

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA KAFEDRASI

**RADIOELEKTRONIKA
ASOSLARI**

FANIDAN

**O‘ Q U V – U S L U B I Y
M A J M U A**

Bilim sohasi:	100 000	-	Gumanitar soha
Ta‘lim sohasi:	140 000	-	Tabiiy fanlar
Ta‘lim yo‘nalishi:	60530900	-	Fizika

Namangan-2023

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

“TASDIQLAYMAN”

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

D.S. Xolmatov

“ ” 2023- yil



**RADIOELEKTRONIKA
ASOSLARI**

FANI BO‘YICHA

60530900-Fizika ta’lim yo’nalishi talabalari uchun

**O‘ Q U V – U S L U B I Y
M A J M U A**

Namangan-2023

O'quv-uslubiy majmua 60530900 – Fizika bakalavriat yo'nalishi uchun O'zbekiston Respublikasi OTFvaIVning 2023-yil 22-yanvardagi 26-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan namunaviy o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

Yusupov D

“Fizika” kafedrasida o'qituvchisi.

Taqrizchilar:

H.O.Qo'chqorov

– NamDU “Fizika” kafedrasida
dotsenti, f-m.f.n.

P.Usmonov

– “NamMTI Fizika kafedrasida
professori, f-m.f.d.

O'quv-uslubiy majmua NamDU o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilingan va foydalanishga tavsiya etilgan.

2023-yil 16-yanvardagi “6” sonli majlis bayoni.

SO‘Z BOSHI

Ushbu «Radiolektornika asoslari» fanidan maruzalar matni fizik – bakalavr va mehnat – kasb ta’limi yo’nalishida ta’lim olayotgan talabalar uchun mo’ljallangan.

Maruzalar matnida fanning ahamiyati, signallar, chiziqli va nochiziqli zanjirlar, elektrovakuumli va yarimo’tkazgichli asboblari, hamda kuchaytirgichlar, generatorlar va mantiqiy sxemalarni ishlashi to’g’risida sodda qilib tushuntirishga harakat qilingan.

Maruza matni, universitetda radioelektronika asoslari, radiotexnika, elektronika va sxemotexnika kurslarini o’qiyotgan fizika-matematika fakultetining talabalariga mo’ljallangan. O’tilgan darslarni mustaxkamlash maqsadida har bir maruza uchun savol va kichik masalalar berilgan.

1- mavzu

Radioelektronika.Signallar

Reja

1. Fanga doir adabiyotlar.
2. Kirish. Radioelektronika fani va yniging ahamiyati.
3. Elektr signallar va ularning turlari.

Adabiyotlar

Manaev E.I. Osnova radioelektroniki. M., 1989.

Nigmatov X. Radioelektronika asoslari. T.,1994.

Turdiev N. Radioelektronika asoslari. T.,1999.

Izyumov N.M., Linde D.,P.Osnovoa radiotexniki.M., 1983.

Borisov V.G. Yuniy Radiolyubitel.M.,1987.

Integralnie sxemi. Spravochnik. Pod redaktsiey B.V. Tarabirina. M.1984.

Musaev E. A., Ortikov A. Radioelektronika kursidan laboratoriya mashg'ulotlari uchun metodik qo'llanma. Andijon,1990.

Kirish. Birinchi bo'lib, radioelektronika termini o'tgan asrning 50- yillarida vujudga keldi. Hozirgi paytda radioelektronika fan va texnikani ikkita bo'limini birlashishi, ya'ni elektronika va radiotexnika sohaslarini birlashishidan kelib chiqdi.

Albatta , radioelektronikaning tarixi qiziq va o'rgansa bo'ladi. Bu eyrda radioni hosil bo'lishida XIX asrda fizika sohasidagi fundamental yangiliklar asos bo'ldi. Bu yangiliklarga M. Faradeyning elektr va magnit sohasidagi eksperimental tekshirishlari va M. Maksvellning nazariy ishlari, hamda G. Gertsning ishlari radioning kashf qilinishiga olib keldi.

Radio 7 may 1895 yili rus olimi A. S. Popov tomonidan yaratildi. XX asrni boshlarida A. S. Popov radioaloqani 150 m. gacha etkazdi.

Radiotexnikani rivojlanishi - elektronika sohasini rivojlanishi bilan uzviy bog'liq. Eng sodda elektrovakuum asbob - diod lampasi 1883 yili amerikalik olim T. A. Edison tomonidan yaratildi va uni radiopriyomnikda detektor sifatida ishlatish mumkinligini ingliz olimi J. Fleming 1904 yilda amalda ko'rsatib berdi. 1906 yilda amerikalik Lui de Forest elektrovakuumli asbob – triodni yaratdi. Bular radiotexnikani ancha rivojlanishiga, ya'ni lampali yuqori chastotali generatorlarni yaratilishiga olib keldi. Ayniqsa, hozirgi zamon radioelektronikasini vujudga kelishiga 1948 yili tranzistorni yaratilishi katta turtki bo'ldi. Yarimo'tkazgichlar elektronikasi yaratilib, barcha turdagi radioelektron qurilmalarni elementlarini mikrominiaturizatsiyalashga imkon yaratdi.

Elektron lampalardan yarimo'tkazgichli qurilmalarga o'tish elektron xisoblash mashinalarini (EXM) o'lchamlari va massasini kamaytirish bilan birga ularni mustaxkamligi, tezkorligi va esda saqlash xajmini oshirib yubordi. Yarimo'tkazgichlar elektronikasini vujudga kelishi radioelektronikani yanada yangi sohalarini hosil qildi.

Bularga: kvant elektronika, optoelektronika, infrakizil texnika, kriogen elektronika, akustoelektronika va boshqalar kiradi.

Shunday qilib, radiotexnikani rivojlanishini 3-bosqichga, ya'ni 1950 yillargacha quyidagicha bo'lish mumkin.

I bosqich. (1895-1920) –radiotexnika rivojlanishining boshlanishi, bu davrda uzun tolqinli radiotelegraf aloqa mavjud edi ;

II bosqich. (1920-1955) radiotexnik qurilmalarda elektrovakuum asboblardan foydalanib generatorlar, kuchaytirgichlar, yuhori sezgir radiopriyomniklarda

qisqa to'liqlik va yuqori chastota chegaralarida ishlatiladigan elektromagnit to'liqlar orqali aloqalar mavjud edi;

III bosqich. (1955 yildan boshlab) radiotexnik qurilmalarda yarimutkazgichli va integral mikrosxemalar (IMS) qo'llanila boshladi. Mikrosxemalarni yaratilishi radiotexnika va elektronika rivojlanishining yangi bosqichini ochib berdi.

Radio (nur tarqataman)- radioaloqa liniyasidagi texnik qurilma.

Radiotexnika - radiochastota chegaralarida yotuvchi elektromagnit to'liq (to'liq uzunligi 1000 km dan 0,1 mm gacha) va tebranishlarni (chastotasi 3 Gts dan 3000 GGts gacha) qabul qilish va tarqatishni, generatsiyalash, kuchaytirish, o'zgartirish va moslamalar tayyorlash bilan shugullanadi. Undan tashqari, bu texnika shunday sohasiki, bunday to'liq va tebranishlarni radioaloqada, radioeshitirishlarda, televideniya, radiolokatsiyada, radionavigatsiyada va boshqalarda informatsiyalarni uzatishda keng qo'llaniladi.

Radioelektronika - juda ko'pchilik fan va texnika sohalarini birlashtirib, elektr tebranishlar va elektromagnit to'liqlar yordamida informatsiyani uzatish, qabul qilish va o'zgartirish bilan shugullanadi.

Radioelektronika yutuqlaridan meditsinada, iqtisodiyotda, lingvistikada, ximiya, biologiya, seysmologiyada, astronomiyada va boshqalarda keng foydalanilmoqda.

Elektronika – elektronlarni elektromagnit maydonlar bilan o'zaro ta'siri to'g'risidagi, hamda vakuumli, gaz razryadli va yarimo'tkazgichli asbob va qurilmalarni yaratish usullari to'g'risidagi fan.

Mikroelektronika – elektr – va radioelementlarni guruhlash asosida va pechat montajda elektron funksional uzellar, bloklar va alohida qurilmalarni mikrominiaturda bajarish bilan bogliq bo'lgan elektronika bo'limi.

Hozirgi paytda radioelektronikaning ko'pchilik usullari mikroelektronikada ularni qo'llashni ko'zda tutadi.

2. Elektr signallari va ularni turlari. Signal (lot.- belgi)- axborot, ma'lumot va ularni muayyan masofaga uzatish uchun ishlatiladigan shartli belgi.

Tabiatiga qarab, mexanik, issiqlik, yoruqlik, elektr tovush va boshqalariga bo'linadi. Biz elektr signallarga to'xtalamiz. Radioelektronikani asosiy vazifasi informatsiyani uzatish, qabul qilish va qayta ishlashdir. Informatsiya deganda hodisa, voqea yoki ob'ekt tabiati to'g'risidagi ma'lumotlar tushuniladi. Informatsiya oldin xabarga aylantiriladi, so'ng material tashuvchi yordamida uzatiladi. Xabarni material tashuvchisini signal deyiladi. Tashuvchi sifatida har qanday fizik jarayondan foydalanish mumkin. Radioelektronikada elektr signallardan foydalaniladi.

Xabarlar turli bo'lishi mumkin. Bularga odam ovozi, orkestr tovushi, tasvir, kosmik radionurlanish, tekst va boshqalar kiradi. Radioelektronikada turli qurilmalar yordamida bu xabarlarni elektr videosignallarga aylantiradi. Nutqni uzatishda mikrofon, tasvirni uzatishda –elektron nurli trubka, tekstni uzatishda-teletayp yordamida elektr signaliga aylantiriladi. Bu signallar ba'zi hollarda videosignal yuhori chastotali signalga aylantiriladi va bu signalni radiosignal deb ataladi. Radiosignal deganda modulyatsiyalangan signal tushunilib, u informatsiyani tashiydi. Shuning uchun uni ba'zan tashuvchi signal deb ham ataladi. Qolgan videosignallarni esa, boshqaruvchi signallar deb ham ataladi.

Shuni aytish kerakki, har qanday elektr tebranishlari ham signal bo'lavermaydi. Masalan, turgun holatdagi o'zgaruvchan tok signal emas, chunki uning amplitudasi, chastotasi yoki fazasining vaqt bo'yicha o'zgarish qonun funktsiyasi aniq bo'lib, hech qanday axborotga ega emas. Demak, signal vaqt bo'yicha tasodifiy qonun bo'yicha o'zgaradigan funktsiya orqali ifodalanadigan

kattalikdir. Barcha elektr tebranishlar odatda aniqlangan (ma'lum) va tasodifiy tebranishlarga bo'linadi.

O'zgarish vaqti bo'yicha analitik funktsiya ko'rinishidagi ifodalanishi mumkin bo'lgan tebranishlar analitik aniqlangan tebranishlar deyiladi. Tasodifiy tebranishlar deb, o'zgarish xarakterini oldindan aytish mumkin bo'lmagan tebranishlarga aytiladi.

Informatsiya nazariyasiga asosan, aniqlanmagan tebranishlar hech qanday informatsiyani tashimaydi. Informatsiyani (signalni) tashshuvchi tebranishlar fakat tasodifiy tebranishlar bo'lishi mumkin.

Shuning uchun informatsiyani uzatishda uzatiluvchi signalni chastota, faza va amplituda o'zgarishidan foydalaniladi.

Har handay signallarni o'z navbatida uzluksiz va diskret signallarga bo'lishi mumkin. Uzluksiz signallarga mikrofoniga nutq ta'sir etgan vaqtda hosil bo'ladigan tokning uzluksiz o'zgarishini, diskret signalga esa, ma'lum vaqt oraliqlarida uzatiladigan impulslar ketma-ketligini ko'rsatish mumkin.

Signallarni uzatishda ularni vaqt oralig'i yoki amplituda qiymatlari bo'yicha bo'laklarga ajratish darajalashdan foydalaniladi. ham vaqt, ham qiymat bo'yicha sathlarga ajratilgan (darajalangan) diskret signal raqamli signal deb ataladi.

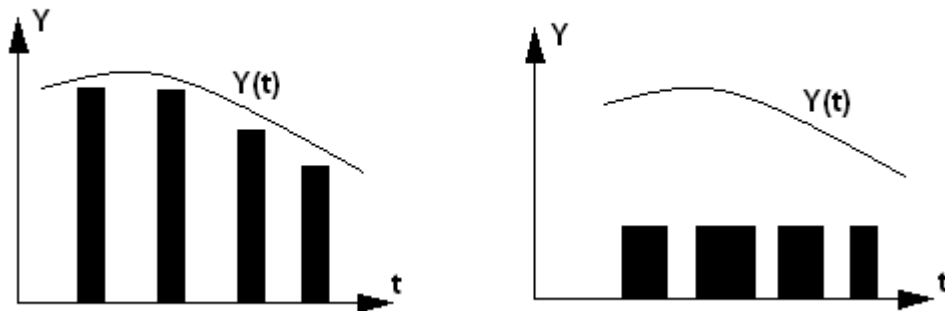
Signalning har bir turi juda ko'p fizik kattaliklar- parametralar orqali ifodalanadi. Signalni asosiy xossalari signal davomiyligi uni dinamik diapozoni va spektr kengligidir. haysiki, signal vaqtli jarayon bo'lib, uni boshi va oxiri mavjud. Signalning ta'siri mavjud bo'lgan vaqt oralihi signalni davomiyligi deyiladi. Signalni oniy quvvatining eng katta qiymatini uning eng kichik qiymatiga nisbat dinamik diapazon deyiladi. Spektr kenglik signalni uzgartirish tezligini xarakterlaydi. Signal real radioelektron hurlmadan o'tishda albatta o'zgarishga

uchraydi. Natijada qurilmaning chihishidan olingan axborot boshlanhich qiymatidan farh hiladi. Bunga asosiy sabab, bir tomondan, radioelektron qurilma kiritadigan buzilishlar bo'lsa, ikkinchi tomonidan, signalga ho'shilib uning habul hilinishini hiyinlashtiradigan har handay zararli ta'sir shovhun yoki halakit deyiladi.

Shovhunga ho'shni radiostantsiyalarni ta'siri, atmosferadagi elektr jarayonlar, sanoat va transport elektr tarmohlaridagi toklarni keskin o'zgarishidagi shovqinlar va boshqalar. Bu o'zgarishlarni fluktatsiyalar deb ataladi. Fluktatsiyalardan hosil bo'ladigan halakitlar ehtimollik nazariyasi asosida tushuniladi.

Shunday hilib, elektr tebranishlar bir holda foydali, ikkinchi holda halakit va aksincha bo'lishi mumkin ekan. Radioelektron sistema orqali informatsiyani uzluksiz yoki uzlukli diskret signal ko'rinishda uzatilishi mumkin. Uzluksiz signalda infomatsiya miqdori cheksiz, diskret signalda esa chekli bo'ladi. Uzluksiz signalga nisbatan uzlukli signalni aloqa sistemasidagi o'tishidagi yo'holish kamroh bo'ladi. Shuning uchun informatsiya uzatishda signalning uzlukli holidan keng foydalaniladi.

Uzluksiz signal ikki xil – vaqt yoki sath bo'yicha uzlukli signalga aylantiriladi (1.1- rasm).



I.1. rasm. Signalni vaqt bo'yicha uzlukli signalga aylantirish: a)amplituda o'zgaruvchan; b) vaqt oralih o'zgaruvchan.

Bu ikki hol o'zaro ekvivalentdir, chunki har bir ajratilgan impuls bo'lagining yuzalari o'zaro teng bo'ladi.

Uzluksiz signalni uzlukli – diskret signalga aylantirish natijasida – raqamli signal hosil hilinadi. Buning uchun signalning har bir bo'lagini biror son – ho'sh son "0" yoki "1" raqamlari bilan belgilanadi. Mikroelektronikani rivojlanishi integral mikrosxemalarda raqamli signallardan keng foydalanish imkoniyatini yaratmohda.

2-mavzu. Parametri mujasamlangan chiziqli zanjirlar.

Reja

1. Elektr zanjirlar. 2. Elektr zanjir turlari. 3. Diferensial va integral zanjirlar.

1. Elektr zanjirlar. Elektr toki o'tishini ta'minlaydigan fizik elementlardan tashkil topgan sistema yoki elektr tokini o'tkazadigan har qanday berk kontur elektr zanjiri deyiladi.

Radiotexnikada qo'laniladigan elektr zanjirlari radiozanjirlar deyiladi.

Elektr zanjirlarining umumiy ko'rinishini to'rt qutbli sistema deb ko'rish mumkin(2.1-rasm). Odatda unga vaqt bo'yicha shakli ixtiyoriy qonun bilan o'zgarib turuvchi biror voqea yoki hodisani , ya'ni iformatsiyani ifodalaydigan elektr toki yoki kuchlanish – signal qo'yilgan bo'ladi.



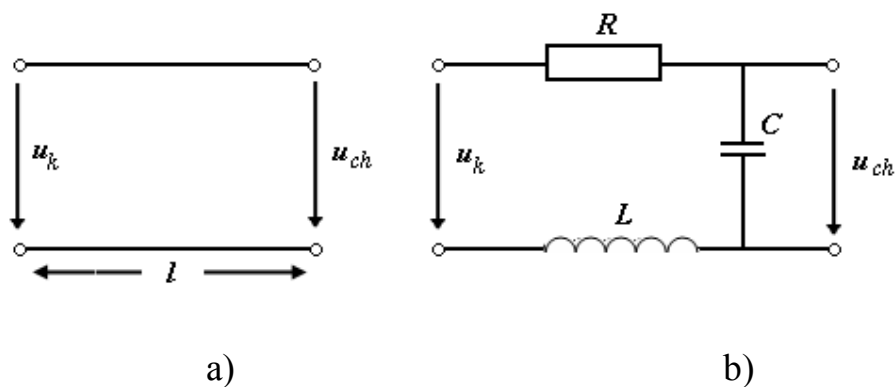
2.1. rasm. To'rt qutbli elektr zanjiri

Signal elektr zanjiridan o'tayotganda uning ichida yoki sirtida energiya yutilishi yoki to'planishi mumkin. Shunga ko'ra, elektr zanjirining elementlari aktiv va reaktiv qarshiliklarga ajratiladi.

Agar zanjir elementida energiyani qaytmas yutilish hodisasi kuzatilsa, bu elementning qarshiligi aktiv (rezistiv) qarshilik, aks holda, uning qarshiligi reaktiv deyiladi. Reaktiv qarshilikda energiya yutilmaydi, balki to'planadi. Elektr zanjirining aktiv qarshilikli elementi rezistor (R) harfi bilan, reaktiv qarshilikli elementlarga induktiv haltak (L) va kondesatorni (S) ko'rsatish mumkin. Umuman olganda, tok o'tkazayotgan o'tkazgich kesmasi, bir vaqtda R, L, S, ham ega bo'ladi. Bu elementlar zanjirning parametrlari deb ataladi. Ulardan qaysi birining ko'proh namoyon bo'lishi ko'rilayotgan elementdan o'tayotgan tokning chastotasi va amplitudasiga bog'liq. Elektr zanjirini o'rganishda zanjir kirishiga ta'sir etayotgan elektromagnit maydon tebranishlarinig to'lqin uzunligi bilan ko'rilayotgan zanjirinig geometrik o'lchamlari orasidagi munosabatni bilish

lozim. Deylik, ta'sir etayotgan elektromagnit tebranishning to'liq uzunligi zanjirning geometrik o'lchamidan etarli katta. Bu holda barcha jarayonlar juda sust sodir bo'ladi. Shuning uchun har bir kuzatish vaqtida zanjirning turli nuqtalaridagi tokning qiymatini deyarli bir xil deb qarash mumkin. Bunda zanjirning turli nuqtalaridagi barcha qaytar va qaytmas jarayonlar ham deyarli bir xil bo'ladi. Bu ularni bir-biridan ajratib o'rganish imkonini beradi, ya'ni zanjirdagi barcha qaytar jarayonlarni zanjirning bir nuqtasiga to'plansa, haytmas jarayonlar boshqa bir nuqtasida sodir bo'layapti deb qaraladi.

2. Elektr zanjir turlari. Boshqacha hilib aytganda, zanjirning bir nuqtasiga, induktivligi va sihimi to'planib, uning ikkinchi nuqtasiga aktiv qarshiliklar to'planib ulangan deb qaraladi. Demak, parallel o'thazgich kesmasini (2.2-rasm,a) qarshiliklar ketma-ket ulangan zanjir deb (2.2-rasm, b) ko'rish mumkin. Bunday zanjirlarni (b) parametrlari mujassamlangan zanjirlar deb ataladi.



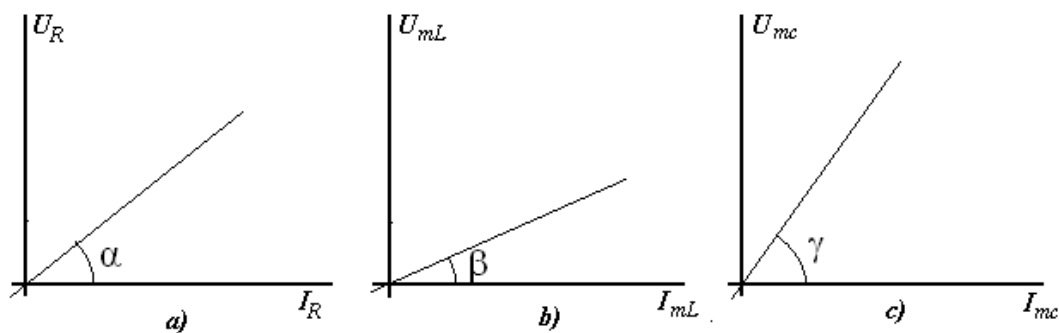
2.2- rasm. a) parametri taqsimlangan zanjir, b) parametri mujassamlangan zanjir

Agarda $\lambda \leq l$ bo'lsa, zanjir elementlarini bir-biridan ajratish l mumkin emas. Bunday zanjirlar parametrlari zanjir bo'yicha tahsilangan elektr zanjirlari deb ataladi. (2.2-rasm,a). Shunday qilib, parametrlari zanjir bo'yicha tahsilangan zanjirlar parametrlari mujassamlangan zanjirlar kabi elementlarning mustaqillik xususiyatiga ega emas. Uning har bir nuqtasi bir vaqtda ma'lum qiymatli ham aktiv

qarshilikka, ham induktivlik va sig'imga ega bo'ladi.

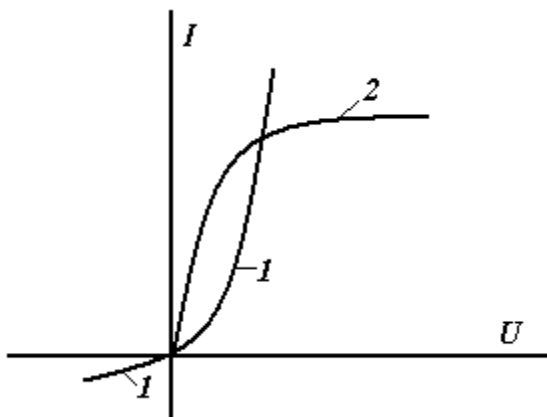
Elektr zanjiridan signal o'tayotganida uning kirishidan chihishiga qarab ma'lum miqdorda uzatiladi. Shunga qarab, zanjirlar passiv va aktiv zanjirlarga bo'linadi.

Passiv zanjirlar deb, $p_2 < p_1$ aksincha quvvat ortsa, $p_2 > p_1$ bo'lsa aktiv zanjir deyiladi. Passiv zanjirlarga elektr filtrlar, aktivga esa, kuchaytirhichlar va generatorlar misol bo'ladi. Zanjir chihishidagi signalning shakli va miqdoriga qarab chiziqli bo'lmagan elektr zanjirlarga bo'linadi. Agar zanjirdagi jarayonlar chiziqli differentsial yoki integral tenglamalar orqali ifodalansa, bunday zanjirlar chiziqli elektr zanjirlari deb, aks holda esa, chiziqli bo'lmagan elektr zanjirlar deb ataladi. Chiziqli zanjirlarining xarakterlovchi kattaliklari parametrlari o'zgarmas miqdorlar, ya'ni chiziqli elementlar bo'ladi. Chiziqli bo'lmagan zanjirlarda esa, eng kamida bitta chiziqli bo'lmagan element qatnashadi. Chiziqli elementlarni VAX si 2.3-rasmda berilgan.



2.3-rasm. Rezistiv qarshilik (a), induktivlik (b), va sig'im (v), ning volt- amper xarakteristikalari.

Chiziqli bo'lmagan elektr zanjirlari va ularning elementlarining volt-amper xarakteristikasi chiziqli bo'lmaydi. (2.4-rasm).



Chiziqli bo'lmagan zanjirlarda signal o'tganda uning ko'rinishi o'zgarishga olib keladi. Chiziqli elementlarda signalni kuchayishi yoki hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Shuning uchun R, L, S larni passiv elementlar deb ham ataladi.

3. Diferensial va integral zanjirlar.

Ko'pchilik radiotexnik qurilmalardan sodda zanjirlar, ya'ni differentsialovchi va integrallovchi zanjirlarni ko'rsatish mumkin. Agar zanjirning

2.4-rasm. Chiziqli bo'lmagan element yarimo'tkazhichli diod (1) va elektrovakuumli diod (2) VAX si.

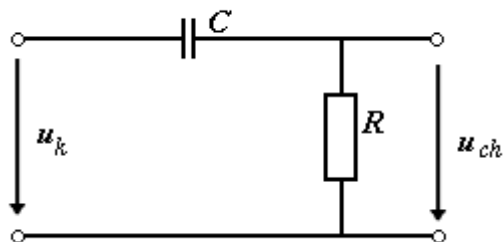
chihish kuchlanishining oniy qiymati kirish kuchlanishining hosilasiga mutanosib o'zgarsa, bunday zanjir differentsialovchi:

$$V_{ch} = A \, dU_1 / dt$$

Agar u kirish kuchlanishining integraliga mutanosib o'zgarsa, integrallovchi zanjir deyiladi:

$$V_{ch} = B \int U_1 dt$$

Differentsiallovchi zanjirni ko'ramiz. Deylik, bizga C sig'im R rezistorning ketma-ket ulanishidan tashkil topgan zanjir berilgan bo'lsin (2.5 - rasm).



2.5-rasm. Differentsial zanjir

Unda chiqish U_2 rezistor R orqali olinsin. Kirxgof qonuniga asosan

$$U_1 = \frac{1}{C} \int I dt + IR \quad (1)$$

Bu tenglikdan hosila olib, ikki tomonini $R C$ ga ko'paytirsak.

$$RC du_1/dt = IR + R^2 C dI/dt \quad (2)$$

hosil qilamiz. Ketma-ket ulanishda zanjir elementlaridan bir xil tok o'tganligi uchun kondensator kuchlanishi orqali ifodalash mumkin.

$$I = C dU/dt \quad (3)$$

(3) ifodani(2) ga qo'ysak, chiqish kuchlanish $U_2 = IR$ ekanini hisobga olsak, quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

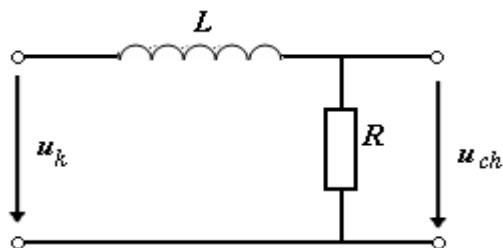
$$V_2 = RC du/dt + R^2 C^2 d^2u/dt^2 \quad (4)$$

(4) ifodada $R^2 C^2 d^2/dt^2$ had kichik bo'lganligi uchun uni tashlab yuborsak, (4) tenglama differentsiallovchi zanjir ifodasini berish mumkin:

$$V_2 = RC dU_1/dt \quad (5)$$

Zanjir differentsiallovchi bo'lishi uchun RC vaqt doimiysi, ya'ni $\tau = RC$ zanjirga ta'sir etuvchi tebranish davri $T = 1/\omega$ dan etarlicha kichik miqdorda bo'lishi kerak.

Endi zanjir L va R ketma-ket ulangan zanjirni ko'raylik (2.6- rasm).



2.6-rasm Integral zanjir

Unda chihish kuchlanishi R rezistordan olinsin.Unda chihish kuchlanishi

$$U_{ch} = U_R = IR \quad (6)$$

Zanjir elementlari ketma-ket bo'lganligi uchun zanjirdagi tokni induktivlikdagi kuchlanish orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I = \frac{1}{L} \int U_L dt \quad (7)$$

Agar (7) ni(6) ga ho'ysak va almashtirsak, zanjirimiz integrallovchi bo'ladi.

$$U_{ch} = \frac{R}{L} \int U_1 dt \quad (8)$$

Buning uchun kirish kuchlanishining asosiy hismi induktivlikka qo'yilgan bo'lishi kerak, ya'ni

$$\omega L \gg R \text{ yoki } \delta \gg T$$

tengsizlik bo'lishi kerak. Bu shart integrallash sharti deb ataladi. Bunda $\delta = \frac{L}{R}$ zanjirning vaqt doimiysi.

Barcha elektr zanjirlarini tuzilishidan qat'iy nazar to'rt qutbli sistema deb qarash mumkin. Agar zanjirda elektr manbai bo'lsa, u aktiv, aks holda esa, passiv to'rt qutbli sistema deb ataladi.

Elektr zanjirining asosiy xarakterlovchi kattaligi uning kompleks uzatish koeffitsientidir. U chihish signali amplitudasining kirish signali amplitudasiga nisbati ko'rinishida ifodalaydi:

$$K' = U_{m2}/U_{m1} = U_{m2}/U_{m1} = k e^{j\varphi} \quad (9)$$

Bu yerda,

$K = U_{m2}/U_{m1}$ - uzatish koeffitsientining moduli.

$\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ - tebranishlar orasidagi fazo farqi.

U kompleks kattalik bo'lib, u zanjirda energiya to'plovchi elementlar qatnashishi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun u chastotaga bog'liq:

$K = K(\omega)$ bu bog'lanish amplituda – chastota xarakteristika deyiladi. $\varphi = \varphi(\omega)$ - zanjirning fazaviy xarakteristikasi deyiladi.

Zanjirdan garmonik bo'lmagan tebranishlar o'tganda amplitudaning o'zgarishi chastotaviy buzilishlar deyiladi.

Tebranish chastotasi o'zgarmas bo'lganda chihish kuchlanishi amplitudasininig kirish kuchlanishi amplitudasiga bog'liqligini ifodalovchi kattalihzanjirning amplitudaviy xarakteristikasi deb ataladi.

$$U_{m2} = f(U_{m1}) \quad (10)$$

U zanjirdagi amplitudaviy buzilishlarni ifodalaydi. Chastota, fazo va amplituda xarakteristikalar zanjirning statsionar xarakteristikalari ham deyiladi.

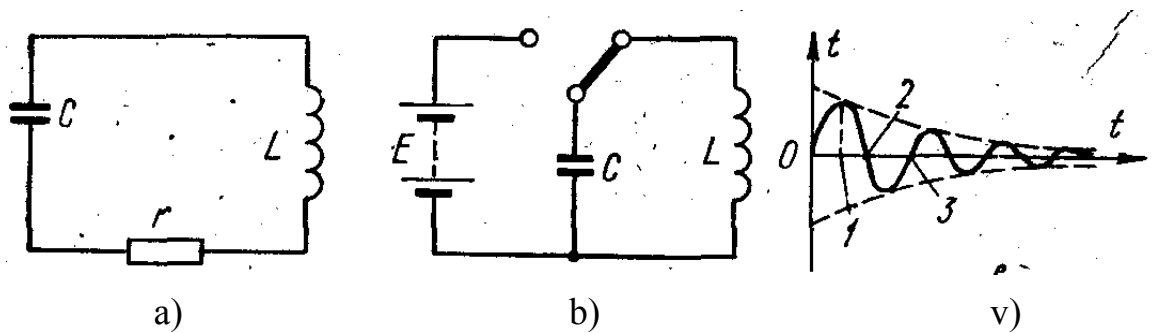
3 – mavzu. Tebranish konturlari.

Reja

1. Konturda erkin va majburiy tebranishlar.
2. Tebranish konturida majburiy tebranishlar.
3. Bog'langan konturlar.

1. Konturda erkin tebranishlar. Radioelektronikada yuqori chastotali elektromagnit tebranishlar keng foydalaniladi. Ularni yaratish, kuchaytirish va filtrlash uchun elektr tebranish sistemalari zarurdir. Sodda bunday sistema tebranish konturidir.

Tebranish konturi (3.1-rasm, a) keng qo'llaniladigan zanjir bo'lib, u induktivlik L , sig'im C , va aktiv qarshilik r lardan tashkil topgan. Shuni aytib o'tish kerakki, odatda, aktiv qarshilik r ni mumkin qadar kam bo'lishiga intiliniladi, ammo undan butunlay qutilib bo'lmaydi, chunki o'tkazgich har doim qandaydir aktiv qarshilikka ega bo'ladi. Shunga qaramay, aktiv qarshilikni juda kichik deb hisoblanadi va sxemalarda ko'rsatilmaslgi ham mumkin.



3.1-rasm. Tebranish konturida erkin tebranishlar:
a-tebranish konturi; b-kondensatorning zaryadlansizlanishi;
v-so'navchi tebranishlarning grafigi

Agar tebranish konturining kondensatori S ni (3.1 -rasm, b) dastlab ta'minlovchi manba Ye ga ulab, u zaryadlangandan keyin esa, g'altak L ga

qaytadan ulasak, u holda kondensator zaryadsizlana boshlaydi va zanjirda elektr toki vujudga keladi, bu tok esa g'altak atrofida magnit maydoni hosil qiladi. Oldiniga tok ham, magnit maydon ham ko'payadi. Bunda maydonning kuch chiziqlari g'altak o'ramlarini kesib o'tadi va unda tokning ko'payishiga to'sqinlik qiluvchi o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi (e. yu. k) hosil qiladi. Ammo tok har holda o'zining maksimal qiymatiga yetadi va bu paytda (3.1-rasm, ν dagi 1 nuqta) o'zgarmaydi, demak, g'altakning magnit maydoni ham o'zgarmas bo'ladi, natijada magnit kuch chiziqlari uning o'ramini kesib o'tmaydi, binobarin, o'zinduksiya e. yu. kuchi nolga teng bo'ladi. Bu paytda kondensator butunlay zaryadsizlanadi, uning quyidagi formula bo'yicha aniqlanadigan yig'ilgan energiyasi

$$W_C = \frac{CU^2}{2}$$

nolga teng bo'lib qoladi va butunlay g'altakning magnit maydoniga o'tadi, bu quyidagicha ifodalanadi:

$$W_L = \frac{LI^2}{2}$$

Magnit maydonning kuchlanganligi esa maksimal bo'ladi.

Endi tok (grafikda 1 nuqtadan keyin) sekin asta kamayadi. Tok kamaya boshlashi bilanoq magnit kuch chiziqlari g'altak o'ramlarini kesib o'tadi va qarama-qarshi yo'nalishdagi o'zinduksiya e. yu. k. kuchini hosil qiladi, endi bu e. yu. k. tokning ko'payishiga emas, balki kamayishiga to'sqinlik qiladi. Magnit maydon energiyasining ta'siri ostida tok oldingi (o'sha) yo'nalishda o'tishda davom etadi va kamayadi, kondensator butunlay zaryadsizlanadi va g'altak e. yu. kuchiga teskari yo'nalgan undagi kuchlanish ko'payadi. Biror paytda konturdagi tok nolga teng bo'ladi (3.1 rasm, ν dagi 2 nuqta), kondensatordagi kuchlanish esa maksimal qiymatga erishadi.

Binobarin, ko‘rilayotgan kontur boshlang‘ich holatga keladi va shundan keyin jarayon yuqorida bayon etilgandek rivojlana boshlaydi (faqat endi tokning yunalishi oldingiga qarama-qarshi bo‘ladi) va hokazo.

Shunday qilib, ko‘rilayotgan konturda garmonik elektromagnit tebranishlar hosil bo‘ladi.

Shuni ta’kidlab o‘tish muhimki, bu jarayon cheksiz emas, chunki energiyaning qandaydir qismi har holda yo‘qoladi. Tebranishlar sekin-asta so‘nadi, buni I-26-rasm, v dagi egri chiziqdan ko‘rsa ham bo‘ladi. Energiya simlarning aktiv qarshiligida isrof bo‘ladi, g‘altakning magnit maydoni bilan sochiladi va kondensator dielektrigida sarflanadi. Nihoyat, qator tebranishlardan so‘ng jarayon tugaydi. Shunga o‘xshash tebranishlar erkin tebranishlar deb ham ataladi, chunki kontur tashqaridan hech qanday ta’sir olmaydi (kondensatorning birinchi zaryadlanishidan tashqari).

Agar tebranish konturidagi jarayon energetik nuqtai nazardan qarasak, u holda biz kondensator bilan g‘altak orasidagi energiya almashuviga duch kelamiz. Kondensatorning potensial deb hisoblash mumkin bo‘lgan (chunki u qo‘zgalmas elektr zaryadlari orqali hosil bo‘ladi) elektr maydon energiyasi g‘altakning magnit maydon energiyasi - kinetik energiyaga (chunki u harakatdagi zaryadlar bilan bog‘langan) o‘tadi va aksincha. Bunday almashuvning har biri natijasida bir qism energiya qaytmas bo‘lib isroflanadi va nihoyat jarayon tugaydi.

Energiya almashinuvining to‘liq sikli uchun ketgan vaqt (3.1 - rasm, v da 3 nuqta) tebranishlar davri deb ataladi. Agar aktiv qarshilik r ni hisobga olmasak, u holda tebranishlar davrini quyidagi formuladan aniqlasa bo‘ladi:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Bir sekunddagi tebranishlar soni chastota deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

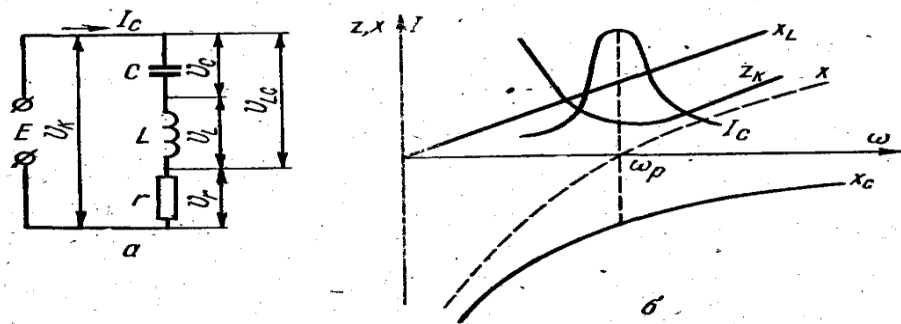
Radiotexnik hisoblashlarda doiraviy chastotadan foydalanish qulayroq va quyidagi formuladan topiladi

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Bu chastota kontur erkin tebranishlarining chastotasidir.

2. Tebranish konturidagi majburie tebranishlar. Agar tebranish konturiga tashqi ta'sir berilsa, masalan, ko'pincha amalda qilinganidek unga o'zgaruvchan e. yu. k manbai-generator ulansa, bu holda bunday konturdagi tebranishlar endi erkin bo'lmaydi. Generator konturga o'zining elektr tebranishlar chastotasini xuddi majburan qabul qildirganday bo'ladi va shuning uchun bunday tebranishlar majburiy tebranishlar deb ataladi.

3.2-rasm, a da ketma-ket tebranish konturi deb ataluvchi kontur ifodalangan bo'lib, uning elementlari o'zaro ketma-ket ulangan.



E
lektrot
exnika
3.2-rasm. Ketma-ket tebranish konturi (a) va reaktiv qarshiliklarning chastotaga qarab o'zgarish grafigi (b)

dan ma'lumki, konturning induktiv qarshiligi $x_L = \omega L$, sig'im qarshiligi $x_C = \frac{1}{\omega C}$,

$$\text{to'la qarshiliga esa } z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}.$$

Bu formulalardan ko‘rinib turibdiki, generator chastotasini yoki L va S larning qiymatlarini o‘zgartira borib, induktiv va sig‘im qarshiliklarni tenglashtirish ($x_L = x_C$) mumkin. Shunda konturning to‘la qarshiligi eng kam $z=r$ bo‘lib qoladi, konturdagi tok zsa , tabiiyki, maksimal qiymatiga erishadi. g‘altakdagi $U_L = I\omega L$ va kondensatordagi $U_C = I\omega C$ kuchlanishlar o‘zaro teng, qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi va demak, bir-birini kompensatsiyalaydi, binobarin, tok faqat aktiv qarshilik r va generatorning ichki qarshiligi bilan aniqlanadi. Bu rejim kuchlanishlar rezonansi nomini olgan.

Rezonansda g‘altak va kondensator qarshiliklari to‘lqin qarshiliklar deb ataladi, ya’ni

$$\rho = \omega_p L = \frac{I}{\omega_p C},$$

bunda ω_p = rezonans chastotasi.

Bundan shu narsa kelib chiqadiki, konturning to‘lqin qarshiligi faqat L va S larning qiymatiga bog‘liq va quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Rezonans shartidan $\omega_p L = \frac{I}{\omega_p C}$, demak,

$$\omega_p = \frac{I}{\sqrt{LC}} = \omega_0.$$

Ketma-ket konturda induktivlik va sig‘im orqali o‘tuvchi tok I_0 umumiy bo‘lib, induktivlikdagi kuchlanish U_L fazasi bo‘yicha undan 90° o‘zib ketadi, sig‘imdagi U_C esa tokdan 90° ga orqada qoladi (shunday qilib, ular orasidagi faza siljishi 180°). Bu kuchlanish rezonans rejimida quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$U_{Lp} = I\rho = I\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Agar generatorning ichki qarshiligi hisobga olinmasa, u holda ketma-ket konturning to'la qarshiligi rezonansda r ga teng va

$$U_{\kappa} = Ir.$$

Bundan

$$I = \frac{U_{\kappa}}{r}$$

va demak,

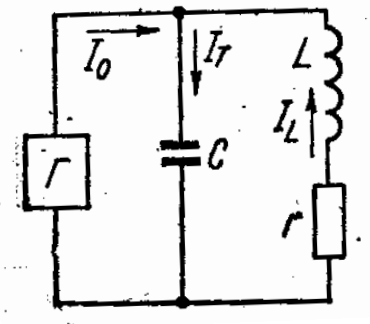
$$U_{Cp} = U_{Lp} = U \frac{\rho}{r}.$$

Nisbat ρ/r konturning aslliligi deb ataladi va Q harfi bilan belgilanadi. U vaqtda rezonansda quyidagicha bo'ladi

$$Q = \frac{U_c}{U_{\kappa}} = \frac{U_L}{U_{\kappa}}.$$

Shunday qilib, majburiy tebranishlar chastotasi (generator chastotasi) konturning erkin tebranishlar chastotasi ω ga teng bo'lganda kuchlanishlar rezonansi vujudga keladi. Shuning uchun konturning erkin tebranishlari chastotasi rezonans chastotasi deb ataladi. Har bir tebranish konturi o'zining rezonans chastotasiga ega bo'lib, u kontur parametrlari L va S ga bog'liq.

Ketma-ket tebranish konturining reaktiv (ya'ni induktiv va sig'im) qarshiligi generator chastotasi noldan cheksizgacha o'zgarganda qanday o'zgarishini ko'rib chiqamiz (3.2-rasm, *b*). $\omega = 0$ da (o'zgarmas tok) induktiv qarshilik nolga teng, sig'im qarshiligi esa cheksiz katta. Agar $0 < \omega < \omega_p$ bo'lsa, sig'im qarshilik induktiv qarshilikdan katta bo'ladi, umumiy reaktiv qarshilik esa sig'im xarakteriga ega bo'ladi; (kontur



o'zini xuddi sig'im kabi tutadi). Agar $\omega = \omega_p$ bo'lsa, xuddi oldin ko'rganimizdek, induktiv qarshilik sig'im qarshilikka teng bo'ladi, konturning umumiy reaktiv qarshiligi nolga teng va kontur sof aktiv qarshilikdan iborat deb qarash mumkin. Agar $\omega_p < \omega < \infty$ bo'lsa, induktiv qarshilik sig'im qarshilikdan katta va konturning umumiy reaktiv qarshiligi induktiv xarakterda bo'ladi (kontur o'zini xuddi, induktivlik kabi tutadi).

Parallel tebranish konturida (3.3-rasm) ham majburiy elektr tebranishlari vujudga keladi, ammo konturning reaktiv qarshiligi oldingi ko'rilgan holdagiga nisbatan boshqacha o'zgaradi. Induktiv qarshilik past chastotalarda sig'im qarshilikdan kichik bo'ladi (agar $\omega = 0$ bo'lsa, $x_L = 0$ bo'ladi) \sqrt{G} ning katta qismi induktiv tarmoq bo'yicha o'tadi. Bu holda konturning umumiy reaktiv qarshiligi induktiv xarakterga ega bo'ladi. Juda yuqori chastotalarda sig'im qarshilik induktiv qarshilikdan kichik bo'ladi (agar $\omega = \infty$ bo'lsa, $x_S = 0$ bo'ladi), tokning asosiy qismi sig'im orqali o'tadi va konturning umumiy reaktiv qarshiligi sig'im xarakteriga ega bo'ladi.

3.3-rasm. Parallel tebranish konturi

Xuddi ketma-ket konturdagi kabi, bu yerda ham L, S qiymatlarini yoki generator chastotasini o'zgartira borib, ularni shunday tanlash mumkinki, natijada sig'im qarshilik induktiv qarshilikka teng bo'ladi. Bu holda parallel konturda toklar rezonansi nomini olgan rejim vujudga keladi.

Toklar rezonansida induktivlik L va sig'im S dagi kuchlanishlar bir-biriga teng va fazasi buyicha bir xil bo'ladi (bu elementlarda energiya isrofi yo'q deb hisoblash mumkin). Tarmoqdagi toklar ham o'zaro teng, ammo fazasi buyicha bir-biridan 180° ga siljigan, ya'ni bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi (rasmda toklarning yo'nalishi qandaydir oniy vaqt uchun strelkalar bilan ko'rsatilgan).

Konturning to'la qarshiligini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin,

$$Z = \frac{x_L x_C}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}} = \frac{\frac{L}{C}}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.$$

Toklar rezonansi shartidan $\omega L = \frac{1}{\omega C}$, konturning to'la qarshiligi:

$$Z = \frac{\frac{L}{C}}{r} = \frac{\rho^2}{r} = Q\rho.$$

Bu shuni bildiradiki, birinchidan, konturning qarshiligi sof aktiv bo'ladi (chastotadan qat'iy nazar) va ikkinchidan, uning qiymati juda katta bo'ladi, chunki konturning to'liq qarshiligi, odatda, katta, r qarshilikdagi isrof esa kam bo'ladi.

Nisbat $\frac{\rho^2}{r} = R_3$ parallel tebranish konturining ekvivalent qarshiligi deb ataladi. U juda ham katta, binobarin generatorning umumiy toki I_0 juda kichik bo'ladi; u konturning nosozligida va rezonans rejimi buzilgandagi toklarga nisbatan eng kichik bo'lar ekan. Rezonans rejimida konturga erkin tebranishlardagi kabi jarayonlar ta'sir qiladi, ya'ni kondensator bilan g'altak orasida energiya almashuvi boshlanadi, generator esa tebranishlar taktida isrof bo'lgan energiyani to'ldirib turadi. Bu isroflar katta bo'lmaganligi uchun generator toki ham kichik bo'ladi. Agar isroflar ko'paysa, ya'ni qarshilik r oshsa, ekvivalent qarshilik R_e kamayadi, generatorning toki I_0 ko'payadi va isroflar yana kompensatsiya qilinadi.

Rezonans vaqtida tarmoqlardagi toklar quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$I_L = \frac{U_\kappa}{x_L} = \frac{U_\kappa}{\omega_p L} = \frac{U_\kappa}{\rho}$$

va

$$I_C = \frac{U_\kappa}{x_C} = U_\kappa \omega_p C = \frac{U_\kappa}{\rho}$$

Umumiy tok

$$I_0 = \frac{U_\kappa}{z_p} = \frac{U_\kappa}{Q\rho}$$

Bo'lardan $\frac{I_C}{I_0} = \frac{I_L}{I_0} = Q$ bo'lishi ko'rinib turibdiki, ya'ni $I_C = I_L = QI_0$; demak, tarmoqlardagi toklar umumiy tokdan Q marta katta ekan.

Oldin ko'rganimizdek kuchlanish rezonansi rejimi uchun quyidagi

$$\frac{U_L}{U_\kappa} = Q \text{ va } \frac{U_C}{U_\kappa} = Q,$$

tok rezonansi rejimi uchun quyidagi

$$\frac{I_L}{I_0} = Q, \frac{I_C}{I_0} = Q.$$

ifodalarning to'g'ri ekanligi ko'rsatilgan edi.

Demak, biz tilga olib o'tgan konturning aslliligi deb nom olgan Q kattalik tebranish konturining eng muhim xarakteristikalaridan hisoblanadi.

Konturning aslliligi (bu tug'rida ham gapirilgan edi) $Q = \frac{\rho}{r}$ nisbatdan iborat, ya'ni u konturning to'lqin qarshiligi isroflar qarshiligi (aktiv qarshilik) dan qancha marta katta ekanligini kursatadi.

Radioelektronikada ishlatiladigan konturlar aslliligi qiymatlarining diapazonlari juda keng: o'nlarchadan bir-qancha yuzlargacha. O'rtacha sifatli konturlarning aslliligi 50-200, yaxshi sifatli konturlarda 200-500, a'lo sifatli konturlarda esa asllilik 500 dan oshib ketadi.

Asllilikka teskari kattalik konturning so'nishi deb ataladi: $d = \frac{1}{Q}$. Bu parametr qancha katta bo'lsa, konturdagi erkin tebranishlar shuncha tez so'nadi.

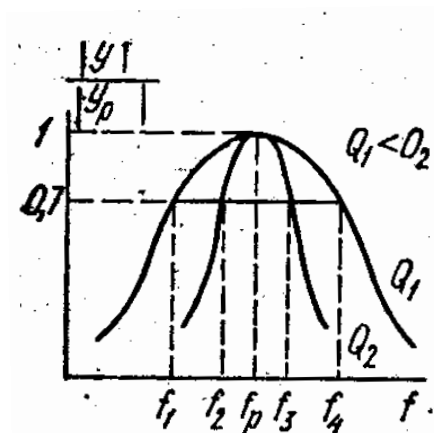
Asllilik qiymati konturning rezonans egri chizig'ining xarakteriga juda ham katta ta'sir qiladi. Aslliligi har-xil konturlarni taqqoslash uchun ularning rezonans

egri chiziqlarini nisbiy koordinatalardagi grafiklarda tasvirlash qabo‘l qilingan, masalan:

$$\frac{I}{I_p} = f\left(\frac{\omega}{\omega_{pI}}\right), \quad \frac{U}{U_p} = f\left(\frac{\omega}{\omega_{pU}}\right) \text{ yoki } \frac{|Y|}{|Y_p|} = f\left(\frac{\omega}{\omega_{pY}}\right),$$

bunda I_p , U_p , $|Y_p|$ - rezonans vaqtidagi konturning tegishli toki, kuchlanishi va o‘tkazuvchanligi. Bunday sanoq sistemasida istalgan kontur rezonans egri chizig‘ining maksimumi har doim birga teng.

Aslliligi har xil ikkita ketma-ket konturning rezonans egri chiziqlari 3.4-rasmda ko‘rsatilgan. Ularning taqqosiy xarakteristikalarini kuzatish asosida agar chastota rezonans chastotasi yaqin borsa, konturlarning o‘tkazuvchanligi keskin oshib ketishiga va rezonansdan uzoqlashgan chastotadagilarga qaraganda ancha katta bo‘lishiga ishonish qiyin emas.



3.4-rasm. Aslliklari turlicha ikkita tebranish konturining taqqoslovchi xarakteristikalari.

Konturning bu xossasidan aloqa texnikasida har xil chastotali juda ko‘p boshqa signallardan kerakli signalni (ma‘lum chastotali signalni) ajratish uchun keng foydalaniladi. Haqiqatan ham, agar kontur har xil chastotali bir qancha e. yu. k. ta‘sir qilganda qaysi e. yu. q ni chastotasi rezonans chastotasiga yaqin bo‘lsa, uning uchun konturning o‘tkazuvchanligi keskin yaxshilangan bo‘ladi, xususan o‘sha e. yu. k. konturda katta tok hosil qiladi. Demak, konturning parametrlari L va S larni uning rezonans chastota berilgan signal chastotasiga mos keladigan qilib tanlab, signalni boshqa ko‘p signallardan ajratish mumkin.

Shuni ham ta‘kidlash lozimki, berilgan signalni yetarli darajada sifatli qilib ajratish uchun boshqa signallarning chastotasi konturning rezonans chastotasidan yetarlicha uzoq bo‘lishi kerak, amalda esa konturning rezonans chastotasiga yaqin

chastotalar sohasidagi o‘tkazuvchanligi ancha katta bo‘lib qolishi tufayli kontur biror chastotalar sohasini o‘tkazadi. Konturning o‘tkazuvchanligi biror o‘zgarmas qiymatidan katta bo‘lib qoladigan chegaradagi chastotalar sohasi o‘tkazish sohasi deb ataladi. Odatda o‘tkazuvchanlikning bunday o‘zgarmas qiymati maksimaldan (rezonans vaqtdagidan) $\sqrt{2}$ marta kam qilib tanlanadi. 3.4-rasmda o‘tkazish sohasi qilib shunday chastotalar sohasi olinadiki, unig chegarasida $\frac{|Y|}{|Y_p|} \geq 0,7$ bo‘ladi.

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, aslliligi ancha yuqori (yaxshi sifatli) konturning o‘tkazish sohasi $f_3 - f_2$ boshqa konturning sohasi $f_4 - f_1$ dan kichik. Bu holda birinchi kontur yaxshi tanlash qobiliyatiga ega deb gapiriladi, ya’ni u hatto agar boshqa signallarning chastotasi ajratiladigan signalning chastotasiga juda yaqin bo‘lsa ham, kerakli signalni ajratish imkoniyatini beradi.

O‘tkazish sohasini $2\Delta f$ bilan belgilash qabo‘l qilingan, bu esa rezonans chastotasi Δf dan (ikki tomonga) ikki hissa chetga chiqishga to‘g‘ri keladi. Radioelektronikaning to‘la kurslarida quyidagi ifoda isbotlanadi:

$$2\Delta f = f_p d = \frac{f_p}{Q},$$

bunda f_p -konturning rezonans chastotasi.

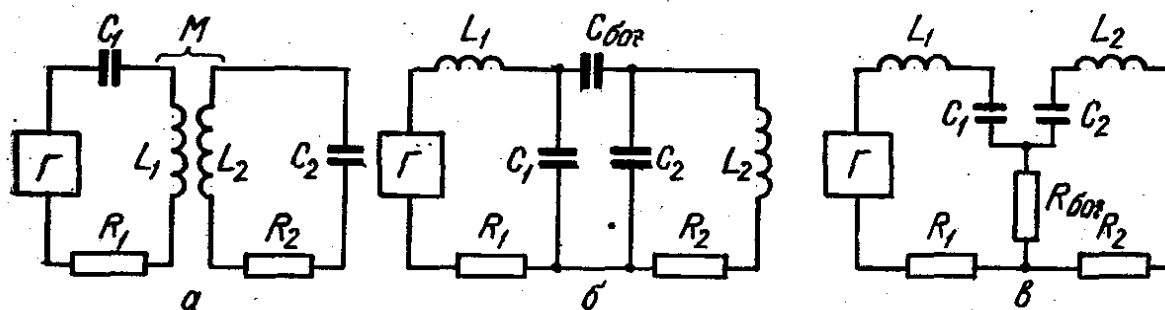
O‘tkazish sohasining rezonans chastotasiga bo‘lgan nisbati nisbiy o‘tkazish sohasi deb ataladi:

$$\frac{2\Delta f}{f_p} = d \text{ yoki } \frac{2\Delta f}{f_p} = \frac{1}{Q}$$

3. BOG‘LANGAN TEBRANISH KONTURLARI.Hozirgi radioelektronikada tebranish sistemalari sifatida ham yakka, ham bog‘langan konturlar ishlatiladi.

Ikkita (yoki undan ortiq) yakka kontur, agar bir konturdan ikkinchisiga energiya o'tsa, bog'langan konturlar deb ataladi. E. yu. k. manbaiga ulangan kontur birlamchi kontur, birlamchi kontur ta'sirida tebranishlar hosil bo'lgan kontur esa ikkilamchi kontur hisoblanadi.

Turlicha bog'lanishli konturlar 3.5-rasmda misol tariqasida tasvirlangan. Birinchi holda (a), ikkala konturni ularning g'altaklari L_1 va L_2 orasidagi o'zaroinduktivlik hosil qilgan magnet kuch chiziqlari bog'laydi; ikkinchi holda (b) bog'lanish ikkala kontur uchun umumiy bo'lgan kondensator $S_{bog'}$ ning elektr maydoni yordamida; uchinchi holda (v) bog'lanish ikkala kontur uchun umumiy bo'lgan element - rezistor $R_{bog'}$ ning toki bilan amalga oshiriladi. Bu misollar sxemalarning mumkin bo'lgan variantlarini aslo cheklamaydi, albatta.



3.5 - rasm. Bog'langan konturlar:
a-induktiv bog'lanish; b-sig'im bog'lanish; v-galvanik bog'lanish

Ikkita konturlarning o'zaro ta'sir qilish darajasini bog'lanish koeffitsienta k miqdor jihatidan hisobga oladi. Bu koeffitsient birlamchi kontur ikkilamchi konturda hosil qilishi mumkin bo'lgan e. yu. k. maksimal e. yu. k. ning qanday qismini tashkil qilishini ko'rsatadi:

$$k = \frac{l_2}{l_{zmax}}$$

Induktiv bog‘langan ikki konturli sistemaning eng sodda holdagi, ya’ni ikkala kontur bir xil ($L_1 = L_2, S_1 = S_2, r_1 = r_2$) bo‘lgandagi (3.5-rasm, *a*) va har qaysi kontur alohida e. yu. kuchi $e_1 = E_1 \sin \omega t$ bo‘lgan manbaning ω chastotasiga sozlangandagi, manbaning ichki qarshiligi R_i esa hisobga olmasa ham bo‘ladigan darajada kam bo‘lgan holdagi ishini ko‘rib chiqamiz.

U holda birlamchi kontur uchun (e. yu. k. manbasi ketma-ket ulangan) kuchlanishlar rezonansi sharti bajariladi. Birlamchi konturdagi $i_1 = I_1 \sin \omega t$ tok (u fazasi bo‘yicha konturdagi kuchlanish $U_k = E_1$ bilan bir xil bo‘ladi) induktivlik g‘altagi L_1 da va uning atrofida magnit oqim F_1 ni hosil qiladi. Bu oqimning bir qismi ikkilamchi konturning induktivlik g‘altaki L_2 ning o‘ramlarini qamrab oladi va o‘sha chastota ω li e. yu. k. $e_2 = M\omega \cos \omega t$ ni hosil qiladi, bu yerda $M = k\sqrt{L_1 L_2}$ - L_1 va L_2 g‘altaklar orasidagi o‘zaro induktivlik koeffitsienti; k - konturlar orasidagi bog‘lanish koeffitsienti.

O‘zaro induksiya e. yu. kuchi e_2 fazasi bo‘yicha tok I_1 dan 90° ga orqada qoladi, uning amplitudasi esa $E_2 = I_1 \omega M$. Bu e. yu. k. ning ta’sirida ikkilamchi konturda kuchlanish rezonans vujudga keladi va shuning uchun tok I_2 fazasi buyicha e. yu. k. e_2 bilan bir xil bo‘ladi, uning amplitudasi esa $I_2 = \frac{E_2}{r_2} = \frac{I_1 \omega M}{r_2}$ ifodadan aniqlanadi.

Tok I_2 g‘altak L_2 orqali o‘ta turib, unda va uning atrofida magnit oqim F_2 ni hosil qiladi. Bu oqimning bir qismi birlamchi konturning induktivlik g‘altagi L_1 o‘ramlarini kesib o‘tadi va unda ikkilamchi o‘zaro induksiya e. yu. kuchini hosil qiladi, uning amplitudasi quyidagicha topiladi:

$$E'_1 = I_2 \omega M = I_1 \frac{(\omega M)^2}{r_2}.$$

Bu e. yu. k. fazasi bo‘yicha tok I_2 dan 90° ga orqada qoladi va, demak, tok I_1 ga nisbatan 180° ga siljigan bo‘ladi (ya’ni unga teskari yo‘nalgan). Shunday qilib, e. yu. k. E'_1 tok I_1 ni kamaytirishga intiladi:

$$I_1 = \frac{E_1 - E'_1}{r_1}.$$

Bunga E'_1 ning ifodasini qo‘yib, quyidagini hosil qilamiz:

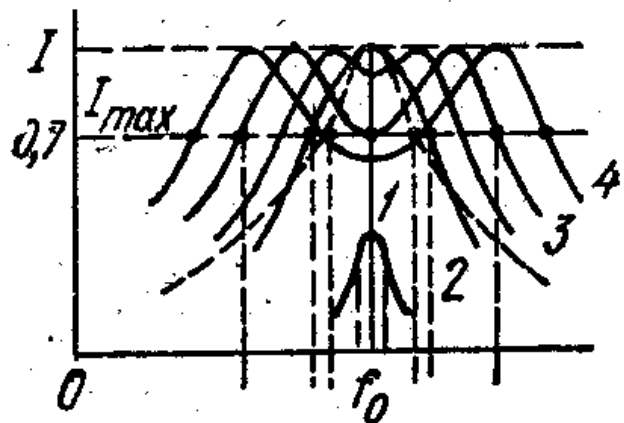
$$I_1 = \frac{E_1}{r_1 + \frac{\omega^2 M^2}{r_2}} = \frac{E_1}{r_1 + \Delta r_1}.$$

Bu formuladan birlamchi konturning toki faqat shu konturning parametrlariga bog‘liq bo‘lmay, balki ikkilamchi konturning parametrlariga va ular orasidagi bog‘lanishga ham bog‘liq ekanligi kelib chiqadi. Ikkilamchi konturning birlamchi konturga ta’sirini xuddi birlamchi konturga biror qo‘shimcha qarshilik Δr_1 ni kiritish kabi qarash mumkin. Bu qarshilik kiratiladigan qarshilik deb ataladi.

Agar ikkilamchi kontur rezonansga sozlangan bo‘lsa, bu holda u sof aktiv qarshilik kiritadi va bu qarshilik bog‘lanish qancha kuchliroq bo‘lsa, shuncha katta bo‘ladi. Agarda ikkilamchi kontur manba chastotasi bilan rezonansda bo‘lmasa, bu holda u birlamchi konturga aktiv va reaktiv (induktiv yoki sig‘im) qarshiliklarni kiritadi. Ular umumiy holda quyidagicha ifodalanadi

$$\Delta r_1 = \frac{\omega^2 M^2}{z_2^2} r_2 \text{ va } \Delta x_1 = \frac{\omega^2 M^2}{z_2^2} x_2$$

Kiritilgan reaktiv qarshilikning xarakteri faqat ikkilamchi kontur nosozligining xarakteri bilan aniqlanadi. Masalan, agar ikkilamchi kontur e. yu. k.



3.6-rasm. Bog‘langan konturlar sistemasining turli bog‘lanish koefitsientlari va o‘tkazish polosalarida rezonans xarakteristikalarini

manbaining chastotasi ω_1 da kichik ω_2 chastotaga sozlangan bo'lsa, u holda ikkilamchi konturning qarshiligi sig'imli bo'ladi, uning birlamchi konturga kiritilgan reaktiv qarshiligi esa induktivli bo'ladi va, aksincha, ω_2 agar ω_1 dan katta bo'lsa, ikkilamchi konturning qarshiligi induktivli bo'lar ekan, uning birlamchi konturga kiritilgan reaktiv qarshiligi esa sig'imli bo'ladi. Binobarin, agar ikkilamchi konturning sozlanishi buzilsa, u birlamchi konturning sozlanishini va undagi rezonans rejimini ham buzadi.

Agar birlamchi konturning e. yu. k. manbaining chastotasi o'zgartirilsa (uning amplitudasini o'zgarimas saqlagan holda), u holda ikkilamchi konturda tok I_2 va kuchlanish Ye_2 larning amplitudasi o'zgaradi. Tok I_2 ning e. yu. k. manbai chastotasi ω ga qarab o'zgarish grafigi rezonans egri chizig'i deb ataladi. Uning shakli ikkala konturning parametrlari va ular orasidagi bog'lanish bilan aniqlanadi. Konturlarining parametrlari bir xil bo'lgan uchun ikkita bog'langan konturlarning rezonans egri chizig'i 3.6 - rasmda keltirilgan. Taqqoslash maqsadida shunga o'xshash parametrli yakka konturning rezonans egri chizig'i shu rasmda uzoq chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Rezonans egri chiziqning shakli bog'lanishga juda ham bog'liq. Agar bog'lanish kuchsiz bo'lsa (1 egri chizik), bu holda rezonans egri chizig'i yakka konturning rezonans egri chizig'idan amalda farq qilmaydi (bog'lanish faqat uning maksimumiga ta'sir qiladi). Bog'lanish oshirilgan sari, bu maksimum I_{max} ga yaqinlasha boradi, so'ngra egri chiziqning yuqori qismi anchagina yassi bo'lib qoladi (2 egri chiziq) va, nixoyat, u ikki o'rkachli ko'rinishni oladi (3, 4 egri chiziqlar). Rezonans egri chiziqning bitta o'rkachli ko'rinishini saqlab qolgan bog'lanishning maksimal qiymati kritik bog'lanish deb ataladi (bog'lanish koeffitsienti k_{kr}). Kritikdan kichik bog'lanishni kuchsiz, kritikdan katta bog'lanishni esa kuchli deb hisoblanadi. Kritik bog'lanishda ikkinchi konturga

maksimal quvvat uzatiladi, birlamchi konturga kiritiladigan aktiv qarshilik esa shu konturning xususiy qarshiligiga teng bo‘ladi.

Bog‘langan konturlarining o‘tkazish sohasi ular orasidagi bog‘lanish koeffitsientiga bog‘liq va rezonans egri chizig‘ining $0,7 I_{max}$ sathidagi kengligi bilan aniqlanadi. Kuchsiz bog‘lanishda bog‘langan konturlarning o‘tkazish sohasi yakka konturlarning o‘tkazish sohasiga nisbatan torroq bo‘ladi. Kritik bog‘lanishda o‘tkazish sohasi yakka konturning o‘tkazish sohasidan 1,41 marta katta bo‘ladi, ya’ni $2f_{\text{so\lambda.kp}} = 1.41 \cdot 2\Delta f$. Bu holda bog‘lanish koeffitsienti son jihatidan konturning so‘nishiga teng bo‘lar ekan, ya’ni $k=d_n$. Bog‘langan konturning o‘tkazish sohasi maksimal qiymati (xarakteristikaning «chuquridagi» tok $0,7 I_{max}$ ga teng bo‘lganda) yakka konturning o‘tkazish sohasidan uch martadan ko‘proqda oshib ketadi: $2f_{\text{max}} = 3.1 \cdot 2\Delta f_0$. Bunda (bu juda muhim) bog‘langan sistema rezonans egri chizig‘ining kiya uchastkalari yakka konturnikiga nisbatan anchagina tikroq bo‘ladi. Boshqa tebranishlar xalaqit qiluvchi ta’siridan ularning chastotasi o‘tkazish sohasining chegarasidan uzoqda bo‘ladi, sozlash natijasida bog‘langan sistemalarda yakka konturdagiga nisbatan ancha samaraliroq bo‘ladi.

Konturlar orqasidagi bog‘lanishni berilgan o‘tkazish sohasida sistemaning rezonans egri chizig‘i shakli bo‘yicha ideal P-simon xarakteristikaga yaqin bo‘ladigan qilib tanlash mumkin. Bunday sistema polosali filtr deb ataladi va undan asosan radiopriyomniklarning oraliq chastotasini kuchaytirishda keng foydalaniladi.

Radioapparaturada ikki konturlilardan tashqari, ko‘p konturli bog‘langan sistemalar ham ishlatiladi. Ularning rezonans xarakteristikalari P-simon shaklga yanada ko‘proq yaqinlashadi.

Radioelektron qurilmalarda, ko‘pincha, radioapparaturalar konturlari yoki zanjirlari orasidagi keraksiz (yoki yana uni parazit bog‘lanish deyiladi) sig‘imli

yoki induktivli bog‘lanishlarni yuqotish choralari ko‘rishga to‘g‘ri keladi. Bunday bog‘lanishni kamaytirish uchun radioqurilmalarning elementlari bir-biridan yoki uzoqroq joylashtiriladi (lekin buni har doim qilib bo‘lmaydi), yo bo‘lmasa ekranlashtiriladi (konturlar, odatda, ekranlanadi). Ekranlar deganda, ekranlar deb ataluvchi metal g‘iloflar yordamida keraksiz ta’sirlardan himoya qilish tushuniladi.

Yuqori chastotalarda ishlash uchun ekranlar qalinligi 0,3-1mm bo‘lgan yaxshi o‘tkazuvchi diamagnet metallar (mis, alyuminiy) dan yasaladi. Ekran kiritish g‘altakning, demak, g‘altak ulangan konturning ham parametrlarini anchagina o‘zgartiradi. Chunki ekran tokli qisqa tutashtirilgan (berk) o‘ramga ekvivalent bo‘lib, u konturga aktiv va reaktiv qarshiliklar kiritadi. Ekran yana g‘altak sig‘imini ham sezilarli ko‘paytiradi. Ekraning ta’sirini kamaytirish uchun uni, odatda, g‘altak diametrining ikkilangan diametridan katta qalinlikda yasaladi.

Past (tovush) chastotalar sohasida ekranda paydo bo‘luvchi toklar juda ham kichik va ekraning buzish tish kerakki, tebranish konturlarida so‘nish, odatda, detsibel hisobida o‘lchanadi. Bu qulay, chunki signal parametrlari logarifmik qonun bo‘yicha (10, 100, 1000 va hokazo marta) o‘zgartirilsa, so‘nish chizig‘iy qonun buyicha (10, 20, 30, 40 va hokazo marta) o‘zgaradi. Aloqa liniyalarida so‘nish, odatda, neper hisobida o‘lchanadi. Bu yerda bu shuning uchun qulayki, liniyada signalning so‘nishi eksponensial qonunga bo‘ysunadi va signal parametrlarining natural logarifmlar qonuni buyicha (e, e^2, e^3 va hokazo marta) o‘zgarishi so‘nishning yana chiziqli qonun bo‘yicha (1, 2, 3 va hokazo marta) o‘zgarishiga to‘g‘ri keladi.

4- mavzu. Elektr filtrlar.

Reja

1. Umumiy tushunchalar.
2. Filtrlarning turlari.

1. Umumiy tushunchalar. Yakka tebranish konturi chastotalari konturining o'tkazish polosasi chegarasida bo'lgan toklarga nisbatan ma'lum tanlovchanlik xossalariga ega ekanligi oldingi boblarda ko'rsatilgan edi. Bog'langan tebranish konturlari yana ham yaxshi tanlovchanlik xossalariga ega, ammo, ular ham, ko'pincha, amaliy talablarga javob bermaydi. Shuning uchun qaerda eng yaxshi tanlovchanlik kerak bo'lsa, u yerda maxsus qurilmalar— elektr filtrlar ishlatiladi. Ular keng chastotalar polosasidan qat'iy ma'lum chastotalar spektrini tanlash uchun xizmat qiladi.

Elektr filtrlar—har xil texnikaviy sxemalarning ajralmas elementidir. Filtrlash xossalariga qarab elektr filtrlar quyidagi asosiy turlarga ajratiladi.

Past chastotalar filtrlar shunday elektr signallarini o'tkazadiki, ularning tebranishlar chastotasi biror ma'lum chastota f_{kes} (kesilish chastotasi) dan past bo'ladi va tebranish chastotasi kesilish chastotasidan yuqori signallarni ushlab qoladi.

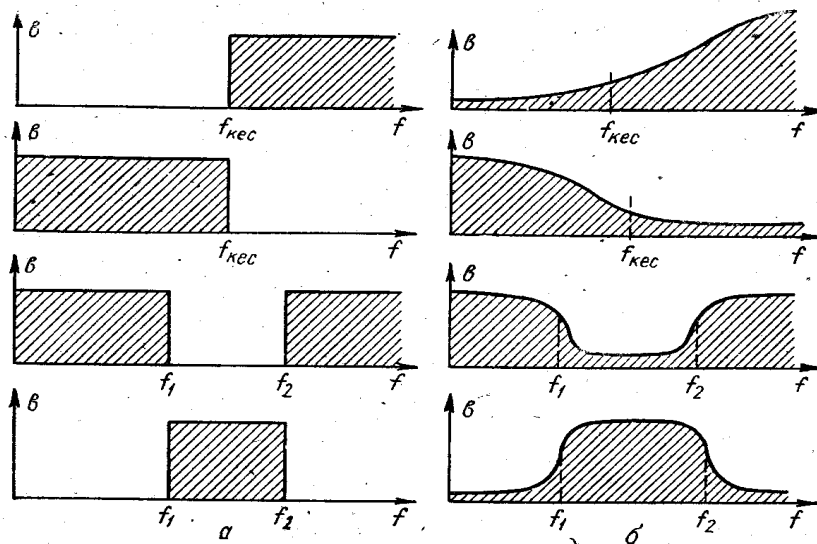
Yuqori chastotali filtrlar tebranishlari chastotasi biror ma'lum kesilish chastotasi f_{kes} dan yuqori bo'lgan elektr signallarining o'tishiga to'sqinlik qilmaydi va tebranish chastotasi kesilish chastotasidan past bo'lgan signallarni ushlab qoladi.

Polosali filtrlar chastotalari filtrlarning o'tkazish polosasi chegarasida (f_1 dan f_2) gacha) bo'lgan elektr signallarini o'tkazadi, f_1 dan kichik yoki f_2 dan katta chastotali signallarning hammasini esa ushlab qoladi.

Ko‘p polosali filtrlar, atalishidan kelib chiqqanidek, bir nechta o‘tkazish polosalariga mo‘ljallanadi.

To‘sovchi filtrlar tebranishlar chastotasi biror f_1 — f_2 interval chegarasida bo‘lgan signallarning o‘tishiga, to‘sqinlik qiladi va chastotasi f_1 chastotadan kichik yoki f_2 chastotadan katta bo‘lgan hamma qolgan signallarni ushlab qolmaydi.

4.1- rasmda ideal (a) va real (b) filtrlar uchun so‘nishning chastota xarakteristikalarini ko‘rsatilgan (o‘qlar bo‘yicha chastota f va signalning so‘nishi v quyilgan). Real filtrlar o‘z xarakteristikalarini bo‘yicha ideal filtrlardan katta farq qilishini ko‘rish qiyin emas. Birinchidan, o‘tkazish polosasida so‘nish nolga teng emas, ya‘ni signal, filtr orqali o‘tayotganda hatto uning chastotasi o‘tkazish polosasining chegarasidan chiqmasa ham, har holda kuchsizlanadi. Ikkinchidan, real filtrlar o‘tkazish polosasidan birdaniga to‘sovchi polosaga o‘tishni ta‘minlaydilar, bu esa ko‘p hollarda filtrlarning kamchiligi hisoblanadi.



4.1 rasm. Ideal (a) va real (b) filtrlar uchun so‘nishning chastota xarakteristikalarini.

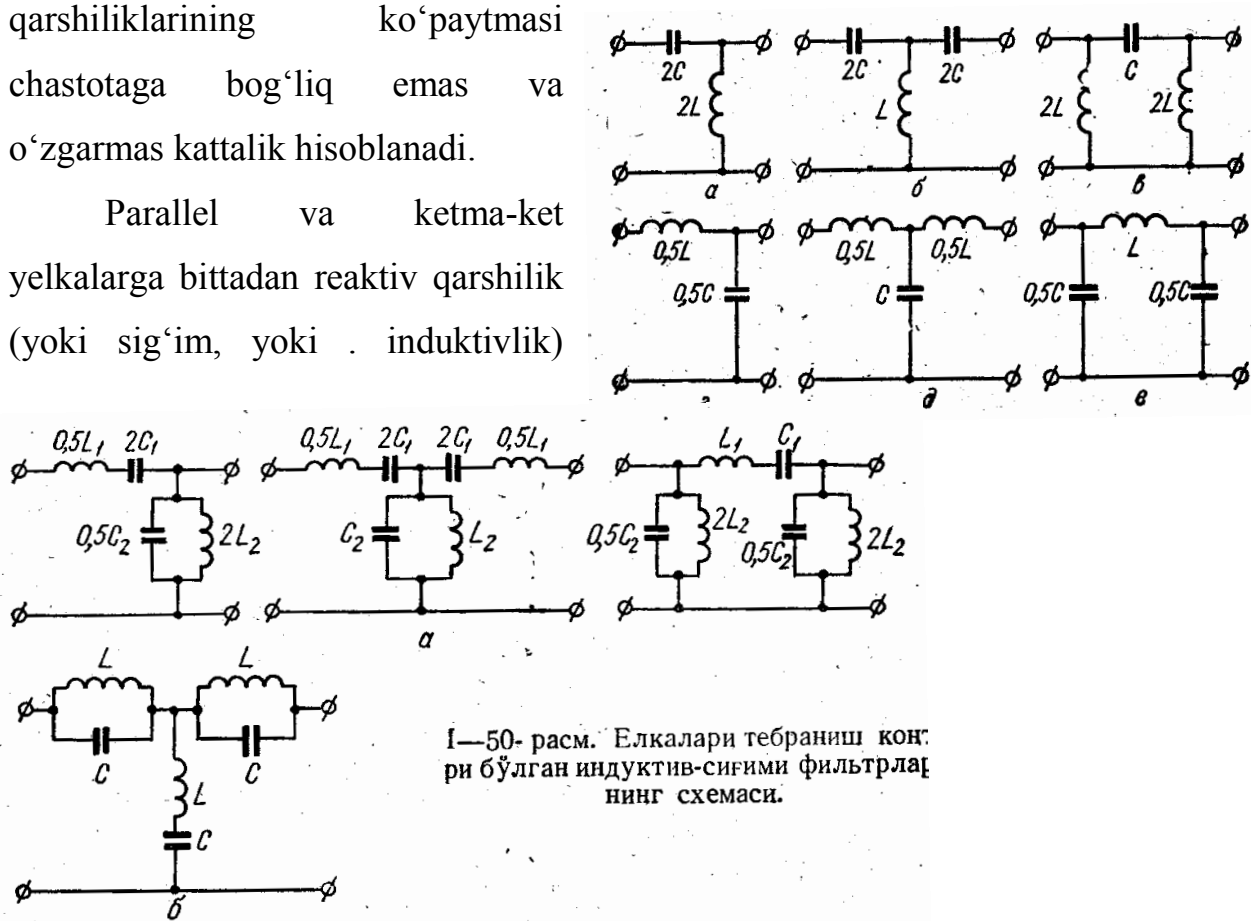
Ishlatilayotgan elementlarga qarab filtrlar induktiv sig‘imli, reostat-sig‘imli va rezonatorli (pezoelektrik, pezokeramik, magnitostriksion. va hokazo) filtrlarga bo‘linadi. Elementlarning ulanish usuliga qarab zanjirli va ko‘priqli filtrlar bo‘ladi.

Kuchaytirgich elementi (lampa yoki tranzistor) bo‘lgan filtrlar aktiv filtrlar deb ataladi, aks holda ular passiv filtrlar deyiladi.

2. Filtrlarning turlari. Tarkibiga faqat induktivli va sig‘imli elementlar kirgan elektr filtrlar induktiv-sig‘imli (yoki LC tur) filtrlar deb ataladi (4.2-rasm). Yuqori chastotalar uchun a, b va v sxemalar, past chastotalar uchun esa g, d va ye sxemalar xizmat qiladi. Filtrlar G-simon (a va g), T-simon (b va d) h P-simon (v va ye) zvenolar asosida quriladi. Bo‘limlar ikkita turga bo‘linadi: k turli va m turli. Filtrda bitta bo‘lim yoki ketma-ket ulangan bir qancha bo‘lim bo‘lishi mumkin.

k turdagi bo‘limlar shunday xossaga egaki, ketma-ket va parallel yelkalar qarshiliklarining ko‘paytmasi chastotaga bog‘liq emas va o‘zgarmas kattalik hisoblanadi.

Parallel va ketma-ket yelkalarga bittadan reaktiv qarshilik (yoki sig‘im, yoki induktivlik)



1—50- рasm. Елкалари тебраниш кон-
ри бўлган индуктив-сигими фильтра-
нинг схемаси.

ulanadi, bunda past chastotali filtrlarning ketma-ket yelkalariga induktivlik parallel yelkalariga esa sig‘im ulanadi, yuqori chastotali filtrlarda, aksincha, ketma-ket yelkalarga sig‘im parallel yelkalarga esa induktivlik ulanadi.

k turdagi bo‘limlarning xususiyati shundayki, ularda ketma-ket va parallel yelkalarining reaktiv qarshiliklari chastotaga nisbatan go‘yo o‘zaro teskari bo‘ladi. Agar chastota ko‘paytirilsa, bo‘limlarning 4.2-rasmda ko‘rsatilgan ketma-ket yelkalarining qarshiligi ko‘payadi, bu holda parallel yelkalarining qarshiligi esa kamayadi va, aksincha, chastota ortishi bilan ketma-ket yelkalar qarshiligi kamaysa, bu holda parallel yelkalar qarshiligi esa ko‘payadi. 4.3-rasmda ko‘rsatilgan zvenolarda ma‘lum chastotada rezonans sodir bo‘ladi va shunda bitta yelkaning qarshiligi juda katta, boshqasini esa haddan tashqari kichik bo‘lib qoladi. Bunday zvenolardan tuzilgan filtrlar biror chastotalar spektrida signallarni, yaxshi o‘tkazadi (4.3-rasm, a—polosali filtrlar) yoki chastotasi berilgan spektr chegaralarida bo‘lgan signallarni ushlab qoladi (4.3-rasm, b — to‘sovchi filtrlar).

Har xil filtrlarning kesilish chastotasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

yuqori chastotalar filtrlari uchun (4.2-rasm, a, b, v)

$$f_{\text{kes}} = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}};$$

past chastotalar filtrlari uchun (4.2-rasm, g, d. ye)

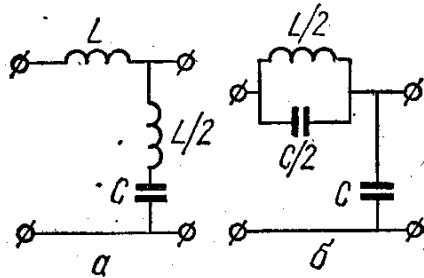
$$f_{\text{kes}} = \frac{1}{4\pi\sqrt{LC}};$$

polosali filtrlar uchun

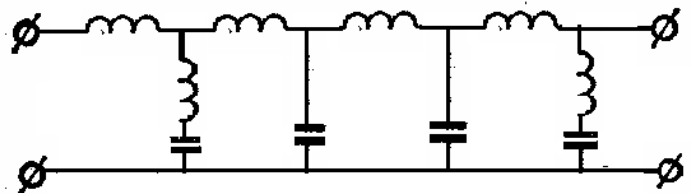
$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_1 C_1}} \quad \text{4.3-rasm. Yelkalari tebranish konturi bo'lgan induktiv sig'imli filtrlar shemasi}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \left(\sqrt{\frac{1}{L_1 C_2} \pm \frac{1}{L_1 C_1}} + \sqrt{\frac{1}{L_1 C_2}} \right);$$

k turdagi bulimlarning kamchiligiga soʻnish xarakteristikalari tikligining katta boʻlmasligi kiradi. Filtrda bulimlar sonini oshirish soʻnish xarakteristikasi



4.4-rasm. m-turdagi boʻlimlar.



4.5-rasm. m va k -turdagi boʻlimlarni ketma-ket ulanishi.

tikligining ortishiga olib keladi, lekin shu bilan birga oʻtkazish polosasida soʻnish kuchayadi, chunki har bir bulimning umumiy xarakteristikasiga taʼsiri faqat soʻnish sohasidagina emas, balki oʻtkazish sohasida ham boʻladi. Bunday tashqari, filtrlarning oʻlchamlari ham sezilarli ravishda ortadi. m turdagi bulimning k turdagi bulimdan farqi shundaki, ularning ketma-ket va parallel yelkalaridagi qarshiliklarining koʻpaytmasi oʻzgarmas boʻlmaydi, balki chastotaga bogʻliq boʻladi. Bu qarshiliklar chastotaga nisbatan oʻzaro teskari ham boʻlmaydi. Shunisi xarakterliki, agar bitta yelkaga induktivlik va sigʻim kirsa, boshqasida esa faqat bitta element — induktivlik yoki sigʻim boʻladi. Past chastotalar filtrlarining m turli zvenolari sxemalarining baʼzi variantlari 4.4-rasmda koʻrsatilgan.

Konturning rezonans chastotasiga yaqin chastotalarda zveno soʻnishining keskin ortishiga shu narsa sababki, kontur qarshiligi bu holda yoki keskin kamayadi (4.4-rasm, a) va boʻlimda qisqa tutashish rejimi sodir boʻladi yoki keskin ortadi (4.4-rasm, b), bu esa xuddi birinchi holdagi, kabi, chiqish signali amplitudasining kamayishiga olib keladi.

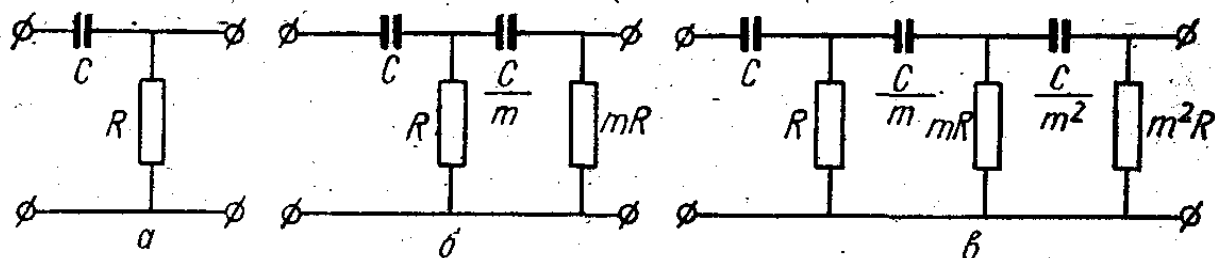
4.5-rasmda m va k turdagi bo‘limlar ketma-ket ulangan filtrning sxemasi ko‘rsatilgan (zanjirli filtr deb ataluvchiga filtr misol bo‘ladi). Bu filtrda m turdagi birinchi va oxirgi bulimlar so‘nish xarakteristikasining yaxshi tikligini hosil qilsa, k- turdagi oraliq bo‘limlar esa rezonansdan yuqori chastotalarda yetarli so‘nishni ta‘minlaydi. Induktiv-sig‘imli filtrlarning boshqa sxemalari ham mavjud, masalan, ko‘priki yoki differensial ko‘priki filtrlar (differensialli transformatorlar bilan), ular bir qancha hollarda so‘nishning yaxshi xarakteristikalarini ta‘minlaydi.

Reostat-sig‘imli filtrlar aktiv qarshilik rezistordan va kondensator sig‘imdan iborat bo‘lib, past chastotalar (o‘nlarcha kilogers) sohasida keng qo‘llaniladi, chunki bu diapazonda induktiv-sig‘imli filtrlarining L va C parametrlari ancha katta bo‘ladi, bu esa ularning o‘lchamlarini kattalashishiga olib keladi. Filtr RC ning so‘nish xarakteristikasi filtr LC nikiga nisbatan yomon, chunki qarshilik R induktivlik L ga nisbatan filtrning o‘tkazish sohasida so‘nishga ko‘proq va so‘nish sohasida kamroq ta‘sir qiladi. Lekin filtrning o‘lchamlaridan va massasidan hosil bo‘lgan tejam shunchalik sezilarli bo‘ladiki, past chastotalar sohasida ularning tengi yo‘q desa bo‘ladi. '

4.6-rasmda bitta (a), ikkita (b) va uchta (e)zvenodan tarkib topgan reostat-sig‘imli filtrlarning sxemalari ko‘rsatilgan. Bu yerda zvenolardagi sig‘im va qarshiliklar qiymatlarining nisbatiga alohida ahamiyat berish kerak; Filtrning tanlovchanligini aniqlovchi asosiy element rezonator bo‘lgan filtrlar rezonatorli filtrlar deb ataladi. Bu filtrlarda pezoelektr, pezokeramik, magnitostriksion va boshqa rezonatorlar ishlatiladi. Ularning o‘z afzalliklari va kamchiliklari bo‘lib, ular biror turdagi filtrlarda qo‘llanish sohasini belgilaydi.

Pezoelektrik (kvarsli) filtrlarda kvarsning rezonatorlik xssasidan foydalaniladi. Mexanik bosim ta‘sirida kvars plastinkalarining yonlarida elektr zaryadi vujudga kelishi aniqlangan, zaryadning ishorasi va qiymati mexanik ta‘sirining kuchi hamda yo‘nalishiga bog‘liq. Bunda, bosim o‘zgaruvchan bo‘lsa, u

holda kvars plastinkalarining yoqlarida zaryadning qiymati ham, ishorasi ham ma'lum tarzda o'zgaradi. Bunday hodisa qaytuvchan hodisalar qatoriga kiradi,



4.6-rasm. Bitta (a), ikkita (b) va uchta (v) bo'limlardan tuzilgan ($m=1, 2, 3$ va xokazo) reostat-sig'im filtrlarning sxemalari

ya'ni kvars plastinkasiga o'zgaruvchan e. yu. k manbai ulanganda uning o'lchamlari bog'lik ravishda o'zgaradi. Bu o'zgarishlar (bo'ylama yoki ko'ndalang siqilishi va cho'zilishi) juda ham kichik, lekin bu yerda eng muhimi shuki, plastinkaning rezonanslik xossasi juda keskin ravishda nomoyon bo'ladi.

ezrelektrik filtrlarning rezonans egri chiziqlari uchlarining tikligi va ish chastotalari chegarasidan tashqarida katta so'nish mavjudligi bilan ajralib turadi. Ish chastotasining qiymati kvars plastinkaning o'lchamlariga, uning qalinligiga, uzunligi va eniga bog'liq. Chastota qancha yuqori bo'lsa, plastinka shuncha kichik bo'lishi keraq. Shuning uchun kvarsli (pezelektrik) filtrlar, odatda, 10—12 MGs gacha bo'lgan chastotalarda ishlatiladi.

Kvarsli filtrlar bitta polosali radioaloqalarida va umuman, tik so'nish xarakteristikali tor o'tkazish polosasi kerak bo'lgan har xil qurilmalarda keng ishlatiladi.

Pezokeramik filtrlar kvarsli filtrlar kabi 1 MGs gacha bo'lgan chastotalarda ishlatiladi va ularda o'sha effektning o'zidan foydalaniladi, ya'ni qattiq materialda elektr toki va kuchlanishining tebranishi yordamida mexanik tebranishlar o'yg'otiladi, lekin material sifatida bu yerda segnetoelektriklar ishlatiladi. Agar

elektrodlarni segnetoelektrikning keramik plastinkasiga tegishlicha joylashtirilsa, u holda unda bo'ylama yoki kundalang tebranishlarni, yoqlarda egilish tebranishlarini, diskning radial tebranishlarini va hokazolarni uyg'otish mumkin. Plastinkaning mexanik tebranishlarining xususiy chastotasi ta'minlovchi kuchlanish chastotasiga mos kelsa, xuddi oldingi holdagi kabi, rezonans hodisasi vujudga keladi.

Pezokeramik filtrlarning so'nish xarakteristikalarining uchlari yetarlicha tik, o'tkazish polosasidagi so'nish esa kvarsli filtrlarnikiga qaraganda 2—3 marta kam bo'ladi. Bu filtrlar kichik o'lchamlari va massasi bilan ajralib turadi.

Magnitostriksion filtrlar past chastotalar sohasida keng foydalaniladi. Bunday filtrlardan bittasining ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz. Kirish (birinchi) g'altagi bo'yicha signal toki o'tganda o'zgaruvchan magnit maydoni vujudga keladi, uning ta'sirida g'altak ichiga joylashtirilgan magnitostriksion o'zakda mexanik deformatsiya sodir bo'ladi. O'zakning mexanik tebranishlari dastakcha yordamida rezonatorlarga uzatiladi, natijada ularga cho'zilish — siqilish tebranishlari ta'sir qiladi. Bu tebranishlar rezonatorlar sistemasi orqali o'tib, ikkinchi g'altakka joylashtirilgan magnitostriksion o'zakni deformatsiyalaydi, buning natijasida unda e. yu. k vujudga keladi (teskari magnitostriksion effekt). Tashqi uyg'otuvchi kuchlanish chastotasi rezonatorlar tebranishlarining xususiy chastotasiga mos kelsa, mexanik rezonans vujudga keladi va ikkinchi g'altak o'zagi uzunligining o'zgarish amplitudasi eng katta bo'ladi va u bilan birga bu g'altakda e. yu. k ham maksimumga erishadi. Bu turdagi filtrlar 100 kGs gacha bo'lgan chastotalarda ishlatiladi.

5-mavzu. Elektrovakuumli asboblari

Reja

1. Kirish. 2. Diodlar. 3. Triodlar. 4. Ko'p to'rtli lampalar. 5. Elektron nurli trubkalar

1. Kirish. Elektrovakuum asboblari (elektron lampalar, elektron-nur trubkalari, fotoelektron ko'paytirgichlar, fotoelementlar va boshqalar) yarimo'tkazgich asboblari bilan bir qatorda hozirgi radioelektronika texnikasining asosini tashkil etadi.

Elektrovakuum asboblarning ishlashi elektronlarning vakuumdagi yo'naltirilgan oqimidan foydalanishga asoslangan. Elektronlar elektron emissiya deb yuritiladigan fizikaviy hodisa natijasida hosil bo'ladi. Elektron emissiya deyilganda metalning issiqlik, yorug'lik va boshqa ta'sirlar tufayli elektronlar chiqarishi tushuniladi.

Elektron-emissiyaning mohiyati quyidagidan iborat. Ma'lumki, metallardagi elektronlar o'z atomlarini nisbatan oson tashlab ketish xususiyatiga ega. Bunday elektronlar erkin elektronlar nomini olgan. Bu elektronlarning atomlardagi o'rnini boshqa erkin elektronlar egallaydi, ular ham shu tarzda atomlarni osongina tashlab ketishi mumkin. Agar o'tkazgichga elektr kuchlanishi berilmagan bo'lsa, u holda erkin elektronlar turli yo'nalishlarda va turli tezliklar bilan tartibsiz harakat qiladi. Erkin elektronlar o'tkazgichni tashlab chiqib ketishlari mumkin, lekin bunga ikkita sabab to'sqinlik qiladi.

Birinchidan, o'tkazgichlarning sirtida o'tkazgichni bir necha lahza tashlab ketib va yana unga qaytadigan elektronlar hosil qiladigan manfiy zaryadlar qatlami paydo bo'ladi. Bu qatlam doimo bo'ladi, chunki o'tkazgichga qaytgan elektronlar o'rniga, uning tashqi sirtlarida yangi elektronlar paydo bo'ladi va hokazo. Elektronlarning qandaydir qismi o'tkazgichning tashqarisida bo'lganligi sababli

o'tkazgichning o'zida elektronlarini yo'qotgan atomlar hosil qilgan ortiqcha musbat zaryadlar bo'lishi kerak. Musbat zaryadlar o'tkazgichning ichki sirtida to'planadi. Manfiy va musbat zaryadlardan paydo bo'lgan qo'shaloq elektr qatlami o'tkazgich sirtida tormozlovchi maydon hosil qiladi. Demak, o'tkazgichni tashlab ketishi uchun elektron bu maydonni yengib o'tishi, ya'ni biror ish bajarishi kerak. Binobarin, elektron tegishli energiyaga ega bo'lishi kerak.

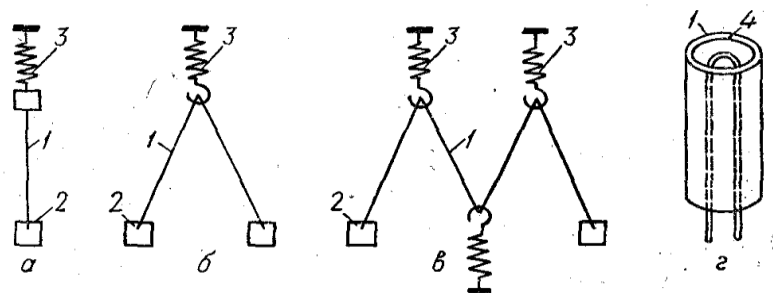
Ikkinchidan, har bir atom metal ichida istalgan paytda elektronni yo'qotishi va ionga aylanishi va, aksincha, har bir ion istalgan paytda vaqtincha erkin elektronni olishi va neytral atomga aylanib qolishi mumkin. Elektron metal ichida bo'lgan vaqtda uning ion bilan tortishish kuchi o'zaro muvozanatlashgan bo'ladi. Elektron o'tkazgich sirtiga yaqinlashgan vaqtda esa muvozanat buziladi va o'tkazgichning ichiga tomon yo'nalgan kuch hosil bo'ladi (chunki o'tkazgichning ichida sirtiga nisbatan ionlar ko'pdir). O'tkazgichdan chiqib ketishi uchun yetarli bo'lgan energiyaga ega bo'lishi kerak.

Metal o'tkazgichni tashlab chiqib ketishi uchun elektron bajaradigan ish chiqish ishi deb ataladi. Bu ko'p jihatdan materialning turiga bog'liq.

Faqat elektronlarning katta bo'lmagan qismigina chiqish ishi uchun yetarli energiyaga ega bo'ladi. Shu sababdan, emissiya to'la bo'lishi uchun, elektronlarga qo'shimcha energiya berish kerak. Elektronlar qo'shimcha energiyani qanday tashqi ta'sirlardan olishiga qarab, elektron emissiya turli bo'ladi: termoelektron, fotoelektron, avtoelektron va ikkilamchi elektron emissiya.

Elektron lampalarda termoelektron emissiyadan keng foydalaniladi. Termoelektron emissiya metal 1000-2500°S temperaturagacha qizdirilganda ro'y beradi.

Elektron lampa-eng ko'p tarqalgan elektrovakuum asbob. Asbob havosi so'rib olingan shisha ballondan tayyorlanib ichiga elektrodlar joylashtirilgan bo'ladi. Ballonlar metal, keramika va plastmassadan tayyorlanishi ham mumkin.



5.1-rasm. Bevosita (a,b,v) va bilvosita (g) qizishli katodlarning konstruksiyalari

Lampaning to'ri va vazifasiga qarab elektrodlar soni bir nechta bo'lishi mumkin, lekin har qanday lampada ikkita asosiy elektrod katod-elektronlar manbai va anod - elektronlar qabul qilgich bo'ladi. Vakuumda bir elektrodan ikkinchisiga elektronlar harakat qilishi tufayli lampaning elektr toki hosil bo'ladi.

Bevosita va bilvosita qizishli katodlar bo'ladi. Bevosita qizishli katod (5.1-rasm, a, b, v) tutkichlar 2 ga mahkamlangan metal ip 1 dan iborat. Bu ipni prujinalar Z tortib to'radi. Prujinalar esa lampaning balloniga o'rnatilgan traversaga mahkamlanadi (rasmda ko'rsatilmagan). Ip undan o'tuvchi elektr toki (odatda, o'zgaruvchan tok) bilan qiziydi.

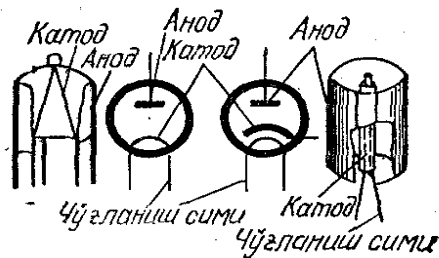
Bilvosita qizishli katod (5.1-rasm, g) odatda, metal silindr 1 ko'rinishida yasaladi va silindrning tashqi sirtiga aktivlashtiruvchi qatlam yugurtirilgan bo'ladi. Bu qatlam elektrodning chiqish ishini kamaytirishga yordam beradi. Silindrning ichiga spiral 4-qizdirgich joylashtirilgan. Elektr toki (odatda, o'zgaruvchan tok) spiralni qizdiradi, undan tarqalgan issiqlik silindrik katodga o'tadi. Ba'zan bunday katodlar qizdiriladigan katodlar deb ataladi, katod ipini qizdiruvchi elektr tokini esa qizdirish toki deb atash qabul qilingan.

Katodlarning xossalari baholanadigan asosiy parametrlarga ularning ish temperaturasi T_{ish} , effektivligi N , ishlash muddati kiradi.

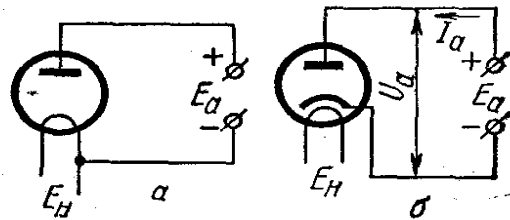
Ish temperaturasi-katodning muhim ko'rsatkichi. Katodning effektivligi ham, ishlash muddati ham va qolgan boshqa hamma parametrlari ham shu temperaturaga bog'liq. Masalan, katodning ish temperaturasi ortganida, uning

effektivligi ortadi, ishlash muddati esa kamayadi. Shuning uchun ish temperaturasi katodning hamma asosiy parametrlari optimal nisbatda bo‘ladigan qilib belgilanishi kerak

Qizdirilgan katodlar sifatida bariy-volframli, oksidli va toriy-oksidli katodlar ishlatiladi. Bunday katodlarda volfram qizdirgich vazifasini bajaradi, asosi esa



5.2- Diodning tuzilishi va uning sxemada shartli belgilanishi: a-bevosita; b-bilvosita qizishli katod bilan.



5.3-rasm. Elr zanjiriga bevosita qizishli katodli (a) va bilvosita qizishli (b) katodli diodlarning ulanish sxemalari.

molibdendan yasaladi. Birinchi to‘r katodlarning asosiga toriy qo‘shilgan g‘ovak volfram qatlami, ikkinchi to‘r katodlarda bariy, kalsiy va stronsiy oksidlaridan tashkil topgan oksid qatlami, uchinchi to‘r katodlarga esa-toriy oksidi yugurtiriladi.

Shu narsani ta’kidlash kerakki, umumiy foydalanishga muljallangan qabul qilish-kuchaytirish apparaturasida oksidli katodlar eng ko‘p ishlatiladi.

Katodlarning asosiy parametrlari 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1- jadval

Katodlarning turi	Chiqish ishi, eV	Ish temperaturasi,	Effektivlik, mA/Vt	Ishlash muddati soat
Volfram katod	4.52	2300-2600	10	3000
Tantal katod	4.07	2300-2500	-	-
Toriylashtirilian	2.6	1800	50	-
Karbidlashtirilian	1.8	1900	100	10000
Bariy-vol'fram katod	-	1200-1350	400	-
Oksidli	-	1000-1300	200	3000

Toriy-oksiddli	2.6	1700-1900	2000	-
----------------	-----	-----------	------	---

Bevosita qizishli katodlarning issiqlik inersiyasi kichik (ya'ni tezda qiziydi).

Shuning

uchun bunday katodli lampalarda ishlaydigan apparatura ulangandan 2–3 s o'tgandan so'ng to'la ishlay oladi. Ammo bevosita qizishli katodlarning issiqlik inersiyasi kichik bo'lganligi tufayli ularni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulash, odatda, mumkin emas, bu esa ma'lum ekspluatatsion noqulayliklar tug'diradi.

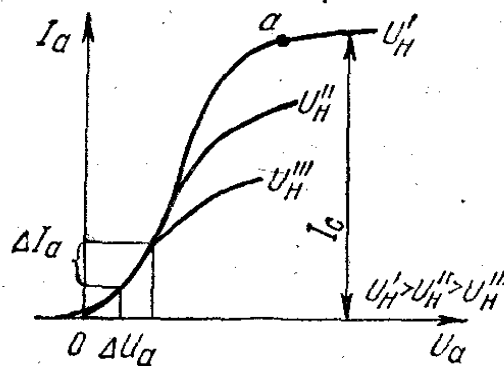
Bilvosita qizishli katodlarga issiqlik inersiyasining ancha katta bo'lishi xos (ish temperaturasiga 1–2 min. ichida erishiladi). Ammo bunday katodlarni o'zgaruvchan tok zanjiriga ulash mumkin, bu esa elektron qurilmalarni sanoat tarmog'idan ta'minlash imkonini beradi.

Elektron lampalarning anodlari juda xilma-xil shaklda: disk, to'g'ri to'rtburchaklik plastina, silindr, murakkab qutisimon konstruksiyali va shunga o'xshash ko'rinishda bo'lishi mumkin. Elektronlar bilan bombardimon qilish ta'siri ostida ular nisbatan yuqori temperaturagacha qiziydi, shuning uchun ularni suyuqlanib ketishdan saqlash maqsadida qiyin eriydigan metallardan yasaladi.

2. DIODLAR. Diod (5.2-rasm) – eng oddiy ikki elektrodli elektron lampa. Uning ikkita elektrodi bor – katod (bevosita yoki bilvosita qizishli) va anod (odatda silindr shaklda). Diodlarning asosiy xossasi – . bir tomonlama o'tkazuvchanligi, ya'ni tokni faqat bir yo'nalishda o'tkazish qobiliyatiga egaligidir. Diodlarning ulanish sxemalari 5.3-rasm, a va b da ko'rsatilgan. Katod tok manbai Yea ga ulangan (bevosita qizishli katodi bo'lgan diodlar uchun Yea taxminan 1–2 V ni, bilvosita qizishli katodi bo'lgan diodlar uchun 6, 3 V ni tashkil qiladi), anod zanjirida esa tok manbai Yea ga ulangan (odatda Yea ning qiymati 80–300 V chegarasida bo'ladi, ammo katta quvvatli lampalar uchun esa bir necha kilovoltga

yetadi). Shunisi xarakterliki, qizdiriladigan katodli lampalarda qizdirish zanjiri va anod zanjiri butunlay bir-biridan ajratilgan bo‘lib, bu esa qator konstruktiv afzalliklar hosil qiladi.

Lampa ishlaganda katod undan o‘tayotgan tok ta’sirida qiziydi va undan elektronlar chiqara boshlaydi. Anodga musbat potensial berilganda elektr maydon elektronlarni tortadi va ularni anodga qarab harakatlantiradi. Shunday qilib, anod zanjirida elektr toki hosil bo‘ladi, uning qiymati asosan katodning elektronlar berish qobiliyatiga va anod kuchlanishiga bog‘liq.



5.4-rasm. Diodning vol't-amper xarakteristikalarining oilasi

Agar lampaning anodiga manfiy potensial berilsa, u holda elektr maydon katoddan chiqayotgan elektronlarning harakatiga to‘sqinlik qiladi. Tok o‘tmaydi va bu holda lampa berk deyiladi.

Demak, anodga musbat kuchlanish ta’sir qilgandagina diod tok o‘tkazadi, anod zanjirida esa tok faqat bir yo‘nalishda o‘tishi mumkin. Bu – diodning asosiy xossasi bo‘lib, u bir tomonlama o‘tkazuvchanlik deb ataladi. Diod shu xossasi tufayli turli-tuman sxemalarda keng ishlatiladi.

Volt-amper xarakteristika (5.4-rasm) anod toki I_a ning qizdirish kuchlanishi U_a ning o‘zgarmaganda anodga berilgan kuchlanish V_a ga qarab o‘zgarishini bildiradi, ya’ni

$$I_a = f(U_a)$$

Volt-amper xarakteristikada ko‘rsatilgan egilish (a nuqta) berilgan qizdirish kuchlanishi U_a da, anoddagi kuchlanish U_a qanchalik ko‘paytirilmasin, katod bo‘yicha elektronlar ajratib chiqara olmasligidan dalolat beradi. Bu hodisani to‘yinish deb ataladi. Ammo shuni ta’kidlash kerakki, hozirgi diodlarning

katodlarida to‘yinish bo‘lmaydi, shuning uchun ularning volt-amper xarakteristikalarida egilish bo‘lmaydi.

Volt-amper xarakteristika yordamida diodning xarakteristikaning tikligi va ichki qarshiligi kabi asosiy parametrlarini aniqlash mumkin.

Xarakteristikaning tikligi-S anod kuchlanishi 1 V ga o‘zgarganda anod toki qanchaga o‘zgarishini ko‘rsatadi:

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_a}$$

Ichki qarshilik R_i – xarakteristika tikligiga teskari kattalik, ya’ni

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

Diodning asosiy parametrlariga yana teskari o‘tish teshish kuchlanishi va ruhsat etilgan sochilish quvvati kiradi.

Teskari teshish kuchlanishi (Utes teskari qutbli kuchlanishning qanday qiymatida anod va katod orasidagi bo‘shliqning teshilishi natijasida diodning ishdan chiqishini ko‘rsatuvchi asosiy parametrdir.

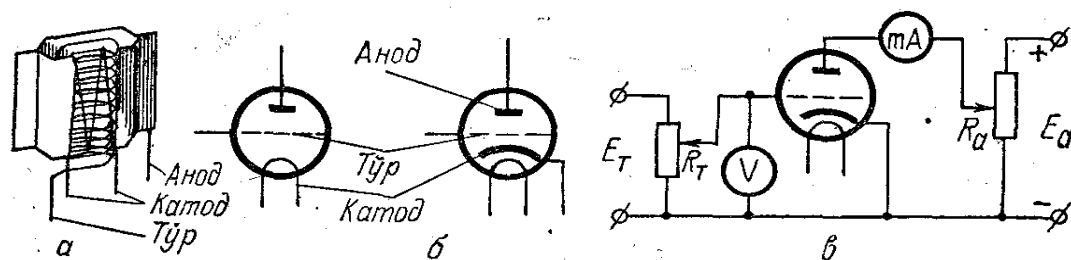
Ruhsat etilgan sochilish quvvati $P_{a. rux}$ anodning o‘ta qizib ketishi sababli diodning qanday quvvatda ishdan chiqishini ko‘rsatadi. Sochilish quvvati $P_a = U_a I_a$ tenglikdan aniqlanadi va u elektronlar bilan bombardimon qilish ta’sirida anodda ajralib chiqadi.

Sanoat chastotasidagi toklarni to‘g‘irilash uchun xizmat qiluvchi diodlar kenotron deb ataladi. Past voltli kenotronlar(1000 V gacha, 250 mA gacha) yarimo‘tkazgichli diodlarga o‘z o‘rnini bo‘shatib berdi va hozirgi vaqtda juda kam ishlatiladi. Yuqori voltli kenotronlar to‘g‘irilagichlarda bir necha kilovolt teskari kuchlanish bilan ishlaydi. Tug‘rilagich tokning kuchi bu yerda, odatda, bir necha milliamperni tashkil etadi.

3. TRIODLAR. Triod–uch elektrodli elektrovakuum asbob bo‘lib, elektronika texnikasida eng ko‘p tarqalgan asboblardan biridir. Uning uchta elektrodi – anod, katod va to‘r – havo surib olingan ballon ichiga joylashtiriladi. Odatda, ballon markaziga joylashtirilgan katod bilan, ko‘pincha, silindr yoki quti shaklida yasaladigan anod orasida spiralga o‘xshagan boshqaruvchi to‘r joylashtirilgan (5.5-rasm, a). Triodning shartli belgilanishi (5.5-rasm, b – bevosita qizishli katodi bo‘lgan va bilvosita qizishli katodi bo‘lgan) uning prinsipial tuzilishini aks ettiradi.

To‘r katod anodga nisbatan juda yaqin joylashganligi uchun to‘r potensialining lampa tokiga ta‘siri anod potensialining ta‘siriga nisbatan bir necha marta ortikdir. Buni triodning konstruksiyasini ko‘rib chiqib tushunish oson. Triodning asosiy vazifasi ham ana shunga asoslangan, anod zanjiridagi katta tok to‘r zanjiriga berilayotgan kichik quvvatli signal (potensial) yordamida boshqariladi.

Triodning volt amper xarakteristikasini olish sxemasi 5.5-rasm, v da ko‘rsatilgan. Ta‘minlash manbasi E_a , rezistor R_a va anod-katod uchastkasi anod zanjirini tashkil qiladi, manba E_T , rezistor R_T va to‘r-katod uchastkasi esa to‘r



5.5-rasm. Triodning tuzilishi (a), uning sxemalardagi belgilanishi (b) va xarakteristikalar olish uchun ulanish sxemasi (v).

zanjirini hosil qiladi. Bu sxemada rezistorning suriluvchi kontaktining vaziyatini o‘zgartirib, to‘rga biror kuchlanish berish mumkin.

To‘rga kuchlanish berilmaganda (nolga teng) u lampaning ishlashiga deyarli hech qanday ta‘sir ko‘rsatmaydi va triod xuddi oldin ko‘rib chiqilgan ikki

elektrodli lampa – diod kabi ishlaydi.

Agar to‘rda manfiy kuchlanish bo‘lsa, u holda to‘r bilan katod orasida elektr maydoni hosil bo‘ladi va u elektronlarning harakatiga to‘sqinlik qiladi hamda anod tokini cheklab qo‘yadi. To‘rda shunday manfiy kuchlanishni hosil qilish mumkinki, bunda anod toki butunlay bo‘lmaydi, chunki bu vaqtda hamma elektronlarni to‘r katodga qaytaradi. Bu holda lampa berk deb gapiriladi, to‘rdagi shunga tegishli kuchlanish esa berkitish potentsiala deb ataladi.

Agar to‘rda musbat kuchlanish bo‘lsa, elektronlarning harakatiga yordam qiluvchi maydon hosil bo‘ladi va natijada anod toki bir qancha ko‘payadi; ammo buning shu joyi xarakterliki, bunda to‘r toki paydo bo‘ladi, ya’ni to‘r zanjirida tok hosil bo‘ladi. Odatda lampa shunday rejimda ishlaydiki, bunda to‘r toki yo bo‘lmaydi yoki kichik bo‘ladi.

Shunday qilib, uch elektrodli lampaning toki faqat anoddagi kuchlanishgagina bog‘liq bo‘lmay, balki to‘rdagi kuchlanishga ancha katta darajada bog‘liqdir.

Yana bir marta ta’kidlab o‘tamizki, to‘r anodga nisbatan katodga yaqin joylashtirilgani uchun to‘rdagi nisbatan kichik o‘zgarishlar, anoddagi o‘nlarcha marta katta o‘zgarishlarga qaraganda, anod tokiga kuchli ta’sir etadi. Demak, to‘r zanjiridagi kuchlanishning kichik o‘zgarishi anod tokining va rezistor R_a (nagruzka qarshiligi) dagi kuchlanishning ancha o‘zgarishiga sababchi bo‘ladi.

5.5-rasm, v da ko‘rsatilgan sxemada to‘rdagi kuchlanish reostat bilan o‘zgartiriladi (suriluvchi kontakt yordamida). Bu ish, odatda, lampalarni sinash (xarakteristikalarini olishda va shunga o‘xshashlar)da qilinadi. Real sxemalarda esa signallar to‘rga oldingi kaskadning chiqishidan yoki antennadan beriladi. Bu kam quvvatli signallar anod tokini boshqaradi. Anod tokining o‘zgarishi esa mutlak(o to‘r kuchlanishining o‘zgarishiga to‘g‘ri keladi. Nagruzka qarshiligidagi kuchlanish ham xuddi kirish signalining kuchlanishidek o‘zgaradi, ammo uning

amplitudasi bir necha marta katta bo‘ladi. Demak, kirish signali kuchaytirilyapti. Anod zanjirida nisbatan kuchli elektr energiya manbai bo‘lganligi uchun kuchayish sodir bo‘ldi. Uning ishini to‘r zanjiriga ta‘sir qiluvchi juda kuchsiz signallar yordamida boshqarish mumkin.

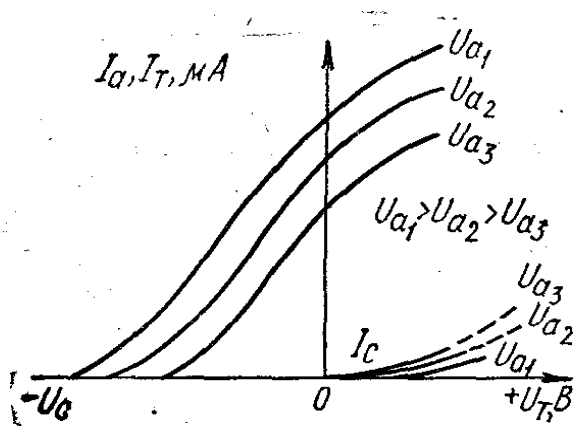
Triodlarning xossalari ularning xarakteristikalarini bilan grafik usulda ifodalanadi. Xarakteristikalar statik va dinamik xarakteristikalariga bo‘linadi.

Statik xarakteristikalaridan eng asosiylari anod-to‘r va anod xarakteristikalarini bo‘lib, ularni bitta o‘zgarimas parametrda olinadi.

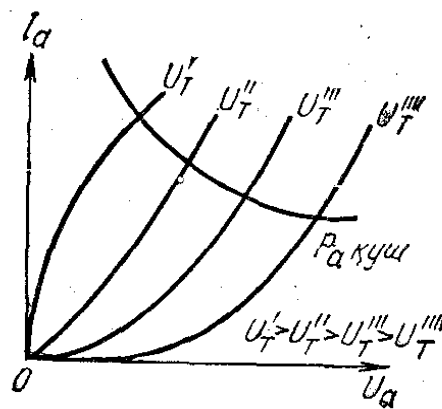
Anod-to‘r xarakteristikalarini biror o‘zgarimas anod kuchlanishida ($\{U_a = \text{const}$ bo‘lganda) anod toki bilan to‘r kuchlanishi orasidagi $[I_a = f(U_t)$ bog‘lanishni ifodalaydi.

Bunday xarakteristikalar bir nechta anod kuchlanishi uchun olinadi va anod-to‘r xarakteristikalarining oilasi hosil qilinadi. Ular 5.6-rasmda ko‘rsatilgan.

5.6-rasmda to‘r xarakteristikalarini ham ko‘rsatilgan. Ma‘lumki, agar $\{U_t > 0$ bo‘lsa, u holda elektronlarning bir qismi to‘rga keladi va to‘r zanjirida tok hosil qiladi. Anod kuchlanishi ancha katta bo‘lsa, bu tok shuncha kam bo‘ladi (o‘zgarimas U_t da).



5.6-rasm. Triodning anod to‘r xarakteristikalarining oilasi



5.7-rasm. Triodning anod xarakteristikalarining oilasi

Anod xarakteristikalari o'zgaras to'r kuchlanishida ($U_T = \text{const}$ da) anod toki bilan anod kuchlanishi orasidagi $I_a = f(U_a)$ bog'lanishni ko'rsatadi.

Agar bunday xarakteristikalar bir nechta to'r kuchlanishlari uchun olinsa, u holda anod xarakteristikalarining oilasi vujudga keladi (5.7-rasm). Anod xarakteristikalar oilasi egri chiziqlarida ko'pincha ruhsat etilgan quvvat $P_{a. \text{rux}}$ chizig'i ham beriladi.

Statik xarakteristikalaridan triodning asosiy parametrlari: S-xarakteristik tikligi, R_i -ichki qarshiligi, μ - statik kuchaytirish koefitsientini aniqlash mumkin.

Anod tokining o'zgarishi ΔI_a ning anod kuchlanishi o'zgaras ($U_a = \text{const}$) bo'lganda to'r kuchlanishi o'zgarishi ΔU_a ga bo'lgan nisbati triod xarakteristikasining tikligi deb ataladi va S xarfi bilan belgilanadi, ya'ni

$$U_T = \text{const da } S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_a}$$

Xarakteristikaning tikligi qancha katta bo'lsa, lampa shuncha mukammal hisoblanadi, chunki u triodning asosii xossasini: to'rdagi kuchlanishning kichik o'zgarishi yordamida anod tokini juda katta o'zgartirish xossasini to'laroq ifodalaydi. S ning qiymati anod-to'r xarakteristikasi yordamida aniqlanadi.

Lampaning ichki qarshiligi R_i to'rdagi U_t kuchlanish o'zgaras bo'lganda anod kuchlanishining o'zgarishi ΔU_a ning anod tokining o'zgarishi ΔI_a ga ta'sir qilish darajasini xarakterlaydi, ya'ni

$$U_T = \text{const da } R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

R_i ning qiymati qancha katta bo'lsa, lampa shuncha yaxshi bo'ladi, chunki bu holda anod kuchlanishning anod tokiga ta'siri shuncha kam bo'ladi. R_i ning qiymati, odatda, anod xarakteristikasi yordamida topiladi.

Triodning kuchaytirish koefitsienti μ o'zgaras anod toki I_a da to'r va anod kuchlanishlarining tegishli o'zgarishlari ΔU_a va ΔU_t orasidagi nisbatni aks ettiradi,

ya'ni to'rt kuchlanishi anod tokiga anod kuchlanishiga nisbatan necha marta kuchlirok ta'sir etishini ko'rsatadi:

$$I_a = \text{const da } \mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_r}$$

Shunday qilib

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_a}, R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \text{ bo'lsa, u holda } \mu = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_a} \cdot \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}, \text{ demak, } \mu = S R_i$$

Odatda, vakuumli triodlarda ko'rib chiqilgan parametrlar quyidagicha bo'ladi: $S = 1 \div 10 \text{ mA/V}$; $R_i = 5 - 50 \text{ k}\Omega$; $\mu = 10 - 100$.

Triodning dinamik xarakteristikasi ikkita parametr: to'rdagi va anoddagi (U_T va $\{U_a$ kuchlanishlarning bir vaqtda o'zgarishida anod toki qanday o'zgarishini ko'rsatadi, ya'ni $I_a = f(U_T, U_a)$).

Agar real sxemalar nagruzka bilan ishlasa, to'ridagi kuchlanishning o'zgarishi faqat anod tokinigina o'zgartirmay, balki anod kuchlanishini ham o'zgartiradi. Masalan, to'rdagi manfiy kuchlanish kamayganda anod toki oshsa, anod kuchlanishi esa kamayadi, chunki bu vaqtda rezistor R_a dagi kuchlanish tushishi ortadi (5.5-racm, v ga qarang).

Dinamik xarakteristikadan har xil sxemalarni amaliy hisoblashda foydalaniladi. Uni tajriba yo'li bilan olish yoki statik xarakteristikalar yordamida qurish mumkin. Lug'atlarda dinamik xarakteristikalar berilmaydi, chunki bu xarakteristikalar lampaning har xil rejimi uchun (har xil nagruzkalar uchun) turli bo'ladi.

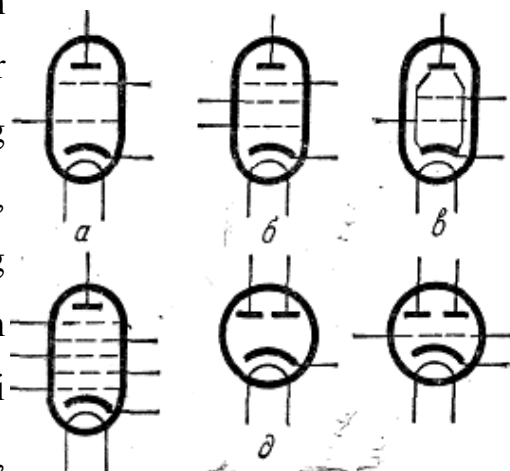
Triodlar turli elektron qurilmada elektr tebranishlarini kuchaytirish, hosil qilish va o'zgartirishda keng ishlatiladi. Odatdagi triodning belgisida C harfi, qo'shaloq triodning belgisida esa H xarfi yoziladi (masalan, 6C2B yoki 6H1II).

4. Ko'p torli lampalar. Triodning keyingi rivojlanishida ko'p elektrodli lampalar

paydo bo'ldi. Ular katta kuchaytirish koeffitsientiga va yaxshi xarakteristikalariga ega.

Tetrod (5.8-rasm, a) – to'rt elektrodlı lampa – triodga xos bo'lgan nisbatan kam ichki qarshilik va to'r bilan anod orasidagi juda katta sig'im mavjud bo'lishi kabi kamchiliklaridan anchagina holidir (oxirgisi yuqori chastotalarda ishlaganda ayniqsa bilinadi). Bu ikkita kamchilikni amalda yo'q qilish uchun tetrodda anod bilan birinchi boshqaruvchi to'r orasiga yana bitta to'r qo'yiladi. Bu to'r ekranlovchi to'r deb ataladi, chunki u anodni boshqaruvchi to'rdan ekranlaydi.

O'zgarmas musbat kuchlanish (anoddagidan kam) beriladigan ikkinchi to'r ishlatilishi natijasida anod kuchlanishining o'zgarishi lampa tokiga, trioddagiga nisbatan, ancha kam ta'sir qiladi. Demak, tetrodning ichki qarshiligi, binobarin, kuchaytirish koeffitsienti ham katta. Haqiqatan hozirgi tetrodlarda $\mu = 100-300$, $R_i = 50-500 \text{ kOm}$, anod– birinchi to'r uchastkasidagi sig'im esa $S \approx 0,01 - 0,5 \text{ pF}$ (trioddagiga nisbatan o'n marta kam).



5.8-rasm. Ko'p elektrodlı lampalarning shartli tasvirlanishi: a-tetrod; b-pentod; v-nurli tetrod; g-geptod; d-qo'shaloq diod; e-qo'shaloq triod.

Pentodda (5.8-rasm, b) – besh elektrodlı lampada – anod bilan ekranlovchi to'r orasiga joylashtirilgan yana bitta, uchinchi to'r qo'llanilgan. Bu to'r antinatron yoki himoyalovchi to'r deb ataladi va uni katod bilan tutashtiriladi, binobarin, u anodga nisbatan manfiy potensialga ega bo'ladi.

Uchinchi to'rni kiritishdan maqsad oldin ko'rib chiqilgan lampalarning hammasiga u yoki bu darajada xos bo'lgan kamchilik–dinatron effektini yo'q qilishdir. Gap shundaki, elektronlar anodga tushganda, ba'zan undan elektronlar

urib chiqaradi. Bu hodisa ikkilamchi elektron emissiya hodisasi deb ataladi. Anoddagi kuchlanish qancha yuqori bo'lsa, ikkilamchi elektronlar shuncha ko'p hosil bo'ladi. Bu elektronlar triodda qaytadan anodga tushadi, shuning uchun ham ikkilamchi elektron emissiya anod tokiga (demak, signalni kuchaytirish jarayoniga ham) ta'sir qilmaydi. Tetrodda esa ikkilamchi elektronlarning bir qismi ekranlovchi to'rga tushadi (unda musbat potensial bo'lganligi uchun) va anod tokining kuchsizlanishi hisobiga, bu to'r zanjiridagi tok ko'payadi, Kuchaytirilayotgan signalda esa buzilish paydo bo'ladi, ko'pincha kuchaytirish jarayoni butunlay bo'lmaydi va lampa-elektro tebranishlar hosil qilish rejimiga o'tadi.

Pentoddagi antidinatron to'r hosil qiladigan elektr maydoni ikkilamchi elektronlarni to'xtatadi va ularni anodga qaytaradi. Shunday qilib, dinatron effekt bartaraf qilinadi va lampaning xarakteristikdalari yaxshilanadi. Pentodlarning kuchaytirish koeffitsienta bir necha minglargacha, ichki qarshiligi bir necha megomgacha yetadi, anod – birinchi to'r sig'imi esa $S \approx 0,005$ pF gacha kamayadi.

Nurli tetrodlarda (5.8-rasm, b) elektronlar oqimini nurga aylantirish yo'li bilan dinatron effekt bartaraf qilinadi, darhaqiqat, agar elektron nur yetarli darajada kuchli bo'lsa, uchinchi to'rga hojat qolmaydi. Bunday lampalarda maxsus konstruksiyali elektrodlar ishlatiladi.

To'rtta, beshta yoki oltita to'rli lampalar, odatda, chastotani o'zgartirish uchun ishlatiladi va bunda bir qancha funksiyani bajaradi (masalan, aynan bitta lampaning o'zi ham yuqori chastota tebranishlari generatori, ham aralashtirgich bo'lib xizmat qilishi mumkin).

Geptod (5.8-rasm, g) – yetti elektrodli (shundan beshtasi to'r) elektron lampa bo'lib, supergeterodin priyomniklarda chastotani o'zgartirish uchun

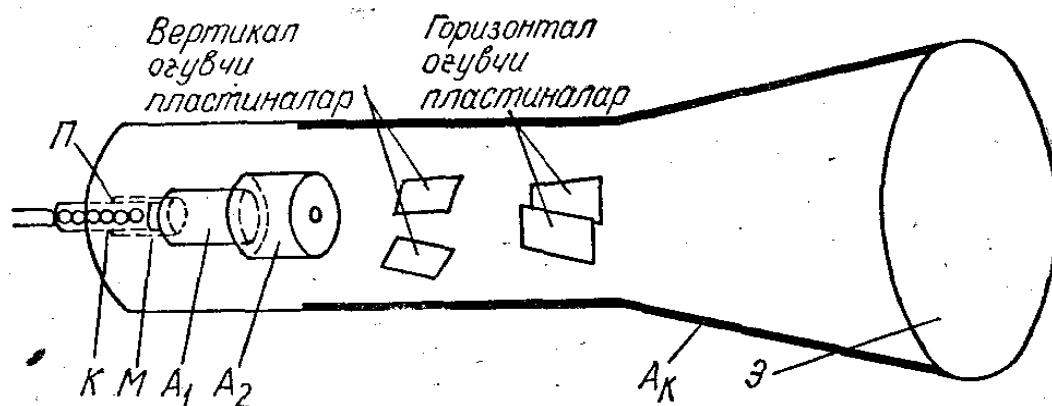
ishlatiladi.

Kombinatsiyalashgan lampalar – ikkita yoki bir qancha lampalar yigʻindisidan iborat boʻlib, ular bitta ballonga joylashtirilgan boʻladi, lekin har bir lampa mutlaqo mustaqil funksiyalarni bajaradi. Ularning katodlari umumiy yoki alohida-alohida boʻlishi mumkin. Kombinatsiyalashgan lampalar orasida avvalo eng koʻp tarqalgani qoʻshaloq diod (5.8-rasm, d) va qoʻshalok, triodlarni (5.8-rasm, e) koʻrsatish mumkin.

Koʻp elektrodli va kombinatsiyalashgan lampalar elektron apparatlarida elektr tebranishlarning generatorlari, kuchaytirgichlari va oʻzgartirgichlari sifatida ishlatiladi. Pentodlar va tetrodlar past chastotali va yuqori chastotalilarga boʻlinadi.

5. ELEKTRON-NUR TRUBKALAR. Elektronlar oqimi ingichka nur tarzida fokuslangan elektrovakuum asboblarda elektron-nur trubkalar (ENT) deb ataladi. ENT ni ikkita asosiy gruppaga ajratish mumkin. Birinchi gruppaga elektr signallarini koʻrinuvchi tasvirga oʻzgartiruvchi ENT lar (ossillograflarda, televizorlarda va hokazolarda), ikkinchisiga esa televizion uzatuvchi apparatlarda qaytadan oʻzgartirish uchun foydalaniladigan ENT lar kiradi (bu yerda faqat birinchi gruppaga ENT koʻriladi).

Umumiy koʻrinishda elektron-nur trubkasi toʻrtta asosiy qismdan: kolba, elektron toʻp, ogʻdiruvchi sistema va ekrandan iborat (5.9-rasm).



5.9-rasm. Elektron-nur trubkaning tuzilishi

ENT kolbasi maxsus mustahkam shishadan yasaladi. Kolbaning devoriga ichidan grafitli qatlam – akvadag Ak qoplangan bo‘lib, ekrandan urib chiqazilgan ikkilamchi elektronlarni qaytarish uchun xizmat qiladi. Nurdagi elektronlarga qo‘shimcha tezlanish berish uchun unga yuqori kuchlanish (10 kV va undan ortiq) beriladi.

Elektron to‘p elektronlar oqimidan ingichka elektron nur hosil qiladi. U katod K, modulyator M va ikkita anod A_1 , A_2 dan tashkil topgan.

ENT katodi bilvosita qizishli (qizdirgich P) bo‘ladi. U vaqt birligida ancha ko‘p elektronlar miqdorini chiqarishi kerak bo‘lganligi uchun qabul qiluvchi-kuchaytiruvchi radio lampalarning katodlaridan anchagina kuchli bo‘ladi.

Modulyator M kichik teshigi bo‘lgan dumaloq metall plastinka shaklida bo‘lib, u orqali elektronlar uchib o‘tadi. Modulyatorga manfiy (katodga nisbatan) kuchlanish berib, elektron nurning intensivligini, demak ekranning ravshan nurlanishini rostdash mumkin.

Anodlar A_1 va A_2 ichi kovak silindrlar ko‘rinishida diafragmali qilib yasaladi va elektronlarni tezlatish hamda fokuslash uchun xizmat qiladi. Ko‘pincha, birinchi A_1 bilan modulyator M orasiga boshqaruvchi elektrod qo‘yiladi, shu tufayli ravshanlik va fokuslashni rostdash bir-biriga ta’sir qilmaydi. Anodlarga, odatda, yuqori kuchlanish (bir necha ming volt) beriladi.

Og‘diruvchi sistema elektron nurni ekranning belgilangan ma’lum-bir nuqtasiga yo‘naltiradi. Ikkita asosiy tipdagi: elektrostatik va magnitli og‘diruvchi sistemalar keng qo‘llaniladi.

Elektrostatik og‘diruvchi sistemani vertikal va gorizonta og‘diruvchi plastinkalar tashkil qiladi. Agar plastinkalarga kuchlanish berilsa, ular orasida hosil bo‘lgan maydon kuch chiziqlariga ko‘ndalang yo‘nalishda o‘tuvchi elektron nurni og‘diradi. Og‘diruvchi plastinkalardagi kuchlanish qancha katta bo‘lsa, nurni shuncha kuchli og‘diradi. Bir juft plastinkalar nurni gorizonta, ikkinchisi esa,

vertikal tekisliklarda siljitadi.

Magnitli og‘diruvchi sistemada plastinkalar o‘rniga g‘altaklar ishlatiladi va ulardan tok o‘tkaziladi. g‘altaklar atrofida hosil bo‘lgan magnit maydoni elektron nurni ekranning belgilangan nuqtasiga yo‘naltiradi. Og‘diruvchi g‘altaklar tashqarida, ENT ning bo‘g‘ziga joylashtiriladi. Ba‘zan bu g‘altaklar bilan bir qatorda fokuslovchi g‘altak ham ishlatiladi, u elektron dastani qo‘shimcha fokuslash uchun xizmat qiladi. Magnit maydonini hosil qilish uchun kerak bo‘lgan tok hisobiga og‘diruvchi va fokuslovchi magnit g‘altaklarida elektrostatik sistemadagiga qaraganda ko‘p elektr energiya sarf bo‘ladi.

Ossillograflarda elektrik jarayonlarni kuzatish va qayd qilish uchun chiziqli yoyilmadan keng foydalaniladi. Buning uchun nurni ekranda chapdan o‘ngga suriladi, so‘ngra modulyatorga manfiy kuchlanish berib, nur so‘ndiriladi va tezda avvalgi vaziyatiga qaytariladi. Shundan so‘ng jarayon takror boshlanadi. Agar bunday jarayonlarning takrorlanish chastotasi (yoyilma chastotasi) yetarli darajada yuqori bo‘lsa, u holda ekranda nurlanuvchi gorizontaal chiziq– yoyilma ko‘rinadi. Bunday yoyilmani hosil qilish uchun gorizontaal og‘diruvchi plastinkaga (g‘altakka) arrasimon shakldagi kuchlanish (tok) berish kerak. Agar endi vertikal og‘diruvchi plastinkaga (g‘altakka) tekshirilayotgan kuchlanish (tok) berilsa, u holda ekranda bu kuchlanishning (tokning) shakli hosil bo‘ladi. Bunda faqat yoyilma chastotasini tegishli ravishda tanlash kerak, xolos.

ENT ekrani ichki tomonidan maxsus nurlanuvchi tarkib – lyuminofoor bilan qoplanadi.

ENT ning markasida birinchi o‘rinda to‘rgan raqam ekran diametrini yoki uning diagonali bo‘yicha o‘lchamini ko‘rsatadi, ikkinchi o‘rinda quyidagi harflar yoziladi: LO – nurni elektrostatik og‘diruvchi trubkali ossillograflarda; LM – nurni magnitli og‘diruvchi trubkali ossillograflarda; LK – kineskoplarda; ularning ketidan trubkaning zavodda ishlab chiqarilgan nomeri yoziladi, oxirida esa

ekranning rangini bildiruvchi harf to‘radi (B – oq, S– rangli).

6-mavzu.YARIMO‘TKAZGICHLI ASBOBLAR

Reja

1. Kirish. 2. Elektron – kovak o‘tish. 3. Yarim o‘tkazgichli diodlar.

1.Kirish. Yarimo‘tkazgichlarga qattiq jismlarning juda ko‘p guruhi kirib, ular elektr xossalari bilan, masalaan, elektr o‘tkazuvchanligi yoki solishtirma qarshiligi bo‘yicha o‘tkazgichlar bilan izolyatorlar orasida turadi Haqiqatan ham, metallarning solishtirma qarshiligi 10^{-2} – 10^{-4} Om·m tashkil etsa, izolyatorlarniki 10^{12} – 10^{20} Om·m bo‘ladi, yarimo‘tkazgichlarning solishtirma qarshiligi esa 10^{12} – 10^2 Om·m chegarasida yotadi. Agar oldin ko‘rib chiqilgan elektrovakuimli asboblarda elektr zaryadlar vakuumda harakat qilsa, yarimo‘tkazgichli asboblarda esa ular qattiq jismda, kristallarda harakat qiladi. Ko‘p sonli turli-tuman yarimo‘tkazgich moddalardan eng ko‘p tarqalgani germaniy va kremniy bo‘lib, ularning elektr xossalari deyarli bir xildir.

Yarimo‘tkazgichlarning elektr xossalari kristaldagi atomlarning o‘zaro bog‘lanishiga va. elektronlarning atomlar yadrolari bilan bog‘lanishiga bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlarda bu bog‘lanishlar juda kuchli va shuning uchun ularda erkin elektronlar juda kam. Ammo bu bog‘lanishlarning ba‘zilarini sun‘iy tarzda uzib yuborish mumkin.

Masalan, yarimo‘tkazgich qizdirilganda uning elektronlariga qo‘shimcha energiya beriladi va ulardan ba‘zilar o‘z atomlarini tashlab ketib, erkin elektronlarga aylanadi. Bu elektronlar tashqi elektr maydoni bo‘lmaganda yarimo‘tkazgichda tartibsiz, har xil yo‘nalishda harakat qiladi. Elektronini yo‘qotgan va shuning uchun musbat zaryadlanib qolgan atom yarimo‘tkazgichda elektron kabi siljmaydi balki kristalda o‘zining biror o‘rta holatida tebranib

turadi. O'z bog'lanishlaridan bo'shalib chiqqan elektronlar o'rnida, guyo bo'sh joylar hosil bo'ladi deb hisoblash mumkin, buni kovaklar deb atash qabul qilingan. Tabiiyki, yarimo'tkazgichda elektronlar soni kovaklar soniga teng bo'ladi. Elektron biror kovak elektr maydonining ta'sir zonasiga kelib qolsa, kovak elektronni ushlab qoladi, natijada elektronning manfiy zaryadi kovakning musbat zaryadi bilan neytrallashadi va neytral atom tiklanadi. Kovak va elektronlarning bunday rekombinatsiyasi juda tez bo'lib turadi, lekin undan kam bo'lmagan holda yangi elektronlar va kovaklar hosil bo'lib to'radiki, ularning o'rtacha soni ma'lum yarimo'tkazgich uchun konkret sharoitlarda- (avvalambor berilgan temperaturada) o'zgarmas kattalik bo'ladi.

Agar yarimo'tkazgichning kristaliga elektr kuchlanish berilsa, u holda elektronlarning tartibli harakati vujudga keladi, ya'ni yarimo'tkazgich orqali elektr toki o'tadi. Uni yarimo'tkazgichning elektron va kovak o'tkazuvchanligi hosil qiladi va bu o'tkazuvchanlik xususiy o'tkazuvchanlik deb ataladi, chunki u yarimo'tkazgich materialga bog'likdir.

Yarimo'tkazgichda sun'iy ravishda shunday sharoit yaratish mumkinki, bunda elektronlar soni kovaklar soniga teng bo'lmaydi, demak, zaryadlarning ko'chishi – elektr o'tkazuvchanlik – ko'proq bitta ishorali zaryadlarning: yo elektronlar yoki kovaklarning harakatn tufayli vujudga keladi. Amalda bunga toza yarimo'tkazgichga juda oz mikdorda tegishli kirishma kiritish bilan erishiladi.

Masalan, agar germaniy kristaliga Mendeleev jadvalining beshinchi gruppada ximiyaviy elementlaridan arseniy (As) atomlari kiritildi deylik, u holda, arseniy atomi elektronlaridan bittasi atom yadrosi bilan juda kuchsiz bog'langan bo'ladi, ya'ni uni erkin elektron deb hisoblash mumkin. Shunga o'xshash operatsiya natijasida germaniy kristalida, u elektr jihatidan neytral bo'lib qolsa ham, elektronlar kovaklarga nisbatan ancha ko'p bo'lib qoladi, yarimo'tkazgichning o'tkazuvchanligi esa bu holda asosiy tok tashuvchi bo'lib hisoblangan erkin

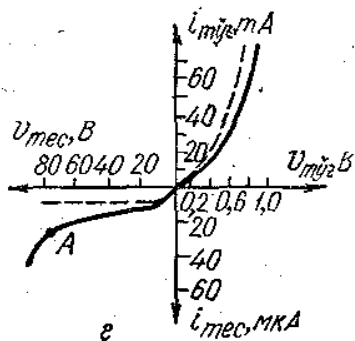
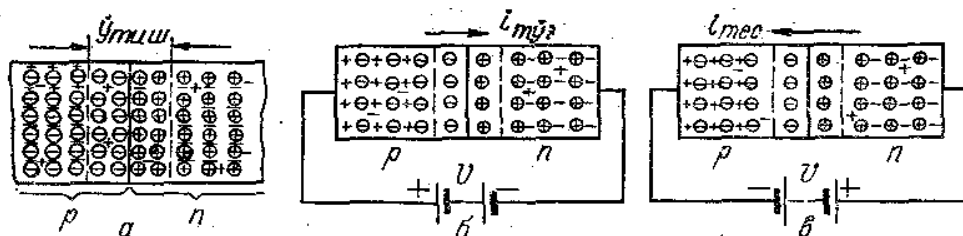
elektronlar hisobiga keskin oshadi. Bu kirishma donor kirishmasi (donor lotincha soʻz boʻlib, beruvchi maʼnosini bildiradi, bu holda elektronlar beruvchi) deb ataladi. Bunday kirishmali yarimoʻtkazgichni n tur (inglizcha negative soʻzidan – manfiy degani) yarimoʻtkazgich deb atash qabul qilingan. Germaniy va kremniy uchun kirishmalar sifatida, odatda, fosfor, arseniy, surma va boshqalardan foydalanish mumkin.

Ammo yarimoʻtkazgichga boshka tur oʻtkazuvchanlik ham berish mumkin, buning uchun germaniy kristaliga akseptor kirishma deb nom olgan kirishmalar, yaʼni elektronlarni yutuvchi kirishmalar kiritish kerak (akseptor lotinchadan tarjima qilinganda – yutuvchi demakdir). Germaniy uchun akseptor sifatida koʻproq Mendeleev jadvalining uchinchi gruppada elementlari, masalan, indiy ishlatiladi. Indiy atomlari germaniy kristaliga tushib, hatto neytral qolsa ham, oʻzini xuddi elektronlari yetmaganday tutadi, yaʼni amalda musbat zaryad – kovak xossalarini namoyon etadi. Oldin koʻrsatilgani kabi, kovak qoʻshni atom bilan bogʻlangan elektronni olib qoʻyishi mumkin, ammo bu holda qoʻshni atom kovak xossalariga ega boʻlib qoladi. Bu kovak, oʻz navbatida, boshqa qoʻshni atom elektronini olish layoqatiga ega boʻladi va hokazo. Shunday qilib, atomlar oʻz oʻrinlarida qolsa ham, lekin kovaklar xuddi siljiganday boʻladi, bu esa elektr zaryadlarining siljishiga toʻgʻri keladi. Demak, akseptor kirishmali kristalning elektr oʻtkazuvchanligi, bu holda asosiy tok tashuvchi hisoblangan teshik hisobiga keskin oshadi. Akseptor kirishmali yarimoʻtkazgichni r tur yarimoʻtkazgich deb atash qabul qilingan (inglizcha positive – musbat soʻzidan olingan). Kremniy va germaniy uchun p-tur oʻtkazuvchanlikni olishda alyuminiy, bor, indiy va boshqalardan foydalanish mumkin.

Shuni taʼkidlash kerakki, biror kirishmani kiritish tufayli hosil boʻlgan elektronlar va kovaklardan tashqari, yarimoʻtkazgichda temperatura taʼsiri natijasida ham musbat va manfiy zaryadlar hosil boʻladi, lekin odatdagi

temperaturada (xona temperaturasida) bunday zaryadlar kam va ular tokning asosiy tashuvchisi hisoblanmaydi.

2. **Elektro – kovak o'tish.** Yarimo'tkazgichlarning haddan tashqari keng ishlatilishini belgilovchi nihoyatda muhim xossalari ularning chegara sohalarida, aniqrog'i moddaning juda tor qatlamida, yarimo'tkazgichning turli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita qismi orasida namoyon bo'ladi. Bu qatlam elektron-kovak o'tish yoki qisqacha p-n o'tish nomini olgan. p-n o'tishning asosiy xossasi – uning bir tomonlama o'tkazuvchanligidir.



6.1-rasm. p-n o'tish:
 a-umumiy strukturasi; b-ta'minlovchi manbaning to'g'ri ulanishi; v-ta'minlovchi manbaning teskari ulanishi; g-nazariy (shtrix) va xaqiqiy volt-ampere xarakteristikalari.

Bir tomonlama o'tkazuvchanlik mexanizmini soddalashtirib quyidagicha tushuntirish mumkin. (6.1-rasm, a). Kovak o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan p sohadagi harakatchan elektronlar elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan p sohadagiga nisbatan juda ham kam bo'lganligi sababli elektronlar n-qatlamdan p-qatlamga (ular chegarasida) o'ta boshlaydi, kovaklar esa bu vaqtda teskari yo'nalishda harakatlanadi. Bunda har bir sohaning elektr neytralligi buzilgan bo'ladi. Elektron tur o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan chegara qatlamda musbat

hajmiy zaryad, p-sohada, ya'ni chegaraning boshqa tomonida -manfiy zaryad hosil bo'ladi. Shunday qilib, yarimo'tkazgichning yupqa qatlamida p- va n-sohalarning bo'lish chegarasida turli ishorali hajmiy elektr zaryadlarining ikki zonasi vujudga keladi. Bu qatlam aslida p-n o'tishning aynan o'zidir. Tabiiyki, turli ishorali zaryadlarning vujudga kelishi elektr maydoniniig paydo bo'lishiga olib keladi. Bu maydon elektronlarning r-sohaga kovaklarning esa p-sohaga o'tishiga to'sqinlik qiladi, shu bilan birga bu to'skinlik shu qadar effektiv bo'ladiki, uning tormozlovchi ta'sirini katta energiyaga ega bo'lgan ba'zi elektronlar va kovaklarga yengishi mumkin. p- n-o'tishning barqaror holati vujudga keladi.

Agar p-n-o'tishga elektr kuchlanishi berilsa, u holda bu kuchlanishning qutbiga qarab p-n-o'tish mutlaqo har xil xossalarini namoyon qiladi.

Manbaning manfiy qutbi kristalning p- sohasiga, musbati esa r-sohaga ulansa (6.1-rasm, b), tashqi elektr maydoni va p-n-o'tish maydoni qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun p-n o'tishning elektr maydoni ancha kuchsiz bo'ladi va endi elektronlar n-sohadan p-sohaga, kovaklar esa p-sohadan n-sohaga o'tishi mumkin. Shunday qilib, tok manbai – yarimo'tkazgich zanjirida tok hosil bo'ladi. Yarimo'tkazgich orqali tok oqib o'tadigan, berilgan kuchlanish qutbi to'g'ri qutbiylik nomini olgan. Ta'minlovchi manbaning manfiy qutbi kristalning r-sohasiga, musbati esa p-sohasiga (6.1 rasm, e) ulansa, manbaning va p-n-o'tishning elektr maydonlari bir-biriga mos tushadi. Natijaviy maydon kuchayadi va yana ham katta miqdorda (ta'minlovchi manba ulanmasdan oldingiga nisbatan) elektr zaryadlarining p -n o'tish orqali o'tishiga tusqinlik qiladi. Agar ideal hol ko'rilsa, u holda o'tish orqali elektr toki o'tmaydi. Kristalga qo'yilgan kuchlantishning bunday qutbi teskari qutbiylik deb ataladi. Shunday qilib, ma'lum darajada aniqlik bilan, agar ta'minlovchi manba kuchlanishining qutbiyligi to'g'ri bo'lsa, u holda p-n-o'tish orqali elektr toki oqib o'tadi va, aksincha, qutbiylik teskari bo'lsa, tok yo'q deb, hisoblash mumkin. Lekin haqiqiy sharoitlarda

yarimoʻtkazgichda elektr zaryadlarining asosiy tashuvchilari – kirishmalar kiritilganda hosil boʻladigan elektronlar va kovaklardan tashqari, oldin koʻrsatib oʻtilganidek, zaryadlarning asosiy boʻlmagan tashuvchilari (ular juda ham kam) – kristalda atomlarning issiqlik tufayli harakati hisobiga vujudga keladigan elektronlar va kovaklar ham boʻladi. Bu elektron va kovaklarning bir qismi hatto yarimoʻtkazgichga teskari qutbiylikdagi kuchlanish qoʻyilganda ham, p-n-oʻtish orqali oʻtish layoqatiga ega boʻladi va teskari tok deb ataluvchi tok hosil qiladi, bu tok, albatta, toʻgʻri tokdan tenglashtirib boʻlmaydigan darajada kichik boʻladi. Demak, yarimoʻtkazgichning p-n-oʻtishi toʻrgʻun bir tomonlama oʻtkazuvchanlik xossasini namoyon qiladi, bu esa kristalni ventil deb qarashga imkon beradi. p-n-oʻtishning volt-amper xarakteristikasidan (6.1-rasm, g) koʻrinadiki, nisbatan katta boʻlmagan toʻgʻri kuchlanishlarda oʻtishning qarshiligi kamayadi, toʻgʻri tok esa keskin koʻpayadi.

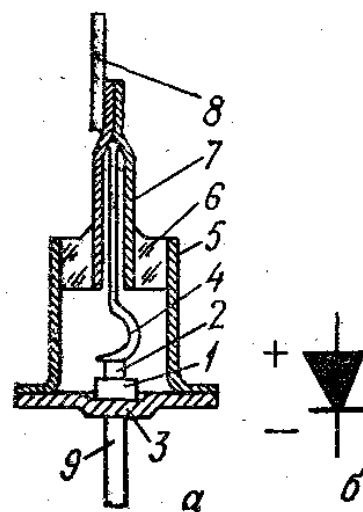
Yarimoʻtkazgichlarda teskari kuchlanishlar U_{tes} toʻgʻri kuchlanishlar $U_{toʻgʻ}$ dan juda katta, teskari toklar esa toʻgʻri toklardan koʻp marta kuchsizroq, ammo teskari kuchlanishning biror oshgan qiymatida p-n oʻtishning teshilishi deb nom olgan hodisa paydo boʻladi va teskari tok keskin oshadi (A nuqta). Bu rejimda hatto asbob orqali oʻtuvchi tok juda ham keng chegaralarda oʻzgarganida ham dioddagi kuchlanish juda kam oʻzgaradi, yaʼni yarimoʻtkazgich oʻzini xuddi stabilitron kabi tutadi. Bunday rejim, yarimoʻtkazgichli toʻgʻrilagichlar uchun havfli rejimi boʻlsa, kuchlanishni stabillovchi qurilmalarda esa undan muvaffakiyat bilan foydalanilmoqda.

p-n-oʻtishning yana bir qiziq xususiyati shundaki, teskari kuchlanishlar teshilish kuchlanishidan oshmagan diapazonlarda p-n-oʻtish sigʻim xossalarini namoyon qiladi, yaʼni oʻzini xuddi kondensator kabi tutadi, bunda oʻtishning sigʻimi qoʻyilgan kuchlanishga teskari proporsional boʻladi. Bu xossadan p-n-oʻtishga qoʻyilgan teskari kuchlanishga qarab qoʻl bilan emas, balki avtomatik

sozlanuvchi o'zgaruvchan sig'imli kondensatorlar ishlatish talab qilingan joylarda keng qo'llaniladi. Masalan, radioelektronikada chastota o'zgartirgichlarda muvaffaqiyat bilan ishlatish mumkin.

3. YARIMO'TKAZGICHLI DIODLAR Yarimo'tkazgichli asboblari asri yarimo'tkazgichli diodlarni ko'plab ishlatishdan boshlandi, chunki texnika avvalambor p-n-o'tishning xususan bir tomonlama o'tkazuvchanlik xususiyatiga murojaat qildi va bu kristallar tug'rilagich qurilmalarda foydalanila boshladi.

6.2-rasm, a da kichik quvvatli germaniyli yassi to'g'rilagich diodning konstruksiyasi sxematik ravishda ko'rsatilgan. Bu yerda, po'lat asos 3 ga germaniyli plastina 1 kavsharlangan bo'lib, unga indiy 2 qotishma o'rnatilib r- p- o'tish olingan. Indiyga ingichka nikel simi 4 kavsharlanadi, u shisha izolyator b ga kavsharlangan trubka 7 orqali o'tadi va tashqi sim 8 bilan ulanadi. Ikkinchi tashqi sim 9 asos 3 ga kavsharlangan. Elektron-kovak o'tishga yorug'lik ta'siri bo'lmasligi uchun shisha izolyator nur o'tkazmaydigan lak bilan qoplanadi. Konstruksiyaning hammasi metall korpus 5 ichiga joylangan. O'rta va katta quvvatli diodlarning korpusi issiqlik uzatish sharoitini yaxshilash uchun qovurg'ali qilinadi.



6.2-rasm. Yassi diod:
a-tuzilishi;
b-sxemalarda shartli belgilanishi.

Yarimo'tkazgichli diodning umumiy sxematik shartli tasvirlanishi 6.2-rasm, b da ko'rsatilgan.

To'g'rilagich diodlarning asosiy parametrlariga quyidagilar kiradi: ma'lum to'g'ri tokda kuchlanish tushuvi, ma'lum teskari kuchlanishda teskari tok, teshilish teskari kuchlanishi, ma'lum teskari kuchlanishda sig'im, ruhsat etilgan

to'g'ri tok, ish temperaturalari diapazoni, o'zgaruvchan tokning chegaraviy chastotasi (bunda to'g'rilangan tok nominal tokka nisbatan 30% ga kamayadi). Ikkita dioddan qaysi birining nominal tokda kuchlanish tushuvi, teskari tok va sig'imi kam bo'lsa, teshilish kuchlanishi katta, ish temperaturalari diapazoni keng, chastota chegarasi yuqori bo'lsa o'sha diod yaxshi hisoblanadi. Agar aslida kremniyli to'g'rilagich diodlarni germaniyli diodlar bilan eng umumiy ko'rinishda taqqoslansa, kremniyli diodlarda ishchi temperaturalari diapazoni keng, teskari toklar kuchsizrok, teskari kuchlanishlar yuqori; germaniyli diodlarda esa kuchlanishlar to'g'ri tushuvi kam bo'ladi. Yarimo'tkazgichli diod, aslida, p-n-o'tishning aynan o'zginasi, shuning uchun uning volt-amper xarakteristikasi 6.1-rasm, g da ko'rsatilganga o'xshash bo'ladi.

Kichik quvvatli diodlar 0, 25–0, 5 V kuchlanish tushuvida 300 mA gacha bo'lgan to'g'ri tokka mo'ljallanadi. Ularning teskari toki bir necha mikroamper bo'ladi, teshilish kuchlanishi esa 600 V ga yetadi. O'rtacha quvvatli diodlarda to'g'rilangan tokning qiymati 0, 3–10 A atrofida bo'ladi. Katta quvvatli diodlar tegishlicha 50 A va 100 A tok o'tkazishi mumkin, to'g'ri yo'nalishda ularda kuchlanish tushuvi 0, 4–0, 9 V, teshilish kuchlanishi esa 800 V ga yetadi. Bu ventillarning toki katta bo'lganligi uchun havo bilan sovutilishni talab qiladi.

To'g'rilagichli diodlarni belgilash to'rta elementdan tashkil topadi:

- birinchi element (harf yoki raqam) G yoki 1-germaniy, K yoki 2-kremniy diod qaysi materialdan tayyorlanganligini bildiradi.
- ikkinchi element (harf) D asbob turini bildiradi.
- uchinchi element (son) diodni xususiyatini bildiradi.
- to'rtinchi element – harf - diodni ko'rinishlari.

Masalan: KD204B o'rta quvvatli kremniyli diod.

Yuqori chastotali diodlar yuqori chastotali toklarni to'g'rilash uchun (detektorlarda, aralashtirgichlarda shu kabilarda) xizmat qiladi. Bu diodlarda o'tish

sig'imi keskin kamaytirilgan, chunki agar bu sig'im katta bo'lsa, u holda yuqori chastotalar sohasida (teskari kuchlanishlarda) asbobning o'zgaruvchan tok bo'yicha qarshiligi kamayadi va u bir tomonlama o'tkazish xossasini yo'qotadi.

Yuqori chastotali diodda (6.3-rasm) kristall 1 (kremniy yoki germaniy) tutqich 3 ga mahkamlangan, tutqichga esa taglik 6 payvandlangan. Kristalga niobiy bilan tantaldan yoki rodii bilan platinadan yasalgan kontaktli prujina nina 2 tirilib turadi. Kristall bilan nina uchi orasidagi kontakt puxta bo'lishi bilan birga uning yuzasi katta bo'lmasligi uchun diodni yasalganda undan tok impulsi o'tkaziladi va nina uchlari kristalga payvandlanib qoladi. Kontaktli prujinaning boshqa uchi taglik 5 bilan ulangan. Keramik yoki shisha trubka-ballon 4 hamma konstruksiyaga kerakli bikrlilikni beradi. Bu usulda olingan diodlarni nuqtaviy diodlar deb ham ataladi.

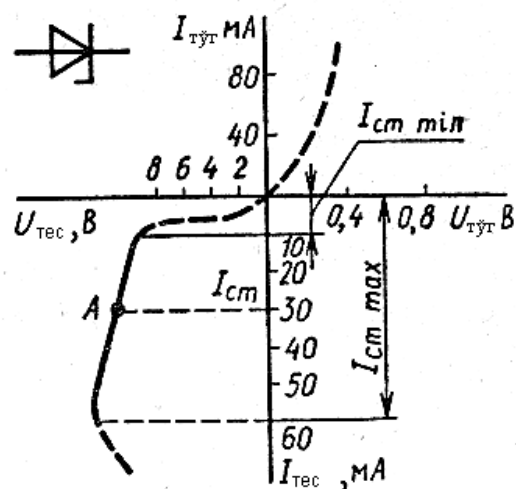
Yuqori chastotali diodlarni mikroqotishmali usulda ham olish mumkin. Nuqtaviy va mikroqotishmali diodlarni elektron o'tkazuvchanlikli

germaniy va kremniy asosida tayyorlanadi.

Yuqori chastotali diodlar bir necha o'nlab milli-amper to'g'ri tokka va katta bo'lmagan to'g'ri hamda teskari kuchlanishlarga mo'ljallangan. Ular o'tishining sig'imi atigi bir necha pikofarada bo'ladi.

Yuqori chastotali diodlarni belgilash to'g'rilagichli diodlar kabi bo'lib, faqat to'rtinchi elementdagi sonlar 401 dan 499 gacha belgilanadi.

Stabilitronlar past kuchlanishlarni stabillash uchun xizmat qiladi. Stabilitronlar deb, shunday yarimo'tkazgichli diodlarga aytiladiki, uning volt-amper xarakteristikasida toki



6.3 - rasm.

Yuqori chastotali diod tuzilishi

6.4 - rasm. Stabilitron VAXi

kuchlanishga kuchsiz bogʻlanish qismiga ega (6.4-rasm). Stabilitronning asosiy parametrlariga U_{st} stabil kuchlanishning boshlangʻich qiymati, stabillash tokning ruhsat etilgan kichik va katta qiymati va ΔU_{st} nominal kuchlanish kattaligini turgʻunligi.

Varikaplar—yarimoʻtkazgichli diodlar boʻlib, sigʻimi teskari kuchlanish taʼsiri natijasida katta oʻzgaradigan asbobdir.

Varikaplarning asosiy parametrlariga: S_{nom} , S_{max} , S_{min} , hamda nominal aslligini aniqlochi yoʻqotish kattaligi kiradi.

Hozirgi paytda koʻplab turli koʻrinishdagi diodlarni sanoat ishlab chiqarmoqda. Ular toʻgʻrisidagi toʻliq maʼlumotni lugʻatlar orqali yoki maxsus adabiyotlardan bilib olishlari mumkin.

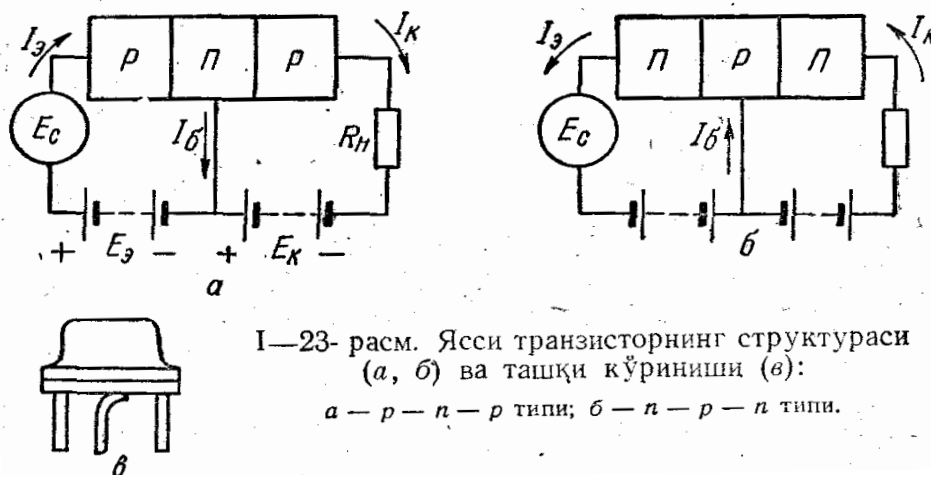
7- Mavzu. TRANZISTORLAR

Reja

1.Qoʻsh qutbli tranzistorlar.2. Maydon tranzistorlar.3.Tiristorlar.4. Integral mikrosxemalar.

1.Qoʻsh qutbli tranzistorlar.Tranzistorlarlar radioelektronikada juda koʻp ishlatiladi. Ular qoʻsh qutbli va maydon tranzistorlariga boʻlinadi. Qosh qutbli tranzistor yoki tranzistor ikkita p-n-oʻtishli yarimutkazgichli kristaldan iborat, yaʼni unda turli tip oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan uchta qatlamli sohalar boʻladi (7.1 - rasm, a, b).

Sohalarnlmg joylashish tartibi p-n-p yoki n-p-n prinsip jihatidan asbob ishiga taʼsir qilmaydi, ammo p-n-p tipdagi tranzistorlarga ulanadigan kuchlanishning qutbiyligi n-p-n tipdagi tranzistorlarga berilayotgan kuchlanishning qutbiga qarama-qarshi boʻladi.



I—23- расм. Ясси транзисторнинг структураси (а, б) ва ташқи кўриниши (в):
 а — p — n — p тип; б — n — p — n тип.

p-n-p tipdagi tranzistorning tuzilishi va ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz. Chap sohada kirishmaning konsentratsiyasi oshgan va, demak, asosiy tok tashuvchilar (bu sohada kovak) konsentratsiyasi oshgan, bu esa asbob ishida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Bu soha emitter deb ataladi. Kirishma va asosiy tok tashuvchilar konsentratsiyasi ancha kam bo'lgan o'ng soha kollektor deb nom olgan. O'rtadagi soha baza deb ataladi. Bu sohada p-n-p tipdagi tranzistor uchun zaryadlarni tashuvchilar bo'lib kovaklar xizmat qiladi, ular emitterdan diffuziyalanadi, chunki unga musbat kuchlanish ulangan bo'ladi.

Kollektor o'tishiga teskari kuchlanish qo'yilsa, u holda kollektor zanjirida (p-n-o'tish, R_n nagruzka, E_k batareya) uncha katta bo'lmagan teskari tok I_k hosil bo'ladi. Agar ayni paytda emitter o'tishiga to'g'ri kuchlanish berilsa, u holda, birinchidan, emitter zanjirida (p-n-o'tish, E_e batareya, E_s signal manbai) tok I_e hosil bo'ladi, bu tok kirish signali kuchlanishining o'zgarishiga mos holda o'zgaradi va ikkinchidan, kollektor o'tishidagi teskari tok sezilarli ko'payadi. Bundan tashqari, bu tok ham kuchlanish E_s ning o'zgarishiga mos holda o'zgaradi.

Emitter tokining kollektor tokiga ta'sir qilishiga sabab shuki, ikkala p-n-o'tish bir-biriga juda yaqin joylashgan, shuning uchun tok tashuvchilar (p-n-p tranzistor uchun kovaklar) emitter o'tishidan o'tato'rib, kollektor o'tishining

ta'siriga tushib qoladi. Bulardan katta qismi bu ta'sirni yengadi, chunki, shu bilan birga kollektorda ushbu turdagi tok tashuvchilarning konsentratsiyasi kam va yana unga quyilgan kuchlanish (teskari qutbliligi) ham tok tashuvchilarning shunday «dreyfiga» (o'tishiga) yordam beradi.

Bayon etilgan hodisa tufayli tranzistor kirish signalini kuchaytirish xossasiga ega bo'ladi. Bunga sabab shuki, kollektor zanjiriga katta nagruzka qarshiligi R_n ulanadi va nisbatan kichik kollektor toki o'tganda ham unda nisbatan katta signal kuchlanishi ajraladi. Tok va kuchlanish qiymatlari shundayki, nagruzkadagi quvvat $R_n = I_n^2 R_n$ (chiqish signalining quvvati) kirish signalining quvvatidan katta bo'ladi.

Tranzistorni tuzilish jihatdan quyidagicha yasash mumkin. Germaniy plastinasi korpus asosiga mahkamlangan tutqichga qotiriladi. Plastinaning ikki tomoniga indiy sharchalari o'rnatilib vakuumda evtektik temperaturadan yuqoriroq temperaturagacha qizdiriladi, so'ng uy temperaturasigacha sovutiladi. Natijada, p-n-o'tishlar hosil bo'ladi. Kollektor va emitterlarning elektrodleri shisha izolyatorlar orqali o'tadi, baza esa korpus asosiga kavsharlanadi. Kichik quvvatli tranzistorning tashqi ko'rinishi 7.1-rasm, v da ko'rsatilgan.

Sanoat har xil quvvatli tranzistorlar ishlab chiqaryapti, ular past (3 MGs gacha), o'rtacha (30 MGs gacha) va yuqori (300 MGs gacha) chastotalar sohasida ishlashga muljallangan.

Misol tariqasida past chastotali tranzistorlardan quyidagilarni aytib o'tish mumkin: germaniyli МП35–МП42, ГТ108А–ГТ108G, ГТ109А–ГТ109E va kremniyli КТ111-КТ13 (kichik quvvatli, $R = 0,3 \text{ Vt}$), germaniyli ГТ403А–ГТ403I (o'rtacha quvvatli, $R < 3 \text{ Vt}$), germaniyli П201–П203 (katta quvvatli, $R = 10 \text{ Vt}$) va shunga o'xshash o'rta, yuqori chastotali, hamda o'rta va yuqori quvvatli tranzistorlar mavjud bo'lib, ular haqidagi ma'lumotlarni lug'atlardan olish mumkin.

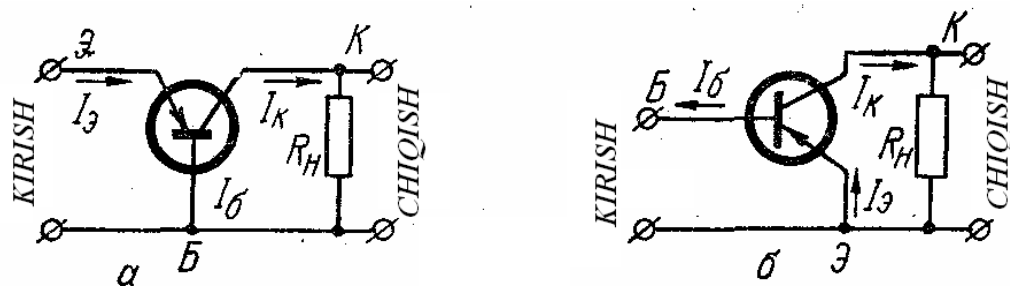
Tranzistorlarning asosiy parametrlariga kirish va chiqish qarshiliklari, tok va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientlari, chegaraviy chastota va ruhsat etilgan sochilish quvvati kiradi. Ularning hammasi, ruhsat etilgan sochilish quvvatidan tashqari, ko'p darajada tranzistorlarning sxemaga ulanish usuliga bog'liqdir.

Tranzistorlarning uchta ulanish sxemasi mavjud: umumiy emitterli, umumiy bazali va umumiy kollektorli. Quyida eng ko'p tarqalgan birinchi ikkita sxema (7.2-rasm, a va b) ko'rib chiqamiz. .

Tranzistorning umumiy baza bilan ulanish sxemasi 7.2 -rasm, a da ko'rsatilgan.

Bunda kirish qarshiligi emitter- baza kuchlanishi U_e ning emitter toki I_e ga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni

$$R_{kirb} = \frac{U_e}{I_e}$$



7.2-rasm. Tranzistorning umumiy bazali qarshiligi (a) va umumiy emitter bilan ulanish sxemalari (b)

Chiqish qarshiligi kollektor kuchlanishi U_k ning tok I_k ga bo'lgan nisbatidan iborat:

$$R_{chiq. b} = \frac{U_k}{I_k}$$

va har xil tranzistorlar uchun 0,2 dan 1 MOm gacha bo'ladi.

Tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti chiqish I_k va kirish I_e toklarining

nisbati kabi topiladi:

$$\alpha = \frac{I_k}{I_e}$$

Shu narsa xarakterliki, ko‘rilayotgan sxemada tok bo‘yicha kuchaytirish amalda yo‘q ($\alpha \approx 1$), chunki tranzistorlarda umuman olganda, $I_e - I_k = I_b$, bu sxemada esa baza toki haddan tashqari kichik, ya‘ni $I_e \approx I_k$.

Kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsienti chiqish kuchlanishi U_n ning kirish kuchlanishi U_{kir} ga bo‘lgan nisbatidan iborat:

$$K_U = \frac{U_n}{U_{kir}}$$

Agar $U_n = I_k R_n$, $U_{kir} = I_e R_{kir}$ ekanligini hisobga olinsa, u holda kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsientini quyidagicha ifodalash mumkin:

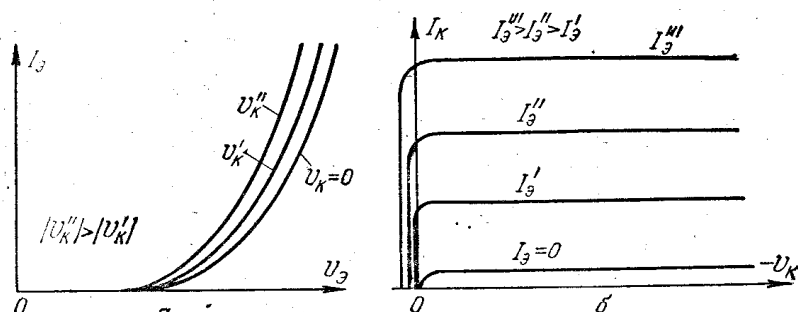
$$K_U = \frac{I_k R_n}{I_e R_{kir}} = \alpha \frac{R_n}{R_{kir}}$$

Bu sxema uchun kuchlanish buyicha kuchaytirish koeffitsienti 5000 ga yetishi mumkin.

Ruxsat etilgan sochilish quvvati va chegaraviy chastotasi (tranzistorni ishlatish maqsadga muvofiq bo‘lgan chastotasining chegarasi) kabi parametrlari avvalo tranzistorning turiga bog‘liq va ular uning texnikaviy pasportida ko‘rsatiladi.

Kirish xarakteristikasi (7.3 -rasm, a) kollektordagi kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganida emitter toki I_e ning undagi kuchlanish U_e ga bog‘liqligini, ya‘ni $I_k = \text{sopst da } I_e = f(U_e)$ ni ifodalaydi. Bu xarakteristika qanchalik tik bo‘lsa, tranzistorning kirish qarshiligi $R_{kir, b}$ shuncha kichik bo‘ladi. Ba‘zan hisoblashlarda $I_k = \text{sopst da } U_e = f(I_e)$ bo‘lgan xarakteristikadan foydalaniladi, buni ham kirish xarakteristikasi deb ataladi.

Chiqish xarakteristikasi (7.3-rasm, b) o'zgasmas emitter toki I_e da kollektor toki I_k ning undagi kuchlanish U_k ga bog'liqligini, ya'ni $I_e = \text{const}$ da $I_k = f(U_k)$



7.3 -rasm. Umumiy bazaviy sxemada p-n-p turdagi tranzistorning kirishi (a) va chiqish (b) statik xarakteristikalarining oilasi

ni ifodalaydi. Bu xarakteristikaning qiyalik burchagi, qancha kichik bo'lsa, tranzistorning chiqish qarshiligi $R_{\text{chiq. b}}$ shuncha katta bo'ladi.

Tranzistorning kirish va chiqish xarakteristikalari statik bo'lishini ta'kidlab o'tamiz.

Tranzistorning umumiy emitter bilan ulanish sxemasi 7.2-rasm, b da ko'rsatilgan.

Sxemaning kirish qarshiligi baza bilan emitter orasidagi kuchlanish U_b ning baza toki I_b ga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi:

$$R_{\text{kir. e}} = \frac{U_b}{I_b}$$

$R_{\text{kir. e}}$ qiymatlarining diapazoni odatda 400- 2000 Om ni tashkil qiladi.

Chiqish qarshiligi kollektor kuchlanishi U_k ning uning toki I_k ga bo'lgan nisbati kabi topiladi:

$$R_{\text{chiq. e}} = \frac{U_k}{I_k}$$

va o'rtacha 25–400 kOm ga teng, ya'ni umumiy bazali sxemadagiga nisbatan juda ham kichik

Tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti bu yerda kollektor toki I_k (chiqish

toki) ning baza toki I_b (kirish) ga nisbati kabi topiladi:

$$\beta = \frac{I_k}{I_b}$$

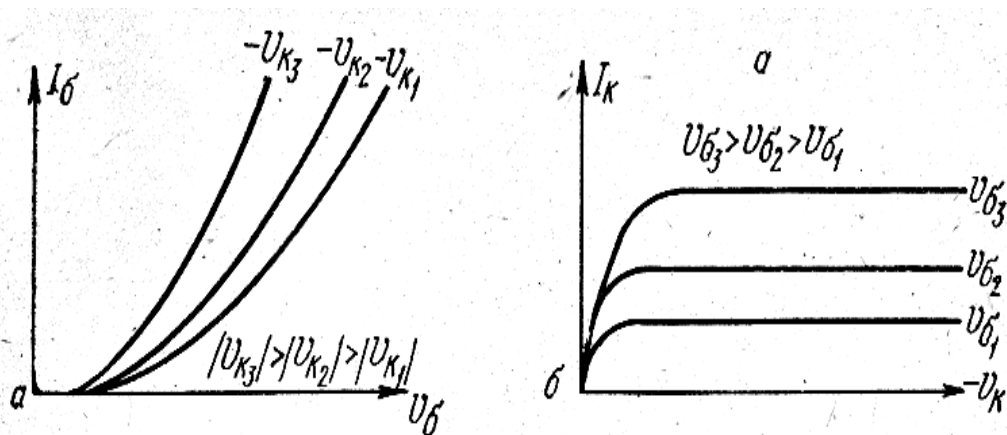
Shunisi xarakterliki, tok bo'yicha kuchaytirish umumiy emitterli sxemada umumiy bazali sxemadagiga qaraganda o'rtacha 10-100 marta ko'p.

Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti bu yerda xuddi umumiy bazali sxemadagidek aniqlanadi va taxminan unga teng bo'ladi.

$$K_U = \frac{U_n}{U_{kup}} = \frac{I_k R_n}{I_b R_{kup}} = \beta \frac{R_n}{R_{kup}}$$

Kirish xarakteristikasi (7.4-rasm, a) emitter bilan kollektor orasidagi kuchlanish U_k o'zgarmas bo'lganda baza toki I_b ning emitter bilan baza orasidagi kuchlanish U_b ga bog'liqligini, ya'ni $U_k = \text{const}$ da $I_b = f(U_b)$ ni ko'rsatadi. Bu xarakteristika qancha tikroq bo'lsa, tranzistorning kirish qarshiligi shuncha kichik bo'ladi.

Tranzistorning chiqish xarakteristikasi (7.4-rasm, b) baza toki I_b o'zgarmas bo'lganda kollektor toki I_k ning emitter bilan kollektor orasidagi kuchlanish U_k



7.4- rasm. Qo'sh qutbli tranzistorning umumiy emmitterli sxema bo'yicha kirish (a) va chiqish (b) xarakteristikalari oilasi

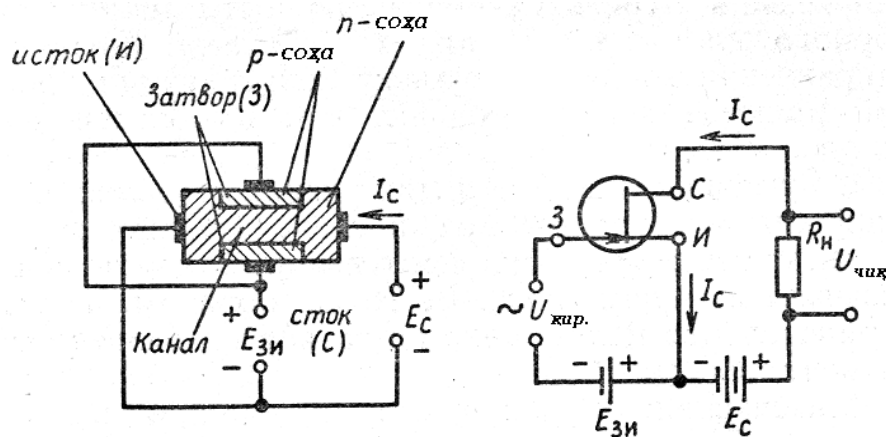
bog'liqligini, ya'ni $I_b = \text{const}$ da $I_k = f(U_k)$ ni ko'rsatadi. Bu xarakteristikaning

qiyalik burchagi qancha kichik bo'lsa, tranzistorning chiqish qarshiligi shuncha katta bo'ladi.

2. MAYDON TRANZISTORLARI. Oldin biz ko'rgan qo'sh qutbli tranzistorlarda kirish qarshiligi tok bilan boshqarilib, ularning kichik ekanligi asosiy kamchiliklaridan biridir. Shuning uchun mutaxassislar tomonidan kirish qarshiligi katta bo'lgan maydon tranzistori ishlab chiqarildi. Bu yarimo'tkazgichli asbobda chiqish toki elektr maydon yordamida boshqarilganligi uchun tranzistor maydon tranzistorini olgan.

Maydon tranzistori uch elektrodli yarimo'tkazgichli asbob bo'lib, unda istok, zatvor, kanal va stok sohalari bo'lib, yarimo'tkazgich qatlam qalinligini o'zgarish hisobiga chiqish toki boshqariladi.

Hozirgi vaqtda ikki turdagi maydon tranzistorlar: p-n-o'tish bilan boshqariladigan tranzistor va MDYa-tranzistor (metal-dielektrik-yarimo'tkazgich strukturali) lardan elektronika sohasida keng foydalaniladi.



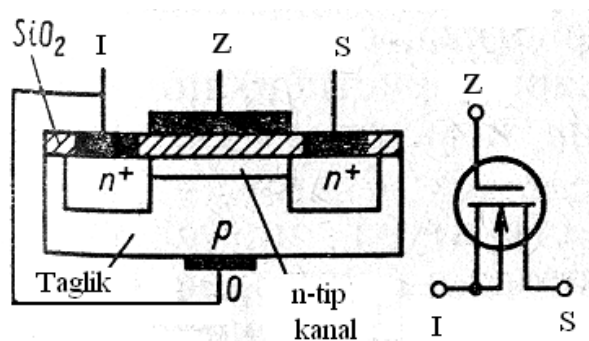
Zatvori p -n-o'tishli maydon tranzistorining tuzilishi va ulanish sxemasi 7.5 - rasmda k
7.5- rasm. Boshqariladigan p-n-o'tish maydon tranzistorining tuzilishi, shartli belgilanishi
va ulanish sxemasi

Ularga ulangan omik kontakti zatvor deyiladi. Plastina n-tur ikki yon qirralariga ulangan omik kontaktlarni birini istok, ikkinchisini stok deyiladi, Bunda zatvorlar

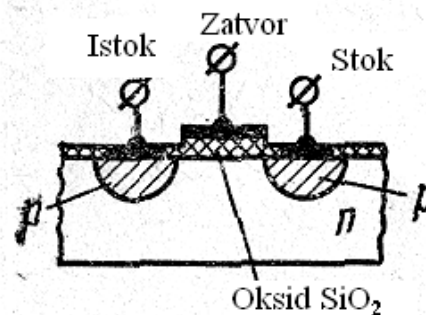
ikkita p–n-o‘tish hosil bo‘lib, ular orasida yupqa qatlamli yarimo‘tkazgich kanal paydo qiladi.

Maydon tranzistorining ishlash prinsipi zatvor va istokka qo‘yilgan tashqi kuchlanish hisobiga kanal o‘tkazgich qatlam qalinligini o‘zgarishiga asoslangan. Deylik, istok va stok oralig‘iga tashqi kuchlanish qo‘yilgan bo‘lsin, ya’ni istokka ma’nbani minus qutbi ulansin. Unda kanal orqali istokdan stok tomon n-tur yarimo‘tkazgich plastinkadagi potensillar farqi ta’sirida elektronlar harakat qilaboshlaydi. Zatvorga ham tashqi kuchlanish beriladiki, ikkiala r-n-o‘tishlarga teskari kuchlanish beriladi. Zatvorga berilayotgan kuchlanishni o‘zgartirib, n-tur yarimo‘tkazgichdagi tashuvchilarni kambag‘allashtirish mumkin. Buni amalga oshishiga sabab tranzistor kanal o‘tkazgich qatlamining ko‘ndalang kesimini o‘zgarish hisobiga bo‘ladi. Bu narsa kanal qarshiligini o‘zgartirib, o‘z navbatida maydon tranzistorining chiqish toki I_c ni o‘zgartiradi.

Maydon tranzistorini kirish kuchlanishi U_z dir. Agarda kanalga ketma-ket R_c rezistorni ulasak, zatvor kuchlanishi U_z o‘zgarishi natijasida mos ravishda R_c rezistorga tushayotgan kuchlanish ham o‘zgaradi. Bu yerda o‘tishlar teskari kuchlanish ostida bo‘lganligi uchun ularning qarshiligi bo‘ladi. Kirish toki esa kanal tokiga nisbatan ancha kichik. Demak, kirish quvvati uncha katta bo‘lmay,



7.6 - rasm. Kanali kiritilgan maydon tranzistorining strukturasi va shartli tasvirlash sxemasi.



7.7 - rasm. Induksion kanalli MDYA-tranzistor strukturasi

chiqish quvvati I_c va R_c qarshilik bilan aniqlanib, kirishni ancha marta oshiradi. Shunday qilib, maydon tranzistor kuchaytiruvchi asbobdir.

Kanal qarshiligini boshqarish usulining boshqa usuli, yarimo‘tkazgich hajmidan izolyatsiyalangan elektrod potensial o‘zgarishi kanal qarshiligini o‘zgartiradi. Shu prinsipga asoslangan tranzistorlarni zatvori izolyatsiyalangan maydon tranzistorlar deyiladi yoki MDYa-tranzistorlar deyiladi. Ko‘pchilik hollarda, dielektrik sifatida kremniy to‘rt oksididan (SiO_2) foydilaniladi.

MDYa-tranzistorlarni ishlash prinsipi yarimo‘tkazgich hajmining qolgan qismidan farqli yarimo‘tkazgich hajmi va yarimo‘tkazgich sirtidagi izolyatsiyalangan elektrod oralig‘ida zaryad tashuvchilar qatlami vujudga keladi. Shuni hisobiga yarimo‘tkazgichda izaliotsion elektrodda kuchlanishni o‘zgartirib, zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan qatlam – kanal hosil qilib uni qarshiligini boshqarish mumkin.

MDYa–tranzistorlar texnologik tayyorlanishi bo‘yicha ikki turga bo‘linadi: kanali kiritilgan MDYa-tranzistor (7.6 -rasm) va induksion kanalli MDYa-tranzistor (7.7 -rasm). Birinchi tranzistorda zatvor va istokka yetarli kuchlanishda kanal stok va istok oralig‘i induksiyalanadi. Agarda zatvor va istok oralig‘ida potensial farq nol bo‘lsa, istok va stok oraligida tok umuman bo‘lmaydi. Kanalli kiritilgan MDYa-tranzistorlarida kanal texnologik usulda vujudga keltiriladi. Bunda zatvor va istok kuchlanishi bo‘lmaganda ham kanal o‘tkazuvchanligi nolga teng emas. Shuning uchun zatvor kuchlanishini o‘zgartirib, o‘tkazuvchanlikni ortirish va kamaytirish mumkin.

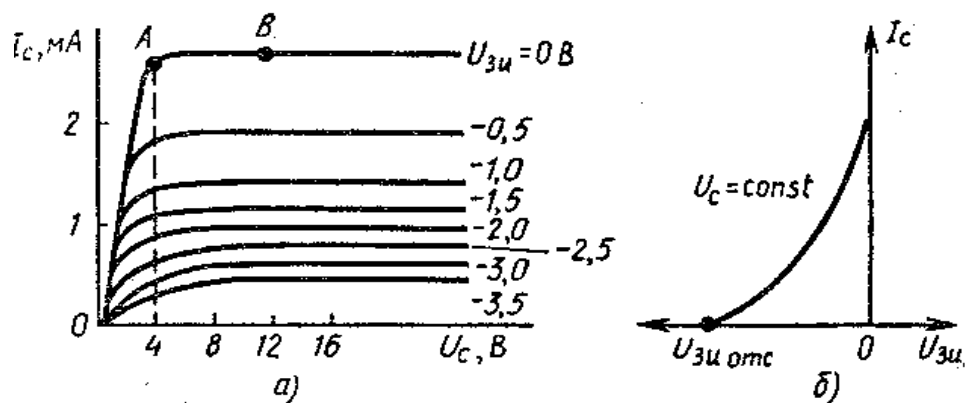
Barcha turdagi maydon tranzistorlarda taglik yarimo‘tkazgichning p - yoki n- turi ishlatiladi. Shuning uchun ham maydon tranzistorlari n- va p- turlari bilan farqlanadi. Hozirgi paytda maydon tranzistorlarini 6 xili qo‘llaniladi.

Maydon tranzistorlarining to‘la ishlashi chiqish statik volt-amper xarakteristikalar oyilasi $U_z = \text{const}$ bo‘lganda $I_c = f(U_c)$ bilan xarakterlanadi (7.8 -

rasm). Deylik, zatvor kuchlanishi $U_z = U_{z1} = \text{const}$ bo'lsin. Unda istok va stok kuchlanishi U_c o'zgarishida (U_{z1} qiymati va U_c ni qutb kuchlanishi to'g'ri tanlansa) maydon tranzistorida I_c tok paydo bo'ladi. U_s kuchlanishni ortishi natijasida xarakteristikaning boshlang'ich qismida I_c tok chiziqli o'sadi. Keyin kuchlanish U_c ortishi bilan I_c o'sishi to'xtaydi. Bunga asosiy sabab, uzunlik bo'yicha kanal kengligi birxil emas: stokka yaqinlashgan sari kanal yupqalashib boradi.

Bu qismlardagi stok tokini zatvorga berilayotgan kuchlanish orqali boshqarish mumkin.

Maydon tranzistorlarining sifat parametrlariga: S xarakteristik tikligi, μ



7.8 - rasm. Maydon tranzistorlarining chiqish (a) va kirish (b) statik xarakteristikalar

kuchaytirish koefitsienti va R_i ichki qarshiligi kiradi.

Maydon tranzistorining S xarakteristik tikligi deganda, $U_{ci} = \text{const}$ bo'lganda stok toki o'zgarishini zatvor kuchlanishi o'zgarishiga nisbati tushuniladi:

$$S = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{3u}}$$

Maydon tranzistorining μ kuchaytirish koefitsienti deb, $I_c = \text{const}$ bo'lganda, stok kuchlanishini zatvor kuchlanishi o'zgarishiga nisbatiga aytiladi:

$$\mu = \frac{\Delta U_{cu}}{\Delta U_{3u}}$$

Maydon tranzistorining R_i ichki qarshiligi deb, $U_{zi} = \text{const}$ bo'lganda, stok kuchlanishini o'zgarishini unga to'g'ri keluvchi stok tokini o'zgarishiga nisbatiga aytiladi:

$$R_i = \frac{\Delta U_{3u}}{\Delta I_c}$$

Maydon tranzistorining yuqoridagi parametrlari quyidagicha ham bog'langan:

$$\mu = SR_i$$

Maydon tranzistorlarining ishchi sohasida, $S = 0,3-3 \text{ mAV}$, R_i ichki qarshiligi bir necha megaomni tashkil qiladi.

Maydon tranzistorlarning zaruriy xususiyatlariga ularning kirish qarshiligini (10^{15} Om gacha) va chegara chastotasini (1 GGs gacha) juda yuqoriligidir. Maydon tranzistorlarini, ayniqsa MDYa-tranzistorlarini integral mikroshemalarda qo'llanilmoqda.

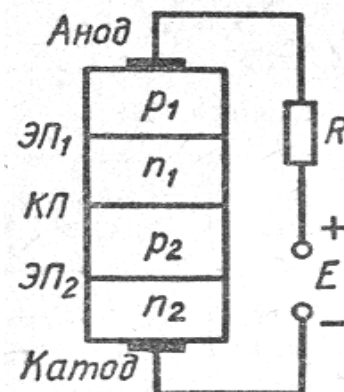
Tranzistorlarni tamg'alash. Tranzistorlarni belgillash 6 ta elementdan tashkil topadi.

Birinchi element : Γ yoki 1 –germaniy, K yoki 2- kremniy, A yoki 3- galliy arsenidi.

Ikkinchi element: T- qo'sh qutbli tranzistorlar, П- maydon tranzistorlar.

Uchinchi, to'rtinchi va beshinchi elementlar-uch belgili son, birinchi raqam ishchi chastota diapazonni va quvvatini, qolgan ikkitasi raqamlar esa, 01 dan to 99 gacha asbobning ishlab chiqarish texnologik tartib nomeri.

Oltinchi element – A dan to Ya gacha- bir turdagi asbobning parametrik guruhi.



3. TIRISTORLAR. Hozirgi paytida to‘rt qatlamli yarimo‘tkazgichli ^{Anod} asosoblar – tiristorlar elektronikada keng qo‘llaniladi. Ular asosan kremniy materialidan tayyorlanadi.

Tiristor tuzilishining sxematik ko‘rinishi 7.9 - rasmda ko‘rsatilgan. Tiristor elektr o‘tkazuvchanligi turli turga ega (p_1, n_1, p_2, n_2) bo‘lgan sohalarini birlashishi natijasida vujudga keltiriladi. Sohalar orasi chegarasida uchta p-n-o‘tishlar ($E\Pi_1, K\Pi, E\Pi_2$) hosil bo‘ladi. Tiristorning chekka sohalarini birini an ^{Katod} chisini katod deyilib, ichki sohalarini bazalar deyiladi.

Tiristorning ishlashi uchun zaruriy bo‘lgan hollarni ko‘rib chiqamiz. Bazalar turli qalinlikda bo‘lishi va kirishmalar miqdorini bir xil bo‘lmasligi natijasida n- baza p- bazaga nisbatan ancha keng va kirishma miqdori uncha katta bo‘lmaydi, shuning uchun u yetarli darajada yuqori solishtirma qarshilik ega bo‘ladi. Bu esa o‘rta p-n- o‘tish KP yaxshi to‘g‘rilash xususiyatiga: kichik teskari tok, yuqori teshilish kuchlanish va teskari kuchlanishlar sohasida juda katta qarshilikka ega bo‘ladi.

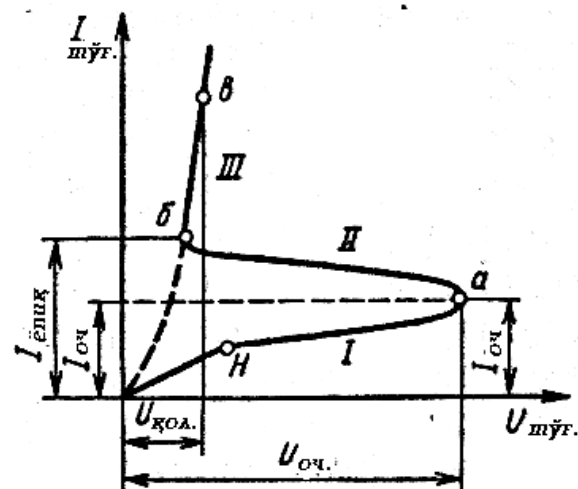
7.9- rasm. Dinistorning struktura sxemasi

Tiristorning chekka yarim o‘tkazgichli sohalarini (p_1, n_2) katta kirishma miqdoriga ega bo‘lganligi uchun $E\Pi_1$ va $E\Pi_2$ p-n-o‘tishlar to‘g‘ri yo‘nalishda baza sohalariga asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning yaxshi emitterlari bo‘ladi. Ikkiala $E\Pi_1$ va $E\Pi_2$ p-n-o‘tish shunday olinadiki, ularning injeksiya koeffitsienti tok zichligiga bog‘liq va zichlikni oshishi bilan u keskin ortishi kerak.

Endi oldin tiristorni ishlashini faqat anod va katodga tashqi kuchlanish berilgan hol uchun ko‘ramiz. Agarda uncha katta bo‘lmagan o‘zgarmas kuchlanish U ning musbat qutbi anodga, manfiysi esa katodga ulansa, unda $K\Pi$ va $E\Pi_2$ p-n-o‘tishlar to‘g‘ri yo‘nalishda, $E\Pi$ o‘tish teskari yo‘nalishda ishlaydi. Bunda tiristor yopiq va u orqali juda kichik tok o‘tadi. Bu kichik tok $E\Pi$ p-n-o‘tishning yopiq

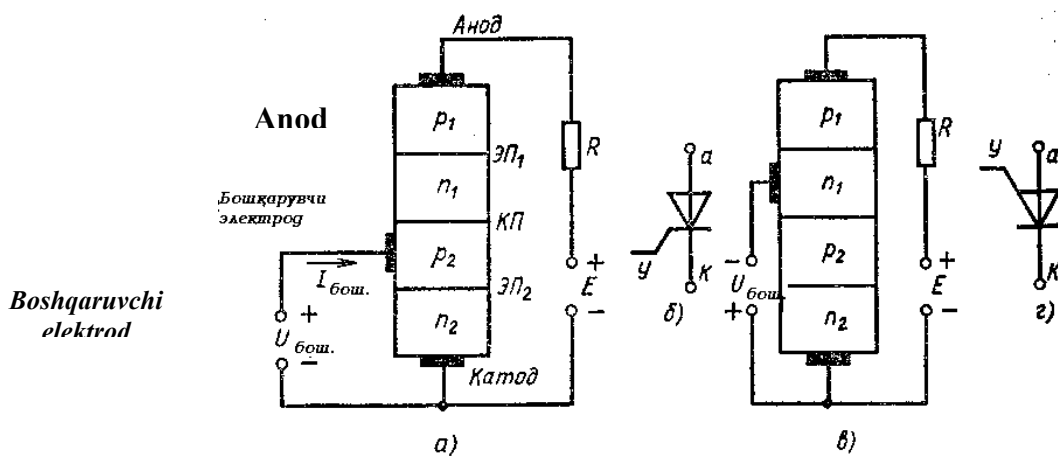
xususiyati bilan aniqlanadi. Tiristorning qarshiligi teskari kuchlanish qo‘yilgan P_2 p-n-o‘tishning qarshiligi bilan aniqlanadi. Bunda tiristor orqali o‘tayotgan tok zichligi kichik va $E\Pi_1$ va $E\Pi_2$ o‘tishlar yetarli injeksiyaga ega bo‘lmaydi. Kichik tok zichliklar sohasida dinistorning volt–amper xarakteristikasi kremniyli diodning teskari volt-amper xarakteristikasini takrorlaydi (7.10-rasm, 1- qism).

O‘zgarmas tok kuchlanishini anod va katod orasida ortishi tiristor orqali tok zichligini oshishiga olib keladi. Natijada, tiristorning ikkiala bazasida asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning injeksiyasini o‘shishiga olib keladi. Bunda o‘rta p-n-o‘tish toki faqat teskari tok bilangina aniqlanmasdan, $K\Pi$ o‘tishga yetib kelgan bazalardagi asosiy bo‘lmagan tashuvchilar toki bilan ham aniqlanadi. $K\Pi$ p-n-o‘tish yaqini bazalarida asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning mavjud bo‘lishi uning qarshiligini yetarlicha kamaytiradi, natijada tiristor orqali yanada kattaroqqa ortadi. Bu



7.10- rasm. Dinistorning VAXi.

bazaga asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilar injeksiyasini ortishiga olib keladi, $K\Pi$ p-n-o‘tish qarshiligini yanada kamayishiga olib keladi va h.zo. Shunday qilib, tiristorda ikkita bir birini jadallashtiruvchi jarayon ro‘y berib, natijada tiristorning qarshiligi quyun kamayadi, tok esa quyun

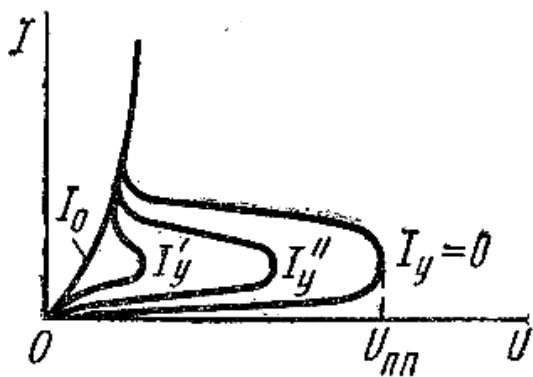


ortadi (7.10-rasm, 2- qism). Quyun ko‘rinishidagi jarayon boshlangan kuchlanishni tiristorning to‘g‘ri almashish kuchlanishi U_{pp} deyiladi.

Tok keyingi ortishi KII p-n-o‘tishning o‘rta qismida asosiy bo‘lmagan tashuvchilarni to‘planib, konsentratsiya bu o‘tishda katta bo‘ladi va u to‘g‘ri yo‘nalishda siljiydi. KII o‘tish qarshiligi juda kichik bo‘ladi va tiristorda turg‘un tuyinish rejimi ta‘minlanadi (7.10-rasm, 3-qism), tiristor ochiq. Bu rejimda tiristor qarshiligi yetarli darajada juda kichik bo‘ladi. U to‘rta yarimo‘tkazgich sohalar, uchta to‘g‘ri yo‘nalishli p-n-o‘tishlar va chiqich kontaktlar qarshiliklari yig‘indisidan iborat bo‘ladi.

Tiristorning volt-ampere xarakteristikasi (VAX) S ko‘rinishida bo‘lib, ikki elektrodli tiristorni dinistor deyiladi.

Uch elektrodli (boshqaruvchi) tiristorni (7.11-rasm) ishlashi dinistordan farq qilmaydi. Uchinchi elektrod tiristorni to‘g‘ri almashinish kuchlanish kattaligini o‘zgarish imkonini beradi. Haqiqatan ham, boshqaruvchi elektrod va katodga berilgan kuchlanishni o‘zgartirib, EII_2 p-n-o‘tish orqali o‘tayotgan boshlang‘ich tokni o‘zgartirish mumkin. Hamda tiristorning boshlang‘ich tok zichligini boshqarib turib, quyun ko‘rinishidagi jarayonni boshlanishini o‘zgartirish mumkin bo‘ladi.



7.12- rasm. Boshqaruvchi elektrodli tiristorning VAXi oilasi.

Boshqaruvchi elektrodda tok qancha katta bo‘lsa, U_{pp} shuncha kichik bo‘ladi. Tiristorning VAX lar oilasi 7.12-rasmda ko‘rsatilgan. Uch elektrodli tiristorni trinistor deb ham ataladi.

Tiristorlar turli to‘g‘rilagich qurilmalarda, boshqarish, avtomatika,

hisoblash texnikasi va boshqalarda keng qo'llaniladi.

Tiristorlarni belgilash to'rtta elementdan iborat bo'lib, qolgan yarimo'tkazgichli asboblarga o'xshaydi. Ikkinchi element dinistorlarda N-harfi, trinistorlar esa U-harfi bilan belgilanadi.

4.Integral mikrosxemalar. Integral mikrosxema (IMS), yoki mikrosxema deb ataladi? kristall yoki taglikda ko'plab radioelementlar vujudga keltirilgan va yuqori zichlikda elektr simlari bo'lib, signallarni o'zgartiruvchi va qayta ishlovchi ma'lum funktsiyani bajaruvchi mahsulot.

Radioelement deganda transistor, diod, resistor, kondensator va boshqalar tushuniladi. Integral ikki turga bo'linadi. Yarimo'tkazgichli va plyonkalikka.

Agarda barcha elementlar va elektrodlar orasidagi ulanishlar yarim o'tkazgich kristallning sirti va hajmida bajarilgan bo'lsa bunday mikrosxema yarimo'tkazgichli integral sxema deyiladi. Agarda barcha elementlar dielektrik taglik sirtida vujudga keltirilgan bo'lsa bunday mikrosxema plyonkali deyiladi.

Integral mikrosxemaning eng bosh afzalligi shundan iboratki: kichik o'lchan va massa, iste'mol quvvati kam, yuqori mustaxkamlikka ega. Bitta integral mikrosxemada mavjud bo'lgan elementlar va komponentlar soniga qarab, ular integratsiya darajasi bilan aniqlanadi. Masalan, 1 daracali mikrosxemalarda 10 gacha element bo'lsa, 2 daracalida 10 – 100 gacha, 3 – 100 – 1000 gacha, 4 – 1000 – 10000 gacha bo'ladi. 1- va 2-daracali integral mikrosxemalar (IMS)lar, 3-daracali esa o'rta, 4-daracali katta, 5-daracali IMSlarni o'ta katta IMSlar deyiladi. IMS ish bajarish funktsiyasiga qarab raqamli va analoglilarga bo'linadi. Raqamli IMSlar asosan hisoblash texnikasida, analoglar esa sinusoidal o'zgaruvchan qonun bilan o'zgaradigan tok va kuchlanishlarni kuchaytiruvchi va hosil iluvchi qurilmalarda keng o'llaniladi.

8- mavzu. PARAMETRI TAQSIMLANGAN TEBRANISH SISTEMALARI

Reja

1. Uzun liniyalar. 2. Uzuq liniya kesmalari.

1. Uzun liniyalar. Elektromagnit energiyani generatoridan antennaga yoki antennadan priyomnikka uzatish uchun fider liniyalar deb ataluvchi liniyalar qo'llaniladi. Agar energiya uzatilayotgan masofa uzatilayotgan radiosignalning to'liq uzunligidan katta bo'lsa, u holda fider liniya uzun liniya rejimida ishlaydi. Bu rejimning xususiyatini ko'rib chiqamiz.

Har qanday, hatto juda qisqa liniya bo'lakchasi ham (8.1-rasm, a) biror induktivlik ΔL ga, aktiv qarshilik ΔR ga, simlar orasidagi sig'im ΔC ga va ular orasidagi o'tkazuvchanlik ΔG ga ega (8.1- rasm, b). Uzun liniyalarning xossalari liniyaning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan L , C , R , G parametrlar bilan xarakterlanadi (pogon induktivlik, sig'im va hokazo).

Ideal uzun liniyada, ya'ni aktiv qarshiligi $R=0$ bo'lgan cheksiz uzun liniyada elektromagnit energiyaning isrofi bo'lmaydi va energiyaning hammasi nagruzka R_n ga uzatiladi. Agar bunday liniyaning qismlariga e. yu. kuchi o'zgaruvchan generator ulansa, u holda energiya generatoridan boshlab yo'nalishda «yuguruvchi to'liqin» (I-32 rasm, v) ko'rinishida tarqala boshlaydi. Bu holda generator nagruzkaga ishlaydi. Nagruzkaning kirish qarshiligi sof aktiv qarshilikdan iborat va liniyaning to'liqin qarshiligiga teng, ya'ni

$$\rho = \sqrt{\frac{L'}{C'}}.$$

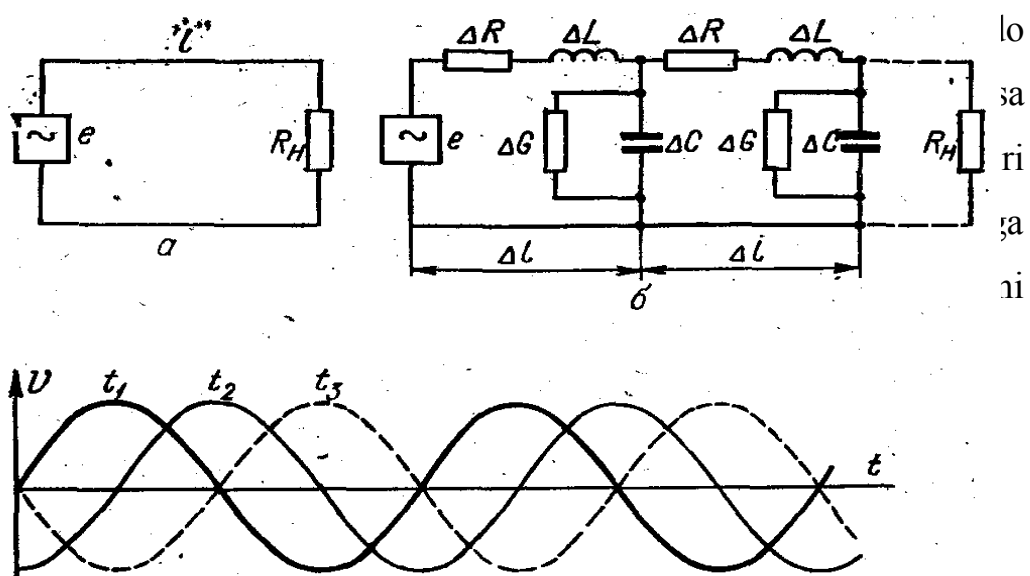
Liniyaning to'liqin qarshiligi faqat uning konstruksiyasiga bog'liq va odatda 50-600 Om chegarasida bo'ladi.

Lekin ideal liniya yo‘q: hamma liniyalar qandaydir qiymatli R va G ga ega va ularning hammasi ma’lum uzunlikda bo‘ladi, ya’ni nagruzka bilan tugaydi. R va G kattaliklar liniyada energiya isrofining asosiy «aybdorlari» hisoblanadi, nagruzka qiymati va xarakteri esa liniya kirish qarshiligining qiymati va xarakteriga, shuningdek, liniyaning ishlash rejimiga ta’sir qiladi. Agar nagruzka xarakter sof aktiv va nagruzka liniyaning to‘lqin qarshiligiga teng ya’ni $R_n = \rho$ bo‘lsa, bu holda. liniyada yuguruvchi to‘lqin rejimi saqlanib turadi.

Bu rejim shu narsa bilan xarakterlanadiki, liniyaning har qanday nuqtasida tok va kuchlanishning o‘zgarishi fazasi bo‘yicha mos tushadi, liniyaning har qanday nuqtasida elektr zaryadlarining harakati bo‘ladi, generatordan uzatilayotgan energiya butunlay nagruzkaga ketadi. Ana shuning uchun ham elektromagnit energiya uzatishda yuguruvchi to‘lqin rejimi eng maqbul hisoblanadi. Liniyaning to‘lqin qarshiligi bilan nagruzka qarshiligining tengligini tanlash liniyani nagruzka bilan moslashtirish deb ataladi.

Agar nagruzka qarshiligi liniyaning to‘lqin qarshiligiga teng bo‘lmasa, u holda uzatilayotgan energiya nagruzkada butunlay sarflanmaydi. Uning bir qismi

generatorga
bo‘ladi, gen
tushuvchi to‘
natijasida lin
keladi. Bu o
oxiri uzuq lir



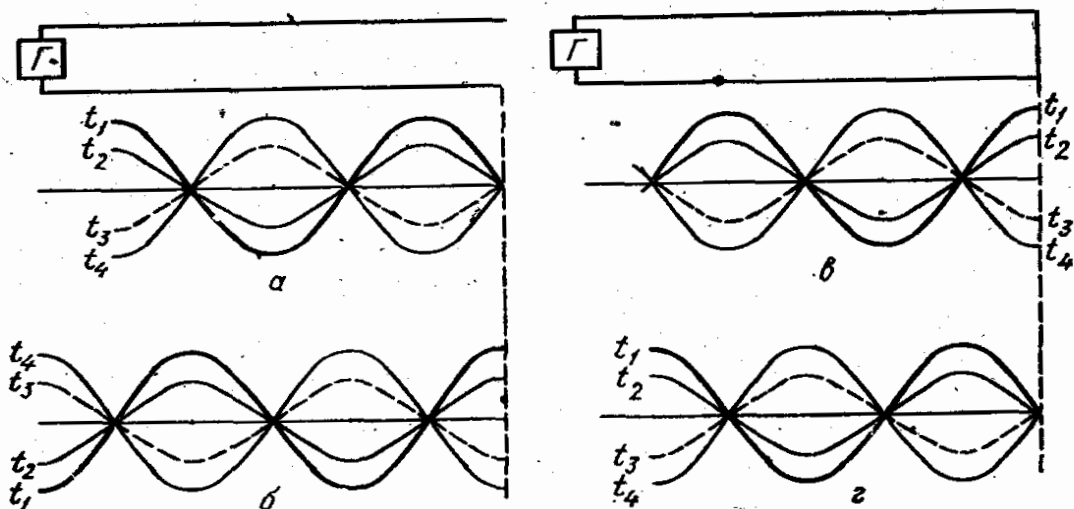
8.1 -rasm. Uzun liniya kesmasi (a), uning asosiy parametrlari (b) va yuguruvchi to‘lqin grafifi

Bunday liniyada energiya iste'molchisi yo'q, shuning uchun tushuvchi to'lqin liniyaning oxiridan butunlay qaytadi va uning boshiga (generatorga) tomon harakatlanadi. Uzuq liniyaning oxirida tok har doim nolga teng bo'ladi, chunki zaryadlar undan nariga tomon harakat qila olmaydi har yerdan biz endi masofani hisoblashni boshlaymiz (1-33 rasm bo'yicha chapga). Liniya bo'yicha tarqalayotgan to'lqin uzunliginint choragi ($\lambda/4$) ga teng masofada tushuvchi to'lqin toki fazasy bo'yicha qaytgan to'lqin toki bilan bir xil bo'ladi, shuning uchun yig'indi tok ikkilangan amplituda qiymatida nolgacha generator chiqishidagi tokning tebranish chastotsiga teng chastota bilan o'zgaradi. To'lqin uzunligining yarimi($\lambda/2$) ga teng bo'lgan masofada tushuvchi to'lqin toki qaytgach to'lqin toki bilan qarama-qarshi fazada bo'lar ekan va shuning uchun bu yerda vaqtning istalgan paytida yig'indi tok nolga teng bo'ladi (biz isrofsiz liniyani ko'ryapmiz, bu liniyada esa tushuvchi va qaytgan to'lqinlar toklarining amplitudasi bir xil bo'ladi).

Tokning tushuvchi va qaytgan to'lqinlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan tokning liniyada tarqalish manzarasi 8.2 -rasm, a da berilgan. Liniyada ro'yo tokning tugunlari va do'ngliklari vujudga kelib ularning joylashishi liniya bo'yicha o'zgarmaydi. Tokning turg'un to'lqin deb yuritiladigan to'lqini keladi, yuguruvchi to'lqin esa bo'lmaydi.

Uzuq liniyaning uchida kuchlanish nolddn maksimal (amplituda) qiymatigacha o'zgaradi (8.2-rasm, b). Liniya uchidan $\lambda/4$ masofada kuchlanish vaqtiing istalgan paytda nolga teng bo'ladi, $\lambda/2$ masofada kuchlanish vaqtning istalgan paytda nolga teng bo'ladi, $\lambda/2$ masofada yana maksimal qiymatidan nolgacha o'zgaradi, Shunday qilib, kuchlanish to'lqini ham tugunlar va do'ngliklar hosil qiladi (ular tokning tugunlari va do'ngliklari. bilan mos kelmaydi) va turg'un to'lqinda iborat bo'ladi.

Oxiri qisqa ulangan liniya uchun tok (8.2 -rasm, v) va kuchlanishining (8.2-rasm, g) dungliklari va tugunlarining joylashishi o'zgaradi. Liniya uchida kuchlanish har doim nolga teng bo'ladi (xuddi elektr zanjirining istalgan qisqa ulangan uchastkasidagi kabi), tok esa noldan maksimal qiymatigacha o'zgaradi. Liniyaning qisqa ulangan uchidan $\lambda/4$ masofada kuchlanish do'ngligi va tok tuguni



8.2 - rasm. Oxiri uzoq liniyada tokning (a) va kuchlanishning (b), xamda oxiri ulangan liniyada tokning (v) va kuchlanishning (g) tugunlari va do'ngliklari.

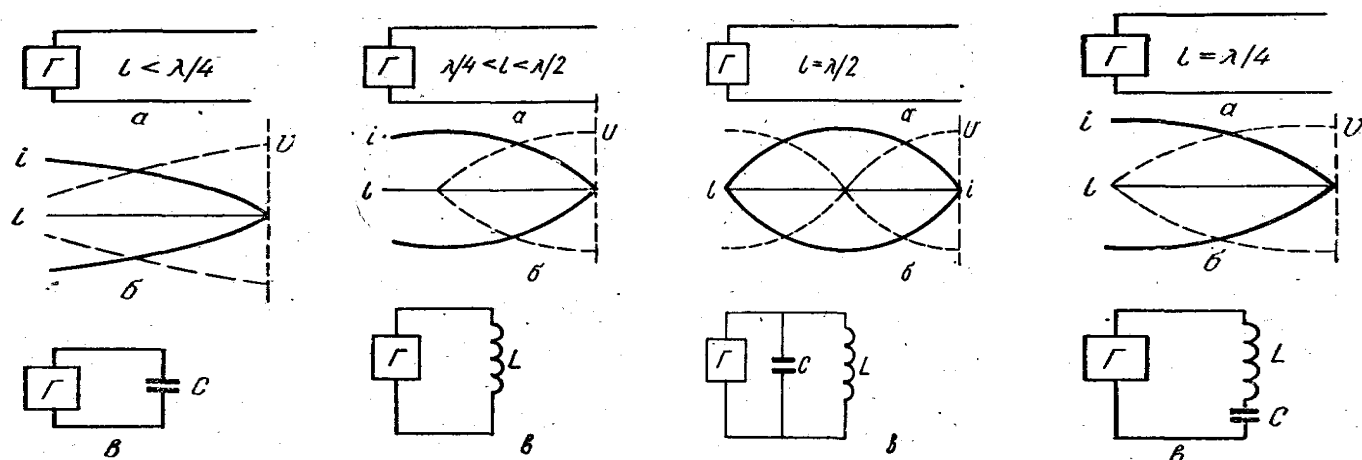
hosil bo'ladi.

Agar uzun liniya qisqa ulanmagan va uzoq bo'lmasa, balki qarshiligi ρ ga teng bo'lmagan biror nagruzkaga ulangan bo'lsa, bu holda liniyada yuguruvchi va turg'un to'lqinlar bir vaqtda bo'ladi. Bunga sabab shuki, uzatilayotgan energiyaning bir qismi nagruzkaga orqali yutiladi va yuguruvchi to'lqin yordamida olib ketiladi, boshqa qismi esa nagruzkadan yana liniyaga qaytadi. Liniyada yuguruvchi to'lqinlarning mavjud bo'lishi kuchlanish tugunidagi kuchlanishni va tok tugunidagi tokning nolga teng bo'lmasligiga balki biror qiymatga ega bo'lishiga olib keladi. Yuguruvchi to'lqin energiyasi qancha katta bo'lsa, bu qiymat shuncha katga bo'ladi.

Odatda liniya bilan nagruzkani qaytgan to‘lqin imkoniyati boricha eng kichik bo‘ladigan qilib, iloji boricha yaxshi moslashtirishga harakat qilinadi. Liniya bilan nagruzkaning moslashganini xarakterlash uchun yuguruvchi to‘lqin koeffitsientidan foydalaniladi. Bu koeffitsient dastadagi kuchlanishning kuchlanish tugunidagi kuchlanishga bo‘lgan nisbatiga teng, ba’zan esa teskari kattalik turgun to‘lqin koeffitsientidan ham foydalaniladi.

2. Uzun liniya kesmalari. Uzunligi liniyalarda mavjud bo‘lgan elektromagnit tebranishlarning to‘lqin uzunligidan kichik bo‘lgan fiderlar uzun liniyalarning kesmalari deb ataladi. Uzun liniyalarning kesmalari tebranish sistemalarining xossalari ega va shuning uchun ular radiotexnikada keng ishlatiladi. Uchi uzun bo‘lgan liniya kesmasining kirish qarshiligi shu kesmaning uzunligi o‘zgarganda qanday o‘zgarish xarakterini ko‘rib chiqamiz. Bunday liniyaning uchida tok tuguni va kuchlanish do‘ngligi bo‘lishi oldin ko‘rsatilgan edi. Buni bilgan holda, butun kesma bo‘ylab tok va kuchlanishning o‘zgarish grafiklari osongina quriladi.

Agar $\lambda/4$ dan kichik uzunlikdagi kesma olinsa (8.3 --rasm, a), u holda 8.3 --rasm, b da ko‘rinib turganidek, generator ulanganda tok maksimum qiymatiga kuchlanishga qaraganda chorak davr oldin erishadi, ya’ni liniyaning kirishida tok



kuchlanishdan fazasi bo‘yicha 90° ga ilgari lab ketadi, 6y narsa sig‘imli elektr

zanjiri uchun xarakterlidir. Demak uchi uzuq liniyaning $\lambda/4$ dan qisqa kesmasi sig'imga ekvivalentdir (8.3 -rasm, v).

Uchi uzuq liniya $\lambda/4$ — uzun liniyaning chorak to'liqinli kesmasiga teng bo'lsa (8.4- rasm, a), e. yu. k manbasi ulangan nuqtada (8.4-rasm, b) kuchlanish nolga, tok esa maksimum qiymatiga teng (kuchlanish tuguni va tok do'ngligi). Demak, liniyaning kirish qarshiligi nolga teng, bu hol kuchlanishlar rezonansida ideal (aktiv qarshiligi bo'lmagan) ketma-ket konturga xarakterlidir. Shuning uchun uzuq chorak to'liqinli uzun liniya kesmasi ketma-ket tebranish konturiga ekvivalentdir (8.4 -rasm, v).

8.3 - rasm. Uzunligi $\lambda/4$ dan kichik oxiri uzuq liniya kesmasi (a), un-dagi turg'un to'liqlar(b) va ekvivalent sxemasi (v).

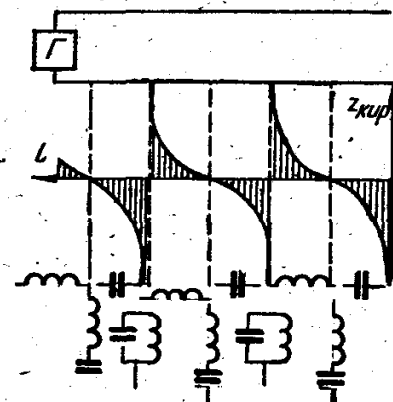
8.4 -rasm. $\lambda/4$ uzunlikli oxiri uzuq liniya kesmasi(a), undagi turg'un to'liqlar (b) va ekvivalent sxemasi (v).

8.5 - rasm. Uzunligi $\lambda/4$ dan katta, lekin $\lambda/2$ dan kichik uzuq liniya kesmasi (a), undagi turg'un to'liqlar (b) va ekvivalent sxemasi (v).

8.6 - rasm. Uzunligi $\lambda/2$ bo'lgan uzuq liniya kesmasi (a), undagi turg'un to'liqlar (b) va ekvivalent sxemasi (v).

Agar

liniya kesmasining uzunligi $\lambda/2$ dan kichik va $\lambda/4$ dan katta bo'lsa (8.5 -rasm, a), u holda liniyaning kirishidagi tok (8.5 -rasm, b) kuchlanishdan 90° ga orqada qoladi, bu hol induktiv qarshilikli zanjir uchun xarakterlidir. Bunday uzun liniya kesmasi induktivlikka ekvivalentdir (8.5 -rasm, v). Liniya kesmasining uzunligi $\lambda/2$ ga - yarim to'liqinli kesmasiga teng bo'lsa (8.6-rasm, a), liniyaning kirishida tok tuguni va kuchlanish do'ngligi bo'ladi (8.6 -rasm, b), demak, bu holda liniyaning kirish qarshiligi cheksizga teng, bu xol rezonans rejimida ideal parallel kontur



8.7- rasm. Oxiri uzuq liniya kirish qarshiligining uning uzunligiga bog'lanish grafigi

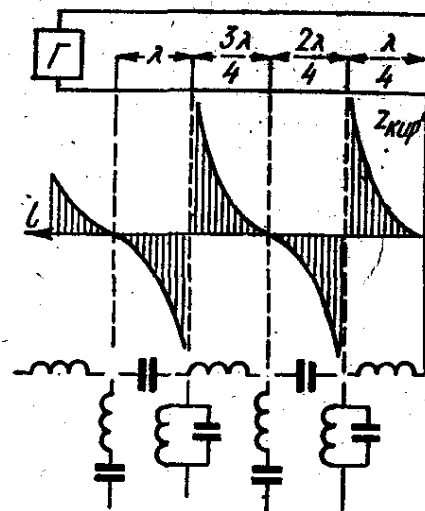
uchun xarakterlidir. Uchi uzuq uzun liniyaning yarim to‘lqinli kesmasi parallel tebranish konturiga ekvivalentdir (8.6 -rasm, v).

Agar liniya kesmasining uzunligi $\lambda/2$ dan katta, lekin $3\lambda/4$ dan kichik bo‘lsa, liniyaning kirish qarshiligi . yana sig‘imli bo‘ladi, agar liniya uzunligi $3\lambda/4$ ga teng bo‘lsa, u holda liniya ketma-ket tebranish konturiga ekvivalent bo‘ladi va hokazo.

Shunday qilib, uzun liniya kesmasining kirish qarshiligi uning uzunligiga bog‘liq va ideal liniya uchun noldan cheksigacha bo‘lgan chegarada o‘zgarishi mumkin. Bu bog‘lanish 8.7-rasmda grafik tarzda ko‘rsatilgan, bunda ordinata o‘qiga kirish qarshiligi Z_{kir} ning qiymati qo‘yiladi (noldan pastda — sig‘im qarshilik, noldan yuqorida— induktiv qarshilik).

Real liniyada aktiv qarshilikdagi isroflar hisobiga maksimumlar cheksizga teng bo‘lmaydi. Isroflari bo‘lgan real liniya uchun ($R \neq 0$) $R_{kir} = \rho^2/R$.

Amalda uchi uzuq liniya kesmalaridan tashqari, qisqa tutashtirilgan kesmalar keng ishlatiladi (8.8-rasm). Oldin ko‘rsatib o‘tilganidek, qisqa tutashtirilgan uchida kuchlanish tuguni va tok do‘ngligi bo‘ladi. Uzunligi $\lambda/4$ dan kichik bunday liniya kesmasi induktivlikka ekvivalentdir, chunki uning kirishiga o‘zgaruvchan e. yu. k manbasi ulanganda kuchlanish tokdan $1/4$ davrga(90° ga) o‘zib ketadi, bu esa induktivlik zanjir uchun xarakterlidir. Agar kesma uzunligi $\lambda/4$ ga teng bo‘lsa, u holda uning kirishida kuchlanish do‘ngligi va tok . tuguni bo‘ladi, ya’ni bunday kesma ketma-ket tebranish konturiga ekvivalent bo‘ladi. Uzun liniyaning qisqa tutashtirilgan kesmasi



8.8 - rasm. Oxiri ulangan liniya kirish qarshiligining uning uzunligiga bog‘lanish grafi

qarshiligi uning uzunligini o'zgartirilgandan keyingi o'zgarish xarakterini 8.7 -- rasmda kuzatish mumkin.

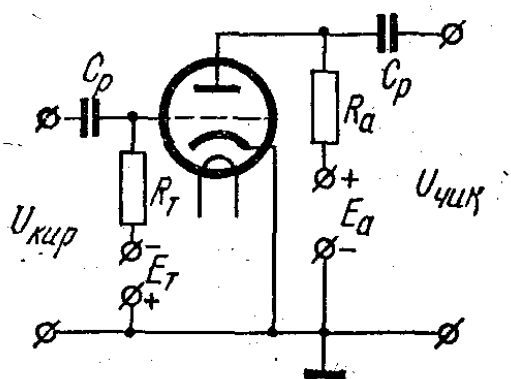
9- mavzu. ELEKTRON KUCHAYTIRGICHLAR

Reja

1.Kirish. 2.Rezistir – sig'imli kuchaytirgichlar.

1. Kirish. Elektr tebranishlar kuchaytirgichlar tok, kuchlanish, quvvat kabi elektr kattaliklarni kuchaytirish uchun maxsus mo'ljallangan qurilmadir. Kuchaytirgichlar haddan tashqari keng va turli-tuman jarayonlarda ishlatiladi, chunki ko'pincha signallarni kuchaytirishga ehtiyoj tug'iladi. Bunda ko'pincha shunchalik katta kuchaytirish talab qilinadiki, bunda bitta kuchaytirgich yetarli bo'lmaydi va bunday hollarda ularni bunga ketma-ket qilib ulanadi, natijada bir qancha kuchaytirish kaskadlaridan tuzilgaya kuchaytirgichlar bloki hosil bo'ladi.

Elektr tebranishlarni kuchaytirishning umumiy prinsipini tushuntirish uchun 9.1-rasmda ko'rsatilgan kuchaytirgichning sxemasini ko'rib chiqamiz. U vakuumli



9.1 -rasm. Sodda kuchaytirgichning sxemasi.

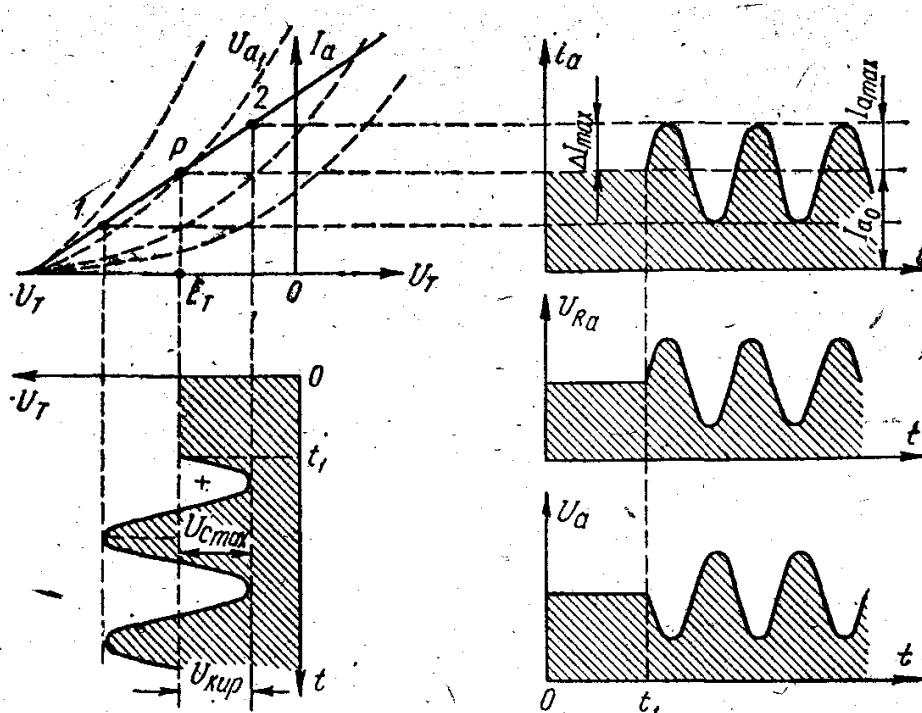
triod asosida yig'ilgan. Bu kuchaytirgich sxemasiga lampadan tashqari nagruzka R_a anodning ta'minlovchi manbai Yea , to'r siljish manbai Yet , ajratish kondensatorlari Sr , sirqish qarshiligi R_t ulangan.

Agar sxemaning kirishida signal kuchlanishi nolga teng bo'lsa ($U_{kir} = 0$), u holda triod orqali o'zgarimas tok I_{ao} o'tadi, uning kuchi anodni ta'minlovchi manba kuchlanishi Yea ga, nagruzka qarshiligi R_a ga, siljish kuchlanishi Et ga va lampa turiga bog'liq. Anod toki I_{ao} ni rostlash uchun, odatda, siljish kuchlanishi Yet o'zgartiriladi.

Agar triodning xarakteristikalariga nazar tashlasak (9.2-rasm), u holda berilgan I_{a0} va E_T qiymatlar uchun xarakteristikalardan bittasida R nuqtani topish mumkin, bu nuqta triodning tanlangan rejimiga to'g'ri keladi. Bu nuqtaning «ishchi nuqta» nomini olgan bo'lib, vaziyati Y_{ea} , R_a , E_T larning qiymatlariga bog'liq. Shunga ahamiyat berish kerakki, ish nuqtasi U_{a1} ga to'g'ri keluvchi xarakteristikada bo'ladi, bunda $U_{a1} < E_a$ bo'ladi, chunki kuchlanishning biror qismi U_a nagruzka qarshiligi R_a da isrof bo'ladi:

$$U_{a1} = E_a - U_{Ra}$$

Agar sxemaning kirishiga biror elektr signali berilsa, bu holda uning kuchlanishi U_{kir} siljish kuchlanishi Y_{et} ning ustiga tushadi va uni o'zgartiradi. Bu



9.2-rasm. Kuchaytirgichning ishlash prinsipini tushintiruvchi grafiklar.

o'zgarishlar 9.2-rasmda, pastga yo'naltirgan vertikal o'q t da ko'rsatilgan. Kirishda kuchlanishi U_{kir} o'zgariganda anod toki I_a qanday o'zgarishini kuzatamiz. Kuchlanish U_{kir} maksimal musbat qiymati U_{max} ga erishganda to'g'ri siljish

minimal bo‘ladi, tok esa eng katta bo‘ladi $I_{amax} = I_{a0} + \Delta I_{max}$, $U_{kir} = -U_{max}$ bo‘lgan holda surish maksimalga erishadi, tok esa eng kam bo‘ladi: $I_{amin} = I_{a0} - \Delta I_{max}$. Shunisi qiziqki, tok I_a xarakteristika bo‘yicha emas, balki dinamik xarakteristika deb ataluvchi xarakteristikaga (1-2 chiziq) moc holda o‘zgaradi. Bu xarakteristika statik xarakteristika U_{al} ga nisbatan anchagina yotiq, chunki anod toki o‘zgarganda nagruzka R_a dagi kuchlanish tushishi va anod kuchlanishi U_a o‘zgarmasdan qolmaydi. 9.2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, anod toki I_a kirish kuchlanishi U_{kir} ning o‘zgarish qonuni bilan o‘zgaradi. Demak, chikish kuchlanishi U_{chiq} ham shu qonunga bo‘ysunadi. Kirish va chiqish kuchlanishlarining fazalari qarama-qarshi, ammo signalning shakli saqlanib qoladi.

Agar chiziq 1—2 to‘g‘ri chiziq bo‘lmasa, u holda anod tokining shakli kirish kuchlanishining shaklidan farq qiladi, ya’ni kuchaytirgich noto‘g‘ri ishlaydi. Xato bo‘lmasligi uchun, ya’ni nuqta R to‘g‘ri chiziq chegarasida surilishi uchun tegishli ish rejimi (R_a , Y_{et} , Y_{ea} qiymatlari) va lampa tipi (ichki qarshilik R_i ,) tanlanadi.

Chiqish kuchlanishida o‘zgarmas tashkil etuvchi bo‘ladi, demak, signal nolga nisbatan emas, balki berilgan kuchlanish U_{a1} ga nisbatan o‘zgaradi. Masalan, kirish signali $U_{kir} = 0$ bo‘lsa, chiqish kuchlanishi $U_{chiq} = U_{a1}$ bo‘ladi. Bunga sabab shuki, agar $U_{kir} = 0$ bo‘lsa, lampa orqali I_{a0} tok o‘tadi. Chiqish signalining o‘zgarmas tashkil etuvchisini keyingi kuchaytirgichga yoki oxirgi qurilmalarga o‘tkazmaslik uchun ajratuvchi kondensatorlar S_r ulaniladi. .

Kuchaytirgichning asosiy parametri K kuchaytirish koeffitsientidir, u kuchaytirish xususiyatini xarakterlaydi va kuchaytirgich kuchlanish, tok yoki quvvatni necha marta kuchaytirishini ko‘rsatadi. Kuchaytirish. koeffitsientining son qiymati kuchlanish yoki tok bo‘yicha kuchaytirgich chiqishidagi kuchlanish yoki tok amplitudasining uning kirishidagi kuchlanish yoki tok amplitudasiga bo‘lgan nisbatiga teng, ya’ni

$$K_U = \frac{U_{\max.uu=}}{U_{\max.kup}}$$

yoki

$$K_I = \frac{I_{\max.uu=}}{I_{\max.kup}}$$

9.1-rasmda ko‘rsatilgan kuchaytirgichning kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsienta quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$K_U = \mu \frac{R_a}{R_a + R_i} = \mu \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_a}},$$

bu yerda μ — lampaning kuchaytirish koeffitsienti ($\mu = SR_i$),

S — lampa xarakteristikasining tikligi; R_i — lampaning ichki qarshiligi.

Eng oddiy kuchaytirgichning bitta kuchaytirish kaskadining kuchaytirish koeffitsienti nisbatan katta emas (10-100). Shuning uchun, yuqorida ta’kidlab o‘tilganidek, amalda bir nechta eng oddiy kuchaytirgichlardan tuzilgan ko‘p kaskadli kuchaytirgichlardan keng foydalaniladi. Ko‘p kaskadli kuchaytirgichlarning koeffitsienti har qaysi kaskad kuchaytirish koeffitsientlarining ko‘paytmasiga teng.

Kuchaytirgichlarning klassifikatsiyasi to‘g‘risida gapiradigan bo‘lsak, u holda ular qanday elementlar asosida qurilganligiga qarab, quyidagi kuchaytirgichlarni ajratib ko‘rsatish mumkin: lampali, yarimo‘tkazgichli, integral mikroshemali, elektr mashinali, releli, magnitli, molekulyar, paramagnitli, parametrik va boshqalar. Bu yerda faqat elektron kuchaytirgichlar: lampali va yarimo‘tkazgichli kuchaytirgichlargagina qisqacha ko‘rib chiqamiz.

Vazifasiga qarab hamma kuchaytirgichlarni ikkita asosiy sinfga bo‘lish mumkin: kuchlanish kuchaytirgichlari va quvvat kuchaytirgichlari.

Chastota belgisi bo'yicha, ya'ni qanday chastotalarda ishlashga mo'ljallanganiga qarab kuchaytirgichlarni past chastotalar kuchaytirgichlari (PChK) va yuqori chastotalar kuchaytirgichlari (YuChK) bo'ladi.

Nagruzka sistemalari qarshiliklarining xarakteri bo'yicha rezistor-sig'imli va rezonansli kuchaytirgichlarga ajratish qabul qilingan.

Rezistor-sig'imli tranzistorli kuchaytirgichlarda kollektor zanjirida, odatda, nagruzka sifatida sof aktiv qarshilik (rezistor), drossel yoki transformator ishlatiladi. Bular mos holda rezistorli, drosselli yoki transformatorli kuchaytirgichlar deb ataladi,

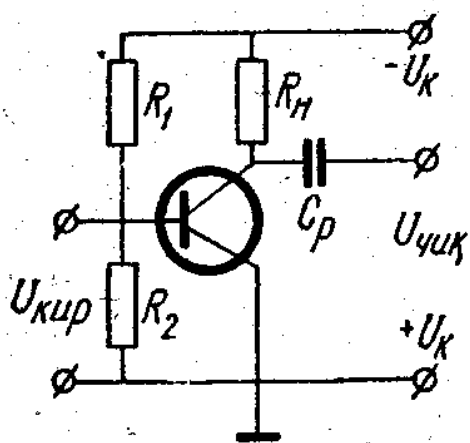
Rezonansli kuchaytirgichlarning kollektor (anod) nagruzkasi yakka tebranish konturi yoki bog'langan tebranishlar sistemasi ko'rinishida bo'ladi. Rezonanslilarga yana polosali kuchaytirgichlar deb ataladigan kuchaytirgichlar ham kiradi, ularning anod zanjiriga polosa filtri ulanadi.

Kuchaytirgichning eng muhim xarakteristikasi bo'lib chastota xarakteristikasi hisoblanadi, u kuchaytirish koeffitsientining chastotaga bog'liqligini aks ettiradi.

Rezistor-sig'imli kuchaytirgichlarda kuchaytirish koeffitsienti keng chastotalar diapazonida kuchaytirilayotgan tebranishlar chastotasiga deyarli bog'liq bo'lmaydi va bu diapazonda deyarli o'zgarmasligicha qoladi.

Rezonansli kuchaytirgichlarda kuchaytirish koeffitsienti kuchaytirilayotgan tebranishlar chastotasiga juda kuchli bog'liq va nagruzka sistemasi sozlangan rezonans chastotada maksimumga erishadi. Polosali kuchaytirgichda kuchaytirgich koeffitsienti deyarli o'zgarmas va nagruzka sistemasi sozlangan ma'lum polosalar chastotasida maksimal qiymatga ega bo'ladi va bu polosa chegarasidan tashqarida keskin kamayadi.

2. REZISTOR-SIG'IMLI KUCHAYTIRGICHLAR. Oldingi paragrafda eslatib



o'tilganidek, rezistor-sig'imli kuchaytirgichyaing kuchaytirish koeffitsienti chastotaga kam bog'liqdir. Bunga sabab shuki, bu turdagi kuchaytirgichning nagruzkasi yo rezistordan yoki drossellar (transformatorlar) dan iborat bo'ladi va ular rezonans chastotasidan juda katta farq

qiladigan chastotalarda ishlaydi.

Lampali rezistor-sig'imli kuchaytirgichning rezistorli sxemasi 9.1-rasmda keltirilgan, unga o'xshash, ammo yarimo'tkazgichli tranzistorli sxemasi esa 9.3-rasmda tasvirlangan.

Agar ikkala sxema taqqoslansa, ular umuman bir xil ekanligini bilish qiyin emas, ya'ni ularda deyarli hamma elementlar bir-biriga o'xshash. Albatta, farq ham bor: avvalo, aktiv elementlar har xil, keyingi sxemada esa ta'minlovchi manba boshqacha (kichik kuchlanishli), ularning ulanishi boshqacha qutbiylikda (ammo bu faqat p- n -p - tipdagi tranzistor uchun, xolos), bundan tashqari, tranzistorli elementlardan yig'ilgan kuchaytirgichlarda qizdirish zanjiri yo'q va bu yerda qizdirgichni ta'minlovchi manba kerak emas. Rezistorlar R_1 va R_2 ning ma'lum qiymatlarini tanlab, kuchaytirgichning ish rejimi (ishchi nuqtasining vaziyati) beriladi. Tranzistorli kuchaytirgichlar kuchaytiriladigan signalni uncha katta bo'lmagan buzish bilan kuchaytiradi, ammo ularda kuchaytirish koeffitsienti ko'pincha yetarli bo'lmaydi.

Pentodli kuchaytirgichlarda anchagina yuqori kuchaytirish koeffitsientni olishga erishiladi. Bunday kuchaytirgichning sxemasi 9.4-rasmda ko'rsatilgan.

Nagruzka sifatida bu yerda rezistor ko'rsatilgan, holbuki drossel yoki transformator ham ulash mumkin.

Pentodli kuchaytirgichda ekran to'ri anoddagi kuchlanishdan kichik o'zgarmas musbat kuchlanish ostida bo'ladi. Ekran to'riga qarshilik R_t orqali kuchlanish beriladi, bu yerda ekran to'ri zanjiri orqali o'tuvchi tok hisobiga ortiqcha kuchlanish yo'qotiladi. Tokning o'tish yo'li: $+E_a$ dan, R_{t2} orqali ekran to'riga, keyin katodga va R_k qarshilik orqali korpusga (ya'ni — $Y_e a$ ga). Ekran to'ridagi kuchlanish o'zgarmas bo'lishi va anod tokiga bog'liq bo'lmasligi uchun sxemaga kondensator S_2 kiritilgan bo'lib, u kuchlanish pulsatsiyasini silliqlaydi (ekran tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisini korpusga ulaydi).

Pentodli kuchaytirgich uchun kuchaytirish koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

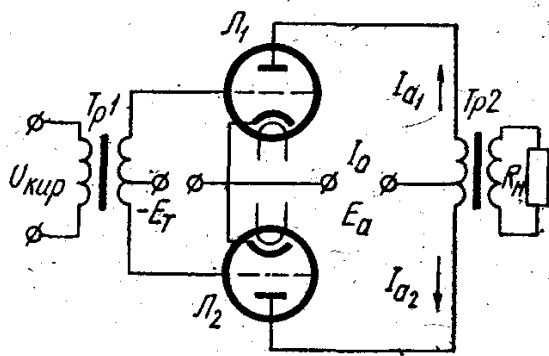
$$K_U = \mu \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_a}} = \frac{S R_i R_a}{R_a + R_i}$$

Agar oxirgi ifodaning maxrajidagi R_a ning qiymati hisobga olinmasa (pentodda u $R_i \gg R_a$), u holda soddalashtirilgan formulani hosil kilamiz: $k = S R_a$.

Sxemada to'rda avtomatik siljish hosil qilish ko'zda tutilgan. Buning uchun katod zanjiriga rezistor R_k va kondensator S_k ulangan. Katod toki rezistor R_k orqali o'tib, unda kuchlanish tushuvi vujudga keltiradi va katod potentsiali ko'prok musbat bo'lib qoladi. Kirish signalini kuchaytirganda katod toki o'zgaradi, unda yuqori chastotali tashkil etuvchi paydo bo'ladi, ammo katod potentsiali o'zgarmas bo'ladi, chunki yuqori chastotali tashkil etuvchi sig'im S_k orqali o'tib ketadi. Shunday qilib, katod zanjiridagi rezistor R_k orqali o'tuvchi anod va ekranlovchi to'r toklarining o'zgarmas tashkil etuvchilari hisobiga lampaning to'ridagi manfiy siljish kuchlanishi Yet hosil qilinadi. Bu kuchlanish lampaning boshqaruvchi to'riga sirqish karshiligi R_t orqali beriladi.

Quvvat kuchaytirgichlari, odatda, oxirgi kaskadlarga o'rnatiladi va elektr signallarini quvvat bo'yicha ma'lum darajagacha kuchaytirish uchun xizmat qiladi, ya'ni ularda signalni ham kuchlanish bo'yicha, ham tok bo'yicha kuchaytirish ta'miqlanishi keraq.

Quvvat kuchaytirgichlari rezistor-sig'imli va rezonansli bo'lishi mumkin: bularning birinchisi, asosan tovush chastotali tebranishlarni (yoki videochastotani) kuchaytirish uchun radiopriyomniklarning chiqish kaskadlarida va radiopredatchiklarda modulyator sifatida ishlatiladi, ikkinchisi esa radiouzatgichlarda, yuqori chastotali generatorlarning chiqish va oraliq kaskadlarida ishlatiladi. Bu yerda faqat rezistor-sig'imli quvvat kuchaytirgichlar ko'riladi, xolos.



9.5- rasm. Quvvat kuchaytirgichning ikki taktli sxemasi.

Rezistor-sig'imli quvvat va kuchlanish kuchaytirgichlarining elektr sxemalari va ishlash prinsiplari bir-biriga o'xshash, va asosan, elektron lampalarning (tranzistor-larning) ishlash rejimi va tiplari bilan farq qiladi. Tabiiyki, bu yerda nisbatan katta toklarning o'tishini ta'minlovchi quvvatli lampalar va tranzistorlar ishlatiladi. Transformatorli quvvat kuchaytirgichlarida, ko'pincha,

ikki taktli sxema ishlatiladi (9.5-rasm). Bunday sxemalarda kuchlanish lampaning to'riga kirish transformatori Tr1 dan qarama-qarshi fazada beriladi. Shuning uchun lampalarning anod toklari I_{a1} va I_{a2} qarama-qarshi fazada bo'ladi, bunda:

$$I_{a1} = I_0 + I_m \sin\Omega t,$$

$$I_{a2} = I_0 - I_m \sin\Omega t,$$

bunda I_0 — har qaysi lampa anod tokining o‘zgaras tashkil etuvchisi; Ω —signal chastotasi.

Ta’minlovchi manbadan qabul qilayotgan umumiy tok vaqtning istalgan paytida

$$I_{a1} + I_{a2} = 2I_0$$

Binobarin, anod tokining o‘zgaruvchan tashkil etuvisi ta’minlash manbai orqali o‘tmaydi. Bu sxemaning afzalligidir, chunki ta’minlash manbaini blokirovka qiluvchi kondensatorga ehtiyoj qolmaydi. Nagruzka R_n ning I_n toki transformator o‘zagidagi magnit oqimiga proporsional, ya’ni I_{a1} va I_{a2} toklar ayirmasiga proporsionaldir (sxemada ko‘rinib turibdiki, bu toklar transformator Tr_2 ning birlamchi chulg‘amida qarama-qarshi yo‘nalgan).

Shunday qilib,

$$I_n = (I_{a1} - I_{a2}) = 2kI_m \sin\Omega t$$

bunda k — proporsionallik koeffitsienti.

Binobarin, lampalar anod tokining o‘zgaras tashkil etuvchisi transformatorida bo‘lmaydi. Demak, shu tufayli chiqish transformatori konstruksiyasini yengillashtirish mumkin.

Ikki taktli kuchaytirish sxemalarining bir taktli kuchaytirish sxemalariga nisbatan afzalliklariga yana quyidagilarni kiritish mumkin: foydali ish koeffitsienti yuqori (bu ayniqsa kuchaytirgichlarda juda muhim), anod kuchlanishining pulsatsiyasiga sezgirligi kam, signalning nohiziqiy buzilishi kam. Lekin ikki taktli sxema lampalar va tranzistorlar parametrlari va xarakteristikalari bo‘yicha mumkin qadar yaxshi tanlanishini talab qiladi.

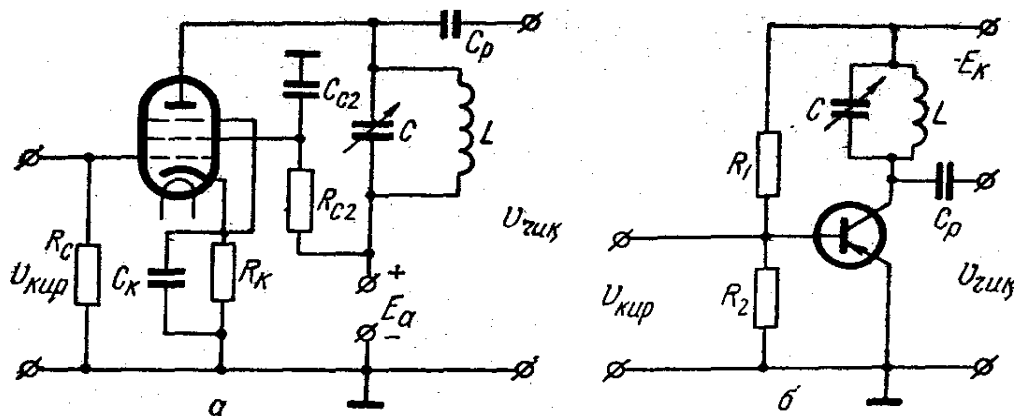
10-mavzu.

YuQORI CHASTOTALI KUCHAYTIRGICHLAR

Reja

1. Yuqori chastotali kuchaytirgichlar va ish rejim tanlash.

1. Yuqori chastotali kuchaytirgichlar. Yuqori chastotali kuchaytirgichlar anod yoki kollektor zanjiriga ulangan nagruzkasiga qarab, ular rezonansli va polosali kuchaytirgichlarga bo'linadi. Rezonansli kuchaytirgichlarda anod nagruzkasi sifatida tebranish konturidan foydalaniladi (10.1-rasm). Shuning uchun kuchaytirgichning chastota xarakteristikasi yaqqol ifodalangan rezonans xarakteriga ega. Kontur kondensatorini qayta sozlab, kuchaytirgichning o'tkazish polosasining vaziyati chastotalar o'qida



10.1- rasm. Lampali (a) va tranzistorli (b) rezonans kuchaytirgichlarning sxemasi.

o'zgartirish, ya'ni f_1 , f_2 yoki f_3 chastotalardagi signallarni kuchaytirish mumkin.

Rezonans kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti

xuddirezistor-sig'imli kuchaytirgichlarniki kabi aniqlanadi. Pentodli kuchaytirgich uchun:

$$K = Sz$$

bunda S — pentod xarakteristikasining tikligi;

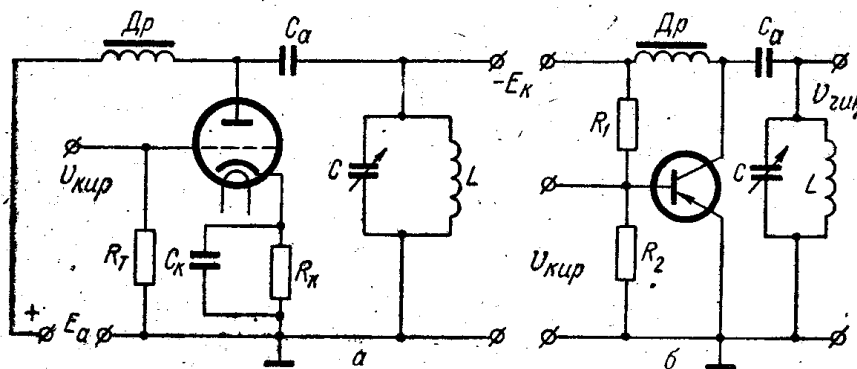
z — tebranish konturining ekvivalent qarshiligi.

Ekvivalent qarshilik z rezonans chastotada eng katta bo'lgani uchun bu chastotada kuchaytirish koeffitsienti ham maksimal bo'ladi.

10.2-rasmda ko'rsatilgan kuchaytirish sxemalarida tebranish konturi ta'minlovchi manba. va lampa (a) yoki tranzistor (b) o'zaro ketma-ket ulangan. Bu sxemalarning kamchiligi shuki, o'zgaruvchan sig'imli kondensator yuqori kuchlanish ostida bo'ladi.

Tebranish konturi, lampa yoki tranzistor va ta'minlovchi manba parallel ulangan kuchaytirgichlar sxemasi 10.2 - rasm, a va b da ko'rsatilgan.

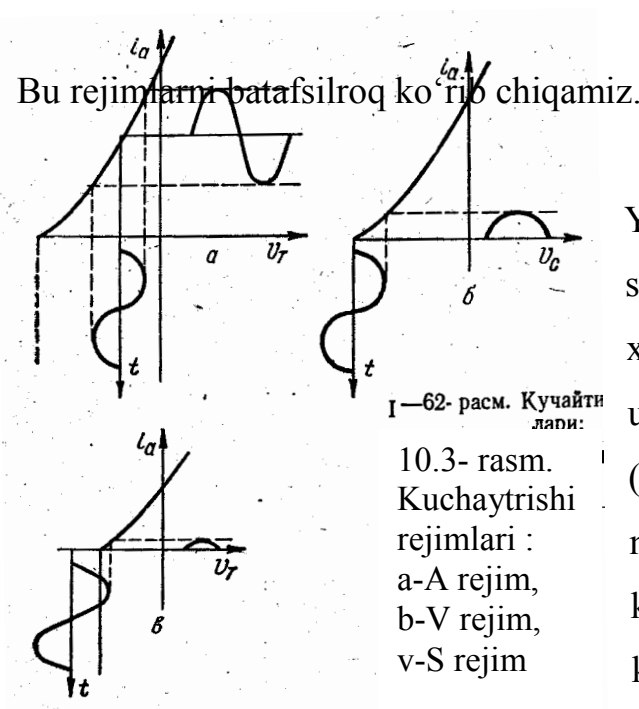
Bu yerda o'zgaruvchan sig'imli kondensatorning rotori korpusga ulangan va nol potensial ostida bo'ladi. Sxemalarning kamchiligi shuki, parallel ulangan lampa yoki tranzistor va ta'minlovchi manba konturni ketma-ket sxemaga nisbatan juda ko'p shuntlaydi. Bundan, tashqari, qushimcha elementlar: ta'minlovchi manbadan o'zgarimas tokning induktivlik L orqali korpusga o'tishiga tusqinlik qiluvchi kondensator S_a va anod tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisini (foydali signalni) ta'minlovchi manbaga o'tkazmaydigan drossel D_r kerak.



10.2- rasm. Lampali (a) va tranzistorli (b) larning anod va kollektor zanjiriga parallel oʻlangan rezonans kuchaytirgichlar sxemasi.

Rezonansli kuchaytirgichlar, xuddi rezistor-sigʻimli kuchaytirgichlarga oʻxshash, kuchlanish kuchaytirgichlari va quvvat kuchaytirgichyaariga boʻlinadi, ular lampalarning tipi va ularning ish rejimlari bilan farq qiladi (bu yerda ham quvvat kuchaytirgichlari uchun anod toklari va anoddagi ruhsat etilgan sochilish quvvatlari katta boʻlgan quvvatli lampalar tanlanadi).

Rezonansli kuchaytirgichning uchta xarakterli ish rejimini farq qilish qabul qilingan: A rejim (tokni otsechka qilmasdan); V rejim (otsechka burchagi $\theta=180^\circ$) va S rejim otsechka burchagi $9 < 90^\circ$).



A rejimda siljish kuchlanishi Yes ni shunday tanlanadiki, kirish signali U_{kir} ning amplitudasi xarakteristikaning toʻgʻri chiziqli uchastkasidan tashqariga chiqmasin (10.3-rasm, a). Bu rejimda nochiziqli buzilish sezilarsiz, lekin kuchaytirgichning f. i. k juda kichik, chunki lampa orqali nisbatan katta oʻzgarmas tok, hatto

kirish signali boʻlmagan holda ham oʻtadi. Bunday rejim kuchlanish kuchaytirgichlariga va tovush chastotali quvvat kuchaytirgichlariga (minimal buzilish bilan ishlash kerak boʻlgan joylarda) xarakterlidir.

V rejimda siljish kuchlanishini lampaning yopiq kuchlanishiga teng qilib tanlanadi (10.3-rasm, b). Bu holda anod toki kuchaytirilayotgan tebranishlarning

faqat bitta yarim davri davomida o'tadi (to'la davr 360° ni tashkil etadi, lampa esa faqat 180° chegarasida ishlaydi). Shuning uchun bu rejimni otsechka burchagi $\theta = 180^\circ$ li rejim deb ataladi. Bu yerda f. i. k A rejimdagiga nisbatan juda yuqori, chunki anod tokining o'zgarmas tashkil etuvchisi kam. Bu rejimdan yuqori chastotali quvvat kuchaytirgichlarida (generatorlarda) foydalaniladi. Bunday kuchaytirgichning tebranish konturida katta quvvatli elektr tebranishlari bo'ladi, shu tufayli bu lampa orqali, demak, kontur orqali anod tokining o'tishi hisobiga har bir davrda energiya isrofining o'rni to'ldirib turiladi.

S rejimda siljish kuchlanish triodning yopiq potensialidan katta qilib olinadi. Shunisi ham borki, triod kuchaytirilayotgan tebranishlar davrining faqat 90° (yoki 90° dan kichik), davomida ochiq bo'ladi, ya'ni bu yerda otsechka burchagi $0 < 90^\circ$. Bu rejimda f. i. k eng katta. S rejimdan xuddi V rejim kabi, rezonans konturli yuqori chastota quvvat kuchaytirgichlarida va generatorlarda foydalaniladi.

V va S rejimlar faqat elektr tebranishlarini kuchaytirish uchun emas, balki chastotani kupaytirish uchun ham yaroqlidir. Bu maqsadda anod konturini kirish signali tebranishlar chastotasidan ma'lum son (ikki, uch va hokazo) marta ortiq bo'ladigan chastotaga sozlash keraq Konturda o'zi sozlangan chastotali tebranishlar paydo bo'ladi, energiya isrofchiligi esa har bir terbanishlar davrida to'ldirilmay, balki ikki, uch va hokazo davrdan keyin to'ldiriladi. Lekin ko'paytirish koeffitsienti qancha katta bo'lsa, kuchaytirish koeffitsienti, kuchaytirish kaskadining chiqishidagi quvvat va uning f. i. k shuncha kichik bo'ladi.

Polosali kuchaytirgichlarda nagruzka bo'lib, bog'langan kontur xizmat qiladi. Bu kuchaytirgichlar qandaydir ma'lum chastotadagi signallarni kuchaytirish uchun ishlatiladi va ularni ishlab chiqarishda shu chastotaga sozlanadi. Ularning o'tkazish kengligi, yuqori chastotali kuchaytirgichlarnikiga qaraganda keng, chastota xarakteristikalarining yon yoqlari tikroq, balandligi esa anchagina qiya.

Murakkab, ko‘p konturli filtrlar ishlatilganda kuchaytirgichning chastota xarakteristikasi deyarli P-simon bo‘ladi. Bu ayniqsa rezonansga yaqin chastota signallardan sozlash kerak bo‘ladigan yerlarda qimmatlidir.

11-mavzu. ELEKTRON GENERATORLAR

Reja

1. Umumie tushunchalar. 2. Avtogeneratorlar

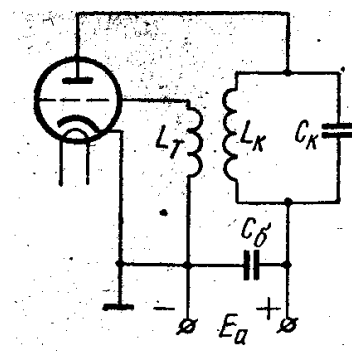
1. Umumie tushunchalar.Elektr tebranishlari generatorlari — o‘zgarmas tok energiyasini o‘zgaruvchan tok energiyasiga, ya’ni turli shakldagi va chastotadagi elektr tebranishlariga o‘zgartishiga mo‘ljallangan qurilmalardir. Ular aloqa texnikasida (radiouzatgichlarda, radiopriyomniklarda va boshqalarda) keng qo‘llaniladi.

Uyg‘otish prinsipiga asosan tashqi uyg‘otuvchilar ta’sirisiz ishlaydigan o‘z-o‘zidan uyg‘otishli generatorlar - avtogeneratorlar va tashqi uyg‘otishli (mustaqil) generatorlar bo‘linadi.

Generatsiyalanadigan tebranishlarning shakliga ko‘ra sinusoidal, to‘g‘ri to‘rtburchaklik shaklidagi, arrasimon va hokazo tebranishlar generatorlariga ajratiladi.

Generatsiyalanadigan tebranishlarning chastotasiga ko‘ra yuqori va past chastotali generatorlarga bo‘linadi.

O‘z-o‘zidan uyg‘otishli generatorlarning ishlash prinsipini tushuntirish uchun 11.1-rasmdagi soddalashtirilgan sxemani ko‘rib chiqamiz. Bu sxema oddiy kuchaytirgich sxemasidan asosan



11.1- rasm. Avtogeneratoring soddalashtirilgan sxemasi

musbat teskari bogʻlanishi bilan farq qilishini koʻrish qiyin emas. Bu bogʻlanish koeffitsientining qiymati kritik qiymatidan kattaligi bilan xarakterlidir. Bu yerda tebranish konturi anod zanjiriga ulangan, teskari bogʻlanish signali esa L_t gʻaltakdan toʻrga oʻtadi.

Tebranishlarning generatsiyalanish jarayoni sodir boʻlishi uchun tebranish sistemasining muvozanati buzilishi kerak. Bu hol sistema ulanishi bilan oʻz-oʻzidan hosil boʻladi. Tok Y_{e_a} batareyadan S_k kondensator va lampa (bu lampa ochiq, chunki toʻrdagi kuchlanish hozircha nolga teng) orqali oʻtadi. Kondensator tez zaryadlanadi va konturda erkin tebranishlar boshlanadi. Bir vaqtning oʻzida tok bir qismining Y_{e_a} batareyadan L_k gʻaltak orqali oʻtadigan zanjiri hosil boʻladi, ammo, induktivlik orqali tok sekin ortadi va manbani ulash paytida uni hisobga olmasa ham boʻladi.

Shunday qilib, elektr muvozanat buzilishi natijasida konturda

$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L_k C_k}}$$

chastotali erkin elektr tebranishlar boshlanadi.

Bu tebranishlar konturda f_0 chastota bilan oʻzgaradigan (ularning qiymatlari odatda juda ham kichik) oʻzgaruvchan boshlagʻich tok I_k va U_k kuchlanish paydo boʻlishi bilan xarakterlanadi.

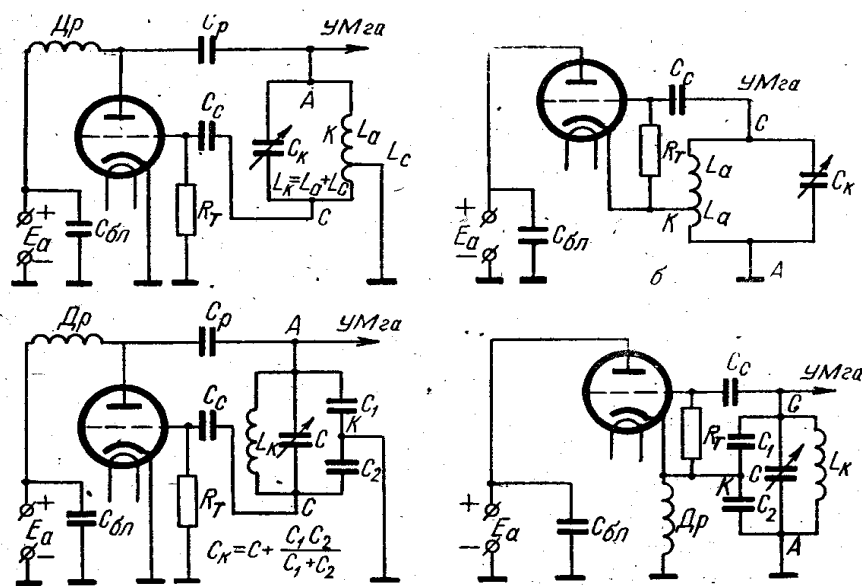
Ik tok L_k induktiv gʻaltakdan oʻtib, unda va uning atrofida oʻzgaruvchan magnit maydon hosil qiladi. Bu maydon lampa toʻriga ulangan L_t induktivlik gʻaltagiga taʼsir qilib, unda f_0 chastota bilan oʻzgaradigan y_{e_s} oʻzgaruvchan elektr yurituvchi kuchni hosil qiladi. Natijada bu gʻaltakda va binobarin, lampa toʻrida oʻsha chastotali oʻzgaruvchan U_s kuchlanish hosil boʻladi (uni amalda y_{e_s} elektr yurituvchi kuchga teng deb hisoblash mumkin). U_s kuchlanish lampaning anod zanjirida tokni f_0 chastota bilan oʻzgartiradi. Bu tokning i_{a1} oʻzgaruvchan tashkil etuvchisi (oʻsha f_0 chastotali) $L_k C_k$ tebranish konturidan oʻtib, unda boshlangʻich

erkin tebranishlar taktiga mos qo‘shimcha elektr energiya (L_t g‘altak to‘g‘pu ulanganda) hosil qiladi. Agar bu qo‘shimcha energiya konturdagi energiya sarfini to‘la kompensatsiyalasa, u holda hosil bo‘lgan erkin tebranishlar, boshlang‘ich paytda kuchsiz bo‘lib, quvvati jihatidan ma‘lum chegara qiymatgacha juda tez ortadi, bu hol berilgan anod kuchlanishida lampaning egri chiziqli xarakteristikasi bilan bog‘liq va tebranishlar f_0 chastotali turg‘un so‘nmas tebranishlarga aylanadi. Bu holda generator o‘z-o‘zidan uyg‘otildi deb gapiriladi.

2. AVTOGENERATORLAR. 11.1-rasmda keltirilgan ketma-ket ta‘minlanadigan va transformator teskari bog‘lanishli avtogenerator sxemasi manbaning va teskari bog‘lanishning ulanish usullaridan faqat bittasi haqida tasavvur beradi (lekin bu usul aslida yagona emas).

Ta‘minlash manbaini 11. 1-rasmda ko‘rsatilganidek parallel ulash ham mumkin. Bu yerda anod tokining o‘zgarmas va o‘zgaruvchan tashkil etuvchilari bo‘linadi va tebranish konturining elementlari yuqori kuchlanish ta‘sirida bo‘lmaydi.

11.2-rasmda avtogeneratorlar sxemalarining turli usullarda ulanishi keltirilgan. a



11.2- rasm. Avtotransformator a, b va sig‘im (v, g) bog‘lanishli generatorlarning sxemalari

va b sxemalardan ko‘rinishicha, musbat teskari bog‘lanish kuchlanishi to‘rga g‘altak qismidan uzatilishi mumkin- transformatorli teskari bog‘lanish yoki v va g sxemalardan ko‘rinishicha, S_1S_2 sig‘im taqsimdagichdan uzatilishi mumkin -sig‘im teskari bog‘lanish. Bunday sxemalar uch nuqtaali sxemalar deb ataladi, chunki ularda tebranish konturi lampaga (yuqori chastota bo‘yicha), uch nuqtada ulangan: A — anodga, K —katodga, S —to‘rga. Masalan, b sxemada tebranish konturi katodga g‘altak qismi orqali, anodga va ajratuvchi S_{bl} kondensator (yuqori chastotali toklar uchun uning qarshiligi kichik) orqali, to‘rga esa S_s kondensator orqali ulangan.

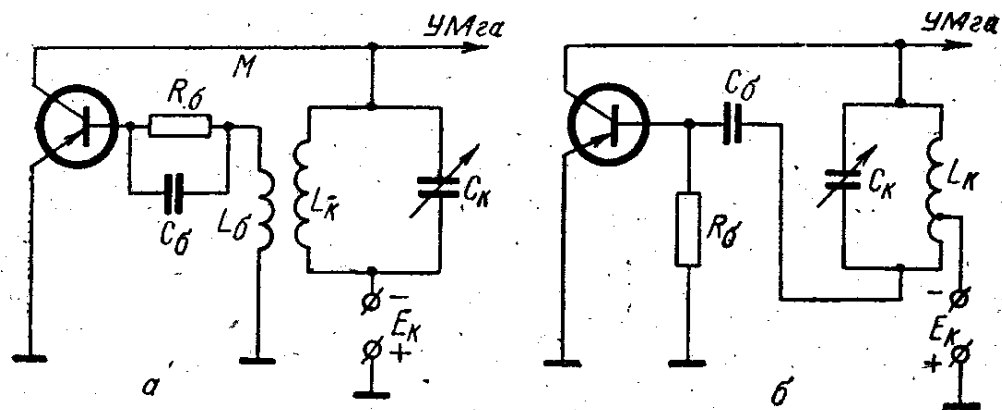
Bu sxemalarning hammasida to‘r zanjiriga R_t rezistor va S_s kondensator kiritilgan bo‘lib, ular to‘rda avtomatik siljish kuchlanishini hosil qilish uchun mo‘ljallangan. To‘r toki ta‘sirida R_t rezistorda siljish kuchlanishi hosil bo‘ladi, bu kuchlanishning pulsatsiyasi esa S_s kondensator tomonidan tekislanadi.

Agar avtogeneratorlarning sxemalari diqqat bilan ko‘zdan kechirilsa, tebranish konturi yerga goh K nuqtada, goh A nuqtada ulanganini, lampada esa yuqori chastota bo‘yicha korpus bilan anod yoki katod ulanganini ko‘rish mumkin. Bu belgilariga ko‘ra umumiy anodli (anod yerga ulangan) va umumiy katodli (katod yerga ulangan) avtogenerator sxemalari bo‘ladi. Umumiy to‘rli sxemalar ham bo‘lishi mumkin, ammo ular o‘ta yuqori chastotalarda qo‘llanilgani uchun bu yerda ko‘rib o‘tilmaydi.

11.3-rasm, a va b da tranzistorlarda ishlaydigan avtogeneratorlarning sxemalari ko‘rsatilgan. Rasmdan ko‘rinishicha ular lampada ishlaydigan avtogeneratorlarning sxemalariga o‘xshashdir. Bu yerda anod vazifasini kollektor, katod vazifasini-emitter, to‘r vazifasini-baza bajaradi.

Siljish kuchlanishini R_b C_b zanjir hosil qiladi. Odatda, tranzistorlarda ishlaydigan avtogeneratorlarda umumiy emitterli sxemadan foydalaniladi.

Avtogenerator uyg‘otilishi uchun L_c g‘altakni to‘g‘ri, ya‘ni ma‘lum tartibda ulash zarurligi yuqorida eslab o‘tilgan edi (11.1-rasmga qarang). Anodda kuchlanish kamaygan paytda to‘rda kuchlanish ortsa, L_t g‘altak to‘g‘ri ulangan deb tushuniladi. Bu shart fazalar balansi sharti deb yuritiladi. Bu shartga rioya



qilinganda anod tokining pulsatsiyasi konturdagi tebranishlar taktiga mos keladi va energiya isrofi vaqtning kerakli paytlarida to‘ldiriladi. 11.2-rasmda keltirilgan sxemalarda bu shart teskari bog‘lanish elementining to‘r qismlariga—lampaning katodga to‘g‘ri qutblilikda ulanishi orqali amalga oshiriladi.

Biroq, faqat fazalar balansi shartining to‘g‘ri bajarilishi avtogeneratorning o‘z-o‘zidan uyg‘otilishi uchun yetarli emas. Bundan tashqari, konturdagi energiyaning bu isrofi tebranish taktiga mos ravishda to‘ldirilishi, shu bilan birga konturga manbadan uzatiladigan energiya miqdori konturdagi energiya isrofi miqdoridan kam bo‘lmasligi kerak. Amplituda balansi sharti deb yuritiladigan bu shartga rioya qilish 1-54-sxemada L_c va L_k g‘altaklar orasidagi masofaga bog‘liq

11.3- rasm. Tranzistorli avtogeneratorlarning sxemalari

bo‘lgan, 11.2-sxemalarda esa L_c va L_a g‘altaklar o‘ramlarning nisbatiga yoki C_1 va C_2 sig‘imlar nisbatiga bog‘liq bo‘lgan teskari bog‘lanish ko‘effitsientining qiymatini tanlash bilan amalga oshiriladi.

Teskari bogʻlanish koeffitsientining sxemada turgʻun oʻz-oʻzidan uygʻotilish sodir boʻlishi uchun zarur minimal qiymatli kuchaytirish koeffitsientli lampaga va tebranish konturining parametrlariga bogʻliq. Kritik bogʻlanishda generator uygʻotiladi, lekin generatsiyalanadigan tebranishlarning amplitudasi juda kichik boʻladi. Shu sababdan teskari bogʻlanish koeffitsienti doim kritik qiymatdan katta boʻlishi kerak. Avtogenerator taʼminlash manbaidan maʼlum bir R_0 quvvat oladi. Uning bir qismi tebranish quvvati R_k ga aylanadi, bir qismi anodda tarqaladi, yaʼni foydasiz sarf boʻladi, bundan tashqari, quvvatning bir qismi aktiv induktiv qarshilikda va kontur sigʻimida isrof boʻladi. Tebranish quvvatining beriladigan butun quvvatga nisbati avtogeneratorning foydali ish koeffitsienti boʻladi:

$$\eta = \frac{P_k}{P_0}$$

Foydali ish koeffitsienti lampaning qaysi bir rejimida ishlashiga, yaʼni siljish kattaligiga bogʻliq. Siljish nolga teng boʻlganda foydali ish koeffitsienti kichik, shu sababdan koʻpchilik avtogenerator sxemalarida avtomatik siljish koʻzda tutilgan.

12. Mavzu. IMPULSLI GENERATORLAR

Reja

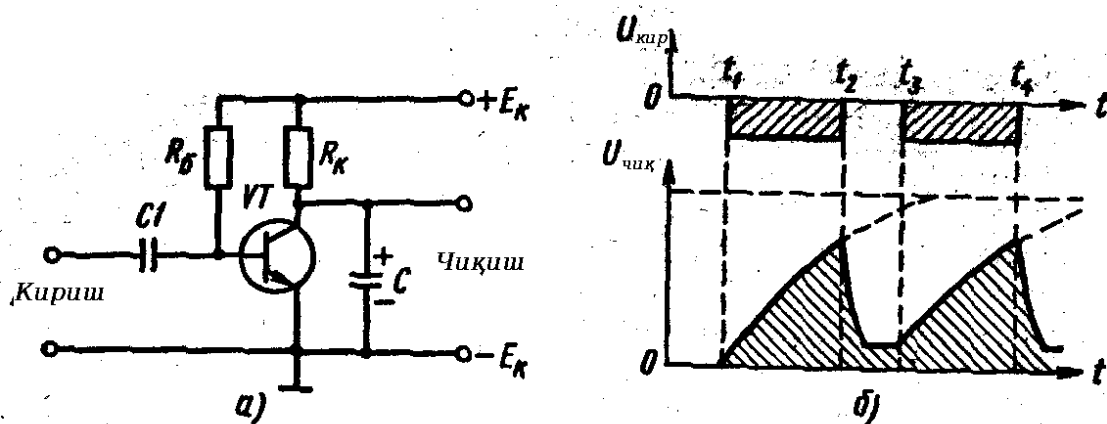
1. Relaksasion generatorlar. 2. Multivibratorlar. 3. Triggerlar.

1. Relaksasion generatorlar. Radioelektronika, ayniqsa televidenie, hisoblash texnikasi va fototelegraf aloqada toʻgʻri toʻrtburchak shaklidagi va arrasimon elektr tebranishlaridan keng foydalaniladi.

Toʻgʻri burchak shaklidagi kuchlanish hosil qilish uchun maxsus qurilmalar multivibratorlar va arrasimon kuchlanish generatorlar ishlatiladi. Biz bu yerda oldin televizion va radiolokatsion qurilmalarning elektron nurli trubkalarida elektron nur yoyilmasini olish uchun keng qoʻllaniladigan qurilmalardan biri

arrasimon kuchlanish generator sxemasini ko‘rib o‘tamiz (12.1- a-rasm). Arrasimon deyilishiga asosiy sabab, kuchlanish yetarli darajada chiziqli ortadi, so‘ng oldingi qiymatiga keskin qaytadi. Arrasimon kuchlanish kondensatorni razryadlanish hisobiga olinadi.

Deylik, kirish signali bo‘lmaganda, VT tranzistor to‘yinish rejimida bo‘lsin. Unda kondensator S dagi kuchlanish to‘yingan tranzistorning kollektor va emitterlar orasidagi kuchlanishiga teng. Generator kirishiga teskari qutbli to‘g‘ri burchakli impulsni kelishi bilan tranzistor yopiladi va S kondensator R_k zaryad rezistor orqali kollektor manbaidan zaryadlanish boshlaydi. Kirish impulsining ta‘hiri to‘xtagandan so‘ng VT tranzistor ochiladi va S kondensator tranzistor orqali nisbatan tez razryadlanishi yuz beradi. Arrasimon impuls davomiyligi kirish to‘g‘ri burchakli impuls davomiyligiga (11.1-rasm, b) teskari yo‘l davomiyligi –tranzistor orqali kondensatorni razryadlanish vaqtiga bog‘liq.

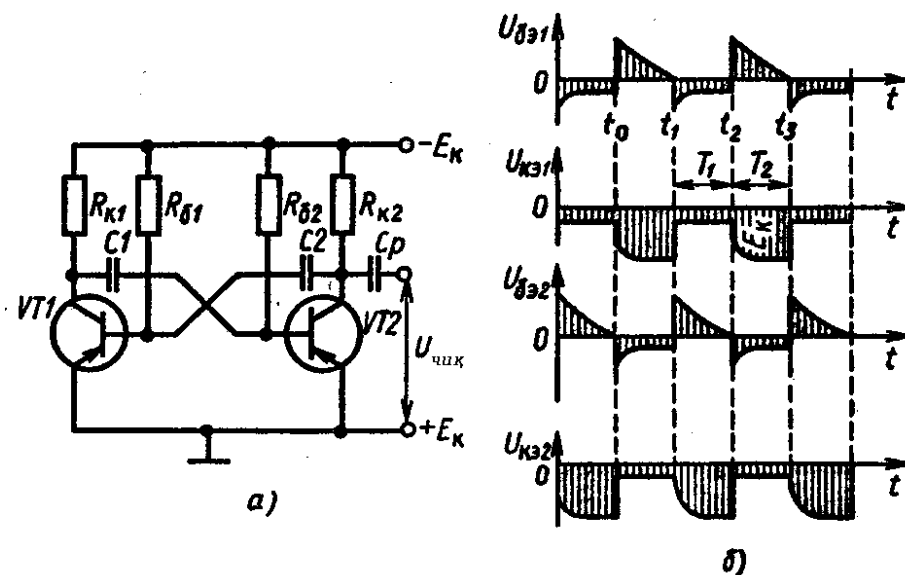


12.1- rasm. Tranzistorli relaksatsion generator sxemasi (a) va impuls ko‘rinishi (b).

2. Multivibratorlar. Endi ancha keng tarqalgan impulsli gnaratorlardan biri multivibratorni ishlashini ko‘rib chiqamiz. 100% musbat teskari aloqali ikki kaskadli rezistorli kuchaytirgichdan tashkil topgan to‘g‘ri burchakli impuls avtogenaratoriga multivibrator deyiladi. Kollektor – baza bog‘lanishli

tranzistorlardan yig'ilgan simmetrik multivibratorning sxemasi 12.2- rasmda berilgan

Agarda ikkiala yelkalarda tranzistorlarning turlari bir xil rezistorlar va kondensatorlar bir xil, ya'ni $S_1 = S_2$, $R_{k1} = R_{k2}$, $R_{b1} = R_{b2}$ bunday multivibrator simmetrik multivibrator deyiladi. Dastlabki vaqtda Y_{e_k} ta'minot manbasini ulashimiz bilan kattaligi jihatidan tranzistorlar orqali teng toklar oqadi. Biroq, bunday holat sxemada turg'un bo'lmaydi. Bunga asosiy sabab tranzistorlar parametrlarini bir xil bo'lmashligi yoki ta'minot manbasini turg'un bo'lmashligi bo'lib, sxemada simmetriya buziladi va kollektorlar toklaridan biri bir qancha katta



12.2 - rasm. Tranzistorli multivibrator sxemasi (a) va impulslar ko'rinishi

bo'ladi. Deylik, VT2 tranzistorning kollektor toki bir qancha katta bo'lsin. Bunda R_{k2} rezistorda kuchlanish tushuvi ortadi va V_{T2} tranzistor kollektori musbat potensial o'zgarishini oladi. Qaysiki, S2 kondensatorda kuchlanish oniy o'zgarmaydi, bu o'zgarish VT1 tranzistorning yopgan holda bazasiga beriladi. Bunda I_{k1} kollektor toki kamayadi, VT1 tranzistor kollektorida kuchlanish yanada manfiyroq bo'ladi va kuchlanish farqi S1 kondensator orqali VT2 tranzistor bazasiga uzatilib, I_{k2} tokni oshirib uni yanada ochadi. Bu jarayon quyun o'tadi va

VT2 tranzistorni to‘yinish rejimiga, VT1 tranzistorni –otsechka rejimiga kirishi bilan tugaydi. Bu vaqtda S1 kondensator $+E_k$, VT2 tranzistorning emitter-baza ochiq qismi, S1, R_{k1} , $-E_k$ zanjiri buylab zaryadlanaboshlaydi. Xuddi shu paytida S2 kondensator ochilayotgan VT2 tranzistor, taminot manbai va R_{b1} orqali razryadlanadi. S2 kondensatorni razryadlanishi natijasida VT1 tranzistor bazasining musbat yopuvchi potentsiali kamayadi, VT1 tranzistor ochiladi va I_{k1} kollektor toki paydo bo‘ladi. Bu tok R_{k1} rezistor orqali o‘tib VT1 tranzistor kollektor potentsialini oshishiga, S1 kondensator orqali esa VT2 tranzistor baza potentsialini ortishiga va uni yopilishiga olib keladi. Buning oqibatida, VT2 tranzistorining kollektor potentsiali kamayadi. Bu VT1 tranzistorni yanada katta ochilishiga olib keladi, Jarayon qo‘yun ko‘rinishida rivojlanadi va sxema yangi vaqtincha turg‘un holatga o‘tadi

Shunday qilib, tranzistorlar multivibratorlarda navbatma- navbat otsechka yoki to‘yinish rejimiga o‘tishi oqibatida har bir kollektordan amplitudasi manba kuchlanishiga yaqin bo‘lgan to‘g‘ri burchakli impulslarni olish mumkin.

12.2-b rasmda tranzistorlar kollektor zanjirlarida, ya’ni tranzistorlar kollektorlari va bazalaridagi kuchlanishlarning vaqtli diagrammasi berilgan. Diagramma sxemani ishlash prinsipini tushunishga yordam beradi. Boshlang‘ich t_0 moment VT1 tranzistorni yopiq, VT2 tranzistorni ochiq holiga to‘g‘ri keladi. Vaqtlar t_1 , t_2 , t_3 momentlar sxemani almashinishlariga to‘g‘ri keladi.

Multivibrator impuls davomiyligi shartli ravishda VT2 tranzistorni yopiq holat vaqtini olish mumkin va impulslar davomiyligi quyidagi ifodalardan aniqlash mumkin: $\tau_{u1} \approx 0,7 R_{b1} S2$ va $\tau_{u2} \approx 0,7 R_{b2} S1$. Multivibrator tebranish davri

$$T = \tau_{u1} + \tau_{u2} = 0,7 (R_{b2} S1 + R_{b1} S2)$$

Simmetrik multivibrator uchun

$$T = 1,4 R_b S.$$

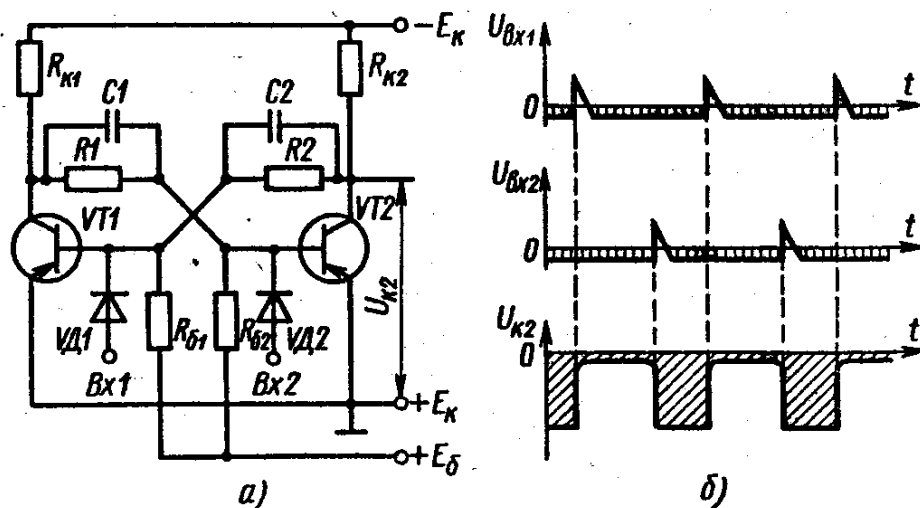
Ko'pchilik avtomatik qurilmalarda va elektron hisoblash mashinalarda qayta ulagich ko'rinishdagi qurilmalar ajralmas qismidir.

3. Triggerlar.Ancha keng tarqalgan qayta ulagich qurilma sxema trigger sxemadir. Trigger deb, ikkita turg'un muvazanat holatga ega va tashqi signal ta'sirida sakrashlar bilan bir holatdan boshqa holatga o'tuvchi qurilmaga aytiladi. Natijada, kollektorlarni biridan to'g'ri burchakli impulsli signallarni olish mumkin. Simmetrik trigger sxemasi 12.3- rasmda berilgan.

Bu sxemada ikkiala tranzistor kalit rejimlarida ishlaydi. Bunda VT1 tranzistor ochiq bo'lsa, ikkinchisi esa yopiq bo'ladi va aksincha.

Siljish kuchlanishiga bog'liq bo'lmagan trigger sxemasi ishlash prinsipi bilan tanishamiz. Ikkiala tranzistorga Y_{e_k} kuchlanishni berish natijasida, tranzistorlar qisman ochiladi, chunki R_{k1} , R_{k2} va R_1 , R_2 rezistorlar orqali ularning bazalarga birdaniga manfiy potentsiallar beriladi. Deylik, VT2 tranzistorning kollektor tokiga nisbatan VT1 tranzistorning kollektor tokini uncha katta bo'lmagan ortadi (bunga asosiy sabab tranzistorlar va rezistorlarning parametrlarini bixil bo'lmashidir). Unda R_{k1} da kuchlanish ortadi va VT1 tranzistor kollektorida mos ravishda potentsial oshadi, qaysiki R_1 va R_{b2} bo'lgich orqali VT2 tranzistor bazasiga uzatiladi va uning kollektor tokini kamayishiga olib keladi. O'z navbatida bu tokni kamayishi VT2 tranzistorning kollektor potentsialini o'sishiga olib keladi, ya'ni VT1 tranzistor baza potentsialini ortishiga olib keladi (R_2 va R_{b1} bo'lgich orqali). Oqibatda, VT1 tranzistor toki yana anchaga ortadi. Juda qisqa vaqt oralig'ida VT1 da tokni otishi va VT2 uni kamayish jarayoni quyun, ko'rinishida yuz beradi. Natijada, bitta tranzistor (VT2) yopiq, boshqasi (VT1) ochiq va to'yingan bo'ladi. Agarda yopiq tranzistor alohida siljish kuchlanish manbai Y_{e_b} bilan mustahkam yopilishni ta'minlagan bo'lsa, sxema turg'un holatda bo'ladi. Sxemani boshqa turg'un holatga o'tkazish uchun tranzistorlarning biriga-ochiq tranzistorni kirishiga

musbat qutbli, yopiq tranzistor kirishiga esa manfiy qutbli ishga tushiruvchi impuls berish kerak.



12.3 rasm. Simmetrik trigger sxemasi (a) va impulslarning koʻrinishi (b)

Koʻrilgan sxemada VD1 va VD2 diodlar orqali musbat impulslar yordamida tranzistorlarni ishga tushirish qoʻllanilgan. Musbat impulsni VT1 tranzistorini kirishiga musbat impulsini kelishi bilan yopiladi, natijada $-E_k$ ga yaqinlashib kollektorda potensial kamayadi.

Bu kuchlanishni manfiy sakrashi R1, R_{b2} boʻlgich orqali VT2 tranzistor bazasiga uzatiladi va uni yopadi. VT2 tranzistorini yopilishi bilan uning kollektor zanjirida tok paydo boʻladi, qaysiki R_{k2} nagruzkada kuchlanish tushuvini vujudga keltiradi. Bunda kollektor potentsiali oshib nulga yaqinlashadi. Sxema shunday turgʻun holatda VT2 tranzistorini bazasiga yangi musbat qutbli ishga tushiruvchi impuls kelmaguncha turaberedi. Yangi impuls kelgandan soʻng trigger oldingi turgʻun holatiga oʻtadi. Triggerni bitta turgʻun holatdan ikkinchi turgʻun holatga oʻtishi 12.3-b- rasmda berilgan.

Sxemadagi S1 va S2 kondensatorlar triggerni bir turg'un holatdan ikkichi holatga o'tishni tezlashtirish maqsadida ulangan. Ular impuls boshida tokni sakrashini ta'minlaydi, qasiki bir tranzistordagi kuchlanishni o'zgarishi baza orqali boshqasiga uzatiladi. S1 va S2 kondensatorlar tezlashtiruvchi kondensatorlar deb xam ataladi.

Triggerni ishga tushirishni ikki xil usuli mavjud: alohida va hisobli(umumiy). Rasmda ko'rgan triggerimiz birinchiga misol bo'laoladi.

Hisobli ishga tushirish triggerni kirish yelkalariga bir vaqtni o'zida birxil qutb berish bilan amalga oshiriladi.

Triggerlar to'g'ri burchakli ipulslar vujudga keltirgichlar, elektron relelar, hisob sxemalar elementlari va boshqalar sifatida keng qo'llaniladi, hamda solishtiruvchi qurilmalar sifatida ham ko'p foydalaniladi.

13-mavzu. Raqamli qurilmalarning sxemalari.

Reja

1. Ikkilik sanoq sistemasi haqida tushunchalar

1. Ikkilik sanoq sistemasi haqida tushunchalar. Mantiqiy sxemalar elektron hisoblash mashinalarida va avtomatikaning turli qurilmalarida keng ishlatiladi. Ulardagi barcha operatsiyalar biz uchun odatdagi o'nlik sistemada emas, balki ikkilik sanoq sistemasida bajariladi, ya'ni har qanday sonni faqat ikkita simvol 0 va 1 ning vositasida tasvirlash mumkin bo'lgan sistemada bajariladi. Qurilmaning oddiyliigi va mantiqiy sxemalar ishining ishonchliligiga ham sabab ana shu, chunki bu yerda berilgan simvollarni tasvirlash uchun elementlarning faqat ikkita holati talab etiladi (masalan, tranzistor ochiq—1, tranzistor berk—0).

Ikkilik sanoq, sistemasining tuzilishi prinsip jihatdan qaralganda biz uchun tanish bo'lgan o'nlik sistemaning tuzilishidan farq qilmaydi. Bu yerda ham xonalar mavjud, lekin agar o'nlik sistemada xonalar bo'lib birlar, o'nlar, yuzlar, minglar va

hokazolar xizmat qilsa, ikkilik sistemada esa xonalar bo‘lib birlar, ikkilar, to‘rtlar, sakkizlar va hokazolar xizmat qiladi (bular quyida ko‘rsatilgan).

O‘nlik sanoq sistemasidagi xonalar.	10^4 (10000)	10^3 (1000)	10^2 (100)	10^1 (10)	10^0 (1)
Ikkilik sanoq, sistemasidagi xonalar.	2^4 (16)	2^3 (8)	2^2 (4)	2^1 (2)	2^0 (1)

Masalan, agar o‘nlik sistemada 4945 soni yozilgan bo‘lsa, , o‘ngdan uchinchi o‘rindagi to‘qqiz (9) to‘qqiz yuzni bildirish bizga ma’lum. Agar endi biz ikkilik sistemada 1101 sonini yozsak, u holda o‘ngdan uchinchi o‘rindagi bir soni (uchinchi xonadagi) to‘rtni bildiradi, chunki ikkilik sistemada uchinchi xona — to‘rtlar xonasidir. Berilgan misolda un uch soni yozilgan (bitta sakkiz, bitta to‘rt, ikki yo‘q va bitta bir).

Sonlarni ikkilik sanoq sistemasidan o‘nlik sanoq sistemasiga o‘tkazishning va teskari amalning juda oddiy usullari mavjud.

Sonni o‘nlik sanoq sistemasidan ikkilik sanoq sistemasiga o‘tkazish uchun bu sonni qoldikda bir hosil bo‘lmaguncha ikkiga bo‘lish kerak. Ana shu berilgan sonning yangi (ikkilik) sanoq sistemasidagi katta xonasi hisoblanadi. Keyingi xonalar sifatida bo‘lishda hosil bo‘lgan barcha qoldiklar tartibi bilan yoziladi.

Masalan, 26 sonini o‘nlik sistemadan ikkilik sistemaga o‘tkazamiz:

$$26|2__$$

$$0\ 13|2__$$

$$1\ 6|2__$$

$$0\ 3\ |2__$$

$$1\ 1$$

Shunday qilib, 26 sonining analogi ikkilik sistemada 11010 bo‘ladi.

Sonni ikkilik sistemadan o‘nlik sistemaga o‘tkazish uchun xonalarida bir bo‘lgan qiymatlarni qo‘shib chiqish kerak. Berilgan misolda birlar-ikkilar, sakkizlar va unoltining xonalarida turibdi (11010), binobarin, $2 + 8 + 16 = 26$.

Ikkilik sanoq, sistemasida arifmetik amallar juda oddiy bajariladi. Masalan, qo‘shish va ko‘paytirish jadvallarini ko‘rib chiqamiz:

Qo‘shish jadvali	Ko‘patirish jadvali
$0 + 0 = 0$	$0 \times 0 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \times 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 \times 1 = 0$
$1 + 1 = 10$	$1 \times 1 = 1$

Ikkilik sonlarni qo‘shishda qiyinchilik yo‘q. Faqat, berilgan xonada $1 + 1 = 0$ ekanligini esda tutish kerak, bir esa katta xonaga o‘tkaziladi. Masalan, 27 va 25 sonlarini ikkilik sistemada qo‘shamiz:

$$\begin{array}{r} +11011 \\ 11001 \\ \hline 110100 \end{array}$$

Har qaysi xonada qo‘shishning to‘g‘riligiga mustaqil ishonch hosil qilish qiyin emas.

Ikkilik sonlarni ayirish mantiqiy elementlarda va hisoblash mashinalarida qo‘shish bilan almashtiriladi, chunki bu holda elementlarning o‘zining konstruksiyasi soddalashadi. Ayirishni qo‘shish bilan almashtirish uchun ayiriluvchini teskari kodda ifodalanadi, ya’ni nollar o‘rniga birlar, birlar o‘rniga esa nollar qo‘yiladi. Masalan, 27 sonidan 5 sonini ayiramiz:

$$.11011$$

101

Bu yerda eng avval ikkala sonda xonalar miqdori bir xil bo'lishi uchun ayriluvchining ikkita katta xonasiga nollar yozish kerak:

$$\begin{array}{r} .11011 \\ 00101 \end{array}$$

Endi ayriluvchini (5 sonini) teskari kodda yozamiz va qo'shishni bajaramiz:

$$\begin{array}{r} +11011 \\ 11010 \\ 110101 \end{array}$$

So'ngra katta (chap) xonadagi birni tashlab yuboramiz va olingan 10101 soniga birni qo'shamizg

$$\begin{array}{r} +10101 \\ 1 \\ 10110 \end{array}$$

Olingan ikkilik yozuv o'nlik sistemadagi 22 soniga o'xshashdir, ya'ni amal to'g'ri bajarildi.

Ikkilik sistemada ko'paytirishni aniq misolda tushuntiramiz.

Ikkita son: 9×5 ning ko'paytmasi nimaga teng ekanligini topamiz:

$$\begin{array}{r} 1001 \\ \times 101 \\ 1001 \\ 0000 \\ 1001 \\ 101101 \end{array}$$

101101 ni ikkilik sistemada yozish o'nlik sistemadagi 45 soniga mos keladi, binobarin, amal to'g'ri bajarilgan. Misoldan ko'rinib turibdiki, ko'paytirishda faqat ikkinchi ko'paytuvchida qancha birlar bo'lsa, birinchi ko'paytuvchini shuncha

marta o'zgartirishsiz ko'chirib yozish kerak, bunda har safar hamma sonlarni chapga bir xonaga surish, so'ngra olingan sonlarni qo'shish kerak. Shunday qilib, ko'paytirish ham qo'shishga keltiriladi.

Ikkilik sistemada bo'lishni ham qo'shish bilan bimalol almashtiriladi.

Binobarin; to'rtta asosiy arifmetik amal ikkilik sistemada bitta amalga keltiriladi.

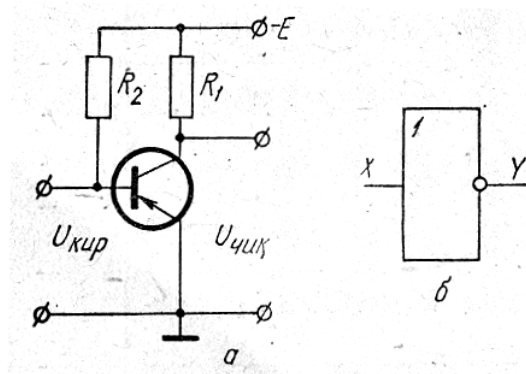
Shuni ta'kidlash kerakki, integrallash, differensiallash va hokazolar bilan bog'liq bo'lgan murakkab masalalarda avval bu masalalarni yuqorida ko'rib o'tilgan to'rtta arifmetik amal ko'rinishida ifodalanadi.

14- mavzu. Mantiqiy sxemalarning asosiy turlari

Reja

1. Mantiqiy sxemalar: EMAS ,YOKI, HAM. 2.Jamlagichlar

1.Mantiqiy sxemalar.Mantiqiy sxemalar (elementlar) bu nomni shuning uchun olganlarki, ular elektron hisoblash mashinalarida va avtomatika qurilmalarida maxsus mantiqiy operatsiyalarni bajaradi.



14.1-rasm. EMAS sxemasi (a) va uning shartli belgisi

Asosiy mantiqiy sxemalar asosida keyinchalik ancha murakkab sxemalar yaratiladi, bu sxemalar quyidagilardir: inkor q i l i sh sxemasi (EMAS), qo'shish sxemasi (YoKI), ko'paytirish sxemasi (HAM). Hozir yarimo'tkazgich asboblar asosida

yasalgan mantiqiy sxemalar ancha keng tarqalgan.

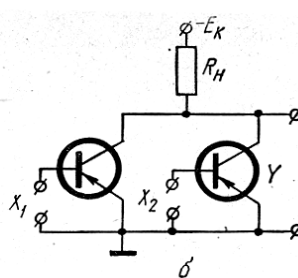
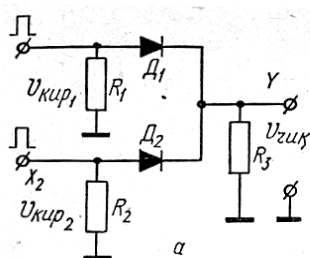
EMAS sxemasi (14.1-rasm, a) quyidagicha ishlaydi: agar uning kirishiga nisbatan yuqori kuchlanish berilgan bo'lsa (ya'ni 1), sxemaning chiqishida

nisbatan past kuchlanish paydo bo‘ladi (ya’ni 0). Va aksincha, agar kirishda past kuchlanish bo‘lsa, chiqishda yuqori kuchlanish bo‘ladi. EMAS sxemasi odatdagi kuchaytirgichning sxemasiga o‘xshash ekanligini (bu sxemada kirish va chiqish signallarining fazalari qarama-qarshi) ko‘rsatish qiyin emas. 14.1-rasm, b da EMAS sxemasining shartli belgilanishi ko‘rsatilgan.

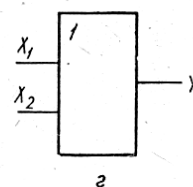
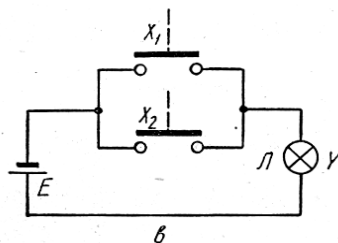
YoKI sxemasida (14.2-rasm, a) agar kuchlanish yoki impuls sxemaning bitta chiqishida, bir nechtasida yoki hammasida birdaniga ta’sir qilsa (tegishli diod D1 yoki D2 va hokazolar kirish signalini chiqishga o‘tkazib yuboradi) chiqishda kuchlanish yoki impuls (1) paydo bo‘ladi, agar sxemaning hech bo‘lmaganda kirishlaridan biriga signal berilgan bo‘lsa, YoKI sxemasining chiqishida bir bo‘ladi deb qabul qilingan.

Tranzistorlar asosida yasalgan YoKI sxemasida (14.2-rasm, b) kirish signallari bo‘lmaganda tranzistorlar berk bo‘ladi, rezistor orqali katta bo‘lmagan tok (kollektor toki) o‘tadi va chiqish kuchlanishi deyarli — Yek ga teng bo‘ladi. Agar manfiy impuls (bir) sxemaning hech bo‘lmaganda bitta chiqishiga berilsa, u

holda tegishli ochiladi, rezistor o‘tayotgan tok keskin sxemaning chiqishida (bir) paydo bo‘ladi.



tranzistor orqali ortadi va impuls



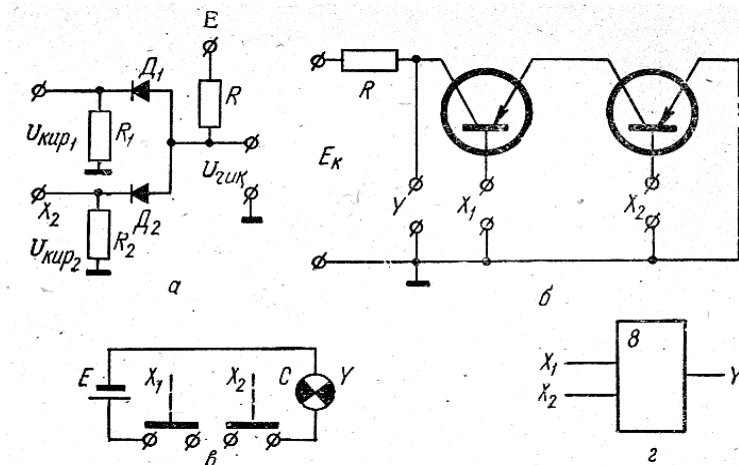
14.2-rasm. YOKI sxemasi (a-diodli; b-tranzistorli; v-elektromexanik; g-shartli belgisi)

Ko'rib o'tilgan YoKI elektron sxemalarining elektromexanikaviy analogi sifatida 1-63-rasm, v da ko'rsatilgan sxemani keltirish mumkin. Agar ajratgich X1 yoki X2 ni yoxud ikkalasini birga ulasak, chiqishdagi lampochka L yonadi, bu esa shartli ravishda birga mos keladi. Biror ajratgichni ulashda shartli ravishda kirish signali bor deb (kirishda bir bor), uzishda esa nol bor deb hisoblanadi. I4.2-rasm, g da YoKI sxemasining shartli belgilanishi tasvirlangan.

HAM sxemasida signallar uning hamma kirishlariga berilgandagina chiqishda signal (bir) paydo bo'ladi.

14.3- rasm, a da diodlar asosida yasalgan HAM sxemasi keltirilgan. Kirishlarda signallar bo'lmaganda rezistor; R, D1, D2 diodlar va rezistorlar R1, R2 orqali tok manbai +E dan tok o'tadi. Chiqishdagi Uchiq kuchlanish katta bo'lmaydi, chunki R rezistordagi kuchlanishning pasayishi juda katta (uning qarshiligi R1, R2 rezistorlarning qarshiligidan ancha katta). Biror kirishga signal tushganda tegishli diod berkiladi, lekin boshqa diod ochiqligicha qoladi va tok kuchi (va demak, kirish kuchlanishi ham) deyarli o'zgarmaydi, chunki R qarshilik R1 va R2 dan ancha katta va zanjirning umumiy qarshiligi diodlarning biri berkilgan paytda juda kam ko'payadi. Agar signallar ikkala kirishga tushsa, u holda ikkala D1 va D2 diodlar berkiladi. R rezistor orqali tok o'tmaydi, chiqishdagi kuchlanish + Ye qiymatga erishadi. Mana shuning o'zi chiqish signali (bir) hisoblanadi.

Tranzistorlar asosida yasalgan sxemalarda (14.3-rasm, b) kirishlarda signallar bo'lmaganda tranzistorlar berk va chiqishdagi kuchlanish deyarli iste'mol manbaining kuchlanishi -Ek ga teng bo'ladi. Ikkala kirishga bir vaqtning o'zida impuls (birlar) uzatilgan paytda ikkala tranzistor ochiladi (impuslarning ta'sir qilish vaqtigacha) va tranzistorlarning ketma-ket

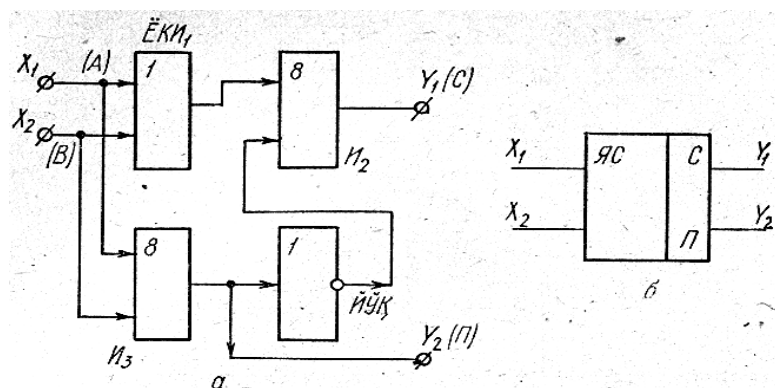


14.3- rasm. HAM sxemasi (a-diodli, b-tranzistorli, v-elektromexanikli, g-shartli belgisi

zanjiri orqali, shuningdek, R orqali nisbatan katta tok o‘tadi. Sxemaning chiqishida musbat impuls paydo bo‘ladi. Agar hech bo‘lmaganda chiqishlarning birida signal bo‘lmasa (nol), u holda ushbu tranzistor ochilmaydi va sxemaning chiqishida signal bo‘lmaydi (0). 14.3-rasm, v va g larda elektromexanikaviy analog va HAM operatsiyasini hal qiluvchi sxemalarning shartli byolgilanishi ko‘rsatilgan.

2. Jamlagichlar(summatorlar). Yuqorida ko‘rib o‘tilgan mantiqiy sxemalar asosida kombinatsiyalashgan mantiqiy sxemalar tuziladi. Elektron-hisoblash mashinalarida keng qo‘llaniladigan shunday sxemalardan biri — **yarim summator**dir (14.4-rasm).

Agar yarim summatorning kirishida son $A=1$, $V=0$ bo‘lsa, u holda $YoKI_1$ sxemasining chiqishida 1 signali paydo bo‘ladi, HAM_3 sxemasining chiqishda esa signal bo‘lmaydi (0). Shunday qilib, EMAS sxemasining kirishiga (hamda yarim summatorning umumiy kirishi P ga) 0 tushadi, binobarin EMAS sxemasining



14.4- rasm. Yarim summator sxemasi (a) va shartli belgisi (b)

chiqishida 1 bo‘ladi. Demak, HAM2 sxemasining ikkala kirishiga birlar tushadi, demak, uning chiqishida (bu esa yarim summatorning umumiy chiqishi S) 1 signali hosil bo‘ladi. Biz yarim summatorning chiqishi S (summa) da 1 ni oldik, P (o‘tkazish) chiqishda esa — nol: haqiqatan ham berilgan holda

$$A + V = 1 + 0 = 1.$$

A = 1 va V = 1 bo‘lganda YOKI va HAM3 sxemalarining chiqishlarida signallar (1) hosil bo‘ladi. U holda EMAS sxemasining chiqishida signal yo‘q (0) va HAM2 sxemasi EMAS sxemasidan impuls (bir)ni o‘tkazmaydi. HAM2 sxemasining chiqishida signal yo‘q (0). Shunday qilib, yarim summatorning chiqishi S da nol bo‘ladi. P chiqishda esa — bir, chunki U chiqish va HAM3 sxemasining chiqishi — bir narsaning o‘zi. Bu holda ham qo‘shish to‘g‘ri bo‘lib chiqdi, chunki $A + V = 1 + 1 = 10$, ya‘ni berilgan xonadagi yig‘indi nolga teng va yuqori xonaga o‘tkazish biri mavjud.

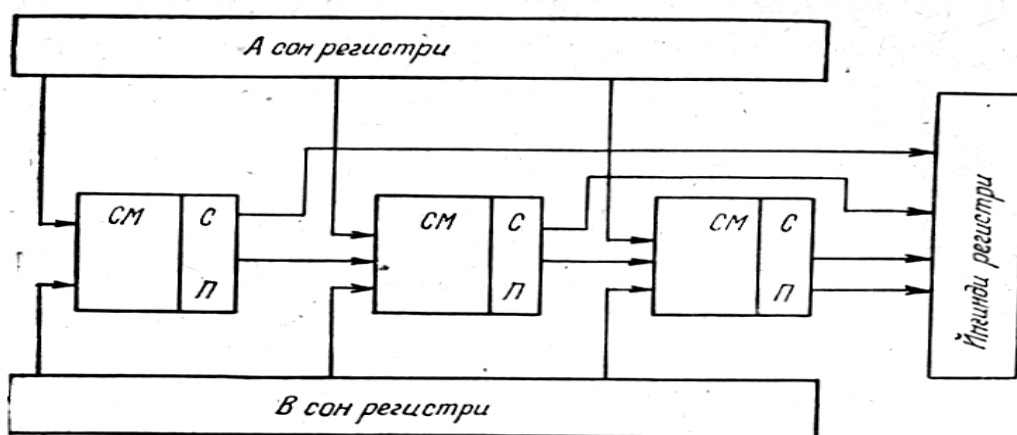
Yarim summator yordamida faqat bir xonali sonlarni qo‘shish mumkin, ko‘p xonali sonlarni qo‘shish uchun esa har bir xona uchun o‘zining summatori bo‘lishi kerak.

14.5-rasmda sonlarni uch xonagacha qo‘shish uchun mo‘ljallangan kombinatsion summator ko‘rsatilgan.

Bitta son register A dan elementar summatorlarning bitta kirishlariga, ikkinchi son esa register V dan boshqa kirishlarga tushadi. Har bir elementar

summatorning chiqishi S dan yig'indi tegishli yig'indi registrining xonalariga (triggerlariga) tushadi. O'tkazish birlari elementar summatorning P chiqishlaridan xuddi shunday qo'shni summatorelarning kirishlariga tushadi, bu yerda ancha katta xonalarni qo'shish yuz beradi.

Bunday sxemada har bir elementar summatore uchta kirishga va ikkita chiqishga ega bo'lishini, yuqorida ko'rib o'tilgan yarim summatorelarda esa ikkita kirish va ikkita chiqish bo'lishini ko'rsatish qiyin emas.

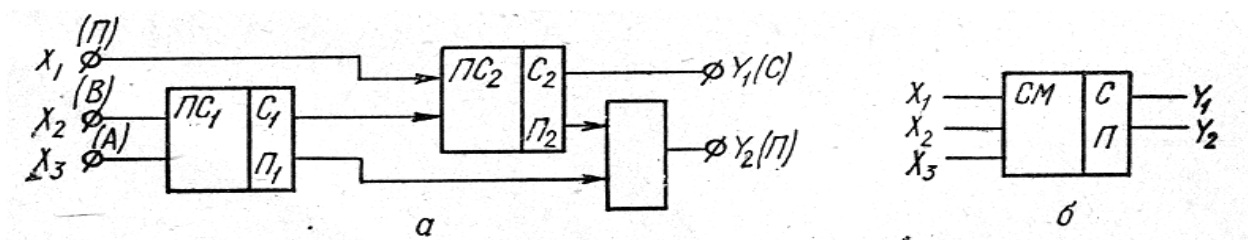


14.5- rasm. Kombinatsion summatore sxemasi

14.6-rasmda ikkita yarim summatore dan tuzilgan summatorening sxemasi berilgan. Unda - uchta kirish (A, V sonlar va P o'tkazish) va ikkita chiqish (summa S va P o'tkazish) bor.

Birlar (impulslar) uchala kirishga tushgan vaqtda $A = V = P = 1$ bo'ladi, biz yarim summatorening ishlashi bilan tanish bo'lganimiz uchun, bizga ma'lumki, $A = V = 1$ da chiqishlarda $C1 = 0$, $P = 0$. Binobarin, yarim summatore YaS2 ning kirishida $P = 1$ va $C1 = 1$ signallari amal qiladi. Shu yarim summatorening chiqishida $S2 = 1$, YoKI sxemasining kirishiga esa P2 chiqishdan 0 tushadi. Biroq shu sxemaning ikkinchi kirishiga P1 chiqishdan (1) signali keladi. Shunday qilib, butun sxemaning (summatorening) chiqishlarida $S = 1$, $P = 1$. Haqiqatan ham, $A +$

$V + P = 1 + 1 + 1 = 11$. Shunday qilib, agar sonlarning berilgan xonalarida A va V — bir va yana kichik xonadan o‘tkazish biri mavjud bo‘lsa, u holda qo‘shish natijasida berilgan xonada bir va katta xonaga o‘tkazish biri bo‘ladi, demak, uch soni hosil bo‘ladi (11).



14.6- rasm. Bir xonali kombinatsion summator sxemasi (a) va uning shartli belgisi (b)

15-mavzu. Hisoblash sistemalari.

Reja

1.Triggerlar, registrlar va sanagichlar .

1.Triggerlar, registrlar va sanagichlar .Trigger—hisoblash mashinalari va avtomatika elementlarida juda keng tarqalgan ikkita turg‘un holatga ega bo‘lgan elementdir. 15.1-rasmda tranzistorlar asosida yig‘ilgan triggerning sxemasi ko‘rsatilgan.

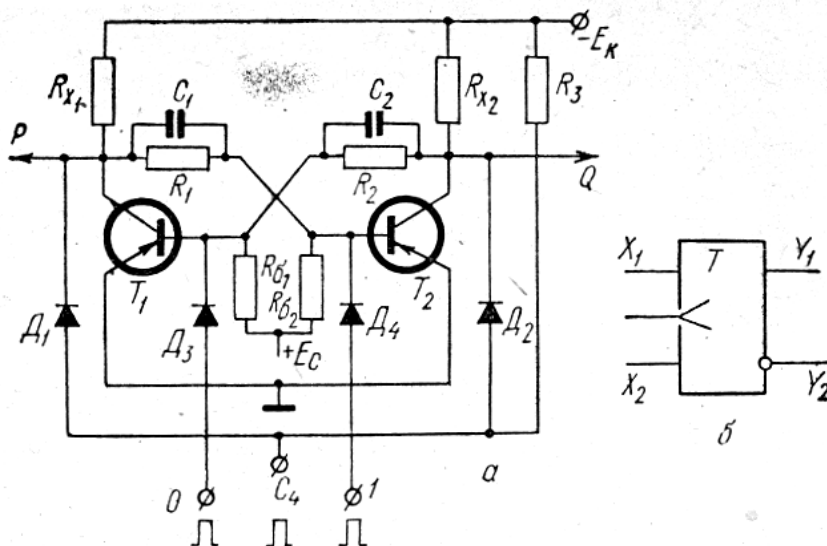
Triggerning asosiy ish xossasi shundan iboratki, agar bitta tranzistor berk bo‘lsa, boshqasi ochiq bo‘ladi. Buning uchun sxema elementlari maxsus yo‘l bilan tanlanadi. Triggerda uchta kirish O, 1 va Sch hamda ikkita chiqish R va Q (ba’zan 1 va 0 kirishlarni mos ravishda X_1 va X_2 deb, chiqishlarni esa Y_1 va Y_2 deb belgilanadi) bor (15.1 -rasm, b).

Sxemani ulaganda tranzistorlarning biri doimo berk, boshqasi esa tasodifiy jarayon va ta'sirlar natijasida ochiq bo'ladi. Tranzistor T_2 berk, tranzistor T_1 esa ochiq deb faraz qilamiz. Agar endi musbat impulsni 0 kirishga bersak, u holda T_1 tranzistor berkiladi, R nuqtadagi kuchlanish ancha manfiyroq bo'lib qoladi, bu esa tranzistor T_2 bazasidagi kuchlanishni shunday o'zgartiradiki, natijada u ochiladi. Lekin tranzistor T_2 ochilgani uchun, Q nuqtadagi kuchlanish kamroq manfiy bo'ladi, bu esa tranzistor T_1 bazasida kuchlanishning shunday o'zgarishini yuzaga keltiradiki, bunda hattoki kirish 0 dagi impulsning ta'siri tugagandan keyin ham tranzistor T_1 berkligicha qoladi. Agar endi kirish 0 ga yana bir marta impuls berilsa, u holda sxemaning holati o'zgarmaydi, chunki tranzistor T_1 ning o'zi berk holatda bo'ladi.

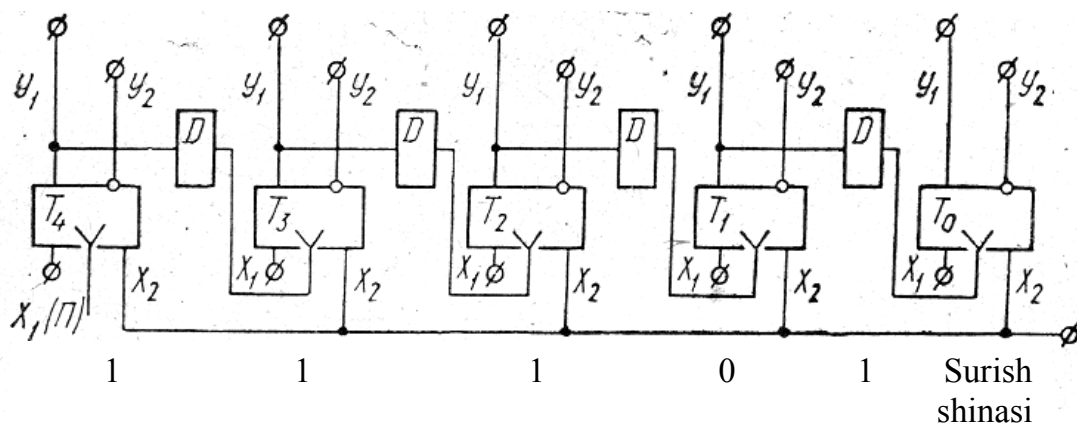
Sxemani dastlabki holatga o'tkazish uchun kirish 1 ga musbat impuls berish kerak. U holda tranzistor T_2 berkiladi va uning kollektoridagi (Q nuqta) va, demak tranzistor T_2 bazasida kuchlanish shunday o'zgaradiki, natijada bu tranzistor ochiladi.

Tranzistor T_1 ochiq, tranzistor T_2 berk bo'lgan sxemaning holatini ikkilik sanoq sistemasi nuqtai nazaridan «bir» deb, unga qarama-qarshi (T_1 berk, T_2 esa ochiq) holatni esa «nol» deb hisoblash qabul qilingan.

15.1- rasm. Triggerning sxemasi (a) va uning shartli belgisi (b)



Shunday qilib, triggerga birni «yozish» uchun kirish 1 ga impuls berish kerak. Bu holda 0 chiqishda birga mos boʻlgan kuchlanish yuzaga keladi, R chiqishda esa nolga mos boʻlgan kuchlanish paydo boʻladi (nolga mos kelish teskari kod olish uchun juda qulay). Triggerga nol yozish uchun esa kirish 0 ga impuls berish kerak. Buning natijasida past kuchlanish (nolga mos keladigani) Q chiqishda, birga mos keluvchi kuchlanish esa R chiqishda boʻladi.



I5.2-rasm. Registor sxemasi

Trigger sxemaning holatini navbat bilan. ikkita kirishga emas, balki bitta kirishga impuls uzatish orqali koʻp marta oʻzgartirish zarur boʻlgan sxemalarda juda koʻp ishlatiladi. Unda tranzistor T_1 bazasi va tranzistor T_2 bazasi bilan

bog‘liq bo‘lgan hisobli chiqish Sch ishlatiladi. Kirish impulsi bir u tranzistorga, bir bu tranzistorga ta’sir ko‘rsatadi (har safar faqat ochiq holatdakisiga), bunda u hamma vaqt sxemani bir holatdan boshqasiga o‘tkazadi. D1 va D2 diodlar chiqish impulslarini hisobli kirishga o‘tkazmaydi (ular manfiy kuchlanish — Y_{e_k} bilan berkiladi), D3 va D4 diodlar esa sxemaning kirishlarida impulsning kirish 1 dan kirish O ga o‘tishiga to‘sqinlik qiladi va aksincha.

Triggerda, uning ishlash prinsipidan ko‘rinib turganidek, faqat bir xonali sonni yozish mumkin (yoki 0, yoxud 1). | Sxemaga ko‘p xonali sonlarni yozish uchun nechta xona yozish mo‘ljallangan bo‘lsa, shuncha triggerga ega bo‘lish kerak.

Registr-ko‘p xonali sonlarni yozish uchun mo‘ljallangan triggerlarning yig‘indisidir. Registrga sonlarni, odatda, bir sxemadan boshqasiga uzatish paytda yoziladi. 15.2- rasmda registrning prinsipial sxemasi keltirilgan.

Sonlarni yozishning ko‘rib o‘tilgan usulidan tashqari (nisbatan yuqori kuchlanishning borligi-bir, u bo‘lmasa yoki qiymati kichik bo‘lsa-nol) sonlarni impulslar ko‘rinishida ifodalaydigan boshqa usul ham mavjud. Sxemaning biror nuqtasida (yoki aloqa liniyasida) vaqtning qat’iy belgilangan qiymatida impulsning mavjudligi birni, ayni paytda impuls bo‘lmasa nolni bildiradi.

Sonlarni bir sxemadan boshqasiga uzatishda, odatda, impulslardan foydalaniladi. Uzatishning ikkita asosiy usuli mavjud: ketma-ket va parallel kodlar bilan. Birinchi holda xonalar birin-ketin, kichik (yoki katta) xonadan boshlab, ya’ni ketma-ket uzatiladi. Buning uchun atigi bitta aloqa kanali kerak, lekin uzatilayotgan sondagi xonalar miqdoriga bog‘liq bo‘lgan nisbatan katta vaqt talab etiladi. Ikkinchi holda barcha xonalar bir vaqtda uzatiladi va bunda vaqt bitta xonani uzatishda sarflangan vaqtga teng bo‘ladi. Biroq bu yerda uzatishga muljallangan, eng katta sondagi xonalar miqdoriga teng bo‘lgan aloqa kanallari talab etiladi. Ketma-ket koddan sonlarni uzoq masofalarga uzatishda foydalaniladi

(uzatish vaqti asosiy faktor bo‘lmasdan, aloqa kanallarining qiymatyni hisobga olishga to‘g‘ri kelganda), parallel kodga sonlarni EHM ning ichida uzatishda murojaat qilinadi, bu yerda uzatish masofasi katta bo‘lmasdan, asosiy faktor - vaqtdir. Registr har qanday, kodda uzatilayotgan sonni yozish va sonning kodini ketma-ket koddan parallel kodga (yoki aksincha) o‘zgartirish imkonini beradi. .

Registrning sonni parallel kodda yozish paytidagi ishini ko‘rib chiqamiz (15.2 -rasm). Avval registrning hamma triggerlari nol holatga o‘tkaziladi. Sonni har bir triggerning X1 kirishiga bitta xona tushadigan qilib uzatiladi. Bizning rasmda registrga 11101 soni uzatilayotgani ko‘rsatilgan. Bu holda registrning trigger T1 dan boshqa barcha, triggerlari birga mos keladigan holatda, trigger T1 esa nol holatda qoladi, chunki uning kirishiga impuls tushmagan bo‘ladi. Registr bunday holatda EHM ulog‘lik turgan paytgacha yoki triggerlar kirish 0 ga impuls uzatish bilan nol holatga o‘tkazilmaguncha turishi mumkin. Sonlar har qaysi triggerning U1 chiqishidan parallel kod bilan yoki agar sonning teskari kodi zarur bo‘lsa, Y2 chiqishdan o‘qiladi. Sonni ketma-ket kod bilan o‘qish uchun umumiy shina O ga (siljitish shinasi) «siljitish» impulsi berilishi kerak. Bitta impuls uzatilganda birlar yozilgan barcha triggerlar O holatga o‘tadi. Y1 chiqishda esa kuchlanish birdan nol holatga sakrab o‘zgaradi. Bu hol eng oddiy elementlar (kondensator va rezistor) yordamida shunday impuls olish imkonini beradiki, bu impuls ushlab qolish liniyasi Sch orqali o‘tib, qo‘shni triggerning Sch chiqishga tushadi va uni «bir» holatga o‘tkazadi. Berilgan misolda bunday impulslar To, T2, T3, T4 triggerlarning chiqishlaridan olinadi. To triggerning chiqishidan impuls (bir) liniyaga tushadi, T2, T3, T4 triggerlarning chiqishlaridan esa impulslar T1, T2, T3 triggerlarning chiqishlariga tushadi va ularni 1 holatga o‘tkazadi. Endi registrda 01 110 soni yozilgan bo‘ladi, ya’ni . avvalgi 11101 soni xuddi o‘ngga surilgandek bo‘ldi, bunda uning oxirgi xonasi liniyadan guyo siqib chiqariladi. Endi yana umumiy kirish O ga impuls beramiz va yana 1 holatda bo‘lgan barcha

triggerlar (T1, T2 T3) O holatga o'tadi. Va yana ularning har birining chiqishida qo'shni triggerl. ar chiqishlariga tushuvchi va ularni 1 holatga o'tkazuvchi, ushlab qolish liniyasiga tushadigan impuls paydo bo'ladi va hokazo.

Registriga ketma-ket kod bilan yunaltiriladigan sonni yozish uchun (kichik xonadan boshlab), P kirish mo'ljall. angan. Har bir xona T4 triggerga yoziladi, biroq har bir navbatdagi xonani yozgandan so'ng umumiy shina O ga impuls beriladi va yozilgan sonni o'ngga bir xonaga surish amalga oshiriladi, T4 trigger esa O holatni qabul qilib, keyingi xonani yozishga tayyor turadi

Nazorat savollari va masalalar.

1- mavzuga doir savollar.

1. Radioelektronika fani nimani o'rgatadi?
2. Radiotexnikachi?
3. Elektronika va mikroelektronika to'g'risida ma'lumotlar bering.
4. Signal deb nimaga aytiladi?
5. Signalni qanday turlari mavjud?

2-3- mavzularga doir savollar va masalalar.

1. Elektr zanjiri deganda nimani tushunasiz?
2. Zanjirlarni qanday turlai mavjud?
3. Diferensial va integral zanjir qanday zanjir?
4. Tebranish konturlarini turlarini ayting va chizing.
5. Erkin va majburiy tebranishlar daganda nimani tushunasiz?
6. Induktivligi $L=0,1$ Gn bo'lgan g'altak va sig'imi $S=10$ mkF bo'lgan kondensatordan tarkib topgan tebranish konturining to'lqin qarshiligi necha Om bo'ladi?

7. Ketma-ket konturda agar ham induktivligi, ham sig'imi ikki marta kamaytirilsa rezonans chastota qanday o'zgaradi?

8. O'zgaruvchan tok zanjirida tebranish konturi o'zini sig'imi tutishi mumkinmi?

9. Konturni qayta sozlaganda agar induktivligi oshirilsa, uning aslliligi qanday o'zgaradi?

10. Bog'langan konturlar rezonans egri chiziqlarining shakli nimaga bog'liq?

11. Tebranish konturining nosozligi f_{rez} dan 10 kGs yetsa, signalning kuchsizlanishi 40 dB bo'lsa, bunda signalni quvvati qanday kamayadi?

12. Tebranish konturining aslliligi qanday aniqlanadi?

4-mavzuga doir savollar va masalalar

1. Elektr filtrlar nima va nima maqsadlarda ishlatiladi.

2. Filtrlarning turlarini ayting va amplituda–chastota xarakteristikalarini chizib ko'rsating.

3. 1 MGs ga yaqin chastotalarda qanday filtrlar ishlatilishi ma'qul?

4. m turdagi filtr k turdagi filtrga nisbatan qanday xossaga ega?

5. Rezonatorli filtr nima?

5- mavzuga doir savollar va masalalar.

1. Elektron lampadagi anod kuchlanishining vazifasi nima?

2. Katod yuzasidagi termoelektron emissiya qanday temperaturada hosil bo'ladi?

3. Diodning anodidagi kuchlanish $\Delta U_a = 25$ V ga o'zgarganda anod toki $\Delta I_a = 0,6$ A ga o'zgaradi. Bu holda diod xarakteristikasining tikligi necha mA/B ga teng bo'ladi?

4. Triodning kuchaytirish koeffitsientini aniqlash uchun uning qanday xarakteristikalaridan foydalaniladi?

5. Triod xarakteristikasining tikligi $S = 4$ mA/B va ichki qarshiligi $R_i = 7,9$ kOm bo'lsa, uning kuchaytirish koeffitsienti nechaga teng bo'ladi?

6. Pentoddagi antidinatron to'ring vazifasi nima?
7. Elektron nurli trubka (ENT) da A_2 anod nima uchun zarur?
8. ENT lar nima maqsadlarda ishlatiladi?

6-7- mavzularga doir savollar va masalalar

1. Yarimo'tkazgichlarda qachon to'siq qatlam hosil bo'ladi?
2. Yarimo'tkazgichlarda kovak o'tkazuvchanlikni ta'minlovchi aralashma nima?
3. Yarimo'tkazgichli diodning to'g'rilash xossasi qaerdan kelib chiqadi?
4. Diodning teskari ulashdagi toki va kuchlanishi tegishlicha $I_{tes}=60\text{mA}$, $U_{tes}=300\text{V}$ bo'lsa, teskari ulashdagi qarshiligi necha kiloom bo'ladi?
5. Tranzistorlarning α va β parametrlari orasida qanday bog'lanish bor?
6. Umumiy bazali sxemada ulangan tranzistorning tok uzatish koeffitsienti $\alpha=0,97$ bo'lsa, umumiy emiterli ulash sxemasida tranzistorning tok uzatish koeffitsienti β nechaga teng bo'ladiq
7. Umumiy emiterli sxemada ulangan tranzistorning baza toki $\Delta I_b=100\text{ mA}$ ga o'zgarganda kollektor toki $\Delta I_k=4,5\text{ mA}$ ga o'zgarsa, tranzistorning tok uzatish koeffitsienti nechaga teng bo'ladi?
8. Qo'sh qutbli va maydon tranzistorlar orasidagi farqni tushuntring, maydon tranzistorlarining turlarini ayting.
9. Tiristorning VAXni chizing va tushuntring.
10. Tiristor qanday tuzilgan va nima uchun qo'llaniladi?
11. Yuqori chastotali diodlarga qanday talablar qo'yiladi?

8 – mavzuga doir savollar va masalalar

1. Parametri taqsimlangan va mujasamlangan zanjirlar dnganda qanday zanjirni tushunasiz?
2. Agar liniyaning uzunligi 50 m bo'lsa, uni uzun liniyadeb hisoblash mumkinmi, generator esa $f =50\text{ MGs}$ ga sozlangan.

3. Agar liniyadagi energiyaning tarqalish tezligi $2,5 \cdot 10^8$ m/s bo'lsa, uzunligi 5 m bo'lgan fider qanday chastotalar uchun uzun liniya bulib, qanday chastotalar uchun esa shu liniyaning kesmasibulib sanaladi.

4. Uchi uzuq uzun liniya kesmasining kirish qarshiligi nimaga teng.

9- 10 -mavzularga doir savollar va masalalar

Anod manbaining e.yu.k. miqdori $U_a=300$ V, uning zanjiriga ulangan qarshilik $R_a=10$ kOm, anoddagi kuchlanish esa $U_a=250$ V. Anod zanjiridagi tok necha amperga teng bo'ladi?

1. Kuchaytirgich kaskadining asosiy ko'rsatgichlarini ayting?
2. RC kuchaytirgichlarida S_r kondensatorlar nima maqsadida ishlatiladi?
3. Kuchaytirgichning ish rejimi deganda nimani tushunasiz?
4. Kuchaytirgich lampaning kuchaytirish ko'effitsienti $\mu = 30$, ichki qarshiligi $R_i=4$ kOm va anod zanjiriga ulangan qarshilik $R_a=10$ kOm bo'lsa, kuchaytirgichning kuchaytirish ko'effitsienti nechaga teng bo'ladi?
5. Kollektor manbaining e.yu.k.i $U_{ek}=12$ V, sukunat rejimida kollektor toki $I_{ko}=2,5$ mA bo'lsa, kuchaytirgichning o'zgaras tok manбайдan oladigan quvvati necha millvattga teng bo'ladi?
6. Trazistorli kuchaytirgichning kirish zanjiridagi kuchlanish $U_{kir}=0,1$ V va chiqishdagi kuchlanish $U_{chiq}=3,4$ V bo'lsa, kuchaytirgichning kuchaytirish ko'effitsienti nechaga teng bo'ladi?
7. Rezonansli kuchaytirgichning o'tkazish sohasi nimaga bog'liq?
8. +aysi kuchaytirgichlarda foydali ish ko'effitsient yuqori?
9. Tranzistorli kuchaytirgichlarda ish rejimi qanday ta'minlanadi?

11- mavzuga doir savollar va masalalar

1. Elektron generatorlar kuchaytirgichlardan nimasi bilan farq qiladi?

2. LC-turdagi generator da $L_k = 100 \text{ mGn}$ va $S_k = 625 \text{ pF}$ aniq bo'lsa, genaratsiyalangan tebranish chastotasini aniqlang?
3. Generatorda o'z-o'zidan qo'zg'otish shartlarini aytingh
4. Qaysi maqsadlarda RC-generatori ishlatiladi?
5. Agarda $R_b = 25 \text{ kOm}$ va $S = 3000 \text{ pF}$ bo'lsa, simmetrik multivibratorning tebranish davrini aniqlang?
6. Trigger sxemasini chizing va uning ishlash prinsipini tushuntring.
7. Tranzistorli arrasimon kuchlanish genarator sxemasini ishlashini tushuntring.
8. Avtogenerator nima?

12- 15- mavzularga doir misollar va masalalar

1. 32,5 sonini ikkilik sanoq sistemasiga o'tkazing.
2. 101111,01 ni o'nlik sanoq sistemasiga o'tkazing.
3. HAM va YoKI mantiqiy sxemalarni chizing.
4. Registr nima?
5. Elektron hisoblash mashinalarida nega o'nlik sanoq sistemasidan foydalanilmaydi?
6. Qaysi elementlarda xotira qurilmasi bajariladi?
7. Sxemaning har qanday kirishiga signalni berilishi chiqishida paydo bo'ladi. Bu sxema qanday operatsiyani bajaradi?

