O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

B.I. IBRAXIMOV, X.A. TASHXODJAYEV

ELEKTR TA’MINOT QURILMALARI

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

Toshkent
«IQTISOD-MOLIYA»
2010

32.84

Taqrizchilar:

N. G‘. Yadgarov — TATU katta o‘qituvchisi;
M. X. Ikramov — TAKXK oliy toifali o‘qituvchisi.

Ibraximov B.I.

T71 **Elektr ta’minot qurilmalari.** Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma / B.I. Ibraximov, X.A. Tashxodjayev; O‘zR oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, O‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi markazi. – T.: «IQTISOD-MOLIYA», 2010. -104 b.

Tashxodjayev X.A.

Ushbu o‘quv qollanmada doimiy o‘zgarmas kuchlanish hosil qiluvchi elektr manba turlari, ularning ishlash prinsiplari, xarakteristikalari va parametrlari haqida, shuningdek o‘zgarmas kuchlanishni ravon o‘zgartiradigan manbalar, filtrlar, invertorlar, kanventorlar hamda stabilizatorlar haqida ma’limotlar keltirilgan.

Qollanma kasb-hunar kollejlarining «Telekommunikatsiya», «Radioaloqa», «Radioeshittirish va televideniye jihozlarini sozlash» ixtisosliklari bo‘yicha ta’lim olayotgan talabalari uchun mo‘ljallangan.

BBK 32.84-4ya722

ISBN 978-9943-13-284-9

© «IQTISOD-MOLIYA», 2010

SO‘ZBOSHI

Har bir aloqa apparaturasi va maishiy teleradio apparaturalari elektr ta’minot qismiga ega. Bu qism aloqa qurilmalarining asosiy va ajralmas qismlaridan biri hisoblanadi. Aloqa apparaturasining sifatli va ishonchli ishlashi birinchi galda elektr ta’minot qurilmalarining sifatli va ishonchli ishlashiga bog‘liq.

ETQ apparaturalarni uzluksiz ravishda kerakli qiymatdagi o‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok bilan ta’minlash vazifasini bajaradi.

Aloqa korxonalari, radioteleapparaturalar elektr energiyasini tashqi manbadan oladi. Tashqi elektr manbayi elektr stansiyalarida hosil qilinadi. Elektrstansiyalarida esa o‘zgaruvchan tok ishlab chiqariladi. Aloqa apparaturalari, asosan, o‘zgarmas tok bilan ishlaydi.

Elektr qurilmalarni 9 V dan kam kuchlanishda ishlaydigan galvanik elementlar, akkumulyatorlar va batareyalar yordamida ishlatish maqsadga muvofiqdir (albatta, tok kuchiga va hizmat qilish vaqtiga qarab).

Qurilmalarning 9 V o‘zgarmas kuchlanishdan yuqori kuchlanishda ishlaydiganlari uchun sanoat tarmoqlaridan o‘tadigan o‘zgaruvchan kuchlanishlarni o‘zgarmas kuchlanishga o‘zgartirib manba sifatida qo‘llaniladi. Elektr energiyani bir shakldan ikkinchi shaklga o‘zgartirib berish ikkilamchi elektr manbalarida amalga oshiriladi. Elektr energiyani akkumulyatorlarda saqlash va uzoq vaqtgacha ishlatish mumkin.

Kasbiy ta’lim yonalishining «Radiotexnika» va «Telekommunikatsiya» mutahassisligi ta’lim oluvchi o‘quvchilar uchun «Elektr ta’minot qurilmalari» fanini o‘qitish katta ahamiyatga ega. Bu fanni o‘rganish uchun elektr o‘zgartirish qurilmalari nazariyasini o‘rganib amaliyotga qo‘llash, ularni analitik hisoblash hamda shu sinfga kiradigan ihcham qurilmalarni adabiyotlardan izlab o‘rganishdan iboratdir.

O‘quv qo‘llanma tarkibida doimiy o‘zgarmas kuchlanish hosil qiluvchi manba turlari, ularning ishlash prinsplari, xarakteristikalari va parametrlari haqida ma’lumotlar mujassamlangan Shuningdek, qo‘llanmada o‘zgarmas kuchlanishni ravon o‘zgartiradigan manbalar, impulsli manbalar, filtrlar, inverto‘rlar, konvento‘rlar, stabilizatorlarga oid ma’lumotlar keltirilgan.

«Elektr ta’minot qurilmalari» o‘quv go‘llanmasi o‘zbek tilida birinchi marta yozilganligi sababli ayrim kamchiliklardan holi bo‘lmasligi mumkin.

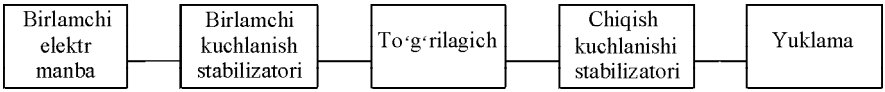
Mualliflar qo‘llanma haqida bildirilgan barcha taklif va mulohazalarni minnatdorchilik bilan qabul, qiladilar va qo‘llanmaning nashrlarida albatta hisobga oladilar.

Mualliflar

KIRISH

Fanning tarkibi, mazmuni va elektr manbaning tuzilish prinsipi

Manbalar murakkab qurilma bo‘lib, uning strukturaviy sxemasi 1-rasmda ko‘rsatilgan.



1-rasm.

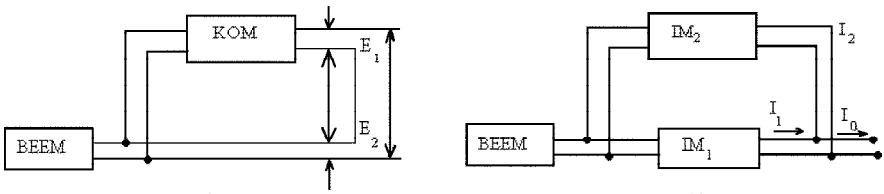
Birlamchi elektr energiya manbayi — (BEEM) noelektrik energiyani (mexanik, issiqlik, kimyoviy) elektr energiyaga aylantiradi. BEEM larga elektrmashina generatorlari, termogeneratorlar, galvanik elementlar, akkumulyatorlar, atom elektrstansiyalari va boshqalar kiradi.

Ikkilamchi manbalarda elektr energiyaning bir shakli boshqa bir shakliga o‘zgartirgichlar orqali o‘zgartiriladi. Bu o‘zgartirgichlar tarkibiga to‘g‘rilagichlar, rostlagichlar, chastota o‘zgartirgichlar va stabilizatorlar kiradi. To‘g‘rilagichlarda esa o‘zgaruvchan kuchlanish o‘zgarmas kuchlanishga aylantiriladi. O‘zgartirgichlar tarkibidagi birlamchi stabilizator esa o‘zgaruvchan kuchlanishni stabillash uchun ishlatiladi, ayrim hollarda kuchlanishning shaklini ham o‘zgartiradi.

Chiqishdagi stabilizator esa o‘zgarmas kuchlanishni stabillash va shaklini tekislash uchun ishlatiladi.

Agar BEEM chiqishidagi yoki sanoat tarmog‘idan olingan kuchlanish bilan tok yuklama uchun yetarli bo‘lmasa, u holda qo‘shimcha qurilmalar qo‘shish yo‘li bilan quwatliroq to‘g‘rilagichlar hosil qilish mumkin.

2-*a*, *b* rasmda kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘rilagichlarning strukturaviy sxemasi keltirilgan.



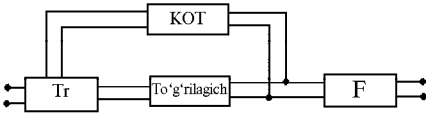
a) *b)*

2-rasm.

Bunda:

— BEEM — birlamchi elektr energiya manbayi;

— KOM — kuchlanishni oshiruvchi manba;



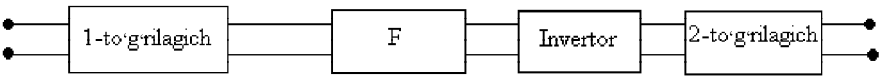
3-rasm.

— Tr — transformator;

— KOT — kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘rilagich;

— F — filtr, IM1, IM2, — ikkilamchi manbalar.

Invertor va to‘g‘rilagichlarning ikkilamchi manbalarda ishlatilishi o‘zgartirgichning ixchamlanishiga, vaznining kamayishiga va energiya isrofini kamayishiga olib keladi, chunki to‘g‘rilagichlar tarmoq transformator kuchlanishi yordamisiz ishlaydi (4-rasm).



4-rasm.

Sanoatda ishlatiladigan kuchlanish chastotasi 50 Hz dir, kuchlanishi esa 127 V, 220 V, 380 V. Samalyot bortlarida, kemalarda 400 Hz chastotali, 220/380 V li va 27,4 V li kuchlanish ishlatiladi. O‘zgarmas kuchlanishli avtonom manbalar (115 V va 230 V) ham mavjud. Kosmik apparatlarda va ko‘chma qurilmalarda manba sifatida elektrokimyoviy manbalar, quyosh elementlari va fotoelementlar ishlatiladi.

Elektr mashina generatorlari 2—25 kV o‘zgaruvchan kuchlanish hosil qilib beradigan qurilmaga kiradi. Ular o‘zgarmas tokni (2—400 V) o‘zgartirib beradi. Hozirgi vaqtda impulsli manbalar ishlatilmoqda. Ular chastotasi 16 kHz bo‘lgan qurilmalarni ta’minlash uchun ishlatiladi. Ular ixcham va tejamli.

I BOB. TRANSFORMATORLAR VA ELEKTR MASHINALARI

1.1. TRANSFORMATORLAR

Transformator deb, bir parametrdagi o‘zgaruvchan tok energiyasini boshqa parametrdagi o‘zgaruvchan tok energiyasiga o‘zgartirib beruvchi statik elektromagnit qurilmaga aytiladi. O‘zgaradigan parametrlar tok, kuchlanish, fazalar soni, chastota (mahsus transformatorlarda) bo‘lishi mumkin.

Elektr ta’minot qurilmalarida transformatorlar ko‘pincha bir qiymatli o‘zgaruvchan kuchlanishni boshqa qiymatdagi o‘zgaruvchan kuchlanishga

o‘zgartirish uchun qo‘llaniladi. Quvvat bo‘yicha transformatorlar kuch transformatorlari (bir kW dan yuzlab kW largacha), kichik quvvatli transformatorlarga (W birliklarida kW birliklarigacha) bo‘linadi. Kichik quvvatli transformatorlar telekommunikatsiya va radioapparaturalarida kuchlanish yoki tokni o‘zgartirish uchun moslashtiruvchi yoki ajratuvchi transformatorlar sifatida qo‘llaniladi.

Kuch transformatorlari radiokorxonalar va simli aloqa korxonalari ta’minot zanjirlarida qo‘llaniladi.

Transformator o‘zgaruvchan tok apparati bo‘lib, o‘zgarmas tokda ishlamaydi.

Har qanday transformator ikki asosiy qism, ya’ni berk po‘lat o‘zakdan va mis simdan o‘raladigan chulg‘amlardan iborat. Transformator o‘zagi maxsus elektrotexnik po‘lat plastinalardan yig‘iladi. Bu plastinalar qalinligi transformator ishchi chastotasiga bog‘liq, chastota qancha yuqori bo‘lsa, plastina shuncha yupqa bo‘ladi. O‘zak shakli va unda chulg‘amlarning joylashishi bo‘yicha transformatorlar sterjenli, bronli (Ш-simon), toroidal va lentasimon kesimli bo‘lishi mumkin. Bajarilish sxemasi bo‘yicha transformatorlar (ya’ni chulg‘amlar soni bo‘yicha) bir, ikki va ko‘p chulg‘amli bo‘lishi mumkin. Elektr energiyasi manbasiga ulanadigan chulg‘am birlamchi, iste’molchiga ulanadigan chulg‘am esa ikkilamchi chulg‘am deyiladi.

Transformatorning birlamchi chulg‘ami bitta, ikkilamchi chulg‘amlari esa bir nechta bo‘lishi mumkin. Bir chulg‘amli transformator avtotransformator deyiladi (TV stabilizatoridagi maishiy transformator). Unda ikkilamchi chulg‘am birlamchi chulg‘amning bir qismi hisoblanadi. Unda birlamchi va ikkilamchi tomonlar orasida ham magnit, ham elektr aloqa mavjud. Ikki chulg‘amli transformator bitta birlamchi va bitta ikkilamchi chulg‘amlarga ega bo‘ladi. Ular bir-birlaridan elektr jihatidan izolyasiyalanadi. Ko‘p chulg‘amli transformator bitta birlamchi va bir necha ikkilamchi chulg‘amlarga ega bo‘lib, ular bir-birlari bilan elektr jihatdan bog‘lanmaydi.

Ishchi chastotasi bo‘yicha transformatorlar shartli ravishda quyidagilarga ajratiladi:

— kamaytirilgan chastotali (50 Hz dan kichik).
— sanoat chastotali (50 Hz)
— oshirilgan chastotali (100 Hz—10 kHz)
— yuqori chastotali (10 kHz dan yuqori).

Fazalar soni bo‘yicha transformatorlar bir fazali va ko‘p fazali (uch fazali, olti fazali va h.k.) bo‘lishi mumkin. Birlamchi chulg‘am fazalari soni elektr energiyasi manbayi fazalari soni orqali, ikkilamchi chulg‘am fazalari soni esa transformatorning sxemadagi vazifasi orqali aniqlanadi.

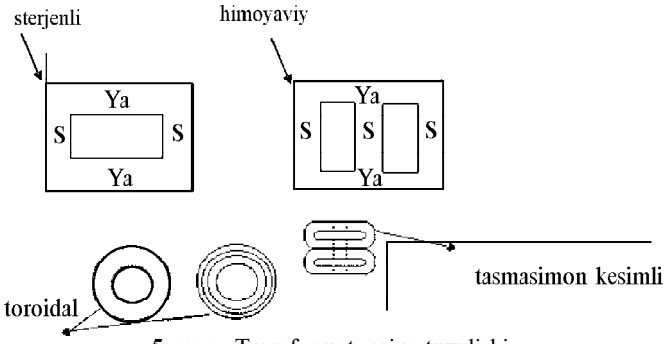
Kuchlanish bo‘yicha transformatorlar kichik kuchlanishli (uning har qanday chulg‘amining kuchlanishi 1000 V dan kichik bo‘ladi) va yuqori kuchlanishli (uning chulg‘amlaridan kamida birining kuchlanishi 1000 V dan katta bo‘ladi) transformatorlarga bo‘linadi.

1.1.2. Transformatorning tuzilishi

Transformatorning asosiy qismlari berk po‘lat o‘zak (magnit o‘tkazgich) va unga o‘raladigan chulg‘amlar hisoblanadi. O‘zaklar sterjenli, himoyaviy (bronli), toroidal, tasmasimon kesimli bo‘lishi mumkin (5-rasm).

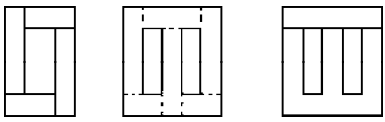
O‘zakning chulg‘am o‘raladigan qism sterjen, chulg‘am o‘ralmaydigan va magnit zanjirni tutashtirish uchun hizmat qiladigan qism esa yarmo deyiladi.

Sterjenli bir fazali transformatorlarda chulg‘amlar har ikkala sterjenlarga (har bir chulg‘amning yarmi birinchi sterjenga va boshqasiga esa ikkinchi yarmi) o‘raladi. himoyaviy (Ш-simon) bir fazali transformatorlari har ikkala chulg‘amlar o‘rtadagi sterjenga o‘raladi, uch fazali transformatorlarda esa har bir faza birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlar o‘z sterjenlariga o‘raladi. Toroidal transformatorlar bir fazali va kichik quvvatli tarzda yasaladi. O‘zaklar materiali Э-41, 42 va boshqa markalardagi maxsus elektrotexnik po‘lat plastinalar xizmat qiladi.



5-rasm. Transformatorning tuzulishi.

Plastinalar qalinligi transformator chastotasiga bog‘liq. $f = 50$ Hz chastotada ishlaydigan transformatorlar uchun 0,5 yoki 0,35 mm li qalinlikdagi po‘lat plastinalardan, yuqoriroq chastotalarda ishlaydigan transformatorlar uchun esa 0,2 dan 0,08 mm li qalinlikdagi po‘lat plastinalardan foydalaniladi (6-rasm).

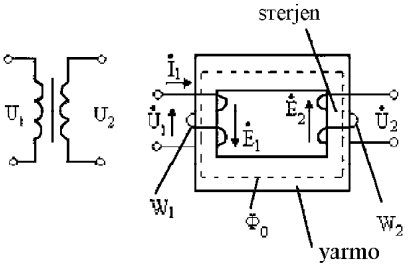


6-rasm. Sterjenli va himoyaviy o‘zaklar.

Transformatorlar o‘zgaruvchan tokda ishlaganligi uchun po‘lat o‘zaklarda uyurma toklar (Fuko toklari) paydo bo‘ladi, ular transformatorning po‘lat o‘zagidagi quvvat yo‘qotishlariga sabab bo‘ladi. Bu yo‘qotishlarni kamaytirish uchun o‘zaklar yupqa plastinalardan yig‘iladi va bu plastinalar bir tomonidan bir-birlaridan izolyatsiyalash uchun lak qoplami bilan qoplanadi (yoki yupqa qog‘oz yopishtiriladi). Sterjenli o‘zaklar to‘g‘ri burchakli shakldagi alohida plastinalardan yig‘iladi, himoyaviy o‘zaklar esa shtamplangan Ш-simon plastinalardan yig‘iladi. Toroidal o‘zaklar oshirilgan chastotali kichik quvvatli (o‘nlab W lar) transformatorlar uchun yasaladi.

Kuchlanishni transformatsiyalash koeffitsiyenti bo‘yicha transformatorlar kamaytiruvchi va orttiruvchi transformatorlarga bo‘linadi.

1.1.3. Transformatorlarning ishlash prinsipi



7-rasm. Transformatorning ishlash prinsipi.

Transformatorning ishlash prinsipini ikki chulg‘amli sterjenli transformator misolida ko‘rib chihamiz (7-rasm).

Transformatorning ishlash prinsipi bir-birlari bilan elektr jihatdan bog‘lanmagan va qo‘zg‘almas ikki yoki bir necha chulg‘amlarning o‘zaro elektromagnit ta’sirlanishiga asoslangan. Chulg‘amlar W_1 va W_2 o‘ramlar soni orqali xarakterlanadi. Transformatorning uchta: salt ishlash, qisqa tutashuv va yuklama ish rejimlari mavjud.

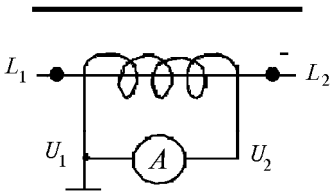
1.1.4. O‘lchov transformatorlari

Ko‘pincha katta tok va kuchlanishlarni o‘lchash noqulay bo‘ladi, chunki bunda o‘lchash asboblarini yasash va ishlatish murakkab bo‘ladi. O‘zgaruvchan toklar va kuchlanishlar o‘lchash chegaralarini kengaytirish va yuqori kuchlanishdan o‘lchash asboblarini izolyatsiyalash uchun tok va kuchlanish transformatorlari mavjud.

Tok transformatori

Tok transformatori katta qiymatli (40 A gacha) tokni kichik qiymatli tokga o‘zgartirib beradi va birlamchi chulg‘amdagi har kanday tok qiymatida ikkilamchi chulg‘amdagi tok qiymati 5 A dan oshmaydi.

Birlamchi chulg‘amdagi tokning qiymatiga ko‘ra, ular 1 A dan 40 kA gacha bo‘lgan 40 gradatsiyaga ega. Ikkilamchi chulg‘am nominal toki 1 A, 2 A, 2,5 A va 5 A bo‘lishi mumkin. Ikkilamchi chulg‘amlar bir nechta bo‘lishi mumkin. Sxemada tok transformatori 8-rasmda ko‘rsatilgan tarzda belgilanadi.

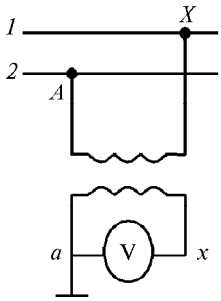


8-rasm. Tok transformatori sxemasi.

Birlamchi chulg‘am (L_1—L_2) bir yoki bir necha juda katta kesimli simli o‘ramlardan tashkil topadi va yuklama zanjiriga ketma-ket ulanadi. Tok o‘lchanadigan (U_1—U_2) ikkilamchi chulg‘am kichik kesimli simlardan ko‘p sonli o‘ramli tarzda bajariladi va kichik qarshilikka ega bo‘lgan ampermetr yoki boshqa asbob g‘altagiga ketma-ket ulanadi (hisoblagich, vattmetr va h.k), ya’ni tok transformatori qisqa tutashuvga yaqin bo‘lgan rejimda ishlaydi. Uning magnit tizimi muvozanatga ega emas. Agar birlamchi chulg‘amdagi tok o‘zgarganida, ikkilamchi chulg‘am zanjiri uzilsa, ya’ni $U = 0$ bo‘lsa, I 1 kamaymaydi, u holda magnit zanjirida juda katta magnit oqimi hosil bo‘ladi, bu o‘zakni ruhsat etilmaydigan qizishini keltirib chiharadi, hayot uchun havfli va ikkilamchi chulg‘am izolyatsiyasini buzilishiga olib keladi. Havfsizlikni ta’minlash uchun tok transformatori ikkilamchi chulg‘ami yerga ulanadi. Ishlayotgan tok transformatorining ikkilamchi chulg‘amlarini ajratib bo‘lmaydi. U_1—U_2 zanjirga asboblar shunday ulanadiki, asbobdagi tokning musbat yo‘nalishi nazorat qilinadigan zanjirdagi tok yo‘nalishi bilan mos tushishi kerak.

Kuchlanish transformatori

Ular kichik quvvatli transformatorlar bo‘lib ko‘p sonli o‘ramli (*A-X*) birlamchi chulg‘amlari o‘lchanadigan tarmoqni chiziqli simlariga ulanadi, (*a-x*) ikkilamchi chulg‘am esa voltmetrga yoki katta qarshilikka ega bo‘lgan boshqa asbobga ulanadi (9-rasm).



9-rasm. Kuchlanish transformatorining sxemasi.

Transformatsiyalash koeffitsienti shunday tanlanadiki, tarmoq nominal kuchlanishida ikkilamchi chulg‘am kuchlanishi 100 V yoki 200 V dan oshmasin.

Kuchlanish transformatori shunday ulanishi kerakki, asbobga birlamchi kuchlanishga faza bo‘yicha mos tushadigan ikkilamchi kuchlanish berish kerak bo‘ladi. Chunki ikkilamchi chulg‘am qarshiligi yetarlicha katta

bo‘lganligi uchun kuchlanish transfor-matorini salt ishlashga yaqin rejimda ishlaydi deb hisoblash mumkin, ya’ni ikkilamchi chulg‘amdagi tok 0 ga yaqin bo‘ladi. Shunday qilib, birlamchi va ikkilamchi chulg‘am kuchlanishlari bu chulg‘amlar EYuK lariga teng bo‘lgan son jihatdan n marttaga trans-formatsiyalash koeffitsiyentiga farq qiladi.

Transformatsiya koeffitsiyentini bilgan holda voltmetr ko‘rsatishlari bo‘yicha U_1 kuchlanishni aniqlash mumkin. Agar ikkilamchi zanjirdagi tok ortsa, U_2 kuchlanish o‘zgaradi va o‘lchash aniqligi ikkilamchi chulg‘am dagi kuchlanishning pasayishi hisobiga kamayadi. Chunki bu transformatorning birlamchi chulg‘ami yuqori kuchlanishli tarmoqqa ulangan va past kuchlanishli tarmoqqa o‘tishi yuz berishi mumkin, u holda ishlatishda ikkilamchi chulg‘am yerga ulanadi.

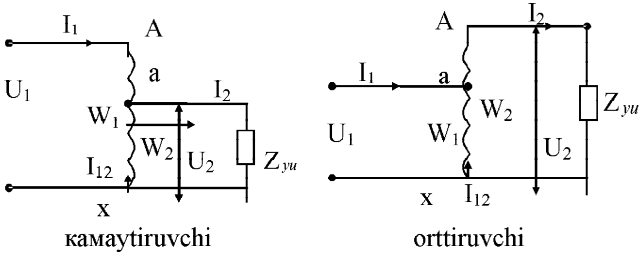
1.2. AVTOTRANSFORMATORLAR

Transformatorda faqat elektromagnit aloqaga ega bo‘lgan kamida ikki chulg‘am mavjud. Avtotransformator esa bitta chulg‘am dan iborat bo‘lib, u bir vaqtning o‘zida ham birlamchi, ham ikkilamchi tarmoqqa tegishli bo‘ladi.

Avtotransformatorlar orttiruvchi va kamaytiruvchi bo‘lishi mumkin (10-rasm).

Avtotransformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lari elektromagnit aloqadan tashqari, elektr aloqaga ham ega bo‘ladi. Kamaytiruvchi avtotransformatorlarda W_1 o‘ramlar sonli butun chulg‘am ($A...X$) birlamchi chulg‘am, $W_1(W_1 > W_2)$ o‘ramlar sonli va birlamchi chulg‘am ning bir qismi ($a...x$) esa ikkilamchi chulg‘am hisoblanadi. Orttiruvchi avtotransformatorlarda, aksincha birlamchi chulg‘am W_1 o‘ramlar sonili butun chulg‘am ning bir qismi ($a...x$), ikkilamchi chulg‘am esa $W_2(W_1 < W_2)$ o‘ramlar sonili butun chulg‘am ($A...X$) hisoblanadi. Chulg‘am lar boshini A, oxirini esa X bilan belgilaymiz.

Kamaytiruvchi avtotransformatorlarning ishlash prinsipini ko‘rib chihamiz. U_1 birlamchi kuchlanish birlamchi chulg‘am ning $A...X$ uchlariga



10-rasm. Avtotransformatorlarning elektr sxemasi.

beriladi. Salt ishlashda ($U_2 = 0$, $Z_{yu} = 0$) bo‘ladi. Birlamchi chulg‘am dagi quvvat yo‘qotishlarni e’tiborga olinmasa, EYuK lar muvozanat tenglamasini quyidagicha yozish mumkin.

Birlamchi chulg‘am uchun:

$$U_1 = E_1 = 4{,}44 \cdot W_1 \cdot f \cdot F_m$$

Ikkilamchi chulg‘am uchun

$$U_2 = E_2 = 4{,}44 \cdot W_2 \cdot f \cdot F_m$$

Salt ishlash rejimidagi birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar EYuK lari nisbati avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti deyiladi.

Agar ikkilamchi chulg‘am Z_{yu} yuklamaga ulansa, ikkilamchi chulg‘am dan I_2 tok oqib o‘tadi (I_1 va I_2 toklar doimo qarama-qarshi yo‘naladi). Avtotransformatordagi quvvat yo‘qotishlari transformatordagidan kam, shuning uchun bu yo‘qotishlar e’tiborga olinmasa, $U_{1qi_1} = U_{2qi_2}$ deb qabul qilish mumkin.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{n}$$

Ya’ni avtotransformator uchun transformatordagi barcha asosiy munosabatlar saqlanib qoladi.

Tarmoq kuchlanishi o‘zgarmaganda magnit oqimi o‘zgarishsiz bo‘ladi, u holda avtotransformatorning magnit muvozanat tenglamasi qo‘yidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$I_1 \Delta W_1 + I_2 \Delta W_2 = I_{0q} W_1$$

Chulg‘am ning A—X qismidan birlamchi va ikkilamchi zanjirlar toklari geometrik farqiga teng bo‘ladigan I_{1-2} tok oqib o‘tadi, ya’ni $I_{1-2} = I_1 - I_2$.

Agar salt ishlash toki e’tiborga olinmasa ($I_0 = 0$) va I_1 hamda I_2 lar qarama-qarshi fazadaligi hisobga olinsa, ularning geometrik yig‘indisi arifmetik farqiga teng bo‘ladi, ya’ni

$$I_{1-2} = I_2 - I_1 = I_2$$

Kamaytiruvchi avtotransformatorlarda $I_2 > I_1$ va I_{1-2} tok yo‘nalishi bilan I_2 tok yo‘nalishi mos tushadi kuchaytiruvchi avtotransformatorlar qator afzalliklar va kamchiliklarga ega.

Avtotransformatorning transformatorga qaraganda afzalliklari bir hil foydali quvvatda ishlash va o‘raladigan sim kam sarflanadi (chunki $A...X$ qismdan doimo toklar farqi oqib o‘tadiganligi uchun bu qismni ingichka

simdan o‘rash mumkin), kichik quvvat yo‘qotishlari, yuqori FIK, yuklama o‘zgarganda kuchlanishning kam o‘zgarishi hisoblanadi. Bu afzalliklar transformatsiya koeffitsiyenti birga yaqin bo‘lganda yuqori bo‘ladi, shuning uchun avtotransformatorlar ikkidan katta bo‘lmagan transformatsiya koeffitsiyentlarida qo‘llaniladi.

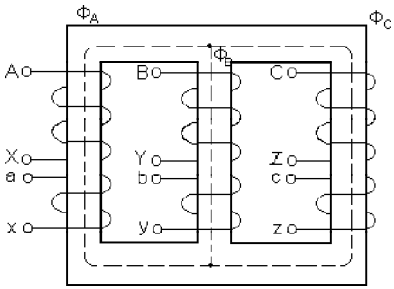
Avtotransformatorda quvvat birlamchi chulg‘am dan ikkilamchi chulg‘am ga quvvat fazali elektromagnit yo‘l bilan emas, balki elektr yo‘l bilan chulg‘am lar orasidagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr aloqa orqali uzatiladi. Bu avtotransformatorning quyidagi kamchiliklarini yuzaga keltiradi:

— yuqori kuchlanishni kichik kuchlanishli tarmoqqa o‘tish imkoniyati, chunki chulg‘am lar orasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr aloqa bor. Shuning uchun agar energiya iste’molchisi yerga ulangan qutbga ega bo‘lsa, avtotransformatorni ishlatib bo‘lmaydi;

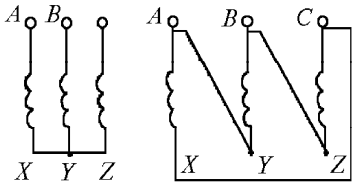
— avtotransformator kichik qisqa tutashuv karshiligiga ega, ya’ni qisqa tutashuv toklari transformatordagiga qaraganda ancha katta bo‘ladi.

1.3. UCH FAZALI TRANSFORMATORLAR

Ko‘pincha uch fazali tok energiyasini yuklamaga uzatish kerak bo‘ladi. Bunday uzatishni uchta bir hil bir fazali transformator yoki bitta uch fazali transformator orqali amalga oshirish mumkin. Odatda uch fazali transformatorlar sterjenli tarzda, ya’ni yarmo orqali bog‘langan uchta sterjenlardan iborat bo‘ladi (11 va 12-rasmlar).



11-rasm. Uch fazali transformator sxemasi.



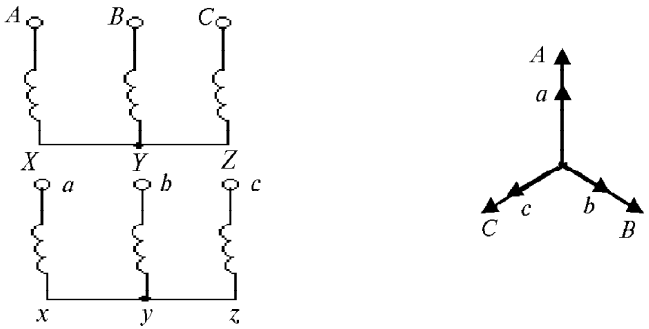
12-rasm. Chulg‘am larni yulduz va uchburchak sxemalarida ulanishi chizmasi.

Har bir sterjenga bir fazaning har ikkala birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar o‘raladi. Birlamchi chulg‘am larni *A-X*, *B-Y*, *C-Z*, ikkilamchi chulg‘am larni esa mos ravishda *a-x*, *b-y*, *c-z* belgilash qabul qilingan. Birlamchi va

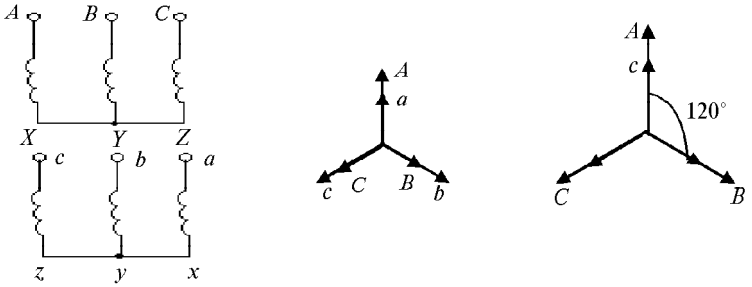
ikkilamchi chulg‘amlar ko‘pincha yulduz yoki uchburchak sxemada ulanadi. Yulduz sxemada ulanishda har bir fazaning boshlanishi uch fazali tarmoq manbayiga yoki yuklamaga, ohirlari (*x*, *y*, *z*) esa nolinchi o‘tkazgich chihariladigan umumiy nuqtaga ulanadi. Uchburchak sxemada ulanishda birinchi fazaning ohiri, ikkinchi fazaning boshlanishi bilan, ikkinchi fazaning ohiri uchinchi fazaning boshlanishi bilan, uchinchi fazaning ohiri esa birinchi fazaning boshi bilan ulanadi.

Bir fazaning boshlanishi va ikkinchi fazaning ohirining ulanish nuqtasiga uch fazali tarmoqqa ulanadi. U_{ch} fazali ikki chulg‘amli transformatorlar uchun chulg‘am larning *Y*/*Y*, Δ/Δ, *Y*/Δ, Δ/*Y* guruhli ulanishlari qabul qilingan. Sur’atdagi belgi birlamchi chulg‘am ga, mahrajdagi belgi esa ikkilamchi chulg‘am ga tegishli bo‘ladi. Agar chulg‘am chiqarilgan nolinchi nuqtaga ega bo‘lsa belgilashlarda Y kabi ko‘rsatiladi. Parallel ishlashga ulanish uchun transformatorlar 0 dan 11 gacha bo‘lgan guruhlarga birlashtiriladi, ularni *Y*/*Y*-0 (12), *Y*/Δ-11 (3 yoki 7) tarzda belgilanadi. Uch fazali transformatorning guruqi birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar ulanish sxemalariga, ularning o‘ralish yo‘nalishlariga va uchlarining belgilanishiga bog‘liqbo‘ladi. Birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar chiziqli EYuK lari vektorlari orasida birligi 300 ga teng bo‘lgan burchak siljishi bor. Bu siljish o‘ralish yo‘nalishiga va chulg‘amlarning ulanish sxemasiga bog‘liqbo‘ladi. Har bir sterjenga bir fazaning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amlari o‘raladi. Birlamchi chulg‘amlarni *A*-*X*, *B*-*Y*, *C*-*Z*, ikkilamchi chulg‘am larni esa *a*-*x*, *b*-*y*, *c*-*z* tarzda belgilash qabul qilingan.

Birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar yulduz yoki uchburchak sxemada ulaniladi. Yulduz sxemada ulanishda har bir fazaning boshlanishi uch fazali tarmoq manbayiga yoki yuklamaga, ohirlari (*x*, *y*, *z*) esa nolinchi o‘tkazgich chihariladigan umumiy nuqtaga ulanadi (13-rasm).



13-rasm. *Y*/*Y* ulanishda transformator guruqini aniqlash chizmasi.



14-rasm. Ikkilamchi chulg‘am fazalari almashtirilganda Y/Y ulanishdagi transformator guruhini aniqlash chizmasi.

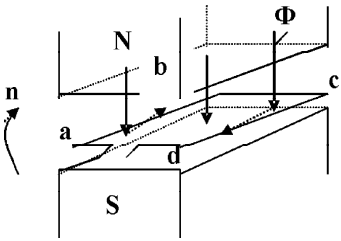
Uchburchak sxema ulanishda birinchi fazaning ohiri, ikkinchi fazaning boshlanishi bilan, ikkinchi fazaning ohiri uchinchi fazaning boshlanishi bilan, uchinchi fazaning ohiri esa birinchi fazaning boshi bilan ulanadi.

Burchak siljishini aniqlash uchun soat milidan foydalaniladi, bunda har bir son boshqasiga nisbatan 30° ga surilgan. Agar transformator bo‘lsa bunda bir hil nomdagi birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar sterjenda joylashadi va bir hil yo‘nalishda o‘raladi, birlamchi va ikkilamchi chulg‘am lar kuchlanishlari vektorlari yo‘nalish bo‘yicha mos tushadi, ya’ni ularning surilishi 0 ga yoki 12 ga teng bo‘ladi, u holda Y/Y-0 guruhni olamiz. Agar ikkilamchi chulg‘amda fazalar o‘rnini almashtirsak, bir hil nomdagi chiziqli kuchlanishlar vektorlari orasida (A-X, a-x) 120° burchakka surilish vujudga keladi (soat mili 4 ni ko‘rsatadi), ya’ni Y/Y-4 guruhdagi transformatorni olamiz. Transformatorning 3 fazali chulg‘am lari Y/Y sxemada ulanganida istalgan juft guruhni olish mumkin. Transformatorning chulg‘amlari Y/Δ, Δ/Y sxemalarda ulanganida esa istalgan toq guruhlarni, ya’ni 1, 3, 11 guruhlarni olish mumkin. Y/Y-0, $Y/$-11, Y/Δ-11 guruhlar standart guruhlar hisoblanadi, A faza sariq, B faza yashil va C faza qizil ranga bo‘yaladi.

1.4. ELEKTR MASHINALAR

Elektr mashinalar mehanik energiyani elektr energiyasiga yoki elektr energiyani mehanik energiyasiga o‘zgartirishga mo‘ljallangan. Mehanik energiyani elektr energiyaga o‘zgartiradigan mashina generator, elektr energiyani mehanik energiyaga o‘zgartiradigan mashina esa dvigatel deyiladi. har qanday elektr mashinasi ham generator, ham dvigatel rejimida ishlashi mumkin. Tok turi zanjirida ishlashiga harab elektr mashinalar o‘zgaruvchan

va o‘zgarmas tok mashinalariga bo‘linadi. O‘zgaruvchan tok mashinalari asinxron va sinhron mashinalarga bo‘linadi va bir fazali yoki uch fazali bo‘lishi mumkin. Amalda sinhron mashinalar generator, asinxron mashinalar esa dvigatel rejimida ishlatiladi.



15-rasm. Eng oddiy elektr mashinasining ishlash prinsipi.

Barcha elektr mashinalarning ishlash prinsipi elektrodinamika qonunlariga, ya’ni elektromagnit induksiya va elektromagnit kuchlar qonunlariga asoslangan. Agar doimiy magnit yoki elektromagnit maydoni (*N*-*S*) qutblari orasiga joylashtirilgan ramka *n* tezlik (soat mili yo‘nalishida) bilan aylantirilsa (tashqi aylantirish manbayi yordamida), u holda elektromagnit induksiya qonuniga binoan ramkaning aktiv *a*-*b* va *c*-*d* o‘tkazgichlarida (magnit oqimi liniyalariga perpendikulyar harakatlanadigan) yo‘nalishi o‘ng qo‘l qoidasi bilan aniqlanadigan EYuK induksiyalanadi (15-rasm).

Bu o‘tkazgichlar magnit oqimga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishlarda bir vaqtda harakatlangani uchun undagi EYuK ham qarama-qarshi yo‘nalishda bo‘ladi. Elektromagnit induksiya qonuniga binoan ikki o‘tkazgichlar EYuK lari yig‘indisiga teng bo‘lgan ramkaning EYuK $e = d\Phi/dt$ shartdan aniqlanadi, chunki $\Phi = BS$, va $V = \text{const}$. U holda $e = \Delta Bds/dt$, ya’ni magnit oqimining yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lgan ramka maydoni o‘zgarsa EYuK o‘zgaruvchan sinusoidal bo‘ladi. Agar ramkaning uchlarini tashqi yuklama orqali tutashtirsak, u holda EYuK ta’sirida berk zanjirdan i tok oqib o‘tadi. Shunday qilib ramkani aylantirishga sarf bo‘lgan mehanik energiya tashqi iste’molchiga uzatiladigan elektr energiyasiga aylanadi.

Agar magnit maydoniga (*N*-*S*) kiritilgan ana shu ramkaga tok berilsa, u holda *i* tok va Φ magnit oqimining o‘zaro ta’sirlashishi natijasida elektromagnit moment (*M*) vujudga keladi va ramkani aylantira boshlaydi. Demak, elektr energiya mehanik energiyaga aylanadi, ya’ni mashina dvigatel rejimida ishlaydi. Ramkaning magnit maydonda bir marta to‘liq aylanishida EYuK sinusoidal ravishda bir davrni bosib o‘tadi. Bu sinusoidal EYuK ning chastotasi ramkaning bir marta to‘liq aylanishida qutblar soniga bog‘liq. Elektr mashinalarda kamida ikkita qutbli bo‘ladi (ular doimo juft sonli bo‘ladi), ya’ni ularni juftlar (juft qutblar) deb hisoblanadi va *r*-juft qutbli deb belgilash qabul qilingan. Bizning holda $p = 1$, lekin mashinalarda ko‘p juft qutblar bo‘lishi mumkin, u holda ramka bir marta to‘liq aylanganda unda sinusoidal EYuK ning bir necha davrlari vujudga keladi. EYuK ning chastotasi $f \sim r$, lekin ramkaning aylanish tezligi 1 ayl/min emas, balki *n* ayl/min ga teng, u holda mashinada induksiyalangan EYuK ning chastotasi

bo‘ladi. Ya’ni har qanday elektr mashinada juft qutblar soni, aylanish tezligi va induksiyalangan EYuK chastotasi orasida uzviy bog‘lanish mavjud. Mashinalarda bir o‘ramli emas, balki ko‘p o‘ramli g‘altak lar ishlatiladi.

Har qanday elektr mashina qo‘zg‘almas jism — stator va aylanuvchan qism rotordan iborat. Rotor stator ichida erkin aylanishi uchun ular orasida havo tirqishi (millimetr ulushlaridan bir necha millimetrlargacha) qo‘yiladi.

Mashinalar statori qalinligi 0,35 yoki 0,5 mmli elektrotehnik po‘lat plastinkalardan (transformatorlardagi kabi) yig‘iladi. Plastinkalar mashinaning turiga harab elektromagnit chulg‘am joylashtiriladigan qutblari yaqqol ko‘rinib turadigan (o‘zgarmas tok mashinalarda) yoki halqa ichki sirti bo‘ylab joylashtiriladigan bir tekisdagi yarim yopiq ariqchalari (o‘zgaruvchan tok mashinalarda) tarzda shtamplanadi va cho‘yandan yoki po‘latdan quyilgan stanina ning ichki tomoniga mahkamlanadi. Stanina nig yon tomonlari rotor vali o‘tkaziladigan qoplama bilan qoplanadi.

Mashinalar rotori ham elektrotehnik po‘lat plastinkalardan yig‘ilib, uning tashqi tomoniga chulg‘am lar joylashtiriladigan ariqchalar o‘yiladi. Rotorlar tuzilishini turli turdagi mashinalarni o‘rganish jarayonida ko‘rib chiham iz. Mashinalar chulg‘amlari mis yoki alyuminiy simlardan tayyorlanadi va mashina turiga harab rotorga yoki statorga ma’lum tarzda joylashtiriladi.

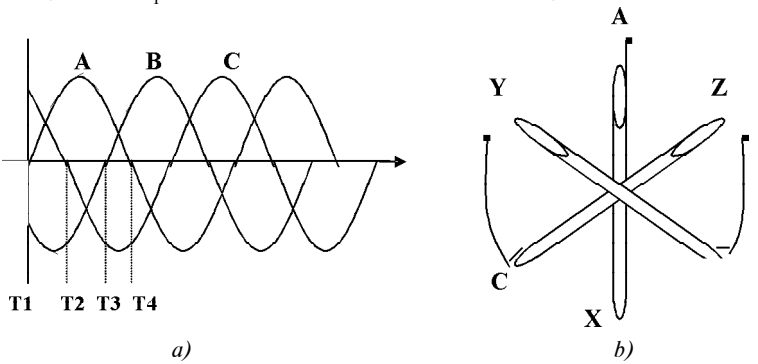
1.4.1. Asinxron mashinalar

Barcha mashinalar kabi asinxron mashina ham generator, ham dvigatel rejimlarida ishlashi mumkin. Lekin u generator sifatida qator sezilarli kamchiliklarga ega va deyarli dvigatel sifatida ishlatiladi. Asinxron dvigatellar bir fazali, ikki fazali va uch fazali bo‘ladi. Mashinaning statori yarim yopIq ariqchalar o‘yilgan elektrotehnik po‘lat plastinalardan yig‘iladi. Bu ariqchalarga chulg‘am joylashtiriladi. Dastlab sinhron dvigatelni ko‘rib chiham iz. Ularda stator chulg‘am lari o‘zaro 1200 ga surilgan mos ravishda ulangan uchta chulg‘am dan iborat va uch fazali tizimni tashkil qiladi. Stanina ning klemmalar qutichasiga 6 ta har bir fazaning boshi va uchlari chihariladi, ya’ni chulg‘am larni ham yulduz, ham uchburchak shaklida ulash mumkin. Asinxron mashinalarning rotorlari faza chulg‘ami va qisqa tutashtirilgan bo‘lishi mumkin qisqa tutashtirilgan rotor to‘liq yopIq ariqchali po‘lat mislardan yig‘iladi, ularga uchlari metall halqachalarga mahkamlangan sterjenlar joylashtiriladi. Sterjenlar ko‘pincha alyuminiydan tayyorlanadi va bosim ostida rotor ariqchalariga quyiladi. Bunday rotorlarning zanjirga chiqishlari bo‘lmaydi. qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellar faza chulg‘am li rotorli dvigatellardan ko‘ra arzon, sodda va ishlatishda ishonchli, lekin ularning rostlash tafsiflari yomon. Faza chulg‘am

li rotorning chulg‘am lari statorniki kabi uch fazali bo‘lib, ularning ohirlari yulduz sxemada ulanadi, uchlari esa rotor validan va bir-birlaridan izolyatsiyalangan holda rotor valiga mahkamlangan kontakt halqachalariga ulanadi. Staninaga ko‘mir yoki mis cho‘tkalar mahkamlangan bo‘lib, val aylanganida ular halqachalar bilan sirpanma kontakt hosil qiladi. Cho‘tkalar yordamida rotor chulg‘am lari qichqa tutashtirilishi yoki tashqi qarshilikka ulanishi mumkin. Faza chulg‘amli rotorlar qisqa tutashtirilgan rotorlardan kam va faqat yuqori quvvatli asinxron dvigatellarda ishlatiladi. Asinxron dvigatelning ishlash prinsipi statorning uch fazali chulg‘amini uch fazali tok beriladigan fazoda o‘zaro 120°ga surilgan uchta g‘altak lar ko‘rinishida tasavvur qilamiz (16-rasm).

Tok yo‘nalishini ramkaning boshidan ohiriga musbat, ramkaning ohiridan boshiga esa manfiy deb qabul qilamiz. T_1 vaqt momentida A-X ramkada tok yo‘q, B-Y va C-Z ramkalarda esa tok bor. Bu ramkalar ko‘rsatigan yo‘nalishdagi magnit oqimini hosil qiladi (Parma qoidasiga binoan).

Shunday qilib, ta’minot kuchlanishining yarim davrida stator maydoni 180° ga buriladi, ya’ni 360° da to‘liq aylanib chiqadi. Agar statorning uch fazali chulg‘amiga uch fazali tok berilsa,unda $n = 60$ ayl/min. tezlikda aylanadigan f_1/p magnit maydoni hosil bo‘ladi (16-rasm), bu yerda: f_1 chastota (chunki f_1 va $r = \text{const}$, u holda $n = \text{const}$).



a) *b)*

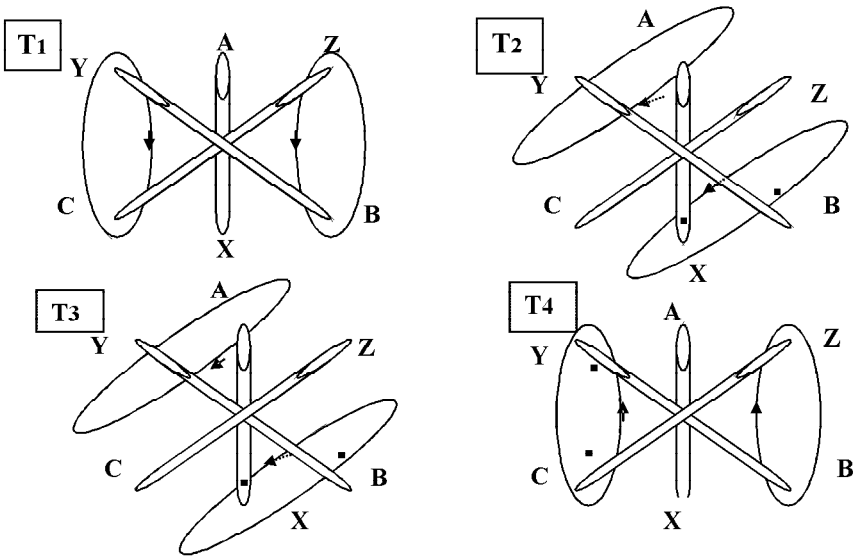
16-rasm. Fazalarning siljish diagrammasi.

a) A, B, C chulg‘am larning aylanish sxemasi.

b) Bu maydon rotor chulg‘am larini kesib o‘tib, unda E_2 EYuKni hosil qiladi:

$$E_2 = 4{,}44 \cdot f \cdot K_2 \cdot W_2 \cdot \Phi,$$

bu yerda: K_2 — rotor chulg‘amining joylashtirish usuliga bog‘liqbo‘lgan chulg‘am koffitsiyenti; W_2 — rotor chulg‘amining o‘ramlari soni.



17-rasm. Vaqtning $T_1 — T_4$ momentlari uchun *A*, *B*, *C* chulg‘amlarning aylanish sxemalari.

Rotor chulg‘am lari qisqa tutashtirilgan bo‘lganligi uchun undan I_2 tok oqib o‘tadi. Bu tok aylanuvchan magnit maydoni bilan o‘zaro ta’sirlashib rotorni aylanuvchan magnit yo‘nalishida aylanishga tortadigan F_Q kuchni hosil qiladi. O‘z navbatida F_Q kuch rotorni aylanishiga majburlaydigan Mayl aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Uning ta’sirida rotor n_2 tezlikda aylana boshlaydi (rotor chulg‘am lari ko‘p bo‘lganligi uchun dvigatelning aylantiruvchi momenti barcha chulg‘am lar aylantiruvchi momentlari yig‘indisiga teng bo‘ladi). Dvigatel rejimida $n_1 > n_2$, ya’ni rotor maydoni statorning aylanuvchan magnit maydonidan orqada qoladi. Agar $n_1 = n_2$ bo‘lsa, rotor stator maydoniga nisbatan harakatlanmaydi, demak uning chulg‘amlarida EYuK va toklar vujudga kelmaydi, ya’ni aylantiruvchi moment bo‘lmaydi va rotorning aylanishi to‘xtaydi. n_1 sinhron tezlik deyiladi, asinxron dvigatellarda rotorning tezligi undan kichik bo‘ladi. Statorning magnit maydoni rotorga nisbatan $n_s = n_2 - n_1$ ayl/minga tezroq aylanadi. Asinxron dvigatellarda rotorning stator maydonidan orqada qolishini sirpanish kattaligi $S = n_s/n_1$ bilan nisbiy birliklarda yoki foizlarda harakterlash qabul qilingan:

$$S,\ (\%) = (n_1 - n_2) \cdot 100\%/n_1$$

Agar rotor to‘xtagan $S = 1$ yoki 100% bo‘lsa, va dvigatel sinxron tezlikka etsa $S = 0$, ya’ni dvigatel rejimida S_0 dan 1 gacha o‘zgaradi.

Agar tashqi aylantirish manbayi orqali rotor stator magnit maydoni yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalishda aylantirilsa, u holda

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} > 1 .$$

Bu rejim elektromagnit tormoz rejimi deyiladi.

Agar rotorni stator magnit maydoni yo‘nalishida $n_2 > n_1$ tezlikka bilan aylantirilsa,

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} < 0 .$$

Bu rejim generator rejimi deyiladi, lekin asinxron dvigatel odatda bu rejimda ishlamaydi.

Dvigatelning ish jarayonida chulg‘am laridagi EYuK va tok chastotasi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$f_2 = \frac{P(n_1 - n_2)}{60} \cdot \frac{n_1}{n_2} = \frac{Pn_1}{60} \cdot S = f_1 S .$$

EYuK esa quyidagiga teng bo‘ladi:

$$E = 4{,}44 \cdot f_2 \cdot W_2 \cdot K_r \cdot \Phi = 4{,}44 \cdot f_1 \cdot S \cdot W_2 \cdot K_r \cdot \Phi = E_2 \cdot S.$$

Rotor chulg‘amining Z_2 qarshiligi aktiv va induktiv tashkil etuvchilarga ega. Induktiv tashkil etuvchi chastotaga bog‘liq, u holda rotor chulg‘amining qarshiligi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + (x^2 \cdot S)} .$$

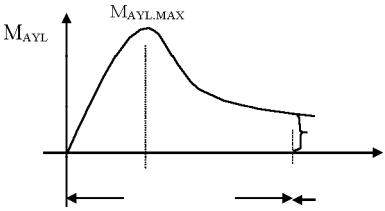
U holda asinxron dvigatel ish jarayonidagi rotor zanjiridagi tok quyidagiga teng bo‘ladi:

$$I_{2S} = E_2 \cdot S / \sqrt{r^2 + x^2 \cdot S} .$$

Dvigatelning aylantiruvchi momenti magnit oqimiga, rotor tokiga bog‘liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$M_{\text{AYL}} = S \cdot \Phi_m \; I_{2s} \cos \varphi_{2s},$$

bu yerda: $\cos\Psi_{2s}$ rotordagi I_{2s} tok va E_{2s} EYuK orasidagi burchak, rotor chulg‘am larining qarshiligi S kattalikka bog‘liqbo‘lganligi uchun I_{2s} ham S kattalikka bog‘liqbo‘ladi; F_m — statorning magnit oqimi; S — fazalar



18-rasm. Aylantiruvchi momentning sirpanishga bog‘liqligi chizmasi.

sonini, juft qutblar sonini, chulg‘am o‘ramlari va uning konstruktiv tuzilishini hisobga oladigan konstruktiv koeffitsiyent.

Shunday qilib, M_{AYL} aylantiruvchi moment S sirpanishga bog‘liq bo‘lgan murakkab funkciyadir. Asinhron dvigatel uchun $M_{AYL} = f(S)$ bog‘liqlikni bilish muhimdir (18-rasm).

Asinhron dvigatel M_{AYL} aylantiruvchi moment yuklamaning M_t tormozlovchi momentiga teng bo‘lganida o‘zgarmas tezlikda barqaror ishlaydi.

Yuklama qanchalik katta bo‘lsa, n_2 shunchalik kichik va M_{AYL} shunchalik katta bo‘ladi. Asinxron dvigatelning barharor ish soqasi $0...S_{max}$ oraliq hisoblanadi. Nominal yuklamada $S = 0{,}03...0{,}05$, ya’ni 3—5%, yuklama ortishi bilan S ortadi, salt ishlashda esa nolga yaqin bo‘ladi. S max...1 oraliq dvigatelning barqaror ish sohasi, ya’ni M_{AYL} momentning juda kichik kamayishida sirpanish keskin ortadi va dvigatel to‘xtaydi.

1.4.2. Sinxron mashinalar

Sinxron mashinalar ham dvigatel, ham generator rejimlarida ishlashi mumkin. Bu mashinalarning afzalliklari shundaki ularda barcha jarayonlar sinxron ($n_1 = n_2$) tezliklarda bo‘lib o‘tadi, ya’ni rotorning aylanishlar soni stator magnit maydoni aylanishlar soniga teng, ya’ni dvigatel uchun $n_1 = n_2 = 60 f_1/p$ bog‘liqlik bajariladi (f_1 ta’minot tarmoqi chastotasi), tashqi aylantirish manbayi orqali aylantiriladigan generator uchun chiqish kattaligi esa ishlab chiqariladigan EYuK ning $f_1 = p\Delta n/60$ (n = rotorning aylanish tezligi) chastotasi hizmat qiladi.

Shundan kelib chiqib, bunday mashinalar sinxron mashinalar deyiladi. hozirgi vaqtdagi deyarli barcha energiya sinhron generatorlardan olinadi. Sinxron generatorni aylantiruvchi birlamchi dvigatelning turiga qarab bir necha turlarga bo‘linadi:

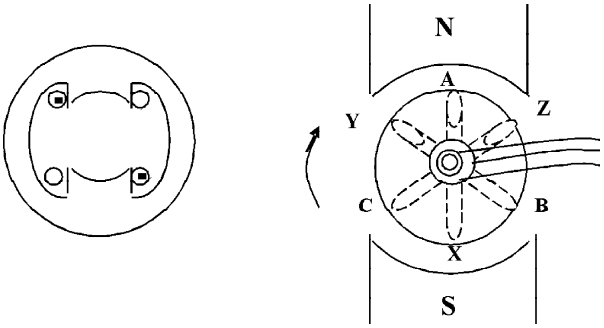
— gidroelektrostansiyalarda; bu yerda birlamchi dvigatel gidroturbina hisoblanadi, qutblari ko‘p sonli yaqqol ko‘rinadigan, kichik tezlikli gidrogeneratorlar ishlatiladi;

— issiqlik elektr stansiyalarida; bu yerda birlamchi dvigatel bug‘ turbinasi hisoblanadi, qutblari kam sonli va yaqqol ko‘rinmaydigan katta tezlikli gidrogeneratorlar ishlatiladi;

— kichik elektr stansiyalarida; masalan aloqa korhonalarining o‘z elektr stansiyalarida; bu yerda birlamchi dvigatel dizel hisoblanadi, qutblari ko‘p sonli va yaqqol ko‘rinadigan, katta va kichik tezlikli dizel generatorlari ishlatiladi;

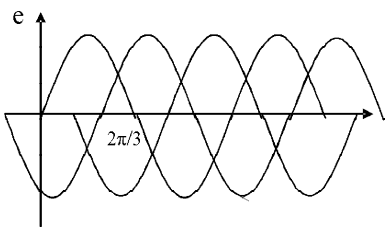
Uch fazali sinxron generatorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Sinxron generator barcha elektr mashinalar kabi stator va rotordan iborat. Sinxron generatorlarning bir necha turlari mavjud. Ulardan birinchisida yaqqol ko‘rinadigan qutblari statorda, uch fazali chulg‘am lari esa rotor ariqchalariga joylashtiriladi. U holda stator elektrotehnik po‘lat plastinalardan yig‘iladi, qutblarga esa qo‘zg‘atishcho‘lami o‘raladi, u o‘zgarmas tokdan ta’minlanadi va mashinada doimiy magnit oqimini hosil qiladi (19-rasm).



19-rasm. Sinxron generatorning ishlash prinsipi.

Rotor faza rotorli asinxron mashinalardagi kabi yasaladi, ya’ni unda ariqchalar o‘yiladi va unga o‘zaro 1200 ga surilgan va ko‘pincha yulduz sxemada ulanadigan uchta g‘altak dan iborat uch fazali chulg‘am joylashtiriladi. Chulg‘am lar ohirlari umumiy nuqtaga, boshlari esa rotor valiga mahkamlangan va bir-birlaridan izolyatsiyalangan uchta halqachalarga ulanadi. Har bir halqacha statorga mahkamlangan qo‘zg‘almas cho‘tka bilan sirpanma kontakt hosil qiladi. Bu cho‘tkalar orqali rotor chulg‘am laridan yuklamaga EYuK uzatiladi (20-rasm).



20-rasm. Sinxron generatorning kuchlanish diagrammalari.

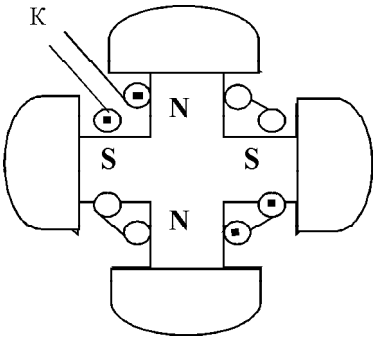
Elektr mashinalarda EYuK induksiyalanadigan jism yakor deyiladi. Bu holda yakor rotor hisoblanadi.

Generatorning ishlash prinsipi quyidagicha. Doimiy magnit (yoki qo‘zg‘atishchulg‘ami hosil qiladigan elektromagnit) qutblari orasiga uch fazali g‘altak lar tizimi joylashtiriladi va tashqi aylantirish manbayi yordamida aylantiriladi. g‘altak lar doimiy magnit maydonida harakatlan-ganida ularda fazasi 2/3 ga, ya’ni davrning 1/3 jismiga surilgan EYuK vujudga keladi. Bu EYuK ning chastotasi $f_1 = p \cdot n/60$, bu yerda n = const bo‘lganida, chastota ham f = const bo‘ladi. Sanoat chastotasini f = 50 Hz olish uchun n = 3000 ayl/min. tezlikni ushlab turish kerak bo‘ladi.

Agar mashinani p = 1 juft qutbli qilib yasalsa, n = 3000 ayl/min. tezlikni, agar mashinani $r > 1$ juft qutbli qilib yasalsa, $n < 3000$ ayl/min. tezlikni ta’minlashi kerak bo‘ladi. Bunday tuzilishdagi mashinani faqat kichik quvvatlarda (15 kW gacha) va kichik kuchlanishlarda (380/220 V) ishlab chiqarish mumkin, chunki yuqori kuchlanishlarni va toklarni harakatlanadigan kontaktlardan olish qiyin.

Qo‘zg‘almas doimiy magnit maydonida uch fazali chulg‘amni aylantirish yoki bu maydonni qo‘zg‘almas uch fazali cho‘lg‘amga nisbatan aylantirish prinsipial farq qilmaydi. Shuning uchun sinxron mashi-naning ikkinchi tuzilishi mavjud bo‘lib, bunda uch fazali yakor chulg‘ami stator ariqchalariga joylashtiriladi, ya’ni stator asinxron mashinadagi kabi bo‘ladi, rotor esa qutblari yaqqol ko‘rinadigan bo‘ladi va uning qutblariga tashqi o‘zgarmas tok manbayidan ta’minlanadigan qo‘zg‘atish chulg‘ami o‘raladi (21-rasm).

Rotorning valiga cho‘tkalar orqali tashqi ta’minot manbalaridan o‘zgarmas tok beriladigan ikkita izolyatsiyalangan halqalar mahkamlanadi.



21-rasm. Sinxron generator rotorining chizmasi.

Rotor aylanadi va mos ravishda statorning magnit maydoni harakatlanadi. Magnit maydoni uch fazali chulg‘am larga nisbatan n tezlikda aylanadi va f = pqn/60 chastotali EYuK induksiyalanadi. Endi esa yuqori kuchlanishlar va toklar qo‘zg‘almas chulg‘am lardan olinadi. Odatda bunday rotorlar $p > 3$ juft qutbli qilib yasaladi, mashinaning tezligini uncha katta bo‘lmagan (n = 1000 ayl/min.) tezlikli qilish mumkin. Agar yuqori tezlikni ta’minlash kerak bo‘lsa (ya’ni $p < 3$ juft qutblar sonini), u holda rotorning mehanik puhtaligini oshirish uchun

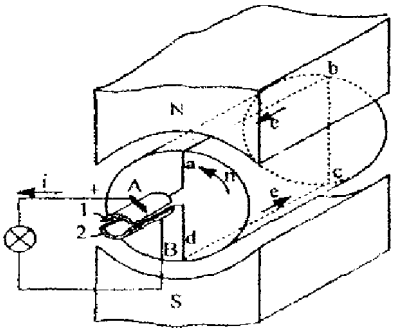
rotor qutblari yaqqol ko‘rinmaydigan tarzda ishlab chihariladi. U silindr shaklida bo‘lib, sirtiga ariqchalar o‘yiladi. Bu ariqchalarga o‘zgarmas tokni o‘tkazadigan va aylanuvchan doimiy magnit maydoni hosil qiladigan qo‘zg‘atishchulg‘ami joylashtiriladi. Odatda qutblari yaqqol ko‘rinmaydigan rotorlar $p = 1$ juft qutbli, ya’ni yuqori tezlikli tarzda ishlab chiqariladi. Har qanday tuzilishdagi sinxron mashinalarning ishlash prinsiplari bir hil.

1.4.3. O‘zgarmas tok mashinalari

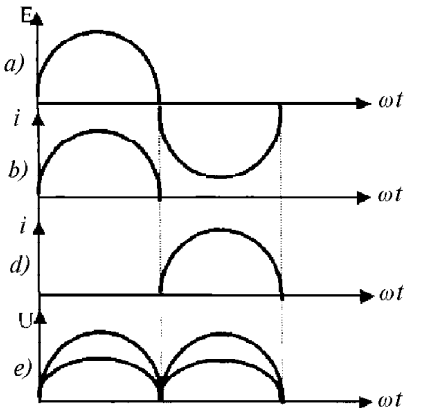
O‘zgarmas tok mashinalari aloqa korhonalarining elektr ta’minoti qurilmalarida zaryad va bufer energiya manbalari, o‘zgarmas kuchlanish elektromagnit o‘zgartirgichlari sifatida uzluksiz ta’minot qurilmalarida keng qo‘llaniladi.

Eng oddiy o‘zgarmas tok generatori doimiy magnit va uning qutblari oralariga joylashtirilgan ramkadan iborat. Ramkaning boshi va ohirining uchlari ikkita 1 va 2 yarim segmentlarga biriktirilgan (22-rasm). Yarim halqalar bilan sirpanuvchan elsktr kontaktta ega bo‘lgan qo‘zg‘almas A va B cho‘tkalarga generatorning yuklamasi ulanadi. Ramka magnit maydon qutblarida orasida aylanganida uning aktiv o‘tkazgichlarida elektromagnit induksiya qonuniga muvofiq o‘zgaruvchan EYuK vujudga keladi.

Agar ramka tekisligi aylanishdan oldin gorizontal holatda bo‘lsa, u holda undagi EYuK nol qiymatdan o‘zgara boshlaydi (23-rasm). Bu EYuK birinchi yarim aylanishda (ramkaning av tomoni shimoliy qutb ta’siri ostida



22-rasm. Eng oddiy o‘zgarmas tok generatori chizmasi



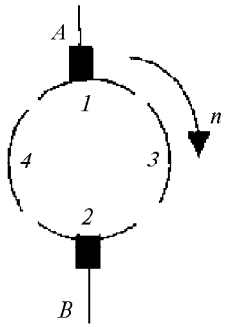
23-rasm. Eng oddiy o‘zgarmas tok generatorining vaqt diagrammalari.

bo‘lish vaqti) maksimal qiymatgacha ortadi va o‘z yo‘nalishini o‘zgartirmagan holda nolgacha kamayadi. Binobarin, ramka zanjiri berk bo‘lganligi uchun bu EYuK ta’sirida yuklamadan tok oqib o‘tadi.

Ikkinchi yarim aylanishda ramkaning ab tomoni janubiy qutb ta’siri ostiga, *cd* tomoni esa shimoliy qutb ta’siri ostiga kiradi. Bu yo‘nalish natijasida ulardagi EYuK teskarisiga o‘zgaradi. Lekin bu bilan birga ab tomonga biriktirilgan *1* yarim halqa *A* cho‘tka ostidan chiqib *B* cho‘tka ostiga kiradi, cd tomonga biriktirilgan *2* yarim halqa esa *B* cho‘tka ostidan chiqib *A* cho‘tka ostiga kiradi. Shunday qilib *A* va *B* cho‘tkalar vaqtning istalgan momentida mos ravishda mos qutbda EYuK induksiyalangan o‘tkazgich bilan bog‘lanadi. Buning natijasida yuklamada tok bir yo‘nalishda oqib o‘tadi va ikkinchi yarim davrda birinchi yarim aylanishdagi o‘zgarish takrorlanadi. Ramkaning bir marta to‘liq aylanishida tokning o‘zgarish qonuni 23-rasmda ko‘rsatilgan tartibda bo‘ladi. Ramkaning keyingi aylanishlarida jarayon takrorlanadi va yuklama orqali bir yo‘nalishdagi pulslanuvchi tok oqib o‘tadi. Cho‘tkalardagi kuchlanish tok shaklini takrorlaydi.

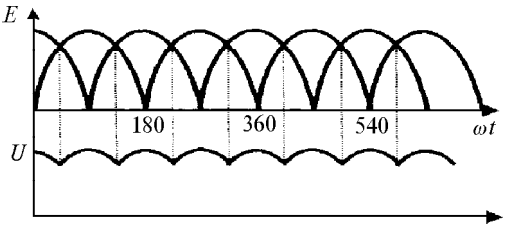
Generator qisqichlaridagi to‘g‘rilangan kuchlanish aylanuvchan yarim halqalar va qo‘zg‘almas cho‘tkalar yordamida olinadi. Biroq, 23-rasmdan ko‘rinadiki, yuklamadagi tok va kuchlanish to‘g‘rilangan hisoblansada kattaligi jixatidan o‘zgarmas emas.

To‘g‘rilangan tokning o‘zgarmas bo‘lishiga birinchi yaqinlashishda magnit qutblari oralariga birinchisiga nisbatan 90° burchak ostida joylashtirilgan ikkinchi o‘hshash ramka kiritiladi. Har bir ramkaning boshi va uchlari to‘rt yarim halqalarning biriga mustahkam biriktiriladi (24-rasm).



24-rasm. Eng oddiy o‘zgarmas tok generatorida ramkalar sonining oshirilishi.

To‘g‘rilangan tokning o‘zgarmas bo‘lishiga birinchi yaqinlashishda magnit qutblari oralariga birinchisiga nisbatan 90° burchak ostida joylashtirilgan ikkinchi o‘hshash ramka kiritiladi. Har bir ramkaning boshi va uchlari kontakt yarim halqalarning biriga mustahkam biriktiriladi. *A* va *B* cho‘tkalar dastlabki holatida qoladi. Bir-biridan 90° ga surilgan ramkalar aylanganda ularda sinusoidal EYuK vujudga keladi. Har bir ramkaning bir marta aylanishida *1—2* va *3—4* yarim halqalar juftligi cho‘tkalar bilan ikki marta ishqalanadi. Buning natijasida yuklamadagi kuchlanish ramkalardagi EYuK lardan tashkil topadi (25-rasm). Ramkalardagi EYuK to‘g‘rilanadigan *1*, *2*, *3* va *4* yarim halqalar kollektor deyiladi 25-rasmdan ko‘rinadiki, olingan tok va kuchlanish kattaligi

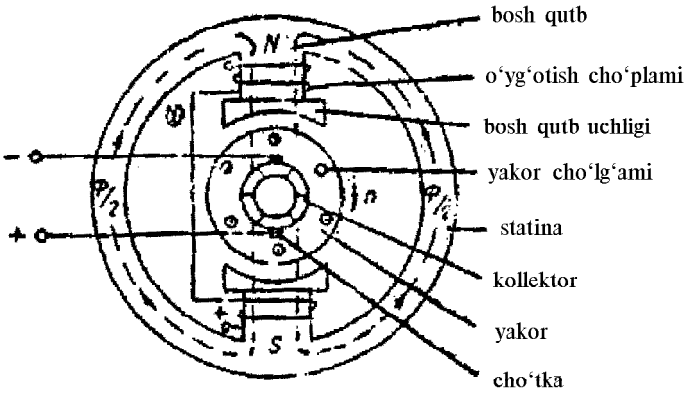


25-rasm. Eng oddiy o‘zgarmas tok generatorida ramkalar soni oshirilgandagi kuchlanish va tok diagrammalari.

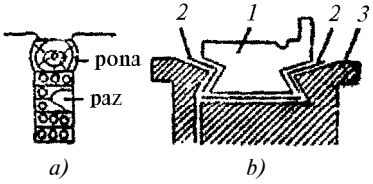
jixatidan sezilarli kichik tebranishga ega. Agar mana shu prinsip buyicha qutblar oraliqidagi ramkalar soni ko‘paytirilsa, cho‘tkalardagi kuchlanish va yuklamadagi tokni deyarli o‘zgarmas olish mumkin.

Eng oddiy o‘zgarmas tok generatori kator mavjud kamchiliklarga ega, undagi magnit oqimi kuchsiz, o‘tkazgichning aktiv uzunligi kichik, buning natijasida generator qisqichlaridagi kuchlanish kattaligi jixatdan va shaklan pul'satsiyasi talab kilingan darajada bo‘lmaydi. Zamonaviy generatorlar konstruksiyasi bu kamchiliklarni to‘g‘rilash imkonini beradi (26-rasm).

Zamonaviy generator, qo‘zg‘almas jism-statina va aylanuvchan jism yakordan iborat. Stanina yirik mashinalar uchun po‘latdan, kichik mashinalar uchun cho‘yandan yasaladi va unga qutblarning o‘zaklari o‘rnatiladi. Bosh qutb stanina ning ichki sirtiga o‘rnatilgan bo‘lib, unga qo‘zg‘atishchulg‘am lari o‘ralgan. Bosh qutb mashinaning asosiy magnit



26-rasm. O‘zgarmas tok generatori.



27-rasm. O‘zgarmas tok generatorining chulg‘amining tuzulishi.

maydonini hosil qiladi. Magnit maydonini tekis tarkalishi uchun bosh qutbga uchlik o‘rnatilgan. Yakor silindrsimon o‘zak bo‘lib, o‘qqa o‘rnatiladi. Yakor qalinligi 0,35 yoki 0,5 mmli elektrotehnik po‘lat plastinalar to‘plamidan tayyorlanadi. Uyurma toklarga bo‘ladigan kuvvat isrofini kamaytirish maqsadida plastinalar bir-birlaridan izolyatsiya qilinadi. Aylanuvchi yakorning chulg‘amlarida o‘zgaruvchan EYuK hosil qilinib, kollektor va cho‘tkalar yordamida generatordan o‘zgarmas tok olinadi. Yakor chulg‘ami izolyatsiyalangan mis simdan iborat bo‘lib, u alohida-alohida seksiya qilinib yasalgandan so‘ng yakorning o‘zagidagi ariqchalarga joylashtirladi. Chulg‘am yakorning o‘zagidan yahshilab izolyatsiya qilinadi va mahsus yog‘och ponalar yordamida ariqchalarga mahkamlanadi (27-rasm). Chulg‘am ning uchlari kollektor plastinalariga biriktiriladi. Kollektor silindr shaklida bo‘lib, misdan yasalgan alohida-alohida plastinalardan iboratdir. Korpusdagi tutqichga o‘rnatilgan cho‘tkalar yordamida kollektordan tok olinadi. Cho‘tkalar ko‘mir, grafit, mis yoki bronzadan yasaladi.

Agar yakor chulg‘ami, cho‘tkalar va kollektorlar kontaktlari qarshiliklaridan iborat bo‘lgan mashinaniig ichki qarshiligini gya orqali belgilasak, u holda yakordagi tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{yu} = E + (R_i/R_{yu})$$

$I_{yuq} R_{yu} = U$, (U — yuklangan generator qisqichlaridagi kuchlanish) ekanligini hisobga olsak, generator EYuKlari muvozanat tenglamasini olamiz:

$$U = E - I_{yuq} R_i$$

O‘zgarmas tok generatorlarining hususiyatlari ularning qo‘zg‘atish sxemasiga qarab, ya’ni tok bosh qutbning qo‘zg‘atish chulg‘amlariga qanday berilishiga qarab turlicha bo‘ladi.

O‘zgarmas tok generatorlari magnit maydoni qo‘zg‘atish usuliga qarab mustaqil qo‘zqatishli va o‘z-o‘zidan qo‘zqatishli bo‘ladi.

Mustaqil qo‘zqatishli generatorlarning qo‘zg‘atish chulg‘amlariga beriladigan tok tashqi manbadan (akkumulyator yoki boshqa generator) olinadi. O‘z-o‘zidan qo‘zqatishli generatorlarning qo‘zg‘atish chulg‘amlariga beriladigan tok bevosita generatorning o‘zidan-yakoridan olinadi. O‘z-o‘zidan qo‘zqatishli generatorlar 3 hil bo‘ladi:

a) parallel qo‘zqatishli yoki shunt qo‘zqatishli generatorlar;
b) ketma-ket qo‘zqatishli series generatorlar;
d) aralash qo‘zqatishli yoki kompaund generatorlar.

Parallel qo‘zqatishli generatorlarda qo‘zg‘atish chulg‘ami yakor chulg‘amiga parallel ulanadi. Ketma-ket qo‘zqatishli generatorlarda esa qo‘zg‘atish chulg‘ami yakor chulg‘amiga ketma-ket ulanadi. Aralash qo‘zqatishli generatorlarning qo‘zg‘atish chulg‘ami ikkita bo‘ladi. Biri yakor chulg‘amiga parallel, ikkinchisi esa yakor chulg‘amiga ketma-ket ulanadi.

Mustaqil qo‘zqatishli o‘zgarmas tok generatorlarining kamchiligi qo‘-shimcha energiya manbayining zarur bo‘lishidir.

II BOB. ELEKTR MANBA TURLARI

2.1. O‘ZGARMAS TOK MANBALARI

Aloqa apparaturalarini elektr ta’minoti uchun asosan ikki turdagi kimyoviy tok manbalari qo‘llaniladi:

1. Galvanik elementlar (GE)

Bu bir marotaba ishlatiladigan tok manbayi hisoblanadi. GE larda qayta tiklanmaydigan elektraximik jarayonlar hosil bo‘ladi ya’ni razryadlanish vaqtida hosil bo‘lgan kimyoviy element oldingi holatga qaytish imkoniyatiga ega emas. GE larni elektr toki orqali zaryadlab bo‘lmaydi.

2. Akkumulyatorlar

Akkumulyatorlar kop marotaba ishlatiladigan manba hisoblanadi. Akkumulyatorlarda qayta tiklanadigan elektrximik jarayonlar sodir bo‘ladi, ya’ni razryadlanish vaqtida hosil bo‘lgan kimyoviy element oldingi holatiga qaytish imkoniyatiga ega. Bu holat akkumulyatorlarni elektr to‘ki bilan zaryadlash orqali amalga oshiriladi.

2.1.1. Galvanik elementlar (GE)

GE larni marganetsli-sinkli (MS) va havo marganetsli-sinkli turlari qo‘llaniladi. Konstruksiyasi bo‘yicha bu elementlar silindrik, galetli va to‘g‘ri burchaklilarga bo‘linadi. Silindrik elementlarni idishi sinkdan bo‘lib manfiy elektrodni hosil etadi. Musbat elektrod sifatida ko‘mir sterjeni qo‘llaniladi. Bu sterjen atrofida aktiv material aglomerat joylashtiriladi. Aglomerat, marganes va grafitdan tashkil topgan. Aglomerat nashatir bilan shimdirilgan musbat elektrod sink idishni ichiga joylashtiriladi. Oradagi bo‘shliq quyiltirilgan nashatir bilan to‘lldiriladi va u elektrolidni hosil qiladi.

Galet turdagi elementlar idishga ega emas. Musbat elektrod brinet ko‘rinishida tayyorlanadi, manfiy elektrod vazifasini sink idish bajaradi. Elektrodlar orasiga nashatir simdirilgan karton o‘rnatiladi. Havo marganetsli, sinkli elementlarda marganets bilan bir qatorda kislarod ishlatiladi. Bu kislarod havodan olinadi.

2.1.2. Akkumulyatorlar

Akkumulyatorlar bu ko‘p marotaba ishlatiladigan manba hisoblanadi. Agar manba bitta elementdan tashkil topgan bo‘lsa akkumulyator deyiladi. Agar manba bir necha elementlardan tashkiltopgan bo‘lsa akkumulyator batareyasi (AB) deyiladi.

Akkumulyatorlar tarkibi bo‘yicha kislotali (qo‘rg‘oshinli) va ishqoriylarga bo‘linadi.

Kislotali akkumulyatorlar

Kislotali akkumulyatorlar quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan.

Idish, elektrodlar, elektrolid, izolyator.

Idish shisha va plastmas materilallardan bo‘lishi mumkin.

Izolyator musbat va manfiy elektrodlar oralig‘ida joylashgan bo‘lib, qisqa tutashuvdan saqlash uchun o‘rnatiladi.

Elektrodlar (plastinalar) musbat va manfiylarga ajraladi.

Manfiy elektrod qo‘rg‘oshindan (Pb)

Musbat elektrod qo‘rg‘oshin oksididan (PbO_2)

Elktrolid sulfat kislotasi (H_2SO_4) va disterlangan suvdan tashkil topgan.

Elektrolitni tayyorlashda ebonite, keramika idishlaridan foydalaniladi.

Shisha idishni qo‘llab bo‘lmaydi chunki ular qizish natijasida yorilishi mumkin.

Elektrolid tayyorlashda birinchi galda idishga disterlangan suv quyiladi, so‘ngra astalik bilan sulfat kislotasi quyiladi.

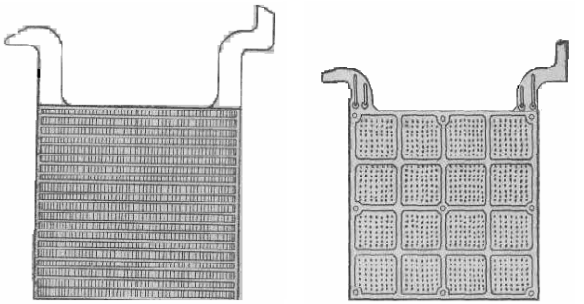
Akkumulyatorlarni ishlash prinsipini elektroliz hodisasiga asoslangan.

Elektroliz bu molekulalarni musbat va manfiy ionlarga ajralishidir.

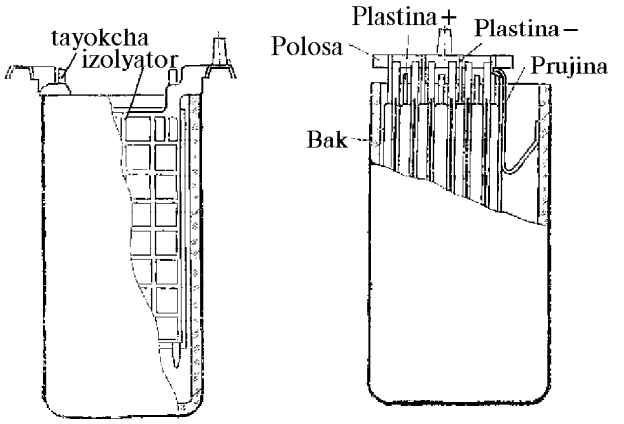
Akkumulyatordagi razryadlanish va zaryadlanish jarayoni quydagi tenglik bilan ko‘rsatish mumkin.

$$Pb^{-} + PbO_2^{+} + 2SO_4 \underset{\text{Zaryad}}{\overset{\text{Razryad}}{\rightleftharpoons}} Pb^{-}SO_4 + Pb^{+}SO_4 + 2H_2O$$

Razryadlangan akkumulyatorlar to‘g‘rilagich qurilmalari orqali zaryadlanadi.



a) *b)*



d)

28-rasm. Kislotali akkumulyator:
a — manfiy elektrod; *b* — musbat elektrod; *d* — umumiy ko‘rinish.

Ishqoriy akkumulyatorlar

Ishqoriy akkumulyatorlarni quydagi turlari mavjud:

1. KN — Kadmiy nikelli;
2. TN — Temir nikelli;
3. S, TS — Kumush sinkli.

Ishqoriy akkumulyator quydagi asosiy qismlardan iborat.

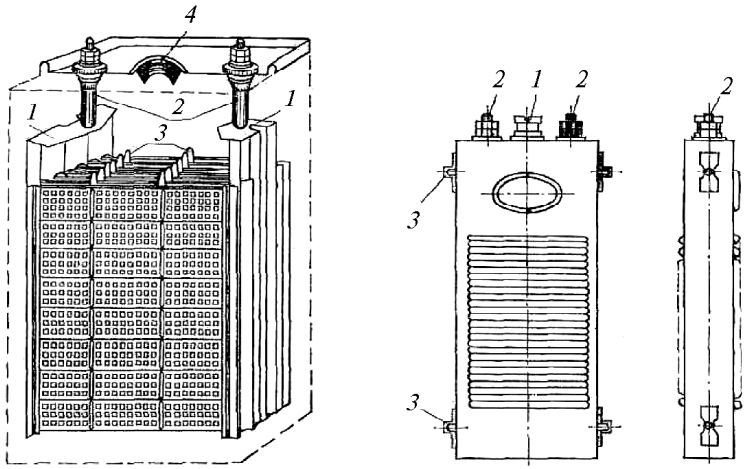
Po‘lat idish, musbat va manfiy elektrodalar, ebonit tayoqchalar, (izolyator) va elektrolit.

TN va KN turdagi akkumulyatorlarni musbat elektrodlari grafit bilan aralashtirilgan nikel oksididan tashkil topgan.

KN akkumulyatorlarni manfiy elektrodi kadmiydan, TN akumulyatorlarni manfiy elektrodi temirdan iborat.

Elektrolit sifatida kaliy yoki natriyni suv aralashmasi qo‘llaniladi.

Ebonit tayoqchalar musbat va manfiy elektrodlar orasiga o‘rnatilib izolyator vazifasini bajaradi.



a) *b)*

29-rasm.

Akkumulyator xonalarga qo‘yilgan talablar va texnik havtsizlik qoidalari:

Akkumulyator batareyalari mahsus alohida ajratilgan xonalarda o‘rnatiladi. Bunga sabab akkumulyatorlarni zaryadlash vaqtida portlovchi havfli gazlar hosil bo‘ladi. Bundan tashqari kislotali akkumulyatorlardan sulfat kislotali tuman ajralib chiqadi. Bu tuman ishchi hodimlar va qurilmalar uchun havfli hisoblanadi. Kislotali va ishqoriy akkumulyatorlar bitta honaga o‘rnatish man etiladi. Akkumulyatorlar xonasi boshqa xonalardan 1,5 m^2 maydonga ega bo‘lgan tambur bilan ajratilgan bo‘lishi kerak. Akkumulyator xonasi yonida distilyator xonasi mavjud. Bu xonada elektrolid tayyorlash uchun kerak bo‘lgan komponentlar (Kislota, disterlangan suv, ishqor, zahira qismlari) saqlanadi. Pol betondan bo‘lib, yuza qismi kislotaga va ishqorga chidamli material bilan qoplangan bo‘lishi

kerak. Xona derazalari hovli tomonda bo‘lishi va matli oyanalar yoki och rangga bo‘yalgan oynalar bo‘lishi kerak.

Devor, potalok, oyna romlari, ventilyatsiya karobkalari, stelajlar kislota yoki ishqorga chidamli materiallardan tayyorlanishi kerak.

Akkumulyator xonasida ulab uzgichlar, rozetkalar o‘rnatilishi qatiyan man etiladi.

Yorug‘lik lampalari mahsus qobiq bilan himoyalangan bo‘lishi kerak, xona ventilyatsiya bilan ta’minlangan bo‘lishi shart.

Akkumulyatorlar stelajlarga joylashgan bo‘ladi. Stelajlar yog‘och yoki metaldan bo‘lishi mumkin. Stellajlar bir qavatli, ikki qavatli, bir qatorli va ikki qatorli bo‘lishi mumkin.

Akkumulyatorlarni ishlatishda va ular hizmat ko‘rsatishda texnik eksplotatsiya va texnik havsizlik qoidalariga rioya qilish kerak.

Birinchi galda akkumulyator xonasini ishchilari mahsus kiyim va himoya vositalari bilan ta’minlanishi kerak.

Akkumulyatorlarni zaryadlashda va battareyalarni tuzatishda respiratorlardan foydalanish kerak.

Kislota ishqor yoki elektrolit bilan ishlaganda rezina qo‘lqoplar, rezina kalishlar, rezina fartuk va himoya ko‘zoynaklaridan foydalanish kerak bo‘ladi.

Agarda tashqi ochiq qismlarga kislota yoki ishqor tegsa zudlik bilan zararlangan joyni avval suv bilan so‘ngra neytralantiruvchi suyuqlik bilan yuvish kerak. Kislota solingan butilka yoki kanistra zambillarda (nosilkalarda) ikki kishi bo‘lib tashish tavsiya etiladi. Butilka yoki kanistralarni qo‘lda yoki belda tashish man etiladi. Qattiq ishqorlarni qo‘l bilan olish man etiladi buning uchun pinsetlar mavjud. Akkumulyator xonalarida ovqatlarni, ichimlik suvlarini saqlash man etiladi.

III BOB. ELEKTR ENERGIYANI O‘ZGARTIRISH

3.1. TO‘G‘RILAGICHLARNING TURLARI VA TASNIFI

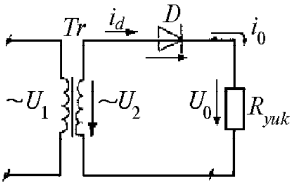
O‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka o‘zgartiruvchi to‘g‘rilagichlarning ko‘plab turlari mavjud. Quyidagi sxemalarda ularning keng tarqalgan turlari keltirilgan. Bularni tartib bilan o‘rganish uchun ular quyidagi belgilarga asosan tasniflanadi:

— faza kuchlanishining har bir yarim davrida yuklamadan oqadigan tokning xarakteriga qarab;

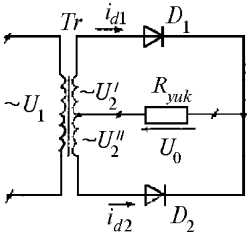
— o‘zgaruvchan kuchlanishning fazalar soniga qarab;

— manbaning fazalar soniga qarab.

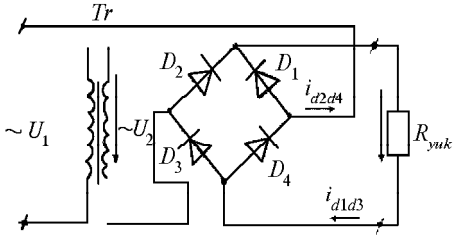
Birinchi turdagi to‘g‘rilagichlarga bitta yarim davrli to‘g‘rilagich-kiradi (30-*a*, *b*, *d* rasm).



a) bitta yarim davrli to‘g‘rilagich



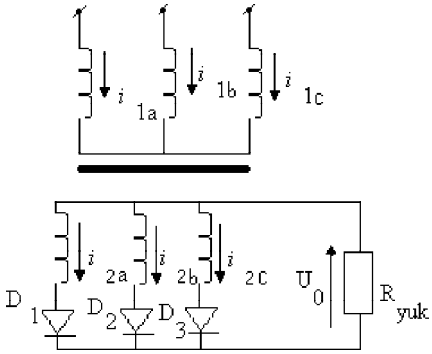
b) ikkita yarim davrli to‘g‘rilagich



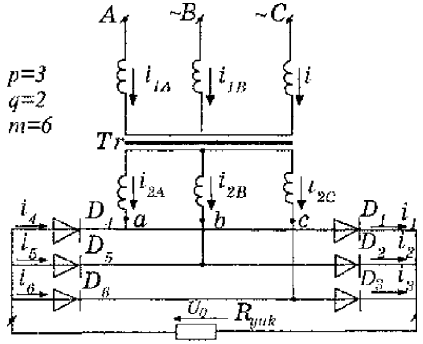
d) ikkita yarim davrli ko‘prikli to‘g‘rilagich

30-rasm.

31-rasmda uch fazali nol chiqishli to‘g‘rilagich keltirilgan.

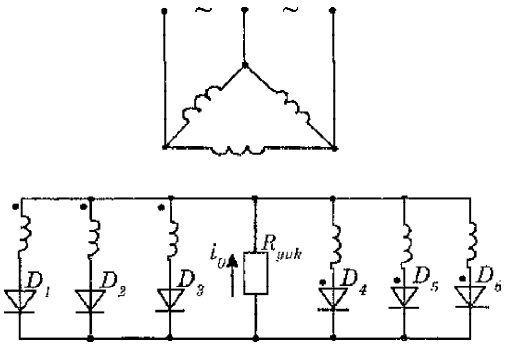


31-rasm.



32-rasm. Uch fazali ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagich

To‘g‘rilagichlar ishlayotgan tarmog‘iga qarab bir fazali va uch fazali to‘g‘rilagichlarga bo‘linadi. Katta quvvatli to‘g‘rilagichlarda sun’iy ravishda olti fazali to‘g‘rilagichlar ishlatiladi (32, 33-rasmlar).



33-rasm. Olti fazali to‘g‘rilagich.

To‘g‘rilagichlarda to‘g‘rilangan kuchlanishning fazalar sonini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$m = n \cdot q.$$

Bu yerda: m — to‘g‘rilangan fazalar,
n — to‘g‘rilanuvchi kuchlanishning fazalar soni,
q — yarim davrlar soni.

To‘g‘rilagich qurilmasi chiqish parametrlari, ventil parametrlari, to‘g‘rilash sxemalari va transformator parametrlari bilan xarakterlanadi.

Chiqish parametrlari quyidagilar:

— to‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati — U_0;

— to‘g‘rilangan tokning o‘rtacha qiymati — I_0;

— to‘g‘rilangan tok zanjiridagi quvvat — $P_0 = U_0 I_0$.

Pulsatsiya koeffitsiyenti K_p to‘g‘rilangan kuchlanishning ta’sir etuvchi o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi U_m ni to‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati U_0 ga nisbatiga tengdir, ya’ni

$$K_p = K_{pk} = U_{mk} / U_0,$$

bu yerda: k — garmonika tartibi.

Transformatorning parametrlariga quyidagilar kiradi:

— transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg‘amidagi tok va kuchlanishning haqiqiy qiymati (I_1, I_2, U_1, U_2);

— birlamchi chulg‘amdagi quvvat $S_1 = m_1 \cdot I_1 \cdot U_1$;
— ikkilamchi chulg‘amdagi quvvat $S_2 = m_2 \cdot I_2 \cdot U_2$;
— transformator quvvati $S_{tr} = (S_1 + S_2)/2$;
— birlamchi chulg‘amning foydali ish koeffitsiyenti $K_1 = R_0/S_1$;
— ikkilamchi chulg‘amning foydali ish koeffitsiyenti $K_2 = R_0/S_2$;
— transformatorning foydali ish koeffitsiyenti $K_{tr} = R_0/S_{tr}$; (m_1 m_2 — birinchi va ikkinchi chulg‘amning fazalar soni).

Diodlarning parametriga quyidagilar kiradi:
— ventil tokining o‘rtacha, ta’sir etuvchi va amplituda qiymati (I_{or}, I_0, I_m);
— teskari kuchlanishning maksimal qiymati $U_{\text{tsk}\cdot\max}$.

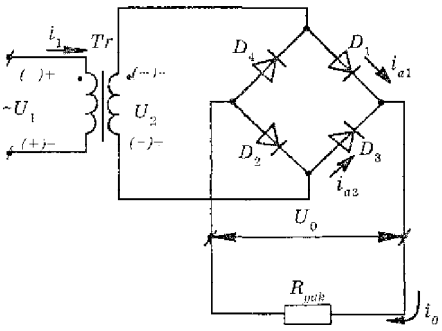
Hozirgi vaqtda sanoatda diodning uch turi ishlab chiqarilyapti:
— selenli;
— germaniyli;
— kremniyli.

Selenli ventillar aluminiy asosda tayyorlanadi. Ularning teskari kuchlanishi 20 yo 45 V.

Germaniyli ventillar suvli sovitgichlar bilan tayyorlanadi: ВГВ-200, ВГВ-500, ВГВ-1000 larning to‘g‘ri toki 50÷150 A gacha, teskari toki 20 yo 30 mA, teskari kuchlanishi bir necha yuz voltga boradi, FIK 0,98 ga teng.

Kremniyli ventillar havo orqali sovitiladi. Ularning В va ВЛ seriyalari mavjud. To‘g‘ri tok — 800 A gacha, ВВ va ВЛВ da to‘g‘ri tok — 1250 A gacha boradi. U_{tesk} ruxsat berilgan kuchlanish — 100 V yo 1500 V gacha; teskari tok I_{tesk} = 1 yo 5 mA gacha. Kremniyli D203 va D226 turdagi ventillardan oqadigan to‘g‘ri tok 0,1 yo 10 A gacha. Teskari kuchlanish — 600 V gacha.

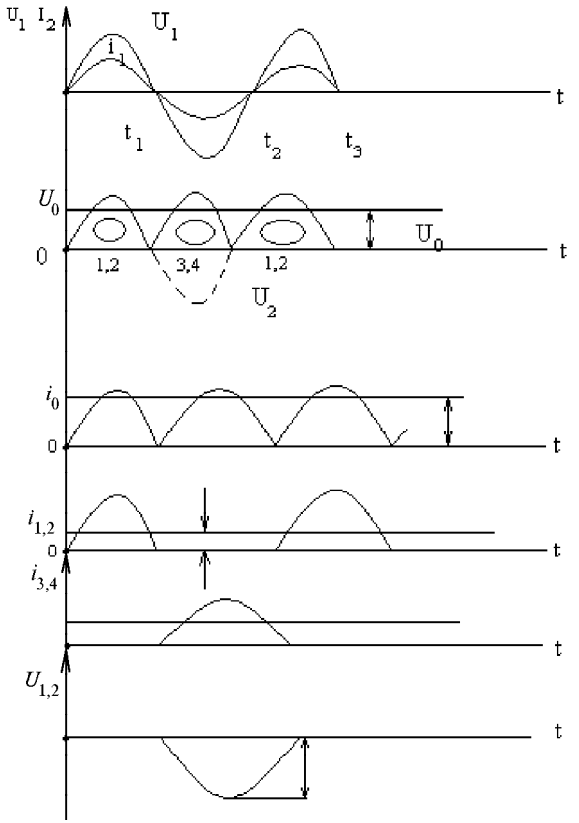
3.2. BIR FAZALI KO‘PRIKSIMON TO‘G‘RILAGICH



34-rasm.

To‘g‘rilagichning bir fazali ko‘priksimon sxemasi transformator va to‘rtta dioddan tashkil topgan (34-rasm).

Yuklamani aktiv qarshilikdan iborat deb qaraymiz va ishlash prinsipini o‘rganamiz. Chiqishdagi kuchlanish U_0 xuddi to‘g‘irlagichning nol chiqishli ikki yarim davrli sxemasidan chiqadigan kuchlanishga o‘xshab bir tomonli kuchlanishdan iboratdir (35-rasm).



35-rasm.

D_1, D_2 diodlar $0 - t_1$ vaqt oralig‘ida ochiq, chunki U_2 kuchlanish musbat yarim davrli kuchlanishdan iborat. Shuning uchun xuddi shu davrda musbat yarim davrli kuchlanish U_0 chiqishda hosil bo‘ladi. D_1, D_2 ochiq diodlar transformatorning ikkilamchi chulg‘amini R_{yuk} yuklama bilan bog‘laydi va chiqishdagi U_0 kuchlanishning kattaligi va qutbi U_2 kuchlanish bilan mos keladi. U_1 kuchlanishda manfiy yarim davr kelganda transformatorning ikklamchi chulg‘amida U_2 teskariga o‘zgaradi ($t_1 - t_2$, vaqt oralig‘ida). Bu kuchlanishning ta’sirida D_3, D_4 diodlar ochiq, tok o‘tadi, natijada to‘g‘rilagichning chiqishida xuddi avvalgiga o‘xshagan bir tomonli kuchlanish hosil bo‘ladi. Avvalgi yarim davrdagi kuchlanishning amplitudasi, shakli navbatdagiga o‘xshagan bo‘lganligi uchun chiqish kuchlanishining o‘rtacha qiymati U_0 orqali aniqlanadi.

To‘g‘rilangan kuchlanishning o‘rtacha qiymati U_0 bilan transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi ta’sir etuvchi kuchlanish orasidagi munosabat ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagichdagiga o‘xshagan bo‘ladi, ya’ni $U_0 = 0{,}9 \cdot U_2$.

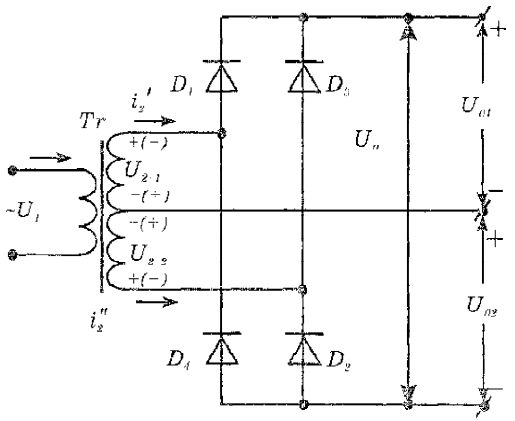
Yuklamadan oqayotgan I_0 tok navbatma-navbat D_1, D_2 va D_3, D_4 diodlardan oqadi, shuning uchun har bir dioddan oqadigan ortacha tokning qiymati $I_{o'rt} = I_0/2$.

Yopiq dioddagi teskari kuchlanishning maksimal qiymati:

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \frac{\pi}{2} \cdot U_0$$

Bu kuchlanish nol chiqishli ikki yarim davrli to‘g‘rilagichnikidan ikki barobar kichkina. Bu sxemada diodlarning soni ko‘pligiga qaramasdan avvalgi sxemaga nisbatan sodda tuzilgan va teskari kuchlanishning maksimal qiymati kichkina bo‘lganligi uchun bular kichik va o‘rta quvvatli to‘g‘rilagichlarda ishlatiladi.

36-rasmdagi sxemada transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi nol chiqishga nisbatan ikkita har xil ishorali kuchlanish olinadi, ya’ni U_{01}, U_{02}. Bu sxema ikkita nol chiqishli ikki yarim davrli to‘g‘rilaglchlarni birlashtirishdan hosil bo‘lgan deb qarash mumkin (biri D_1, D_2 diodlar, ikkinchisi D_3, D_4 diodlar orqali).



36-rasm.

Chiqishdagi kuchlanishlar U_{01}, U_{02} bir-biriga, ya’ni $U_0/2$ ga teng bo‘ladi. Bu sxemaning ishlash jarayoni esa ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagichning ishlash prinsipiga o‘xshab ishlaydi.

Chiqishda sifatli o‘zgarmas kuchlanish olish uchun U_{01} va U_{02} chiqish kuchlanishi va yuklama oralig‘iga silliqlovchi filtrlar ulanadi. To‘g‘rilagichning ikkala chiqishiga yuklama ulansa, albatta, transformatorning birinchi chulg‘ami biroz zo‘riqishi mumkin, ammo bu zo‘riqish katta ta’sir kuchiga ega emas.

3.3. KUCHLANISHNI OSHIRUVCHI TO‘G‘RILAGICHLAR

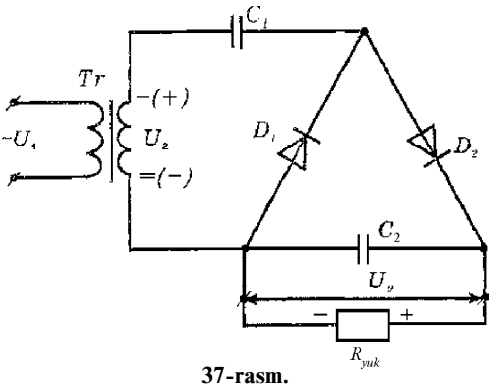
Bu xildagi to‘g‘rilagichlar yuqori kuchlanish va kichik tokda ishlaydigan yuklamalarga manba sifatida xizmat qiladi, ular yuklamaga 1 kV gacha kuchlanish kerak bo‘lganda ishlatiladi.

Bu xildagi to‘g‘rilagichlarning ishlash prinsipi quyidagicha: to‘g‘rilagichga ulangan chiqish sig‘imi bir yoki bir nechta bo‘lib, ishlash jarayonida sig‘imga yig‘ilgan kuchlanish yuklamaga beriladi, ya’ni elektr energiya yuklamaga razryadlanadi.

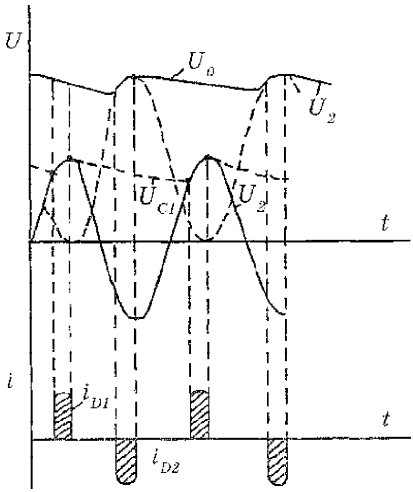
Kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘rilagichlar simmetrik va nosimmetrik guruhlarga bo‘linadi. Kuchaytirishni karrali ko‘paytirish cheklangan emas, ammo amaliy jihatdan $2 \div 10$ baravar bo‘lishi mumkin. Xususiy hollarda yuklama kam tok iste’mol qilganda ($I_{yuk} = 0{,}5 \div 2\mu A$, $U_0 = 10 \div 100$ kV) karrali oshirish 100 gacha borishi mumkin.

37-rasmda kuchlanishni ikki baravar oshiruvchi nosimmetrik to‘g‘rilagichning prinsipial sxemasi, 38-rasmda tok va kuchlanishlar vaqt diagrammasi keltirilgan.

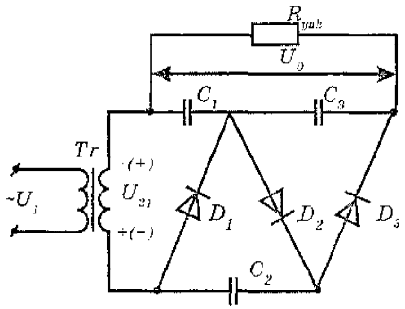
Sxemaning ishlash prinsipi quyidagicha: birinchi yarim davrda kuchlanish U_2 bo‘lganda tok D_1 diod orqali o‘tib C_1 sig‘imni zaryadlaydi. Bu jarayon tok uzulguncha davom etadi. Ikkinchi yarim davrda U_2 teskari yarim davrga o‘zgarganda kuchlanish U_{c1} va U_2 qo‘shiladi va D_2 orqali C_2 sig‘im maksimal.



37-rasm.



38-rasm.



39-rasm.

$U_0 \approx 2U_{2m}$ kuchlanish yig‘indisi bilan zaryadlanadi. Diod D_2 yopilganda sig‘im C_2 yuklamaga razryadlanadi. Bu jarayon har yarim davrda qaytariladi va yuklamadagi I_{yuk} toki I_{zar} zaryad tokidan kichkina bo‘ladi.

39-rasmda kuchlanishni uch baravar oshiruvchi to‘g‘rilagichning prinsipial sxemasi keltirilgan.

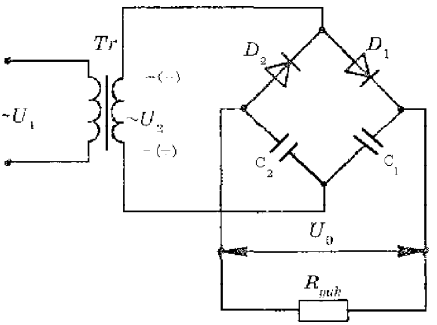
Birinchi yarim davrda C_1 sig‘im D_1 diod orqali $U_{C_1} = U_{2m}$ qiymatgacha zaryadlanadi. Ikkinchi yarim davrda C_2 sig‘im D_2 orqali $U_{C_2} = U_2 + U_{C_1}$ qiymatgacha zaryadlanadi. Uchinchi yarim davrda C_1 sig‘im D_1 diod orqali yana zaryadlanadi, D_2 diod esa yopiq va C_2 sig‘im D_3 diod orqali C_3 sig‘imga $U_{C_3} = U_{2m} + U_{C_2}$ kattalikkacha razryadlanadi. C_1 sig‘imning razryadlanishi tamom bo‘lgandan so‘ng yuklamadagi kuchlanish kuchlanishlar yig‘indisi $U_{C_1} + U_{C_2}$ ga yoki $3U_{2m}$ ga teng bo‘ladi. Kuchaytiruvchi zvenoning soni n ga teng bo‘lsa, u vaqtda $U_n = n \cdot U_{2m}$. Yuklamadagi kuchlanish n yarim davrdan tashkil topgan bo‘ladi. Bu sxemada hamma diodlarning teskari kuchlanishi $U_{tesk} = 2U_{2m}$. Sig‘imdagi kuchlanish $2U_{2m}$ dan oshmaydi.

Kuchlanishni ikki baravar oshiruvchi simmetrik to‘g‘rilagich sxemasi 39-rasmda, tok va kuchlanish diogrammasi 38-rasmda keltirilgan.

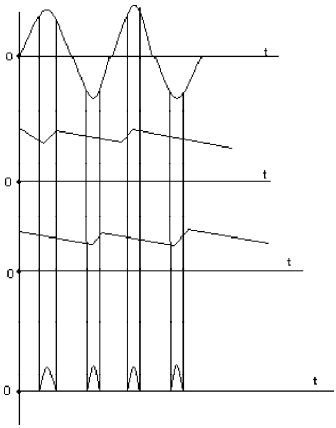
Birinchi yarim davrda D_1 diod ochiq va C_1 sig‘im zaryadlanadi. Ikkinchi yarim davrda C_2 sig‘im D_2, diod orqali zaryadlanadi. Yuklamadagi kuchlanish U_0 birinchi va ikkinchi sig‘imdagi kuchlanishlar yig‘indisiga teng: $U_0 = U_{C_1} + U_{C_2}$ yuklamadagi to‘g‘rilangan kuchlanish pulsatsiya chastotasi tarmoqdagiga nisbatan ikki baravar ko‘p bo‘ladi (40-rasm): $f_p = 2f_t$.

Kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘irlagich 42-rasmda ko‘rsatilgan.

Sxemaning ishlash prinspi quydagicha: 1-yarim davrda musbat patensial transformatorning ikkilamchi chulg‘amning «*b*»nuqtasida bo‘lsa, D_1 diod

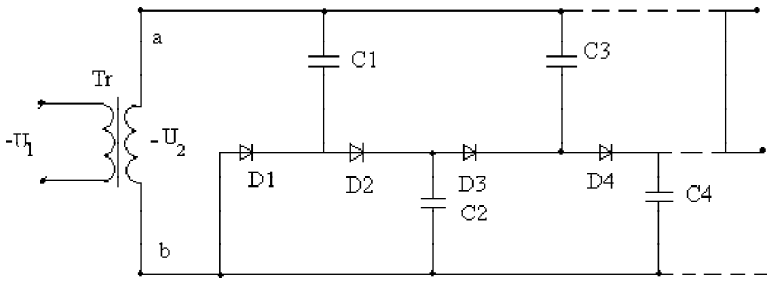


40-rasm.



41-rasm.

orqali C_1 sig‘im $U_{C_1} = U_{2m}$ gacha zaryadlanadi, D_2 esa bu xolda yopiq. Keyingi yarim davrda «a» nuqta musbat ishorali patensialda bo‘ladi. Tranformatorning ikkinchi chulg‘amidagi kuchlanish C_1 sig‘imidagi kuchlanish bilan qo‘shiladi va C_2 sig‘im $U_{C_2} = U_{2m} + 1$ kuchlanishga D_2 orqali zaryadlanadi.



42-rasm.

Keyingi yarim davrda «b» nuqta musbat bo‘lganda D_3 diod ochiladi va C_3 sig‘im $U_{C_3} = U_{2m} + U_{2C} = 3U_{2m}$ kattalikda zaryadlanadi. Shu bilan bir vaqtda C_1 sig‘im ham zaryadlanadi. C_n sig‘im n yarim davr orqali $U_{cn} = n \cdot U_{2m}$ kattalikka zaryadlanadi.

Amalda sig‘im bir xil tanlanadi va pulsatsiya koeffitsiyenti $K_p = 6\%$ bo‘lish sharti bilan sig‘imning mutloq qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$C=\frac{I_0}{f_p \cdot U_0} \cdot 2n(n+2) \cdot 10^6$$

Bu yerda: f_p — chiqish kuchlanishining chastota pulsatsiyasi, n — kaskad soni.

Pulsatsiyani kamaytirish uchun tekislovchi filtr ishlatiladi.

3.4. KUCHLANISHNI SILJITUVCHI QURILMALAR VA BOSHQARILUVCHI TO‘G‘RILAGICHLAR

Quvvati yuqori bo‘lgan elektr qurilmalar (elektrodvigatel, generator lampalarining qizdirgichlari va boshqalar) ishlatilganda kelayotgan tokning o‘zgarishiga qarab kuchlanishni mos ravishda o‘zgartirish kerak bo‘ladi. Ish jarayonida kuchlanishni o‘zgarishi elektr dvigatellarining aylanish chastotalarini o‘zgartirish va qurilmalarning ish holatlarini o‘zgartirish orqali amalga oshiriladi.

To‘g‘rilagichning chiqishidagi o‘zgarmas kuchlanishni siljitish o‘zgaruvchan tok orqali, o‘zgarmas tok orqali va boshqariluvchi ventellar orqali amalga oshiriladi. Bundan tashqari bu usullarning aralashgan hollari orqali amalga oshirish mumkin. Shular bilan bir qatorda yuklamaga bog‘liq bo‘lmagan holda yuklamaga kelayotgan kuchlanishni noldan to nominal qiymatgacha o‘zgartirish mumkin. Kuchlanishni siljitish avtomatik tarzda yoki noavtomatik tarzda amalga oshiriladi. Noavtomatik siljitish operator shaxs orqali amalga oshiriladi. Avtomatik siljitish esa avvaldan rejalashtirilgan dastur orqali amalga oshiriladi. Tashqi ta’sir natijasida siljiydigan kuchlanish bu yuklama kuchlanishi yoki undan oqadigan tok hisoblanadi.

Qurilma manbayi o‘zgaruvchan kuchlanish orqali siljitilganda siljitish transformatori, siljitish g‘altagi, induksiyali rostlagichlar orqali amalga oshiriladi. Bunda qurilmalarning kamchiligi shundan iboratki, ular katta hajim va og‘ir, ko‘p isrofli va inersiondir.

Chiqish kuchlanishini o‘zgarmas kuchlanishidan siljitis o‘zgaruvchan qarshiliklar orqali, ko‘mir gardishga o‘rnatilga tayoqchalar orqali, elektron lampalar orqali va transformator orqali amalga oshiriladi. Bunday qurilmalarning kamchiligi FIK ning kamligidir, chunki kerakli energiyaning bir qismi ularning ishlashi uchun sarf bo‘ladi.

Kuchlanishni siljitish ventil parametrlarni o‘zgartirib amalga oshirilganda, qurilma tezkor ishlaydi, energiya kam isrof bo‘ladi. Ammo bu usulning o‘ziga xos kamchiligi mavjud.

Bu usulda yuklamada kuchlanishning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi hosil bo‘ladi, shu bilan bir qatorda $\cos\varphi$ kamayadi. Kuchlanishning siljitish chegarasi qancha katta bo‘lsa, bu kamchilik shuncha ko‘payadi.

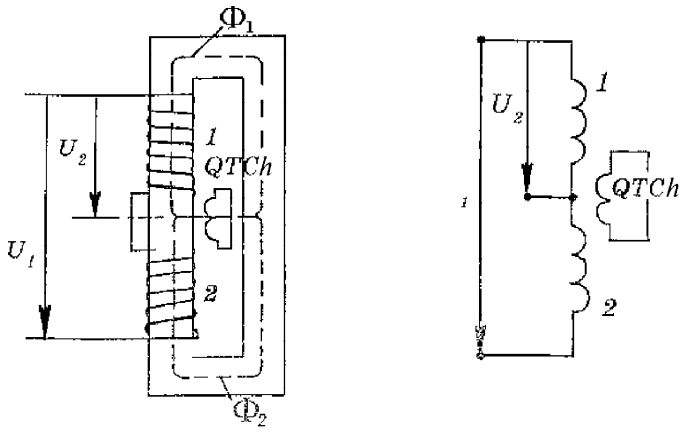
3.5. O‘ZGARUVCHAN TOK ORQALI KUCHLANISHNI SILJITISH

Transformator orqali yoki avtotransformator orqali chiqish kuchlanishi siljitiladi. Buning uchun transformatorning yoki avtotransformatorning (birlamchi yoki ikkilamchi) chulg‘amlar soni o‘zgartiriladi, ya’ni bir nechta chiqqichlar transformator chulg‘amlarining uchlariga ulangan bo‘ladi. Qayta ulagich yordamida chulg‘amlar soni o‘zgartiriladi, natijada shunga mos ravishda chiqish kuchlanishi o‘zgaradi. Bir bo‘limdan ikkinchi bo‘limga o‘tish esa qayta ulagich orqali amalga oshiriladi va chiqishda esa shunga mos kuchlanish chiqadi. Bu qurilmaning kamchiligi shundan iboratki, kuchlanishni siljitish transformatorni tarmoqdan uzish orqali amalga oshiriladi, chunki tarmoqdan uzilmasa kuchlanishni siljitish jarayonida ikkinchi chulg‘am qisqa tutashishi mumkin. Bu esa transformatorning chiqishida tokning birdaniga oshib ketishiga olib keladi.

Bu nohush jarayon sodir bo‘lmasligi uchun qisqa tutashgan chulg‘amga aktiv va reaktiv qarshiliklar ulanadi. Qisqa tutashgan chulg‘amda tokni chegaralash uchun latorlardan (siljituvchi laboratoriya transformatori) foydalaniladi.

43-*a* rasmda qisqa tutashgan chulg‘amli transformator, 43-*b* rasmda transformator avtotransformator sxemasi orqali keltirilgan.

Po‘latdan yasalgan o‘zakka chulg‘am o‘ralgan 1 va 2 g‘altak 1 kiygazilgan va «O» shaklli o‘zak ichida qisqa tutashgan chulg‘am QTCh tor yo‘lakda plastinkaning pastidan to yuqorisigacha oson suriladi. 1 va 2 chulg‘amlar bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalishda o‘ralgan va ularda hosil bo‘ladigan



a) *b)*

43-rasm.

magnit oqim Φ_1 va Φ_2 bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi. Bu o‘zaklarning magnit yurituvchi kuchi bir-biriga har doim teskari yo‘nalgan bo‘lib, birinchi chulg‘amdan chiqish kuchlanishi olinadi. Agarda qisqa tutashgan chulg‘am 1 va 2-chulg‘amlarning o‘rtasida joylashib qolsa, bu chulg‘amlarning magnit oqimi bog‘langan holda neytral holatni egallaydi va Φ_1, Φ_2 magnit oqimlarining QTCh chulg‘amga ta’siri bo‘lmaydi. Chulg‘amlarning bir-biriga teskari hosil qilgan elektr yurituvchi kuchi quyidagi kuchlanishga teng:

$$U_1 = E_1 - E_2,$$

Birinchi va ikkinchi g‘altaklar bir xil magnit muhitida bo‘lganligi uchun, ularning EYuK quyidagiga teng:

$$E_1 = E_2;$$
$$U_2 \approx E_1 \approx U_1/2.$$

Ikkinchi chulg‘amdagi kuchlanish taxminan birinchi g‘altakning elektr yurituvchi kuchiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$U_2 = E_2 = U_1/2.$$

Agar qisqa tutashgan chulg‘am g‘altakning pastiga surilsa, Φ_2 magnit oqimining hammasi Φ_1 bilan qo‘shiladi va natijada $E_2 = 0$ bo‘ladi; $U_1 = E_1$ ga teng bo‘ladi. Bunda $U_2 = E_1 = U_1$ bo‘ladi.

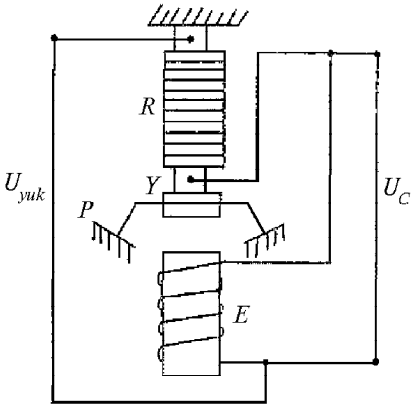
Agarda qisqa tutashgan chulg‘am harakatlanayotgan yo‘lakning o‘rta va pastki qismlari orasida bo‘lsa, E_2 to‘liq kompensatsiyalashmaydi va ikkinchi g‘altakning EYuK nolga teng bo‘lmaydi. Chiqishdagi kuchlanish U_2 kirishdagi kuchlanish U_1 dan kichik bo‘ladi. Shunday qilib QTCh ni yo‘lakning o‘rta qismidan pastki qismigacha surilsa, chiqish kuchlanishini $0,5-U$, dan U_1 gacha oshirish mumkin. QTCh ni o‘rta qismidan to yuqori qismigacha surilsa, chiqish kuchlanishi $0,5U_1$ dan to $U_2 = E_1 = 0$ gacha bo‘lish mumkin. Bu qurilmaning yutug‘i shundan iboratki, chiqish kuchlanishini bir xil me’yorda o‘zgartirish mumkin.

Kamchiligi esa magnitlovchi tokning, induktiv qarshilikning ko‘pligi hamda $\cos\varphi$ ning kamligidir.

3.6. O‘ZGARMAS TOK ORQALI KUCHLANISHNI SILJITISH

Kuchlanishni o‘zgarmas tok orqali siljitish o‘zgaruvchan qarshilik (ko‘mir tayoqcha, o‘zgaruvchan qarshilik va boshq.) orqali yoki chiqishiga kuchlanishni oshiruvchi siljituvchi qurilma ulash orqali amalga oshiriladi.

Ko‘mir tayoqchali kuchlanishni siljituvchi qurilma 44-rasmda ko‘rsatilgan bo‘lib, bular aloqa qurilmalarining manbalarida ishlatiladi.



44-rasm.

Qurilmaning ko‘mir tayoqchasi gardishli ko‘mir bo‘lakchalaridan yig‘ilgan bo‘lib, tayoqchaning qarshiligi R tayoqchadagi ko‘mir gardishlarining siqilishiga bog‘liq. Prujina P ko‘mir tayoqchani siqib turishi natijasida ko‘mir tayoqchaning qarshiligi R_c ga kamayadi. Elektromagnit E g‘altagiga tok kelganda siljituvchi qurilmaning yakori Y ni tortadi va ko‘mir tayoqchaning siqilishi bo‘shashadi, natijada qarshilik R_c oshadi. Ko‘mir tayoqcha qarshiligining ta’siri natijasida chiqishdagi siljigan kuchlanish kirish kuchlanishidan kichkina bo‘ladi:

$$U_{yuk} = U - I \cdot R_c$$

Agarda noma’lum sabablarga ko‘ra U_{yuk} oshsa, elektromagnitdagi tok oshadi va yakorni avvalgidan ham ko‘proq tortadi. Natijada tayoqchaning gardishlarini siqilib turishi bo‘shashadi, bu esa R_c qarshilikning oshishiga olib keladi. Ko‘mir tayoqchadagi kuchlanishning qarshilikka uchrashi chiqish kuchlanishi U_{yuk} ning kamayishiga olib keladi. Yuklama sxemaga ulaganda elektromagnitdan oqayotgan tok yuklama qarshiligiga ketma-ket ulanishi kerak, ya’ni siljitgich qurilmaning qarshiligi boshqarilayotgan tokka bog‘liq bo‘ladi. Qurilma quyidagi kamchiligi ega: inersiyali, og‘irlik va hajm ko‘rsatkichlari yuqori, siljitish aniqligi past.

3.7. BOSHQARILUVCHI VENTILLI TO‘G‘RILAGIEHLAR

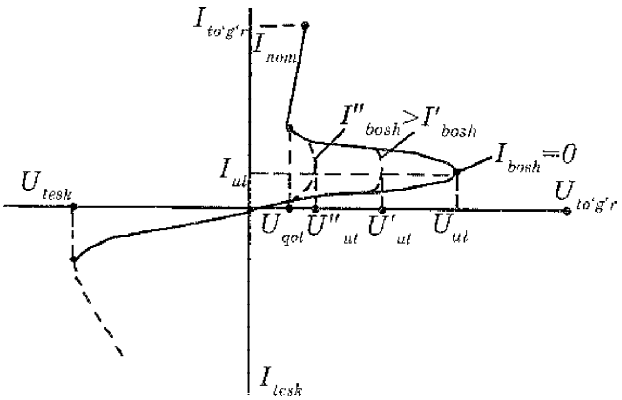
Ko‘p hollarda to‘g‘rilagichlardan o‘zgaruchan kuchlanishni o‘zgarmas kuchlanishga aylantirish bilan bir qatorda, o‘zgarmas kuchlanishni ravon o‘zgartirish talab qilinadi. Bunday o‘zgartirish to‘g‘rilagichning o‘zgaruvchan kuchlanish qismida ham amalga oshirish mumkin va o‘zgaruvchan kuchlanishni o‘zgarmas kuchlanishga aylantirilayotgan jarayonda ham amalga oshirish mumkin. To‘g‘rilagichning o‘zgaruvchan kuchlanish qismida ravon o‘zgartirish transformatorlar, avtotransformatorlar orqali amalga oshiriladi.

O‘zgaruvchan kuchlanishni o‘zgarmas kuchlanishga aylantirish jarayonida kuchlanishni ravon o‘zgartirish tiristor orqali amalga oshirish ancha tejamkor usul hisoblanadi.

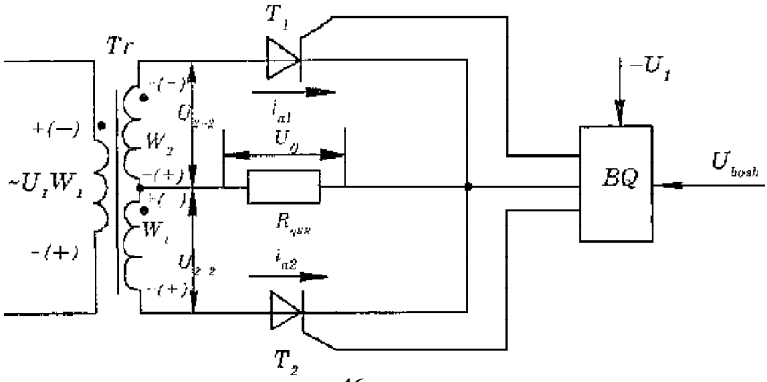
Tiristor to‘rt qatlamli yarim o‘tkazgichli asbob bo‘lib, uchta ketma-ket to‘siq zonali p-n o‘tishda iborat. Tiristor ventil xususiyatga ega, ya’ni elektr tokini bir tomonga o‘tkazuvchi xususiyatga ega bo‘lib, ikkita turg‘un holatda ishlaydi: yuqori o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan holatda (tiristor ochiq) va past o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan holatda (tiristor yopiq) ishlaydi.

Tiristorning yopiq holatdan ochiq holatga o‘tishi uchun tashqaridan qo‘shimha energiya berish kerak. Bunday energiyaga elektr energiyasi (kuchlanish yoki tok) va yorug‘lik energiyasi kiradi.

Bu energiyalar boshqariiuvchi elektrod orqali tiristorning chapdan hisoblaganda uchinchi qatlamiga katodga nisbatan musbat potentsial beriladi. Bu potentsial o‘rtadagi to‘siq zonani kompensatsiyalab, asosiy zaryad tashuvchilarning to‘siqdan ortaroq o‘tishiga va zanjirdan tok oqimining oqishiga olib keladi. Tiristorning yopiq holatdan ochiq holatga o‘tishi juda tez bo‘ladi, ya’ni 15—20 mk/s da ochiladi. Tiristorning birdaniga ochilishi va undan katta tok o‘tishi natijasida qurilmaga havf tug‘dirmaslik uchun tiristorga induktiv g‘altak ketma-ket ulanadi. Tiristorning ulanish kuchlanishi boshqaruvchi elektrodga berilayotgan tokning amplitudasiga bog‘liq. 45-rasmda tiristorning volt-amper xarakteristikasi $P_{bosh} = 0$ bo‘lganda va $I_{bosh} > 0$ bo‘lganda berilgan.



45-rasm.

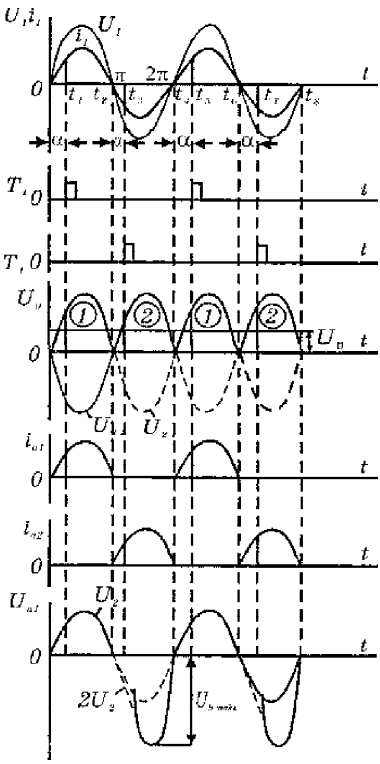


46-rasm.

Bir taktli ikki fazali tiristor orqali boshqariluvchi to‘g‘rilagichning (46-rasm) ishlash prinsipini ko‘rib chiqamiz. Ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagichning D_1 va D_2 vetillarini tiristor T_1 va T_2 bilan almashtiriladi. Boshqaruvchi qurilma (BQ) ning chiqishi tiristorning boshqaruvchi elektrodiga (BE) ulanib boshqaruvchi tok beriladi va to‘g‘rilanayotgan kuchlanish impuls toki bilan fazalari mos tushadi.

Tiristorlarga transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi kuchlanishlar yig‘indisi o‘rnashgan bo‘ladi. T_1 ga kuchlanishning to‘g‘ri yo‘nalishi T_2 ga teskari yo‘nalishi to‘g‘ri keladi. Ochiq tiristorlardagi kuchlanish ($U_{2-1} + U_{2-2}$) = $= U_{2tesk}$ bo‘ladi.

I_b tokning fazasi BQ orqali U_{2a} va U_{2b} larga nisbatan siljitiladi. Tiristor T_1 va T_2 ga to‘g‘ri kuchlanish va I_b tok impuls berilganda tiristorlar ochiladi. Tiristorning kechikib ochilish burchagi ventil V_1 va V_2 ning ochilish vaqti bilan tiristorning kichikibroq ochilgan vaqti orasidagi faza burchagi hisoblanadi va a bilan belgilanadi. Agarda $a > 0$ bo‘lsa, BE ga kelayotgan impuls toki I_b ventilning ishga tushish vaqtidan kechik-



47-rasm.

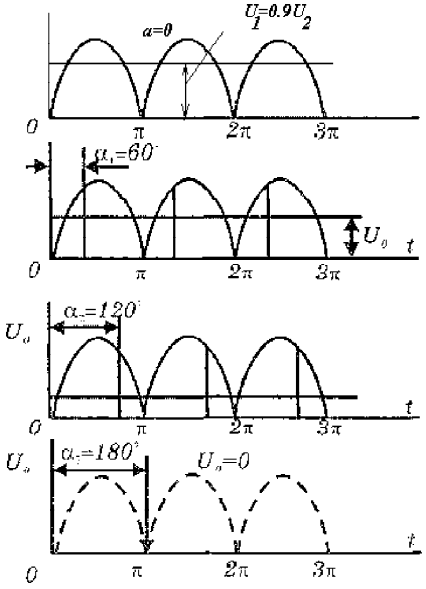
kanligini ko‘rsatadi. Ya’ni, $t = 0$ dan to $t_1 = a$ gacha tiristor ochilmaydi va undan tok o‘tmaydi yuklama R_{yuk} dagi kuchlanish nolga teng bo‘ladi (46-rasm).

$T_1 = 2$ bo‘lganda tiristor T_1 ochiladi (I_b yordamida) va U_0 birdaniga o‘sib, U_2 ga teng bo‘ladi. Tiristor T_1 dan oqadigan tok $i_{a1} = \frac{U_0}{R_{yuk}}$ bo‘ladi. T_1 yopiq bo‘lgan holatda tiristordagi kuchlanish U_{a1} ga teng bo‘ladi. Manbadan kelayotgan kuchlanish t_2 = bo‘lganda tiristor T_1 ning toki ham nolga teng bo‘ladi va tiristor yopiladi.

$t_2 = \pi$ bo‘lganda manba kuchlanishining yo‘nalishi teskariga o‘zgaradi va $t_2 - t_3$ oralig‘ida ikkala tiristor ham yopiq holda bo‘ladi. T_1 tiristorga teskari, T_2 tiristorga to‘g‘ri kuchlanish to‘g‘ri keladi, ya’ni u U_2 kuchlanish bilan aniqlanadi.

$t_3 = \pi + \alpha$ nuqtasida T_2 ga BQ orqali tiristorni ochuvchi I_b toki beriladi va T_2 ochiladi. Kuchlanish $U_0 = U_{2-2} = U_2$ bo‘ladi.

Tiristor T_2 dan va yuklamadan oqqan tok $i_0 = i_a = \frac{U_0}{R_{yuk}}$ bo‘ladi. $t_3 - t_4$ oralig‘ida T_2 tiristor ochiladi va tok o‘tadi. T_1 tiristor esa teskari kuchlanish $2U_2$, ta’sirida bo‘ladi. Yopiq tiristorning teskari kuchlanishining maksimal qiymati $U_{b\max} = 2\sqrt{2} \cdot U_2$ bo‘ladi. U_2 — ta’sir etuvchi kuchlanish.



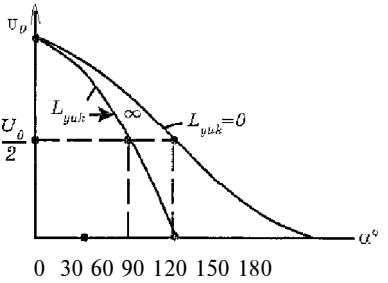
48-rasm.

Bu jarayon keyingi yarim davrlarda ham shunday davom etadi. Transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi tok tiristorlar T_1, T_2 dan oqadigan tokka o‘xshagan bo‘ladi. Transfortorning birlamchi chulg‘amidan oqadigan i_1 tok transformatorning ikkilamchi chulg‘amidan oqadigan tok bilan transformatsiya koeffitsiyenti $n = \frac{W_1}{W_2}$ orqali bog‘langan bo‘lib, a oralig‘ida bo‘shliq paydo bo‘ladi. Uning birinchi garmonikasi manba kuchlanishidan faza bo‘yicha orqada qoladi. O‘rganilgan fizik jarayondan shuni xulosa qilish mumkinki, α ni o‘zgartirish natijasida chiqish kuchlanishini siljitish mumkin.

Agarda $a = 0$ bo‘lsa, chiqish kuchlanishi boshqarilmaydigan to‘g‘rilagichning chiqish kuchlanishiga teng bo‘ladi, ya’ni $U_0 = 0{,}9\ U_2$ (maksimal qiymatga).

Agarda $a = \pi$ bo‘lsa, $U_0 = 0$ bo‘ladi.

Shunday qilib boshqariluvchi vintelli to‘g‘rilagichlarda $a = 0$ dan to 180° gacha o‘zgarganda, U_0 maksimal qiymatdan nolgacha kamayadi.



49-rasm.

Chiqishdagi kuchlanish U_0 bilan orasidagi bog‘lanish siljish xarakteristikasi deyiladi. 49-rasmda aktiv yuklamali bir fazali to‘g‘rilagichning chiqish kuchlanishi va boshqaruvchi burchak a ning turli qiymatlardagi xarakteristikasi keltirilgan.

49-rasmda boshqariluvchi ventilli to‘g‘rilagichning ($L_{yuk} = 0$ da va yuklama induktiv xarakterga ega bo‘lganda) siljish xarakteristikasi keltirilgan.

IV BOB. TEKISLOVCHI FILTRLAR

4.1. REAKTIV FILTRLAR

To‘grilagichning chiqishidagi to‘g‘rilangan kuchlanishning pulsatsiyasini kamaytirishda tekislovchi filtrlar ishlatiladi. Har qanday tekslovchi filtr kuchlanish pulsatsiyasini mo‘ljallangan kattalikda kamaytiradi, bu kamaytirish tekslovchi koeffitsiyent — q orqali aniqlanadi ya’ni:

$$q = \frac{K_p}{K'_p}$$

Bu yerda K_p va K'_p — tekislovchi filtrdan oldingi va tekislovchi filtrdan keyingi pulsatsiya koeffitsiyenti.

Filtrning asosiy vazifasi yuklamadagi to‘g‘rilangan tok va kuchlanishning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisini kamaytirishdan iborat. Yuklamadagi o‘zgaruvchan tashkil etuvchi tok va kuchlanish qancha kamaysa, to‘g‘rilangan kuchlanish shuncha silliqlanadi.

Silliqlovchi filtrlar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

a) manbaning normal ish jarayoniga ta’sir o‘tkazmasligi kerak;

b) avvaldan belgilangan silliqlash koeffitsiyenti ta’minlanishi kerak;

d) o‘zgarmas tashkil etuvchi kuchlanish va quvvat kam miqdorda isrof bo‘lishi lozim;

e) filtrning xususiy tebranish chastotasi kuchlanishning o‘zgaruvchan tashkil etuvchi chastotasidan farqli bo‘lishi kerak, chunki to‘g‘rilagichning zanjirida rezonans hosil bo‘lishi mumkin;

f) kichik hajmli, yengil hamda arzon va puxta bo‘lishi lozim.

Yuklamadan kichik pulsatsiyali kuchlanish olish uchun yuklama bilan sig‘im parallel ulanadi (50-rasm).

To‘g‘rilagichdagi diod ochiq holatdaligida undan tok o‘tadi va sig‘imga elektr energiya yig‘iladi. Diodga teskari kuchlanish to‘g‘ri kelganda diod berk holatda bo‘ladi, sig‘imdagi yig‘ilgan elektr energiya yuklamaga razryadlanadi va yuklama orqali uzluksiz yuklama toki oqadi. Shu bilan bir qatorda tok va kuchlanish pulsatsiyasi kamayadi. Bunday filtrlarning kam quvvatli to‘g‘rilagichlarda ishlatilishi ma’qul hisoblanadi.

Bitta yarim davrli to‘g‘rilagichlar uchun sig‘im toifali filtr sig‘imi quyidagicha hisoblanadi:

$$C_0 \approx \frac{50 I_0}{U_0}.$$

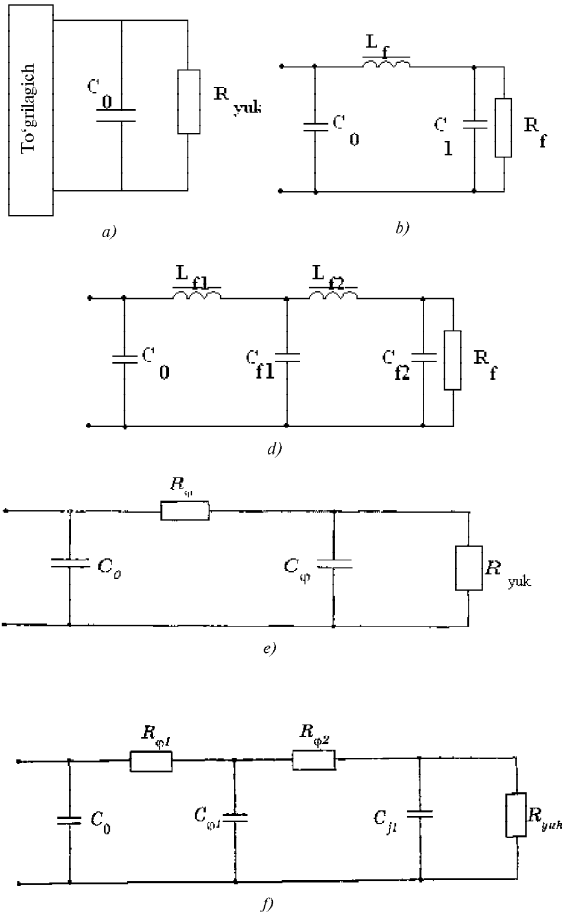
Ikki yarim davrli to‘g‘irlagich uchun sig‘im quyidagicha aniqlanadi:

$$C_0 \approx \frac{25 I_0}{U_0}.$$

Bu yerda: C_0 — filtrning kirishdagi sig‘im; U_0, I_0 — to‘g‘rilangan kuchlanish va tok.

Filtr elementlarini ketma-ket yoki parallel ulab murakkablashtirgan sari chiqish kuchlanishi va tokning silliqlanishi yaxshilanadi. Filtrning elementlari sifatida induktivlik, aktiv qarshilik va sig‘imlar ishlatiladi. Bunday elementlardan tashkil topgan filtrlar passiv filtrlar deyiladi. Induktiv elementlardan tashkil topgan filtrlarda (50-*b* rasm) o‘zgaruvchan kuchlanish induktivlikda kamayadi, chunki uning qarshiligi $X_{Lf} = \omega \cdot L_f$ yuklama qarshiligidan katta bo‘ladi. Yuklamalarga paralel ulangan sig‘im (50-*a* rasm) yuklama qarshiligini shuntlaydi va uning qarshiligi yuklama qarshiligidan kichkina bo‘lganligi uchun to‘g‘rilangan tok o‘zgaruvchan tashkil etuvchisining aksariyati sig‘imdan o‘tadi. O‘zgarmas tashkil etuvchi to‘kka nisbatan sig‘imning qarshiligi XCf juda katta bo‘lganligi uchun to‘g‘rilangan tok yuklamadan o‘tadi. Filtrning elementlari bilan silliqlovchi koeffitsent orasidagi munosabat quydagi fo‘rmula bilan aniqlanadi.

$$L_f \cdot C_f = \frac{2{,}5 \cdot 10^4 (q+1)}{m^2 \cdot f_t^2}.$$



50-rasm.

Bu yerda f_t — tarmoq chastotasi, Hz; m — to‘g‘rilangan fazalar soni (bir fazali to‘g‘rilagich uchun $m = 1$). Ikki yarim davrli to‘g‘rilagichlar uchun quyidagi fo‘rmula qulay hisoblanadi.

$$L_f \cdot C_f = 2{,}5(q + 1).$$

L_f va C_f lar aniqlanganda quydagi shart bajarilishi kerak:

$$m \cdot \omega t > \frac{1}{m\omega t \cdot C_f}.$$

Bu yerda ωt tarmoq burchak chastotasi. Odatda, sig‘imlar filtr sifatida ishlatilganda elektrolitik sig‘im ishlatiladi. Sig‘imni ishchi kuchlanishi yuklama kuchlanishidan 1,5 baravar katta bo‘lishi kerak. Filtr elementlarining kattaligini aniqlash quydagicha olib boriladi: avvaliga C_f tallanadi va yuqoridagi fo‘rmulalar orqali L_f hisoblanadi.

Silliqlash koeffitsentini oshirish uchun Γ — shakldagi filtrlarni qo‘shib ulash orqali p shakldagi yoki ko‘p zvenoli filtrlar hosil qilinadi. (50-*d* rasm).

Ikki zvenoli filtrlar uchun silliqlash koeffitsenti quydagicha aniqlanadi.

$$q = q_1 \cdot q_2 .$$

LC filtrlarining induktivligida o‘zgarmas kuchlanishning kam ta’siriga berilishi, bu filtrlarning yuklamasi katta to‘kli qurilmalarda ishlatilishiga asos bo‘ldi ammo induktivlikdagi temir o‘zakning katta hajmliligidan qatiy nazar, temir o‘zak atrofida hosil bo‘lgan magnit maydiniga nozik qurilmalarga ta’siri sezilarli bo‘ldi.

RC filtrlarda 50-*e*, *f* rasmlar bu kamchiliklar bo‘lmaydi. Bu filtrlar LC filtrlarga nisbatan ham arzon, ham ihcham bo‘lib kam tokli to‘g‘rilagichlarda (10—15 mA) va silliqlash koeffitsenti katta bo‘lgan to‘g‘rilagichlarda ishlatiladi. Chunki u filtrlardagi R_f aktiv qarshilikda to‘g‘rilanganda kuchlanishning o‘zgaruvchan, ham o‘zgarmas tashkil etuvchilari kamayadi. Filtr elementlarining kattaligi quydagi fo‘rmula orqali aniqlanadi:

$$R_f \cdot C_f = \frac{1{,}5 \cdot 10^6 q}{m f_t} .$$

R_f quydagi fo‘rmuladan aniqlanadi:

$$P = I_0^2 \cdot R_f .$$

Bu yerda: I_0 — to‘g‘rilangan tok.

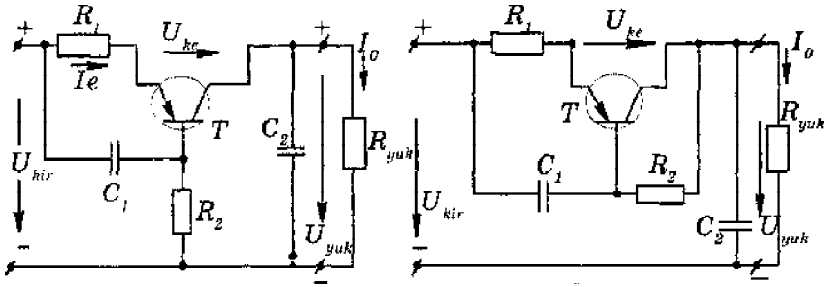
4.2. AKTIV FILTRLAR

Aktiv filtrlarda induktivlik yoki aktiv qarshilig vazifasini transistor bajaradi. Bu hildagi filtrlarda silliqlovchi koeffitsent yuklama tokiga bog‘liq bo‘lmagan holda LC filtrlariga nisbatan hajmi kichik bo‘ladi. Bu yutuqlar bilan bir qatorda aktiv filtrlarni kamchiliklar ham mavjud, haroratni o‘zgarishi tranzistrning parametriga salbiy tasir etadi.

Tranzistorli filtrlarning ishlash prinsipi shundan iboratki, tranzistrni o‘zgaruvchan tokka nisbatan qarshiligi ayrim holatlarda tranzistorning o‘zgarmas tokka nisbatan qarshiligidan ko‘p marta katta bo‘ladi.

Filtrda kuchlanishni siljishi avtomatik yoki muayyan holatga mo‘ljalangan ravishda boshqariladi.

51-*a* rasmda muayyan va 51-*b* rasmda avtomatik siljish holatiga mo‘ljallangan kollektorli filtrlar KF keltirilgan.



51-rasm.

I_K kollektor toki I_0 yuklamadan oqayotgan tokka teng bo‘lib, UKE potensialga bog‘liq bo‘lmagan holda I_E — emitter tokiga bog‘liqdir.

Agar $I_E = \text{const}$ bo‘lsa, U_{KE} ning o‘zgarishi ishchi nuqtaning xarakteristikada siljishiga olib keladi. O‘zgarmas tok $I_0 = I_K$ uchun tranzistorning qarshiligi $r_{mp} = U_{\text{KE}}/I_{\text{C}}$ — bo‘lib, bu bir necha Ω ni tashkil qiladi. Agar $I_E = \text{const}$ bo‘lsa, ishchi nuqtaning chiqish xarakteristikasida surilishi kollektor kuchlanishiga bog‘liq bo‘ladi. Tokning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi uchun bo‘lib, bir necha kΩ ni tashkil qiladi. $I = \text{const}$ ushlash uchun sxemada katta doimiy vaqtga ega bo‘lgan R_1C_1 elementlar zanjiri ulangan bo‘lishi kerak. Bunda $I_E = U_{\text{C1}}/R_1$ bo‘lib, to‘liq bir davrda bu kattalik o‘zgarmaydi. Ammo sxemada R_1 ning mavjudligi sxemaning FIK ni 20% ga kamaytiradi.

Muayyan siljish holatiga mo‘ljallangan filtrlarda (51-*a* rasm) yuklama kuchlanishi U_{yuk} harorat va yuklamadan oqadigan tok o‘zgarganda o‘zgaradi. Avtomatik siljish holatiga mo‘ljallangan filtrlarda bu o‘zgarish o‘z-o‘zidan bartaraf etiladi, ya’ni chiqishdagi o‘zgarish ta’siri manfiy teskari bog‘lanish orqali amalga oshadi (R_2 kirishga ta’sir o‘tkazadi), ammo siliqlash koeffitsiyenti kamayadi.

Sxemadagi C_2 sig‘im esa pulsatsiyani yana ham kamaytirish uchun ishlatiladi.

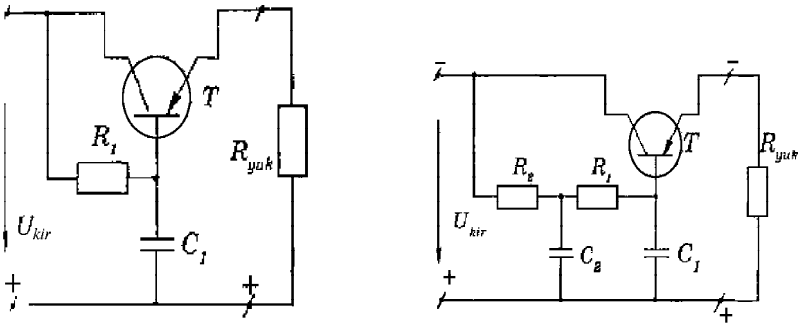
Tranzistorli emitterli filtrlarning (EF) 52-*a* rasmda bir zvenoligi, 52-*b* rasmda ikki zvenoligi keltirilgan va ular KF tranzistorli filtrlarga nisbatan

quyidagi yutuqlarga ega: kirish qarshiligi kam (1 Ω dan kam); avtomatik siljitish holati bazada ishlatilganda muhit haroratining o‘zgarishi sxemaga o‘z ta’sirini o‘tkazmaydi.

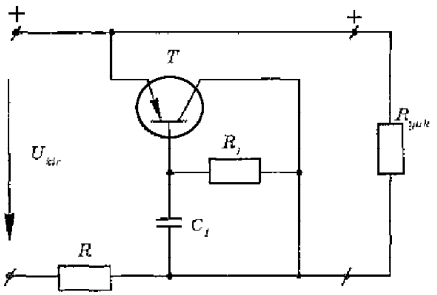
Bu filtrlarda *KF* filtrlarga nisbatan C_2 kondensator olib tashlangan, bu esa qsil aytarlik oshirmaydi. R_1 qarshilikning FIK ning oshirishga olib keladi.

Yuklamaning tranzistor bilan parallel ulangan turi (53-rasm) kam kuchlanishli va ko‘p tokli sxemalarda filtr sifatida ishlatiladi.

Bu filtrlarda yuklamaga parallel ulangan tranzistor *LC* filtrlardagi *C* bilan ketma-ket ulangan. Bu filtrlar chiqishdagi kuchlanish orqali boshqariladi. Shuning uchun uning xarakteristikasi tashqi muhit ta’siriga kam beriluvchandir.



52-rasm.



53-rasm.

V BOB. O‘ZGARUVCHAN VA O‘ZGARMAS TOK O‘ZGARTIRGICHLARI

5.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Elektr manbalarni loyihalash jarayonida o‘zgaruvchan tokning bir chastotasidan o‘zgaruvchan tokning boshqa chastotasiga o‘zgartirish lozim bo‘lib qoladi va bu o‘zgartirishda energiya tejamkorligiga katta e’tibor berish kerak. Shu bilan bir qatorda o‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan tokka va o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka aylantirish masalalari ham yechiladi.

O‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan tokka aylantirish jarayoni «invertirlash» deyiladi, qurilma esa invertor deyiladi. Radiotexnikada bu jarayonda ishlovchi qurilma «generator» deyiladi. Generatorda esa yuqori va o‘ta yuqori chastotali signallar olinadi. Generatorning invertordan farqi ishchi chastotasida va signalning shaklida hamda unga qo‘yilgan talablarda bo‘ladi. Ishlash prinsipiga qarab bular elektromexanik va statik qurilmalarga bo‘linadi.

Statik o‘zgartirgichlar mexanik yurgizuvchi bo‘linmalaridan iborat bo‘lib, ularni ishlatish elektron qurilmalar (tranzistor, tiristor va boshqalar) orqali amalga oshiriladi.

Statik o‘zgartirgichlarning tarkibiy qismi 71-rasmda ko‘rsatilgan.

54-*a* rasmda o‘zgarmas kuchlanishni o‘zgaruvchan kuchlanishga aylantirib beruvchi invertorning tarkibiy qismi keltirilgan.

54-*b* rasmda esa o‘zgaruvchan tok chastotasini boshqa o‘zgaruvchan tok chastotasiga aylantiruvchi statik o‘zgartirgichning tarkibiy qismi keltirilgan.

54-*d* rasmda o‘zgarmas tok manbayini bir kattalikdan boshqa kattalikka aylantirib beruvchi o‘zgartirgichning (konvertor) tarkibiy qismi keltirilgan. Bu yerda: O‘z TM — o‘zgarmas tok manbayi; O‘TM — o‘zgaruvchan tok manbayi; *I* — invertor; *T* — to‘g‘rilagich; *Tr* — transformator; *F* — filtr.

O‘zgartirgichlarning asosiy energetik ko‘rsatkichlari quyidagilar:

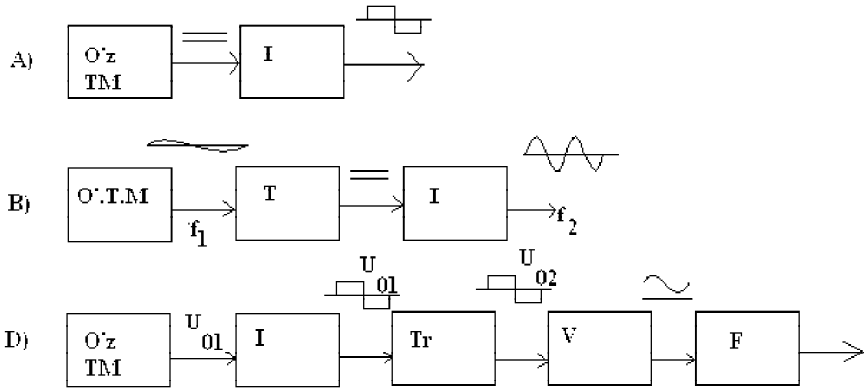
— o‘zgartirgichlarning FIK. Bu kattalik o‘zgarmas tok quvvatini shu quvvatni hosil qilish uchun sarf bo‘lgan quvvatga nisbati ko‘rinishida olinadi;

— tashqi muhit ta’siri natijasida chiqish kuchlanishi va chastotaning o‘zgarmasligi;

— chiqish kuchlanishining pulsatsiyasi;

— dinamik xarakteristikasi (chiqish kuchlanishining yuklama toki orasidagi bog‘lanish);

— chiqish kuchlanishining shakli.

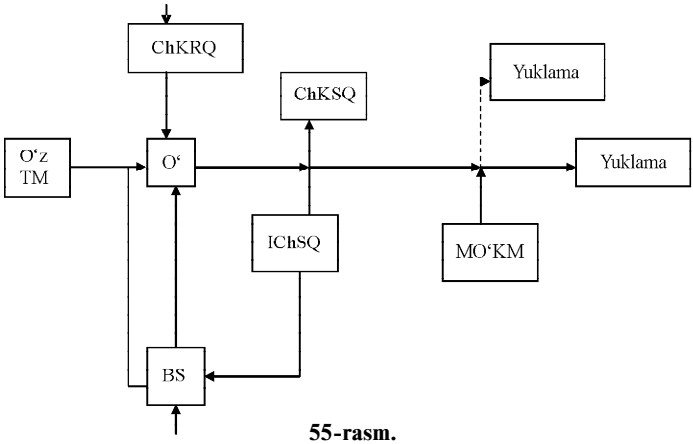


54-rasm.

O‘zgartirgichlarning FIK ni oshirish uchun va sifatli (stabil kuchlanish va chastota, kichik pulsatsiya va talab qilingan shakl kuchlanish) qurilma loyihalash uchun maxsus qo‘shimcha sxemalar qo‘shiladi.

5.2. O‘ZGARMAS TOKNI O'ZGARUVCHAN TOKKA AYLANTIRUVCHI QURILMA (INVERTOR)

Invertorlarning ishlash prinsipi shundan iboratki, yuklamaga kuchlanish davriy ravishda ulanadi, natijada yuklamadan o‘zgaruvchan tok oqadi. Statik o‘zgartirgichlarda tokni yuklamaga ulash kalit holatida ishlovchi elektron asbob: ochiq (asbobdan oqayotgan tok maksimal qiymatida bo‘ladi) va yopiq (tok nolga teng bo‘ladi) holatda bo‘ladi. Invertorlarning FIK 80—90% ga teng bo‘ladi. 55-rasmda invertorning tarkibiy qismi berilgan.



55-rasm.

Invertorni quyidagi element va qurilmalar tashkil qiladi:

O‘z TM — o‘zgarmas tok manbayi;

O‘ — o‘zgartirgich;

ChKRQ — chiqish kuchlanishini rostlovchi qurilma;

BS — boshqaruvchi sistema;

ChKSQ — chiqish kuchlanishini solishtiruvchi qurilma;

IChSQ — invertor chastotasini solishtiruvchi qurilma;

MO‘KM — mustaqil o‘zgaruvchan kuchlanish manbayi;

Y — yuklama.

O‘zgartirgich elektron asboblardan (elektron lampa, tranzistor) tuzilgan bo‘lib, kalit holatda ishlaydi va o‘zgarmas kuchlanishni o‘zgaruvchan kuchlanishga o‘zgartirib beradi. O‘zgartirgichning chiqishiga yuklama ulangan.

O‘zgaruvchi qurilmaning ochilishi uchun boshqaruvchi sistema orqali davriy ravishda impuls toki berib turiladi. Invertorning chiqish kuchlanishini rostlovchi qurilma (ChKRQ) orqali o‘zgartiriladi. Bu qurilma esa tashqaridan avvaldan rejalashtirilgan dastur orqali boshqariladi yoki etalon kuchlanishi bilan solishtiruvchi qurilma (ChKSQ) orqali etalon kuchlanish bilan solishtiriladi. Bu qurilmaning boshqaruvchi impulsi chiqishdagi nominal etalon kuchlanishdan farqlanganda u o‘z ta’sirini o‘tkazadi va invertorning kuchlanishini avtomatik tarzda stabillaydi. Chiqishdagi kuchlanish chastotasini stabillash IChSQ orqali amalga oshiriladi, ya’ni invertorning chastotasi IChSQ dagi etalon chastota bilan solishtiriladi, so‘ngra boshqaruvchi sistema orqali invertor chastotasiga ta’sirini o‘tkazadi. Invertorlarni lampali, tranzistorli, tiratronli va tiristorli elektron asboblar yordamida hosil qilish mumkin.

O‘zgartirgich bilan boshqaruvchi sistema orasida aloqa ikki xil bo‘lishi mumkin: invertorni tashqaridan qo‘zg‘otish va invertorni o‘z ichidan qo‘zg‘otish. Invertorni tashqaridan qo‘zg‘atishda boshqaruvchi sistemaga mustaqil impuls generatori orqali impuls beriladi. Qo‘zg‘atishni invertorning ichidan amalga oshirganda ulash va o‘chirish o‘zgartirgichni musbat teskari bog‘lanishi orqali o‘zida amalga oshiriladi. Invertor ko‘pincha umumiy manba orqali ta’minlanib, mustaqil o‘zgaruvchan kuchlanish bilan parallel ulangan holda bir necha yuklamaga ishlaydi. Ya’ni invertorlar o‘zgaruvchan tok manbalari bilan birgalikda ishlashlariga qarab avtonom va noavtonom invertorlarga bo‘linadi. Avtonom invertorlarning noavtonom invertorlarga nisbatan yutug‘i shundan iboratki, ular o‘zgaruvchan tok manbalari yo‘qligida ham ishlashlari mumkin.

Invertorlar ishlab chiqarayotgan kuchlanishiga qarab bir fazali, uch fazali va ko‘p fazali bo‘lishi mumkin. Chiqish kuchlanishining shakli

sinusoidal va to‘g‘ri burchakli bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari ular boshqaruvchi qurilmaga qarab, o‘zgartirgichning turiga qarab, stabillanishning turiga qarab, chiqish kuchlanishini va chastotasini o‘zgartirishga qarab farqlanadi.

Tranzistorli invertorlar

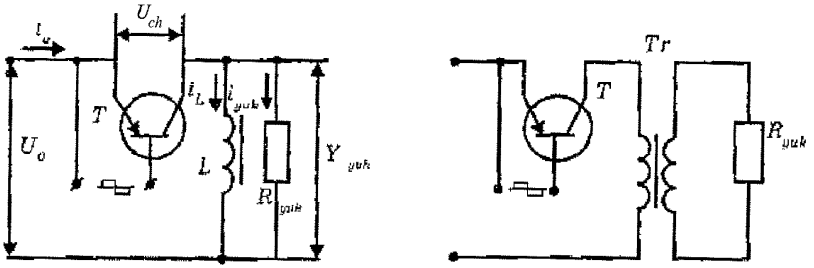
Tranzistorli invertorlar bir taktli va ikki taktli invertorlarga bo‘linadi. 56-*a* rasmda tashqaridan ta’sirlanuvchi bir taktli invertorning sxemasi keltirilgan.

Tranzistor ochiq holatida emitter — kollektor orasidagi qarshilik juda kam bo‘lganligi uchun hisobga olinmaydi. Tranzistorning bazasiga manfiy boshqaruvchi signal berilganda tranzistor butunlay ochiladi va yuklamada o‘zgarmas tok manbaning kuchlanishi yuklamaga o‘tadi. G‘altakdan oqayotgan tok esa chiziqli qonuniyat asosida oshadi.

Bu vaqtda drosseldan o‘tayotgan i_L tok chiziqli o‘sish qonuniyati bo‘yicha o‘sadi. Tranzistor yopilganda g‘altakdan oqadigan i_L tok yuklama bilan ulanadi va yuklamada manfiy impuls kuchlanishini hosil qiladi. Bu tok eksponensial qonun bo‘yicha kamayadi, yuklamada shunga mos ravishda yuklama kuchlanishi ham kamayadi. Yuklamadagi o‘zgarmas tashkil etuvchi nolga teng bo‘lganligi uchun yuklamadagi chiqish kuchlanishining musbat va manfiy yarim davri sathi bir-biriga teng bo‘ladi. Drosseldan yuklamaga teskari (razryadlanish) yo‘nalishda oqayotgan tok yuklamadagi kuchlanishning manfiy yarim davrini ga ko‘paytiradi, ya’ni:

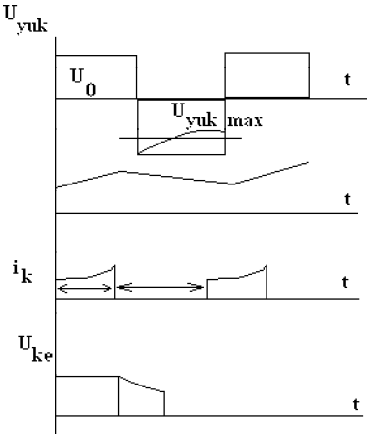
$$U_{yuk\max} = U_0 + U$$

Manbaning invertorga boradigan toki $i_i = i_L + i_{yuk}$ toklarining yig‘indisiga teng bo‘ladi. Tranzistor yopiq holda bo‘lganda bu tok nolga teng bo‘ladi.



56-rasm.

Boshqaruvchi impuls manfiy bo‘lganda tranzistordagi kuchlanish nolga teng bo‘ladi. Tranzistor yopiq holida bu kuchlanish o‘zgarmas tok kuchlanishidan ikki barobar ortiq bo‘ladi (57-rasm).



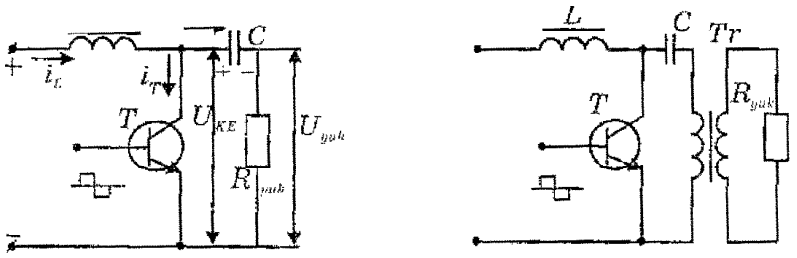
57-rasm.

Chiqishdagi kuchlanish esa o‘zgaruvchan kuchlanish bo‘lib, shakli to‘g‘ri burchakli bo‘ladi. *L* drossel qancha katta bo‘lsa, chiqish kuchlanishining shakli shuncha to‘g‘ri burchakli bo‘ladi. 56-*b* rasmda invertorning chiqishiga transformator ulangan bo‘lib, chiqishdagi o‘zgaruvchan kuchlanishni pasaytiradi yoki oshiradi.

Bu sxemalarning kamchiligi, o‘zgarmas tok manbayining vaqt bo‘yicha bir xil yuklanmaganligidir, ya’ni manbadan oqayotgan tok impuls xarakterga egadir. Bu kamchilik 58-*a* rasmda keltirilgan sxemada bartaraf etilgan, ya’ni o‘zgarmas tok manbayi, tranzistor va yuklama parallel ulangan. Bu sxemaning tok va kuchlanish diogrammasi 59-rasmda keltirilgan. Tranzistorning ochiq holati bazaga kelayotgan davriy kuchlanishning musbat yarim davriga to‘g‘ri keladi.

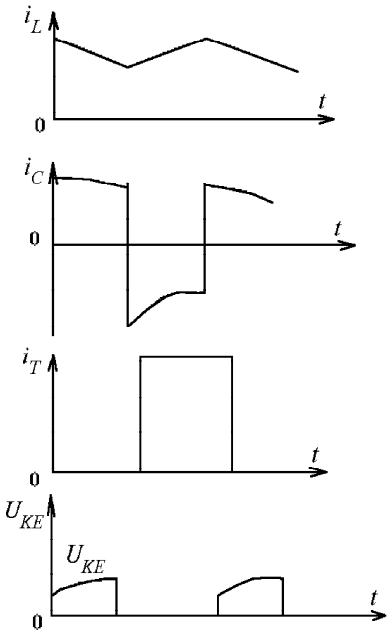
Tranzistor berk holatdaligida drossel *L* orqali sig‘im *C* zaryadlanadi va bir vaqtning o‘zida yuklamaga tok o‘tadi. Zaryadlanish natijasida toklar $i_C = i_L = i_{yuk}$ kamayadi. Tranzistor ochilgan vaqtda sig‘im razryadlanadi va yuklamadan oqadigan tokning yo‘nalishi teskari tomonga o‘zgaradi. Bu vaqtda drossel *L* manbaga parallel ulangan ko‘rinishda bo‘lib qoladi va undan oqadigan tok chiziqli o‘sish qonuniyati bo‘yicha oshadi.

Manbadagi tok vaqt bo‘yicha o‘zgarsa ham impuls xarakterga ega emas.



a) *b)*

58-rasm.

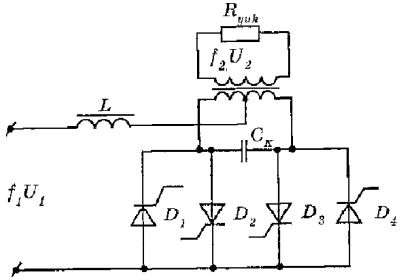


59-rasm.

58-*b* rasmdagi sxemada transformatorning qo‘shimcha ulanishi o‘zgaruvchan kuchlanishni kerakli kattalikka aylantirib beradi. *L* va *C* larni kombinatsiya qilish orqali chiqish kuchlanishining chaklini xohlagan ko‘rinishga aylantirish mumkin.

5.3. CHASTOTA O‘ZGARTIRGICHLAR

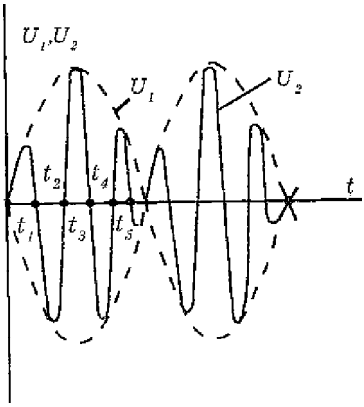
Aniq zvenolardan tuzilgan o‘zgartirgichlarning struktura sxemasi 59-*b* rasmda keltirilgan. Bu o‘zgartirgichlarda tarmoqdagi chastota f_1 oddiy to‘g‘rilagich orqali o‘zgarmas kuchlanishga aylantiriladi. O‘zgarmas kuchlanish invertor kirishiga ulangan. Invertorda o‘zgarmas kuchlanish kerakli chastotali o‘zgaruvchan kuchlanishga aylantiriladi. Invertorlar tiristor yoki tranzistor orqali tuzilgan bo‘ladi. O‘zgartirgichlarning chiqishidagi kuchlanish kattaligini o‘zgartirish to‘g‘rilagichdagi tiristorning boshqaruvchi qurilmasidan berilayotgan signal orqali, chiqishdagi chastotasini o‘zgartirish esa invertordagi tiristorning boshqaruvchi elektrodiga kommutatsiya qurilmasidan kelayotgan boshqaruvchi impuls orqali amalga oshiriladi. O‘zgarmas tok zvenosi yashiringan o‘zgartirgichlarda ventellar ham to‘g‘rilagich sifatida, ham tokni invertorlash sifatida foydalaniladi. 60-rasmda bir fazali parallel invertorlardan tuzilgan tiristorlari qarama-qarshi ulangan chastota o‘zgartirgichning prinsipial sxemasi keltirilgan.



60-rasm.

Tiristorlar tarmoqdagi U_1 kuchlanishni ham musbat, ham manfiy yarim davrda ishlaydi. Invertordagi tiristorning ochilishi uning boshqaruvchi elektrodiga berilayotgan boshqaruvchi impuls toki orqali amalga oshiriladi. Tiristor D_2, D_3 ning elektrodiga musbat impuls toki kelganda tiristorlar ochiladi. Kommutatsiyalovchi C_K sig‘im D_2, D_3 tiristorlarning anodiga musbat potentsiali

orqali ochilishi uchun xizmat qilsa, D_1, D_4 tiristorlarning yopilishi uchun ularning anodida manfiy potentsial hosil bo‘ladi. Drossel L manba potensialining uzluksizligini ta’minlaydi (ayniqsa kommutatsiya paytida). L ning katta qiymatida i_L tok o‘zgarmas qiymatga ega bo‘ladi.



61-rasm.

t_1 vaqtda D_2, D_3 ning anodiga musbat boshqaruvchi impuls kelganda tiristorlar ochiladi va transformator T_R ning birinchi chulg‘amidan tok o‘tadi va chulg‘amda EYuK hosil bo‘ladi. Transformatorning birlamchi chulg‘amidan tok o‘tishi natijasida o‘zgaruvchan magnit maydon hosil bo‘ladi. Bu maydon transformatorning ikkinchi chulg‘amida EYuK hosil qiladi va yuklamadan esa iyuk toki oqadi. Sig‘im CK dan oqayotgan i_C tok maksimal qiymatidan kamaya boshlaydi. Ochiq tiristorlardagi kuchlanish kam miqdorda, tok esa $i_{a1} = i_L$ katta miqdorda o‘tadi.

t_2 vaqtda boshqaruvchi impuls D_1, D_4 tiristorning boshqaruvchi elektrodiga beriladi. Bu vaqtda C_K sig‘imdagi kuchlanishning musbat potentsiali D_1, D_4 tiristorning anodiga ulangan bo‘ladi.

Shunday qilib, C_K sig‘im D_2, D_3 tiristorlarni yopishga D_1, D_4 tiristorlarni ochishga yordam qiladi. Chiqishdagi kuchlanish U_2 ning f_2 chastotasi boshqaruvchi qurilmadan kelayotgan kommutatsiyalovchi impuls qatori orqali aniqlanadi. Boshqaruvchi qurilma esa 180 farq bilan impuls ishlab chiqaruvchi generatordan tuzilgan. 61-rasmda o‘z-gartirgichning sinusoidal kuchlanish bo‘yicha modullangan f_2 chastotali kuchlanish shakli berilgan.

5.4. O‘ZGARMAS TOK O‘ZGARTIRGICHLARI (KONVERTORLAR)

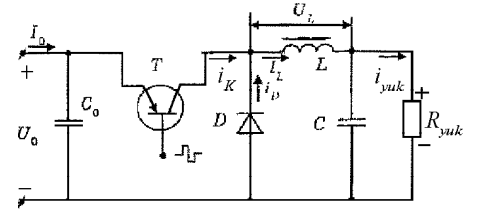
Konvertorlar o‘zgarmas kuchlanishni nafaqat oshirish yoki kamaytirishi, balki ular yordamida kuchlanishni siljitish, revers natijasida kuchlanishni teskari ishoraga o‘zgartirish mumkin.

Konvertor qurilmasi invertor, to‘g‘rilagich va filtrdan tashkil topgan. 59-*a* rasmda bir taktli konvertorning prinsipial sxemasi keltirilgan.

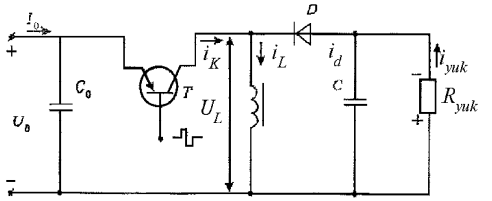
Konvertorlarning hamma sxemalarida tranzistorlar kalit holatida ishlaydi. Tranzistor ochiq holatdaligida tarmoqdagi manba energiyasi yuklamaga beriladi. Bu bilan bir qatorda energiya sig‘im C da va induktivlik L da yig‘iladi. Tranzistor yopiq holatdaligida yuklama sig‘im va induktivlikka yig‘ilgan energiya hisobiga ta’minlanadi, ya’ni drosseldagi tok diod D orqali yuklamadan o‘tadi.

62-*b* rasmda tranzistor ochiq holatida *L* induktivlik tarmoqdagi manbadan energiyani iste'mol qiladi va tranzistor yopiq holatdaligida manba va induktivlikka yig'ilgan energiya yuklama va sig'imga beriladi. Tranzistor ochilganda esa sig'im energiyasini manbaga qo'shadi.

62-*d* rasmda tranzistor ochiq holatdaligida induktivlik *L* rnergiyani yig'adi. Tranzistor yopiq holatdaligida induktivlik energiyani yuklamaga va sig'imga beradi. Tranzistor ochiq holatdaligida yuklamadagi tok sig'imda yig'ilgan energiyaning ma'lum qismi orqali ta'minlanadi.

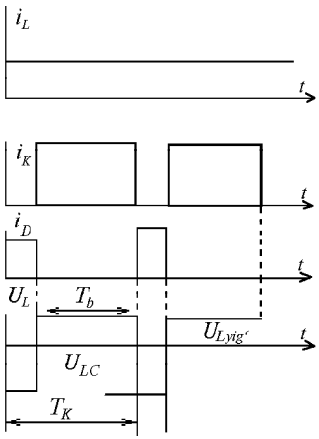


a)



b)

62-rasm.



63-rasm.

63-rasmda drosseldagi tok va kuchlanish diagramasi keltirilgan.

Bu yerda: T_b — tranzistorlarning ochiq halatdagi davri; T_K — kommutatsiya vaqti. Bularga mos keladigan $U_{yig'}$ — kuchlanishning yig'ilishi, U_{Lsf} — kuchlanishning sarf bo'lishi.

$k = \frac{T_b}{T_K}$ — kommutatsiyalovchi impuls chuqurligi deyiladi.

Agar $k < 1$ bo'lsa, konvertor kuchlanishni pasaytiradi (63-*a*, *b* rasm).

Agar $0{,}5 < k < 1$ bo'lsa, konvertor kuchlanishni ham pasaytiradi, $k < 0{,}5$ da ham

oshirishi mumkin. T_b ni o‘zgartirib, T_K ni doimiy qilib chiqish kuchlanishning qutblarini qarama-qarshi ishoraga o‘zgartirishi mumkin.

VI BOB. KUCHLANISH STABILIZATORLARI

6.1. UMUMIY TUSHUNCHALAR

Radio qurilmalar normal holatda ishlashi uchun manba talab qilingan aniqlikda yuklamani kuchlanish bilan ta’minlashi kerak. Manbalarning bu aniqlikdan chetga chiqishlari nostabillik holati deyiladi. Har bir radioqurilmalar uchun foiz hisobda manbalarga ruxsat berilgan nostabillik kattaligi belgilangan.

Masalan, radio uzatuvchi qurilmalarda va radiostansiyalarda manbalar uchun nostabillik 2—3% gacha ruxsat etilgan.

Elektron mikroskoplarda nostabillik 0,005% gacha, o‘zgarmas tok kuchaytirgichlarida va juda aniqlik bilan ishlaydigan elektron o‘lchov asboblarida 0,0001% gacha.

Asbob qancha sezgir bo‘lsa, u shuncha aniq o‘lchaydi va uning manbayi shuncha stabil bo‘lishi lozim.

Manbalarning nostabillik holatda ishlashlari quyidagi chegaralarga bo‘linadi:

— past stabillik holatida ishlovchi manbalarda kuchlanishning o‘zgarishiga 5% gacha ruxsat beriladi;

— o‘rta stabil holatda ishlovchi manbalarda kuchlanishning o‘zgarishiga 1—5% gacha ruxsat beriladi;

— yuqori stabil holatda ishlovchi manbalarga 0,1—1% gacha ruxsat beriladi.

Manbaning stabil ishlashini buzuvchi omillar: muhit harorati, namlik, tarmoq chastotasi va boshqalar kiradi.

Ammo nostabillikni keltirib chiqaruvchi asosiy sabab — kirish kuchlanishining tebranishi va yuklamadagi tokning o‘zgarishidir.

Tarmoqdagi kuchlanish yoki yuklamadan oqadigan tok ish jarayonida sekin-asta o‘zgarmasdan birdaniga o‘zgarishi mumkin. Bu o‘zgarishni avtomatik ravishda talab qilingan kattalikda ushlab turishga yordam qiluvchi qurilma stabilizator deyiladi.

Tokning xiliga qarab ular o‘zgaruvchan tok stabilizatorlari va o‘zgarmas tok stabilizatorlariga bo‘linadi. Stabilizatorlar parametrik va kompensatsiyalangan stabilizatorlarga bo‘linadi.

Kompensatsiyalangan stabilizatorlar manfiy teskari bog‘lanishli yopiq zanjirli avtomatik sistemani tashkil etadi.

O‘zgarmas tok stabilizatorlari quyidagicha bo‘linadi: siljituvchi elementning xiliga qarab va siljituvchi elementning ish holatiga qarab (impulsli va chiziqli).

Kuchlanish stabilizatorlarining asosiy parametrlari quyidagilar:

1. Kuchlanish stabilizatsiyasi:

$$K_{st} = \frac{\Delta U_{kir} / U_{kir}}{\Delta U_{kir} / U_{chiq}} = \frac{\Delta U_{kir}}{\Delta U_{chiq}} \cdot \frac{U_{chiq}}{\Delta U_{kir}},$$

bunda ΔU_{kir} va ΔU_{chiq} — stabilizatorlarning kirish va chiqish kuchlanishlarining o‘sishi;

U_{kir} va U_{chiq} — stabilizatorlarning kirish va chiqish kuchlanishlarining nominal qiymati.

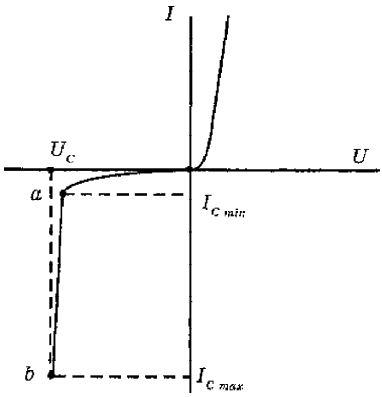
2. Chiqish qarshiligi, kirish kuchlanishi o‘zgarmagan holda, yuklamadan oqayotgan tokning o‘zgarishi chiqishdagi kuchlanishiga ta’sirini ko‘rsatadi:

$$R_{chiq} = \frac{\Delta U_{chiq}}{\Delta I_{chiq}}, \qquad U_{kir} = \text{const}.$$

3. Foydali ish koeffitsiyenti, yuklamadigi quvvatning kirishdagi nominal quvvatga nisbatan:

$$q = \frac{U_{chiq} \cdot I_{chiq}}{U_{kir} \cdot I_{kir}}.$$

4. Chiqish kuchlanishining nostabilligi, chiqish kuchlanishining belgilangan vaqtgacha yoki temperaturagacha o‘zgarishi.



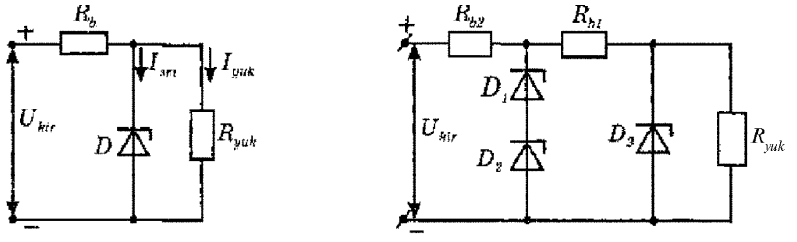
64-rasm.

6.2. PARAMETRLI O‘ZGARMAS KUCHLANISH STABILIZATORI

Parametrli o‘zgarmas kuchlanish stabilizatorlarida nochiziqli qarshilik ishlatiladi. Bu yerda stabilizatsiya toki kuchlanishning nochiziqli funktsiyasidir, ya’ni dinamik qarshilik R_D statik qarshilikka R_S teng bo‘ladi. Bunday nochiziqli qarshilik barettr, gaz to‘ldirilgan va kremniyli stabilitron kiradi. Kremniyli stabilitron-o‘zgarmas kuchlanishni stabillash uchun mo‘ljallangan. Kremniyli stabilitronning volt-amper xarakteristikasi 64-rasmda keltirilgan.

Stabilitron sxemaga ulanib, uning elektrodlariga teskari kuchlanish berilganda teskari xarakteristika $a-b$ qismida kuchlanish oz o‘zgarganda tok ko‘p miqdorda o‘zgarishi kuzatiladi. Kremniyli stabilitronning stabillash xususiyati shundan iboratki, $r-n$ o‘tkazuvchanlikda tok o‘zgarganda kuchlanishning pasayishi kam o‘zgaradi.

Kremniyli stabilitronning ulanish sxemasi 65-*a* rasmda keltirilgan.



a) *b)*

65-rasm.

Sxemadagi R_b — ballast (so‘ndiruvchi) qarshilik bo‘lib, .stabilitrondan oqadigan katta tokni chegaralaydi.

Kirishdagi kuchlanishning o‘zgarishi ballast qarshiligi orqali oqadigan tokning o‘zgarishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida stabilitrondan oqadigan tokni o‘zgartiradi. Stabilitronning qarshiligi oddiy qarshilik singari doimiy bo‘lmaganligi uchun undan oqadigan tok oshganda stabilitronning qarshiligi kamayadi yoki stabilitrondan oqadigan tok kamayganda uning qarshiligi oshadi. Natijada stabilitrondagi kuchlanish o‘zgarmasdan qoladi. Kirishdagi kuchlanishning o‘zgarishi R_b qarshilikda so‘ndiriladi. Agar kirishdagi kuchlanish doimiy bo‘lganda yuklamadagi tok o‘zgarsa, stabilitrondan oqadigan tok shuncha teskari kattalikka o‘zgaradi. To‘g‘rilagichdan kelayotgan umumiy tok esa o‘zgarmaydi, natijada yuklamadagi kuchlanish ham o‘zgarmaydi. Stabilitron odatdagi yassi diodlarga o‘xshagan bo‘lib, tayyorlanish texnologiyasi biroz farqlanadi. Stabilitronning anodiga musbat, katodiga manfiy potentsial ulansa, kremniyli diodning xarakteristikasi olinadi. Agarda stabilitronga ulangan teskari kuchlanish oshirilsa (anodga manfiy, katodga musbat potentsial ulansa), stabilitrondan oqadigan tok avvaliga asta-sekin o‘sadi va shunday bir kuchlanish kelganda stabilitronning *p-n* to‘siq zonasida elektrik buzilish paydo bo‘ladi va kuchlanishning juda kam miqdorda o‘zgarishiga tokning ko‘p miqdordagi o‘zgarishi to‘g‘ri keladi. Stabilitronning elektrik buzilish holatida kuchlanishni stabillash sifati

namoyon bo‘ladi. Bu holatni va bu sifatni stabilitronda turg‘un holatda saqlab turish uchun undan oqadigan tokning qiymati maksimal I_{cmax} va maksimal I_{cmin} oraliqda bo‘lishi lozim. Bular bilan bir qatorda stabilitronda quyidagi parametrlar mavjud: kuchlanish stabilizatsiya — U_{st} va differensial qarshilik — $r_d = \frac{\Delta U_{ct}}{\Delta I_{ct}}$.

Agar r_d qancha kichik bo‘lsa, chiqishdagi kuchlanish stabilizatsiyasi shuncha yuqori bo‘ladi. Parametrik stabilizatorlarining sifati stabilizatsiya koeffitsiyenti — K_{CT} orqali aniqlanib, kirish kuchlanishining nisbiy o‘zgarishini yuklamadagi kuchlanishning nisbiy o‘zgarishiga nisbati bilan o‘lchanadi, ya’ni:

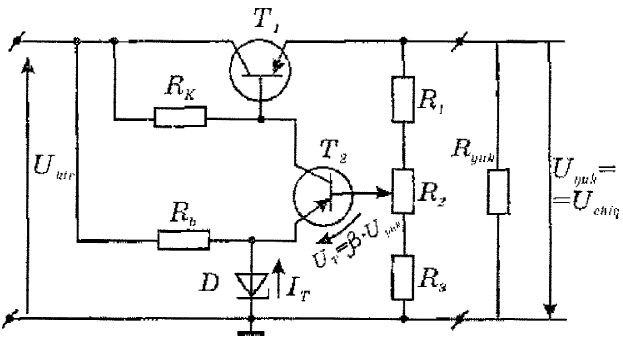
$$K_{CT} = \frac{\Delta U_{kir} / U_{kir.o'r}}{\Delta U_{yuk} / U_{yuk.o'k}}.$$

Yarim o‘tkazgichli stabilitrondan tuzilgan stabilizatorlarda $K_{ct} = 100$ gacha borishi mumkin. Kuchlanishning stabilizatsiyasini oshirish uchun stabilizatorlar ketma-ket ulanadi (65-*b* rasm).

Parametrik stabilizatorlarning yutug‘i shundan iboratki, ular sodda tuzilgan va puxta. Kamchiligi esa FIK stabilizatsiya koeffitsyenti kichik va tor siljimaydigan kuchlanish chegarasiga ega.

6.3. KOMPENSATSION STABILIZATORLAR

Kompensatsion stabilizatorlar (66-rasm) parametrik stabilizatorlarga o‘xshab silliqlovchi filtrlar bilan yuklama oralig‘iga ulanadi.

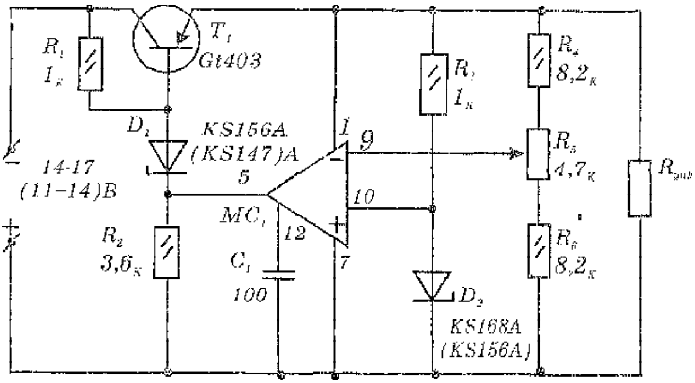


66-rasm.

Bu stabilizatorlarda chiqish kuchlanishi U_{chiq} kirish kuchlanishi U_{kir} bilan tranzistor T_1 dagi kuchlanish farqiga teng, ya'ni $U_{chiq} = U_{kir}$. Kompensatsion stabilizatorda yuklamadagi kuchlanish U_{yuk} tayanch stabilitrondagi U_T kuchlanish bilan uzluksiz solishtirilib turiladi. Solishtirish natijasida farq paydo bo'lsa, boshqaruvchi tranzistor T_2 ning kirishiga kuchlanish farqi U_T — beriladi. Bu kuchlanish farqi kuchaytirilib boshqariluvchi quvvatli tranzistor T_1 ga beriladi. Tranzistor T_1 ning qarshiligi o'zgarib undagi kuchlanish u yoki bu tomonga o'zgarib, chiqish kuchlanishidagi kuchlanish farqini kompensatsiyalaydi. Stabilizatordagi kirish kuchlanishi oshsa yoki yuklama toki I_{yuk} kamaysa, U_{yuk} kuchlanishi avvalgi kattaligidan farqlanib o'zgaradi. Yuklama kuchlanishi βU_{yuk}. (β— R_1, R_2, R_3 bo'luvchi qarshiliklarning bo'luvchi koeffitsiyenti), tayanch kuchlanishi U_T bilan solishtiriladi. Tayanch kuchlanishi doimiy bo'lganligi uchun chiqishdagi U_{yuk} ning oshishi T_2 tranzistorning baza va emitter orasidagi kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Bu o'z navbatida T_1 tranzistorning kollektor — baza orasidagi kuchlanishni kamaytiradi va o'z navbatida T_2 tranzistorning kollektor toki kamayadi. Bu T_2 tranzistorning qarshiligi oshgan holatiga to'g'ri keladi.

Bu o'zgarish ΔU kuchlanishning oshishiga chiqishdagi kuchlanish U_{yuk} nominal holatini egallashga olib keladi. Kompensatsion stabilizatorlarda stabilizatsiya koeffitsiyenti bir necha mingga oshadi. Buning uchun katta kuchaytirish koeffitsiyentiga ega bo'lgan tranzistor tanlash hamda U_{yuk} kuchlanishni R_2 o'zgaruvchan qarshilik orqali siljitish kerak.

67-rasmda yuklama toki 40 mA mo'ljallangan kuchlanish stabilizatori keltirilgan. Stabilizator ikkita 9 va 12,6V chiqish kuchlanishiga mo'ljallangan bo'lib, uni boshqarish xatoligi 10% ni tashkil qiladi. Stabilizator operatsion



67-rasm.

kuchaytirgich K1Y-T401A dan, solishtirish sxe-masi va teskari bog‘lanishli kuchaytirgichdan tashkil topgan. Invertirlovchi kirish 9 ga chiqish kuchlanishi bo‘luvchi R_4—R_6 qarshiliklardan beriladi, kuchaytirgichning ikkinchi kirishi 10 ga esa D_2 stabilitrondan tayanch kuchlanishi beriladi. MS ning kirishidagi potentsiallar farqi operatsion kuchaytirgich orqali kuchaytirilib D_1 stabilitron orqali siljituvchi tranzistor T_1 ning bazasiga beriladi.

Bu qurilmaning stabilizatsiya koeffitsiyenti mingdan ortiq. Kuchlanish stabilizatori ikki xil variantda: alohida aniq bir qurilmaga mo‘ljallab va avtonom blok turida tayyorlanadi. Stabilizatorlarni tayyorlashda quyidagi talablarga rioya qilish kerak: prinsipial sxema montaj qilinayotganda har bir elementga qulay yetib borish kerak, ya’ni ayrim elementlarini almashtirish qulay bo‘lishi kerak. Sxemada olib qo‘yadigan elementlarni ishlatish hamda kerakli chiqqichlarni plataning bir tarafiga qulay qilib chiqarish maqsadga muvofiqdir. Platani ushlash esa kavsharlanmasdan, bir-biriga kirib kontakt beradigan elementlardan tayyorlash qulaylik keltiradi.

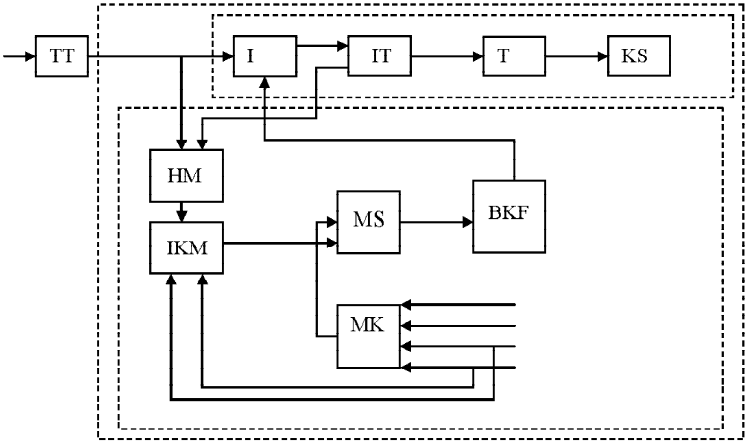
6.4. IMPULSLI MANBALAR

Impulsli manbalar dastavval televizion qabul qiluvchi TQQ va videomagnitofonlarda VM va audioqurilmalarda AQ qo‘llanildi [10]. Bu qo‘llanishning asosida ikkita sabab yotadi. Birinchi sabab — impulsli manbalarda hosil bo‘lgan halaqitlarning televizion qabul qiluvchi va videomagnitafonlarning sezgirligiga ta’siri ovozni qayta ishlovchi qurilmalarga nisbatan kamligi. Ikkinchidan, TQQ va VM larning yuklamasining quvvatliligi (10—80 W gacha), ya’ni TQQ yuklamasidagi quvvatning o‘zgarishi ekrandagi yorug‘likning o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lib, bu esa kadrlar mazmuni natijasida o‘zgaradi. Bu o‘zgarish maksimal yuklama quvvatining 30% ni tashkil qiladi va 20 W dan oshmaydi. VM da esa bu o‘zgarish tasma o‘rovchi mexanizmni bir holatdan ikkinchi holatga o‘zgartirganda hosil bo‘ladi, buning natijasida quvvat bir necha vatga o‘zgaradi.

2x20 W quvvatli stereofonli kuchaytirgichda quvvatning o‘zgarishi 70—80 W gacha boradi (yuklama maksimal quvvatining 70%—80% ini tashkil etadi). Shuning uchun bumday qurilmalarda impulsli manbalarni ishlatish qimmatga tushadi, chunki qo‘shimcha ikki taktli kuchaytirgichlar, konvertorlar, filtrlar ishlatilishi kerak. Shuning uchun IM TQQ va VM har xil muhofazalovchi qurilmalar yordamida ishlatilmoqda.

Impulsli manbalarning (IM) stuktura sxemasi

IM amaliyotda TQQ va VM da boshqariluvchi konvertor orqali ishlatiladi. 68-rasmda TQQ va VM da ishlatilgan IM ning struktura sxemasi ko‘rsatilgan.



68-rasm.

IM tarmoq to‘g‘rilagichi (*TT*) va kuchlanish o‘zgartirgichidan (KO‘) tashkil topgan.

TTning vazifasi tarmoqdan kelayotgan kuchlanishni stabil ushlab turishdan iborat. Yuklamadagi ish jarayoni o‘zgarganda bu blok ruxsat berilgandan ortmagan holda kuchlanishni bir xil ushlab turadi. Har xil o‘zgarishlar hamda avvaldan mo‘ljallanmagan buzilishlar ta’sirini cheklash uchun *TT* ga muhofazalovchi qo‘shimcha filtrlar ulangan.

Kuchlanish o‘zgartirgich tarkibiga konvertor (*K*) (boshqaruvchi qurilma) kiradi. Konvertor boshqariluvchi invertordan (*I*), impuls transformatoridan (*IT*), to‘g‘rilagich (*T*) va kuchlanish stabilizatori (*KS*) dan iborat.

Invertor *TT* dan kelayotgan o‘zgarmas kuchlanishni to‘g‘ri burchakli o‘zgaruvchan kuchlanishga o‘zgartirib beradi. Impuls transformatori. yuqori chastotada (20 kHz dan yuqori) invertorning avtogenerator holatini ta’minlab turish, sxemani nazorat qilib turuvchi va muhofazalovchi qurilmani manba bilan ta’minlash hamda yuklamani tarmoq zanjiri bilan bog‘lab turish uchun xizmat qiladi. Nazorat qurilma quvvatli tranzistordan tuzilgan kalit orqali impuls holatda boshqariladi. Yuqorida keltirilgan sabablarga ko‘ra konvertor bir taktli o‘z-o‘zini uyg‘otuvchi avtogenerator holatda ishlaydigan invertor asosida qurilgan. Bundan tashqari, *IMQ* impuls manbayi kuchlanishini stabillash uchun, kuchlanishning oshib ketmasligi uchun *IM* ni har xil zo‘riqlashlardan (chiqish tokidan) saqlash uchun, kuchlanishni birdaniga olib tashlash hamda qurilmani kuyib ketishidan saqlash uchun ishlatiladi. Ayrim qurilmalarda nazorat qurilmasi masofa orqali *TQQ* va *VM* larni uzish va ulash uchun ishlatiladi.

Impuls manba nazorat qurilma (*IMQ*) quyidagi qismlardan tashkil topgan: nazorat manbayi (*NM*); impuls kengligi modulatori (*IKM*); muhofazalovchi qurilma (*MQ*); *MQ* va *IKM* signallarini bog‘lovchi mantiqiy sxema (MS), konvertorning quvvatli tranzistori uchun boshqaruvchi kuchlanish formirovateli (*BKF*).

TKK va *VM* da ulovchi zanjir tarmoq bilan qisqa impulsli kuchlanishni *IMQ* ga ulaydi, bu o‘z navbatida maxsus impuls transformatoriga ulanadi.

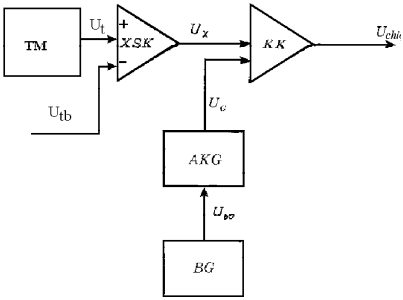
Impuls kenglik modulatori *IKM* impuls kengligini impuls oralig‘iga nisbatini berilgan kattalikda shakllantirib beradi.

Impuls kengligining impuls oralig‘i kengligiga nisbati «Impuls chuqurligi» deyiladi.

IKM impuls qatorini quyidagicha modullaydi: faza-impulsli modullash, chastota-impulsli modullash, impuls kengligi bo‘yicha modullash. *IM* larda *IKM* ni loyihalashda impuls kengligi bo‘yicha modullash qo‘llaniladi, chunki prinsipial sxema sodda sxemalar orqali amalga oshiriladi, shu bilan bir qatorda bir turg‘un ish holatdan ikkinchi turg‘un ish holatiga o‘tishda chastotasi o‘zgarmagan holda impuls kengligi o‘zgaradi. Faza impulsli modulator (*FIM*) va chastota impulsli modulatorlarda (*ChIM*) ulanish chastotasining o‘zgarishi ish holatini o‘zgartiruvchi halaqit hosil bo‘lishga olib keladi. Qayd etilgan kamchilik bu xildagi modulatorlarni qo‘llashni cheklaydi.

Impuls kengligi bo‘yicha modullash asosida ishlaydigan IKM ning prinsipial sxemasi 69-rasmda keltirilgan.

Impuls kengligi modulatori quyidagicha ishlaydi. Berilgan generator (*BG*) to‘g‘ri burchakli impulsni kuchlanish o‘zgartiruvchi qurilma chastotasiga mos keladigan chastotada ishlab chiqaradi. Berilgan generator impuls ketma-ketligi U_{bg} arrasimon impuls ketma-ketligi U_g ga arrasimon shaklli kuchlanish generatorida (*AKG*) o‘zgartiriladi. Bu kuchlanish impuls kengligi modulatorning komparatoriga *KK* beriladi. Komparatorning ikkinchi kirishiga esa xato signalga ishlovchi kuchaytirgichning (*XSK*) chiqishidagi U_x signal beriladi. *XSK* ning kirishiga esa teskari bog‘lanish kuchlanishi va (*TM*) tayanch modulatori signali beriladi. Xato signal kuchaytirgich chiqishidagi signal U_x kirishiga berilgan tayanch kuchlanishi U_T va teskari bog‘lanish U_{tb} kuchlanishi ayirmasi farqiga to‘g‘ri proporsionaldir.



69-rasm.

Shunday qilib, xato signal kuchaytirgich chiqishidagi signal yuklamadagi

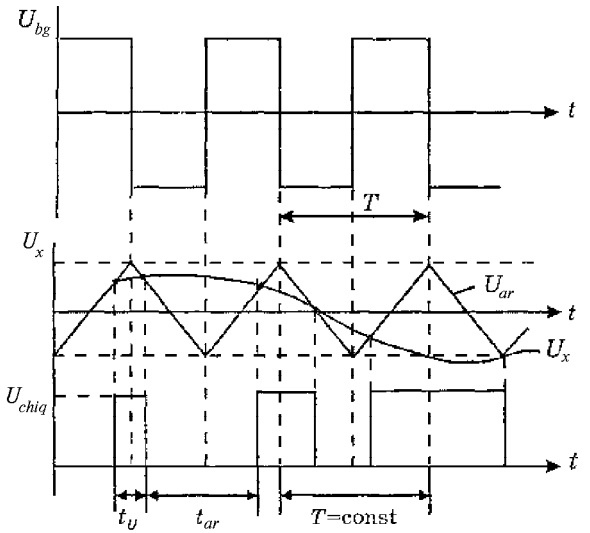
tok I_{yuk}, yoki U_{chiq}, kuchlanishini solishtirish natijasiga bog‘liqdir. Keng impulsli komparator; impuls kenglik modulatorining uzuq chiziqli blokidir. Natijada chiqish kuchlanishini boshqaradigan yopiq zanjir hosil bo‘ladi.

Keng impulsli komparatorning *KK* kirishiga kelayotgan signallarning biri arrasimon tayanch kuchlanishi, ikkinchisi boshqaruvchi kuchlanishdir (70-rasm).

KK ning chiqishida esa impuls signali chiqadi. Chiqish impulsining kengligi esa arrasimon impuls (urovenidan) boshqaruvchi impulsning ortiqligiga qarab hosil bo‘ladi. *KK* ning chiqishidan chiqqan modullangan signal mantiqiy sxema *MS* orqali boshqaruvchi kuchlanish o‘zgartiruvchi (formirovatel) *BKF* ga boradi. Bu signal esa o‘z navbatida konvertorning quvvatli kaliti sif atida ishlatilgan tranzistorini ulash yoki uzish uchun xizmat qiladi.

Chiqish kuchlanishi U_{yuk} ni stabillash quyidagicha amalga oshiriladi: ya’ni yuklama kuchlanishining o‘zgarishi teskari bog‘lanish kuchlanishi U_{tb} ni o‘zgartiradi; bu esa o‘z navbatida keyingi zanjirga berilayotgan kuchlanish quvvatini o‘zgartiradi. Bu kuchlanish o‘zgartirgichini stabil ushlab turishi uchun zamin yaratadi.

Impulsli manbalarning asosiy sharti shundan iboratki, manba bilan yuklama orasida bog‘lanish orqali muhofazalovchi blok, xato signal kuchaytirgichi bilan galvanik bog‘liqlik bo‘lishi kerak. Bunday bog‘liqlikni



70-rasm.

hosil qilish uchun optoelektron juftlar yoki transformatorlardan foydalaniladi. Optronlarni transformatorlarga nisbatan qo‘llash chastota spektor kengligining afzalligidir.

Ammo bu transformatorning nazoratchi blokdagi kuchaytirgichining qisqarishiga olib keladi.

Shunday qilib, impulsli manbalarning videoapparatlarning manbalarida ishlatilishi diskret elementlarining ishlatilishiga olib keladi. Hajmi katta bo‘lgan yarimo‘tkazgichli asboblardan tuzilgan sxemalarni integral mitti sxemalarga almashtirish ijobiy samara beradi. Birinchi o‘rinda, bu almashtirish impulsli manbaning nazorat blokiga va ikkilamchi kuchlanish stabilizatoriga tegishlidir.

Hozirda *MOP* tranzistorlaridan tuzilgan elektron kalitlar, ya’ni *MOP* tranzistorlardan tuzilib, integral mitti sxemalar yordamida nazoratchi bloklar hosil qilingan kalitlarni boshqarish oson, ish holatiga chidamli va yuqori ish chastotasida (0,1—1,0 MHz) mo‘tadil ishlaydi.

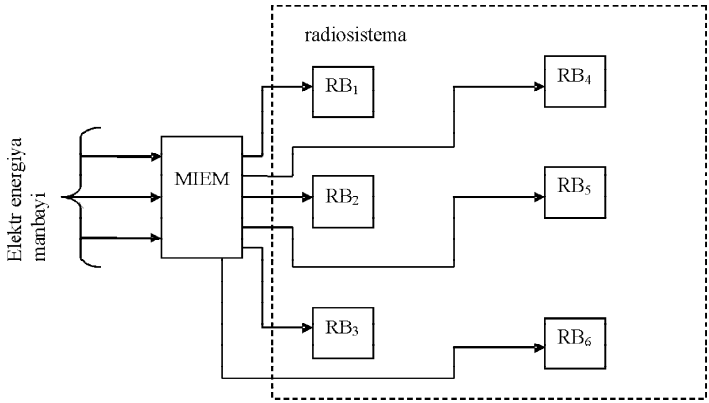
VII BOB. ELEKTR TA’MINOT QURILMALARINI MUHOFAZALASHGA DOIR MASALALAR

7.1. RADIO SISTEMALAR ELEKTR TA’MINOT QURILMALARINING STRUKTURA SXEMASI

Radio sistemalardagi elektr manbalar shu qurilmaning harakteriga qarab kerakli tok va kuchlanish hosil qiladigan qilib tuziladi.

Radio sistemalar bir necha blokdan tuzilgan bo‘lganligi uchun ularni ta’minlaydigan manbalar markazlashtirgan tarqoq va aralash holda bo‘ladi.

71-rasmda markazlashtirilgan elektr manba turlari keltirilgan.

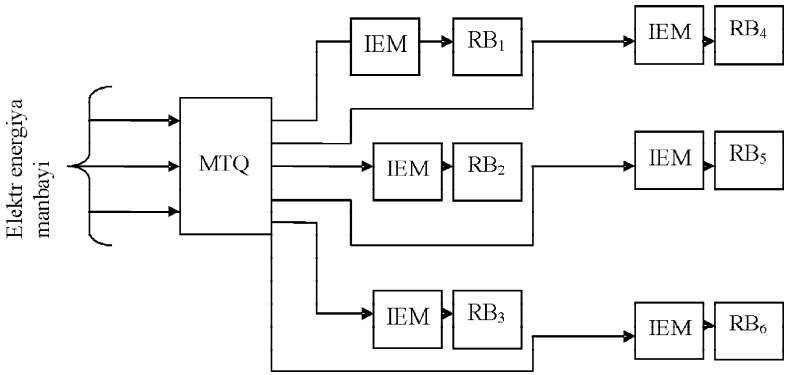


71-rasm.

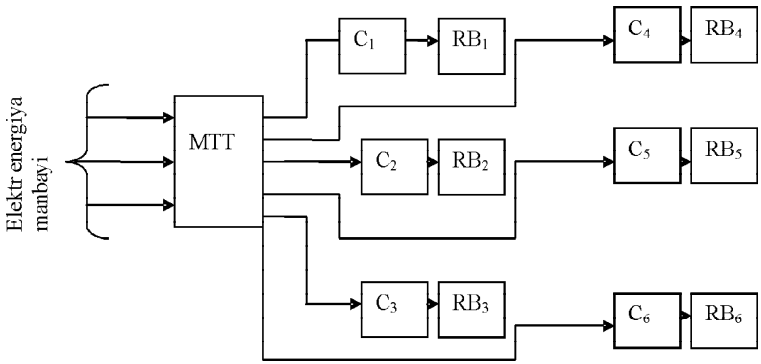
Markazlashtirilgan elektr manbada hamma kuchlanishlar markazlashtirilgan ikkilamchi elektr manbada (*MIEM*) ishlab chiqariladi va simlar orqali radioblo‘klarga (*RB*) beriladi.

Yakka tartibdagi elektr manbada (72-rasm) ikkilamchi elektr manba alohida o‘zining ikkilamchi elektr manbayi bo‘lib, markaziy taqsimlovchi qurilma (*MTQ*) orqli bog‘lanadi.

Kombinatsiyalashgan elektr manbalarda ayrim qismlari markaziy ikkilamchi elektr manba orqali ishlasa, qolgan qismlari alohida ikkilamchi manbalardan ishlaydi (73-rasm).



72-rasm.



73-rasm.

Ya'ni MIEM yakka holdagi RB uchun umumiy ikkilamchi elektr manba bo'lib hizmat qilsa, yakka holdagi RB lar uchun alohida ikkilamchi elektr manba bo'lib hizmat qiladi. Kuchlanishni stabillash esa alohida stabilizator orqali amalga oshiriladi. O'zgaruvchan kuchlanishni transformatsiyalash va uni to'g'irlash markaziy transformatorli to'g'irlovchi blo'kda (MTTB) amalga oshiriladi.

Radioblo'klarni markaziy elektr manba orqali taminlash qulay va tejamkor, ammo elektr energiyaning taqsimlanishida, ayniqsa, kam kuchlanishli va ko'p to'k istemol qiladigan yuklamalarda energiyaning isrofgarchiligi ko'p bo'ladi. Elektr manba yakka holda tuzilganda elektr energiya isrofgarchiligi kam bo'ladi.

7.2. ELEKTR TA'MINOT QURILMALARINI IXCHAMLASHTIRISHDAGI ASOSIY YO'NALISHLAR

Apparatlarning hajmini, og'irligini ixchamlashtirish hozirgi zamon texnikasining asosiy vazifasidir.

Ixchamlashganlikni baholash uchun elementlarning qay holatda joylashtirilishi baholanadi, ya'ni mm birlikdagi hajmga joylashgan elementlar soni aniqlanadi. Hozirda 1 sm^3 da 10^5 element joylashtirilgan. Elektr manba energetika apparatlari tarkibiga kirgan bo'lib, energiya o'zgartiruvchi qurilma hisoblanadi. Shuning uchun qurilmani ixchamlashtirishning samaradorligini aniqlashda solishtirma quvvat P_{sol}, (W/dm^3) dan foydalaniladi, ya'ni chiqishdagi quvvatning uning hajmiga nisbati yoki elektr manbaning egallagan hajmining butun radiosistemaning egallagan hajmiga nisbati bilan o'lchanadi.

Elektr manba ixchamlashtirilganda shunga aloqador bo'lgan kompleks muammolar hal qilinishi lozim, ya'ni energetik, struktura, konstruktiv-texnologik va sistemali metod muammolari hal qilinadi.

Energetik jihatdan ixchamlashtirish FIK ni oshirishga olib keladi.

Strukturali ixchamlashtirish qurilmani tashkil qiladigan bloklar iste'mol quvvatlarini kamaytirish va reaktiv elementlarning sonini kamaytirishga olib keladi.

«Qurilmani sistemali ixchamlashtirish» deyilganda avvalgi qaralgan ixchamlashtirish turlarini bir bo'lak holda bog'lab turib eng yaxshi sistema qabul qilinishi tushiniladi.

Tanlangan sistema integral texnologiya asosida, qobiqsiz yangi texnologiya asosida yaratilgan materiallarni ishlatib hosil qilingan yarimo't-kazgichli asboblarni qo'llab, zich kampanovkalar hosil qilinib va bu

kompanovkalarda elektr maydon mutannosibligini hisobga olgan holda ishlab chiqiladi.

7.3. ELEKTR TA'MINOT QURILMALARINI ORTIQCHA YUKLAMADAN VA QISQA TUTASHUVDAN MUHOFAZALASH

Elektr manbaning puxtaligini va ishonchliligini oshirish uchun uni ortiqcha yuklamadan va qisqa tutashuvdan asrash kerak.

Muhofazalash yakka va umumiy holda bo'lishi mumkin.

Umumiy muhofazalash elektr manba zo'riqqanda o'rnatiladi.

Yakka holda muhofazalash esa qurilma ayrim bloklarining zo'riqishini hisobga olib muhofaza qilinadi.

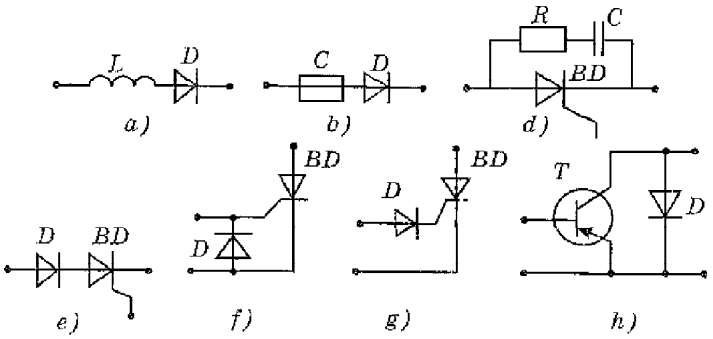
Sxemali muhofazalash metodida qo'shimcha sxema orqali elektr manba zo'riqishdan holi qilinadi va bu zo'riqish ayrim elementlarga og'irlik qilmaydi.

Zo'riqish paydo bo'lganda passiv metod yordamida elektr manba himoyalanadi, ya'ni tok yoki kuchlanish pasaytiriladi yoki butunlay o'chiriladi.

Aktiv metod orqali elektr manba himoyalanganda, zo'riqish paydo bo'lganda boshqa bir qurilma orqali zo'riqishning kamayishi boshqariladi. Bu zo'riqishlarga eng ta'sirchani yarimo'tkazgichli asboblardir.

74-rasmda yarimo'tkazgichli asboblarni muhofazalash variantlari keltirilgan.

Yarimo'tkazgichli diodlarni muhofazalashda unga ketma-ket induktivlik ulanadi (74-*a* rasm), ya'ni dioddan o'tayotgan tok mo'ljallangan qiymatdan oshganda chegaralanadi. Bu chegaralashni saqlagich orqali ham amalga oshirish mumkin (74-*b* rasm).



74-rasm.

Tiristorli uch fazali to‘g‘rilagichlarda tiristor yakka holda saqlagich yordamida muhofazalangan *RC* — zanjir bilan ikkita diod boshqaruvchi elektrodni muhofazalaydi (74-*d*, *e* rasm).

Tiristorlarning elektrodiga kelayotgan kuchlanishning manfiy bo‘lishi va teskari tokning kelishi tiristor uchun havfli hisoblanadi, bu hodisadan saqlanish uchun tiristorning boshqaruvchi elektrodi bilan diod parallel (74-*f* rasm) yoki ketma-ket (74-*g* rasm) ulanadi.

Tiristorni emitter va kollektor orasidagi kuchlanishdan zo‘riqishidan saqlash uchun bu oraliqqa parallel stabilitron ulanadi (74-*h* rasm), chunki stabilitron emitter va kollektor orasidagi kuchlanishni cheklaydi.

Elektr manbalarda (ETQ) xalaqitlardan muhofazalanish

Elektr o‘zgartirgich manba sifatida ishlatilishi bilan bir qatorda qolgan radio elementlarida ma’lum miqdorda xalaqit hosil qiladi. Xalaqitni kamaytirish uchun filtr ishlatiladi.

Yana bir havfli xalaqit struktura sxemasining o‘zida hosil bo‘ladigan xalaqit bo‘lib, u «parazit (tekinxo‘r) xalaqit» deyiladi.

Ikkita elektr zanjirning bir biriga yaqin joylanishi natijasida quyidagi parazit xalaqitlar hosil bo‘ladi:

— elektr maydon orqali (sig‘im orqali bog‘langan);

— magnit maydon orqali (g‘altak orqali bog‘langanda);

— bog‘lovchi sim orqali;

— elektromagnit maydon orqali.

Havoda elektr magnit maydon orqali elementlar orasida *E* kuchlanganlik hosil bo‘ladi, elementlar orasida esa parazit sig‘im C_{par} hosil bo‘lishi parazit kuchlanishni hosil qiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$U_{bpar} = U_A \frac{Z_V}{Z_v + \frac{1}{j\omega C_{par}}}$$

bu yerda: Z_v — qurilmaning qobig‘i bilan element orasidagi umumiy qarshilik.

Parazit xalaqitlar qurilmaning yonidan o‘tgan simlar ta’siri natijasida ham hosil bo‘lishi mumkin.

Bu xalaqitlarning oldini olish uchun parazit xalaqit hosil qiluvchi elementlar xalaqit hosil qiluvchi to‘sqinlik qiladigan qobiq ichiga o‘rnashtiriladi (ekran). Ekranning vazifasi elementlarning elektr, magnit maydonlar ta’sirini o‘zidan tashqariga o‘tkazmaydi. Bu ekran o‘zida elektr tokini tez o‘tkazuvchan bo‘lib, u qurilmaning asos qobig‘iga kavsharlangan bo‘ladi.

Xalaqitlarni kamaytirishning yana bir yo‘li transformator va g‘altakning toroid shaklli o‘zaklaridan foydalanishdir hamda bog‘lovchi simlarni qisqartirish, yuqori kuchlanishli simlarni past kuchlanishli simlardan alohida qilib ajratish va mumkin qadar filtrlarni ko‘p ishlatish lozim. Surunkali xalaqitlar hosil qiladigan elektromexanik qurilmalarni (kollektor mashinalar, relelar va boshqalar) xalaqitlar hosil qiladigan ish jarayonlarida maxsus uchqunni yo‘qotuvchi zanjirlar orqali xalaqit minimumga keltiriladi.

VIII BOB. ALOQA KORHONALARINING ELEKTR TA’MINOTI

8.1. ELEKTRON ATS LARNI ELEKTR TA’MINOTI

8.1.1. Elektron ATS ning elektr ta’minot tizimi

Electron ATS larni elektr energiya bilan taminlash uchun PS48600-2B/50 elektr ta’minot tizimi qo‘llanilgan. Tizimdagi belgilanishlar quyidagilarni ifodalaydi:

48V — nominal chiqish kuchlarini qiymati.

600A — nominal chiqish toki;

2V — versia raqami;

50A — to‘g‘irlagichning nominal tok qiymati.

Bu elektr ta’minot tizimi quyidagi asosiy bloklardan tashkil topgan:

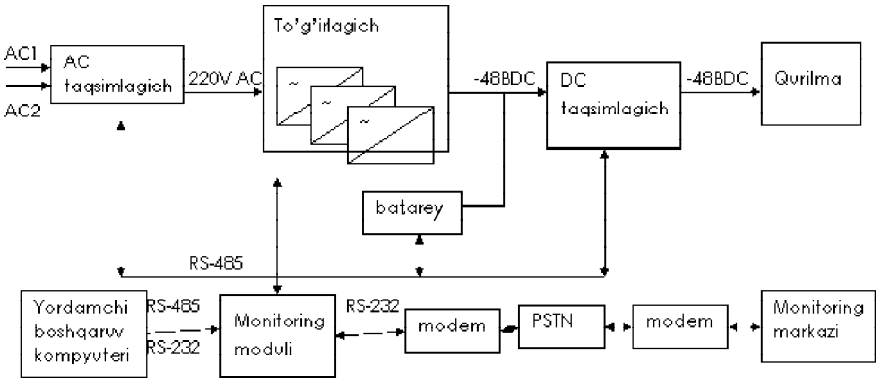
1. PSM-A11 monitoring bloki.
2. HD4850-2 — to‘g‘irlagichi.
3. AC — taqsimlash bloki.
4. DC — taqsimlash bloki.
5. Aloqa o‘rnatish moslamalari va harorat sensori.

Quydagi 75-rasmda elektr ta’minot tizimini tuzilishi va ishlash prinspi keltirilgan.

Tashqi elektr energia AC-1 yoki AC-2 shinalar orqali o‘zgaruvchan tok taqsimlagich blokiga qabul qilinadi. Bu taqsimlagich orqali elektr energia to‘g‘irlagichlarga yuboriladi.

To‘girlagich ~220 V kuchlanishni o‘zgarmas −48 V ga aylantiradi. Bu o‘zgarmas tok taqsimlagichiga (DS) qabul qilinadi.

O‘zgarmas tok taqsimlagichi elektr energiani aloqa qurulmalariga bir necha yo‘nalishlar orqali yuboradi. Normal sharoitda tizim parallel rejimida ishlaydi, yani to‘g‘rilagich va batareya parallel xolda ishlashadi. Bu vaqtda to‘g‘irlagichlar aloqa qurulmalarini elektr energia bilan taminlaydi, hamda akkumulyator batareyasini kichik tok bilan zaryadlab turishadi. Tashqi



75-rasm.

manba uzilib qolganda stansia qurulmalari elektr energiani AB lardan olishadi. Tashqi manba tiklanganda to‘g‘irlagichlar ishga tushadi va qurulmalarni elektr energiya bilan taminlaydi.

Parallel holda AB larni zaryadlash jarayoni ham amalga oshiradi. To‘g‘irlagichlar va taqsimlash bloklarida monitoring kanallari mavjud. Bu kanallar orqali qurulmalar monitoring bloki bilan bog‘langanlar. Monitoring bloki to‘g‘irlagichlarni holati to‘g‘risiodagi ma’lumotlarni qabul qiladi va RS485 porti orqali boshqaruv jarayonini amalgam oshiradi. Monitoring bloki RS 485 va RS 232 portlari orqali local kompyuter va modem orqli monitoring markazi bilan bog‘lanishlari munkin.

PS48600-2B/50 elektr ta’minot tizimi quyidagi funksialarni bajaradi:

1. chaqmoqdan himoyalanish.
2. ortiqcha kuchlanishdan himoyalanish.
3. yuklamani va batareyani o‘chirish.
4. nosozliklar to‘g‘risida ma’lumot berish.
5. monitoring jarayonini amalga oshirish.

Texnik ko‘rsatkichlari:

1. AC kirishi — 3 fazali/5 — liniyali rejim yoki 1 fazali 3 liniyali rejim.
2. kirish kuchlanish — 120V÷290 V
3. chastotasi — 45÷65%
4. kirishdagi maksimal tok — 125A;
5. chiqishdagi nominal kuchlanish — 42÷58V;

6. chiqishdagi nominal tok kuchi — 600A;
7. FIK — 90%
8. quvvat koeffitsienti — 0,99;
9. kuchlanishni stabillash aniqlik darajasi — ±1%;
10. Akustik shovqin — 55 db.

Izolyatsiya qarshiligi:

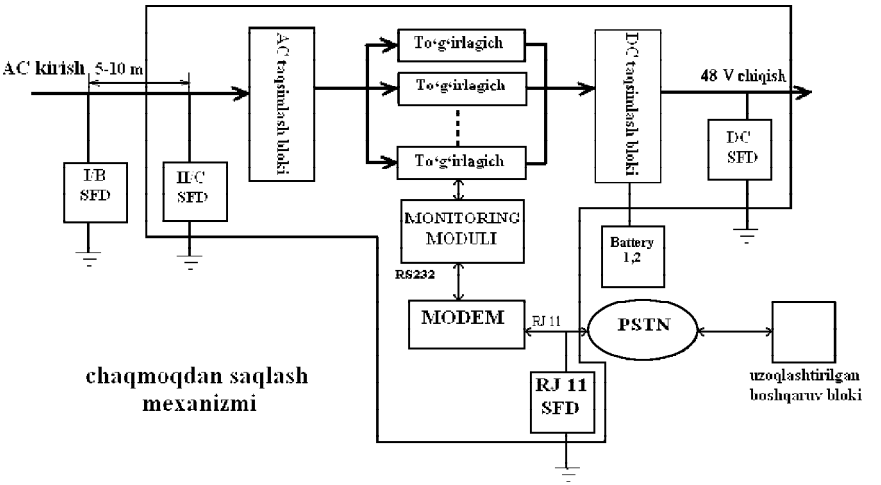
Stativdagi asosiy elementlarni korpusga nisbatan izolyatsiya qarshiligi 10 MΩ ni tashkil etadi.

Dielektrikni elektr chidamliligi. Asosiy liniyalar uchun:

AC kirishi va korpus bilan, AC kirishi va DC chiqishi oralig‘ida bir minut davomida 2500 V gacha bo‘lgan o‘zgaruvchan tok kuchlanishga bardosh bera oladi. O‘zgarmas tok chiqishi va ko‘rpus oralig‘ida bir minut davomida 1000 V gacha bo‘lgan o‘zgaruvchan tok kuchlanishiga bardosh bera oladi. Asosiy liniyaga ulanmagan yordamchi liniyalar korpusga nisbatan 500 V gacha bo‘lgan o‘zgaruvchan tok kuchlanishiga bardosh bera oladi.

Chaqmoqdan himoyalanish funksiyasI

Bu elektr ta’minot tizimida chaqmoqdan ximoyalovchi mukammal mexanizm qo‘llanilgan. Chaqmoqdan ximoyalash tizimi quyidagi 76-rasmda keltirilgan:



76-rasm.

AC distribution unit — o‘zgaruvchan tokni taqsimlash bloki.
DC distribution unit — o‘zgarmas tokni taqsimlash bloki.
Rectifier — to‘g‘irlagich.
Monitoring module — monitoring moduli.
Remote host — uzoqlashtirilgan boshqaruv xosti.
Battarey — batareya.

Elektr ta’minot tizimi II/C chaqmoqdan himoyalash mexanizmi bilan ta’minlangan. Har bir to‘girlagichda chaqmoqdan himoyalash kanallari mavjud.

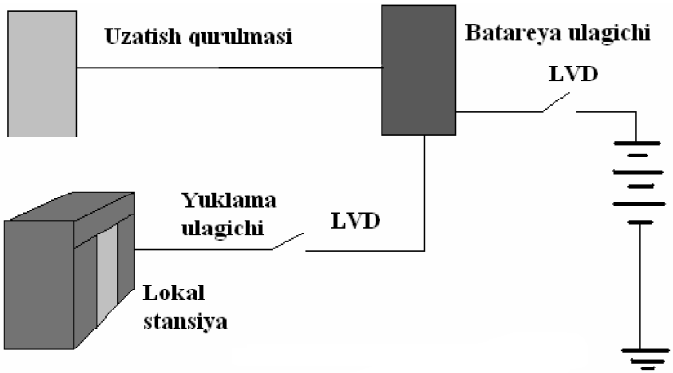
Tizim 20 KA tok kuchiga teng bo‘lgan besh karrali elektr razryadiga yoki 40 KA tok kuchiga teng bo‘lgan bir karrali elektr razryadiga bardosh bera oladi (vaqt davomiyligi 8/20 Mks). Monitoring moduli 5KA tok kuchiga teng bo‘lgan bir karrali elektr razryadiga bardosh bera oladigan himoya tizimi bilan ta‘minlangan (vaqt davomiyligi 8/20 mks).

O‘zgaruvchan tok kirishini yuqori kuchlanishlardan himoyalash

PS 48600-2V/50 tizimi AC kirishida yuqori kuchlanishlardan himoyalash moslamalariga ega. Kirishda kuchlanish maksimal kritik qiymatiga yetganda AC — ulab uzgich avtomatik tarzda ajraladi va to‘g‘irlagichni hamda qurulmalarni yuqori kuchlanishdan saqlab qoladi. Kuchlanish normal qiymatiga tiklanganda AC — ulab uzgichi avtomatik tarzda ulanadi va to‘g‘irlagich va qurulmalar tashqi manba bilan ta’minlaydi.

Akkumulyator batareyasini va istemolchilarni ajratuvchi funksiya (LVD)

Quydagi rasmda batareyani va istemolchilarni ajratuvchi funksiyani ish jarayoni aks ettirilgan.



77-rasm. Yuklama va batareya LVD sini ishlash sxemasi.

Tashqi o‘zgaruvchan elektr manba uzilib qolganda yoki to‘g‘irlagichlar ishdan chiqsa, AB si iste’molchilarga manba bera boshlaydi. AB dagi kuchlanish qiymati 45 V ga yetganda tizim akustik va visual avariya signallarini ishlab chiqaradi.

Kuchlanish qiymati kamayib 44 V ga yetganda tizim ikkilamchi iste’molchilarni AB dan ajratadi, natijada AB sini razryadlanish vaqti uzayadi va asosiy iste’molchilarni manba bilan ta’minlab turadi. AB dagi kuchlanish qiymati 43,2 V ga yetganda batareyani ajratuvchi moslama (BLVD) ishga tushadi va AB ni istemolchilardan ajratadi, natijada AB to‘liq razryadlanishdan saqlab qolinadi. Tashqi elektr manba tiklanganda ajratuvchi (LLVD; BLVD) moslamalar avtomatik tarzda oldingi holatiga qaytishadi va tizimda normal ish rejimi tiklanadi.

Avariya holatlarini ma’lum qilish va himoyalash

PS48600-2b/50 elektr ta’minot tizimi himoya va avariya ma’lumotlarini ma’lum qilsh funksiyalari bilan taminlangan. Monitoring moduli orqali tizimni ishi jarayoni, saqlagichlarni holati, ximoya qyrulmalarini holati monitoringi modulida to‘liq aks etgan.

Har bir nosozliklar uchun alohida audio va vizual avariya signallari mavjud. Masalan: kirishdagi o‘zgaruvchan tokni kuchlanishi meyoridan oshganligi yoki kamayganini ifodalovchi signallar, chiqishdagi o‘zgarmas tok kuchlanishini meyoridan oshganini yoki kamayganini aks ettiruvchi signallar, to‘g‘irlagichni ishdan chiqqanligini aks ettiruvchi signallar v.h.

8.1.2. To‘g‘irlagich qurulmasi

EATC elektr ta’minot tizimida HD4850-2 turidagi to‘g‘irlagich qo‘llaniladi. To‘g‘irlagichdagi belgilar quyidagilarni ifodalaydi:

HD — to‘g‘irlagich.

48 — nominal chiqish kuchlanishi (48 V).

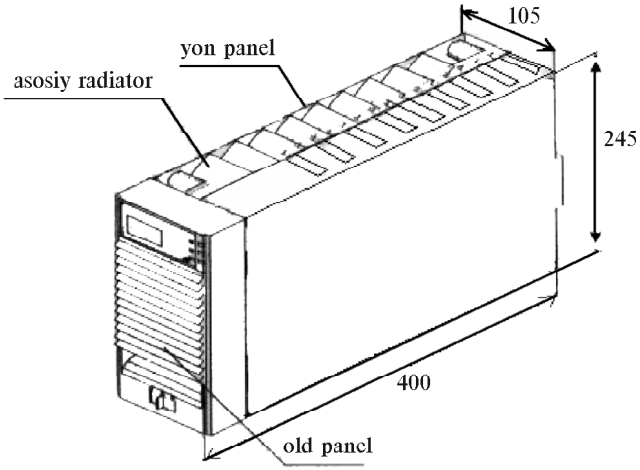
50 — nominal chiqish toki (50 A).

2 — versiya raqami.

To‘g‘irlagichning tashqi ko‘rinishi quyidagi rasmda keltirilgan.

To‘g‘irlagich quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1. front panel — oldi panel.
2. scide panel — yon panel.
3. main radiator — asosiy radiator.
4. cover plate — yon berkitgichi.



78-rasm. To‘g‘irlagishning tashqi ko‘rinishi.

To‘g‘irlagichni old panelida JK indikatorlari, kuchlanish malga kuchini ko‘rsatuvchi datchiklar (LED), displeyni ulab ulab uzuvchi tumbler, changdan himoya setka va vintelyator.

To‘g‘irlagichda tezkor almashtirish mehanizmi mavjud. Bu mexanizm mantaj va texnik hizmat ko‘rsatish jarayonini ancha yengillashtiradi.

Asosiy funksiyalari

1. asta ulanish
2. quvvatni boshqarish va nazorat qilish.
3. qisqa tuyashuvdan himoyalsh.
4. tezkor almashtirish.
5. himoya avariya signaliztsiasi.
6. yuklamani avtonom ajratish.
7. tok qiymatini asta-sekinlik bilan chegaralash.
8. monitoring.
9. changdan saqlash va ventelyatorni boshqarish.

Bu funksialarni ko‘rib chiqamiz:

1. To‘g‘irlagichni elektr ta’minot konturida 2 sxema mavjud: Aktiv korreksialash sxemasi va ko‘prikli to‘g‘irlash sxemasi. Ko‘prikli to‘g‘irlagich sxemasida fazalarni surishda asta korreksialash texnikasi qo‘llanilgan, bu esa kuchlanishni keng oraliqda ishlash imkoniyatini beradi. (120V/290 V) FIK 91% ni tashkil etadi.

2. To‘g‘irlagichda quvvatni boshqarish va nazoratni mukammal usuli qo‘llanilgan. Chiqish kuchlanishi qiymati 170—290 V ga yetganda to‘g‘irlagich maksimal quvvati bilan ishlaydi. Kuchlanish qiymati 120—170 V ni tashkil etsa to‘g‘irlagich ushbu usulni qo‘llaydi, natijada chiqishda kerakli quvvat ta’minlanadi.

3. To‘g‘irlagichda qisqa tutashuvdan himoyalash texnalogiyasi qo‘llanilgan. Qisqa tutashuv bartaraf etilgandan so‘ng to‘g‘irlagich avtomatik tarzda normal ish rejimini tiklaydi.

4. To‘g‘irlagichda tezkor almashtirish texnikasi qo‘llanilgan. To‘g‘irlagichni kirishi va chiqishida tokni chegaralash va asta ishga tushurish qurulmasi mavjud. Zaxiradagi to‘g‘irlagich ishlab turgan qurilmaning o‘rnatish tizimini chiqish kuchlanishi tasir etmaydi. To‘g‘irlagichlarni almashtirish vaqti 1 minutni tashkil etadi.

5. To‘g‘irlagichni old panelida uchta LED indikatori mavjud:

1. Manba indikatori (yashil);
2. Himoya indikatori (sariq);
3. Nosozlik indikatori (qizil).

Agar kirishdagi kuchlanish meyoridan oshib yoki kamaysa yoki to‘g‘irlagich qizib ketsa himoya indikatori yonadi. Agar chiqish kuchlanishi meyoridan oshsa, to‘g‘irlagichni modullarida yoki ventelyatorlarida nosozliklar sodir bo‘lsa nosozlik indikatori yonadi. Nosozliklar to‘g‘risidagi ma’lumotlar manitoringni moduliga yuboriladi. Monitoring moduli kerakli choralarni qabul qiladi.

6. Bu himoya usuli to‘g‘irlagichlardan birortasi ishdan chiqsa qo‘llaniladi. Bu vaziyatda ishlab turgan to‘g‘irlagichlar nosoz to‘g‘irlagichni yuklamasini o‘ziga olishadi.

7. To‘g‘irlagichda tok kuchini qiymatini asta chegaralash texnalogiyasi qo‘llanilgan.

8. To‘g‘irlagichda malgam p joylashtirilgan. Bu malgam p monitoring qurilmasini holatini boshqaradi. Hamda monitoringni moduli bilan aloqa o‘rnatadi. To‘g‘irlagich monitorin modulidan quyidagi buyruqlarni oladi: ulash, o‘chirish, kuchlanishni rostlash, tok kuchini qiymatiin rostlash va h.k. monitoring moduli to‘g‘irlagichni kuchlanish qiymatini, tok kuchini va haroratini nazorat qiladi. Bu funksialar RS 485 uzoqlashtirilgan interfeys orqali malgam oshiriladi.

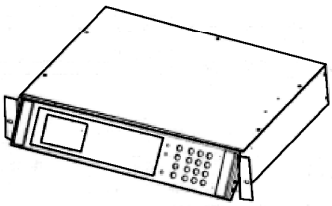
9. Ventilyator tizimida ventilyator tezligini asta boshqarish texnalogiyasi qo‘llanilgan. To‘g‘irlagichdagi harorat 400 dan oshmasa ventilyator ishlamaydi, agar harorat 400 dan oshsa ventilyator ishga tushadi. Harorat oshgan sari ventilyatorni tezligi oshib boradi. Ventilyatorlarda changdan himoyalovchi setkalar o‘rnatilgan.

Texnik xarakteristikasi.

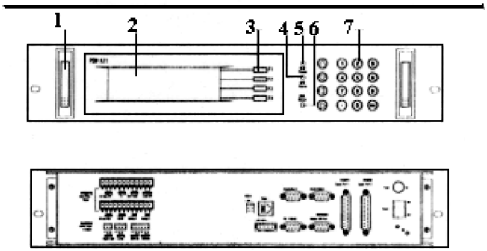
1. Ishchi harorat diapazoni: — 5+45°C;
2. Saqlash harorati: −40+85°C;
3. Nisbiy namlik: ≤95% RN;
4. Kirish kuchlanishi: 120—290 V;
5. Kirish tok kuchi: ≤15A;
6. Chastota oralig‘i: 45—65 Hz;
7. Chiqishdagi o‘zgarmas tok kuchlanishi qiymati: 42—58 V;
8. Chiqish tok kuchi: 0—50 A;
9. Quvvat koeffitsiyenti: 0,99;
10. Stabillash aniqligi: ±0,5%;
11. Akustik tovush sathi: < 50 db;
12. Izolyatsiya qarshiligi: DS chiqishidagi, AC kirishi va korpus, AC kirishi bilan DS chiqishi oralig‘idagi izolyatsia qarshiligi 10 MΩ;
13. Dielektrikni elektr chidamliligi 1 minut davomida 1500 V o‘zgaruvchan tok kuchlanishiga bardosh bera oladi;
14. Qisqa tutashuvdan va ortiqcha kuchlanishdan himoya qilingan.

8.1.3. PSM—A11 monitoring moduli

Monitoring modulini tashqi ko‘rinishi va old va orqa panellari quyidagi rasmda keltirilgan:



Monitoring modulini tashqi ko'rinishi.



79-rasm. Monitoring modulini orqa va old paneli:
1 — ruchka; *2* — suyuq kristalli erkan; *3* — funksiyali tugmalar; *4* — avariya indikatori; *5* — manba indikatori; *6* — bekor qilish tugmasi; *7* — klaviatura.

Modulni old panelida suyuqkristalli ekran va klaviatura o‘rnatilgan. Bu ekran va kalaviatura ma’lumotlarini chiqarish tizimini sozlash va boshqarish uchun qo‘llaniladi. Old panel 40° burilish imkoniyatiga ega.

Modulni orqa panelida bir nechta aloqa portlari, boshqaruv portlarini chiqishi joylashtirilgan. Bu portlar orqali modul monitorini markaziga, to‘g‘irlagichlarda va boshqa qurulmalarga ulash munkin. Bundan tashqari boshqaruv va avariya signallari chiqarish uchun qollaniladi.

PSM — A11 monitorini modulining xarakteristikasi:

1. Old panel 40° burilishi munkin;
2. Suyuq kristalli ekran;
3. Bir nechta tarmoq modullarini qo‘llash;
4. Markaziy monitoringga ulanish;
5. Operatsion tizimni holatini aks ettirish;
6. Turli nosozliklarni va ularni joylarini tovush va vizual signallar orqali aks ettirish;
7. Katta sig‘imli arhiv ma’lumotlarini saqlash;
8. Avtomat boshqaruvi;
9. Kirish nominal kuchlanishi −48 V;
10. Iste’mol quvvati ≤30 Wt;
11. Ishchi harorat oralig‘i: $-5 \div +45$°C.

Asosiy funksiyalari. 1. Boshqarish funksiasi:

Monitoring moduli tizimni ish jarayonida quyidagi buyruqlarni yuboradi: to‘g‘irlagichlarni ulash va o‘chirish rejimlarini o‘zgartirish, to‘g‘irlagichlardagi tok kuchini o‘zgartirish, to‘g‘irlagichlarni chiqishidagi chiqish kuchlanishini sozlash, LVD yuklamani nazorati LVD batareya nazorati, batareyani testlash. Qo‘l bilan boshqarish rejimida monitoring moduli orqali quyidagi jarayonlarni bajarish munkin: rejimlarni o‘zgartirish, to‘g‘irlagich toki qiymatini boshqarish, to‘g‘irlagich qiymatini sozlash, to‘g‘irlagichni raqamli signalini boshqarish, batareyani testlash uchun «batareya testini» ishga tushurilishi va tohtatish. Bu jarayonlar monitoring modulini klaviaturasi orqali bajariladi. Modul avtomatik boshqaruv rejimida batareyani testlash jarayonidan tashqari barcha jarayonidan tashqari barcha jarayonlarni bajaradi. Batareyani testlash jarayoni faqat qo‘l bilan amalga oshiriladi. Testlash rejimida tizim avtomatik tarzda batareyani razryadlanganligini nazorat qiladi. Testlash jarayoni tugagandan so‘ng avtomatik boshqaruv rejimi ishga tushadi, bunda batareyani sig‘imi tekshiriladi. Testlashni boshlangan vaqti, kuchlanish qiymati, testni tugatilgan vaqti va batareyani

qoldiq sig‘imi to‘g‘risidagi ma’lumotlar arxivda saqlanadi. Qo‘l bilan boshqarish rejimida batareyani zaryadlash vaqtini boshqarish va batareyani sig‘imini xisoblash funksiyalaridan tashqari barcha funksiyalar bajarilishi amalga oshiriladi. O‘zgarmas to‘k kuchlanishi qiymati kamayib kritik avariya qiymatiga yetsa tizim avtomatik rejimga o‘tadi.

2. Uzoqlashtirilgan boshqaruvchi funksiyalari. Quydagi funksiyalar mavjud: uzoqlashtirilgan boshqaruv, uzoqlashtirilgan aloqa, uzoqlashtirilgan nazorat.

Uzoqlashtirilgan boshqaruvda yordamchi boshqaruv tizimi manitoringni moduli orqali analog signallarini yig‘adi.

Uzoqlashtirilgan aloqa funksiyalarida yordamchi boshqaruv tizimi monitoringini moduli orqali raqamli signallarni yig‘adi.

Uzoqlashtirilgan nazorat funksiyasida yordamchi boshqaruv tizimi beshta signallarni nazorat qiladi. Bu quyidagi signallar: to‘g‘irlagichlarni ulash va o‘chirish, zaryad rejimlarini o‘zgartirish, tizimni boshqarish rejimlarini o‘zgartirish, avariya signali tovushini o‘chirish, batareyani testlash testini ishga tushurish va toxtatish.

Yordamchi boshqaruv tizimi bu jarayonlarni monitoring moduli qo‘l bilan boshqaruv rejimida bo‘lgandagina bajara oladi. Bunda birinchi galda parolni tekshirish amalgam oshiriladi.

3. Avariya signalizatsiyasi va jurnallarini yuritish. Monitoring moduli tovush va vizual avariya signallarini ishlab chiqaradi. Modul quyidagi avariya holatini ishlov beradi: o‘zgaruvchan tokni taqsimlashdagi nosozliklar, o‘zgarmas tokni taqsimlashdagi nosozliklar, to‘g‘irlagichdagi nosozliklar, tizimdagi avariyalar. Operator avariya ma’lumotlari yozilgan arxivni va real vaqtdagi avariya ma’lumotlarni ko‘zdan kechirishi mumkin. Avariya ma’lumotlari tarixi jurnalida quyidagi ma’lumotlari bo‘lishi mumkin:

Avariya turlari to‘g‘risidagi ma’lumotlar, avariya aniqlangan vaqt va avariyani bartaraf etigan vaqt. Ma’lumotlar kelib tushgan vaqti bo‘yicha ketma-ket yozib boriladi. Avariya ma’lumotlar jurnalida 100 tagacha yozuv bo‘lishi mumkin. Yozuvlar soni 100 tadan oshsa eng eski yozuv o‘chiriladi, oxirgi yangi ma’lumot saqlab qolinadi. 3 ta avariya turi mavjud. Kiritik, oddiy, avariyaning yo‘qligi. Kiritik avariyada tizim audio va vizual signallar ishlab chiqaradi va avariya ma’lumotni modem orqali jo`natilishini taminlaydi. Oddiy avariyada tizim faqat audio signallar ishlab chiqaradi. Avariya yo‘q holatda tizim hech qanday signal hosil qilmaydi.

4. Nosozliklar to‘g‘risida peydjing xabarlar. Tizim kritik avariya habarlarni ishlab chiqqanda elektr ta’minotni manitoring moduli bu habarlarni modem orqali yordamchi boshqaruv dasturiga yuboradi. Bu yerda bu habarlarga zudlik bilan ishlov beriladi. Sozlashlarni bajarishdan oldin parol kiritiladi.

5. Batariyalarni avtomatik boshqarish. Manitoring moduli avtomatik tarzda batariyalarni zaryadlash rejimlarini, zaryad tokini nazorat qiladi va turli himoya funksiyalarini bajardi.

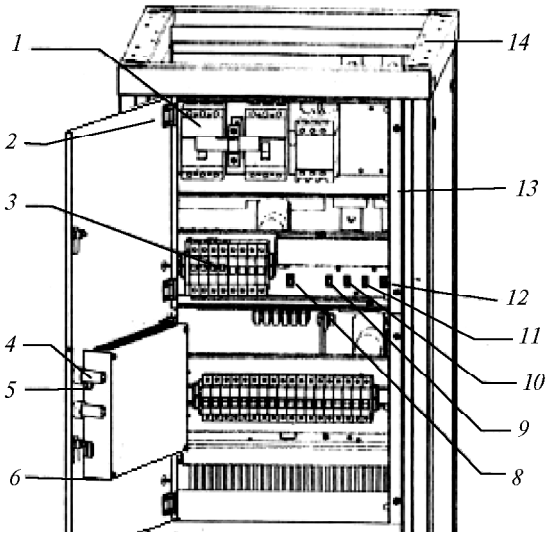
6. Aloqa funksiyasi. Monitoring moduli yordamchi boshqaruv serveri bilan aloqa o‘rnatadi. Aloqa o‘rnartish uchun modem va PS232, PS 485/422 portlaridan foydalaniladi.

7. Releli chiqishlar. Tizim 8 ta avariya releli chiqishlarni taminlaydi. Bu chiqishlar 8 turli avariya xabarlariga to‘g‘ri keladi. Bular: AC qurulmasini elektr ta’minotini ishdan chiqishi, to‘g‘rilagichni ishdan chiqishi, chiqishda yuklamani ajratilishi, o‘zgarmas tok kuchlanishini kamayishi, BLVD, LLVD larda kuchlanish kamayishi, chaqmoqdan himoyalovchi qurulmani ishdan chiqishi.

8.1.4. AC va DC ta’minotni taqsimlash tizimi

AC — o‘zgaruvchan tok taqsimlash bloki.

Tuzulishi va funksiyasi. PS48600-2B/50 elektr ta’minot tizimini AC taqsimlash bloki stativini oldi qismida joylashgan. Uning tuzilishi quyidagi rasmda ko‘rsatilgan.



80-rasm. PS48600-2B/50AC taqsimlagich blokini konstruksiyasi.

AC 2 ta ta’minot kirishi tizim bilan 2 ta ulagichlar yordamida ulanadi. 2 ta kirish orasida avtomat ulagichlar va tumbler mavjud.

AC — taqsimlash blokining tuzilishi:

1. Ajratgich;
2. C — sinfli chaqmoqdan himoyalovchi;
3. Chaqmoqdan himoyalovchi ajratgich;
4. Tizimni ish indikatori;
5. Tizimni ishdan to‘xtaganligini ko‘rsatuvchi indikator;
6. A44C5C1 va A4485C1/C2;
7. N1—N2 ajratgichlar, to‘g‘irlagichlar uchun. N13—N16 ajratgichlar, foydalanuvchi qurilmalar uchun;
8. Qo‘ng‘iroqni ulab uzgichi;
9. BLVD avtomatlashtirilgan/qo‘lda;
10. BLVD yoqish/o‘chirish;
11. LLVD Avtomatlashtirilgan/qo‘lda;
12. LLVD ni yoqish/o‘chirish;
13. Himoya qopqog‘i;
14. Avtomat ulovchini ulab uzgichi.

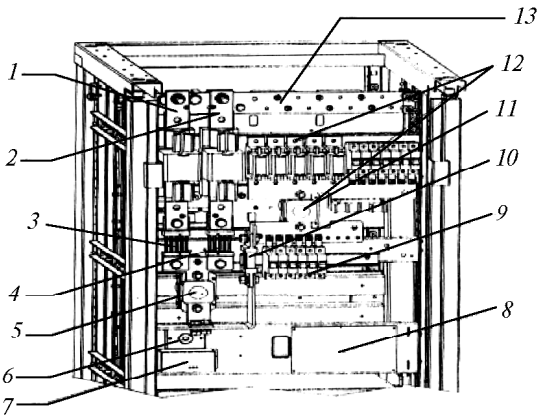
AC taqsimlash blokini konfiguratsiyasi

Parametr	Spestifikatsiya	izox
Ta’minot manbai rejimi	3-faza/5liniya yoki 1-faza/ 3-liniya	
Kirish kuchlanishi	120~290V AC	Liniya kuchlanishi neytral
Kirishdagi ulagichni nominal quvvati	125 A	2 ta qo’l bilan ulovchi kirish
Chiqish tarmoqlari	1-faza 32 A, 12 ta tarmoq.	To’g’irlagich uchun
	1-faza 16 A, 3 ta tarmoq	Foydalanuvchi qurilma uchun
	3-faza 16 A, 1 ta tarmoq	Foydalanuvchi qurilma uchun

DC — o‘zgarmas tok taqsimlash bloki.

Tuzilishi va funksiyasi: DC taqsimlash blokini tuzilishi quyidagi rasmda keltirilgan. U quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan:

1. 1 — batareyani kirishi (−);
2. 2 — batareyani kirishi (−);
3. 1 — batareyani shunti;
4. 2 — batareyani shunti;
5. BLVD ajratgichi;
6. Qo‘ng‘iroq;



81-rasm. PS48600-2B/50DC taqsimlagish blokning konfiguratsiyasi.

7. DC tarafidagi chaqmoqdan himoyalovchi qurilma;
8. W44C5X1;
9. Yuklama chiqishi (BLVD);
10. Yuklama shunti;
11. LLVD ajratgichi;
12. Yuklama kirishi (LLVD);
13. Shina.

Kirish va chiqish interfeyslari

Kirish ulagichi	O‘zgaruvchan tokni asosiy chiqishida 2 ta ulagichi bor. 3 fazali o‘zgaruvchan tokni asosiy simi ulagichda joylashgan 3 ta kontaktga mahkamlanadi.
Himoya qopqog‘i	AC neytral shinasi va LVD ulab uzgichi. O‘zgaruvchan tokni 2 ta asosiy kirishi neytral liniyalari AC neytral shinasi bilan ulangan. Neytral liniyalar neytral shinasidan chiqarilgan. LVD ulab uzgichi LLVD va BLVD funksialarini boshqarish uchun qo‘llaniladi.
AC chiqishini ulagichi	4 ta ulagich mavjud: 1 ta 3 fazali 16 A li ulagich, AC qurilmasini iste’molchilarini 3 fazali manba bilan ta’minlaydi. 3 ta 1 fazali 16 A li ulagichlar, 3 ta tarmoqni bir fazali manba bilan taminlaydi.

Panel indikatori

Indikator	Normal holat	Nosozlik holati	Nosozlik sababi
Tizimni ish indikatori	Yoniq holati	O'chiq holat	kirishda AC kelmayapti
Nosozlik indikatori	Yoniq holati	O'chiq holat	Taqsimlovchi qurilmalarda nosozlik mavjud

Ulab uzgichlarni ishlash holatlari

Ulab uzgich	Yuqori holat	Pastki holat	Izoh
Qo'ng'iroq holati O'chiq/yoniq	Tizimda nosozlik bo'lganda qo'ng'iroq ishga tushadi	Qo'ng'iroq ishlamaydi	
batareya himoyasi. Avto/qo'lda	Avtomat	Qo'da	
Batareya himoyasi. Ulangan/ulanmagan	Ulangan	Ulanmagan	Bu ulagich BLVD ulab uzgichi «qo'l» holatida bo'lganda ulanadi.
LLVD Avto/qo'lda	Avtomat	Qo'lda	
LLVD Ulangan/ulanmagan.	ulangan	ulanmagan	Bu ulagich LLVD ulab uzgichi «qo'l» holatida bo'lganda ulanadi.

Kirish va chiqish interfeyslari

Kirish va chiqish interfeyslari	funksiyalari
1-batareyani kirishi	1- batareyani (−) klemmasi bilan ulanadi
2-batareyani kirishi	2- batareyani (−) klemmasi bilan ulanadi
Shina	1-va 2- baterayalarni (+) klemmalari bilan ulanadi. Yuklamani +48 V bilan taminlaydi.
LLVD yuklamasini chiqish klemmasi	Manfiy 48 V li klemma nokritik yuklamani taminlash uchun. Batareya LLVD qiymatigacha razryadlanganda chiqish ajraladi.
BLVD yuklamasini chiqish klemmasi	Manfiy 48 V li klemma kritik yuklamani taminlash uchun. Batareya BLVD qiymatigacha razryadlanganda chiqish ajraladi.

DC taqsimlash bloki quyidagi funksialarga ega:

• Asosiy yuklamani chiqishida qisqa tutashuv va tok ko‘payishidan himoyalsh funksiasi. Asosiy yuklamani liniya sig‘imi foydalanuvchi talabiga ko‘ra o‘rnatish munkin.

• Batareya kirishida saqlagichlar ishlatiladi.qisqa tutashuv, tok ko‘payishidan avariya signallarini uzatish funksialarini himoyalsh ko‘rib chiqilgan. Har doim ishni to‘xtash holatini aniqlash munkun.

• Qo‘ng‘iroqni ulab uzish, BLVD ulab uzgichi avto/qo‘lda, BLVD ulangan/ulanmagan, BLVD ulanishi avto/qo‘lda, BLVD ulangan/ulanmagan.

• Batareyadagi tok qiymati va umumiy yuklama toki nazorat qilinadi.

• O‘zgarmas tok chiqishida kuchlanishni oshishini yoki kamayishini ko‘rsatuvchi avariya signallar funksiyasi.

• DC ni barcha chiqishlari nosozliklarni aniqlash funksialariga ega.

Konfiguratsiya. DC taqsimlash bloklarini texnik parametrlari:

Parametr	Spestifikatsiya	Izoh
Nominal kuchlanish	43,2—57,6 V DC	
Umumiy yuklama	600 A	
Batareya saqlagichi	500 A (2 ta tarmoq)	Saqlagichlarga hizmat ko‘rsatish sattivning orqa tomonida amalga oshiriladi
Chiqish tarmog‘i (18 ta tarmoq)	163 A·3 (saqlagich), 100 A·2 (saqlagich), 63A·2 (ulagich), 32A·2 (ulagich), 10A·2(ulagich).	LLVD yuklama tarmog‘i
	63A·2, 32A·2, 10A·2 (ulagichlar),	BLVD yuklama tarmog‘i.

8.1.5. Zahira elektr ta’minotini invertor akkumulyator tizimi

Invertor akkumulyatorlardagi o‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan 220 V ga aylantiradi. Invertor quyidagi asosiy qurulmalardan tashkil topgan: invertor, akumlyator batareyasi, zaryadlash qurulmasi va kontroller. Invertor — o‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan tokka aylantirish uchun ishlatiladi.

AB — tashqaridan elektr manba bo‘lmaganda, iste’molchilarni o‘zgarmas tok bilan taminlaydi.

Zaryadlash qurulmasi — razryadlangan AB ni zaryadlash uchun ishlatiladi.

Kontroller — AB ni zaryad va razryad, hamda tashqi kuchlanishni nazorat qiladi. Agar tashqi kuchlanish belgilangan meyordan oshib ketsa yoki uzilib qolsa, kontroller tizimga AB ga invertor orqali ulanish buyrug‘ini beradi. Bu tizim aloqa qurulmalarini elektr energiya bilan ishonchli va uzluksiz taminlanishini taminlaydi. Tashqi manba mavjud bo‘lganda bu tizim tashqi manbani istemolchiga o‘tkazib yuboradi hamda akkumulyatorlarni zaryad qurulmasi bilan zaryadlab turadi. Tashqi manba uzilib qolganda bu tizim ishga tushadi va qurulmalar elektr energiyani AB dan olishadi. O‘zgarmas tok iste’molchilari AB ga to‘g‘ridan to‘gri ulanadilar, o‘zgaruvchan tok iste’molchilari elektr energiyani invertor orqali olishadi. Tashqi manba tiklanganda tizim tashqi kuchlanishni sifatini analiz qilib, avtomatik ravishda zaryad rejimiga o‘tadi va tashqi manba normal holga kelmaguncha ishlashni davom ettiradi. Tashqi elektr manba normal holga kelganda tizim normal rejimga o‘tadi. AB lar tashqi manba orqali zaryadlanadi. Tizim sig‘imi 100 dan 1000 A·soat ega bo‘lgan AB bilan taminlanadilar. Uzluksiz ta’minot tizimi dastur ta’minoti bilan taminlangan. Tizim quyidagi ish rejimlariga ega:

1. Zahira elektr manba rejimi. Bu rejimda tashqi manba uzilganda iste’molchilar akumlyatorga ulanadilar.

2. Tarmoqni qo‘llash rejimi. Yuklama eng yuqori bo‘lgan vaqtlarda iste’molchilarni AB ga ulanishi taminlanadi. Bu rejim tashqi tarmoqni quvvati yetarli darajada bolmaganda qo‘llaniladi. Bu holda AB si tungi soatlarda zaryadlanadi, yuklama yuqori vaqtlarda esa batareya invertor orqali istemolchilarni manba bilan ta’minlaydi.

3. Akkumulyatorlarni zaryadlash rejimi. Bu rejimda AB ni zaryadlash jarayoni amalga oshiriladi. Asosan AB tungi soatlarda zaryadlanadi.

8.2. TELEVIZORLARNI ELEKTR TAMINOTI

Televizorni elektr ta’minoti

Hozirgi televizorlarda impulsli ta’mint moduli (ITM) qo‘llaniladi. Bu modul elektr tarmog‘iga ta’minot filtrlar platasi orqali ulanadi (TPF).

Televizorni modeliga qarab ITM lar ITM-1, ITM-2 va ITM-3 larga ajraladi. ITM lar bir xil elektr sxema bo‘yicha yig‘ilgan, faqat impuls

transformator va C-27 kondensatorini nominal kuchlanish qiymati bilan farqanadi. Modul tiplari quydagi jadvalda keltirilgan.

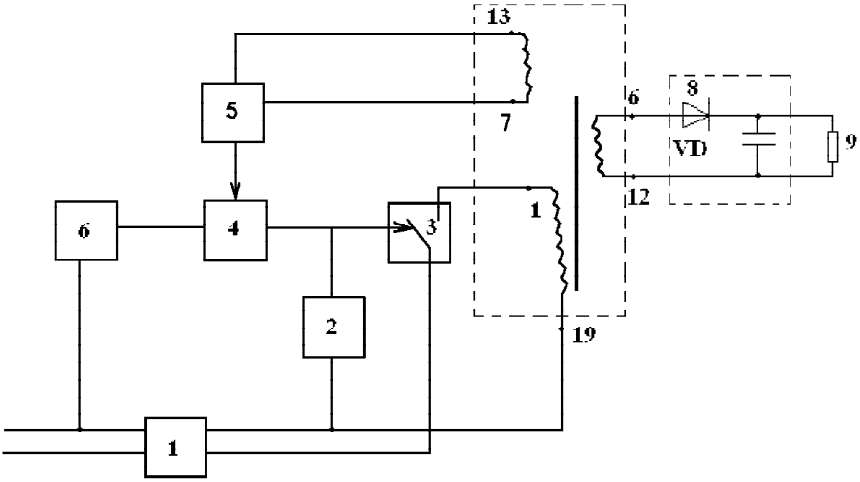
Modul	Model	Transformator	Kondensator C27
МП-1	ЗУССТ-61	ТПИ-3	К-50-35-160V-50 mkF
МП-2	ЗУССТ -67	ТПИ-5	К-50-35-250V-59 mkF
МП-3-3	ЗУССТ -51	ТПИ-4-2	К-50-35-160V-100 mkF
	ЗУССТ -61		

Quyidagi jadvalda ta'minot modullarini parametlari keltirilgan.

Parametr	МП-1	МП-2	МП-3-3	МП-1, МП-2, МП-3-3.		
	Chiqish zanjirlarini kuchlanishlari					
	135	150	130	28	15	12
Chiqish kuchlanishi (V)	134—136	149—151	129—131	27—29	14—16	11,9—12,1
Chiqish kuchlanishini nostabilligi (V)	1,5	1,5	1,5	0,3	0,2	0,12
Chiqish kuchlanishini nostabilligi, yuklama tokini o'zgarishi bo'yicha (V)	2	3	2	4	0.3	0,12
Chiqish kuchlanishini pulsatsiyasi (mV)	500	1000	500	300	200	15

ITM ni ishlash prinsipini quydagi rasm orqali ko'rib chiqamiz.

Boshlang'ich vaqtda 2-qurilmada impuls xosil qilinadi. Bu impuls orqali impuls generatorni tranzistori (3) ochiladi. Bunda 19;1 chiqishli transfor-



82-rasm. Impulsli to‘g‘rilagichni struktura sxemasi:
1 — tarmoq to‘g‘rilagichi; *2* — impuls hosil qiluvchi; *3* — impuls generatorini tranzistori; *4* — boshqaruv kaskadi; *5* — stabillash qurilmasi; *6* — himoya qurilmasi; *7* — impulsli transformator; *8* — to‘g‘rilagich; *9* — yuklama.

matorni chulg‘amidan chiziqli o‘suvchi arrasimon oqib o‘ta boshlaydi. Bir vaqtni o‘zida transformatorni o‘zagini magnit maydonida energiya yig‘iladi, bu energiyani qiymati tranzistorni ochiq holatiga bog‘liq.

Ikkilamchi chulg‘am (6,12 chiqishlar) shunday tayyorlanganki, magnit energiya yig‘ilayotgan vaqtda VD diodni anodiga manfiy potensial berilgan va u yopiq bo‘ladi. Ma’lum vaqt otqandan so‘ng boshqaruv kaskadi (4) impuls generatorni tranzistorini yopadi. Transformator (7) chulg‘amidagi tok yig‘ilgan magnit energiya sababli birdaniga o‘zgara olmaganligi sababli teskari ishora o‘zinduksiya EYK si hosil bo‘ladi.

VD diod ochiladi va ikkilamchi chulg‘am toki (6,12 chiqishlar) keskin oshadi.

Shunday qilib boshlang‘ich vaqtda magnit maydoni 1,19 chulg‘amlar o‘tayotgan tokka bog‘liq bo‘lsa, keyin esa 6,12 chulg‘amidagi tokka bog‘liq bo‘ladi. Tranzistor (3) yopiq bo‘lgan vaqtda yig‘ilgan bacha energiya yuklamaga o‘tganda, ikkilamchi chulg‘amda enrgiya minimal qiymatga yetadi. Keltirilgan misol bo‘ycha quydagi xulosaga kelishi mumkin: impuls generatordagi tranzistorni ochiq bo‘lgan vaqt oralig‘ini boshqarish oqali yuklamaga tushayotgan energiyani miqdorining boshqarish mumkin bo‘ladi. Bunday boshqarish boshqaruv kaskadi (4) orqali amalgan oshiriladi.

Buning uchun transformatorni 7,13 chiqishlarida teskari aloqa signali aloqa qiladi. Teskari aloqa signali yuklamadagi (9) kuchlanishga proporsional bo‘ladi.

Agar yuklamadagi kuchlanishi kamaysa, stabillash qurilmasiga (5) kelayotgan kuchlanish ham kamayadi. Natijada stabillash qurilmasi boshqaruv kaskadi. (4) orqali impuls generatoridagi tranzistorni kechroq yopa boshlaydi. Bu esa 1,19 chulg‘amlardan tok o‘tish vaqtini oshiradi va yuklamaga berilayotgan energiya miqdori oshadi. Tranzistorni navbatdagi ochilishi stabillash qurilmasiga bog‘liq. Stabillash qurilmasida 13,7 chulg‘amlardan qabul qilingan sigan analiz qilinadi. Bu esa chiqish kuchlanishining avtomatik tarzda o‘rta qiymatda saqlanishini ta’minlaydi.

Impuls transformatorda turli amplitudaga ega bo‘lgan kuchlanishlarni xosil qilish va ta’minot elektr tarmog‘i bilan ikkilamchi to‘g‘rilangan kuchlanish zanjirlari orasida galvanik aloqani bartaraf etish imkoniyati mavjud.

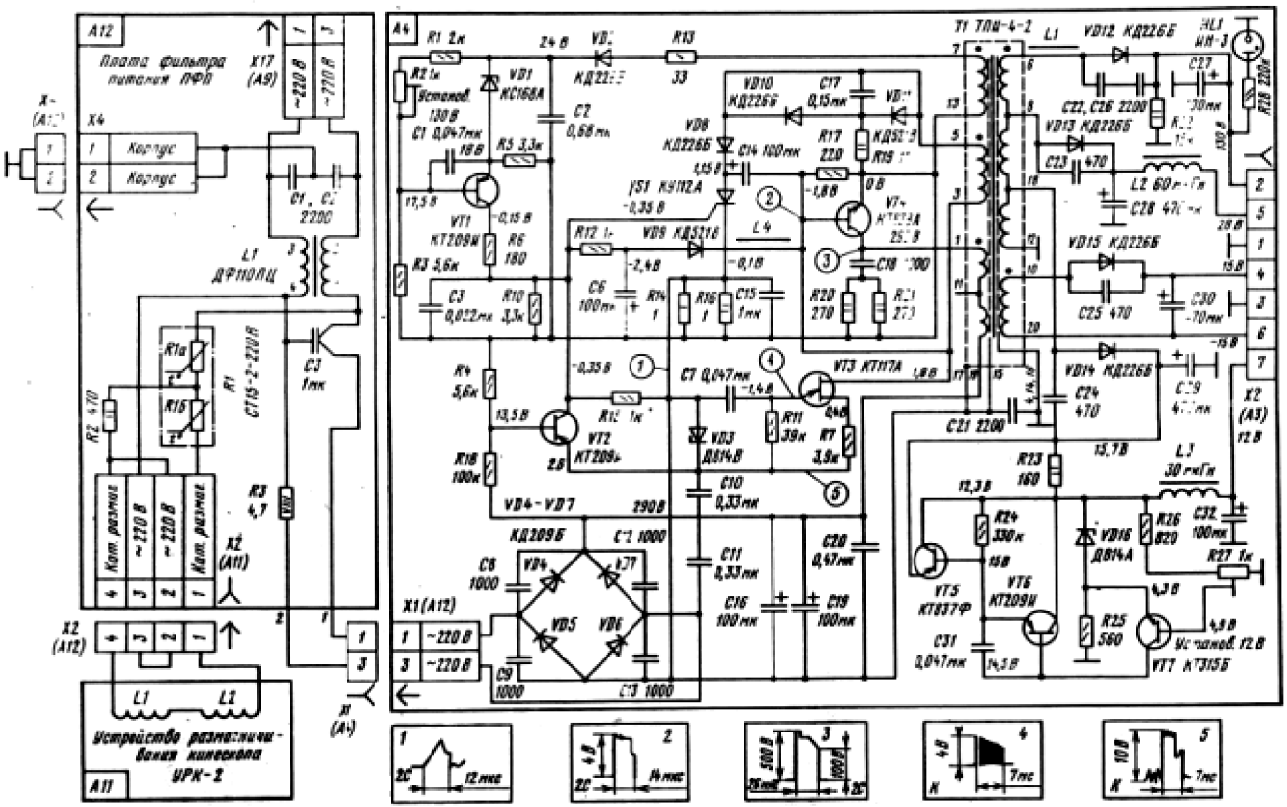
Boshqaruv kaskadi (4) generator hosil etgan impulslarni boshqaradi, zaruriyat tug‘ilganda generatorni o‘chiradi. Generator tarmoq kuchlanishi 150 V dan kamaysa va istemol quvvati 20 W gacha tushsa o‘chiriladi. Bunda stabillash kaskadi ishdan to‘xtaydi. Stabillash kaskadi ta’sirsiz impuls generatori boshqarilmaydigan bo‘lib qoladi, bu esa unda katta impuls toklari hosil bo‘lishi va impuls generatorini tranzistorini ishdan chiqishiga olib keladi.

Impulsli ta’minot mo‘duli (ITM).

ITM quydagi qismlardan tashkil topgan:

— past voltli to‘g‘rilagich (VD4+VD7 diodlar),
— ishga tushurivchi impulslar hosil qiluvchi (VT3),
— Impulsli generator (VT4),
— Stabillash qurilmasi (VT1),
— Himoya qurilmasi (VT2),
— Impulsli transformator (T1),
— Kuchlanish stabilizatorlariga (VT5+VT7) ega diodli to‘g‘rilagich (VD12+VD15).

Impulsli generator blokining generator sxemasi tagiga yig‘ilgan, VT4 tranzistorida kollektor — baza aloqasi asosida. Televizor yoqilganda past voltli to‘g‘rilagichni filtrni (C16, 19, 20) chiqishidagi o‘zgarmas tok kuchlanishi transformator (T1) 19,1 chulg‘amlari orqali VT4 tranzistorini kallektoriga qabul qilinadi. Bir vaqtni o‘zida tarmoq kuchlanishi VD 7 dioddan C11, C10 kondensatorlari va R11 rezistor orqali C7 kondensatorini zaryadlaydi, hamda VT2 tranzistorini bazasiga keladi. Bu yerda ta’minot modulini tarmoq kuchlanishini kamayishidan himoyalovchi qurilmada qo‘llaniladi. Agar C7 kondensatoridagi kuchlanish 3V ga yetsa VT3 tranzistor ochiladi. C7 kondensator quydagi zanjir bo‘yicha razryadlanadi:



83-rasm. Ta’minot modulini prinsipial sxemasi.

— VT3 ni emitter — baza 1 o‘tishi,
— VT4 ni emitter o‘tishi
— Parallel ulangan R14 va R16 rezistorlari
— C7 kondensator.

C7 ni razryadlash toki VT4 tranzistorini 10÷15 mks ga ochadi, bu esa uni kollektor tok 3÷4 A osishi yetarli. VT4 ning kollektor tokini magnitlanish chulg‘amidan (19,1) o‘tish vaqtida o‘zakni magnit maydonida energiya yig‘iladi.

C7da razryadlanishni nihoyasiga ettganda VT4 yopiladi, kollektor tokini to‘htashi T1 transformatorini chulg‘amida o‘zinduksiya EYuK ni hosil qiladi. Bu EYuK T1 transformatorni 6, 8, 10, 5, 7 chiqishlarida musbat kuchlanishni hosil qiladi.

Bunda biryarim davrli to‘g‘irlagichni diodlari (VD12+VD15) orqali tok o‘tadi. T1 transformatorni 5,7 chiqishlarida musbat kuchlanish bo‘lganda C14 va C6 kondensatorlarida hamda VS1 tiristorni anodi, boshqaruv elektrodida va C2 da zaryadlanishini amalga oshiriladi. C6 kondesator quyidagi zanjir orqali zaryadlanadi:

— T1 ni 5 chiqisi, VD11, R19, C6, VD9, T1 ni 3 chiqishi.
— C14 quyidagi zanjir bo‘yicha zaryadlanadi:
— T1 ni 5-chiqishi, VD8, C14, T1 ni 3-chiqishi.
— C2 ni zaryadlanish zanjiri:
— T1 ni 7-chiqishi, R13, VD2, C2, T1 ni 13-chiqishi.

Bloking-generatorni VT4 tranzistorini keyingi ulanish va o‘chirilishi shu yo‘sinda amalga oshiriladi.

Kondensatorlar zaryadlanib bo‘lgandan so‘ng bloking-generatorni chulg‘amlari orasida (VT4 ni kollektoriga va bazasiga ulangan qismida) musbat teskari aloqa hosil bo‘ladi. Bu xolatlarda bloking-generator atotebranishlar rejimiga o‘tadi va VT4 tranzistori ma’lum bir bilar avtomat ravishda ochilib yopiladi.

VT4 ochiq bo‘lgan davrda, uni kollektor tokni quydagi zanjir bo‘yicha oqib o‘tadi: +C16, T1 ni 9,1 chiqishi, VT4 ni kollektor-emitter o‘tishi, parallel ulangan R14, R1, −C16. Zanjirda induktivlik mavjud bo‘lgani uchun kollektor tokini o‘sishi arrasimon qonun bo‘yicha amalga oshadi. VT4 tranzistorini ortiqcha yuklama sababli ishdan chiqishini oldini olish uchun R14 va R16 larni qarshiliklari shunday qilib olinganki, agar kollektor toki 3,5A ga yetsa, qarshiliklardagi kuchlanishi VS1 tiristorni ochilishiga yetarli bo‘ladi. Tiristor (VS1) ochilganda C14 VT14 ni emitter o‘tishi orqali, R14, R16 va VS1 tiristor orqali razryadlanadi.

C14 ni razryad toki VT4 ni baza tokidan ayriladi, bu esa VT4 ni muddatidan oldin yopilishiga olib keladi. Bloking-generatorni keyingi ish

jarayoni VS1 tiristorni xolati bilan bog‘liq bo‘ladi. Tiristorni oldinroq yoki keyinroq ochilish arrasimon tokni o‘sish vaqtini hamda energiya miqdorini boshqarish imkonini yaratadi.

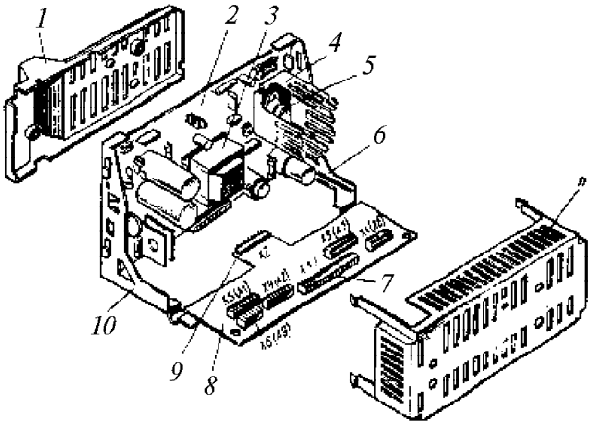
Ta’minot moduli stabillash va qisqa tutashuv rejimlarida ishlashi mumkin. T1 transformatori ikkilamchi chulg‘amiga ulangan impuls kuchlanish to‘g‘rilagichlarini bir yarim davrli sxema bo‘yicha yig‘ilgan. VD12 to‘g‘rilagicha 130V xosil qiladi. Bu kuchlanish satr razvyortka modulining manba bilan ta’minlanadi. Bu kuchlanishni pulsatsiyasi C27 orqali tekislanadi. R22 rezistori to‘g‘rilagichni chiqishidagi kuchlanishni keskin oshib ketishini bartaraf etadi. VD13 diodida 28V xosil qiluvchi to‘g‘rilagich yig‘ilgan, bu kuchlanishning kadr razrvyortka moduli uchun.

To‘g‘rilagichni chiqishida C28 va L2 drosellidan tashkil topgan filtr o‘rnatilgan. VD15 va C30 larda 15V kuchlanish xosil qiluvchi to‘g‘rilagich yig‘ilgan. Bu kuchlanish UZCH uchun. VD14 va C29 larda 12V kuchlanish xosil qiluvchi to‘g‘rilagich yig‘ilgan. Bu kuchlanish rang moduli, radiokanal moduli va kadr razvyortka modullari uchun kerak bo‘ladi. Bu to‘g‘rilagichni chiqishida kompensatsion kuchlanishli stabilizatori o‘rnatilgan. Bu stabilizator quydagi elementlardan tashkil topgan:

— boshqaruvchi tranzistor (VT5);
— tok kuchaytirgichi (VT6);
— boshqaruv transformatori (VT7).

Stabilizatorni chiqishidagi kuchlanish R26, 27 orqali VT7 ni bazasiga qabul qilinadi. O‘zgaruvchan R27 rezistori chiqish kuchlanishini o‘rnatish uchun qo‘llaniladi. VT7 emitter zanjirida stabilizatorni chiqishidagi kuchlanish VD16 stabilitronida xosil qilingan etalon kuchlanishi bilan solishtiriladi. VT7 kollektoridan kuchlanishni VT6 kuchaytirgich orqali VT5 ni bazasiga keladi. VT5 to‘g‘rilangan tok zanjiriga ketma-ket ravishda ulangan. Bu esa uni ichki qarshiligini o‘zgarishiga olib keladi. Chiqish kuchlanishi oshsa qarshilik oshadi. Chiqish kuchlanishi kamaysa qarshilik kamayadi. C31 stabilizatorni ishga tushishidan saqlaydi. R23 orqali VT7 bazasiga kuchlanishi keladi, bu kuchlanish qisqa tutashuv bartaraf etilgandan so‘ng VT7 ulanishi uchun kerak bo‘ladi. stabilizatorni chiqishida drosel L3 va C32 kondensatordan tashkil topgan qo‘shimcha filtr o‘rnatilgan.

C22 ÷ C26 kondensatorlari va shuntlovchi to‘g‘rilagich diodlari impuls to‘g‘rilagichlari elektr tarmog‘iga tarqatayotgan xalaqt beruvchilarni kamaytirish uchun qo‘llaniladi. Quydagi rasmda ITM ni konstruksiyasi keltirilgan.



84-rasm. MP ta'minot moduli konstruksiyasi:
1 — orqa plastmas qopqog'i; *2* — ta'minot moduli platasi; *3* — impulsli transformator; *4* — tranzistor radiatori; *5* — tranzistor; *6* — ulovchi plata yo'naltiruvchisi; *7* — rozetka; 8 — ulovchi plata; *9* — ulovchi platani ta'minot moduliga ulovchi plata; *10* — kronshteyn; *11* — old plastmas qopqog'i.

Ta'minot tizimidagi asosiy nosozliklar.

Nosozliklar	Nosozlik sababi	Nosozliklarni aniqlash usullari
Tarmoq saqlagichlari kuygan.	Filtr platasida va tarmoq to'g'irlagichidagi elementlarni ishdan chiqishi	Ta'minot modulini tarmoqdan uzgan holda VD4-VD7, C1-C3, C8-C13, C16, C19, C20 larni butunligini tekshirish.
Tarmoq saqlagichlari kuygan.	Impuls generatorini elementlarni nosozligi, stabillash qurulmasini yoki ortiqcha yuklamadan himoyalovchi qurulmalardagi nosozliklar.	VT4 tranzistorini butunligini tekshirish, VD8, VD10, C14, C20, C19 larni tekshirish.

davomi

Nosozliklar	Nosozlik sababi	Nosozliklarni aniqlash usullari
Tovush va tasvir yoq barcha chiqish kuchlanishlari yo‘q.	Tarmoq to‘g‘irlagichida nosozliklar mavjud.	Ta’minot moduli ulangan holatda C16 yoki C19 larni chiqishidagi kuchlanishlarni o‘lchash kerak. R3 VD4-VD7 larni tekshirish kerak.
Barcha chiqish kuchlanishlari yo‘q yoki qiymatlari kamaygan	Stabillash va blokirivkalash qurulmalari nosoz.	VD3, VS1, VT1, C6, C14, C27-C30 elementlarni tekshirish.
Barcha chiqish kuchlanishlari yo‘q yoki qiymatlari kamaygan	To‘g‘irlagich diodlari kuygan.	VD12-VD15 diodlarini tekshirish.
Barcha chiqish kuchlanishlari yo‘q yoki qiymatlari kamaygan	Bloking — generatori ishdan chiqqan	T2 transformatorini cho‘lg‘amlarini butligini tekshirish, R19, C17, VD11, VD10 larni tekshirish.
Barcha chiqish kuchlanishlari meyordan yuqori yoki kam.	Stabillash qurulmasida nosozlik mavjud.	T1 transformatorini cho‘lg‘amlarini butligini tekshirish. R2, R3, VT1, VD1, VD2, R5, R6, R12 larni tekshirish.
Kirish kuchlanishi o‘zgarganda chiqish kuchlanishi ham o‘zgaradi.	Stabillash qurulmasida nosozlik mavjud.	T1 transformatorini cho‘lg‘amlarini butligini tekshirish. R2, R3, VT1, VD1, VD2, R5, R6, R12 larni tekshirish.
12V chiqish kuchlanishi yo‘q.	Electron stablizator yoki VD14 to‘g‘irlagichi nosoz.	T1 ni 18—12-chiqishlarini va VD14 ni, C29, VT5-VT7, VD16, R23, R27, L3, C32, C31 larni tekshirish.

davomi

Nosozliklar	Nosozlik sababi	Nosozliklarni aniqlash usullari
15V chiqish kuchlanishi yo‘q.	To‘g‘irlagich nosoz.	T1 ni 10—20-chiqish chulg‘amlarini, VD15, C25, C30 larni tekshirish.
28V chiqish kuchlanishi yo‘q.	VD13 dagi to‘g‘irlagich nosoz.	T1 ni 8—12-chiqish chulg`amlarini VD13, C23, C28, L2 larni tekshirish
130 (150, 135)V kuchlanish yo‘q.	VD12 dagi to‘g‘irlagich nosoz.	T1 ni 6—12-chiqish chulg‘amlarini, VD12, C22, C26, C27 larni tekshirish.

ADABIYOTLAR

1. *В. М. Бушуев*. «Электропитание устройств связи». Москва радио и связь, 1986.

2. *О. В. Алексеев, В. Е. Китаев, А. Я. Шихин*. «Электротехнические устройства». Под общей редакцией профессора А. Я. Шихина. Москва, «Энергоиздат», М., 1981.

3. *В. К. Битюков, В. И. Нефедов.* «Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств. Методические указания. М., 1996 г. Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики.

4. *А. И. Иванов-Цыганов*. «Электротехнические устройства радиосистем» Москва, «Высшая школа». 1998.

5. *В. И. Нефедов, В. К. Битюков*. «Преобразовательная техника в радиоэлектронике». М., 1998 г. Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики.

6. *В. К. Битюков*. «Источники вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры». М., 1987 г. Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики.

7. *С. М. Янковский*. Импульсные источники питания телевизоров, второе издание «Наука и техника» Серия:

Телемастер» ISBN: 5-94387-166-7. 2005 г.

MUNDARIJA

So‘z boshi 3
Kirish 4

I BOB. TRANSFORMATORLAR VA ELEKTR MASHINALARI 5

1.1. Transfarmatorlar 5
1.1.2. Transformatorning tuzilishi 7
1.1.3. Transformatorni ishlash prinsipi 8
1.1.4. O‘lchov transformatorlari 8
1.2. Avtotransformatorlar 10
1.3. Uch fazali zanjirlar 12
1.4. Uch fazali transformatorlar 14
1.4.1. Asinxron mashinalar 16
1.4.2. Sinxron mashinalar 20
1.4.3. O‘zgarmas tok mashinalari 23

II BOB. ELEKTR MANBA TURLARI 27

2.1. O‘zgarmas tok manbalari 27
2.1.1. Galvanik elementlar 27
2.1.2 Akkumulyatorlar 28

III BOB. ELEKTR ENERGIYANI O‘ZGARTIRISH 31

3.1. To‘g‘rilagichni turlari va tasnifi 31
3.2. Bir fazali ko‘priksimon to‘g‘rilagich 34
3.3. Kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘rilagich 37
3.4. Kuchlanishni siljituvchi qurilmalar va boshqariluvchi to‘g‘rilagich ... 40
3.5. O‘zgaruvchan tok orqali kuchlanishni siljitish 41
3.6. O‘zgarmas tok orqali kuchlanishni siljitish 42
3.7. Boshqaruvchi ventelli to‘g‘rilagichlar 43

IV BOB. TEKISLOVCHI FILTRLAR 47

4.1. Reaktiv filtrlar 47
4.2. Aktiv filtrlar 50

V BOB. O‘ZGARUVCHAN VA O‘ZGARMAS TOK O‘ZGARTIRGICHLARI 53

5.1. Umumiy tushunchalar 53
5.2. O‘zgarmas tokni o‘zgaruvchan tokka aylantiruvchi qurilma 54
5.3. Chastota o‘zgartirgichlar 58
5.4. O‘zgarmas tok o‘zgartirgichlari 59

VI BOB. KUCHLANISH STABILIZATORLARI 61

6.1. Umumiy tushunchalar 61
6.2. Parametrli o‘zgarmas kuchlanish stabilizatori 62
6.3. Kompensatsion stabilizatorlar 64
6.4. Impulsli manbalar 66

VII BOB. ELEKTR TA’MINOT QURILMALARINI MUHOFAZALASHGA DOIR MASALALAR 70

7.1. Radio sistemalar elektr ta’minot qurilmalarining struktura sxemasi 70
7.2. Elektr ta’minot qurilmalarini ixchamlashtirishdagi asosiy yo‘nalish 72
7.3. Elektr ta’minot qurilmalarini ortiqcha yuklamadan va qisqa tutashuvdan muhofazalash 73

VIII BOB. ALOQA KORXONALARINING ELEKTR TA’MINOTI 75

8.1. Elektron ATC larni elektr ta’minoti 75
8.1.1. Elektron ATC ni elektr ta’minot tizimi 75
8.1.2. To‘g‘irlagich qurulmasi 79
8.1.3. PSM—A11 monitoring moduli 82
8.1.4. AC va DC ta’minotni taqsimlash tizimi 85
8.1.5. Zahira elektr ta’minotini invertor akkumulyator tizimi 89
8.2. Televizorlar elelktr ta’minoti 90

Bahodir Ilxamovich Ibraximov,
Xamiddilla Alimovich Tashxodjayev

ELEKTR TA'MINOT QURILMALARI

O'quv qo'llanma

Muharrir *M. Po'latov*
Badiiy muharrir *M. Odilov*
Texnik muharrir *M. Alimov*
Kompyuterda sahifalovchi *M. Po'latov*

Bosishga 29.12.2010 da ruxsat etildi. Bichimi $60\times84^{1}/_{16}$.
«TimesUZ» garniturasida. Bosma tabog‘i 6,5.
Adadi 39 nusxa. Buyurtma №142.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.
100084, Toshkent, Kichik halqa yo‘li ko‘chasi, 7-uy.

«HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO‘JIZASI» bosmaxonasida
rizografiya usulida chop etildi.
100000, Toshkent, Qori-Niyoziy ko‘chasi, 39-uy.