasi.

2.Parametrik kuchlanish mo‘’tadillagichning vazifasi.

3.Kirish kuchlanishi deganda nimani tushanasiz.

4.Yuklamadagi kuchlanish deganda nimani tushanasiz.

# 

# 16-Ma’ruza: Raqamli burchak datchiklari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari. O‘lchov o‘zgartgichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari

**Reja:**

**1. Raqamli burchak datchiklari.**

**2. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari.**

**3. O‘lchov o‘zgartgichlari. Ularning asosiy sxemalari, strukturalari va ishlash prinsiplari**

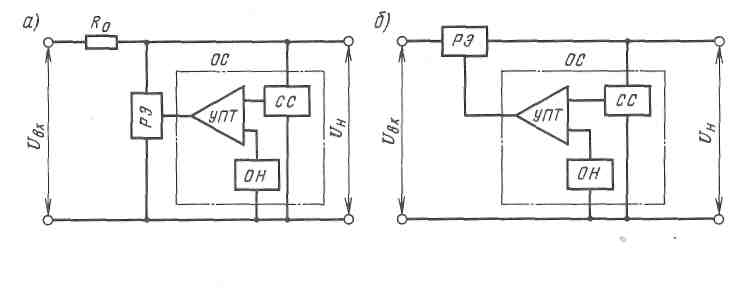
***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

**2. Tranzistorli kuchlanish mo‘’tadillagichlar**

Parametrik mo‘’tadillagichlarga nisbatan katta afzalliklarga ega bo‘lgan tranzistorli kuchlanish mo‘’tadillagichlar keng tarqalgandir. Teskari bog‘lanish zanjiri orqali amalga oshiriladigan rostlanishning yopiq tizimiga ega bo‘lgan (og‘ish bo‘yicha boshqarish) mo‘’tadillagichlar *qoplovchi kuchlanish mo‘’tadillagichlari* deb ataladi. Ularning asosiy elementi bo‘lib, bitta yoki bir nechta tranzistorlarning kaskad ravishda ulangan rostlash elementi *RE* hisoblanadi (1-rasm). Teskari bog‘lanish zanjiri *TB* (*OS*) o‘z ichiga tayanch kuchlanishi *TK* (*ON*) manbaini, kremniyli stabilitronni va o‘zgarmas tok kuchaytigichi *O‘TK* (*UPT*) bilan taqqoslash sxemasi *TS* (*SS*) ni oladi. Rostlash elementining ulanish usuliga bog‘liq ravishda qoplovchi mo‘’tadillagichlar ikki sinfga bo‘linadi: parallel va ketma-ket turlaridagi.



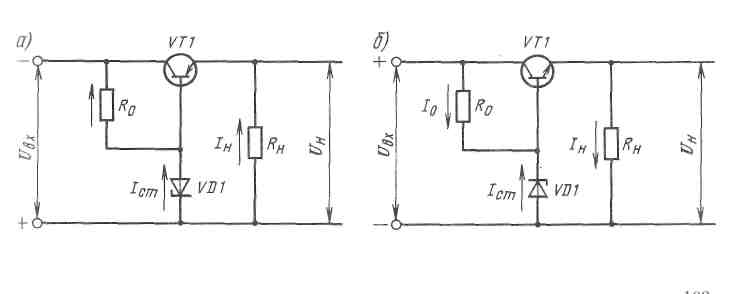
**1-rasm. Parallel (a) va ketma-ket (b) turlaridagi qoplovchi kuchlanish mo‘’tadillagichning tuzilmaviy sxemalari**

Qoplovchi mo‘’tadillagichlarda kirish kuchlanishi yoki yuklama tokini o‘zgarishi chiqish kuchlanishini nominal qiymatidan og‘ishiga olib keladi. Bu o‘zgarishlar tayanch kuchlanishi bilan taqqoslanadi va *O‘TK* orqali rostlovchi element *RE* ga berilib uning qarshiligini o‘zgartiriladi. Parallel turdagi qoplovchi kuchlanish o‘zgartgichida (1-rasm,*a* ga karang) bu rezistor *R*o orqali oqayotgan tokni va undagi kuchlanish tushishini o‘zgartiradi. Ketma-ket turdagi qoplovchi kuchlanish mo‘tadillagichlarda (1-rasm, *b* ga karang) bevosita rostlash elementi *RE* da kuchlanish tushi-shi o‘zgaradi. Ikkala holda xam *RE* ning harakati chiqish kuchlanishini bir hil qiymatda ushlab turishga ya’ni uni mo‘’tadillashga karatilgan bo‘ladi.

Ketma-ket turdagi mo‘’tadillagichlar keng tarqalgan ular ular ancha katta bo‘lgan mo‘’takdillash koeffisientiga ega. Tuzilishi *n-p-r* va *p-n-p* rostlovchi tranzistorli ketma-ket turdagi oddiy mo‘’tadillagichlarni sxemalarida (2-rasm,*a* va *b*) rostlovchi tranzistor *VT*1 emitter zanjir-da (emitterli qaytargich) *R*yu yuklamali kuchaytirgich sxemasi bo‘yicha ulan-gan. Rezistor *R*o va stabilitron *VD*1 parametrik kuchlanish mo‘’tadilla-gichini va tayanch kuchlanishi *U*st manbaini tashkil etadi. Tranzistorli mo‘’tadillagichning chiqish kuchlanishi tayanch kuchlanishi va rostlovchi tranzistorning baza-emitter uchastkasining kuchlanishi ayirmasi, ya’ni *U*yu = *U*st – *U*be bilan aniqlanadi. Faol rejimda ishlayotgan tranzistorning kuchla-nishi *U*be ancha kichik ya’ni 0,1…0,01 V ni tashkil etadi va emitter tokidan hamda *U*ek kuchlanishdan xam bog‘liq bo‘lgani uchun yuklamadagi kuchlanish stabilitrondagi kuchlanishga yaqin bo‘ladi.

Kirish kuchlanishi ortganda (*R*yu = const bo‘lganda) oldin mo‘’tadillagich chiqishidagi kuchlanish *U*yu ortadi va bu parallel shahobchada stabilitron va rezistordan oqayotgan *I*st va *I*o toklarini ortishiga olib keladi. Ro dagi kuchlanish tushishi ortadi. Rostlovchi tranzistorning bazasiga qo‘yilgan kuchlanish kollektorga nisbatan “yopuvchi” bo‘lib *VT*1 ning emitter-kollektor uchastkasida *U*ke kuchlanishni ortishiga va shu bilan bir qatorda kirish kuchlanishini o‘zgarishiga olib keladi. Bunda chiqishdagi kuchlanish nominal qiymatiga qaytadi. Kirish kuchlanishining kamayishi oldin chiqish kuchlanishini kamayishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida parallel shaxobchadagi (*VD*1, *R*o) tokni kamaytiradi. Tranzistorga ta’sir shunday bo‘ladiki, bunda *VT*1 emitter-kollektor uchastkasida kuchlanish tushishi kamayadi, bu esa chiqish kuchlanishini dastlabki qiymatgacha oshiradi.

**2-rasm. *n-p-r* va *p-n-p* tuzilmadagi tranzistorli ketma-ket turdagi mo‘’tadillagichlarninig sxemalari**



Shunday qilib, kirish kuchlanishining barcha o‘zgarishlari rostlovchi tranzistorning emitter-kollektor uchastkasida qoplanadi. Bu holda chiqishdagi kuchlanish berilgan qiymatlarda qoladi, ya’ni u mo‘’tadilla-shadi.

Kirish kuchlanishi o‘zgarmas bo‘lganda yuklama tokining o‘zgarishi bilan rostlovchi tranzistorning baza toki o‘zgaradi ya’ni, *I*b = *I*yu/*V* + 1 = *I*n/V ga teng bo‘ladi, bu yerda *V*-baza tokining statik kuchaytirish koeffisienti.

Tranzistor *VT*1 bazasining potensiali amalda o‘zgarmas bo‘lib qolganligi uchun *R*o rezistordagi kuchlanish tushishi ham o‘zgarmas bo‘lib qoladi, bunda *I*o toki ham o‘zgarmaydi. Natijada *VD*1 stabilitrondagi tok tranzistorning baza tokini o‘zgarishi qiymatiga teng ravishda o‘zgaradi. Rostlovchi tranzistorning dinamik qarshiligi baza tokiga mos ravishda o‘zgaradi. Yuklamaning katta tokida *VT*1 tranzistorning qarshiligi kamayadi, yuklama toki kichik bo‘lganda esa, bu qarshilikning qiymati katta bo‘ladi. Ikkala holatda ham tranzistorning emitter-kollektor uchastkasidagi kuchlanish tushishi deyarli o‘zgarmay qoladi. Natijada mo‘’tadillagichning chiqishidagi kuchlanish berilgan qiymatda qoladi, ya’ni mo‘’tadil holda saqlanadi.

Ko‘rilayotgan tranzistorli kuchlanish mo‘’tadillagichlarning sxemala-rida toklar va kuchlanishlar o‘rnatilgan rejimda quyidagi bog‘lanishlarda bo‘ladi:

*I*o = *I*st + *I*b; *I*st = *I*o – *I*b ≈ *I*o – (*I*yu/*V*)

Parallel shahobchadagi elementlarda kirish kuchlanishi *U*k = *U*yu + *U*ek quyidagicha taqsimlanadi:

*U*k = *U*st+ *I*o*R*o, bu yerdan *I*o=(*U*k - *U*st)/*R*o,

u holda *I*st=(*U*k– *U*st)/*R*o– *I*yu/*V*

Tranzistorli mo‘’tadillagichning maksimal yuklama toki

*I*yu.max ≈ *V* · [*I*st.max – (*U*k – *U*st)/*R*o].

Keltirilgan tenglikdan ko‘rinib turibdiki, tranzistorli mo‘’tadillagichning maksimal toki stabilitronning maksimal joiz tokidan *V* marta katta bo‘ladi U tranzistorning kuchaytirish koeffisientiga bog‘liq bo‘ladi va uning maksimal joiz sochilish quvvati *R*j bilan cheklanadi, ya’ni:

*I*yu.max <*R*j/(*U*k.max – *U*yu)

Ketma-ket turdagi mo‘’tadillagichning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: stabillash koeffisenti *K*st = *R* · *U*yu/*r*d*U*k; chiqish karshiligi *R*chiq = (*r*d + *h*11e)/h21e, bu yerda *h*11e – umumiy emitterli sxema uchun kirpish karshiligi; *h*21e – umumiy emitterli sxema uchun tok bo‘yicha kuchaytirish koeffisienti; foydali ish koeffisenti η = *R*yu/*R*kir = *U*yu*I*yu/[*U*k(*I*yu + *I*o)].

Ko‘rib chiqilgan ketma-ket turdagi tranzistorli mo‘’tadillagichlar parametrik mo‘’tadillagichlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ular yuklamaning katta toklariga mo‘ljallangan, kichik ichki karshiliklarga ega, mo‘’tadillash koeffisienti yuqori. Lekin mo‘’tadillash koeffisientining yuqori qiymatlariga erishish qiyin.

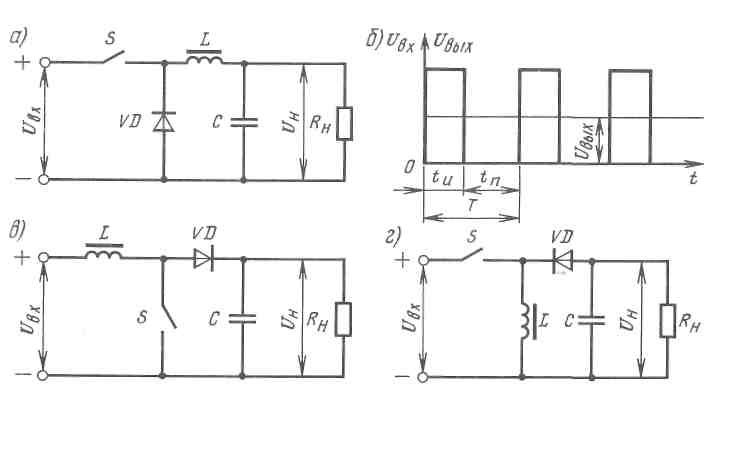
Ketma-ket turdagi qoplovchi kuchlanish mo‘’tadillagichlarning sxemasi elektr tavsiflarini yaxshilash uchun ularning teskari bog‘lanish zanji-riga tranzistorda bajarilgan o‘zgarmas tok kuchaytirgichi kiritiladi.

**2. Impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichlar**

Impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichlarning asosiy elementi bo‘lib davriy ravishda to‘yinish rejimidan chegaralash rejimiga qayta ulanib turadigan tranzistor hisoblanadi. Agarda tranzistor bu rejimda ishlasa, u holda rostlash elementida sochilayotgan quvvat sezilarli darajada pasayadi, bu esa mo‘’tadillagichning f.i.k. ni sezilarli ortishiga olib keladi. Impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichlarda mo‘’tadillash, rostlovchi tranzistorning ochiq va yopiq holati vaqtlarining nisbatini o‘zgartirish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda chiqish kuchlanishinig o‘rtacha qiymati nomo‘’tadillagich omillar ta’sir etganda berilgan aniqlik darajasida o‘zgartirilmay ushlab turiladi.

Yuklamadagi quvvat kirish kuchlanishi, rostlovchi tranzistorning ochiq va yopiq holati vaqtlarining nisbati bilan aniqlanadi. Bu nisbatni o‘zgartirib yuklamadagi quvvatni rostlovchi elementda kam sarf bilan rostlash mumkin. Tranzistor kalitini ochilishi va yopilishi natijasida-gi chiqish kuchlanishining pulsatsiyalari chiqishga ulangan silliqlovchi filtr yordamida pasaytiriladi.

Bunda konturning xususiy chastotasiga nisbatan pulsatsiya chastotasi qancha ko‘p bo‘lsa, pulsatsiyalarni silliqlash koeffisienti shuncha ko‘p bo‘ladi.



Impulsli rostlovchi komppensasion mo‘’tadillagichini kuchli zanji-rining funksional sxemasida (3-rasm,*a*) rostlovchi element shartli ravishda *S* kaliti ko‘rinishida ko‘rsatilgan. Bu yerda induktivlik *L*va kondensator *S* silliqlovchi filtr elementlari.

**3-rasm. Pasaytiruvchi (*a*), orttiruvchi (*v*) va qutbli-invertorlovchi (*g*) impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichlarning kuchli tokli zanjirlarini**

**fuksional sxemalari; kuchlanishlarning o‘zgarishini egri chiziqlari (*b*)**

Kalit *S* ni ulaganda filtrning kirishiga *t*i vaqt mobaynida (3-rasm,*b*) kirish kuchlanishi *U*k to‘g‘ri burchak shaklidagi impuls ko‘rinishi-da beriladi. Induktivlik g‘altagidan chiziqli ravishda ko‘payib boruvchi tok oqib o‘tadi, chunki uning o‘zinduksiya e.yu.k. i kirish kuchlanishi hosil qiladigan asosiy oqimga qarshilik qiladi. Yuklamadan tok oqib o‘tadi va kondensator *S* zaryadlanadi. Kalit *S* ni ochilishi paytida induktivlik *L* dan oqayotgan tok maksimal qiymatga erishadi. Bu onda g‘altakdagi kuchla-nish asosiy kuchlanishning yo‘qolishiga karshilik ko‘rsatib qutblarini o‘zgartiradi. Diod *VD* ochiladi va yuklamadan *t*n pauza vaqtida *L* – *R*n – *VD* zanjiri bo‘yicha tok oqib o‘tadi. G‘altakdagi potensial zaryadlangan kon-densator *S* potensialidan kam bo‘lganda diod yopiladi, va bu vaqt oralig‘i-da yuklamadagi tok kondensatorning zaryadsizlanishi hisobiga saqlanib turadi.

Kalitning ochiq holati vaqti *t*n ni shunday tanlash mumkinki induk-tivlik g‘altagidagi tok nul qiymatga erishmasin. Kalitning keyingi ula-nishida jarayon qaytariladi. Ketma-ketlik davri *T* impulslarni uzunlik vaqti *t*u va pauza vaqti *t*p larning yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni *T* = *t*u + *t*p.

Filtrning chiqishidagi (yuklamadagi) kuchlanishning o‘rtacha qiymati

*U*chiq = (1/ *T)* S *U*k*dt* = *U*k(*t*u/*T*)

Bu ifodadan kelib chiqadiki, qaytarilish davri *T* va kirish kuchlanishi *U*k ning o‘zgarmas qiymatlarida mo‘’tadillagichning chiqishidagi kuchlanish *U*chiq impuls uzunligi *t*u ga proporsional bo‘ladi. Nisbat *t*u/*T* ni to‘ldi-rish koeffisienti *K*t bilan belgilaymiz, bunda *K*t<1, u holda chiqishdagi kuchlanish *U*chiq = *K*t*U*k ga teng bo‘ladi.

Ko‘rinib turibdiki,impulsli mo‘’tadillagichning keltirilgan sxema-sida chiqish kuchlanishining o‘rtacha qiymati doim kirish kuchlanishining o‘rtacha qiymatidan kichik bo‘ladi. Bunday mo‘’tadillagichlarni pasayti-ruvchi deyiladi. Pasaytiruvchi impulsli mo‘’tadillagich chiqishidagi kuchlanishning doimiyligi to‘ldirish koeffisienti *K*t ni o‘zgartirish bilan ta’minlanadi.

Chiqishda kirishdagiga nisbatan katta bo‘lgan kuchlanish olish uchun, oshiruvchi impuls mo‘’tadillagichi deb nom olgan mo‘’tadillagichlar ko‘l-laniladi. Sxemada (3-rasm,*v*) xuddi (3-rasm,*a*) sxemadagi element-lar qo‘llanilgan bo‘lib faqat kalitni va *VD* diodning ulanish sxemasi o‘zgartirilgan.

Kirish kuchlanishi berilganda (*S* kaliti ochiq) tok induktivlik *L*, diod *VD* va rezistor *R*yu orqali oqadi. Bu vaqtda *S* kondensator zaryadlanadi. Kalit *S* ni ulaganda induktivlik *L* dan oqayotgan tok ortadi. Diod *VD* yopiq chunki unga yuklama *R*yu ga qo‘yilgan *S* kondensatorning teskari kuchlanishi qo‘yilgan. Kondensator *R*yu rezistorga zaryadsizlanib undan *t*u vaqt davomida tokni oqishini ta’minlaydi. Kalit *S* ochilganda *L* induktivlik orqali *VD* diodga qo‘yilayotgan kirish kuchlanishi diodni ochadi va zaryadsizlanayotgan kondensatorning qoldiq kuchlanishi bilan ko‘shiladi. Bu natijaviy kuchlanish tn vaqt mobaynida *R*yu yuklamaga qo‘yilgan bo‘ladi . O‘rnatilgan rejimda xech qachon kondensator to‘liq zaryadsizlanmaydi. Bundan kelib chiqadiki, yuklamadagi kuchlanish (mo‘’tadillagich chiqishi-dagi), doim kirish kuchlanishidan katta bo‘ladi ya’ni *U*chiq = *U*k[1/(1 – *K*t)] va *K*t qanchalik katta bo‘lsa, shunchalik katta bo‘ladi. Bu mo‘’tadillagichdagi induktivlik yuklamadagi pulsatsiyalarni silliqlashda ishtirok etmaydi.

Qutbli-invertirlovchi impulsli mo‘’tadillagichining sxemasi yorda-mida (3-rasm,*g*) uning chiqishida kirish kuchlanishiga nisbatan teskari kutbli kuchlanish ta’minlanadi. Kirish kuchlanishi ulanganda (*S* kaliti yopiq) ya’ni, bu *t*u vaqt oralig‘iga to‘g‘ri keladi, induktivlik g‘altagidan tok oqadi. Diod *VD* yopiq, chunki unga teskari qutbli kirish kuchlanishi qo‘yilgan.

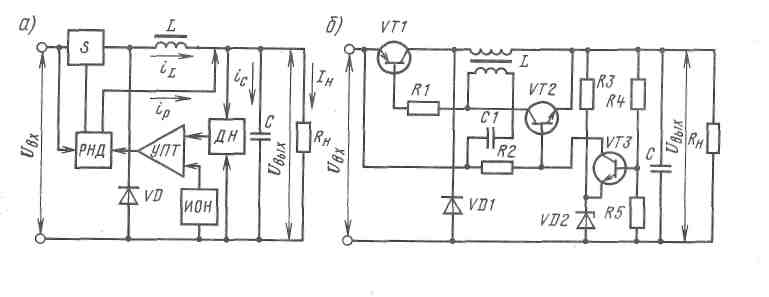
Kalit *S* ni ochganimizda kirish manbai o‘chiriladi, induktivlik g‘alta-gidagi kuchlanish o‘zinduksiya e.yu.k. hisobiga qutbini teskariga o‘zgartira-di va *VD* diod ochiladi. Induktivlik g‘altagida yig‘ilgan energiya hisobiga yuklama *R*yu ta’minlanadi. Shu bilan bir vaqtda *S*k kondensatori zaryad-lanadi. Natijada yuklamaga qo‘yilgan o‘zgarmas kuchlanish kirish kuchlani-shi *U*k ga qo‘yilgan qutbga nisbatan teskari kutbga ega bo‘ladi. Kalitning keyingi ulanishida *VD* diod yopiladi, *U*k kuchlanishi ta’sirida induktiv-lik g‘altagi yana kirish manbaidan ta’minot oladi. Bu vaqt oralig‘ida yuklama sekin-asta zaryadsizlanayotgan *S* kondensatordan ta’minlanadi. Keyinchalik kalit ochiladi *S* kondensator yana zaryadlanadi va jarayonlar yangidan qaytalanadi. Qutbli invertirlanuvchi impulsli mo‘’tadillagich-ning chiqish kuchlanishi *U*chiq = *U*k[*K*t/(1 – *K*t)] ifoda bilan aniqlanadi. Bu ifodadan ko‘rinib turibdiki bunday mo‘’tadillagichning chiqishidagi kuchlanishi kirish kuchlanishidan kichik yoki katta bo‘lishi mumkin U to‘ldirish koeffisientiga bog‘liq..

Impuls mo‘’tadillagichning ko‘rib chiqilgan sxemalaridan shu ma’lum bo‘ldiki ularning chiqishida kirish kuchlanishiga nisbatan ko‘p yoki kam, hamda to‘g‘ri va teskari qutbli rostlovchi mo‘’tadillashgan kuchlanish olish mumkin. Ularda kuchlanish katta gabaritli elementlarni, xususan, trans-formatorlarni qo‘llamasdan turib mo‘’tadillashadi. Impulsli kuchla-nish mo‘’tadillagichlarda kalitni (tranzistorni) teskari bog‘lanish zanjiri yordamida boshqariladi, bu teskari bog‘lanish zanjiri uzluksiz signalni (chikish kuchlanishini og‘ishini) impuls (diskret) signalga aylantirib chiqish kuchlanishini berilgan qiymatdan og‘ishiga qarab impulslar uzunligini va pauzasini o‘zgartiradi. Uzluksiz signalni bunday o‘zgartirish kvantlash deb ataladi.

Amaliyotda turli sxemalar mavjud. Rostlovchi elementni boshqarish sxemasini tanlash, kuchlanish va toklarning qiymatlariga hamda xar bir konkret holda aniqlanadigan boshqa omillarga bog‘liqdir.

Quyida keltirilgan impuls kuchlanish mo‘’tadillagichi sxemasida (4-rasm) kalit tranzistorini (*S* kalitini) uzluksiz rostlovchi element *URE* (*RND*) boshqaradi.

Kuchlanish bo‘luvchisi *KB* (*DN*) dagi kuchlanishni bir qismi o‘zgarmas tok kuchaytirgichi *O‘TK* (*UPT*) kirishiga kelib tushadi, va u yerda tayanch kuchlanish manbai *TKM* (*ION*) bilan taqqoslanadi. *O‘TK* chiqishidan signal impuls rostlovchi element ishini boshqaradigan uzluksiz rost-lovchi element *URE* kirishiga beriladi. Chiqish kuchlanishi ta’siri ostida *O‘TK* chiqishidagi signal yuqori chegara qiymatga erishadi, bunda *URE* ishlab, rostlovchi tranzistor *S* ni o‘chiradi. Mo‘’tadillagich chiqishidagi kuchlanish kamaya boshlaydi, chunki induktivlik g‘altagidan oqayotgan tok *i*L kamayadi. *O‘TK* chiqishidagi signal *URE* ning pastki ishlash chegarasigacha pasayadi. *URE* chiqishida *S* kalitni ulaydigan impuls paydo bo‘ladi. Induktivlikdan oqayotkan tok ortadi va shu bilan birga mo‘’tadillagich chiqishidagi kuchlanish ham ortadi.



**4-rasm. Impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichning tuzilmaviy (a)**

**va prinsipial (b) sxemalari**

Kalitni boshqarish impulslarini shakllantirishdan tashqari *URE* chiqish kuchlanishini uzluksiz rostlashni amalga oshiradi. Induktivlik g‘altagidagi tok qiymatiga nisbatan qayta ulash chastotasiga teng bo‘lgan chastota bilan davriy ravishda tebranadi. Yopilgan kalitda *i*L toki ortib boradi, kalit ochilganda kamaya boradi. *URE* teskari bog‘lanish zanjiri bo‘yicha boshqarilayotganligi uchun *i*L toki ortganda *i*r pasayadi. Buning nati-jasida uzlukli rostlash xarakteri bilan bog‘liq bo‘lgan chiqish kuchlani-shining tebranishi uzluksiz ishlaydigan rostlagich tomonidan qoplanadi.

Impulsli mo‘’tadillagichlar uzluksiz rostlovchi mo‘’tadillagichlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ularda rostlovchi tranzistordagi sochilish kuvvati kam bo‘ladi, massa va gabarit o‘lchamlar pasaytiriladi, f.i.k. esa sezilarli ortadi. Bu mo‘’tadillagichlar eng istiqbolli ikkilamchi ta’minot manbai bo‘lib keng qo‘llaniladi.

**Nazorat uchun savollar**

1.Tranzistorli kuchlanish mo‘’tadillagichlarning vazifasi.

2.Impulsli kuchlanish mo‘’tadillagichlarning vazifasi.

3.Qoplovchi mo‘’tadillagichlarda kirish kuchlanishi yoki yuklama tokini hisoblash usullarini ayting.

4.Qutbli-invertirlovchi impulsli mo‘’tadillagichining vazifasi.

# 17- Ma’ruza: Kis Selsinlar. Selsinlarning indikator ish rejimining prinsipi, asosiy ko‘rsatkichlari va tavsiflari. Selsinlarning transformator ish rejimining prinsipi, asosiy ko‘rsatkichlari va tavsiflari.lota – qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar

**Reja:**

**1. Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorning ishlash prinsipi**

**2. Akkumulyatorlarning elektrik ko‘rsatkichlari**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

**Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorning ishlash prinsipi**

Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorning elektroliti dissotsiatsiya va assotsiatsiya holatida bo‘ladi. Bunda sulfat kislota molekulalarining bir qismi vodorodning musbat ionlari va kislota qoldig‘ining manfiy ionlariga, suv molekulalarining bir qismi xam – vodorodning musbat ionlari va kislorodning manfiy ionlariga parchalanadi:

H2SO4 ↔ 2H+ + SO4--; H2O ↔ 2H+ + O--.

Umuman aralashma elektrik neytral xolatda qoladi.

Zaryadsizlanish vaqtida akkumulyatorda kechadigan jarayonlarni tushun-tirish uchun zaryadlangan akkumulyator elektr tizimining dastlabki holat sifatida keltiramiz;

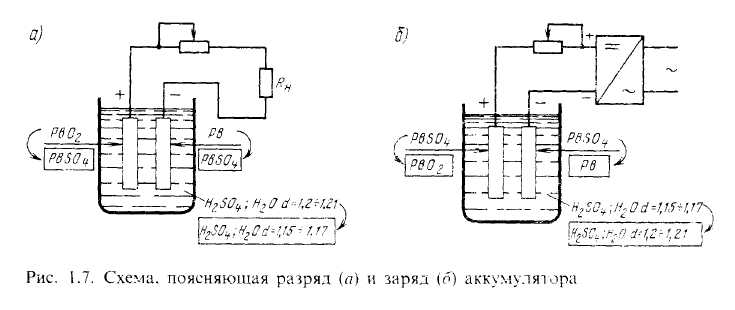
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Musbat elektrod** | **Elektrolit** | **Manfiy elektrod** |
| RbO2 | H2SO4; H2O | Rb |

Yuklama qarshiligi *R*yu ulangan tashqi zanjir tutashtirilganda (1-rasm,a), bu zanjirdan yo‘naltirilgan elektronlar oqimini tashkil etuvchi tok oqib o‘tadi (manfiy elektroddan musbatga qarab). Musbat elektrod qo‘rg‘oshinning to‘rt valentli ionlari tashqi energetik sathga ikkitadan elektronning ulab qo‘yib, ikki valentli ionlar bo‘lib qoladi,лади. Улар электролит-даги кислота ининг ular manfiy ionlari bilan reaksiyaga kirishadi xamda qo‘rg‘oshin sulfat RvSO4 ning neytral molekulalarini tashkil etadi.

Elektronlarning manfiy elektroddan xarakatlanishi vaqtida qo‘rg‘o-shinning musbat ionlari kislota qoldig‘ining manfiy ionlari bilan reaksiyaga kirishadi, natijada qo‘rg‘oshin sulfati RvSO4 ning neytral molekulalari xosil bo‘ladi. Manfiy elektrodda elektronlarning kama-yishi natijasida muvozanatning buzilishi, qo‘rg‘oshinning yangi ionlarni va elektrodlarda yangi elektronlarni xosil bo‘lishiga olib keladi. Akkumulyatorning zaryadsizlanish jarayonidagi elektr kimyoviy reaksiya natijasida musbat va manfiy elektrodlar oldidagi vodorodning musbat ionlari va kislorodning manfiy ionlari suv H2O ning neytral mole-kulalarini hosil qiladi.

Sulfat kislotaning sarf bo‘lishi hisobiga (qo‘rg‘oshin sulfatning hosil bo‘lishida), S turidagi akkumulyatorlar uchun elektrolitning zichli-gi 1,15…1,17 G/sm³ gacha pasayib ketadi.

Akkumulyatorni zaryadlash uchun (1-rasm,b), uni o‘zgarmas tok manbaiga (zaryadlash qurilmasiga) ulanadi. Zanjirdan zaryadlash toki oqib o‘tadi. Zaryadlash qurilmasining manfiy qutbidan elektronlar akkumulyatorlar-ning manfiy elektrodiga qarab harakatlanadi.

Qo‘rg‘oshin sulfatdagi elektronlar ta’sirida, manfiy elektrodda g‘ovakliqo‘rg‘oshin Pb tiklanadi. Kislota qoldig‘idagi manfiy ionlar kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorning elektrolitiga singadi.

**1-rasm.Akkumulyatorning zaryadsizlanishi (a) va zaryadlanishini**

**tushuntiruvchi (b) sxema**

Musbat elektrodda qo‘rg‘oshin sulfati kislota qoldig‘i ionlariga va qo‘rg‘oshin ionlariga ajraladi. Qo‘rg‘oshinning musbat ionlari kislorod-ning manfiy ionlari bilan birlashib, qo‘rg‘oshin ikkilangan oksidini PbO2 ning neytral molekulalarini hosil qiladi.

Musbat va manfiy elektrodlarning oldidagi elektr kimyoviy reaksiya natijasida xosil bo‘lgan kislota qoldig‘ining manfiy ionlari suvning molekulalaridagi vodorodning musbat ionlari bilan birlashib, elektro-litda sulfat kislota H2SO4 ning qo‘shimcha molekulalarini xosil qiladi. Shuning xisobiga, zaryadlanish oxirida akkumulyatordagi elektrolitning zichligi (S turidagi akkumulyatorlar uchun u 1,2…1,21 G/sm³ gacha) ortadi.

**2. Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarning elektr ko‘rsatkichlari**

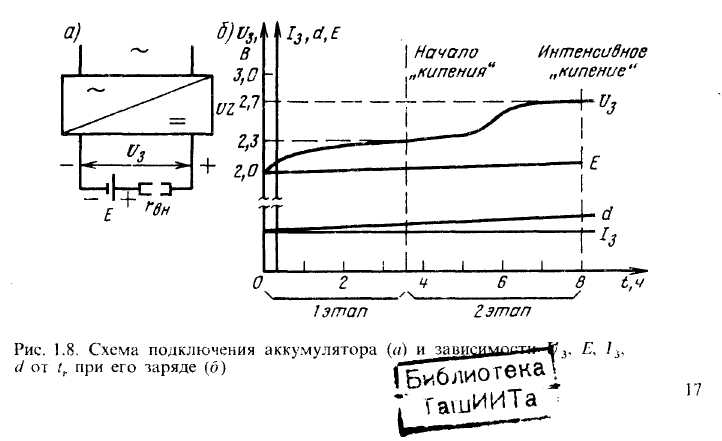
***Elektr yurituvchi kuch (e.yu.k).***Akkumulyatorlarning e.yu.k. elektrolit zichligiga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, u Ye= 0,85+*d* empirik ifoda bo‘yicha aniqlanadi, bu yerda *d* – elektrolitning zichligi, G/sm3.

Akkumulyatorni zaryadlashda, o‘zgarmas tok manbaidan berilayotgan kuch-lanish *U*z (2-rasm,*a*) akkumulyator e.yu.k. dan uning ichki qarshiligi *r*ich dagi kuchlanish tushishining qiymatiga katta bo‘lishi kerak, ya’ni:

*U*z= *E* + *I*z*r*ich

bu yerda, *I*z **–** zaryadlash toki.

Zaryadlash tokini o‘zgarmas holda saqlash kabi oddiy va keng qo‘llani-ladigan zaryadlash rejimini ta’minlash uchun, zaryadlash kuchlanishini o‘zgartirish kerak. Zaryadlash paytida akkumulyatorning e.yu.k. va ichki qarshiligi ortib boradi. Bundan kelib chiqadiki, zaryadlash tokining o‘zgarmasdan ushlab turish uchun, kuchlanishni oshirish kerak. Bu holda butun zaryadlash jarayonini ikki bosqichga bo‘lish mumkin (2-rasm,*b*).

**2-2-rasm.Akkumulyatorni ulanish sxemasi va uni zaryadlashdagi kattaliklari *U*z *, E*, *I*z va *d* ni vaqt *t* ga bog‘likliklarining egri chiziqlari**

Birinchi bosqichda, plastinkalar orasidagi elektrolitning zichligi ortadi, bu esa akkumulyator e.yu.k. ning ortishiga va zaryadlash uchun zaryad-lash kuchlanishini orttirish zaruriyatini tug‘diradi. Musbat va manfiy elektrod plastinkalarining yuzasida faol massalar xosil bo‘ladi. Zaryadlash kuchlanishi 2,3 V ga yetadi. Elektrolitning “qaynashi” (gaz pufakchalarini ajralib chiqishi bilan suvning elektrolizi) boshlanadi.

Ikkinchi bosqichda, faol massalar hosil bo‘lish jarayoni, plastinka-larning ancha chuqur qatlamlarida kechadi. Shu bilan bir vaqtda, jadal “qaynash” boshlanadi. Gaz pufakchalari plastinka yuzasidan nariga ketish-ga ulgurmaydi va buning hisobiga elektrod – elektrolit o‘tish qarshiligi ortadi. Zaryadlash tokini o‘zgarmay qolishini ta’minlash uchun kuchlanish-ni yanada (2,7…2,8 V gacha) ko‘tarish zarur bo‘ladi. Zaryadlash muddati 8 soatga yaqindir.

Akkumulyator zaryadlanishining tugashi quyidagi bir qator belgilar asosida aniqlanadi, bular: kuchlanish 2,7…2,8 V ga erishadi va keyinchalik deyarli o‘zgarmaydi; elektrolitning jadal “qaynashi” amalga oshadi; elektrolitning zichligi 1,21 G/sm3 ga yetadi; musbat plastinkalarning rangi to‘q-jigarrang, manfiy plastinalarniki esa – kulrang tusga kiradi.

Akkumulyator zaryadlash manbaidan o‘chirilganda, undagi kuchlanish keskin 2,3 V gacha pasayadi, shundan keyin esa elektrolit zichligining to‘g‘rilanishi xisobiga 2 V gacha asta-sekin pasayadi.

***Zaryadsizlanish kuchlanishi.***Akkumulyatorning zaryadsizlanish kuchla-nishi quyidagi uchta qiymatlar bilan aniqlanadi: boshlang‘ich *U*rb = 2 V, oxirgi *U*ro = 1,75…1,8 V va o‘rtacha zaryadsizlanish qiymatlari. Akkumul-yatorning o‘rtacha zaryadsizlanish kuchlanishi e.yu.k. dan uning ichki qarshi-ligidagi kuchlanish tushishi qiymatiga kam bo‘ladi, ya’ni:

*U*r = *E* – *I*r*r*ich.

***Ichki qarshilik.*** Akkumulyatorning ichki qarshiligi Om lik va qutb-lanish qarshiliklar yig‘indisiga teng. Ichki qarshilik plastinkalar faol massalarining kimyoviy tarkibi va o‘lchamlariga bog‘liq. Plastinkalar o‘lchami qancha katta bo‘lsa, ichki qarshilik shuncha kichik bo‘ladi. Akkumulya-torlarning zaryadlanish va zaryadsizlanish paytida, plastinkalar faol massalarining kimyoviy tarkibi o‘zgarishi bilan uning ichki qarshiligi xam o‘zgaradi. Lekin akkumulyatorning ichki qarshiligi ancha kichik bo‘ladi, masalan, S turidagi zaryadlangan akkumulyatorlar uchun 0,0046/*N* Om, zaryadsizlangan akkumulyator uchun 0,006/*N* Om ga teng, bu yerda *N* – akkumu-lyatorning indeks nomeri.

Akkumulyatorning zaryadlanish va zaryadsizlanish sig‘imlari mavjud.

***Zaryadlanish sig‘imi.***Akkumulyatorning zaryadlanish sig‘imi, u zaryadla-nayotganda boshqa tok manbaidan olayotgan elektr energiya miqdori (A·soat), bilan aniqlanadi.

***Zaryadsizlanish sig‘imi.*** U, so‘ngi kuchlanishgacha zaryadsizlanganda akkumulyator bera oladigan elektr energiya miqdori bilan aniqlanadi.

To‘la zaryadlangan akkumulyatorning, uni tayyorlagan zavod tomonidan ko‘rsatilgan normal sharoitlarda bera oladigan elektr miqdori *nominal sig‘im* deb ataladi.

Akkumulyatorning sig‘imi plastinkalarning o‘lchami va soniga bog‘liq-dir. Plastinkalar soni va o‘lchami qancha katta bo‘lsa, akkumulyatorning sig‘imi shuncha katta bo‘ladi. Qo‘rg‘oshinli akkumulyator 1,75 V kuchlanishdan past bo‘lgan kuchlanishgacha zaryadsizlanganida, u sig‘imini pasayishiga, xattoki ularni ishdan chiqishiga olib keladigan, plastinkalarning sul-fatlanishi sodir bo‘ladi.

Zaryadsizlanish sig‘imi zaryadsizlanish rejimiga bog‘liq. Zaryadsizlanish tokini ortishi bilan akkumulyatorning xaqiqiy sig‘imi kamayadi va bu sig‘im quyidagi empirik formula bilan aniqlanadi:

*C*1=*C*n (*I*rn / *I*r)K-1

bu yerda,*C*n **–** nominal sig‘im; *I*rn / *I*r **–** mos ravishda nominal va xaqiqiy zaryadsizlanish toki, A; K = 1,3…1,7 – empirikkoeffisient.

*Nominal sig‘im* deb, akkumulyator 10 soat davomida nominal tok bilan zaryadsizlanib, bera oladigan sig‘im tushuniladi. Bundan kam bo‘lgan vaqtda, lekin kattaroq tokda, akkumulyator nominal sig‘imdan kam sig‘im beradi. Nominal sig‘imni 100 % deb qabul qilgan holda, xaqiqiy sig‘im zaryadsizlanish jadalligi koeffisienti orqali % larda aniqlanadi:

*r* = (*C*1 / *C*n) ∙ 100, u holda*C*n = (*C*1 / *p*) ∙ 100

Quyida S, SK, S3 turidagi akkumulyatorlar uchun jadallik koeffisi-entining qiymatini zaryadsizlanish vaqtiga bog‘liqligi keltirilgan:

Zaryadsizlanish vaqti, soat, 10 7,5 5 3 2 1 0,5

*r* koeffisienti, % 100 91,7 83,3 75 61,1 51,4 34,0

Akkumulyatorning nominal sig‘imi +20˚S haroratda ko‘rsatiladi. Harorat 1˚S ga o‘zgarganda, sig‘im 0,8 % ga o‘zgaradi. U holda, haroratni xisobga olgandagi haqiqiy sig‘im:

*C*t˚= *C*n [1 + ά (*t*˚ – 20˚)],

bu yerda, ά – xaroratkoeffisienti; *t*˚– elektrolitningxaqiqiy harorati.

Bu tenglamani *C*n ga nisbatan yechib, quyidagini olamiz:

*C*n = *C*t˚ / [1 + ά (*t*˚ – 20˚)]

U holda, jadallik koeffisienti va xaqiqiy haroratni xisobga olgan-dagi nominal xisobiy sig‘im:

*C*n.r = *C*t˚ / *p* [1 + ά (*t*˚ – 20˚)]∙100% = *I*r*t*r / *p* [1 + ά (*t*˚ – 20˚)]∙100%

Akkumulyatorlar sig‘im bo‘yicha va energiya bo‘yicha berish (otdacha) bilan xarakterlanadi. Akkumulyatorning zaryadsizlanish sig‘imini uni zaryad-lashda sarf bo‘lgan elektr miqdoriga nisbati *sig‘im bo‘yicha berish* deb ataladi, ya’ni

η = *S*r / *S*z = *I*p*t*p / *I*z*t*z

Soz holdagi kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyator uchun η = 0,84…0,9. Akkumulyatorning zaryadsizlanish paytida beradigan energiyasini uni zaryadlangandagi sarf bo‘lgan energiyaga nisbati *energiya bo‘yicha berish* yoki *f.i.k*. deb ataladi, ya’ni

ηw = *I*p*U*p*t*p / *I*z*U*z*t*z,

kislotali akkumulyatorlar uchun ηw = 0,65…0,7 ga teng.

***O‘z-o‘zidan zaryadsizlanish*** akkumulyatorlarda, ular yig‘gan energiyani yo‘qotilishi bilan xarakterlanadi. O‘z-o‘zidan zaryadsizlanishning barcha kimyoviy tok manbalariga tegishli bo‘lgan umumiy sabablaridan tashqari, faqat kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarga hos bo‘lgan qo‘shimcha sabablar xam mavjud.

Bunday sabablardan biri – buxavodagikislorodning manfiy plas-tinkalarni faol massalariga ta’siridir. Ularda xuddi musbat plastin-kalardagi kabi, qo‘rg‘oshin ikki oksidi hosil bo‘ladi. Bir xil ikkita juftlikning (qo‘rg‘oshin ikki oksidi – elektrolit) xosil bo‘lishi, elekt-rodlar potensiallarining tenglashuviga olib keladi, bu esa sig‘imni yo‘qotish bilan barobardir; boshqa sabab – bu o‘z yuzasida qo‘rg‘oshin ikki oksidi, ichida esa qo‘rg‘oshin kukuni bo‘lgan konstruktiv musbat plastin-kalardir.

**Nazorat savollari.**

1.Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorning ishlash prinsipi.

2.Elektrolitning dissotsiatsiya va assotsiatsiya holati deganda nimani tushinasiz.

3.Akkumulyatorlarning elektr ko‘rsatkichlarini aytning

# 18- Ma’ruza: Energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilma va tizimlarda qo‘llaniladigan o‘lchovchi va nazorat qiluvchi datchiklarning majmuasi.

**Reja:**

**1. Energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilma**

**2. Energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilma va tizimlarda qo‘llaniladi**

**3. Energiya tejaydigan elektr texnikaviy qurilma va tizimlarda qo‘llaniladigan o‘lchovchi va nazorat qiluvchi datchiklarning majmuasi.**

***Ta’limiy****:* Talabalarga mavzuga oid bilim va ko’nikmalarni shakllantirish.

***Tarbiyaviy:***Fan orqali bajariladigan ishlar, ularning ahamiyatini tushuntirish orqali talabalarni bu fanga qiziqish ruhida tarbiyalash;.

***Rivojlantiruvchi:***Talabalarning mavzu bo’yicha olgan bilimlarini mutaxassislik sohasidagi ishlarida qo’llash orqali rivojlantirish.

**1. Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarning**

**zaryadlash rejimlari**

Ochiq turdagi stasionar kislotali akkumulyatorlarni, ularni tayyor-laydigan zavod tomonidan bo‘laklarga bo‘lingan holda olib kelinib, ishlatish joyida yig‘adilar. Idishga musbat va manfiy plastinkalarning guruxlari joylashtirilib, ular vodorod gorelka yordamida qo‘rg‘oshin shinalar bilan ulanadi. Shundan so‘ng, elektrolit quyib, uni 3…4 soat mobaynida plastinkalarga singdiriladi. So‘ng, *shakllashtirish* (formov-ka) deb nomlanadigan ish bajariladi, keyin esa ishlatish sikllari: zaryadlash – zaryadsizlanish, qayta zaryadlash va nazoratli zaryadsizlanishi bajariladi.

Shakllash o‘z ichiga dastlabki zaryadlash va mashq qilish (trenirovka) ni oladi. Akkumulyator zaryadlash qurilmasiga ulanganda dastlabki zaryadlash amalga oshiriladi. Zaryadlash toki, akkumulyatorning indeks nomeriga muofiq, *I*z→*N* deb tanlanadi. Zaryadlash vaqti “qaynash” boshlanguncha bo‘lgan 24…36 soatni tashkil etadi. Bunda kuchlanish 2,4 V ga erishadi, shundan so‘ng zaryadlash to‘xtatiladi va akkumulyatorga bir soatlik dam beriladi. Lekin shunga e’tibor qaratish kerakki, zaryadlayotgan vaqtda elektrolit harorati 45˚S dan ortib ketsa, zaryadlashni harorat pasaygunga qadar to‘xtatib turish kerak. Shundan so‘ng, zaryadlash yana “qaynash” paydo bo‘lguncha tiklanadi va keyinchalik, u bir soatlik dam bilan qayta olib boriladi. Keyingi bosqich mashq qilish bo‘lib, u o‘z ichiga zaryadlash – zaryadsizlanishning uchta bosqichini oladi. Birinchi bosqichdan keyin, akkumulyator nominal sig‘imning 70 % ga teng bo‘lgan sig‘imga erishadi. Uchinchi bosqichdan so‘ng, esa akkumulyator nominalga teng bo‘lgan sig‘imga ega bo‘ladi.

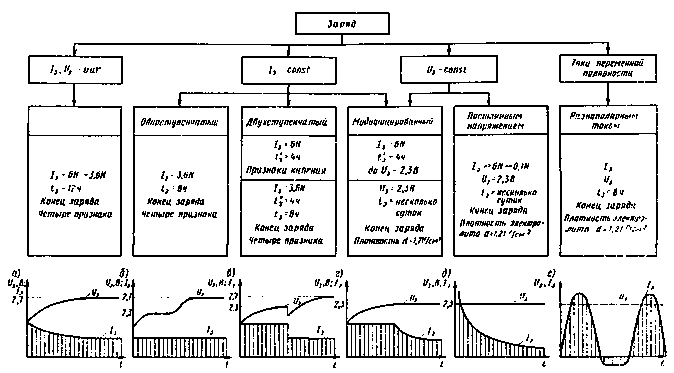
Akkumulyatorning ishlatish (foydalanish) uchun zaryadlash turli rejimlarda amalga oshirilishi mumkin.

**O‘zgaradigan tok va kuchlanishda zaryadlash** (1-rasm,a). Boshlang‘ich davrda akkumulyator *I*z = 6*N* ga teng tok bilan zaryadlanadi. Akkumulya-torning zaryadlana borishi va zaryadlash kuchlanishini ortishi bilan elektrolitning “qaynash”i boshlanadi. Qaynash jadalligini pasaytirish va plastinka faol massalarining buzilishini oldini olish uchun, zaryadlash toki *I*z = 3,6*N* gacha ravon pasaytiriladi. Zaryadlash kuchlanishi orta boshlaydi va 2,7 V gacha yetadi. Zaryadlashning tugashi bir qator xarakterli belgilar bilan aniqlanadi. Bunday rejimda akkumulyatorning zaryadlanish muddati 12 soatni tashkil etadi. Bu rejim eng sodda bo‘lib, zaryadlash qurilmasidagi tok va kuchlanishning mo‘’tadillashni talab qilmaydi. Lekin zaryadlash jarayoni uzoq vaqt davom etadi, “qaynash” esa elektrolitning bug‘lanib ketishiga olib keladi, akkumulyator olayotgan zaryadlanish sig‘imini nazorat qilish qiyin kechadi.

**Bir pog‘onali zaryadlash rejimi** (1-rasm,*b*). Bu rejim *I*z = 3,6*N* ga teng bo‘lgan o‘zgarmas tokda amalga oshiriladi. Zaryadlash kuchlanishi 2,3 V gacha oshiriladi, shundan so‘ng “qaynash” boshlanadi. Akkumulyatorning zaryadlana borishi bilan kuchlanish 2,7 V ga yetadi va keyinchalik deyarli o‘zgarmaydi. Akkumulyatorning zaryadlanganlik holati yuqorida keltiril-gan xarakterli belgilar bilan aniqlanadi. Zaryadlash 8 soatni tashkil etadi, ya’ni *t*z = 8 coat. Oldingi rejimga nisbatan, bu rejimda zaryadlash sig‘imini doimo nazorat qilish imkoniyati mavjud.

**Ikki pog‘onali zaryadlash rejimi** (1.-rasm,v).Bu rejim shu bilan xarakterliki, boshlanishida akkumulyator 4 soat davomida doimiy qiyma-ti *I*z = 6*N*  ga teng tok bilan zaryadlanadi (birinchi bosqich). Bunda zaryad-lash kuchlanishi 2,3 V ga yetadi va “qaynash” boshlanadi. Qaynash jadal bo‘lmaganligi uchun tok pog‘onama-pog‘ona *I*z = 3,6*N* gacha pasaytiriladi (ikkinchi bosqich) va zaryadlash oxirigacha o‘zgartirilmasdan ushlab turila-di. Tokning o‘zgarish vaqtida, zaryadlash kuchlanishi keskin pasayadi, shundan so‘ng kuchlanish zaryadlanish oxirigacha sekin asta orta borib, 2,7 V gacha yetadi. Zaryadlashning tugashi yuqoridagi belgilar bilan aniqlanadi. Rejim davomiyligi *t*z = 8 soatga teng. Bu rejimni amalga oshirish uchun zaryadlash qurilmasi ikki bosqichli tok mo‘ta’diltirgichiga ega bo‘lishi kerak.

**Modifikatsiyalangan zaryadlash rejimi** (1-rasm,g).Boshlanishida bu rejim o‘zgarmas *I*z = 6*N* tokda amalga oshiriladi, kuchlanish 2,3 V ga erishganda, zaryadlash qurilmasi kuchlanishni mo‘ta’dillash rejimiga o‘tkaziladi. Zaryadlashning birinchi sikli 4 soat davom etadi, ikkinchi



**1-rasm. Akkumulyatorlarning ishlatish uchun zaryadlash rejimlari va tok va kuchlanishlarining vaqtga bogliqligi**

sikl o‘zgarmas kuchlanishda, lekin pasaytirib boriladigan tokda bir necha kun davom etadi. Zaryadlash elektrolit zichligi *d* = 1,21 G/sm3ga erishib o‘zgarmay qolganda to‘xtatiladi. Bu rejimning ustunligi zaryadlanish oxirida “qaynash” bo‘lmasligi, natijada plastinkalarning ishdan chiqi-shini oldi olinishidan iborat. Kamchiligi esa, zaryadlanish vaqtining ko‘pligi, xamda murakkab zaryadlash qurilmasi zarurligidadir.

**O‘zgarmas kuchlanishda zaryadlash rejimi** (1-rasm,d). Boshlang‘ich tok *I*z> 6*N* ga teng qilib tanlanadi. Zaryadlash oxirida tok *I*z = 0,1*N* gacha pasayadi. U holda akkumulyator, zaryadlanish sig‘imining asosiy qismini birinchi 10 soat davomida, qolgan qismini – bir necha kun davomida oladi. Zaryadlashning tugashi elektrolit zichligini *d* = 1,21 G/sm³ ga yetganligi bilan aniqlanadi. Bu rejimning afzalligi “qaynash” ning bo‘lmasligi va akkumulyatorni to‘g‘rilagichning asosiy yuklamasini o‘chirmasdan turib, zaryadlash imkoniyatini mavjudligidadir. Lekin olinadigan sig‘imni nazorat qilinishning qiyinligi va uzoq muddat zaryadlanishi, bu rejim-ning kamchiligi hisoblanadi. Bundan tashqari, to‘g‘rilagichdan samarasiz foydalaniladi.

**O‘zgaruvchan qutbli toklarda zaryadlash** (1-rasm.e). Bu rejim ma’lum vaqt oralig‘ida chiqishdagi kuchlanishning qutbi o‘zgaradigan qurilma yordamida amalga oshiriladi. Qisqa vaqtdagi zaryadsizlanish, qisqa vaqt ichida zaryadlanish bilan almashtirib turiladi. Zaryadlash va zaryadsizlanish toklarining muddati va qiymati konkret shartlardan kelib chiqqan holda tanlanadi. Lekin o‘rtacha zaryadlash toki shunday tanlanadiki, bu zaryadsizlanish tokidan sezilarli darajada katta bo‘lib, akkumulyatorning zaryadlanishiga zarur bo‘lgan energiyani ta’minlaydi. Bu rejimning afzalligi shundan iboratki, zaryadlash jarayonida, akkumulya-tordagi elektr kimyoviy reaksiyalarni kechishini yaxshilashga olib keladi-gan qisqa muddatli zaryadsizlanish amalga oshiriladi.

**Ishlatishdagi zaryadsizlanish** normal, qisqa muddatli va uzoq muddatlilarga bo‘linadi. Zaryadsizlanish rejimi asosan, elektr ta’mi-noti usullari bilan aniqlanadi. Agarda akkumulyatorlardan asosiy manba sifatida foydalanilsa, u xolda akkumulyatorning 10 soat mobaynida *I*r = 3,6*N* ga teng nominal tok bilan zaryadsizlanadigan *normal* rejimi ko‘zda tutiladi. Avariyali ta’minotda, zaryadsizlanish muddati 1 soatdan kam bo‘lgan va zaryadsizlanish toki 3,6*N*<*I*z< 18,5*N* shartidan tanlangan *qisqa muddatli* rejimdan foydalaniladi. Agarda, akkumulyatorning zaryadsizla-nish vaqti 2 dan 10 soatgacha bo‘lsa, u xolda bunday rejim *uzoq muddatli* rejim deb ataladi.

**2. Kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarning turlari**

Stasionar (qo‘zgalmas) kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar quyidagi xarflar bilan markalanadi: S, SK, SZ, SZE, SN. Bu xarflar quyidagilar-ni bildiradi: S – stasionar, K – qisqa muddatli zaryadsizlanishga ruxsat beradigan, Z – yopiq xolda bajarilgan, E – ebonit idishda, N – surkaladi-gan plastinalar bilan. Harfdan keyingi sonlar akkumulyator nomerini bildiradi. Ularni 36 soniga ko‘paytirib, akkumulyatorning nominal sig‘i-mi aniqlanadi (S, SK, SZ turidagi akkumulyatorlar uchun).

SK*-*1 turidagi akkumulyatorlar uchun nominal sig‘im 36 A·soat ga teng, SK*-*4 uchun 44 A·soatga teng. Sanoatda 1 dan 148 gacha nomerli ochiq xolda bajarilgan akkumulyatorlar ishlab chiqariladi. Akkumulyatorlarda I*-*1, I*-*2, va I*-*4turidagi uch xil plastinkalar qo‘llaniladi. I*-*1 turidagi plasti-nkalar SK-1, SK*-*2 ,..., SK*-*5turidagi akkumulyatorlarda o‘rnatiladi. I*-*2turidagi plastinkalar I*-*1plastinkalarga nisbatan ikki marta katta bo‘lib SK-6, SK-8, ..., SK-20 turidagi akkumulyatorlarga o‘rnatiladi. Katta sig‘imga ega bo‘lgan akkumulyatorda I-2 plastinkalarga nisbatan ikki marta katta bo‘lgan I-4 turidagi plastinkalar o‘rnatiladi. Har bir akkumulyatorda manfiy plastinkalarning soni musbat plastinkalarga qaraganda bitta ortiq bo‘ladi.

SZ, SZE yopiq holda bajarilgan akkumulyatorlarda ham S, SK turidagi akkumulyatorda o‘rnatiladigan plastinkalar o‘rnatiladi, shuning uchun ularning elektr tavsiflari bir xil bo‘ladi.

Yopiq turdagi akkumulyatorlarning zaryadlash va ishlatish paytida elektrolitning sochilib va bug‘lanib ketishini oldi olinadi, shuning uchun ularga tez-tez elektrolit quyib turishga hojat kolmaydi.

SN turidagi kislota-qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarni ebonit qopqoq bilan zich yopiladigan shisha yoki ebonit idishlarda chiqariladi. Ularni yig‘ilgan xolda 1 dan 20 gacha tartib raqamli xolda keltiriladi. SN-1 turdagi akkumulyatorlarning nominal sig‘imi 40 A·soat, SN-20 turdagi akkumulyatorlarniki esa 800 A·soat ga teng. SN turdagi akkumulyatorlar-ning elektr ko‘rsatkichlari S, SK, SZ akkumulyatorlarning elektr ko‘rsat-kichlaridan bir-muncha orttiqdir. Ular ishlatilayotganda minimal sarf talab qiladi, massa va o‘lchamlari kichikroq va uzoq vaqt xizmat ko‘rsatadilar.

Yopiq turdagi akkumulyatorlar istiqbolga ega va keng tarqalgandir. Akkumulyatorlarning idishlarini plastmassa fenolit va propilindan tayyorlanadi. Ularda ochiq turdagi akkumulyatorlarga qaraganda yuqori solishtirma tavsifga ega bo‘lgan pasta surkalgan plastinalar o‘rnatiladi.

Avtomatika va telemexanikaning yer usti va stasionar qurilmalari-ning zahira ta’minotini ta’minlash uchun ABN-72 va ABN-80 turidagi kislota -qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar qo‘llaniladi. Akkumulyator belgila-nishidagi birinchi ikki xarf qo‘llanilish sohasini ko‘rsatadi: AB – avto-blokirovka, N – plastinkaning tuzulmasi. Ikki belgili raqam akkumulya-tor sig‘imini (A·soat) bildiradi. ABN-72 turidagi akkumulyatorlar 24 soat muddatda zaryadsizlanganda 72 A·soat sig‘imga ega. ABN-80 turidagi akkumulyatorlar 25 soat davomida zaryadsizlanganda 80 A·soat sig‘imga ega. ABN-72 turidagi akkumulyatorlarini qopqoq bilan germetik shisha idish-larda, ABN-80 turidagi akkumulyatorlarni esa plastmassa idishlarda ishlab chiqariladi.

Akkumulyatorlarga qo‘yiladigan elektrolitlarning zichligi iqlim sharoitlariga bog‘liq bo‘lib, yoz davrida *d* = 1.19 G/sm3, qishda *d* = 1.3…1.32 G/sm3 ga teng, bu elektrolit muzlab qolishining oldini oladi.

**3. Ishqorli akkumulyatorlar**

**Akkumulyatorlarning tasnifi.** Ishqorli akkumulyatorlardan ko‘chib yuruvchi (olib yuriladigan) apparaturalarda va xarakatdagi ob’ektlarda foydalaniladi. Faol massa tarkibiga ko‘ra, ishqorli akkumulyatorlar nikel-temirli (NJ), nikel-kadmiyli (NK) va kumush-ruxli (SS) bo‘ladi. NJ va NK faol massali akkumulyatorlar eng ko‘p qo‘llaniladi. Tuzilish jixatidan, ular deyarli farqlanmaydilar. Nikellangan po‘lat idishda separatorlar bilan ajratilgan musbat va manfiy plastinkalar bloki joylashgan.

Plastinkalar bir xil tuzulmaga ega bo‘lib, faqat faol massalar bilan farqlanadi. U, ichiga teshikchalar bo‘lgan nikellangan po‘lat lentali paket (lamel) lar joylashtirilgan po‘lat xalqalardan iborat bo‘ladi. Paketlar-ga faol massa presslangan bo‘ladi. Manfiy plastinkalar uchun Fe – temir kukuni, musbat uchun – yaxshi elektr o‘tkazuvchanlikni ta’minlash maqsadi-da, grafit bilan aralashtirilgan nikelning gidrat oksidi Ni(ON)3 qo‘l-laniladi. Akkumulyatorlar zaryadlanganda va zaryadsizlanganda kechadigan kimyoviy reaksiyalarning tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

Fe + 2Ni(OH)3↔ Fe(OH)2+ 2Ni(OH)2.

NJ akkumulyatorlardagi manfiy plastinkalar soni musbat plastinka-lar soniga qaraganda bitta ortiq bo‘ladi. Chekka (manfiy) plastinkalar korpusga tegib turadi va akkumulyatorning manfiy qutbiga bog‘langan bo‘-ladi. Elektrolit sifatida kaliy ishqori (yedkiy) – KON yoki natriy ishqori –NaOH larning suvdagi aralashmasi qo‘llanilib, ularning zichligi 1,21 G/sm³ bo‘ladi va bunda litiy ishqori LiOH xam qo‘shiladi. Bunday turdagi akkumulyatorlar quyidagicha belgilanadi: NJ-45, bu yerda NJ – elektr kimyoviy tizimni bildirsa, 45 – akkumulyator tizimining sig‘imi (A·soat) ni bildiradi.

Nikel-kadmiyliakkumulyatorlarda manfiy plastinkalarning faol massasi g‘ovakli kadmiydan iborat. Ulardagi musbat plastinkalar NJ akkumulyatordagi plastinkalar bilan bir xil bo‘ladi. NK akkumulyatorlar-da chetki plastinkalar musbat bo‘lib, ular korpusga va u orqali musbat qutbga tegib turadi. NK akkumulyatorlarning belgilanishi nikel-temir (NJ) akkumulyatorlari kabi bo‘ladi.

Kam energiya iste’mol qiladigan, ko‘chib yuradigan apparatlarda kichik o‘lchamli germetik nikel-kadmiy akkumulyatorlardan keng foydalaniladi. Ular quyidagi uchta tuzulmaviy variantda ishlab chiqariladi: diskli, silindrli, to‘g‘ri burchakli. Bu akkumulyatorlar kichik sig‘im (*S*= 0.06 …1.5 A·soat) ga ega. Bunday akkumulyatorlarning o‘ziga xos xususiyatlardan biri, ularni zaryadlanish paytida elektrodlarning faol massalari ajratayotgan gazlarni yutishidir. Lekin gazlarni yutish tezligi kichik bo‘lganligi uchun akkumulyatorlardagi bosim ko‘payib, deformatsiyaga, ba’zi hollarda esa bu korpusni yorilib ketishiga ham sabab bo‘lishi mumkin. Bunda zaryadlash toki *I*z< 0.1 *S*n bo‘ladi. Germetik akkumulyatorlar quyida-gicha markalanadi: 7D 0,1 – bu yerda 7 – ketma-ket ulangan akkumulyatorlar soni; D – tuzulma turi (diskli); 0,1 – sig‘im, A·soat;

**Elektr tavsifi.** Zaryadlangan nikel-temir (NJ) akkumulyatorlarning elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k) 1,5 V, zaryadsizlangan akkumulyatorlarniki 1,3 V, NK turdagi akkumulyatorlarda esa mos ravishda 1,4 V va 1,27 V. Zaryadlash oxiridagi kuchlanish *U*z = 1,8 V ga teng. Normal zaryadsizlangan-da kuchlanish *U*r.o = 1,0 V gacha pasayadi, qisqa vaqtli rejimda kuchlanish *U*r.o = 0,5 V gacha tushadi. Zaryadsizlanishni o‘rtacha kuchlanishi *U*r = 1,27 V.

Akkumulyatorlarning sig‘imi plastinkalar soni va o‘lchamiga bog‘liq bo‘lib, elektrolit harorati va zaryadlash tokiga deyarli bog‘liq emas. Ishqorli akkumulyatorlar uchun sig‘im bo‘yicha berish ηs = 0.65, energiya bo‘yicha berish esa ηw = 0.5 ga teng.

Zaryadlangan akkumulyatorlarning ichki qarshiligi *r*ich = 0.35/*C*n, zaryad-sizlanganniki esa *r*ich = (1.5…2) · 0,35/*C*n ga teng. Ishqorli akkumulyator-lar *t* = 20º S xaroratda 30 kun mobaynida saqlanganda, o‘z-o‘zidan zaryadsiz-lanishi nominal sig‘imning 30…50 % ni tashkil etadi. Ishqorli akkumu-lyatorlar asosiy elektr tasniflari bo‘yicha, kislota-qo‘rg‘oshinli akkumu-lyatorlardan past, lekin katta zaryadsizlanish tokiga va qisqa tutatish-larga bardoshli va katta mexanik mustahkamlikka ega bo‘ladi.

**Nazorat savollari**

1. Akkumulyatorni zaryadlash va zaryadsizlanishdagi faol moddalarning kimyoviy tarkibi qanday o‘zgaradi?

2. Zaryadlash va zaryadsizlanishda elektrolitning zichligi nima uchun o‘zgaradi?

3. Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorningzaryadsizlanish sig‘imi nimaga bogliq bo‘ladi?

4. Sig‘im va energiya bo‘yicha berish nima?