

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

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

**FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI
FIZIKA KAFEDRASI**

**Radioelektronika asoslari
fanidan fizika yo'nalishi talabalari uchun
laboratoriya ishlaridan
o'quv - uslubiy qo'llanma**

GULISTON – 2019

Risboyev.T, Maripov I. “Radioelektronika asoslari” fanidan fizika bo’limi 2-kurs 5140200-fizika yo’nalishida ta’lim olayotgan talabalar uchun laboratoriya ishari bo’yicha o’quv metodik qo’llanma. Qo’llanma “Radioelektronika asoslari” fanining o’quv rejasi asosida ishlab chiqilgan. Guliston – 2019 yil.

Ushbu o’quv uslubiy qo’llanma 5140200- fizika ta’lim yo’nalishida taxsil olayotgan talabalarga mo’ljallangan. Qo’llanmada Radioelektronika asoslari fanidan 12-ta laboratoriya mashg’ulotlari bajarish bo’yicha tavsiyalar keltirilgan. Xar bir laboratoriya mashg’uloti o’rganilayotgan ishning qisqacha nazariy tahlili kerakli asbob uskunalarning va sxemalarning ishlatilish tartibi, xamda natijalarga ishlov berish usullari bilan ta’minlangan. Xar bir ishga nazorat topshiriqlari va zaruriy adabiyotlar ro’yxati keltirilgan.

Labaratoriya ishlarining qo’llanmasi va uni bajarish yangi keltirilgan laboratoriya jixozlariga asoslanib yozilgan.

Taqrizchilar:

O’zMU elektronika kafedراسi dotsenti:

Rahmonov.G’

GulDU “Fizika” kafedراسi dotsenti:

Elmurodov. R

Ushbu o’quv – metodik qo’llanma Guliston davlat universiteti, o’quv – metodik kengashi tomonidan nashrga tavsiya etilgan. (_____, 2019-yil ____-sonli bayonnomasi)

S O` Z B O S H I

O'zbekiston Respublikasining «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi»da o'quv jarayonining moddiy texnik va axborot bazasi yetarli emasligi, yuqori malakali pedagog-kadrlarning yetishmasligi, sifatli o'quv – uslubiy va ilmiy adabiyot hamda didaktik materiallarning kamligi, ta'lim tizimi, fan va ishlab chiqarish o'rtasida puxta o'zaro hamkorlik va o'zaro foydali aloqadorlikning yo'qligi kadrlar tayyorlashning mavjud tizimidagi jiddiy kamchiliklar sirasiga kiradi, deb ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, ilg'or pedagogik texnologiyalarni yaratish va o'zlashtirish yuzasidan maqsadli innovatsiya loyihalarini shakllantirishni amalga oshirish uchun tajribalar orqali ilmiy tadqiqotlar natijalarini ta'lim – tarbiya jarayoniga o'z vaqtida joriy etish mexanizmini ro'yobga chiqarish, zamonaviy axborot texnologiyalari, komp'yuterlashtirish va komp'yuterlar tarmoqlari negizida ta'lim jarayonini axborot bilan ta'minlashni rivojlantirishi belgilab qo'yilgan.

Bu muammoning yechimini topish, axborot texnologiyalarini ta'lim tizimida qo'llashdek muhim masalani keltirib chiqaradi. Bugungi kunda yangi axborot texnologiyalarini keng ko'lamda joriy etmay turib, ta'lim tizimini takomillashtirib bo'lmaydi.

Shu maqsadda tayorlangan ushbu o`quv qo`llanma umumiy fizika fanining radielektronika asoslari bo'limiga doir laboratoriya ishlarini mustaqil kompyuterda virtual bajarishni o'rganishga qaratilgan

Laboratoriya ishlarini bajarish tartibi, olingan natijalarni hisoblash haqidagi ma'lumotlar ham qo'llanmada o'z aksini topgan bo'lib, fizik doimiylar va kattaliklar jadvallari unga ilova qilingan.

K I R I SH

Tabiat qonunlarini, tabiatda sodir bo`ladigan turli-tuman hodisalarni, garchi ularning tabiati xilma-xil bo`lsada (mexanika, elektr va atom-fizikasi) bu ko`rilgan hodisalarini fizika fani o`rganadi.

Bu fanni o`rganishning turli uslublari (ma`ruza, amaliy mashg`ulot va laboratoriya ishlari) mavjuddir.

Asosiy o`qitish usullaridan biri bo`lgan laboratoriya mashg`ulotlarida:

1. Talabada nazariyaning to`g`riligiga ishonch hosil qilinadi.
2. Talaba turli laboratoriya o`lchov asboblari bilan tanishib, ularning tuzilishini, ishlash jarayonini o`rganadi.
3. Bajariladigan laboratoriya ishining mohiyatini bilgan holda shu ishni o`lchov asboblari yordamida bajarishga hamda qanday natija olishni o`rganadi.
4. Talabada tajriba o`tkazish ko`nikmasi hosil qilinadi.

Berilgan laboratoriya ishini bajarish asosida talaba fizik jarayon, hodisalar, qonuniyatlar va ularni xarakterlaydigan fizik kattaliklar to`g`risida tasavvurga ega bo`ladi.

FIZIK KATTALIKLARNI O`LCHASH VA XATOLIKLARNI HISOBLASH

Fizika fani bizni o`rab olgan moddiy dunyodagi hodisalar haqidagi ma`lumotlarni tajriba orqali yig`adi. Laboratoriya sharoitida biror hodisaning tabiatini o`rganish maqsadida tajriba o`tkaziladi. Laboratoriya ishlarini bajarish davomida talabalar muayyan fizik hodisalarni o`rganishdan tashqari o`lchov asboblari bilan tanishadilar, hisoblashning ba`zi nazariy tomonlarini (xatoliklarni hisoblash) o`rganadilar va nihoyat formulaga kirgan fizik kattaliklarni tajribada aniqlash uchun o`lchash ishlarini bajaradilar.

O`lchashlar ikki turga bo`linadi - bevosita va bilvosita o`lchash.

1. Bevosita o`lchashda, o`lchanayotgan fizik kattalik to`g`ridan-to`g`ri etalon bilan yoki tegishli birliklarda darajalangan o`lchov asboblari bilan taqqoslanadi. Biror masofa oraliq`ini chizg`ich, shtangentsirkul` bilan o`lchash, termometr yordamida haroratni o`lchash, ampermetr yordamida tok kuchini o`lchash bevosita o`lchashga misol bo`ladi

2. Bilvosita o`lchashda aniqlanayotgan fizik kattalik, bevosita o`rganish mumkin bo`lgan kattaliklar orasidagi bog`lanishni ko`rsatuvchi formula orqali ifodalanadi. Masalan, jismning zichligi ρ ni aniqlash uchun bevosita jismning m massasi va V hajmini o`lchab, so`ngra ular orasidagi quyidagi $\rho = m/V$ bog`lanishdan zichlik hisoblab topiladi.

Fizik kattalikni aniqlash uchun quyidagilarni ketma-ketlik bajarish kerak:

- a) asboblarni o`rnatish va tekshirish;
- b) asboblarinng ko`rsatishini kuzatish va yozib olish;
- v) o`lchashlar natijasidan foydalanib, aniqlanishi kerak bo`lgan fizik kattalikni hisoblash;
- g) xatolikni hisoblash.

Har qanday o`lchashlar har doim qandaydir xatolik bilan bajariladi. Bu xatoliklar ikki turga - sistematik va tasodifiy xatoliklarga bo`linadi.

1. Sistematik xatolik hamma vaqt mavjud bo`lgan xatolikdir. Asbobning aniqlik darajasidan va tanlanish usulidan kelib chiqadigan xatoliklar, formulalardagi fizik kattaliklarning jadvalda (zichlik, solishtirma qarshilik va boshqalar) berilgan taqribiy qiymatlarni olganda sistematik xatolikka yo`l quyiladi. Masalan, erkin tushish tezlanishini $g=9,78 \text{ m/s}^2$; $9,81 \text{ m/s}^2$ yoki sindirish ko`rsatkichini $n=1,3$ shakllarda olsak, sistematik xatolikka yo`l qo`yiladi. O`lchash uslubining aniqligini oshirib, asbobning ko`rsatishlariga tuzatishlar kiritib, muntazam ravishda ta`sir qiluvchi tashqi faktorlarni hisobga olish bilan bu xatolikni kamaytirish mumkin.

2. Tasodifiy xatolik har bir o'lchashga ta'siri har xil bo'lgan tasodifiy sabablarga ko'ra yuz beradigan xatolikdir. Plastinka qalinligini o'lchaganda qalinlikning hamma qismida bir xil bo'lmasligi, o'lchashda asbob shkalasining etarlicha yoritilmasligi, asboblarning stol ustida yaxshi joylashtirilmasligi, sezgi organlarining tabiiy notakomilligi oqibatida tasodifiy xatoliklarga yo'l qo'yiladi.

Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun aniqlanayotgan fizik kattalikni bir necha marta o'lchash kerak. Bu xatolik ehtimollik nazariyasining qonunlariga bo'ysinadi. Fizik kattalikni bir marta o'lchaganda olingan natija shu hatolikning xaqiqiy qiymatidan katta bo'lib qolsa, keyingi o'lchashlardan birining natijasi, ehtimol, haqiqiy qiymatdan kichik bo'lib chiqar. Binobarin, fizik kattalikni bir necha marta o'lchash orqali tasodifiy xatolikni ma'lum darajada kamaytirish mumkin. Chunki haqiqiy qiymatdan bir tomonga chetlanishlar ehtimolligi ikkinchi tomonga chetlanishlar ehtimoligiga tengdir.

Bir necha marta o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati, o'lchash natijalarining har qaysisidan ko'ra, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinroq bo'ladi. Masalan: x_1, x_2, \dots, x_n ayrim o'lchash natijalari bo'lsin. U holda bu kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati, miqdori o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga eng yaqin bo'ladi:

$$\langle x \rangle = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Bunda n - o'lchashlar soni.

Har bir o'lchashning o'rtacha qiymatidan chetlashish farqi absolyut xatolik deyiladi. Bu kattaliklar quyidagicha aniqlanadi:

$$|\langle x \rangle - x_1| = \Delta x_1, \quad |\langle x \rangle - x_2| = \Delta x_2, \quad |\langle x \rangle - x_3| = \Delta x_3, \quad \dots \quad |\langle x \rangle - x_n| = \Delta x_n,$$

Bu xatoliklarning ishorasi har xil bo'lishi mumkin. SHu sababli xatoliklarning faqat moduli olindi. Ayrim xatoliklar son qiymatlarining (modullarining) o'rtacha arifmetik qiymati o'lchashning o'rtacha absolyut xatoligi deyiladi va quyidagi formuladan topiladi:

$$\langle \Delta x \rangle = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \quad (2)$$

bunda $\frac{\Delta x_1}{\langle x \rangle}, \frac{\Delta x_2}{\langle x \rangle}, \frac{\Delta x_3}{\langle x \rangle}, \dots, \frac{\Delta x_n}{\langle x \rangle}$ nisbatlar ayrim o'lchashlarining nisbiy xatoligi bo'ladi.

O'rtacha absolyut xatolik $\langle \Delta x \rangle$ ning o'lchanayotgan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati $\langle x \rangle$ ga nisbati o'lchashning nisbiy xatoligi bo'ladi va quyidagicha belgilanadi:

$$E = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle} \quad (3)$$

Nisbiy xatoliklar odatda, foizlarda oʻlchanadi:

$$E = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle} \cdot 100\% \quad (4)$$

Tabiiyki, fizik kattalikning haqiqiy qiymati topilgan oʻrtacha qiymatdan $\pm \Delta x$ ga farq qiladi, yaʼni

$$x_{\text{hak}} = \langle x \rangle \pm \langle \Delta x \rangle \quad (5)$$

Faraz qilaylik, bilvosita oʻlchanadigan kattalik bevosita oʻlchanadigan x , y va z lar orqali quyidagicha ifodalansin:

$$N = f(x, y, z)$$

Bilvosita oʻlchash natijasida yoʻl qoʻyilgan oʻrtacha absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblash uchun quyidagicha ish koʻriladi: x, y, z -larni oʻzgaruvchan kattaliklar deb, yuqoridagi funktsiyadan differentsial olamiz:

$$dN = \frac{\partial N}{\partial x} dx + \frac{\partial N}{\partial y} dy + \frac{\partial N}{\partial z} dz \quad (6)$$

soʻngra d - differentsial belgilari Δ - orttirma belgilariga almashtirib, hamma hadlari musbat ishorada olinadi. Natijada oʻrtacha absolyut xatolikni hisoblashga imkon beruvchi quyidagi formula hosil boʻladi:

$$\Delta N = \frac{\partial N}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial N}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial N}{\partial z} \Delta z \quad (7)$$

bunda $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ lar x, y, z kattaliklarni oʻlchashdagi absolyut xatoliklar. Oʻrtacha nisbiy xatoliklar yuqorida koʻrsatilgan singari quyidagi ifodadan hisoblanadi:

$$E = \frac{\langle \Delta N \rangle}{\langle N \rangle} \quad (8)$$

Labaratoriya ishi №1

Mavzu: Yorug'lik diodlarining volt-ampere xarakteristikasi

Tajriba maqsadi

Turli rangdagi yorug'lik diodlarida I tok kuchining U kuchlanishga bog'liqligini o'rganish.

Kerakli asbob uskunalari: A4 o'lchamli DIN uyali rastrli panel, Rezistor 100 Om, 2 Vt, LED-diod, yashil, LED- diod, sariq, LED- diod, qizil, LED- diod, infraqizil, Ta'minlash manbai 0...12 V/ 3A, Multimetr LDanalog 20, Kabellar jufti 50 sm, qizil/ko'k, Ulash kabeli 100 sm qizil

Nazariy qism:

Optoelektronika – elektronikaning bir bo'limi bo'lib, axborotni qabul qilish, uzatish va qayta ishlash jarayonlari yorug'lik signallarini elektr signallarga aylantirish va aksinchaga asoslangan qurilmalarni nazariyasi va amaliyotini o'rganadi. Optoelektronika elementlari bo'lib fotodiod va yorug'lik diodi hisoblanadilar.

Fotodiod deb bitta $r-n$ o'tishga ega bo'lgan foto-elektr asbobga aytiladi. Fotodiod tashqi kuchlanish manbaili (fotodiodli rejim), hamda tashqi kuchlanish manbaisiz sxemalarga ulanishi mumkin. Tashqi kuchlanish manbai shunday ulanadiki, $r-n$ o'tish teskari siljigan bo'lsin. Yorug'lik tushurilmaganda diod orqali juda kichik "qorong'ulik" ekstraksiya toki I_0 oqib o'tadi va u berilayotgan kuchlanishga bog'liq bo'lmaydi. n -baza sohasiga ta'qiqlangan zona kengligidan ancha katta bo'lgan $h\nu$ energiyali fotonlardan tashkil topgan yorug'lik tushurilganda, elektron–kovak juftliklar generatsiyalanadi. Agar juftliklar o'tishdan diffuziya uzunligidan oshmaydigan oraliqda hosil bo'lsalar, yorug'lik ta'sirida generatsiyalangan kovaklar o'tishning elektr maydoni ta'sirida ekstraksiyalanadilar va teskari tok uning "qorong'ulik" qiymatiga nisbatan ortadi. Yorug'lik oqimi F qancha intensiv bo'lsa, diod teskari toki I_F qiymati shuncha katta bo'ladi.

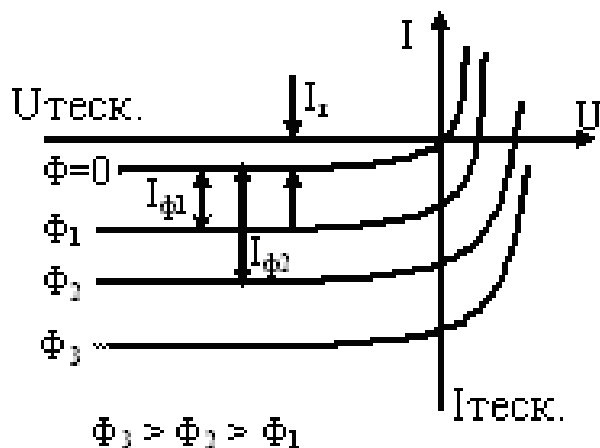
1 – rasmda turli yorug'lik oqimi qiymatlaridagi fotodiod VAXsi keltirilgan. Yorug'likning keng nurlanish chegaralarida fototok yorug'lik oqimiga deyarli chiziqli bog'liq bo'ladi.

Proporsionallik koeffisienti $K_\phi = \frac{dI_\phi}{d\Phi}$ bir necha mA/mm ni tashkil etadi

va **fotodiod sezgirligi** deb ataladi. Fotodiod turli o'lchash qurilmalarida yorug'lik oqimini qabul qilgich, hamda optik – tolali aloqa liniyalarida qo'llaniladi.

Fotodiod rejimidan tashqari fotodiodning ventil (fotovoltaik) rejimi keng qo'llaniladi. Bu rejimda fotodiod tashqi kuchlanish manbaiga ulanmasdan ishlaydi va quyosh energiyasini bevosita elektr signalga aylantirishga xizmat

qiladi. Diod ventil rejimida nurlatilganda uning chiqishlarida ventil kuchlanish yuzaga keladi. Fotodiod bu holatda *quyoshli aylantirgich* deb ataladi. Bir biri bilan elektr jihatdan bogʻlangan aylantirgich va batareyalar kosmik apparatlar va yer usti qurilmalaridagi REAlarni taʼminlash uchun elektr energiya manbai sifatida qoʻllanilishi mumkin.



1 – rasm. Fotodiodning VAX.

Yorugʻlik diodi – bu elektr energiyasini nokogerent yorugʻlik nuriga aylantiradigan, bitta p-n oʻtishga ega boʻlgan yarim oʻtkazgichli asbob. Yorugʻlik nuri elektron – kovak juftlarining rekombinatsiyasi natijasida yuzaga keladi. Rekombinatsiya, p-n oʻtish toʻgʻri ulanganda kuzatiladi. Rekombinatsiya doim ham nurlatuvchi boʻlavermaydi va toʻgʻri zonali yarim oʻtkazgichlarda, jumladan galliy arsenidida sodir boʻladi. Bunday yarim oʻtkazgichlar spesifik xona diagrammasiga ega boʻladilar.

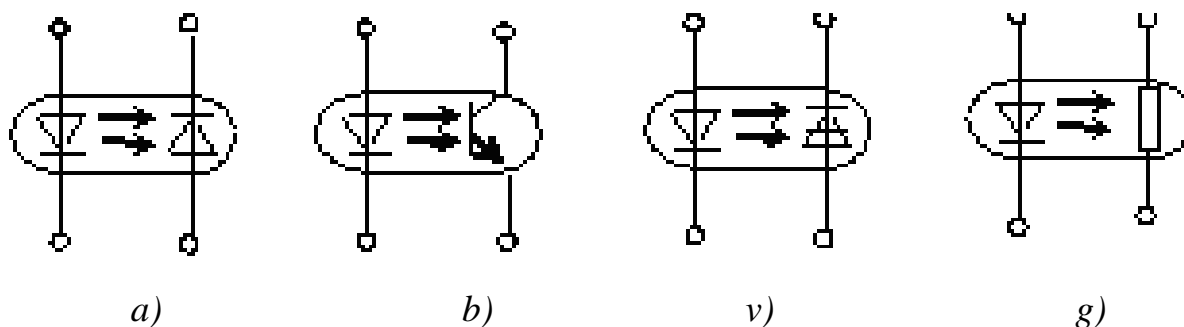
Nurlanayotgan yorugʻlik toʻlqin uzunligi λ kvant energiyasi bilan aniqlanadi. U esa nurlanuvchi rekombinatsiyada yarim oʻtkazgichning taʼqiqlangan zona kengligiga deyarli teng boʻladi. Galliy arsenididan tayyorlangan yorugʻlik diodlari uchun $\lambda = 0,9-1,4$ mkm. Qizil, sariq va yashil rang nurlatuvchi diodlar galliy fosfati, siyoxrang nurlatuvchi diodlar esa– kremniy karbidi asosida yasaladilar va x.z.

Yorugʻlik diodining energetik xarakteristikasi boʻlib **kvant chiqishi** (effektivligi) hisoblanadi. U zanjir boʻylab oʻtayotgan har bir elektronga yorugʻlik diodi chiqishida qancha yorugʻlik kvanti mos kelishini koʻrsatadi. Zamonaviy yorugʻlik diodlari uchun kvant chiqishi 0,01-0,04 ni, ikki va uch yarim oʻtkazgichli birikmalardan yasalgan geterooʻtishli yorugʻlik diodlarida esa ancha katta (0,3 gacha) boʻladi. Lekin doim birdan kichik boʻladi. Volt – amper xarakteristikasi oddiy diodniki kabi eksponensial bogʻliqlik bilan ifodalanadi. Yorugʻlik diodi $10^{-7}-10^{-9}$ s da qayta ulanadi, yaʼni yuqori tezlikda ishlovchi yorugʻlik manbai hisoblanadi.

Yorug‘lik diodlari optik aloqa liniyalari, indikator qurilmalar, optoparalar va x.z.larda qo‘llaniladi.

Optoelektron juftlik, yoki optopara, konstruktiv jihatdan optik muhitda bog‘langan yorug‘lik nurlatuvchi va foto qabul qilgichdan tashkil topgan. Yorug‘lik nurlatuvchi va foto qabul qilgich orasidagi to‘g‘ri optik aloqa barcha turdagi elektr aloqalarni bartaraf etadi.

Optronlar. Kirish elektr signali ta‘sirida yorug‘lik diodi yorug‘lik nurlatadi, foto qabul qilgich (fotodiod, fotorezistor va x.z.) esa yorug‘lik ta‘sirida tok generatsiyalaydi.



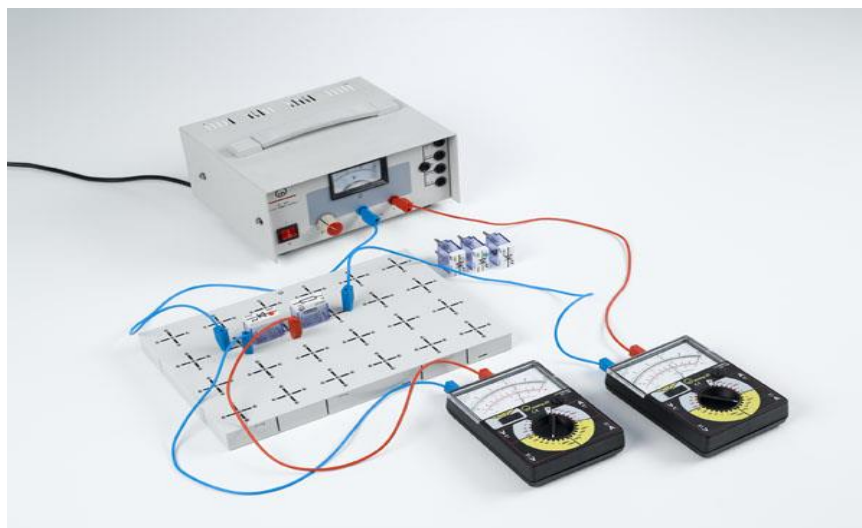
2-rasm. Fotodiodlar.

2-rasmda yorug‘lik diodi va fotodiod (a), fototranzistor (b), fototiristor (v), fotorezistor (g) dan tashkil topgan optoparalar keltirilgan. Optoparalar raqamli va impuls qurilmalar, analog signallarni uzatish qurilmalari, yuqori voltli manbalarni kontaktsiz boshqarish avtomatik tizimlari va boshqalarda ajratuvchi element sifatida qo‘llaniladi.

Butun zamonaviy elektronika yarim o‘tkazgichli elementlarga asoslangan. Yarim o‘tkazgichli diodlar bunday asboblarning eng soddasidir. Ular bir kristalda yonma-yon joylashgan n- va p- tipli o‘tkazuvchanlikli sohalar (p-n o‘tishdan) iboratdir. O‘tkazuvchanlik tipi har xil bo‘lgan sohalar tutashgan sohada zaryad tashuvchilarning bir birlarini tutib qolishi (neytrallashi) kuzatiladi va “zaryad tashuvchilarga kambag‘allashgan” soha deb ataluvchi soha paydo bo‘ladi. Bu sohadan ma‘lum yo‘nalishdagi maydon ta‘sirida elektronlar yoki kovaklar chiqib ketganida soha kengligi ortadi. Bunday maydon yo‘nalishi “teskari maydon” yo‘nalishi deyiladi. Agar maydon yo‘nalishini “to‘g‘ri maydon” deb ataluvchi teskari tomonga o‘zgartirsak zaryad tashuvchilarning kambag‘allashgan sohaga harakati boshlanadi va p-n o‘tish or‘qali elektr toki o‘ta boshlaydi. Mazkur tajribada infraqizil, qizil, sariq va yashil yorug‘lik diodlarining o‘ziga xosliklari solishtirib ko‘riladi.

Ishni bajarish tartibi:

Tajriba qurilmasi



Tajribani o'tkazish tartibi

Rasmda ko'rsatilgan qurilmani yig'ing. Yashil yo'rug'lik diodini musbat qutbdan manfiy qutb tomon yo'nalishda (tok yo'nalishi bo'yicha), dioddagi uchburchak ko'rsatkich yo'nalishi bo'yicha o'rnatib. Multimetrning ulanish qutblariga va o'lchash chegarasiga e'tibor qiling.

- U kuchlanishni 0 V dan o'shirib borib, tok kuchini kuzating. Diod orqali o'tuvchi tok 30 mA dan ozshmasligi kerak.

- U kuchlanish va I tok kuchining turli qiymatlari bilan jadvalning birinchi ikkita ustunini to'ldiring.

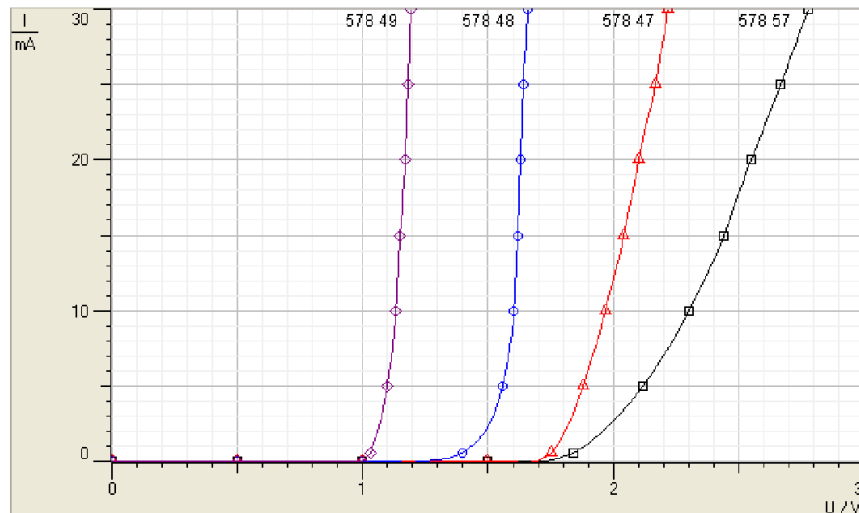
- Tajribani qolgan boshqa rangdagi yo'rug'lik diodlari bilan ham takrorlang va jadvalning qo'lgan ustunlarini ham to'ldiring.

- O'lchash namunalari

Jadval: Yo'rug'lik diodlarining volt-amper tavsifnomasi uchun kuchlanish va tok kuchi qiymatlari

| Yashil 578 57 | | Sariq 578 47 | | Qizil 578 48 | | Infraqizil 578 49 | |
|------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|----------------------|--------------|
| <i>U, V</i> | <i>I,</i> | <i>U, V</i> | <i>I,</i> | <i>U,</i> | <i>I,</i> | <i>U,</i> | <i>I, mA</i> |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 |
| 1.0 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 0 |
| 1.5 | 0 | 1.5 | 0 | 1.40 | 0.5 | 1.03 | 0.5 |
| 1.84 | 0.5 | 1.75 | 0.5 | 1.56 | 5 | 1.10 | 5 |
| 2.12 | 5 | 1.88 | 5 | 1.60 | 10 | 1.13 | 10 |
| 2.30 | 10 | 1.97 | 10 | 1.61 | 15 | 1.15 | 15 |
| 2.43 | 15 | 2.03 | 15 | 1.63 | 20 | 1.16 | 20 |
| 2.57 | 20 | 2.10 | 20 | 1.64 | 25 | 1.18 | 25 |
| 2.67 | 25 | 2.17 | 25 | 1.66 | 30 | 1.19 | 30 |
| 2.78 | 30 | 2.22 | 30 | | | | |

Natijalar va ularning tahlili



Yo'rug'lik diodlari ham oddiy diodlar kabi ishlaydi. Nurlanish boshlanadigan bo'sag'a kuchlanishi nurlantiradigan yo'rug'lik rangiga bog'liq bo'ladi. To'lqin uzunligi kichik ya'ni chastotasi kattaroq yo'rug'lik chiqaruvchi yo'rug'lik diodlarining bo'sag'a kuchlanishi kattaroq bo'ladi.

Eslatma

Hozirgi kunda foydalanilayotgan yo'rug'lik diodlarining nurlantiruvchi yo'rug'ligi to'lqin uzunligi bo'sag'a kuchlanishiga taqribangina bog'liq. Nazariy jihatdan bo'sag'a kuchlanishi va nurlanayotgan yo'rug'lik to'lqin uzunligi o'zaro quyidagicha bo'g'liq:

$$e \cdot U_s = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

(bu yerda e -elektron zaryadi, s -yorug'lik tezligi, h -Plank doimiysi). Bu bog'liqlik faqat eski, avvalroq, dastlab ishlab chiqarila boshlangan yo'rug'lik diodlari uchun o'rinlidir.

Zamonaviy yo'rug'lik diodlarida esa diod samaradorligini oshrish uchun bir qancha yangiliklardan foydalaniladi. Zamonaviy diodlarda fotonlar chuqurroq sathlardan chiqadi va shuning uchun chiqayotgan yorug'ilkning to'lqin uzunligi nazariy hisoblanganidan kichiqroq bo'ladi.

| Seriya raqami No. | Rangi | Bo'sag'a kuchlnishi |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|
| 578 57 | Yashil (taqriban 500...580 nm) | 2.1 |
| 578 47 | Sariq (taqriban 590 nm) | 1.9 |
| 578 48 | Qizil (taqriban 600-800 nm) | 1.8 |
| 578 49 | Infraqizil (> 800 nm) | 1.1 |

SAVOL VA TOPSHIRIQLAR

1. Qanday emissiya fotoelektron emissiya deyiladi.?
2. Qanday fotoefekt turlarini bilasiz.?
3. Fotodiodning tuzilishi va ishlash prinsipi nimalardan iborat?
4. Fotodiodni asosiy xarakteristikalarini ko'rsating.?

Labaratoriya ishi №2

Mavzu :Tranzistorlarning diod xarakteristikasini o'rganish

Tajriba maqsadi

n-p-n- va p-n-p tipli bipolyar tranzistorlarning tok o'tkazish Tavsifnomalarini tadqiq qilish.

Kerakli asbob uskunalari Bipolyar *nnp* tranzistor BD 137, Bipolyar *pnp* tranzistor BD 138, Rastrli panel DIN A4, Rezistor 1 kOm, 2 W, Ta'minlash manbai 0.. .12 V 3 A, Multimetr LDanalog 20, Juftli kabel 50 sm, qizil va ko'k

Nazariy qism:

Bipolyar tranzistor fizik parametrlari. Tok bo'yicha α va β koeffitsientlar statik parametrlar hisoblanadi, chunki ular o'zgarmas toklar nisbatini ifodalaydilar. Ulardan tashqari tok o'zgarishlari nisbati bilan ifodalanidigan differensial kuchaytirish koeffitsientlari ham keng qo'llaniladi. Ctarik va differensial α kuchaytirish koeffitsientlari bir biridan farq qiladilar, shu sababli talab qilingan hollarda ular ajratiladi. Tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsientining kollektordagi kuchlanishga bog'liqligi Erli effekti bilan tushuntiriladi.

UE sxemasi uchun tok bo'yicha differensial kuchaytirish koeffitsienti

$\beta = \frac{dI_K}{dI_E}$ temperaturaga bog'liq bo'lib baza sohasidagi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning yashash vaqtiga bog'liqligi bilan tushuntiriladi. Temperatura ortishi bilan rekombinatsiya jarayonlari sekinlashishi sababli, odatda tranzistorning tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsientining ortishi kuzatiladi.

Tranzistor xarakteristikalarining temperaturaviy barqaror emasligi asosiy kamchilik hisoblanadi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan tok bo'yicha uzatish koeffitsientidan tashqari, fizik parametrlarga o'tishlarning differensial qarshiliklari, sohalarning hajmiy qarshiliklari, kuchlanish bo'yicha teskari aloqa koeffitsientlari va o'tish hajmlari kiradi.

Tranzistorning emitter va kollektor o'tishlari o'zining differensial qarshiliklari bilan ifodalanadilar. Emitter o'tish to'g'ri yo'nalishda siljiganligi sababli, uning differensial qarshiligi r_E ni (6) ifodani qo'llab aniqlash mumkin:

$$r_E = \frac{dU_{\text{эБ}}}{dI_{\text{э}}} = \frac{\varphi_T}{I_{\text{э}}}, \quad (6).$$

bu yerda I_E – tokning doimiy tashkil etuvchisi. U kichik qiymatga ega (tok 1 mA bo‘lganda $r_E=20-30$ Om ni tashkil etadi) bo‘lib, tok ortishi bilan kamayadi va temperatura ortishi bilan ortadi.

Tranzistorning kollektor o‘tishi teskari yo‘nalishda siljiganligi sababli, I_K toki U_{KB} kuchlanishiga kuchsiz bog‘liq bo‘ladi. Shu sababli kollektor o‘tishning differensial qarshiligi $r_K = \frac{dU_{KB}}{dI_K} = 1\text{M}\Omega$ bo‘ladi. r_K qarshiligi asosan Erli effekti

bilan tushuntiriladi va odatda u ishchi toklarning ortishi bilan kamayadi.

Baza qarshiligi r_B bir necha yuz Omni tashkil etadi. Yetarlicha katta baza tokida baza qarshiligidagi kuchlanish pasayishi baza va emitter tashqi chiqishlari kuchlanishiga nisbatan emitter o‘tishdagi kuchlanishni kamaytiradi.

Kichik quvvatli tranzistorlar uchun kollektor qarshiligi o‘nlab Om, katta quvvatliklariniki esa birlik Omlarni tashkil etadi.

Emitter soha qarshiligi yuqori kiritmalar konsentratsiyasi sababli baza qarshiligiga nisbatan juda kichik.

UB sxemadagi kuchlanish bo‘yicha teskari aloqa koeffisienti ($I_E = \text{const}$ bo‘lganida) $\mu_{vB} = \frac{d|U_{\text{ЭБ}}|}{dU_{KB}}$ kabi aniqlanadi, UE sxemasida esa ($I_B = \text{const}$

bo‘lganida) $\mu_{v\text{Э}} = \frac{d|U_{\text{БЭ}}|}{dU_{K\text{Э}}}$ orqali aniqlanadi. Koeffisientlar absolyut qiymatlariga

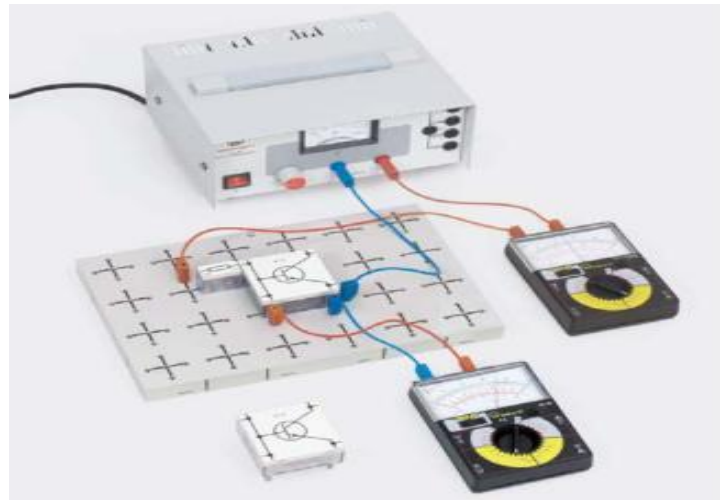
ko‘ra deyarli bir – xil bo‘ladilar va konsentratsiya va tranzistorlarning tayyorlanish texnologiyasiga ko‘ra $\mu_{v\text{Э}} = 10^{-2} - 10^{-4}$ ni tashkil etadilar.

Bipolyar tranzistorlarning xususiy xossalari asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning baza orqali uchib o‘tish vaqti va o‘tishlarning to‘siq sig‘imlarining qayta zaryadlanish vaqti bilan aniqlanadilar. Bu ta’sirlarning nisbiy ahamiyati tranzistor konstruksiyasi va ish rejimiga, hamda tashqi zanjir qarshiliklariga bog‘liq bo‘ladi.

Juda kichik kirish signallari va aktiv ish rejimi uchun bipolyar tranzistorni chiziqli to‘rtqutblik ko‘rinishida ifodalash mumkin va bu to‘rtqutblikni biror parametrlar tizimi bilan belgilash mumkin. Bu parametrlarni ***h-parametrlar*** deb atash qabul qilingan. Ularga quyidagilar kiradi: h_{11} – chiqishda qisqa tutashuv bo‘lgan vaqtdagi tranzistorning kirish qarshiligi; h_{12} – uzilgan kirish holatidagi kuchlanish bo‘yicha teskari aloqa koeffisienti; h_{21} – chiqishda qisqa tutashuv bo‘lgan vaqtdagi tok bo‘yicha kuchaytirish (uzatish) koeffisienti; h_{22} – uzilgan kirish holatidagi tranzistorning chiqish o‘tkazuvchanligi. Barcha h – parametrlar oson va bevosita o‘lchanadi.

Elektronika bo‘yicha avvalgi adabiyotlarda kichik signalli parametrlarning chastotaviy bog‘liqliklariga juda katta e’tibor qaratilgan. Hozirgi vaqtda 10 GGs gacha bo‘lgan chastotalarda normal ishni ta’minlaydigan tranzistorlar ishlab chiqarilmoqda. Bunday xollarda talab qilinayotgan chastota xarakteristikalarini olish uchun ma’lumotnomadan kerakli tranzistor turini tanlash kerak.

Agar $U_{ZI} = 0$ bo'lganda U_{SI} kuchlanish o'rnatilsa, u holda kanal orqali elektronlar hisobiga tok oqib o'tadi. Zatzvorga istokka nisbatan manfiy kuchlanish berilsa, kanalda ko'ndalang elektr maydon yuzaga keladi va uning ta'sirida kanaldan elektronlar itarib chiqariladilar. Kanal elektronlar bilan kambag'allashib boradi, uning qarshiligi ortadi va stok toki kamayadi. Zatzvordagi manfiy kuchlanish qancha katta bo'lsa, bu tok shuncha kichik bo'ladi. Tranzistorning bunday rejimi **kambag'allashish rejimi** deb ataladi.

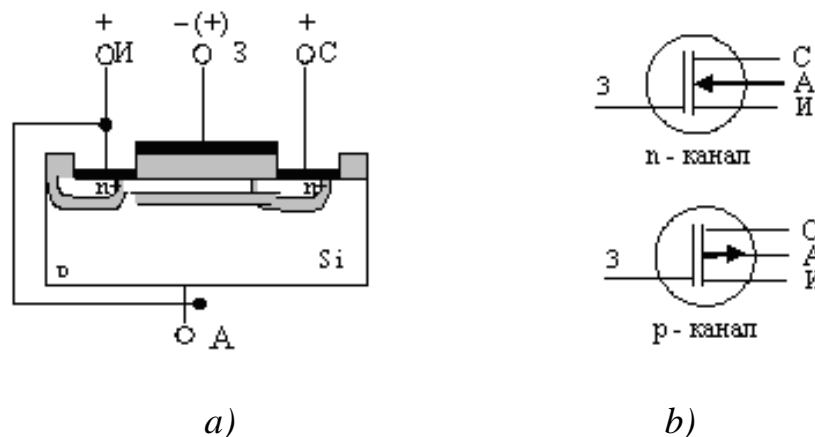


4 –rasmda n – turdagi kanali qurilgan MDYa tranzistor tuzilmasi (a) va uning shartli belgisi (b) keltirilgan.

Agar zatzvorga musbat kuchlanish ta'sir ettirilsa, hosil bo'lgan elektr maydoni ta'sirida, istok va stok, hamda kristalldan kanalgacha elektronlar kela boshlaydilar, kanalning o'tkazuvchanligi va shu bilan birga stok toki ortib boradi. Bu rejim **boyish rejimi** deb ataladi.

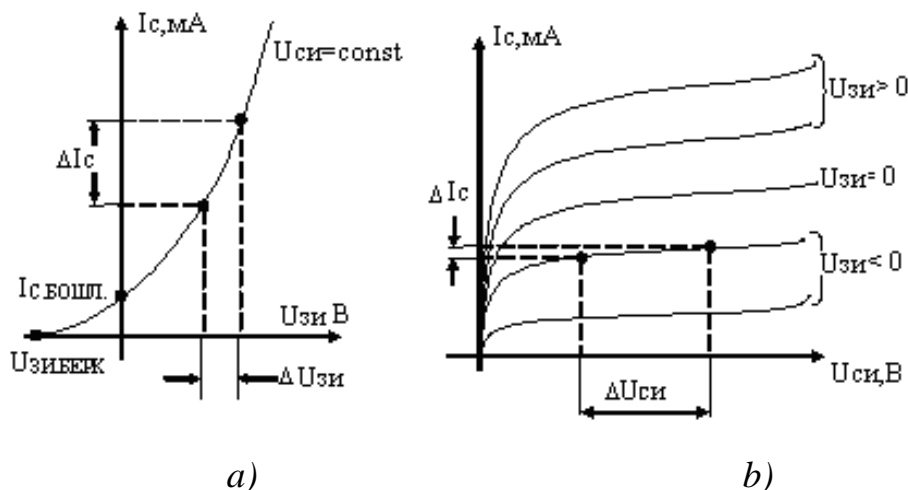
Ko'rib o'tilgan jarayonlar 5 a – rasmda keltirilgan statik stok – zatzvor xarakteristikada: $U_{SI} = const$ bo'lgandagi $I_S = f(U_{ZI})$ bilan ifodalangan.

$U_{3H} > 0$ bo'lganda tranzistor boyish rejimida, $U_{3H} < 0$ bo'lganda esa kambag'allashish rejimida ishlaydi.



4 – rasm.

Boyish rejimida stok xarakteristikalari $U_{ZI} = 0$ da olingan boshlang'ich xarakteristikadan - yuqorida, kambag'allashish rejimida esa – pastda joylashadi (5 b- rasm).



5 – rasm.

S , R_i va μ statik differensial parametrlar xuddi p–n o'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistorlardagi (4), (5) va (6) ifodalardan mos ravishda aniqlanadi.

Xarakteristika tikligi va ichki qarshilik barcha turdagi maydoniy tranzistorlardagi kabi qiymatlarga ega bo'ladi. Kirish qarshiligi va elektrodlararo sig'imga kelsak, MDYa – tranzistorlar p-n o'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistorlardagiga nisbatan yaxshi ko'rsatkichlarga ega. R_{ZI} kirish qarshiligi bir necha darajaga yuqori bo'lib 10^{12} - 10^{15} Om ni tashkil etadi. Elektrodlararo sig'imga qiymati S_{ZI} , S_{SI} lar uchun -10 pF dan, S_{ZS} uchun -2 pF dan ortmaydi. Bu ko'rsatkichlar tranzistor inersiyasini belgilaydilar.

Analog integral mikrosxemalar elementar negiz bosqichlar asosida yasaladilar. Negiz bosqichlarga UE sxemada ulangan bipolyar tranzistorlar hamda UI sxemada ulangan maydoniy tranzistorlardan yasalgan bir bosqichli kuchaytirgichlar kiradi. Negiz bosqichlar bir vaqtning o'zida tok yoki kuchlanish, hamda tok va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish bilan quvvatni kuchaytiradilar.

Tajribani o'tkazish tartibi

- 1-rasmda keltirilgan zanjirni yig'ing.
- BD 137 n-p-n-tranzistorni panelga o'rnatib.
- Baza-emitter BE-tavsifnomalari: Ta'minlash manbai musbat qutbini bazaga va manfiy qutbini tranzistor emitteriga ulang. Multimetr qutblari mos va to'g'ri ulangani, o'lchash chegarasi to'g'ri tanlanganiga e'tibor qiling.
- 2 Sekin asta ta'minlash kuchlanishini noldan tok kuchi $I=5$ mA gacha ko'tarib boring va shu ondagi kuchlanishni yozib oling. Bunda kuchlanish 2 V dan oshib ketmaslik zarur.
- Kuchlanish va tok kuchi qiymatlarini 1-jadvalga kiriting.
- Ta'minlash kuchlanishi qutblarini o'zgartiring va tajribani takrorlang hamda

olingan natijalarni 1-jadvalga kiriting.

- Baza-kollektor BK tavsifnomasi: ta'minlash manbaining musbat qutbini bazaga va manfiy qutbini kollektorga ulang. Multimetr qutblari mos va to'g'ri ulangani, o'lchash chegarasi to'g'ri tanlanganiga e'tibor qiling. Yuqorida o'tkazilgan tajribani takrorlang hamda olingan natijalarni 2-jadvalga kiriting.

Kollektor-emitter KE-tavsifnomalari. Endi ta'minlash manbai musbat qutbini kollektorga 100 Om li qarshilik bilan ulang, va manfiy qutbini tranzistor emitteriga ulang.

- Yuqorida o'tkazilgan tajribani takrorlang hamda olingan natijalarni 3-jadvalga kiriting.
- Barcha o'tkazilgan tajribalarni BD 138 p-n-p tranzistor bilan ham bajaring. Olingan natijalarni 4, 5 va 6 jadvallarga kiriting.

- O'lchash namunalari

- **Tranzistor NPN, BD 137**

- 1-jadval: baza-emitter o'tish.

| Baza B | Emitter E | Tok | U_{BE} | I_B |
|-----------|--------------|------|----------|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | Bor | 0,7 | 5 |
| - | + | yo'q | 2 | 0 |

- 2-jadval: baza-kollektor o'tish.

| Baza B | Kollektor C | Tok | U | I_B |
|-----------|----------------|------|-----|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | Bor | 0,7 | 5 |
| - | + | yo'q | 2 | 0 |

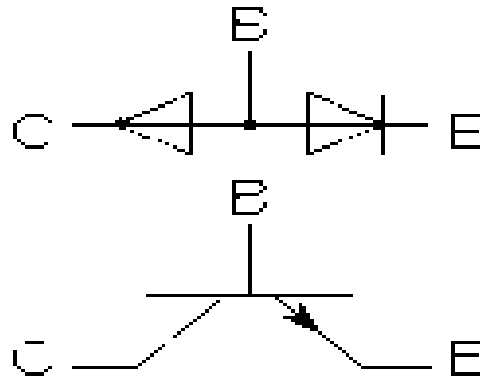
- 3-jadval. Kollektor-emitter o'tish.

| Kollektor C | Emitter E | Tok | U_{KE} | I_c |
|----------------|--------------|------|----------|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | yo'q | 2 | 0 |
| - | + | yo'q | 2 | 0 |

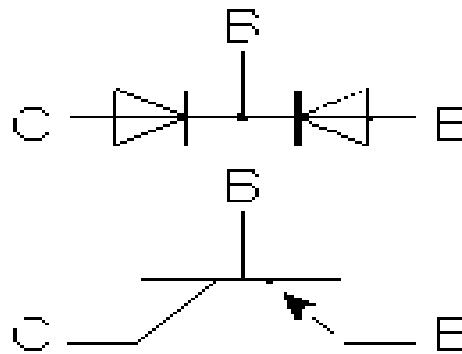
- **Natijalar tahlili**

- Tranzistorning baza-kollektor va baza-emitter o'tishlari diodlar kabi ishlaydi va ular ishlashi o'xshashdir. Bu holat 2-rasmda n-p-n va p-n-p tranzistorlar uchun ko'rsatilgan.

- :



- Ahar n-p-n tranzistor bazasiga musbat qutb ulansa ikkala baza-kollektor va baza-emitter o'tishlar ham tok o'tkazadi.



Agar p-n-p tranzistor bazasiga manfiy ta'minlash qutbi ulansa ikkala baza-kollektor va baza-emitter o'tishlar ham tok o'tkazadi

- **PNP-Tranzistor BD 138**

4-jadval: Baza-emitter o'tish.

| Baza B | Emitter E | Tok | U_{BE} | I_B |
|-----------|--------------|------|----------|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | yo'q | 2 | 0 |
| - | + | Bor | 0,7 | 5 |

5-jadval: Baza-kollektor o'tish.

| Baza B | Kollektor C | Tok | U_{BC} | I_B |
|-----------|----------------|------|----------|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | yo'q | 2 | 0 |
| - | + | Bor | 0,7 | 5 |

6-jadval: Kollektor-emitter o'tish.

| Kollektor C | Emitter E | Tok | U | I_c |
|----------------|--------------|------|-----|-------|
| | | | V | mA |
| + | - | yo'q | 2 | 0 |
| - | + | yo'q | 2 | 0 |

Sinov savollari :

1. Tranzistor deb nimaga aytiladi
2. Baza deb nimaga aytiladi
3. Kollektor o'tish va emitter o'tishlarni tushuntiring
4. Tranzistorni VAX ga nimalar kiradi

Labaratoriya ishi №3

Mavzu:Tranzistorli kalit

Tajriba maqsadi

- Tranzistorni elektron kalit sifatida ishlashiti o'rganish.
- Kuchlanish bo'lgichlar yordamida kalit ishchi nuqtasini o'rnatish.
- O'zgaruvchan qarshiliklar (LDR va PTC) yordamida kalitni ochilish nuqtasini o'rnatish

Kerakli asbob-uskunalar: Rastrli panel DIN A4 , Tranzistor BD 137, NPN, , Bir qutbli qayta ulagich , E 10 lampa patroni, 10 ta lampalar majmui, 12 V/3 W, Rezistor 1kOm, 1.4 W, 5 %, O'zgaruvchan qarshilik 10 kOm, 1 W, Fotorezistor LDR 05, Termorezistor 30 Q, 1 Qizdirish elementi, 100 Q, 2 W,10 ta qisqa ulash simlari, Ta'minlash manbai DC 0...+/- 15 V, Multimetr LDanalog , Juft kabel, 50 sm, qizil va ko'k.

Nazariy qism: BT da yasalgan sodda kalit sxemasi 1 – rasmda keltirilgan. Yuklama qarshiligi R_K emitteri umumiy shinaga ulangan tranzistorning kollektor zanjiriga ulangan. Kalit ikkita turg'un holatga ega bo'lishi kerak: ochiq va berk.

Ochiq kalit holatiga tranzistorning to'yinish yoki aktiv ish rejimi, berk holatga esa - berkilish rejimi mos keladi.

Agar tranzistor bazasiga manfiy kuchlanish berilsa ($U_{KIB} < 0V$), u holda emitter va kollektor o'tishlar teskari yo'nalishda ulangan bo'ladi, ya'ni berk holatda bo'ladi. Bu vaqtda tranzistor kollektor tokining berkilish rejimida ishlaydi va kalit uzilgan holatda bo'ladi. Berkilish rejimida tranzistor toklari mos ravishda

$$I_{\ominus} \cong 0, I_K = I_{K0}, I_B = -I_{K0} \quad (1) .$$

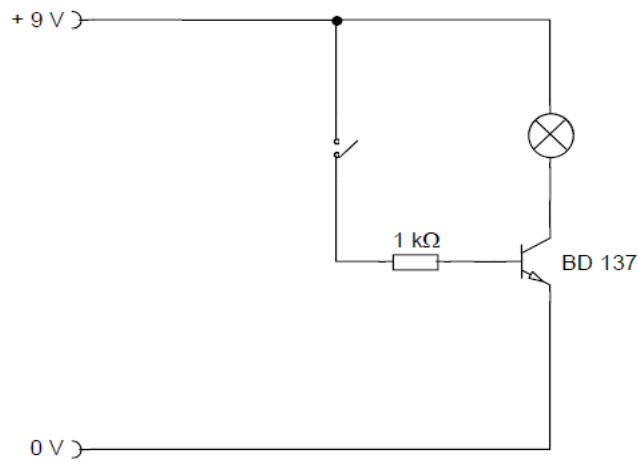
Natijada tranzistor kollektoridagi kuchlanish

$$U_K = U_{\text{KIK}} = E_M - I_{K0} \cdot R_K \approx E_M, \text{ (mantiqiy bir } U^I) \quad (2),$$

bo'lib, yuklamaning manbadan uzilgan holatiga mos keladi (kalit uzilgan).

Baza zanjirida R_B rezistor mavjud bo'lganda tranzistor baza kuchlanishi

$$U_B = U_{B\ominus} = -U_{KIB} + I_{K0} \cdot R_B \quad (3)$$



1 – rasm.

Zanjir chizmasi 1-rasmda kletirilgan.

- Ta'minlash manbaini ulang va kuchlanishni 9 V qilib o'rning.
- Zanjirga cho'g'lanma lampa o'rning va uni kuzating.
- I_B baza hamda I_C kollektor toki, U_{BE} baza va U_{CE} kollektor kuchlanishlarini o'lchang.
- Bazadagi qarshilik qiymatini o'zgartirgandan keyin o'lchashlarni yana takrorlang.

Yuqori temperaturalarda kalit I_{K0} qiymati keskin ortadi va natijada emitter o'tishdagi kuchlanish ham ortadi. Shu sababli berkilish rejimida tranzistor normal ishlashi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak

$$-U_{KIP} + I_{K0} \cdot R_B \leq U_{BVC} \quad (4) ,$$

bu yerda $U_{BO'S}$ – emitter o'tishdagi musbat kuchlanish U_{BE} bo'lib, ushbu qiymat ortsa tranzistor berk rejimdan aktiv rejimga o'tadi, ya'ni ochiladi.

Integral texnologiyada bajarilgan kremniyli tranzistorlar uchun $U_{BO'S}=0,5\div 0,6$ V.

Agar $U_{KIP}=0$, u holda (4) shart quyidagicha qayta yoziladi.

$$I_{K0} \cdot R_B \leq U_{BVC} \quad (5) .$$

$U_{BO'S}=0,6$ V va $I_{K0}=1\text{mkA}$ deb faraz qilsak, u holda $R_{B,max}=0,6$ MOm ga teng bo'ladi.

Kirishga $U_{KIP} \geq 0,7$ V (mantiqiy bir U^1) kuchlanish berilsa tranzistor aktiv yoki to'yinish rejimida ishlaydi (kalit ulangan).

Kalit rejimda tranzistorning aktiv ish rejimi ma'qullanmaydi, chunki yuklamadagi tok faqat yuklama R_K va manba kuchlanishi Y_{eM} kattaligi bilan emas, balki tranzistordagi kuchlanish pasayishi U_{KE} bilan ham aniqlanadi,

$$I_{IO} = I_K = \frac{E_M - U_{K\Xi}}{R_K} \quad (6) ,$$

ya'ni tranzistor xossalriga (parametrlarning o'zgarishi va ularning temperaturaga bog'liqligi) ham bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, aktiv rejimda tranzistorda qo'shimcha quvvat $P_K = I_K \cdot U_{K\Theta}$ sochiladi, sxemaning FIK kamayadi.

Integral texnologiyada bajarilgan kremniyli tranzistorlar uchun to'yinish rejimida $U_{ChIQ} = U_{KE} \approx 0,25$ V (mantiqiy nol U^0). Analog sxemalarda alohida kalitlar qo'llaniladi. Raqamli sxemalarda esa **kalitli zanjirlar** qo'llaniladi. Bunday zanjirlarda har bir kalitni o'zidan oldingi kalit boshqaradi va o'z navbatida bu kalitning o'zi keyingi kalit uchun boshqaruvchi hisoblanadi. Demak, agar oldingi kalitda tranzistor to'yinish rejimi bo'lsa, u holda bu kalit keyingi kalitni qayta ulashi mumkin emas.

Shunday qilib, agar kalit kirishiga mantiqiy nol potentsiali berilsa, u holda uning chiqishida mantiqiy birga mos potentsial hosil bo'ladi va aksincha, ya'ni bunday kalit invers sxema hisoblanadi va **invertor** deb ataladi.

Asosiy dinamik parametrlaridan biri bo'lib, sxemaning ulanish va uzilish vaqtidagi qayta ulanish jarayonlari bilan aniqlanadigan **tezkorligi** hisoblanadi. Sxema chiqishidagi kuchlanishning bo'sag'aviy qiymati, kirish signalini U^0 dan U^1 ga o'zgartirganda ma'lum t_K^1 vaqtiga, U^1 dan U^0 ga o'zgartirganda t_K^0 vaqtiga kechikadi. Kechikishlarga tranzistorlar qayta zaryadlanish sig'imi va yuklama sabab bo'ladi. Sxema tezkorligi o'rtacha kechikish vaqti bilan aniqlanadi

$$t_K = 0,5 \cdot (t_K^1 + t_K^0).$$

Sxema iste'mol qilayongan tok ortsa, sig'imlarning katta qayta zaryadlanish tezligi hisobiga qayta ulanish vaqti ortadi. Lekin bu vaqtda sxemaning iste'mol quvvati ortadi. Shu sababli o'rtacha kechikish vaqti qayta ulanish ishi $A_Q = R t_K$ deb ataluvchi kattalik bilan aniqlanadi. Zamonaviy IMSlar uchun $A_Q = 10^{-12} - 10^{-14}$ Dj.

Kalit elementi sifatida odatda kanali induksiyanuvchi MDYa – tranzistorlar qo'llaniladi, chunki ular U_{ZI} nolga teng bo'lganda uzilgan kalit holati ta'minlanadi (tranzistor berk).

Ishni bajarish tartibi:

Mazkur tajribada soda zanjirda tranzistor kalit sifatida qo'llanilgan. Buning uchun tranzistorning baza-emitter o'tishi I_V toki bilan boshqarilishi lozim. Bu jrayonni indikator lampalar ko'rsatib turadi.

Tranzistorning tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$B = \frac{I_C}{I_B}$$

Tajribaning birinchi qismida kalitni baza toki bilan ochish o'rganiladi.

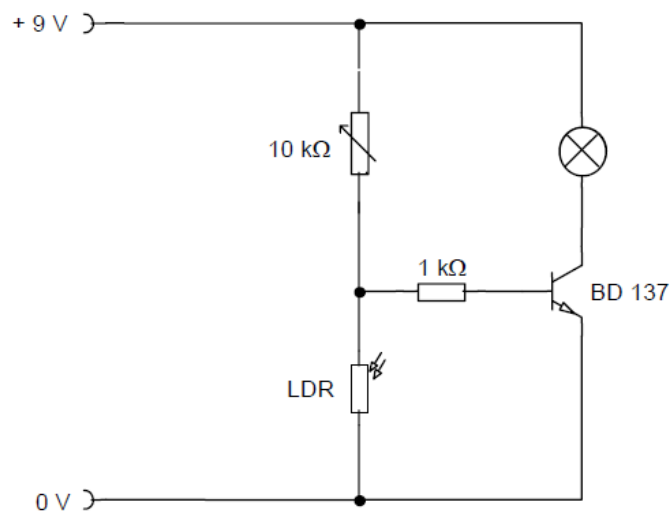
Tashqi maydon yo'nalishi baza-emitter yo'nalishi bo'yicha to'g'ri o'tishga mos kelgani uchun bu yo'nalishda tok o'tadi. Kollektor-emitter qarshiligi eng kichik qiymatda bo'lgani uchun bu yo'nalishda kuchlanishlar tushuvi juda kichik bo'ladi.

Tajribaning ikkinchi qismida o'zgaruvchan qarshilik bilan kalit ishchi nuqtasini topamiz. O'zgaruvchan qarshilik va fototranzistorlar birgalikda kuchlanish taqsimlagichini tashkil qiladilar. U_{BE} kuchlanish shunday tanlanganki kuchlanishning bu qiymatida tranzistor baza-emitter yo'nalishi bo'yicha yopiq. Fotorezistorga kuchsiz yorug'lik tushganida fotorezistor qarshiligi va bazadagi kuchlanish ortadi. Bu o'z navbatida kalitning ochilishiga va tranzistor va indikaor orqali tok o'tishiga olib keladi.

Tajribaning uchunchi qismida termorezistordan (musbat harorat koefitsiyentli termorezistor) foydalanamiz.

O'rganilayotgan zanjirlar turli avtomatik qayta ulagichlar va ikki kaskadli rostlagichlarda qo'llaniladi. Shu usulda tranzistorlar induktiv (elektromagnit) relelar o'rnida qollanilishi mumkin.

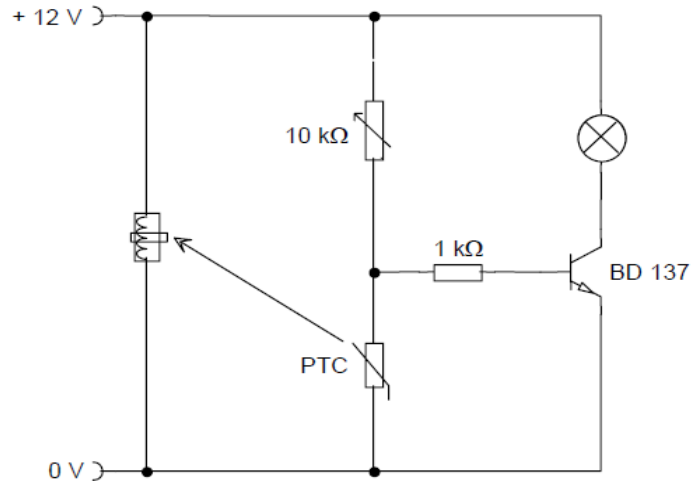
b) Bazasiga fotorezist ulangan tranzistorli kalit.



2-rasm. Bazasiga fotorezist ulangan tranzistorli kalit sxemasi.

- Bazasiga fotorezist ulangan tranzistorli kalit sxemasi 2-rasmda keltirilgan. Ta'minlash manbaini ulang va kuchlanishni 9 V qilib o'rnating.
- Fotoqarshilikka tushayotgan yorug'likni shunday tanlangki fotoqarshilik qarshiligi chiziqli o'zgarsin.
- Fotoqarshilik yoritilganligi kalit ishchi nuqtasi o'rnatilgach yoki ochilgandan keyin ham yoritilganlik ortishi zarurati yo'q.
- O'zgaruvchan qarshilik qiymatini shunday tanlangki cho'g'lanma lampa yonmagan bo'lsin.
- Fotoqarshilikni yorug'likdan berkiting va cho'g'lanma lampani kuzating. Lampa yonmasligi kerak.

- IB baza toki, UBE baza-emitter kuchlanishi va UCE baza-kollektor kuchlanishi hamda IC kollektor toklarini fotoqarshilik yoritilgan va yoritilmagan hollar uchun o'lchang.



3-rasm. Bazasiga termoqarshilik ulangan tranzistorli kalit.

c) Bazasiga termoqarshilik ulangan tranzistorli kalit.

- 3-rasmda keltirilgan zanjirni yig'ing.
- Ta'minlash manbaini ishga tushiring va kuchlanishni 12 V qilib o'rning.
- Termoqarshilik harorati kalitning ochilish nuqtasiga yetgandan keyin o'zgarish kerak.
- O'zgaruvchan qarshilikni qiymatini shunday tanlangki cho'g'lanma lampa o'chiq bo'lsin.

Termoqarshilikni STE qizdiruvchi element bilan qizdiring va lampani kuzating. Lampa yonmagan bolishi zarur. Issiqlik sig'imiga bog'liq ravishda lampa yonishi uchun ma'lum bir vaqt talab qilinishi mumkin

- (Termoqarshilikni yana issiq suv bilan ham isitish mumkin).
- IB baza toki, UBE baza-emitter kuchlanishi va UCE baza-kollektor kuchlanishi hamda IC kollektor toklarini termoqarshilikning dastlabli (sovuq) hamda isitilgan holdagi qiymatlarini o'lchang.

O'lchash namunalari

a) Tranzistorli kalit

| Kalit holati | I_B mA | U_{BE} V | U_{BC} V | I_C mA | Lampa holati |
|--------------|-------------|---------------|---------------|----------|--------------|
| Yopiq | 0 | 0 | 8.9 | 0 | Yonmaydi |
| Ochiq | 8 | 0.8 | 0.02 | 210 | Yonadi |

b) Bazasiga fotoqarshilik ulangan tranzistorli kalit.

| Fotoqarshilik holati | I_B Ma | U_{BE} V | U_{BC} V | I_C mA | Lampa holati |
|-------------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| Yorug'lik tushirilganda | 0.32 | 0.68 | 8 | 57 | Yonmaydi |
| Yorug'lik tushmaganda | 3.0 | 0.76 | 0.3 | 200 | Yonadi |

c) Bazasiga termoqarshilik ulangan tranzistorli kalit.

| Termoqarshilik holati | I_B Ma | U_{BE} V | U_{BC} V | I_C mA | Lampa holati |
|-----------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| Qizdirilmagan holatda | 0.26 | 0.68 | 12 | 54 | Yonmaydi |
| Qizdirilgan holatda | 2.6 | 0.76 | 1.2 | 240 | Yonadi |

Savol va topshiriqlar

- Tranzistorni elektron kalit sifatida qo'llashdan maqsad.
- Baza va Kollektor kuchlanishi deb nimaga aytiladi.
- Fotorezistor va termorezistor qarshiligini tushuntiring.

Labaratoriya ishi №4

Mavzu:Tranzistorli kuchaytirgich

Tajriba maqsadi

- Umumiy emitterli ulangan tranzistorli zanjirni kuchlanish bo'yicha kuchaytirishning asosiy sxemasi sifatida o'rganish.
- Kuchaytirgichlarning ishchi nuqtasini o'rnatish.
- Ossilograf yordamida kirish va chiqish kuchlanishlarini o'lchash, amplitudani aniqlash

▪

- Kerakli asbob uskunalar

| | | | |
|-----|--|--------|---------|
| 1. | Rastrli panel DIN A4 | 1 dona | 576 74 |
| 2. | Tranzistor BD 137, NPN | 1 dona | 578 67 |
| 3. | Rezistor 1 kOm, 1.4 Vt, 5 % | 1 dona | 577 44 |
| 4. | Rezistor 10 kOm, 0.5 Vt | 1 dona | 577 56 |
| 5. | Rezistor 47 kOm, 0.5 Vt | 1 dona | 577 64 |
| 6. | O'zgaruvchan rezistor 10 kOm, 1 Vt | 1 dona | 577 80 |
| 7. | O'zgaruvchan rezistor 47 kOm, 1 Vt | 1 dona | 577 82 |
| 8. | Kondensator 47 mkF, 40 V, 20 % | 1 dona | 578 38 |
| 9. | Kondensator 100 mkF, 35 V, 20 % | 1 dona | 578 39 |
| 10. | Kondensator 470 mkF, 16 V, 20 % | 1 dona | 578 40 |
| 11. | 10 ta qisqa ulagichlar to'plami | 1 dona | 501 48 |
| 12. | Funksional generator S 12 | 1 dona | 522 621 |
| 13. | Ta'minlash manbai AC/DC 0...12 V / 3 A | 1 dona | 521 485 |
| 14. | Ikki kanalli ossilograf 303 | 1 dona | 575 211 |
| 15. | Ekranlangan kabel BNC/4 mm | 2 dona | 575 24 |
| 16. | Juft kabel, 50 sm, qizil va ko'k | 1 dona | 501 45 |
| 17. | Juft kabel, 50 sm, qora | 1 dona | 501 451 |

O'zgarimas tok kuchaytirgichlari, keng polosali va tanlov kuchaytirgichlari analog mikroelektron apparatura negiz elementlari hisoblanadi.

Kuchaytirgich deb kirish signali quvvatini kuchaytirishga mo'ljallagan qurilmaga aytiladi. Kuchaytirish manbadan energiya iste'mol qilayotgan tranzistorlar hisobiga amalga oshiriladi. Ixtiyoriy kuchaytirgichda kirish signali faqat manbadan energiyani yuklamaga uzatishni boshqaradi.

Kuchaytirgich xossalarini ifodalash maqsadida kuchlanish bo'yicha $K_U = \frac{U_{qMK}}{U_{KMP}}$, tok bo'yicha $K_I = \frac{I_{qMK}}{I_{KMP}}$ yoki quvvat bo'yicha $K_P = \frac{P_{qMK}}{P_{KMP}}$ kuchaytirish koefitsientlari qo'llaniladi. Kuchaytirgichlar turli kuchaytirish koefitsienti qiymatlariga ega bo'lishi mumkin, lekin doim $K_p > 1$ bo'ladi.

Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koefitsienti desibellarda (dB) $K_U = 20 \lg \frac{U_{qMK}}{U_{KMP}} = 20 \lg K_U$ ga teng. Agar ko'p bosqichli kuchaytirgichning kuchaytirish koefitsienti desibellarda ifodalansa, u holda ko'p bosqichli kuchaytirgichning umumiy kuchaytirish bosqich kuchaytirish koefitsientlari yig'indisiga teng bo'ladi.

1-jadval

| | | | | | | | | | |
|------------------|---|------|------|------|------|----|--------|--------|--------|
| K_U, dB | 0 | 1 | 2 | 3 | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 |
| K_U | 1 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 3,16 | 10 | 10^2 | 10^3 | 10^4 |

Kuchaytirgich o'zining kirish R_{KMP} va chiqish R_{qMK} qarshiliklari bilan, kirish signali manbai – EYuK Yeg esa ichki qarshilik R_Γ bilan xarakterlanadi.

Agar kuchaytirgichda $R_{KMP} \gg R_\Gamma$ bo'lsa, kuchaytirgich kirishidagi signal manbai Y_{eG} ga yaqin kuchlanish yuzaga keltiradi. Bunday rejim potensial kirish deb, kuchaytirgichning o'zi esa **kuchlanish kuchaytirgichi** deb ataladi.

Agar $R_{KMP} \ll R_\Gamma$ bo'lsa, chiqish kuchlanishi va signal manbai quvvati juda kichik. Bunday rejim tok kirishi, kuchaytirgichning o'zi esa **tok kuchaytirgichi** deb ataladi.

Quvvat kuchaytirgichida $R_{KMP} \approx R_\Gamma$ bo'ladi, ya'ni kirish signali manbai bilan muvofiqlashgan bo'ladi.

R_{qHK} va kuchaytirgich yuklama qarshiligi R_{IO} qiymatlari nisbatlarini kuchlanish kuchaytirgichi ($R_{\text{qHK}} \ll R_{\text{IO}}$), tok kuchaytirgichi ($R_{\text{qHK}} \gg R_{\text{IO}}$) va quvvat kuchaytirgichi ($R_{\text{qHK}} \approx R_{\text{IO}}$) ga ajratish mumkin.

Bundan tashqari, o'zgarmas tok kuchaytirgichi parametri bo'lib nol dreyfi hisoblanadi. Nol dreyfi bu barqarorlikni buzuvchi ta'sirlar (kuchlanish manbai qiymatining tebranishi, temperatura va boshqalar) natijasida kuchaytirgich elementlari ish rejimlarining o'zgarishi bo'lib, natijada kuchaytirgich chiqishida soxta signal yuzaga keladi.

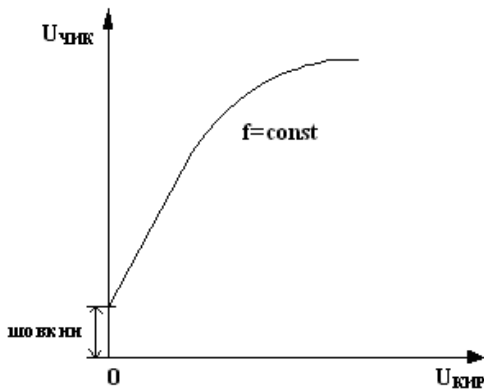
Kuchaytirgich odatda signalni kuchaytirishdan tashqari uning shaklini ham o'zgartiradi. Kirish va chiqish signallari shaklining normadan og'ishi – **buzilishlar** deb ataladi. Ular ikki turda bo'lishi mumkin: nochiziqli va chiziqli.

Barcha kuchaytirgichlar volt – amper xarakteristikalarini (VAX) nochiziqli bo'lgan tranzistorlardan tashkil topadi. Bipolyar tranzistor VAX to'g'ri chiziq emas, balki eksponenta shakliga ega. Shu sababli, sinusoidal shaklga ega bo'lgan kirish signali kuchaytirilganda, chiqishdagi signal shakli qisman sinusoidal ko'rinishga ega bo'ladi. Chiqish signali spektrida kirish signalida mavjud bo'lmagan boshqa chastotaga ega bo'lgan tashkil etuvchilar (garmonikalar) paydo bo'ladi. Bu turdagi buzilishlar **nochiziqli** deb ataladi.

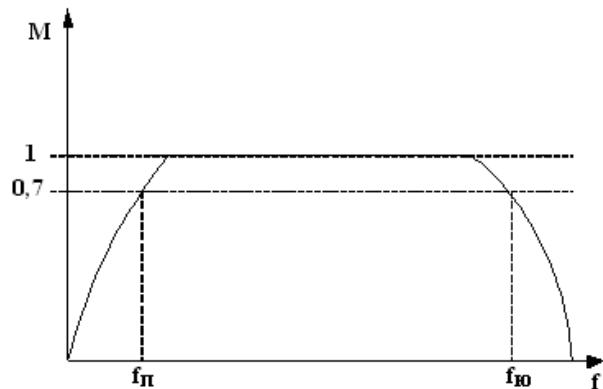
Agar kuchaytirgich uzatish xarakteristikasi matematik funksiya ko'rinishida ifodalangan bo'lsa, nochiziqli buzilishlarni analitik usulda hisoblash mumkin. Uzatish xarakteristikasi (1 - rasm) deganda o'zgarmas chastotadagi chiqish signali amplitudasi U_{qHK} ning kirish signali amplitudasi U_{KIP} ga bog'liqligi tushuniladi. Nochiziqli buzilishlar koeffisienti ko'p hollarda berilgan uzatish xarakteristikasidan grafik usulda aniqlanadi.

Chiziqli buzilishlar esa tranzistor parametrlarining chastotaga bog'liqligidan aniqlanadi. Kuchaytirgichning chastota xususiyatlari amplituda-chastota xarakteristikasi (AChX) dan aniqlanadi. AChX deganda kuchaytirish koeffisientining chastotaga bog'liqligi tushuniladi. Ideal AChX gorizontaal chiziq hisoblanadi. Real AChX esa kamayuvchi sohalarga ega bo'ladi. 2 – rasmda

normallashtirilgan AChX $M(f) = \frac{K(f)}{K_0}$ keltirilgan. Bu yerda K_0 – nominal kuchaytirish koeffisienti, ya’ni kuchaytirish koeffisienti o‘zgarmas bo‘lgan chastota sohalari. Odatda chastota b uzilishlarining ruxsat etilgan koeffisient kattaligi 3 dB dan oshmaydi. $\Delta f = f_{y0} - f_{\Pi}$ kattaligi **kuchaytirgichning o‘tkazish polosasi** deyiladi.



1 – rasm.



2 – rasm.

O‘zgarmas tok kuchaytirgichlari deb tok va kuchlanishning nafaqat o‘zgaruvchan, balki o‘zgarmas tashkil etuvchilarini ham kuchaytirishga mo‘ljallangan qurilmalarga aytiladi. Bunday kuchaytirgichlarning past chastotasi nolga teng ($f_{\Pi}=0$), yuqori chastotasi esa juda katta (f_{y0} - bir necha o‘n MGs) bo‘ladi. O‘zgarmas tok kuchaytirgichlarining turlari ko‘p (differensial, operasion kuchaytirgichlar, signal o‘zgartiruvchi kuchaytirgichlar va boshqalar).

Integral keng polosali kuchaytirgichlar berilgan past chastota f_{Π} dan yuqori chegaraviy chastota f_{y0} gacha bo‘lgan keng chastota diapazonidagi signallarni kuchaytiradilar. Keng polosali kuchaytirgichlarga qo‘yiladigan asosiy talab - kirish signalini f_{Π} dan f_{y0} gacha diapazonda berilgan kuchaytirish koeffisientida bir tekis kuchaytirish. Bu vaqtda f_{Π} dan f_{y0} gacha oraliqdagi kuchaytirish koeffisienti moduli 3 dB ($M(f)=0,7$) dan oshmasligi kerak. f_{y0} chastota qiymati bir necha yuz megagersgacha yetishi mumkin.

Tanlov kuchaytirgichlari (filtrlar) deb berilayotgan signallar majmuidan ma'lum chastota spektridagi sinusoidal shaklga ega bo'lganlarini tanlab, ularni kuchaytiradigan kuchaytirgichlarga aytiladi. Tanlov kuchaytirgichlari maxsus shakldagi AChX ga egadirlar.

Signalni kuchaytirish amalga oshiriladigan chastotalar oralig'i, **o'tkazish polosasi** deb ataladi. Signallar so'ndiriladigan chastota polosasi **chegaralovchi chastota** deb ataladi. O'tkazish va chegaralovchi chastotalarning o'zaro joylashishiga ko'ra quyidagi tanlov kuchaytirgichlari turlari mavjud: past chastota, yuqori chastota, polosali o'tkazuvchi, polosali chegaralovchi. Filtrlar RC zanjirlar va aktiv elementlar asosida amalga oshiriladi. Shuning uchun ular **aktiv filtrlar** deb ataladi.

Umumiy emitterli ulanish ko'pchilik kuchaytirgich zanjirlarida qo'llaniladi. Kirish signali bazaga beriladi va chiqish signali kollektordan olinadi.

Bu tajribada kuchlanish bo'yicha kuchaytirish quyidagicha aniqlanadi:

$$B_U = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_E}$$

Agar $R_{CE} \ll B_I \cdot R_E$ (B_I tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti) bo'lsa, bu nisbat kollektor qarshiligining emitter qarshiligiga nisbatiga mos keladi. $\frac{\Delta R_C}{\Delta R_E}$

Eng avvalo, kuchaytirgichning ishchi nuqtasi tranzistor bazasiga kuchlanish taqsimlagich orqali qo'yilgan o'zgarmas tok kuchlanish bilan o'rnatiladi. Ishchi nuqtani to'g'ri o'rnatish kirish signalining buzilishsiz kuchaytirilishiga olib keladi.

Mazkur tajribada ishchi nuqta kuchaytirgich moslangan kiruvchi sinusoidal signalga mos holda o'rnatiladi. Doimiy kuchlanish bazaga ulangan kuchlanish taqsimlagichlar bilan o'rnatiladi hamda chiqishda simmetrik signalga ega bo'lamiz. Agar ishchi nuqta to'g'ri o'rnatilgan bo'lsa chiqish kuchlanishi ishchi kuchlanishining yarmiga teng bo'ladi.

Kirish va chiqish kuchlanishlarining to'la amplitudasi $\Delta U = U_{SS}$ qiymatlari o'lchanadi va kollektor va. emitter qarshiliklarining nisbati $\frac{\Delta R_C}{\Delta R_E}$

bilan solishtiriladi

Tajriba qurilmasi

- Tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan.
- U_E kirish signali amplitudasini ossilografning birinchi kanali, U_{ch} chiqish signali amplitudasini ikkinchi kanali bilan o'lchang: Kanallar o'lchash darajasini o'rnatmalari:

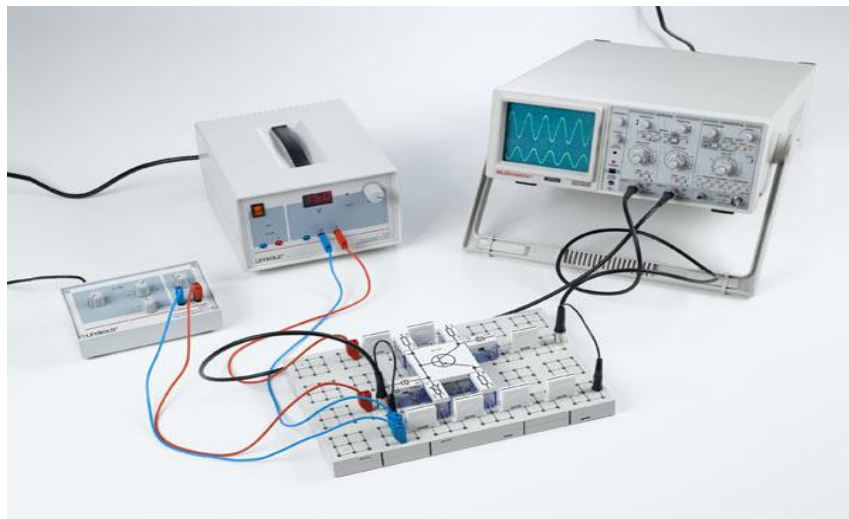
- Vaqt: 0.2 milsek /bo'linma.

Y I: 0.5 V / bo'linma, AC bo'yicha

Y II: 5 V / bo'linma, AC bo'yicha

Umumiy ekranlash simi erga ulanganiga e'tibor qiling.

- Funktsional generator orqali chastotasi $f = 1$ kHz va amplitudasi $U_s = 1$ V bo'lgan signal bering.



- 1 – rasmda sodda simmetrik DK sxemasi.

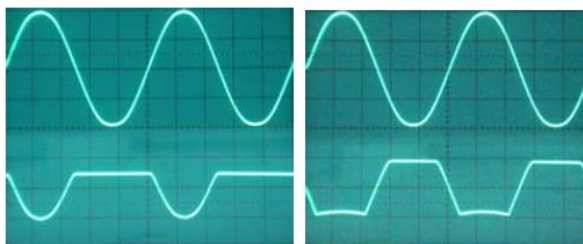
O'lchash jarayoni

a) Ishchi nuqtani o'rnatish

- Ta'minlash manbai kuchlanishini 9 V qilib o'rning.

- 47 kOm qarshilikni shunday o'rningki, chiqish signali simmetrik bo'lsin.

Agar zarrurat bo'lsa, kirish signali amplitudasini ossilografda aniq cheralari bilan ko'ringuncha oshiring



2-rasm. Ishchi nuqta o'rnatilgandan keying signallar ossilogrammasi.

Yuqorida: kirish signali, quyida: chiqish signali,

chapda: ishchi nuqtasi noto'g'ri o'rnatilgan

o'ngda: ishchi nuqtasi to'g'ri o'rnatilgan

b) Ishchi nuqta o'rnatilganda chiqish kuchlanishini aniqlash

- Funktsional generatorni zanjirdan ajrating.

- Ossilografdagi o'rnatmalar:

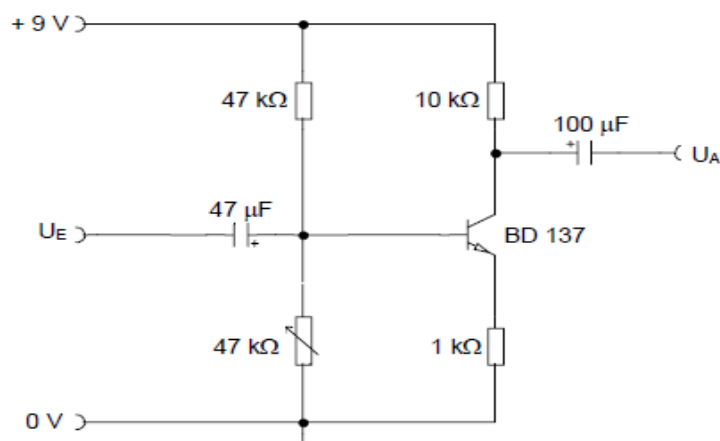
Y I: 0.1 V / bo'linma DC bo'yicha

Y II: 1 V / bo'linma DC bo'yicha

Tranzistorning bazasidagi U_{BE} va kollektoridagi U_{CE} kuchlanishlarni o'lchang. Umumiy zanjir erga ulanganiga e'tibor qiling.

- Agar zarurat bo'lsa, 47 kOm o'zgaruvchan qarshilik bilan ishchi nuqtani toping.

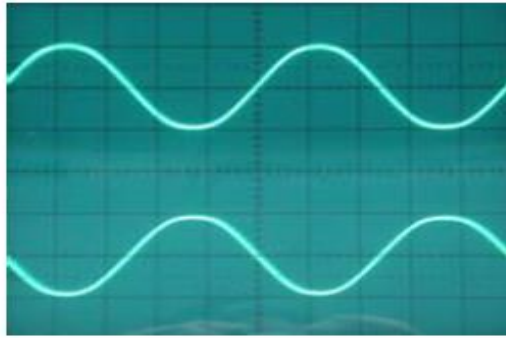
c) Signal amplitudasini aniqlash



- Funktsional generatorni qayta ulang va ossilografni a) holatdagi kabi sozlang (1-rasm).

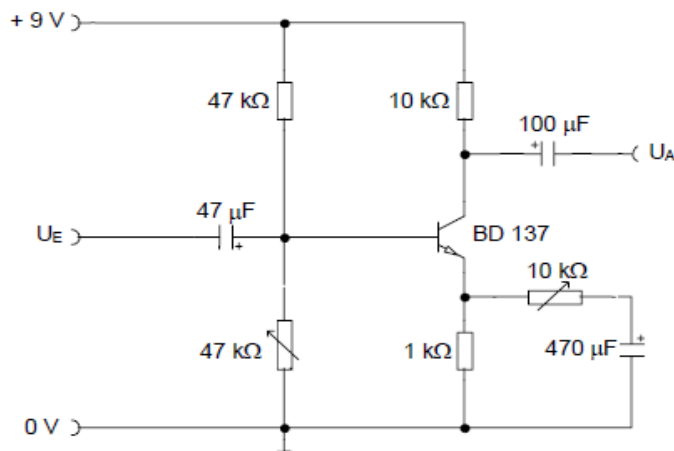
- Kirish signali amplitudasini shunday kamytiringki, signal shakli buzilmasin, ya'ni signal o'lchash chegarasidan chiqib ketmasin.

- Kirish ($U_{E,SS}$), chiqish ($U_{A,SS}$) signallarini kuzating va qiymatini o'lchang hamda kuchaytirish koeffitsiyentini hisoblang. Bu amalni bajarishda (YI va YII) ossilograf kanallarini to'g'ri rostlang.



3-rasm. Kuchaytirish koeffitsiyentini aniqlashda signal ossilogrammasi.

Yuqorida: kirish signali, quyida: chiqish signali



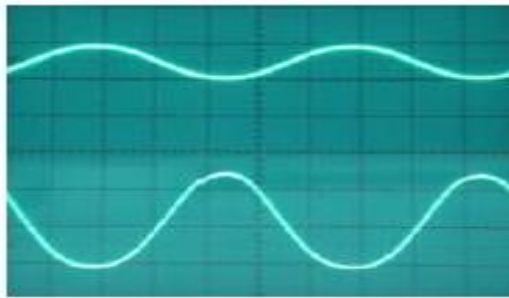
4-rasm. Kuchaytirishi boshqariladigan bir kaskadli kuchaytirgich chizmasi.

4-rasmda keltirilgan zanjirni yig'ing.

- Kirish signalini iloji boricha kamaytiring ($U_{E,SS}$ 0,1 V ga etganicha). Zarrurat tug'ulsa, ossilografning kuchaytirishini oshiring.

-10kOm o'zgaruvchan qarshilikni o'zgartirish orqali, chiqish signali buzilmagan holda bo'lishiga erishing.

- Kirish ($U_{E,SS}$) va chiqish ($U_{A,SS}$) kuchlanishlarini o'lchang va kuchaytirishni hisoblang. Bu amallarni (YI va YII) ossilograf kanallari o'rnatmalarini o'zgartirib bajaring.



5-rasm. Kuchlanish bo'yicha kuchaytirishni o'zgartirishda signal ossilogrammasi.

yuqorida: kirish signali, quyida: chiqish signali

O'lchash namunalari va natijalar tahlili.

b) $U_{BE} = 0.57 \text{ V}$, $U_{CE} = 4.5 \text{ V}$

O'zgaruvchan kuchlanish bo'yicha uzatish koeffitsientini o'zgartirib ishchi nuqtani o'rnatish mumkin. Ishchi nuqta shuningdek DC ta'minlash manbai orqali U_{ce} kuchlanishni o'zgartirib tanlanishi ham mumkin.

c) Kirish signalidan chiqish signali katta va 180° ga siljigan.

Kirish signali: $U_{E,SS} = 0.44 \text{ V}$

Chiqish signali: $U_{A,SS} = 4.6 \text{ V}$

Kuchaytirish koeffitsiyenti

$$B_U = \frac{4.6 \text{ V}}{0.44 \text{ V}} = 10,5 \quad \text{va} \quad \frac{R_C}{R_E} = \frac{10 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega}$$

solishtirarli darajada bir-biriga yaqin

d) Kirish signali: $U_{E,SS} = 43 \text{ mV}$

Chiqish signali: $U_{ASS} = 6.2 \text{ V}$

Kuchaytirish koeffitsiyenti

$$B_U = \frac{6,2 \text{ V}}{0,043 \text{ V}} \approx 144$$

Emitter qarshiligini o'zgartirish (bu erda $10 \text{ k}\Omega$ zgaruvchan qarshilik qo'llaniladi) bir kaskadli kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirishini o'zgartirishi mumkin ekan. Kondensator signalning oz'garmas kuchlanish bo'yicha siljishini bartaraf qiladi va ishchi nuqtani shunday boshqaradiki, kuchaytirish koeffitsiyenti faqat o'zgaruvchan kuchlanish bo'yicha o'zgaradi.

Savol va topshiriqlar

1. Kuchaytirgichlarning vazifasi nimadan iborat?
2. Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffisienti kirish kuchlanishiga va nagruzka qarshiligining miqdoriga bog'liqligi qanday?
3. Yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlarning asosiy sxemalari va ularning xususiyligi nimadan iborat?

Labaratoriya ishi №5

Mavzu: Tranzistorning sinusoidal generator (tebrangich) sifatida qo'llanilishi

Tajriba maqsadi

- Vin ko'prigi asosida yig'ilgan elektron tebrangichni o'rganish.
- Sinusoidal generatori ishchi nuqtasini o'rnatish
- RC ning turli qiymatlarida tebranish chastotasini aniqlash

Kerakli asbob-uskunalar

Rastrli panel DIN ,10 ta qisqa ulagichlar to'plami ;Tranzistor BC 140, NPN, Rezistor 1 kOm, 1.4 W, 5 %, Rezistor 10 kOm, 0.5 W, 2 Rezistor 15 kOm, 0.5 W, Rezistor 47 kOm, 0.5 W, Rezistor 100 kOm, 0.5 W, 1 %, O'zgaruvchan rezistor 4.7 kOm, 1 W, Kondensator 100 pF, 630 V, 20 %; Kondensator 220 pF, 160 V, 20 %; Kondensator 1 mkF, 100 V, 20 %, Kondensator 4,7mkF, 63 V, 20 %, Ta'minlash manbai DC 0...+/- 15 V; Ikki kanalli ossilograf 303; Ekranlangan kabel BNC/4 mm; Multimetr LDanalog 20; Ulash kabellari, 0,25 mm², 50 sm, qora; Juft kabel, 50 sm, qizil va ko'k.

Nazariy qism: Garmonik tebranishli generatorlar deb o'zgarmas tok energiyasini sinisoidal shaklli elektromagnit to'lqinga aylantirib beruvchi qurilmaga aytiladi.

Garmonik to'lqin ishlab chiqaruvchi generatorlar ikkita belgisi bilan farqlanadi – chastota va qo'zg'alishi.

Garmonik to'lqinlarni ishlab chiqarishi bo'yicha:

- past chastotali (0,01÷100 kGs)
- yuqori chastotali (0,1÷100 mGs)
- o'ta yuqori chastotali (100 mGs dan yuqori) ga bo'linadi.

Qo'zg'alishi bo'yicha:

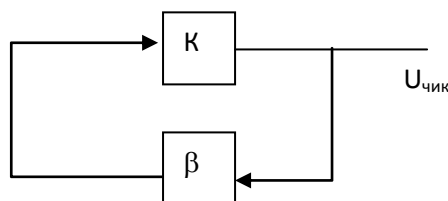
- mustaqil qo'zg'aluvchan
- o'z – o'zidan qo'zg'aluvchan (avtogenerator)

Mustaqil qo'zg'aluvchan generator tanlovchi ajratuvchi kuchaytirgichni kirishiga avtogeneratordan to'lqin beriladi.

Avtogeneratorlar sinisoidal shaklli to'lqin ishlab chiqaruvchi generatorlarga va sinisoidal shaklli bo'lmagan to'lqin ishlab chiqaruvchi relaksatsionli (impulsi) generatorlarga bo'linadi.

O'z o'zidan qo'zg'aluvchi generatorlar radiouzatuvchi va radio qabul qiluvchi qurilmalarda xisoblash mashinalarida, rele sistemalarda va boshqa joylarda ishlatiladi.

Keng tarqalgan avtogenerator kuchaytirgich bilan tebranma zanjirni musbat teskari bog‘lanishi orqali xosil qilinadi.



1- Rasm.

1- rasmda avtogeneratorning struktura sxemasi keltirilgan. Bunday K kuchaytirgichning kuchaytirish koefitsienti va teskari bog‘lanish zanjirining β kuchaytirish koefitsienti bilan teskari bog‘lanish zanjiri sifatida chastotaga bog‘liq bo‘lgan LC zanjir va RC ko‘p qutubli LC zanjir – yuqori chastotali inerator uchun RC zanjir past chastotali zanjir uchun ishlatiladi.

Teskari bog‘lanishli kuchaytirgichning kirish va chiqish kuchlanishi bir biri bilan quyidagicha bog‘langan $U_{куп} = \beta U_{чик}$, $U_{чик} = K U_{куп}$ va bulardan $U_{чик} = K\beta \cdot U_{чик}$, bu erda $K\beta \geq 1$ shart generatorni so‘nmas to‘lqinli tebranishini ta‘minlaydi. Kirish va chiqish kuchlanishlarning fozaviy siljishi μ va φ bilan belgilanadi. $\mu + \varphi = 0$ shart –fazalar muvozanat shart, $K\beta \geq 1$ shart – amplituda muvozanat shartidan iborat.

Fazalar muvozanati shartida kuchaytirgich musbat teskari bog‘lanishga ega. Amplituda muvozanat shartida energiyani yo‘qotilishi musbat teskari bog‘lanish orqali manbadan energiya olib to‘ldirilib turadi. Odatda $K\beta \geq 1$ shart bajarilganda generatorni o‘z o‘zini qo‘zg‘otadi va so‘nmas tebranma to‘lqin chiqishda xosil bo‘ladi. Agar bu shart bitta chastota uchun xosil bo‘lsa so‘nmas garmonik signal xosil bo‘ladi. Agar bir necha chastota uchun bo‘lsa murakkab signal xosil bo‘ladi.

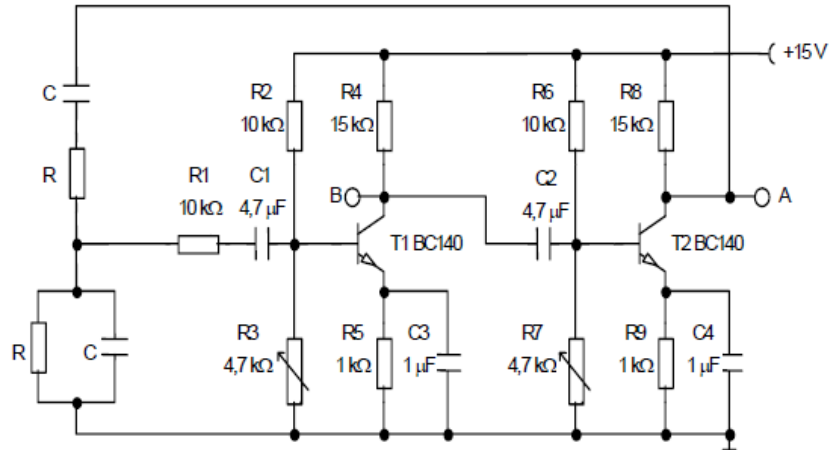
Ishni bajarish tartibi:

Vin ko‘prigi asosida yig‘ilgan tranzistorli zanjir sinusoidal signal hosil qiladi. Vin ko‘prigi asosidagi zanjir tashkil qiluvchilari parametrlari tebranish chastotasini belgilaydi. Zanjirning bu qismi ketma-ket va parallel ulangan kondensator va qarshiliklardan iborat bo‘ladi. Bu ikki RC zanjir qismlari esa o‘zaro ketma-ket ulangan va odatda ulardagi R va C qiymatlari bir xil tanlanadi. Chastota oralig‘I esa quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot RC} \quad (1)$$

Vin ko‘prigi kuchaytirgich zanjiri bilan teskari bog‘lanishga ega bo‘lgani uchun fazalar farqi $\varphi = 0^\circ$ bo‘lsa chiqish chastotasi turg‘un bo‘ladi. Tebranish chastotasini R qarshilik qiymati yoki C kondensator sig‘imini o‘zgartirib tanlash

mumkin.



- Rasmga qarab zanjirni yig'ing. Dastlab, V_{in} ko'prigi uchun qarshilikni $R = 47 \text{ k}\Omega$ va kondensatorni $C = 100 \text{ pF}$ qilib tanlang.
- V_{in} ko'prigiga teskari bog'lanish zanjirini ulamang.
- Ta'minlash manbaini ulang va kuchlanishni 15 V qilib o'rnatang.

Tajriba qurilmasi va tajribani o'tkazish tartibi.

- T_1 tranzistorning U_{BE} kuchlanishini o'lchash uchun miltimetrdan foydalaning.
- R_3 o'zgaruvchan qarshilikni shunday o'zgartirinki T_1 ochiq va U_{BE} kuchlanishi 0.55 V ga teng bo'lsin.
- T_2 tranzistorning U_{BE} kuchlanishini o'lchash uchun miltimetrdan foydalaning.
- R_7 o'zgaruvchan qarshilikni shunday o'zgartirinki T_2 ochiq va U_{BE2} kuchlanishi 0.55 V ga teng bo'lsin.

a) Sinusoidal signal hosil qilish

- Teskari bog'lanish zanjirini V_{in} ko'prigiga ulang.
- Ossilograf yordamida A nuqtada U_A chiqish kuchlanishini kuzating.
- Zarurat bo'lsa chiqishda sinusoidal signal olish uchun ishchi nuqtasini R_3 va R_7 rezistorlarni o'zgartirib toping.
- f tebranish chastotasini aniqlang.

b) Faza siljishini aniqlash.

- A va B nuqtalarda ossilograf bilan signal shakli va U_A amplitudasini aniqlang (A nuqta T_2 tranzistor kollektori, teskari bog'lanish signali, B nuqta T_1 tranzistor kollektori, kirish signali).

c) Turli RC elementlarda tebranish chastotasini o'lchash.

- R rezistor qarshiligi va C kondensator sig'imi qiymatini jadvalda keltirilganlar bo'yicha o'rnatang va tebranish chastotasini aniqlang.

- Zarurat bo'lsa chiqishda sinusoidal signal olish uchun ishchi nuqtasini R_3 va R_7 rezistorlarni o'zgartirib toping.

O'lchash namunalari va natijalari

a) Sinusoidal signal olish



YI: 0,5 V/bo'linma AC

Vaqt yoyilmasi 5 mks/bo'linma

Vin ko'prigi sinusoidal signal hosil qiladi.

O'lchangan signal chastotasi: $f = 32.1$ kHz

b) Faza siljishini o'lchash.



Y I: 0.5 V/bo'linma. AC

Y II: 10 milV/bo'linma AC

Vaqt yoyulmasi 5 mks/bo'linma.

- Teskari uzatilgan signal kirish signali bilan fazali bo'yicha mos tushishi uchun fazasi bo'yicha 180° ga siljirilgan.

- Turli RC elementlarda tebranish chastotasini o'lchash.

| R kOm | C pF | F kGs |
|---------|--------|---------|
| 47 | 100 | 32.1 |
| 100 | 100 | 24.4 |
| 47 | 220 | 20.8 |
| 100 | 220 | 16.1 |

Vin ko'priqli generatori chiqish chastotasi Vin ko'prigidagi rezistor qarshiligi va kondensator sig'imi bilan tanlanadi.

Agar Vin ko'prigidagi rezistor qarshiligi oshirilsa tebranish chastotasi kamayadi.

Agar Vin ko'prigidagi kondensator sig'imi oshirilsa tebranish chastotasi kamayadi.

Savol va topshiriqlar

1. Tranzistor deb nimaga aytiladi
2. Baza deb nimaga aytiladi
3. Kollekt o'tish va emitter o'tishlarni tushuntiring
4. Tranzistorni VAX ga nimalar kiradi

Labaratoriya ishi №6

Mavzu :Tranzistor funksional generator sifatida

Tajriba maqsadi

Ikki noturg'un holatga ega bo'lgan multivibratorni yig'ish va o'rganish
Kondensator va qarshilik bilan impuls davomiyligini tanlash.

Takrorlanish chastotasi va impuls davomiyligi ma'lum bo'lgan to'g'ri burchakli impulsni hosil qilish

Kerakli asbob va uskunalar:

Rastrli panel DIN A4 ; 10 ta qisqa ulash simlari majmuasi; Tranzistor BC 140, NPN,. Rezistor 1.5 kOm, 1.4 W; Rezistor 1.5 kOm, 0.5 W; Kondensator 0.22 mkF, 250 V, 5 %; Kondensator 0.47 mkF, 100 V, 20 %; Kondensator 220 mkF, 35 V, 20 %; Kondensator 470 mkF, 16 V, 20 %, Kremniyli diod 1N 4007, Cho'g'lanma lampa patroni E 10, Cho'g'lanma lampa E10; 15 V/2 W, Ta'minlash manbai DC 0 .+ 15 V, Ikki kanalli osillograf 303, Ekranlangan kabel BNC/4 mm, Ulash simlari, 0,25 mm², 50 sm, qora

Nazariy qism:

Funksional generatorlar – turli chastotali va davomiylikli asosan to'g'ri burchakli shaklga ega impulslarni (arrasimon, sinusoidal shakldagi ham) elektr tebranishlarini hosil qiluvchi asbobdir. Bunday asobobning asosini nostabil multivibrator zanjiri tashkil qiladi. Bu zanjir asosini esa navbati bilan ochilib yopiladigan ikkita taranzistordan iborat bo'lib, bunday ochilish va yopilishlarda tranzistor kollektorlariga kuchlanish berildi yoki brilmaaydi. Bunday holda zanjir chiqishida ma'lum vaqt davom etadigan ikkita turg'un holat mavjud bo'ladi. Bu turg'un holatlar mal'lum vaqt davom etib o'zaro almashinadilar. Holatlar davomiyligi kondensator va qarshilikdan iborat zanjir orqali o'rnatiladi va shunday qilib taranzistorlarning qayta ulash vaqtlarini tanlab simmetrik va nosimmetrik to'g'ri burchakli impulsga ega bo'lamiz.

Mazkur tajribada turg'un holatlarni ko'rgazmali namoyish qilish uchun indikator chiroqchalardan foydalaniladi. Kondensator sig'imi yoki qarshilik qiymati o'zgarganda impuls davomiyligi yoki tebranishlar chastotasi o'zgarishni kuzatish mumkin. Turg'un holatlar orasidagi o'tish holatini kuzatish uchun ossilografdan foydalaniladi.

Qayta ulash vaqti τ miqdorga bo'g'liq bo'lib u o'z navbatida RC elementlarga bo'g'liq:

$$\tau = R \cdot C (1)$$

τ_{ED} ulanish davri mobaynida ta'minlash manbai kuchlanishi baza-emitter kuchlanishidan katta bo'ladi,

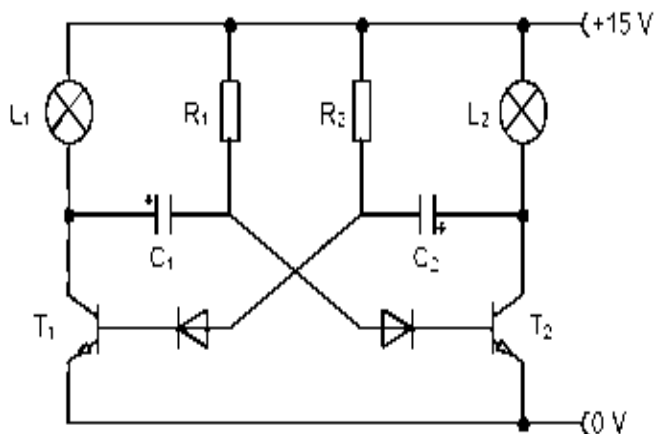
$$\tau_{ED} = \ln 2RC \quad (2)$$

Tranzistorning ulanish vaqti yoki impuls davomiyligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\tau_{ED}}{T_S} \quad (3)$$

bu erda T_S tebranish davri bo'lib u ikki tranzistor ochilish vaqti yig'indisiga teng bo'ladi.

Tajriba qurilmasi



1-rasm: Bistabil multivibrator.

Zanjirda qo'llanilgan ikki diod tranzistorlarni himoya qilish uchun qo'yilgan, chunki bazaa-emitter kuchlanish p-n o'tishning teskari o'tish kuchlanishidan katta bo'lib ketishi haam mumkin.

Tajribani o'tkazish tartibi

a) Bistabil multivibrator parametrlari

- Multivibrator parametrlari 1-rasmda keltirilgan. (Tranzistorlar emitterlari o'zaro o'tkazgich bilan tutashtirilgan)

| | R_1 kOm | C_1 mkF | R_2 kOm | C_2 mkF |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>a1</i> | 15 | 470 | 15 | 220 |

- Ta'minlash manbaini ulang va ishchi kuchlanishni 15 V qilib o'rning.
- L_1 va L_2 lampalarni kuzating.

b) Rezistor qarshiligi qiymatini tanlash .

- Qarshilik qiymatini quyidagi jadval asosida o'zgartiring va har bir holat uchun

- L_1 va L_2 lampalarni kuzating.

| - | R_1 kOm | C_1 mkF | R2 kOm | C_2 mkF |
|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| <i>b1</i> | 1.5 | 470 | 15 | 220 |
| <i>b2</i> | 15 | 470 | 1.5 | 220 |
| <i>b3</i> | 1.5 | 470 | 1.5 | 220 |

- Tebranishlar davrini qarshilik qiymati 15 kOm bo'lgan (a1) holatdagi davri bilan solishtiring.

Kondensator sig'imi qiymatini tanlash

Kondensator sig'imi qiymatini quyidagi jadval asosida o'zgartiring va har bir holat uchun L_1 va L_2 lampalarni kuzating.

| - | R_1 kOm | C_1 mkF | R2 kOm | C_2 mkF |
|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| <i>s1</i> | 15 | 0.47 | 15 | 220 |
| <i>s2</i> | 15 | 470 | 15 | 220 |

VAT o'rganish.

| - | R_1 kOm | C_1 mkF | R2 kOm | C_2 mkF |
|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| <i>d1</i> | 15 | 0.47 | 15 | 220 |

- L_1 va L_2 lampalarni kuzating.

- Ossilograf yordamida T_1 va T_2 tranzistorlar chiqishidagi U_{CE} kuchlanishini hamda ulanish va uzilish(o'chirilish) vaqtini o'lchang.

- (2) formula asosida ulanish vaqtini va (3) formula asosida tebranishlar takrorlanishi vaqtini o'lchang.

- T_1 tranzistor chiqishidagi U_{BE} va U_{CE} kuchlanishlarni ossilograf yordamida o'lchang.

Olingan natijalar va ularning tahlili.

a) **Bistabil multivibrator parametrlari.**

a1) Lampalar navbati bilan yonmoqda. L_1 lampa yonish vaqti L_2 lampa yonish vaqtidan katta.

b) Rezistor qarshiligi qiymatini tanlash .

b1 L_1 lampa tez-tez yonmoqda ya'ni, ulanish vaqti R_1 qarshilik bilan belgilanadi va mos holda T_1 tranzistorning qayta ulanish vaqti ham.

b2 L_1 lampa tez-tez yonmoqda ya'ni, ulanish vaqti R_2 qarshilik bilan belgilanadi va mos holda T_2 tranzistorning qayta ulanish vaqti ham.

b3 Lampalar navbati bilan yonadi. Rezistorlar qarshiligi qiymatini yana ham kamaytirib tebranish davrini kamaytirib ya'ni, impulsning takrorlanish chastotasini ham oshiring.

c) Kondensator sig'imi qiymatini tanlash.

c1 Lampa L_1 juda tez (qisqa) miltillab yonadi ya'ni, C_1 kondensator ulanish vaqtini bilgilaydi va mos holda T_1 tranzistor qayta ulanishini ham.

c2 Lampa L_2 juda tez (qisqa) miltillab yonadi ya'ni, C_2 kondensator ulanish vaqtini bilgilaydi va mos holda T_2 tranzistor qayta ulanishini ham.

d) VAT o'rganish

d1 Ikkala lampa ham doimiy yomoqda. Lampa o'chib yonishi oddiy ko'z bilan sezilmaydi.

Yuqoridagi signal T_1 tranzistordan olingan U_{CE} kuchlanish quyidagi signal T_2 tranzistordan olingan.



(T_1) Y I: 5 V/bo'linma. DC

(T_2) Y II: 5 V/bo'linma. DC

Vaqt yoilmasi: 0.1 ms/bo'linma.

| Ulanish vaqti | | | |
|---------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| O'lchangan | | (2) bo'yicha hisoblangan | |
| $T_{ED,1}$ | $T_{ED,2}$ | $\ln 2 \cdot R_1 \cdot C_1$ | $\ln 2 \cdot R_1 \cdot C_1$ |
| ms | ms | ms | ms |
| 0.46 | 0.24 | 0.49 | 0.23 |

Bundan tebranish davri quyidagiga teng:

$$T_s = 0.46 \text{ ms} + 0.24 \text{ ms} = 0.70 \text{ ms}$$

(3) asosan, ishchi sikl uchun quyidagiga ega bo'lamiz

$$\tau_1: \quad \frac{T_{ED,1}}{T_s} = \frac{0.46 \text{ ms}}{0.70 \text{ ms}} \approx 0.66$$

$$\tau_2: \quad \frac{T_{ED,2}}{T_s} = \frac{0.24 \text{ ms}}{0.70 \text{ ms}} \approx 0.34$$

Yuqoridagi signal T_1 tranzistordan olingan U_{CE} kuchlanish, quyidagi signal T_2 tranzistordan olingan.



(U_{CE}) Y I: 5 V/bo'linma. DC

(U_{BE}) Y II: 2 V/bo'linma. DC

Vaqt yoyilmasi: 0.1 ms/bo'linma

U_{BE} kuchlanish ($U_{BE} \approx 0.8 \text{ V}$) to'g'ri bo'sag'a kuchlanishdan katta bo'lishi bilan baza-emitter o'tish ochilib tok o'tadi va U_{CE} kuchlanish 0 V ga qadar kamayadi.

Savol va topshiriqlar

1. Yarimo'tkazgichli triod. Bipolyar tranzistorlar
2. Bipolyar tranzistorlarning ulanish sxemalari.
3. Bipolyar tranzistorlarning statik xarakteristikalari.
4. Bipolyar tranzistorlarning fizik parametrlari.

Labaratoriya ishi №7

Mavzu :Maydonli tranzistorni kalit sifatida qo'llash

Tajriba maqsadi

Maydon tranzistorining kalit sifatida qo'llash

Past chastotali tebranishlarni o'rganish.

Kerakli asboblari:

. Rastrli uyali panel DIN A4; 10 dona ulash uyalari; Maydonli tranzistor BF 244 (FET); Rezistor 10 kQ, 0.5 W;; Rezistor 47 kQ, 0.5 W; Potensiometer 1 kQ, 1 W, Funktsional generator S 12; DC ta'minlash manbai 0...+/- 15 V; Analogli Multimeter LD 20; Ikki kanalli ossillograf 303; Ekranlangan kabellar BNC/4 mm;3 Qizil va ko'k kabellar jufti,50 sm,; . Qora rangli kabellar jufti, 50 sm.

Nazariy qism: Kalit elementi sifatida odatda kanali induksiyalanuvchi MDYa – tranzistorlar qo'llaniladi, chunki ularda U_{ZI} nolga teng bo'lganda uzilgan kalit holati ta'minlanadi (tranzistor berk).

Maydoniy tranzistorlar asosida yasalgan mantiqiy elementlar negizida aktiv element va yuklama MDYa – tranzistorda bajarilgan kalit sxema yotadi. Aktiv va yuklamadagi tranzistorlar bir xil yoki har xil o'tkazuvchanlik turiga ega bo'lgan kanaldan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Aktiv tranzistor zatvoriga yuqori potensialga (mantiqiy bir darajasi) berilsa uning stokidagi qoldiq kuchlanish 50-100 mV ni (mantiqiy nol darajasi) ni tashkil etadi. Bu bilan inversiya amalga oshiriladi. Maydon effekti - elektr maydonining zaryad tashuvchilarga ta'sir ko'rsatish hodisasidir. Bu hodisadan maydonli tranzistorlarda (ing.FET) foydalaniladi. Bipolyar tranzistorlardan farqli, maydonli tranzistorlarda faqat bir turdagi zaryad tashuvchilardan foydalaniladi va shuning uchun ular unipolyar tranzistorlar deb ataladi. Maydonli tranzistorlarning afzalligi shundaki, tokni zaryad tashuvchilarsiz (faqat maydon bilan) bosqarish mumkinligidir.

NPN yoki PNP bipolyar tranzistorlardan farqli ravishda, maydonli tranzistorlardagi boshqaruv tok bilan emas, balki kuchlanish bilan amalga oshiriladi. Boshqaruv elektrodi zatvor-Z (G-gate) elektr maydonini hosil qiluvchi kodensator kabi ishlaydi va elektr maydoni bilan zaryad tashuvchilar manbai S-stokdan kirib kelayotgan zaryad tashuvchilarni I –istokning chiqishiga o'tishini o'tish yo'lagi qarshiligini kamaytirib ruxsat beradi yoki o'tish yo'lagi qarshiligini oshirib taqiqlaydi. Shuning uchun kirish (Z-zatvor) qarshiligi juda katta bo'ladi.

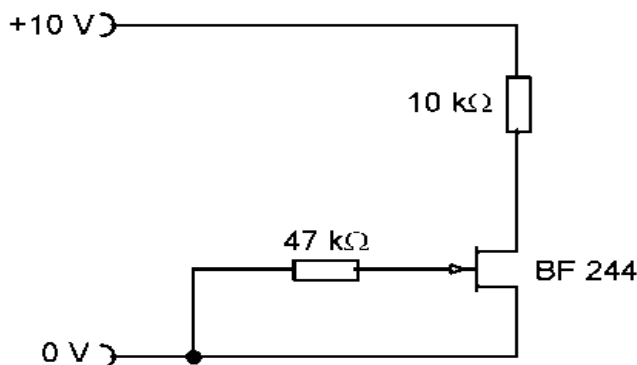
Shunday qilib maydonli tranzistor xuddi yarim o'tkazgichli qarshilik kabi ishlaydi. Z-zatvorga kuchlanish qo'yilganda o'tkazuvchanlik yoki qarshilik o'zgaradi.

Bu tajriba birinchi navbatda statik holatda, zatvor va istok potensial ostida, $U_z=0$ V bo'lgan holda, R_{IS} kanal qarshiligini aniqlaydi. Suning uchun bu qarshilik normal ochiq kanal qarshiligi deb yuritiladi.

Tajribaning ikkinchi qismida, kirish signali sifatida past chastotali o'zgaruvchan kuchlanish bo'lganda, chiqish signali amplitudasining U_{ZI} zatvor kuchlanishiga bog'liqligi o'rganiladi. Bunda signal butunlay to'silmagan faqat sezilarli ravishda so'ndiriladi. So'nish koeffitsiyenti esa quyidagicha aniqlanadi:

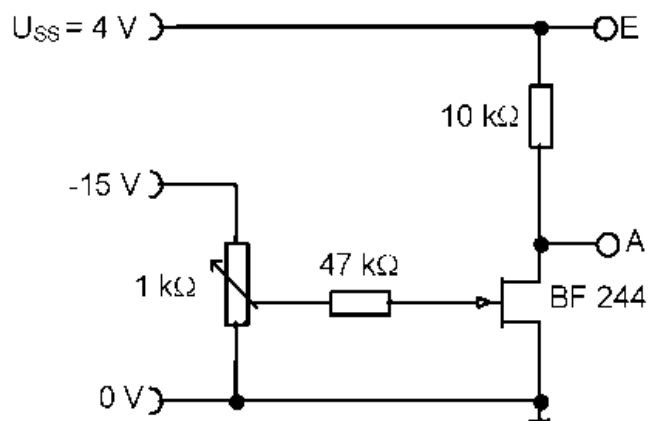
$$d = 10 * \log \left(\frac{U_{KIR}}{U_{CHIQ}} \right)^2$$

Bir turdagi MDYa – tranzistorlarda bajarilgan kalit sxemalar. 1 – rasmda n – kanali induksiyanuvchi MDYa – tranzistorlarda bajarilgan kalit sxemasi keltirilgan.



1 – zanjir chizmasi

- Tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan.
- Ishchi kuchlanishni 10 V qilib o'rnatish.
- $R_V (= 10k\Omega)$ qarshilikdagi U_{ZS} va U_{ZI} kuchlanishni aniqlang.
- **b) Zatvor kuchlanishining ta'sirini o'rganish**



2-zanjir chizmasi

- 2-zanjir chizmasiga asosan zanjir yig'ing.
- E kirish signali manbaiga va A chiqish signali nuqtasiga ossilografni ulang.
- U_{ZI} Zatvor kuchlanishini o'lchash uchun multimeterni ulang
- Boshqaruv kuchlanishini 15 V qilib o'rning. Ulashda qutblarga e'tibor bering.
- Sinusoidal kirish signalini $U_I = 2\text{ V}$ va $f = 1\text{ kHz}$ qilib tanlang.
- U_{ZI} kuchlanishini $U_{ZI} = -10\text{ V}$ potensiometr bilan o'rning. Ossilograf bilan kirish va chiqish signallari shaklini kuzating.
- U_{ZI} zatvor kuchlanishini chiqish signali manfiy yarim davrga o'tmaguncha kamaytiring. U_{ZI} -ni o'lchang.
- U_{ZI} zatvor kuchlanishini signal fazasi musbat yarim davrga o'taboshlaguncha kamaytiring. U_{ZI} -ni o'lchang.
- U_{ZI} zatvor kuchlanishini 0 V ga qo'ying. $U_{E,SS}$ va $U_{A,SS}$ -kuchlanishlarni o'lchang va (1) ga muvofiq so'nish koeffitsiyentini hisoblang.

O'lchash namunalari

a) Normal ochiq bo'lgan kanal qarshiligini aniqlash

$$U_{ZS} = 0\text{ V}$$

| U_{RV} | U_{SI} |
|----------|----------|
| 9.8 V | 0.24 V |

$$I = \frac{U_{RV}}{R} = \frac{9.8}{10k\Omega} = 0.98\text{ mA}$$

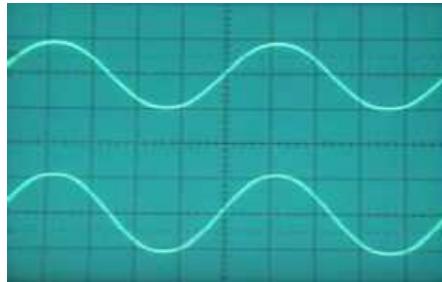
ifodadan quyidagini olamiz

$$R_{IS} = R_{OCH} = \frac{U}{I} = \frac{0.24V}{0.98mA} = 245 \text{ Om}$$

b) zatvor kuchlanishining ta'sirini o'rganish

Eslatma: barcha ossilogrammalarda kirish signali yuqorida va chiqish signali pastda keltirilgan.

$U_{ZI} = -10 \text{ V}$



Y I: 2 V/bo'linma DC

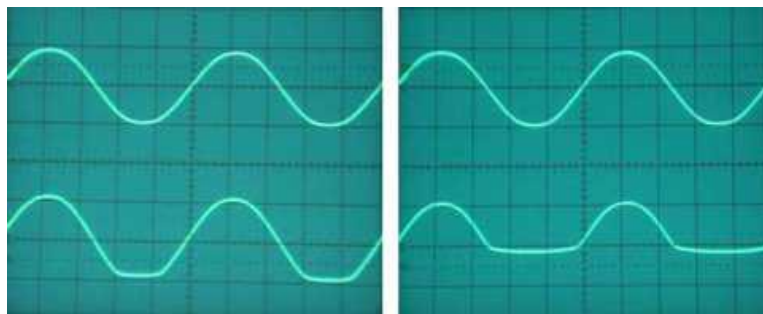
YII 2 V/bo'linma DC

Gorizontal yoyish 0.2 millisekund/ bo'linma

Zatvor kuchlanishi $U_{ZI} = -10 \text{ V}$ bo'lganda ($R_{IS} \gg R_v$) o'zgaruvchan signal shakli buzilmagan.

$U_{ZI} = -2.8 \text{ V}$

$U_{ZI} = -1.5 \text{ V}$



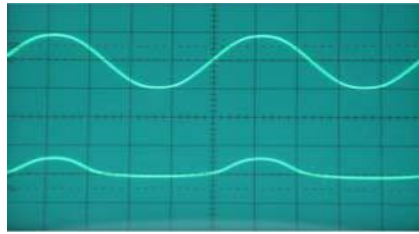
Y I: 2 V/ bo'linma DC

YII 2 V/ bo'linma DC

Vaqt yoyilmasi 0.2 ms/bo'linma

Agar zatvor kuchlanishi $-3 \text{ V} < U_{ZI} < -1.4 \text{ V}$ oraliqda bo'lsa, manfiy yarim davr qirqqiladi(so'ndiriladi). Musbat yarim davr esa buzilmasdan o'tadi.

$U_{ZI} = -2.8 \text{ V}$



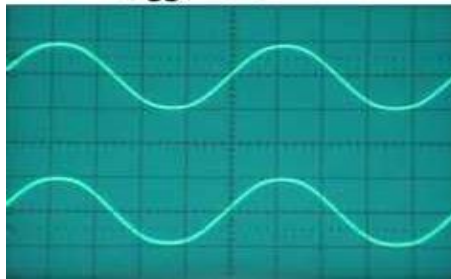
Y I: 2 V/ bo'linma DC

YII 2 V/ bo'linma DC

Vaqt yoyilmasi 0.2 ms/bo'linma

Zatvor kuchlanishi $U_{ZI} < -1.4$ V bo'lganida signalning musbat yarim davri ham so'nadi

$$U_{ZI} = 0 \text{ V}$$



Y I: 2 V/ bo'linma DC

YII 50 mV/ bo'linma DC

Vaqt yoyish 0.2 ms/ bo'linma

Zatvor kuchlanishi $U_{ZI} = 0$ V bo'lganida ($R_{ZI} \ll R_V$), o'zgaruvchan signal yana buzilmasdan o'tadi ammo kuchli so'ngan va siljigan:

Susaytirish koeffitsiyentini hisoblash

- Kirish signali $U_{E,SS} = 4$ V bo'lib $U_{A,SS} = 88$ mV, gacha susaygan bo'lsa unda:

$$\frac{U_{CHIQ}}{U_{KIR}} = \frac{0.088}{4 \text{ V}} = 0.022$$

ya'ni kirish signali 97.8 % susaytirilib 2.2% qoldi. Bu o'z navbatida normal ochiq holdagi o'tish qarshiligining R_V qarshilik nisbatiga mos keladi.

$$\frac{R_{ON}}{R_V} = \frac{245 \text{ Om}}{10 \text{ kOM}} = 0.0245$$

(1) Ifodadan soʻnish koeffitsiyentining quyidagi qiymatiga ega boʻlamiz:

$$d = 10 * \log \left(\frac{4V}{0.088V} \right) \approx 33dB$$

Shunday qilib, ixtiyoriy stasionar holatda sxema tranzistorlaridan biri berk holatda boʻladi, shu sababli sxema manbadan deyarli quvvat isteʼmol qilmaydi. Ammo sxema qayta ulanish jarayonida, biror juda kichik vaqt mobaynida ikkala tranzistor ochiq holatda boʻladi, chunki ikkinchisi berkilib ulgurmagan boʻladi. Komplementar MDYa – tranzistorlarda yasalgan kalit sxemalar bir turdagi MDYa – tranzistorlarda yasalgan kalit sxemalarga nisbatan oʻn marta kam quvvat isteʼmol qiladi. Lekin, sxemalarning tezkorligi bir xil boʻlib kalit chiqish sigʻimining qayta zaryadlanish vaqti bilan belgilanadi.

Savol va topshiriqlar

1. Qaysi sabablarga koʻra maydonli tranzistorlar unipolyar transistor deb ataladi.
2. Maydonli tranzistorlarda tokni boshqarish usuli nimadan iborat?
3. Nima uchun maydonli tranzistorlarda kirish qarshiligi kata boʻladi?
4. Maydonli tranzistorlarda boshqaruvchi elektrod boʻlib nima xizmat qiladi?
5. Kam kuvvatli maydon tranzistorlarida chikish karshiligi kiymati necha kiloom atrofida boʻladi?

Labaratoriya ishi № 8

Mavzu: Maydonli tranzistorlar asosidagi kuchaytirgich

Tajriba maqsadi

- Maydonli tranzistorlarni ulashning asosiy sxemalarini o'rganish.
- Kuchaytirish koeffitsiyentini aniqlash

Kerakli asbob va uskunalar

Rastrli panel DIN ; 10ta qisqa ulagichlar to'plami , Maydonli tranzistor BF 244 , Rezistor 10 kOm, 0.5 W, Rezistor 15 kOm, 0.5 W, Rezistor 33 kOm, 0.5 W, Rezistor 68 kOm, 0.5 W, 1 % , Rezistor 100 kOm, 0.5 W 1 % Rezistor 10 MOm, 0.5 W, Kondensator 1 mkF, 100 V, 20 % , Kondensator 2,2 mkF, 100 V, 20 % , Kondensator 47 mkF, 40 V, 20 % , Ta'minlash manbai DC 0...+/- 15 V, Funkcional generator S 12, Multimetr LDanalog 20, Ikki kanalli ossilograf 303, Ekranlangan kabel BNC/4 mm, Kabellar jufti, 50 sm, qizil va ko'k, Kabel, 0,25 mm², 50 sm, qora.

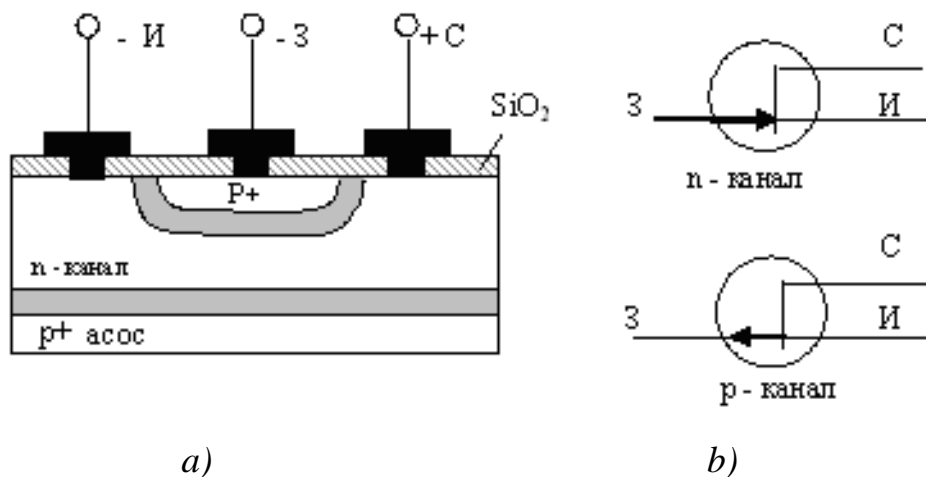
Nazariy qism:

Maydoniy tranzistor. *Maydoniy tranzistor* (MT) deb, tok kuchi qiymatini boshqarish ychun o'tkazuvchi kanaldagi elektr o'tkazuvchanligikni o'zgartirish hisobiga elektr maydon o'zgarishi bilan boshqariladigan yarim o'tkazgichli aktiv asbobga aytiladi.

Maydoniy tranzistorlar turli elektr signallar va quvvatni kuchaytirish uchun mo'ljallangan. Maydoniy tranzistorlarda bipolyar tranzistorlardan farqli ravishda tok tashkil bo'lishida faqat bir turdagi zaryad tashuvchilar ishtirok etadi: yoki elektronlar, yoki kovaklar. Shuning uchun ular yana **unipolyar** tranzistorlar deb ham ataladi.

Maydoniy tranzistorlarning tuzilishi va kanal o'tkazuvchanligiga ko'ra ikki turi mavjud: p-n o'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistor hamda metall – dielektrik – yarim o'tkazgichli (MDYa) tuzilishga ega bo'lgan zatvori izolyatsiyalangan maydoniy tranzistorlar. Ular MDYa- tranzistorlar deb ham ataladilar.

p-n o'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistor. 1 – rasmda n-kanalli p-n o'tish bilan boshqariladigan maydoniy tranzistorning tuzilishining qirqimi (a) va uning shartli belgisi (b) keltirilgan.

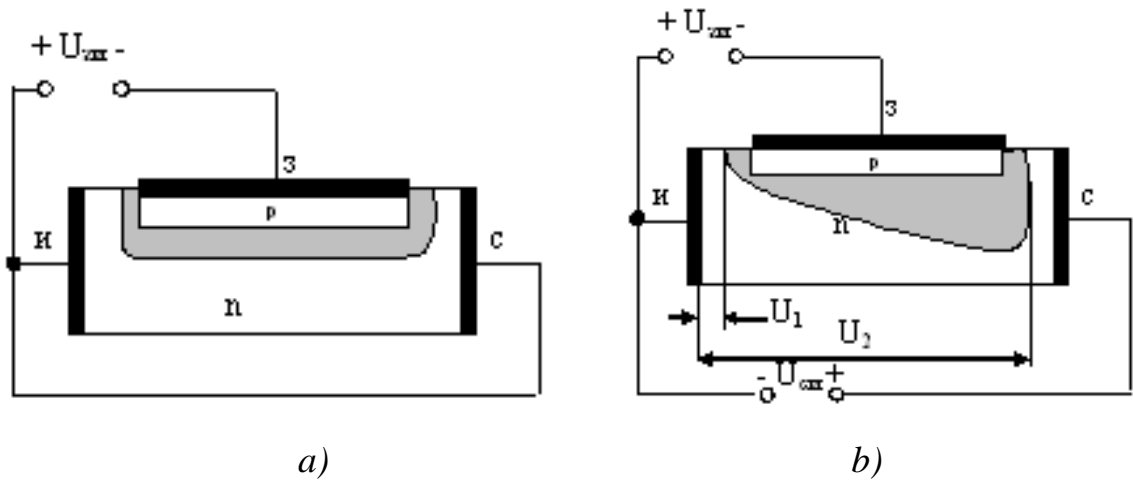


1 – rasm.

n -turdagi soha **kanal** deb ataladi. Kanalga zaryad tashuvchilar kiritiladigan kontakt **istok** (**I**); zaryad tashuvchilar chiqib ketadigan kontakt **stok** (**S**) deb ataladi. **Zatvor** (**Z**) boshqaruvchi elektrod hisoblanadi. Zatvor va istok oralig'iga kuchlanish berilganda yuzaga keladigan elektr maydoni kanal o'tkazuvchanligini, natijada kanaldan oqib o'tayotgan tokni o'zgartiradi. Zatvor sifatida kanalga nisbatan o'tkazuvchanligi teskari turdagi soha qo'llaniladi. Ishchi rejimda u teskari ulangan bo'lib kanal bilan $p-n$ o'tish hosil qiladi.

Kanalning o'tkazuvchanligi uning qarshiligi bilan aniqlanadi $R = \rho \frac{l}{S}$, bu yerda ρ - kanal materialining solishtirma qarshiligi, l - uzunligi, S - kanalning ko'ndalang kesim yuzasi. Tashqi kuchlanish mavjud bo'lmaganda kanal uzunligi bo'ylab zatvor ostidagi kanalning ko'ndalang kesim yuzasi bir xil bo'ladi. Berilgan qutblanishda zatvor va istok oralig'iga tashqi kuchlanish berilsa U_{ZI} $p-n$ o'tish teskari yo'nalishda siljiydi, kanal tomonga kengayadi, natijada kanal uzunligi bo'ylab kanalning ko'ndalang kesim yuzasi bir tekis torayadi. Kanal qarshiligi ortadi, lekin chiqish toki $I_S = 0$ bo'ladi, chunki $U_{SI} = 0$ (2 a - rasm).

Agar istok va stok oralig'iga kuchlanish manbai ulansa, u holda kanal bo'ylab istokdan stok tomonga elektronlar dreyfi boshlanadi, ya'ni kanal orqali stok toki I_S oqib o'ta boshlaydi. Kuchlanish manbai U_{SI} ning ulanishi $p-n$ o'tish kengligiga ham ta'sir ko'rsatadi, chunki o'tish kuchlanishi kanal uzunligi bo'ylab turlicha bo'ladi. Kanal potentsiali uning uzunligi bo'ylab o'zgaradi: istok potentsiali nolga teng bo'lib, stok tomonga ortib boradi, stok potentsiali esa U_{SI} ga teng bo'ladi. $p-n$ o'tishdagi teskari kuchlanish istok yaqinida $|U_{ZI}|$ ga, stok yaqinida esa $|U_{ZI}| + U_{CH}$ teng bo'ladi. Natijada o'tish kengligi stok tomonda kattaroq bo'lib, kanal kesimi stok tomoga kamayib boradi (2. b - rasm).



2 –rasm.

Shunday qilib, kanal orqali oqib o‘tayotgan tokni U_{ZI} kuchlanish qiymatini (kanal kesimini o‘zgartiradi) hamda U_{SI} kuchlanish qiymatini (tok va kanal uzunligi bo‘ylab kesimni o‘zgartiradi) boshqarish mumkin. Istok tomonda kanal kengligi berilgan U_{ZI} qiymati bilan, stok tomonda esa $U_{ZI} + U_{SI}$ yig‘indi qiymati bilan aniqlanadi. U_{SI} qiymati qancha katta bo‘lsa, kanalning ponaligi (klinovidnost) va uning qarshiligi shuncha katta bo‘ladi.

Kanalning ko‘ndalang kesimi nolga teng bo‘ladigan vaqtdagi zatvor kuchlanishi **berkilish kuchlanishi** $U_{ZI.BERK}$. deb ataladi.

$|U_{3H}| + U_{CH.T\ddot{Y}\ddot{I}}$ kuchlanish berkilish kuchlanishiga $U_{ZI.BERK}$ ga teng bo‘ladigan vaqtdagi stok kuchlanishi **to‘yinish kuchlanishi** $U_{SI.TO‘Y}$. deb ataladi.

Bu yerdan

$$U_{CH.T\ddot{Y}\ddot{I}} = |U_{3H.BEPK}| - |U_{3H}|$$

$U_{CH} \leq U_{CH.T\ddot{Y}\ddot{I}}$ vaqtidagi tranzistorning ishchi rejimi **tekis o‘zgarish** rejimi, $U_{CH} \geq U_{CH.T\ddot{Y}\ddot{I}}$ vaqtidagi tranzistorning ishchi rejimi esa **to‘yinish** rejimi deb ataladi. To‘yinish rejimida U_{SI} kuchlanish qiymatining ortishiga qaramay I_C tokining ortishi deyarli to‘xtaydi. Bu holat bir vaqtning o‘zida zatvordagi U_{ZI} kuchlanishining ham ortishi bilan tushuntiriladi. Bu vaqtda kanal torayadi va I_C tokini kamayishiga olib keladi. Natijada I_C dreyfrli o‘zgarmaydi.

Biror uch elektrodli asbob kabi, maydoniy tranzistorlarni uch xil sxemada ulash mumkin: umumiy istok (UI), umumiy stok (US) va umumiy zatvor (UZ). UI sxema keng tarqalgan sxema hisoblanadi.

Tranzistorlar-zamonaviy elektronikaning muhim yarim o‘tkazgichli asboblardan biridir. Bipolyar tranzistorlarda o‘tkazuvchanlik tokini elektronlar va kovaklar tashkil qilsa, maydonli tranzistorlarda esa elektr toki kirishmali zayrad tashuvchilar (elektronlar yoki kovaklar) hisobiga hosil qilinadi. Maydonli tranzistorlarda o‘tkazgich kanalining o‘tkazuvchanligi qo‘yilgan tashqi maydon orqali o‘zgartiriladi. Boshqaruvchi elektron orqali tashqi maydon qo‘ylganda bu

elektron orqali deyarli tok o'tmaydi. Bunday maydon hosil qiluvchi elektron **zatvor** deyiladi. O'tkazuvchi kanalga asosiy zaryad tashuvchilar kirib keladigan elektrod **istok** deyiladi. Kanaldan asosiy zaryad tashuvchilar chiqaradigan elektrodga stok deyiladi. Kichik quvvatli tranzistorlarda istok va stok bir-birining o'rnida almashtirilib ulanishi mumkin.

Mazkur ishda maydonli tranzistorlardan foydalanishning uchta sxemasi o'rganiladi. Bu sxemalarni bipolyar tranzistorlar ulanish sxemalari bilan quyidagicha solishtirish mumkin:

Umumiy istok – Umumiy emitter

Umumiy stok – Umumiy kollektor

Umumiy zatvor – Umumiy baza

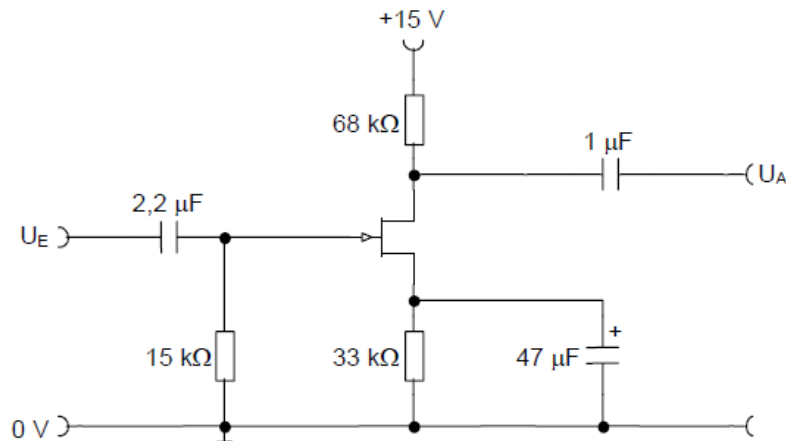
Tok va quvvat bo'yicha kuchaytirish quyidagicha aniqlanadi:

$$V_U = \frac{U_A}{U_E} \quad V_I = \frac{I_A}{I_E} \quad V_P = \frac{P_A}{P_E} \quad (1)$$

Tajriba qurilmasi

Tajribani bajarish tartibi

a) Istoki umumiy ulangan maydonli tranzistor.



- Tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan.
- Ishchi kuhlanishni 15 V qilib o'rnatish.
- Funktsional generatorni Настройте функциональный генератор на частоту $f = 50$ Hz.
- Ossidlograf yordamida kirish (U_E) va chiqish (U_A) kuchlanishlarini o'lchang.
- Kirish signali amplitudasini chiqish signali sinusoidal shakldan buzilganicha oshirib boring.

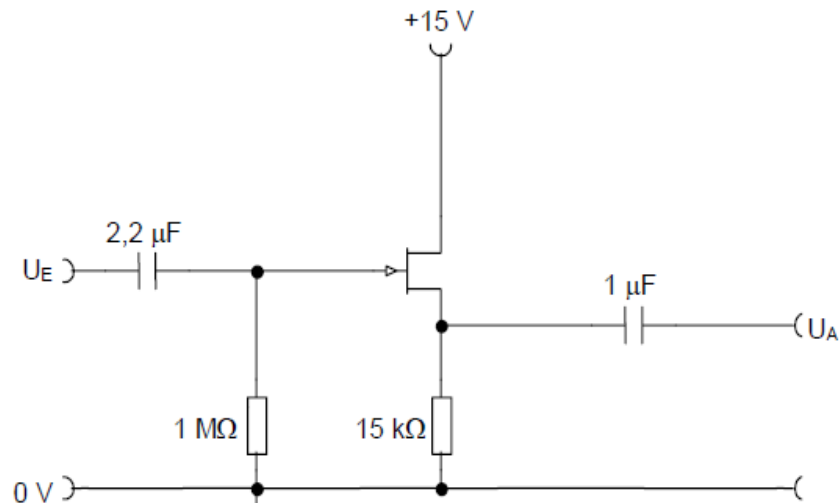
- Ossilograf yordamida kuchlanishlarning samarador qiymatini aniqlang.

$$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{U_{\text{ss}}}{2}$$

- Chiqish tokini multimetr yordamida aniqlang.
- Chiqishni qisqa ulang va tokni (qisqa ulash tokini) o'lchang.
- Chiqishga 10 kOm yuklama qarshilik ulang va tok kuchi va kuchlanishni o'lchang.
- (1) formula asosida quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentini hisoblang.

b) Stoki umumiy ulangan maydonli tranzistor

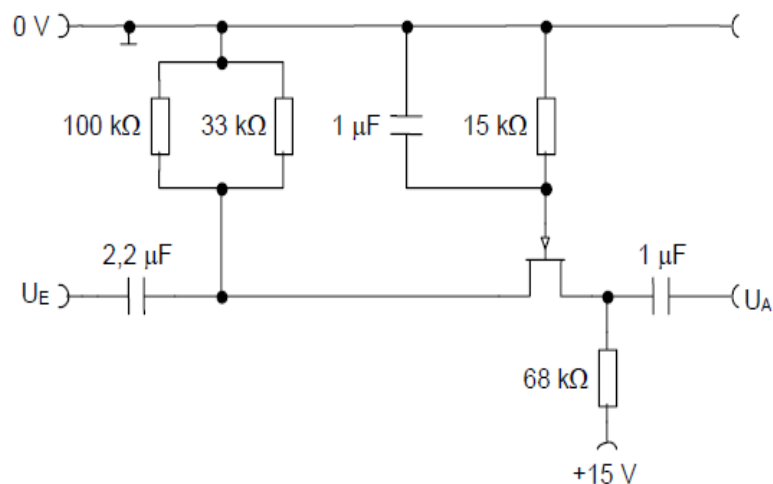
- a) holatdagi kabi tajribalarni takrorlang.



-
-
- Tokni quyidagi ifoda bilan hisoblang:

$$I_{E,\text{eff}} = \frac{U_{E,\text{eff}}}{1 \text{ M}\Omega} .$$

c) Stoki umumiy ulangan maydonli tranzistor

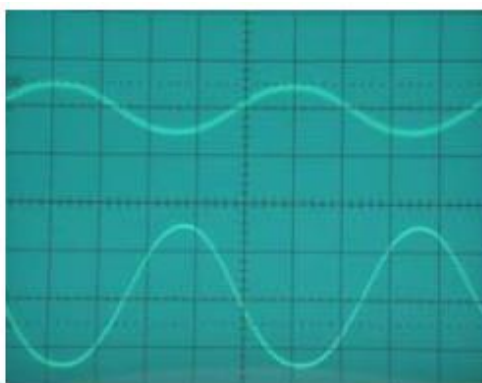


- a) holatdagi kabi tajribalarni takrorlang.

O'lchash namunalari

a) Istoki umumiy ulangan maydonli tranzistor.

Eslatma: ikkala ossilogrammalarda ham yuqorida kirish signali, quyida chiqish signali tasvirlangan.



YI: 50 mV/bo'linma AC

YII: 0.5 V/bo'linma AC

Vaqt bo'yicha yoyilma 5 ms/del

| Kirish E | | |
|------------------|-------------|-----------|
| Kuchlanish | $U_{E,eff}$ | 28 mV |
| Tok | $I_{E,eff}$ | 2 mkA |
| Quvvat | P_E | 0.056 mkW |
| Chiqish A | | |
| Yuklamasiz | $U_{A,eff}$ | 350 mV |
| | V_U | 12.5 |
| Qisqa ulangan | $I_{A,eff}$ | 11 mkA |
| | V_I | 5.5 |
| Yuklamali 10 kOm | $U_{A,eff}$ | 106 mV |
| | $I_{A,eff}$ | 9 mkA |
| | P_a | 0.95 mkW |
| | V_U | 3.8 |
| | V_I | 4.5 |
| | V_P | 17 |
| | $V_U V_I$ | 17 |

Quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti tok kuchi va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentlari ko'paytmasiga teng:

$$V_P \approx V_U \cdot V_I$$

b) Stoki umimiy ulangan maydonli tranzistor.



YI: 0,2 V/bo'linma AC

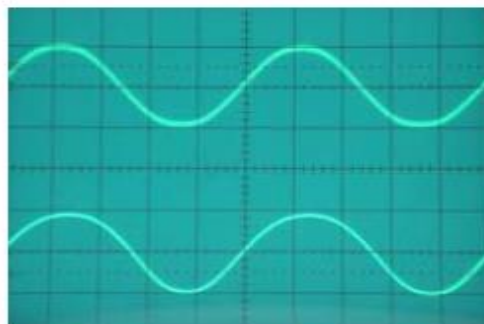
YII: 0.2 V/bo'linma AC

Vaqt 5 ms/bo'linma

| Kirish E | | |
|------------------|-------------|---------|
| Kuchlanish | $U_{E,eff}$ | 180 mV |
| Tok | $I_{E,eff}$ | 0,18 mA |
| Quvvat | P_E | 0,03 mW |
| Chiqish A | | |
| Yuklamasiz | $U_{A,eff}$ | 180 mV |
| | V_U | 1 |
| Qisqa ulangan | $I_{A,eff}$ | 44 mA |
| | V_I | 240 |
| Yuklamali 10 kOm | $U_{A,eff}$ | 155 mV |
| | $I_{A,eff}$ | 15 mA |
| | P_a | 2,3 mW |
| | V_U | 0,9 |
| | V_I | 83 |
| | V_P | 77 |
| | $V_U V_I$ | 75 |

- Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti 1 ga teng (ya'ni kuchlanish bo'yicha kuchaytirish yo'q): $V_U \approx 1$
- Shuning uchun, quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti taxminan tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyentiga teng: $V_P \approx V_I$
- Tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti 1 dan ancha katta.

c) *Zatvori umimiy ulangan maydonli tranzistor.*



YI: 50 mV/bo'linma AC

YII: 1 V/bo'linma AC

Vaqt 5 ms/bo'linma

| Kirish E | | |
|------------------|-------------|----------|
| Kuchlanish | $U_{E,eff}$ | 35 mV |
| Tok | $I_{E,eff}$ | 12,5 mkA |
| Quvvat | P_E | 0,44 mkW |
| Chiqish A | | |
| Yuklamasiz | $U_{A,eff}$ | 670 mV |
| | V_U | 19 |
| Qisqa ulangan | $I_{A,eff}$ | 14 mkA |
| | V_I | 1.1 |
| Yuklamali 10 kOm | $U_{A,eff}$ | 120 mV |
| | $I_{A,eff}$ | 12 mkA |
| | P_a | 1,44 mkW |
| | V_U | 3,4 |
| | V_I | 0.96 |
| | V_P | 3.3 |
| | $V_U V_I$ | 3.3 |

- Tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti 1 ga teng (tok bo'yicha kuchaytirish yo'q): $V_I \approx 1$

- Shuning uchun, quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti taxminan kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentiga teng bo'ladi: $V_P \approx V_U$

Savol va toshiriqlar

1. Unipolyar tranzistorlarning tuzilishi va turlari.
2. Unipolyar tranzistorlarning xarakteristika va parametrlari.

Labaratoriya ishi № 9

Mavzu :Operatsion kuchaytirgichni tranzistorlardan diskret yig'ish

Tajriba maqsadi

Operatsion kuchaytirgichni tranzistorlardan yig'ish.

Kuchaytirgichning signallarni invertirlab va invertirlamay kuchaytirish fuksiyasini tadqiq qilish

Kerakli asbob va uskunalalar.

Rastrli yig'ish paneli DIN, Rezistor 10 kOm 0,5 W, Rezistor 100 kOm, 0.5 W, Rezistor 10 Om, 2 W, Rezistor 220 Om, 2 W, Rezistor 330 Om, 2 W, Rezistor 470 Om, 2 W, Rezistor 1 kOm, 2 W, Rezistor 4.7 kOm, 2 W, 10-o'zgaruvchan qarshilik 1 kOm, Kondensator 0.1 mkF, 100 V, Kondensator 100 mkF, qutbli, 35 V, Si Diod 1N 4007, Diod ZPD 6.2, Tranzistor BC 550, NPN, Tranzistor BC 550, NPN, Tranzistor BC 560, PNP, 10 qisqa ulash simlari; FunkSIONal generator S 12, DC ta'minlash manbai 0 to ± 15 V, Ikki kanalli ossilograf 303 , Ekranlangan kabel BNC/4 mm, Ulash simlari 25 sm qora, Ulash simlari 50 sm qora, Ulash simlari 100 sm qora, Juft kabel 50 cm, qizil/qora, Juft kabel 100 cm, qizil/qora Analog-Raqamli-TRMS Multimeter C.A 5011, Juft kabel 50 sm, qizil/qora

Umumiy ma'lumotlar. Operasion kuchaytirgich (OK) – bu kuchlanish bo'yicha yuqori kuchaytirish koeffisienti ($10^4 \div 10^6$), yuqori kirish ($10^4 \div 10^7$ Om) va kichik chiqish ($0,1 \div 1$ kOm) qarshiliklariga ega bo'lgan o'zgarimas tok kuchaytirgichi. OK ikkita kirish va bitta chiqishga ega. Chiqish va kirishdagi signallarning qutbiga ko'ra kirishlarning biri *inverslaydigan* (“-” ishorasi bilan belgilanadi), ikkinchisi – *inverslamaydigan* (“+” ishorasi bilan belgilanadi) deb ataladi.

OK doim teskari aloqa zanjirlari bilan qamrab olinagan bo'ladi. Teskari aloqa zanjiri turiga ko'ra OK analog signallar ustidan turli amallarni (operatsiyalarni) bajarishi mumkin. Bunday amallarga yig'indi olish, integrallash, differensiallash, solishtirish, logarifmlash va boshqalar kiradi. Shuning uchun bunday kuchaytirgichlar – *operasion* deb ataladi.

OK ideal kuchaytirgich element hisoblanadi va butun analog elektronikaning asosini tashkil etadi. OK yetarlicha murakkab tuzilmaga ega bo'lib, yagona kristall yuzasida bajariladi va birvarakayiga ko'p miqdorda ishlab

chiqariladi. Shuning uchun OKni diod, tranzistor va x.z. kabi elektron sxemalarning sodda elementi kabi qarash mumkin. Hozirgi kunda OKlarning yuzlab turi ishlab chiqariladi, kichik o'lchamga ega va juda arzon hisoblanadi.

Katta kuchaytirish olish uchun OKlar ikki yoki uch bosqichli o'zgarimas tok kuchaytirgichlari asosida quriladi.

1 – rasmda uch bosqichli OK tuzilmasi keltirilgan.



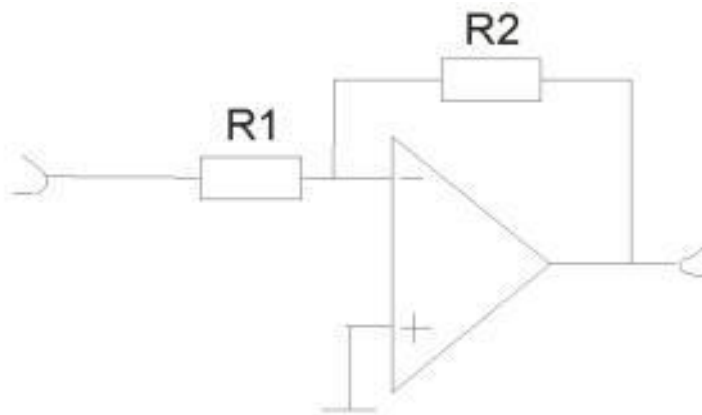
1– rasm.

OKlarda kirish bosqichi sifatida differensial kuchaytirgich qo'llaniladi, bu kuchaytirish dreyfini maksimal kamaytirishga va ancha yuqori kuchaytirish olishga imkon yaratadi. U bilan kuchaytirgichning yuqori kirish qarshiligi, sinfaz signallarga sezgirlik va siljish kuchlanishi aniqlanadi. Oraliq (muvofiglashtiruvchi) bosqichlar kerakli kuchaytirishni ta'minlaydilar va differensial kuchaytirgich chiqishidagi kuchlanish siljishini nolga yaqin qiymatgacha kamaytiradi. Oraliq bosqichlarda differensial kuchaytirgichlar kabi, bir bosqichli kuchaytirgichlar ham qo'llaniladi. Chiqish bosqichlari OKning kichik chiqish qarshiligi va katta chiqish quvatini ta'minlashi kerak. Chiqish bosqichlari sifatida odatda AV rejimda ishlaydigan komplementar emitter qaytargich qo'llaniladi (1 - rasimga qarang).

Bugungi kunda elektron qurilmalar kuchaytirgichlarga yana ham yuqoriroq talablar qo'ymoqda. Operatsion kuchaytirgichlar-zamonaviy elektronika tuzilmalarining standart shakldagi bloklaridir. Odatda ularning faqat shartli belgilarini tasvirlab qora qutilardek qarashadi

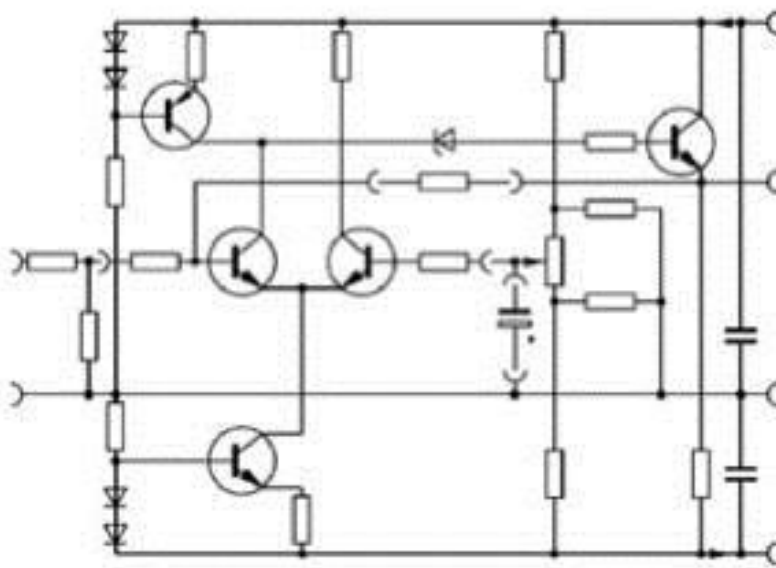
Ishni bajarish tartibi

Tashqi zanjirga bog'liq ravishda OK invertirlovchi kuchaytirgich, invertirlovchi kuchaytirgich, komparator, intergrator va h.k. vazifalarda qo'llanilishi mumkin. Bu tajribada tranzistorga asoslangan diskret elementlardan tuzilgan operatsion kuchaytirgichning ichki tuzilishi o'rganiladi



2-rasm

Biri invertirlovchi kuchaytirgich sifatida



3-rasm

Bu zanjirdagi asosiy tashkil qiluvchilari bu kirish qismidagi differensial kuchaytirgich va chiqish qismidagi emitterli takrorlagichdir. Tajribada bu operatsion kuchaytirgich ikki xil konfiguratsiyada qo'llanilgan: Ikkinchisi invertirlovchi kuchaytirgich sifatida

Ikkala variant ham bu tajribada yig'ib o'rganiladi. Kuchaytirish va fazalar munosabati invertirlovchi va invertirlovchi rejimlarda chiqish va kirish signallari nisbati bilan aniqlanadi.

Agar OK ni kuchaytirish koeffitsiyenti cheksiz katta bo'lgan ideal kuchaytirgich deb hisoblasak. Unda OK ning kuchaytirish koeffitsientini R1 va R2 qarshiliklar bilan boshqarish mumkin. Invertirlovchi kuchaytirish uchun kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagiga teng bo'ladi:

$$g = \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

Invertirlamovchi kuchaytirish uchun kuchaytirish koefitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$g = \frac{R_2}{R_1} + 1 \quad (2)$$

Bu tenglamalar uchun OK ideal (ideal bloklardan tuzilgan) hamda “+” va “-“ kirishlarda kuchlanish nol bo’lganida, ta’minlash kuchlanishining har qanday qiymaida kirish va chiqish toklari ham no’l bo’ladi deb qaraladi. OK ning kuchaytirish koefitsiyenti yaxshilash uchun R_1 va R_2 qarshiliklar qo’shilgan. R_2 qarshilik teskari bog’lanish qarshiligi deb atalib, u chiqish signalini kirishga qayta uzatadi.

Invertirlovchi kuchaytirishda ideal OK da chiqish kuchlanishi quyidagicha o’rnatiladi: kirishga keluvchi tok eng kichik bo’lishi uchun '-' kirish qarshilik bilan to’siladi hamda '+' kirish erga ulanadi. Quyidagi tenglamalar o’rinli bo’ladi:

$$\frac{U_{in}}{R_1} = -\frac{U_{out}}{R_2} \quad \text{yoki} \quad U_{out} = -U_{in} \times \frac{R_2}{R_1}$$

Invertirlamovchi kuchaytirgich uchun, “-” kirish erga ulanmagan, ammo kirish kuchlanishi uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$\frac{U_{in}}{R_1} = -\frac{U_{out} - U_{in}}{R_2} \quad \text{yoki} \quad U_{out} = -U_{in} \times \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$$

OK ichki tuzilishi

OKning ichki zanjiri tuzilishi 1-rasmda keltirilgan bo’lib, yuqorida keltirilganidek to’la kuchaytirish koefitsiyenti qiymatini R_1 va R_2 qarshiliklar o’rnatadi. OK zanjiri asosiy qismida kuchaytirish koefitsiyenti cheksiz bo’lishiga intiladi.

T1 va T2 tranzistorlar zanjirning asosini tashkil qiladi. Bunday tranzistorli zanjir differensiallovchi zanjir deb ataladi. Ikkala tranzistor ham o’zaro emitterlari orqali bog’langan va ikkala kirish kuchlanishi ham bir xil bo’lganda kllktrolar orqali ham bir xilda tok oqadi.

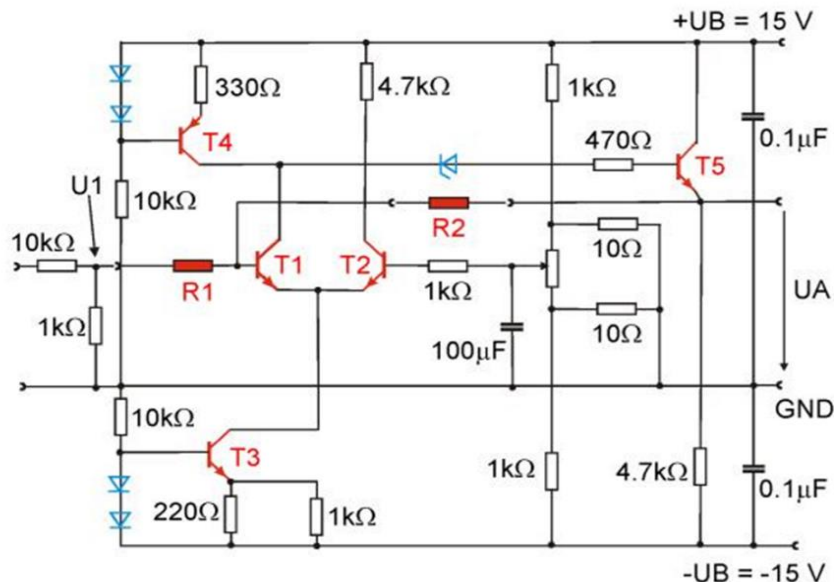
T3 va T4 tranzistorlar diodlar bilan birglikda xuddi ta’minlash manbai vazifasini o’taydi. T3 tranzistor T4 orqali o’tuvchi toklar uchun

termostabilizatsiya vazifasini bajaradi va bu ikkala T1 va T2 uchun ham o'rinlidir. T4 tranzistor T1 ni tok bilan ta'minlaydi va T2 ham o'z tokini qo'shadi. Kirish signalining har qanday kichik o'zgarishi T1 kollektoridan o'tuvchi tokni oz'gartiradi. Bu tok o'zgarishi kollektorga o'rnatilgan qarshiliklar orqali kuchlanishlar o'zgarishiga aylantiriladi. Shunday qilib, deyarli cheksiz qarshilikka ega bo'lgan T4 tok manbai tranzistori kuchlanish bo'yicha kuchaytirishning katta bo'lishini ta'minlaydi.

T5 tranzistor chiqish kuchaytirgichi sifatida ishlaydi. Ishchi nuqta o'rnatuvchi potensiometr zanjir mauvozanatini o'rnatadi. Shu bilan T1 va T2 tranzistorlar baza-emitter orasidagi kichik kuchlanishlar o'zgarishini kompensatsiya qiladi.

OK ning In+ va In- kirishlari T1 va T2 tranzistorlar bazalaridir va ular orasidagi harqanday kuchlanishlar farqi kuchytiriladi. Kuchlanishning kuchaytirilishi esa R1 va R2 qarshiliklar orqali nazorat qilinadi. O'rnatilgan bu kuchaytirilish ya'ni kuchaytirish koefitsiyenti $g=R2/R1$ bilan aniqlanadi. Masalan, $R1=1k\Omega$ va $R2=100k\Omega$ bo'lsa kuchaytirish koefitsiyenti 100 ga teng bo'ladi.

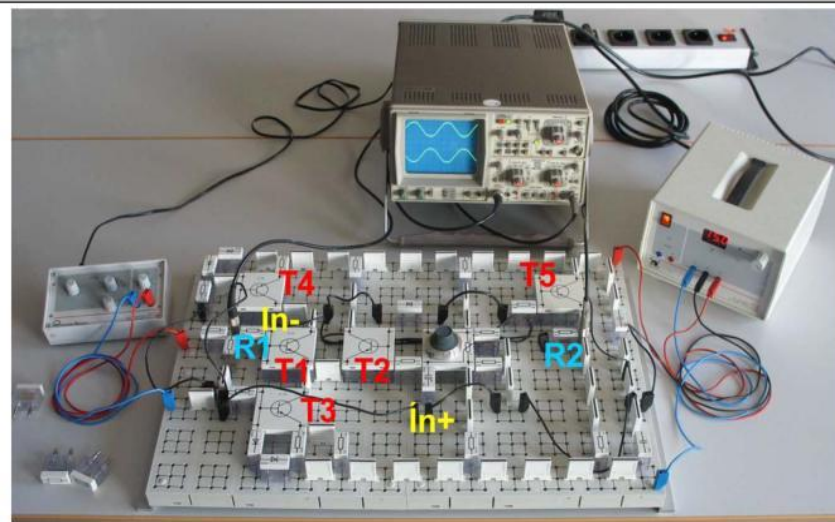
Funksional generator chiqish kuchlanishini kichik kuchlanishlarda moslash qiyin bo'lgani uchun kirishga R1 qarshilik qo'yilgan. Bu $1k\Omega/10k\Omega$ kuchlanish bo'lgichi, qarshiliklar nisbati funksional generator signalini 10 marta kamaytiradi. Ossilografning birinchi kanali orqali o'lchangan signal U_I kirish signali deyiladi. Chiqish signali U_A esa ossilografning ikkinchi kanali orqali o'lchnadi



4-rasm

Operatsion kuchaytirgichning montaj chizmasi sxematik ravishda 3-rasmدا keltirilgan. Mos tajriba qurilmasi 4-rasmدا ko'rsatilgan. Ikkala tipdagi operatsion kuchaytirgich ham keltirilgan bo'lib, invertirlamovchi holatga o'tish

uchun qilinishi kerak bo'lgan o'gartirishlar 3-rasmda ko'rsatilgan.



5-rasm. Invertirlangan ulash uchun OK ichki tuzilishi ko'rinishi (zanjir elektr chizmasi 2-rasmda keltirilgan).

5-rasmda ko'rsatilgan zanjirga ta'minlash manбайдan ± 15 V kuchlanish bering. Funktsional generator ko'rsatkichlarini quyidagicha o'rning: chastota taxminan $f \sim 1$ kHz, signal shakli –sinusoidal, amplitudasi ~ 1 V.

a) Invertirlovchi operatsion kuchaytirgich

- Funktsional generator chiqishini 20 mV ga to'g'irlang.
- $R_1=1\text{k}\Omega$ va $R_2=10\text{k}\Omega$ qarshiliklar orqali U_I va U_A kuchlanishlarni o'lchang (4-rasm).
- U_A/U_I nisbat, kuchaytirishni aniqlang.
- O'lchashlarni $R_1 = 1\text{k}\Omega$ va $R_2 = 10\text{k}\Omega$ va $R_1 = 1\text{k}\Omega$ va $R_2 = 1\text{k}\Omega$ kombinatsiyalari uchun olib boring.

b) Invertirlamovchi operatsion kuchaytirgich

- Operatsion kuchaytirgich kuchaytirish sxemasini invertirlovchidan invertirlamovchi zanjirga almashtiring (4-rasmga qarang).
- Qarshiliklar kombinatsiyasi $R_1=1\text{k}\Omega$ va $R_2=100\text{k}\Omega$ bo'lganda U_I va U_A kuchlanishlarni o'lchang (4-rasm).
- U_A/U_I kuchaytirishni aniqlang.
- $R_1 = 1\text{k}\Omega$ va $R_2 = 10\text{k}\Omega$ va $R_1 = 1\text{k}\Omega$ va $R_2 = 1\text{k}\Omega$ qarshiliklar kombinatsiyasi uchun o'lchashlarni takrorlang.

O'lchash namunasi

a) Invertirlovchi operatsion kuchaytirgich

1-jadval. R_1 va R_2 qarshiliklarning turli qiymatlari uchun kirish va chiqish

kuchlanishlari U_1 va U_A , hamda U_A/U_1 kuchaytirish ko'effitsiyenti qiymatlari.

| R1 kOm | R2 kOm | U1 mV | U _A V | U _A / U ₁ |
|-----------|-----------|----------|---------------------|------------------------------------|
| 1 | 100 | 20 | -2.00 | -100 |
| 1 | 10 | 20 | -0.20 | -10 |
| 1 | 1 | 20 | -0.02 | -1 |

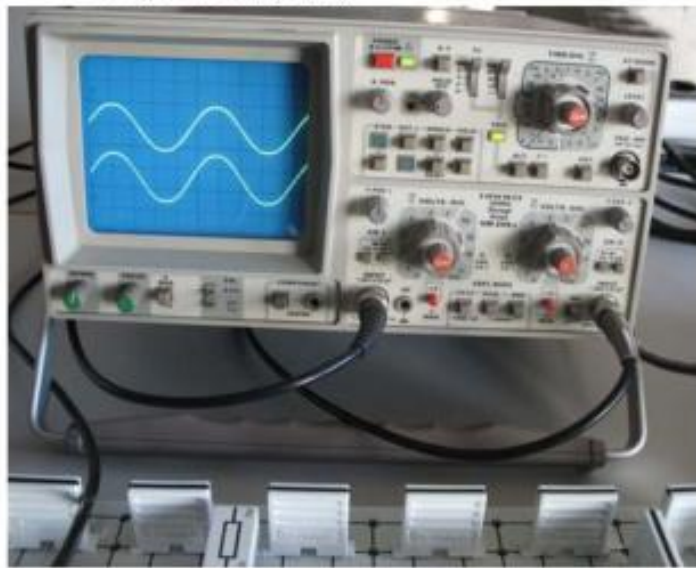
b) Invertirlamovchi operatsion kuchaytirgich

2-jadval. R1 va R2 qarshiliklarning turli qiymatlari uchun kirish va chiqish kuchlanishlari U_1 va U_A , hamda U_A/U_1 kuchaytirish qiymatlari.

| R1 kOm | R2 kOm | U1 mV | U _A V | U _A / U ₁ |
|-----------|-----------|----------|---------------------|------------------------------------|
| 1 | 100 | 20 | 2.01 | 100.5 |
| 1 | 10 | 20 | 0.22 | 11 |
| 1 | 1 | 20 | 0.04 | 2 |



6-rasm. Operatsion kuchaytirgichning (invertirlovchi ulash) kirish (ekranning yuqorisida) va chiqish (ekran quyisida) signallari.



7-rasm. Operatsion kuchaytirgichning (invertirlovchi ulash) kirish (ekranning yuqorissida) va chiqish (ekran quyisida) signallari.

Natijalar va ularning tahlili

3 va 4 jadvallarda (1) va (2) tenglamalar orqali nazariy hisoblangan kuchlanish bo'yicha kuchaytirishni o'lchangan qiymati bilan solishtirilgan. OK ning ichki tuzilishiga bog'liq ravishda kirish signali qo'llaniladigan tashqi qarshiliklarga bog'liq bo'ladi (2 va 3-rasmga qarang). 4 va 5-rasmlarda ko'rishimiz mumkinki kirish va chiqish signallari fazalari invertirlovchi kuchaytirgichda teskari va invertirlovchi kuchaytirgichda mos tushadi.

a) Invertirlovchi operatsion kuchaytirgich

3-jadval. R1 va R2 qarshiliklarning turli kombinatsiyasida kuchaytirishni nazariy ($R2/R1$) va amaliy (U_A/U_1) qiymatlari bilan solishtirish natijasi.

| R1 | R2 | $R2/R1$ | U_A/U_1 |
|----|-----|---------|-----------|
| 1 | 100 | 100 | -100 |
| 1 | 10 | 10 | -10 |
| 1 | 1 | 1 | -1 |

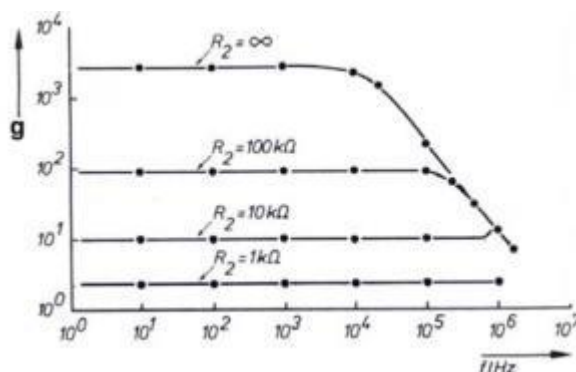
Invertirlovchi operatsion kuchaytirgich.

4-jadval. R1 va R2 qarshiliklarning turli kombinatsiyasida kuchaytirishni nazariy ($R2/R1$) va amaliy o'lchangan (U_A/U_1) qiymatlari bilan solishtirish natijasi.

| R1 | R2 | R2/R1 | UA/UI |
|----|-----|-------|-------|
| 1 | 100 | 101 | 100.5 |
| 1 | 10 | 11 | 11 |
| 1 | 1 | 2 | 2 |

Yordamchi ma'lumotlar

Operatsion kuchaytirgichning kuchaytirishi ko'effitsiyenti kirish signali chastotasiga ham bog'liq. 7-rasmda R2 qarshilikning turli qiymatlarida kuchaytirish ko'effitsiyentining chastotaga bog'liqligi keltirilgan. Bu grafikdan ko'rinadiki funksional generatorning ishchi chastotasi oralig'ida kuchaytirish ko'effitsiyenti R2 qarshilik qiymatiga bog'liq emas ekan. Grafikdagi kuchaytirishni pasaytirish va kuchaytirish ko'effitsiyentining chastota oralig'iga bog'liqligini ko'rsatish uchun T1 tranzistorning kollektori va er orasiga 100 nF kondensator ulanadi. Ammo bu haqida ko'proq ma'lumot berish mazkur tavsifnoma vazifasiga kirmaydi.



7-rasm. R2 qarshilikning turli qiymatlarida g kuchaytirish ko'effitsiyentining chastotaga bog'liqligi.

Agar OK invers kirish bilan qisqa tutashgan bo'lsa, bu ko'effisient birga teng bo'ladi. Bunday sxemalar inverslamaydigan qaytargichlar deb ataladi va yagona qobiqda bajarilgan bir necha kuchaytirgich ko'rinishidagi alohida integral mikrosxemalar ko'rinishida bir varakayiga ishlab chiqariladi.

Savol va topshiriqlar

1. Elektr signallarni kuchaytirish.
2. Kuchaytirgichlarning turlari.
3. Kuchaytirgichlarning asosiy xarakteristika va parametrlari.

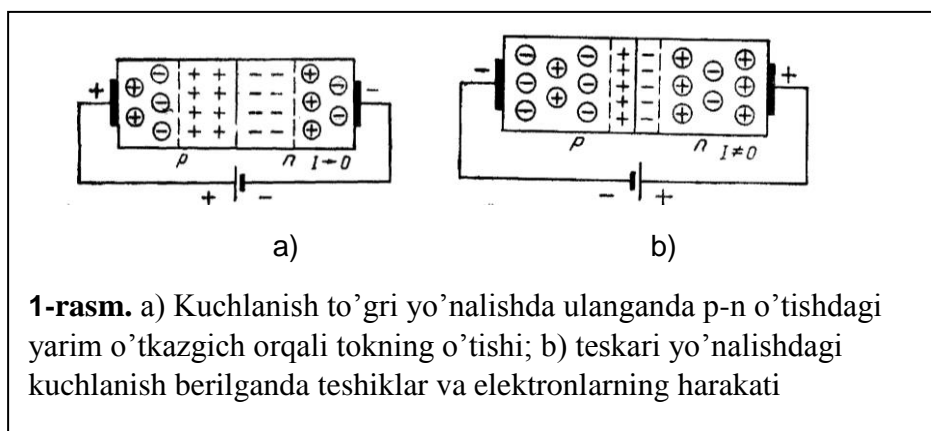
LABORATORIYA ISHI № 10

Mavzu: O'zgaruvchan tokni to'g'irlashni o'rganish

Ishdan maqsad : Ossidigraf yordamida o'zgaruvchan va to'g'irlangan tok grafiklarini kuzatish .

Kerakli asbob va uskunalari :

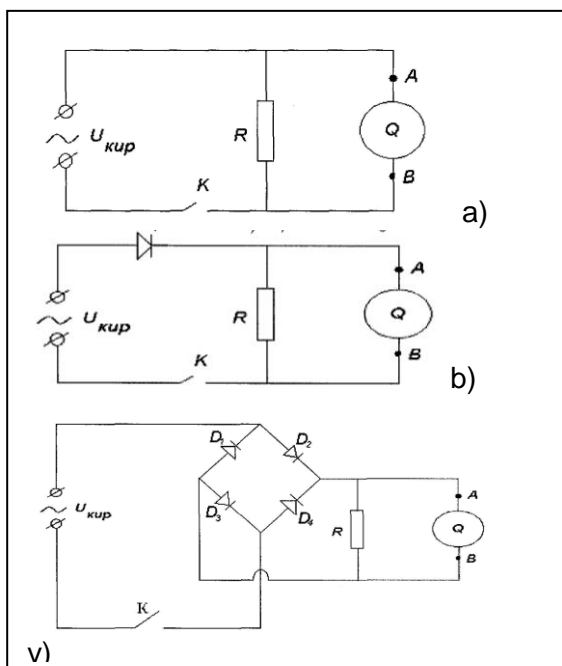
1. O'zgaruvchan tok manbai 12V/3A
2. 1N4007,STE 2/19 tipidagi 4 ta diod
3. MLT -2 tipidagi qarshilik .
4. Ikki kanalli Ossidigraf
5. Rasterli panel DIN A4 STE
6. Kalit va ulash uchun simlar



Qisqacha nazariy ma'lumot

Yarim o'tkazgichli tugirlagichlar quyidagi parametrlar bilan harakterlanadi;

- teskari kuchlanishning eng katta qiymati ;
- to'g'irlangan tokning eng katta qiymati;
- tugirlangan katta tokka to'g'ri keladigan to'g'ri keladigan tugri yo'nalishdagi kuchlanish tushuvi ;



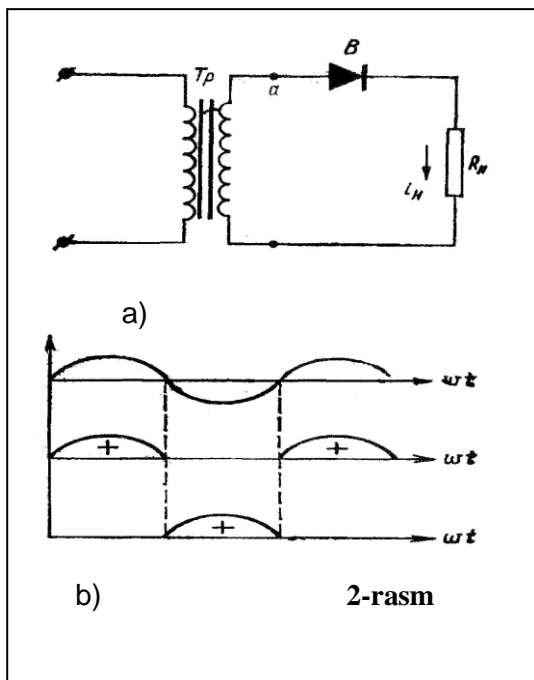
- eng katta teskari kuchlanishga to'g'ri keladigan teskari tok;
- diodning teskari kuchlanish berilgan paytdagi sigimi;
- chegara chastotasi ;
- temperatura diapazoni ;
- foydali ish koeffisienti ;

Har hil elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich chegarasidagi soha elektron teshikli yoki p-n o'tish deyiladi.

Bunday o'tish bir tomonlama o'tkazuvchilik hossasiga egadir.p-n o'tishning bu hossasi yarim o'tkazgichli

diodlarda o'tkazuvchan tokni to'g'irlash uchun ishlatiladi. Kuchlanish qutbi o'zgarganda p-n o'tishda yarim o'tkazgichlar orqali tokning utishini kurib chiqaylik. Kuchlanish to'g'ri yo'nalishda bulganda p sohaga manbaning musbat qutbi, n sohaga manfiy qutbi ulanadi, (1a- rasm).

p-n o'tishdagi qarshilik miqdorini kamaytiradigan qutbli kuchlanish berilganda hosil bo'lgan tok to'g'ri yoki o'tkazish toki deyiladi, o'tadigan tok esa to'g'ri tok deyiladi.



Teskari yo'nalishdagi kuchlanish (1-b rasm) berilganda teshiklar va elektronlar qarama-qarshi ishorali elektrodga tortilib, p-n o'tishdan uzoqlashadi. O'tish zonasida elektr zaryadlarining asosiy tok tashuvchilari yo'qoladi, shuning uchun p-n o'tishli tranzistorlar amalda elektr tokini o'tkazmaydi. O'tish orqali asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar hosil qilgan juda kam miqdordagi tok o'tadi va u teskari tok deyiladi. 2a.- rasmda o'zgaruvchan tokni bitta yarim davrli to'g'rilash shemasi tasvirlangan.

Transformatorning ikkilamchi cho'lg'amidagi EYUK sinusiodal qonun bo'yicha o'zgaradi, deb faraz qilaylik $e = qE \sin \omega t$

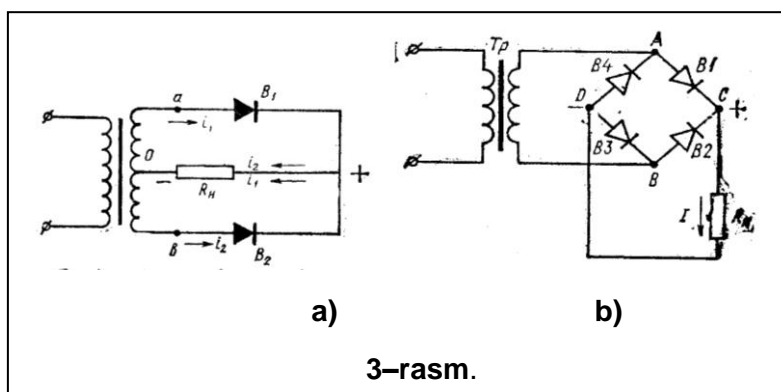
Faraz qilaylik a nuqta $\frac{T}{2}$ davrda musbat bo'sin. Bu holda b nuqta manfiy potensialga ega bo'ladi. Bunda ventill B, nagruzka qarshiligi R_H dan tok o'tadi.

Davrning ikkinchi yarmida a nuqtaning potensiyali esa manfiy bo'ladi. Bunda teskari B ventillga U_m teskari kuchlanish beriladi. Ventillning teskari qarshiligi juda katta. Shuning uchun teskari tok nolga teng bo'ladi.

2b. -rasmda o'zgaruvchan va to'g'rilangan tokning grafiklari ko'rsatilgan.

Grafiklardan shuni aytish mumkinki, birinchi yarim davrda tok to'g'irlanadi.

Demak bir yarim davrli to'g'irlagichlarda tok davrining faqat birinchi yarim davrida to'g'irlanadi. O'zgaruvchan tokning ikkinchi yarim davrida esa o'zgaruvchan tokni to'g'irlab bo'lmaydi. V.F Mitkeevich tavsiya qilgan ikki yarim davrli to'g'irlagichning shemasi 3a-rasmda tasvirlangan. Bunda davrning birinchi yarmida i_1 tok ventill B_1 ga, nagruzka R_H orqali transformatorning nol nuqtasi (0) ga keladi. Bu holda ikkinchi ventill B_2 teskari kuchlanish ostida bo'ladi. Davrning ikkinchi yarmida B_2 ventill nagruzka R_H orqali O nuqtaga keladi.



Ikkinchi yarim davrda B_1 ventill teskari kuchlanishda bo'ladi. O'zgaruvchan tokning

3-rasm.

har ikki yarim davrda ham tok i_1 va i_2 ning yo'nalishi bir hil bo'ladi. 3b-rasmda ikkita yarim davrli ko'prik shema asosida ishlaydigan to'grilagich tasvirlangan .

To'grilangan kuchlanish va tokni orttirish uchun shemaning har bir tarmogiga bir nechta ventil ulash mumkin , ular o'zaro ketma-ket , parallel yoki gpuppalab ulanadi.

Bu to'grilagichlarning ishlash prinsipi quyidagicha : tokning birinchi yarim davrida B_1 va B_2 ventillardan tok o'tadi. B_2 va B_4 ventillar esa berk bo'ladi.

Tok transformator cho'lg'aming yuqori uchidan (a nuqtadan) ventil B_3 orqali transformator cho'lg'aming pastki uchiga (b nuqtaga) boradi.

Tokning ikkinchi yarim davrida esa B_1 va B_3 ventillar berk bo'lib, B_2 va B_4 ventillar orqali tok o'tadi. Tok esa zanjirning b uchidan B_2 ventil ,nagruzka qarshiligi R_H va ventil orqali cho'lg'amning A nuqtasiga boradi.Demak , ikkala yarim davrda ham nagruzka qarshiligidan bir tomonga qarab tok o'tadi.

Ishni bajarish tartibi:

- 1). 1.a rasmdagi shema bo'yicha elektr zanjirini tuzing.
- 2). A nuqta "Q" ossilografning "Y" B nuqta "⊥" klemmalariga ulanadi.
- 3). U_{kir} orqali tok manбайдan , o'zgaruvchan 4V kuchlanish bering.
- 4). K kalit ulanib ossilografda individual qonun bo'yicha o'zgaradigan o'zgaruvchan tok grafigini chiqarishga erishing va grafikni chizib oling.
- 5). 1b-rasmdagi elektr zanjirini tuzing .
- 6). 2-punktни takrorlang.
- 7). O'zgaruvchan tok manбайдan U_{kir} orqali 4V kuchlanish bering va kalitni ulab, bir yarim davrli to'g'irlagich yordamida ossilografda hosil bulgan grafikni chizib oling.
- 8). 1v-rasmdagi elektr zanjirini tuzing.
- 9). 2- punktни takrorlang .
- 10).O'zgaruvchan tok manбайдan U_{kir} orqali 4 V kuchlanish bering va K kalitni ulab, ko'prik shemasi to'grilagich (Gers shemasi) yordamida ossilografda hosil bo'lgan grafikni chizib oling .

Sinov savollari

1. p-n o'tish qanday hosil bo'lishini tushuntiring .
2. Bu ishimizda nima uchun D242A tipidagi dioddan foydalanilgan?.
3. O'zgaruvchan tokni to'grilash deb nimaga aytiladi.?
4. Ko'prik shema yordamida hosil bo'lgan grafikni tushuntiring .
5. Gers shemasining kamchiligi nimadan iborat.

Labaratoriya ishi №11

Mavzu: Raqamli elektronika hisoblash sistemalari

Tajriba maqsadi

Sonlarni belgilash va nomlashda qo`llaniladigai usul va qoidalar majmuasi o`rganish.

Kerakli asbob uskunalar: O`zgaruvchan tok manbai 0...12 V/ 3A, Multimetr LDanalog 20, Kabellar jufti 50 sm, qizil/ko`k, Ulash kabeli 100 sm qizil

Nazariy qism:

Sonlarni belgilash va nomlashda qo`llaniladigai usul va qoidalar majmuasi *hisoblash sistemasi*, shartli belgilar esa, *raqam* deyiladn. Hisoblash sistemalari xilma-xil bo`lib, qulaylik uchun ikki turga ajratiladi: o`rinli (pozitsiyali) va o`rinsiz (pozitsiyasiz).

Pozitsiyasiz hisoblash sistemasida har bir raqam sonning qanday o`rinda joylashgan bo`lishidan qat'i nazar bir xil miqdorni ifodalaydi. Masalan, rim raqamlari bilan ifodalangan sonlarning raqamlari barcha o`rinlarda belgiga mos miqdorni ko`rsatadi. (XXV sondagi 1-o`rindagi X-10, II o`rinda X-10, uchinchi o`rinda V-5 bo`ladi). Birlik sistemada ham sonlar «1» lar ketma-ketligi ko`rinishida ifodalanadi. (7 – 1111111).

Raqamlarning miqdori sondagi yozilish o`rniga bog`liq bo`lgan hisoblash sistemasi o`rinli, ya'ni *pozitsiyali hisoblash sistemasi* deb ataladi. Unga o`nli hisoblash sistemasi (0, 1, 2... 9) misol bo`ladi. Masalan, 1900 sonida – birinchi o`rin – 1000, ikkinchi o`rin – 900, uchinchi o`rin –90 va to`rtinchi o`rin – 0 ni ifodalaydi.

Zamonaviy hisoblash texnikasida axborotni raqamli qayta ishlash usuli muhim rol o`ynaydi. Raqamli yarim o`tkazgichli IMSlar hisoblash texnikasi qurilmalari va tizimining negiz elementi hisoblanadi. Hisoblash mashinalari tomoniday qayta ishlanayotgan berilganlar, natija va boshqa axborotlar faqat ikki qiymat oladigan (ikkilik sanoq tizimi) elektr signallari ko`rinishida ifodalanadi.

Analog axborotni raqamli ko`rinishga aylantirish uchun uni *kvantlaydilar*, ya'ni vaqt bo`yicha uzluksiz signal uning ma'lum nuqtalardagi diskret qiymatlari bilan almashtiriladi. So`ngra berilgan signal oxirgi diskret qiymatiga mos ravishda raqam beriladi. Signal diskret darajalarini raqamlar ketma – ketligi bilan almashtirish jarayoni *kodlash* deb ataladi. Olingan raqamlar ketma – ketligi *signal kodi* deb ataladi.

Ikkilik sanoq tizimida biror son ikki raqam: 0 va 1 orqali ifodalanadi. Raqamlarni ifodalash uchun raqamli tizimlarda tok yoki kuchlanish kabi elektr kattalikni ikki holatdagi signalini qabul qilishga moslashgan elektron sxema bo'lishi talab qilinadi. Kattalikning biri – 0 ga, ikkinchisi – 1 ga mos kelishi kerak. Ikki elektr holatga ega bo'lgan elektr sxemalarni yaratishning nisbatan soddaligi shunga olib keldiki, hozirgi zamonaviy raqamli texnika mana shu ikkilik ifodalanish tizimga asoslangan.

2. Matematik mantiq. Asosiy mantiqiy amallar

Raqamli qurilmalar ishlash algoritmini ifodalash uchun Bul algebrasi yoki

| X1 | X2 | Y_{qX1+X2} |
|----|----|--------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

mantiq algebrasi qo'llaniladi. Uning asoschisi J.Bul (1815 – 1864) bo'lgani uchun uni Bul algebrasi deb ataladi. Mantiq algebrasi doirasida raqamli sxema kirish, chiqish va ichki qismlariga mos ravishda bul o'zgaruvchilari o'rnatiladi va ular faqat ikki qiymat qabul qilishi mumkin:

$$Xq0 \text{ agar } X \neq 1; \quad Xq1 \text{ agar } X \neq 0.$$

Bul algebrasi asosiy amallari bo'lib mantiqiy qo'shuv, ko'paytiruv va inkor amallari hisoblanadi.

Mantiqiy qo'shuv. Bu amal **YOKI amali** yoki **diz'yunktsiya** deb ataladi. Ikki o'zgaruvchini mantiqiy qo'shish postulatlarini 9.1 – jadvalda keltirilgan.

| X1 | X2 | $Y_{qX1 \cdot X2}$ |
|----|----|--------------------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Bunday jadvallar **haqiqiylik jadvallari** deb ataladi. SHuni ta'kidlash kerakki, bu amal ixtiyoriy o'zgaruvchilar soniga mo'ljallangan. Amal bajarilayotgan o'zgaruvchilar soni, uning belgisidan oldin turgan raqam bilan ko'rsatiladi. Demak, 9.1-jadvalda YOKI amali bajarilgan. Mantiqiy qo'shuv YOKI amalini bajaruvchi element (elektron sxema) shartli belgisi 9.1 a – rasmda keltirilgan.

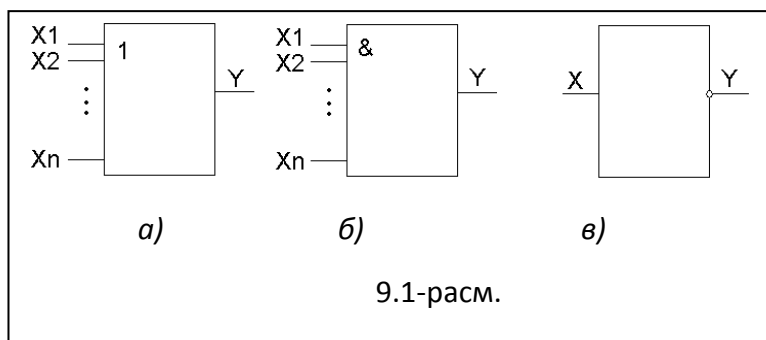
Mantiqiy ko'paytiruv. Bu amal **HAM amali** yoki **kon'yunktsiya** deb ataladi. Mantiqiy ko'paytiruv postulatlarini 9.2 – jadvalda keltirilgan. Mantiqiy HAM amalini bajaruvchi element shartli belgisi 9.1 b – rasmda ifodalangan.

| X | Y |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

Mantiqiy inkor. Inkori amali **inversiya** yoki **to'ldirish** deb ataladi. Inkori postulatlarini 9.3 – jadvalda keltirilgan. Inversiya amalini bajaruvchi mantiqiy element shartli belgisi 9.1 v – rasmda

keltirilgan.

Elementar mantiqiy HAM, YOKI, EMAS amallarini bajaradigan mantiqiy



elementlardan foydalanib ancha murakkab amallarni bajaradigan elementlar va ularga mos keluvchi elektron sxemalar yaratish mumkin.

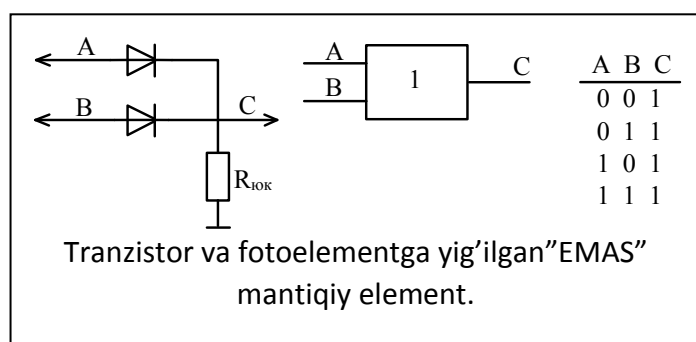
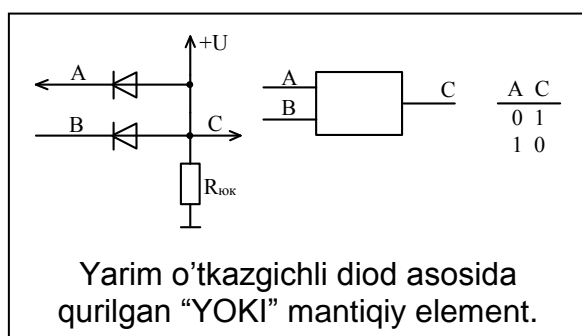
Turli amallarni bajaradigan elementlar

IMSlar ko`rinishida ko`plab ishlab chiqariladi. Mantiqiy IMSlar seriyalarga birlashadilar. Har bir seriya asosida ma`lum bir mantiqiy amalni bajaruvchi elektr sxemadan tashkil topgan negiz element yotadi, masalan HAM-EMAS mantiqiy amali (Sheffer elementi) yoki YOKI-EMAS mantiqiy amali (Pirs elementi). Raqamli integral mikrosxemalar yaratishda turli murakkab mantiqiy amallarni bajaradigan sxemalarni yasashda faqat bitta HAM-EMAS, yoki YOKI-EMAS mantiqiy elementidan foydalanish talab qilinishi bilan ham ajralib turadi.

3. Raqamli qurilmalarning mantiqiy sxemalari

Zamonaviy radioelektronika, avtomatika va raqamli teznika asosiy tarkibiy tuzilishni, qismlarini tashkil etadi: 1) Mantiqiy elementlar; 2) Triggerlar; 3) Raqamli integral mikrochizmalar; 4) Indikatorli asboblar;

Bu elektron murakkab qurilmalar yagona bir elektron texnologik tizimga asoslanib o`zaro bog`liqlik holatida ishlaydi.



Mantiqiy elementlar. Raqamli hisoblash texnikasi axborotlarni qayta ishlash, ular murakkab matematik diskret amallarni bajarishga mo`ljallangan. Ular elektron-platasida uchta mantiqiy element joylashgandir. Bu "VA" element; "YOKI" element "EMAS" elementidir. Hamda trigger (elektron kalit) qurilmasi ham mavjud. Mantiqiy element nomi, asosan mantiqiy operatsiyalarni raqamli texnika yordamida modellashtirishni nazarda tutadi. Mantiqiy elementga signal yuborganda "to`g`ri" va "noto`g`ri" mazmunda

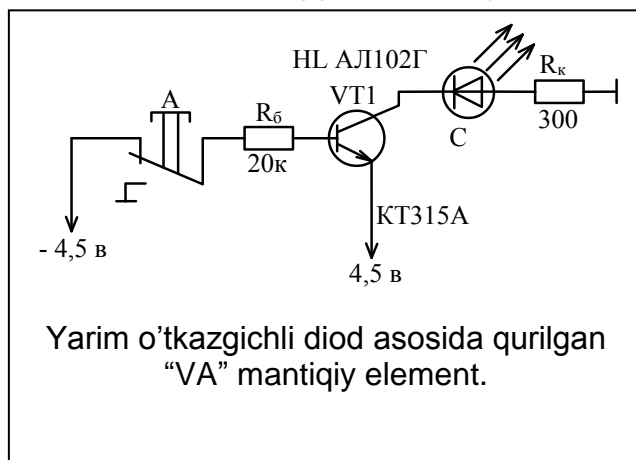
yuboriladi. Masalan: “Yoritish chirog`i yongan agar tok manbai va zanjir tutashgan bo`lsa”. Agar lampa yonmasa, “EMAS” elementi qo`llaniladi.

Mantiqiy elementlar har xil jihozlardan iborat bo`lishi mumkin. Masalan: Elektromagnit rele, yarimo`tkazgichli diod, tranzistorlar, elektron va neon lampalar. Integral texnologiyalar asosida tayyorlangan mantiqiy elementlar eng ko`p qo`llaniladi.

YUqoriga ko`rsatilgan barcha mantiqiy elementlarni talblr yig`ib, ko`rgazma qurol sifatida ishlatish mumkin.

Triggerlar. Trigger ham, raqamli elektronikaning asosiy elementi hisoblanadi, ulardan xotira sifatida foydalaniladi. Avtomatik va hisoblash qurilmalarining elementidir. Trigger-inglizcha so`z bo`lib “o`zim qo`shaman” “o`zim ajrataman” degan ma`noni bildiradi.

Mexanika trigger bu oddiy elektr kaliti (vkluychatel yoki tumbler) bo`lib, u



inson yordami bilan qo`shadi, ajratadi.

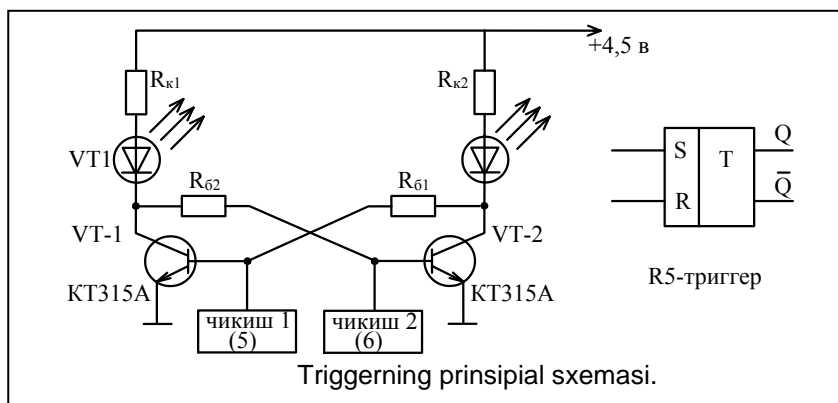
Oddiy trigger ikkita “EMAS” mantiqiy elementdan tuzilgan bo`lib, kirish va chiqish joyi o`zaro “halqasimon” ulangan.

Birinchisini chiqish ikkinchisini kirish bilan, ikkinchisini chiqish ikkinchisini kirishi bilan ulangan holda ishlaydi.

Hozirgi paytda raqamli texnikada faqat integral texnologiya asosida tayyorlangan triggerlardan foydalaniladi.

Raqamli integral mikrochizmalar. Elektronikaning asosiy elementi hisoblangan integral mikrochizmalar ikki xil turga ishlab chiqariladi. Analogli va raqamli integral mikrochizmalardir.

Raqamli integral mikrochizmalar asosan diskret va impulsli signallarni parametrlarini o`zgartirish uchun mo`ljallangandir. Ularni asosini tranzistorli kalitlar tashkil etadi, ular har lahzada kirgan signal uchun ochiq yoki yopiq holatda bo`lishi mumkin. Raqamli integral mikrochizmalarni tayyorlash



texnologiyasi nihoyatda murakkab, ularga joylashtirilgan elektron asboblari o`lchamlari nihoyatda kichik “mikron”lar bilan o`lchanadi. Imkoniyatlari cheksizdir.

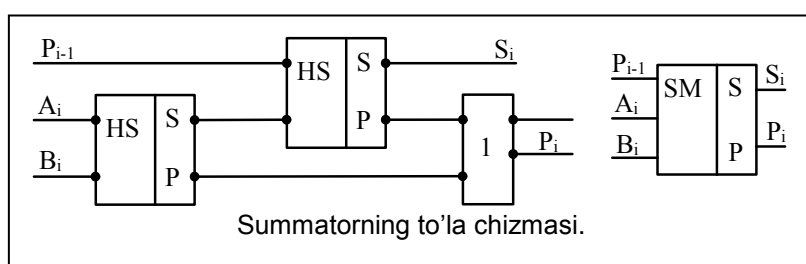
Indikatorli asboblari. Indikator tashqi muhit parametrlari haqida axborot beruvchi elektron asbobdir. Ularni har xil turlari yaratilgan bo`lib, parametrlari jihatidan bir-biridan keskin farq qiladi. Barcha qo`llaniladigan indikatorlar ikkita katta guruhga bo`linadi. Aktiv indikatorlar va passiv indikatorlar.

Aktiv indikatorlarga elektr energiyasi yorug`lik energiyasiga aylanib, qorong`i joylarda ishlashga imkon chratadi. Ularga jajji lampalar, yarim o`tkazgichli svetodiodlar va raqamli neon lampalar kiradi.

Passiv indikatorlarni ishlash printsiptini elektron signal ta`sirida o`zining optik xossalarini o`zgartiradi.

Masalan suyuq kristallarga tayyorlangan indikatorli tablolar, ularga kuchlanish kelsa, yoritish qobiliyati oshadi, boshqa payt ko`rinmaydi.

Mantiqiy algebra asoslari. Tarkibida joylashgan qo`yidagi elektron



qurilmalar, mantiqiy algebra asoslarini tashkil etadi: 1) summatorlar; 2) registrlar; 3) elektr impulsi hisoblash qurilmasi. Ularni har birini alohida tahlil

qilamiz!

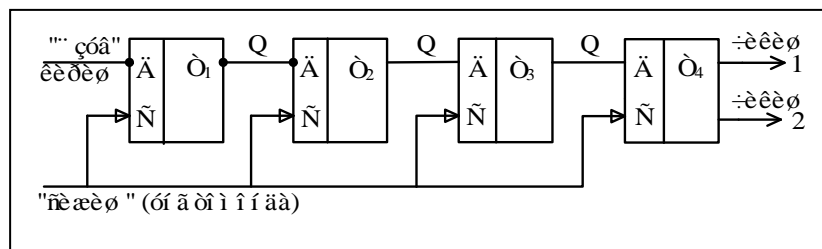
Summatorlar; (yig`indilar). Algebra va arifmetika mantiqiy asosini yig`indi (summa) tashkil etadi. Summatorlar yordamida “ko`paytirish” “bo`lish” va “ayirish” matematik amallar bajariladi. EHMning hisoblash qismini tashkil etadigan summatorlar arifmetika va algebraik masalalarni echishga imkon tug`diradi.

Registrilar. Registr EHMning asosiy jihozi bo`lib, shifrador, deshifrador va summator kabi funktsional masalalarni bajarishga mo`ljallangan. Ularni vazifasi axborotlarni yozib olish, saqlash va uzatishdn iboratdir. Registr qurilmasi triggerlardan tuzilgan bo`lib, integral mikrochizmalarga terilgan.

Registrilar parallel va ketma-ket bo`lishi mumkin.

Parallel registrilar – triggerlardan iborat bo`lib har biriga axborot signalini qabul qilish uchun bitta kirish ikkita chiqarishdan iborat. Raqamli elektronika uchun ular “operativ xotira” amalga oshirish uchun xizmat qiladi.

Ketma-ket registrilarda bitta kirish ketma-ket axborotni uzatish uchun va oxirgi registrilardan ikkita chiqishdan olinadi. Ularni chizmasi pastga berilgan (4-rasm).Elektr impulslar hisoblagichlari (schyotchik). Schyotchiklar elektron hisoblash mashinalariga hamma qismlarini ishini nazorat qiluvchi, buyruq



(komanda) berish, impulslarni hisobini olish, aylanish mexanizmini ishini nazorat qilishdan iborat (hisoblagichlar oldingi mavzularga juda keng yoritilgan, tanishib oling).

Nazorat uchun savollar:

1. Raqamli elektronika hisoblash sistemalari.
2. Matematik mantiq. Asosiy mantiqiy amallar.
3. Raqamli qurilmalarning mantiqiy sxemalari.

FIZIK KATTALIKLAR JADVALI

Metallarning suyuq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligi – λ .

| Metall | Harorat, °C | λ | |
|-------------|-------------|------------------------|--|
| | | $\frac{Vt}{m \cdot K}$ | $\frac{kcal}{soat \cdot m \cdot ^\circ C}$ |
| Alyuminiy | 900 | 63 | 54 |
| Kaliy | 64 | 49 | 42 |
| »... »..... | 250 | 38 | 33 |
| »... »..... | 900 | 26 | 22 |
| Litiy | 200 | 45.9 | 39.6 |
| »... »..... | 700 | 48.3 | 41.7 |
| Natriy | 97.8 | 84 | 72 |
| »... »..... | 700 | 59 | 51 |
| Qalay | 250 | 31 | 26 |
| »... »..... | 700 | 39 | 34 |
| Qo'rg'oshin | 400 | 15 | 13 |
| »... »..... | 700 | 17 | 15 |
| Temir | 1850 | 8.0 – 10.0 | 6.9 – 8.6 |
| Vismut | 300 | 14 | 12 |
| »... »..... | 800 | 19 | 16 |

LOTIN ALIFBOSI

| Harf | O'qilishi |
|------|-----------|
| Aa | a |
| Bb | be |
| Cc | si |
| Dd | di |
| Ee | e |
| Ff | ef |
| Gg | ji |
| Hh | ash |
| Jj | yot |
| Kk | ka |
| Ll | el |
| Mm | em |
| Nn | en |
| Oo | o |
| Pp | pi |
| Qq | kyu |
| Rr | er |
| Ss | es |
| Tt | te |
| Uu | u |
| Vv | vau |
| Ww | dablyu |
| Xx | iks |
| Yy | igrik |
| Zz | zet |

YUNON ALIFBOSI

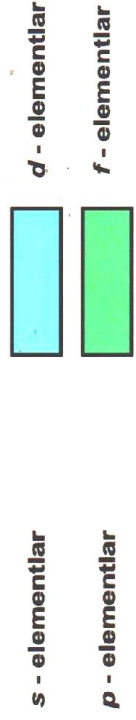
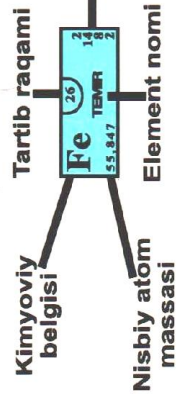
| Harf | O'qilishi |
|------|-----------|
| A α | alfa |
| B β | beta |
| Γ γ | gamma |
| Δ δ | delta |
| E ε | epsilon |
| Z ζ | dzeta |
| H η | eta |
| Θ θ | teta |
| I ι | yota |
| K κ | kappa |
| Λ λ | lyambda |
| M μ | myu |
| N ν | nyu |
| Ξ ξ | ksi |
| O ο | omikron |
| Π π | pi |
| P ρ | ro |
| Σ σ | sigma |
| T τ | tau |
| Υ υ | epsilon |
| Φ φ | fi |
| X χ | iks |
| Ψ ψ | psi |
| Ω ω | omega |

**SI tizimidagi birliklarning karrali va ulushli qiymatlarini
ifodalanish uchun old qo'shimchalar**

| | Nomi | Old qo'shimchanning belgisi | | Ko'paytuvchi | |
|-------------------|-------|-----------------------------|---------|--------------|----------------------|
| | | O'zbekcha | Xalqaro | | |
| Karralilar | Eksa | E | E | 10^{18} | 1000000000000000000 |
| | Peta | P | P | 10^{15} | 1000000000000000 |
| | Tera | T | T | 10^{12} | 1000000000000 |
| | Giga | G | G | 10^9 | 100000000 |
| | Mega | M | M | 10^6 | 100000 |
| | Kilo | k | k | 10^3 | 1000 |
| | Gekto | g | h | 10^2 | 100 |
| | Deka | da | da | 10^1 | 10 |
| Ulushilar | Detsi | d | d | 10^{-1} | 0.1 |
| | Santi | s | s | 10^{-2} | 0.01 |
| | Milli | m | m | 10^{-3} | 0.001 |
| | Mikro | mk | μ | 10^{-6} | 0.000001 |
| | Nano | n | n | 10^{-9} | 0.00000001 |
| | Piko | p | p | 10^{-12} | 0.000000000001 |
| | Femto | f | f | 10^{-15} | 0.0000000000000001 |
| | Atto | a | a | 10^{-18} | 0.000000000000000001 |

D.I.MENDELEYEVNING KIMYOVIY ELEMENTLAR DAVRIY JADVALI

| DAVR-LAR | E L E M E N T | | | | | | | | | | | | | | | | | | BEREK-ROOBLAR | | | | |
|----------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|-----|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | A I | B A | II B A | III B A | IV B A | V B A | VI B A | VII B A | VIII B A | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | H 1,008 | He 4,003 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | He 4,003 | 2 | He 4,003 | |
| 2 | Li 6,939 | Be 9,012 | B 10,811 | C 12,011 | N 14,007 | O 15,999 | F 18,998 | Ne 20,179 | | | | | | | | | | 8 | Ne 20,179 | 8 | Ne 20,179 | | |
| 3 | Na 22,990 | Mg 24,305 | Al 26,981 | Si 28,086 | P 30,974 | S 32,064 | Cl 35,453 | Ar 39,948 | | | | | | | | | | 8 | Ar 39,948 | 8 | Ar 39,948 | | |
| 4 | K 39,102 | Ca 40,08 | Sc 44,956 | Ti 47,88 | V 50,942 | Cr 51,996 | Mn 54,938 | Fe 55,847 | Co 58,933 | Ni 58,71 | | | | | | | | | | 16 | Fe 55,847 | 16 | Fe 55,847 |
| 5 | Rb 85,468 | Sr 87,62 | Y 88,906 | Zr 91,224 | Nb 92,906 | Mo 95,94 | Tc 98,906 | Ru 101,07 | Rh 102,965 | Pd 106,4 | | | | | | | | | | 16 | Ru 101,07 | 16 | Ru 101,07 |
| 6 | Cs 132,905 | Ba 137,34 | La 138,905 | Hf 178,49 | Ta 180,948 | W 183,85 | Re 186,207 | Os 196,2 | Ir 192,22 | Pt 195,09 | | | | | | | | | | 16 | Pt 195,09 | 16 | Pt 195,09 |
| 7 | Fr [223] | Ra [226] | Ac [227] | Th 232,038 | Pa 231,036 | U 238,029 | Np 237,048 | Pu 244,041 | Am 243,061 | Cm 247,070 | Bk 247,070 | Cf 251,083 | Es 252,083 | Fm 257,10 | Md 288,106 | No 289,101 | (Lr) 260,105 | 103 | (Lr) 260,105 | | | | |



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

Asosiy adabiyotlar:

1. Molchanov A.P., Zavadvorov P.N. Kurs elektrotexniki i radiotexniki. M. Nauka 1976
2. Nigmatov X. Radioelektronika asoslari. Toshkent, "Uzbekiston", 1994
3. Manaev E.I. Основы радиоэлектроники M.: Sov Radio, 1989.
4. Gershunskiy B.S. Основы электроники i микроэлектроники. M.: 1987.

Qo'shimcha adabiyotlar:

- 5 Jerebsov I.P. Основы электроники. M.: Energoatomizdat 1989.
6. Stepanenko I.P. Основы теории транзисторов i транзисторных схем. M.: Energiya, 1977.
7. Kalashnikov S.G. Umumiy fizika kursi. Elektr. Oliy ukuv yurtlarining fizika ixtisosi buyicha darslik. Ukituvchi, Toshkent-1979, 615 bet.
8. Быстров А.Ю., Мironenko I.T. Электрические цепи i устройства. M.: Высшая школа.1989.
9. Gusev V.G., Gusev YU.M., Elektronika. M.: 1991.
10. Хотунсев YU.L., Lobarev A.S. Основы радиоэлектроники. M.: Agar - 2000, s.-288.
11. Nefedov V.I. Основы радиоэлектроники i связи: Учебник для вузов. M.: Высшая школа. 2001 г. s.-510.
12. Т.Ахмаджанов,, N.Ахмаджанов. Компакт diskлар tuzilishi va ishlash prinsipi, //Fizika, Matematika va Informatika. Ilmiy-uslubiy jurnal , 2006, №5, 59-63.
13. YUnusov M.S., Vlasov S.I., va b. Elektron asboblar. UzMU.,T.:2003.-132 bet.
14. www.ziyonet.uz/library
15. www.vargin.mephi.ru Fizika dlya shkolnikov i studentov

MUNDARIJA

| | |
|--|----|
| So`z boshi----- | 3 |
| Kirish----- | 4 |
| Fizik kattaliklarni o`lchash va xatoliklarni hisoblash----- | 5 |
| Labaratoriya ishi №1:Yorug`lik diodlarining volt-amper xarakteristikasi--- | 8 |
| Labaratoriya ishi №2:Tranzistorlarning diod xarakteristikasini o`rganish--- | 14 |
| Labaratoriya ishi №3:Tranzistorli kalit----- | 21 |
| Labaratoriya ishi №4:Tranzistorli kuchaytirgich----- | 27 |
| Labaratoriya ishi №5:Tranzistorning sinusoidal generator (tebrangich) sifatida qo`llanilishi----- | 36 |
| Labaratoriya ishi №6 :Tranzistor funksional generator sifatida----- | 41 |
| Labaratoriya ishi №7 :Maydonli tranzistorni kalit sifatida qo`llash----- | 46 |
| Labaratoriya ishi № 8:Maydonli tranzistorlar asosidagi kuchaytirgich----- | 52 |
| Labaratoriya ishi № 9:Operatsion kuchaytirgichni tranzistorlardan diskret yig`ish----- | 61 |
| Labaratoriya ishi № 10: O`zgaruvchan tokni to`g`irlashni o`rganish----- | 70 |
| Labaratoriya ishi № 11: Raqamli elektronika hisoblash sistemalari----- | 74 |
| Fizik kattaliklar jadvali----- | 80 |
| Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati----- | 84 |