

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

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI

RADIOMATERIALLAR VA RADIOKOMPONENTLAR

fanidan
laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha

USLUBIY KO‘RSATMALAR

Toshkent 2015

UDK 621.315.592

«Radiomateriallar va radiokomponentlar» fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar. Toshkent davlat texnika universiteti. Tuzuvchilar: dots. S.J. Nimatov, dots. I.M. Saydumarov Toshkent; 2015. 57 b.

Uslubiy ko'rsatmalar 5350700-«Radioelektron qurilmalar va tizimlar» va 5111000-Kasb ta'limi («Radioelektron qurilmalar va tizimlar») bakalavriat yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Ko'rsatmada «Radiomateriallar va radiokomponentlar» fanining asosiy bo'limlariga tegishli, har biri 2 akademik soatga mo'ljallangan 9 ta tajriba mashg'ulotlariga tegishli nazariy qismdan, bajarish tartibidan, nazorat savollari bayon qilingan. Oliy o'quv yurtlari tomonidan xalq xo'jaligining yetakchi tarmoqlari uchun yuqori malakali, chuqur bilimga ega bo'lgan kadrlar tayyorlashda tajriba mashg'ulotlarining ahamiyati nihoyatda kattadir. Ko'rsatmada elektr jarayonlarning fizik mohiyatini talabalar to'liq o'zlashtirib olishlari uchun nazariy qismga keng o'rin berilgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi

Taqrizchilar:

f.-m.f.n. Parmanqulov I.P. TATU «TTvaI» kafedrası dotsenti

prof. Nazarov A.M. ToshDTU «RQvaT» kafedrası mudiri, t.f.d.

KIRISH

O'zbekiston oliy o'quv yurtlari oldida chuqur nazariy va amaliy bilimga ega bo'lgan va kelgusida xalq xo'jaligi sohalarida amaliy ish olib bora oladigan keng profilli mutaxassislar tayyorlashdan iborat vazifa turibdi.

Talabalarning nazariy va amaliy bilimlarni puxta, mukammal egallashlari uchun faqatgina umumiy fizika va kimyo fanlarini bilishlari yetarli bo'lmay balki materialshunoslik, mikroelektronikaning fizik - kimyoviy asoslari kabi fanlar sohasida ham kerakli tasavvurlarga ega bo'lishlari kerak hamda qattiq jism fizikasi, yupqa qatlam va sirtlar, vakuum texnikasi, optik usullar, mikroelektronika va yarim o'tkazgichlar, elektronika asboblari bilan tadqiqot qilish haqidagi bilimlarni egallashlari zarur. Bu fanda o'qiladigan materiallarning sezilarli darajadagi qismi kelajakda boshqa fanlar, jumladan, "Yarimo'tkazgichli asboblarda va integral mikrosxemalar texnologiyasi", "Mikro va nanoelektron asboblarda va qurilmalar ishlab chiqarish texnologiyasi" kabi fanlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Talabalar bu fanni egallash jarayonida "Nazariy elektrotexnika va elektron texnologiyalar" kafedrasida hamda Ion-plazma va lazer texnologiyalari ilmiy tekshirish institutining ilmiy laboratoriyalarida tajriba ishlarini mustaqil bajarish bilan maxsus amaliy tayyorgarlikda o'taydilar. Laboratoriya mashg'ulotlarining soni o'quv rejada keltirilgan soatlarga mos bo'lib, fanning asosiy bo'limlarini o'z ichiga olgan. Ular talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlashga, elektron texnikasida qo'llaniladigan materiallarni hamda komponentlarni tadqiq va tatbiq qiluvchi mutaxassisning malakasini oshirishga, materiallarda bo'ladigan jarayonlarni chuqur tushunishiga imkon beradi hamda shu materiallarning va komponentlarning parametrlaridan tadqiqot uchun foydalanish, asosiy formulalar, ta'riflar ularning muhim parametrlarini, kattaliklarini va qiymatlarini esda saqlab qolishga yordam beradi.

1- laboratoriya ishi. REZISTORNING XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: 1. Aktiv qarshilik haqida umumiy tushunchani shakllantirish. 2. Rezistorning qarshiligini o'lchashni o'rganish.

Nazariy qism

Rezistorlar elektron qurilmalarning muhim komponentlaridan biri hisoblanadi va ularning deyarli hammasida ishlatiladi.

Rezistorlar elektr sxemalarida, ularning bazi tarmoqlarida kuchlanishni pasaytirish uchun, ya'ni kamaytiruvchi sifatida ishlatiladi. Ular reaktiv elementlar bilan birga har xil filtrlarni tashkil qiladi, kuchaytirgichlar sxemasida yuklama qarshiligini va boshqa vazifalarni bajarishi mumkin.

Rezistorlar doimiy va o'zgaruvchan qarshilikli ikkita katta guruhga bo'linadi.

O'zgaruvchan rezistorlar yordamida radioqurilmalarning turli zanjirlaridagi tok va kuchlanishni sozlash mumkin bo'ladi.

Quyidagilar rezistorlarni tavsiflovchi asosiy parametrlar hisoblanadi:

- 1) qarshilikning nominal miqdori;
- 2) nominal miqdordan yo'l qo'yilgan og'ish;
- 3) nominal tarqalish quvvati;
- 4) ish harorati oralig'i, yo'l qo'yilgan nisbiy namlik va atmosfera bosimi;
- 5) o'ziga xos shovqin darajasi.

Rezistorning nominal miqdori uning ustida ko'rsatilgan bo'ladi.

Qarshiligi 999 Om gacha bo'lgan rezistorlar Om (Ω) bilan, 1000 dan 999 000 Om gacha-ming Om (ming Ω) yoki kiloom (Kom, $K\Omega$) bilan, 1000 000 Om va undan oshig'i-megaOm (MOM, $M\Omega$) bilan ifodalanadi.

Nominal miqdordan yo'l qo'yilgan og'ish miqdori rezistorning ustida ko'rsatiladi va aniqlik sinfiga bog'liq bo'ladi. Ko'p rezistorlar uch aniqlik sinfiga ega:

- 1-sinf, nominal miqdordan og'ish $\pm 5\%$;
- 2-sinf, nominal miqdordan og'ish $\pm 10\%$;
- 3-sinf, nominal miqdordan og'ish $\pm 20\%$.

Nominal tarqalish quvvati rezistorda ajraladigan quvvat bo'lib, bunda

rezistor yo‘l qo‘yilgan miqdorda qiziydi.

Tok (I) qarshilik (R) orqali o‘tganda rezistorda vujudga keladigan quvvatni quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$P = I^2 R; \quad [B_T][A \cdot O_M] \quad 1.1$$

Bu quvvatning miqdori rezistor ustida ko‘rsatilgan nominal tarqalish quvvatidan oshmasligi kerak.

Ish haroratlari oralig‘i rezistorning radioapparatlarda normal ishlashiga imkon beradigan haroratlar oralig‘ini ko‘rsatadi.

Ish haroratlari oralig‘idan tashqari, qarshilik miqdorining o‘zgarishini haroratning o‘zgarib turishiga bog‘liqligini ham hisobga olish kerak. Bu o‘zgarish harorat 1°C ga o‘zgarganda qarshilik miqdori qanchalik o‘zgarishini ko‘rsatuvchi qarshilikning harorat koeffitsiyenti (QHK) α_R bilan tavsiflanadi:

$$\alpha_R = \Delta R / R_0 \cdot \Delta T \quad 1.2$$

Bu koeffitsiyent ham manfiy, ham musbat bo‘lishi mumkin. Turli xil rezistorlarda uning qiymati $\pm (7-12) \cdot 10^{-4}$ oralig‘ida bo‘ladi.

Om qonuniga muvofiq o‘zgarmas tok zanjirdagi I tokni o‘lchab, R ni U bilan bog‘lab quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$R = U_0 / I_0 \quad 1.3$$

O‘zgaruvchan tok zanjiridagi kuchlanishni uning eng katta qiymati orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$U = U_m \cdot \sin \omega t \quad 1.4$$

Agarda qarshilik ushbu manbaga ulangan bo‘lsa undan oqib o‘tadigan tok ham shu qonuniyat bilan o‘zgaradi. Shuning uchun I_m , U_m , R orasidagi bog‘lanishni, yuqoridagilar asosiga tayanib, kondensatorning sig‘im qarshiligini quyidagicha yozish mumkin:

$$R = U_0 / I_0 = U_m / I_m \quad 1.5$$

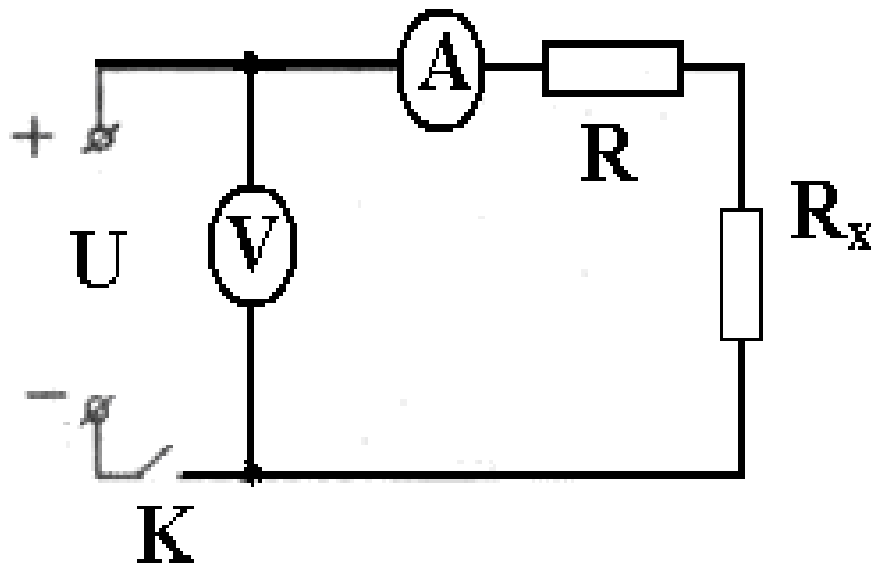
Bu ifodadan foydalanib, berilgan o‘zgaruvchan tok kuchlanishining effektiv qiymatidan rezistor orqali oqib o‘tgan tok kuchining effektiv qiymatini hisoblash mumkin. Aksincha, tok kuchi va kuchlanishning uchlangan effektiv qiymatlaridan rezistorning qarshiligi kattaligini hisoblash mumkin.

ASBOB-USKUNALAR

Kuchlanishi $24V$ bo'lgan o'zgaruvchan tok manbai. $6\mu F$ li qog'oz kondensator. Noma'lum sig'imli kondensator. O'zgaruvchan tok milliampermetri. Ulash simlari. Bir va ikki qutbli elektr kalitlar. O'zgaruvchan tok voltmetri va boshqa yordamchi aslahalar.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

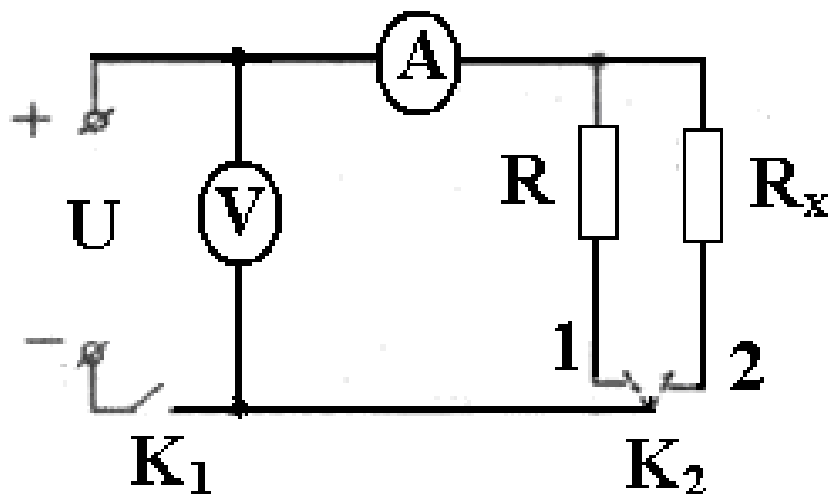
Qurilma o'zgarmas tok ampermetri va voltmetri, o'rganilayotgan rezistorni ma'lum va noma'lum rezistorlar, o'zgarmas tok manbai hamda elektr kalitidan tashkil topgan (1-rasm).



1.1-rasm. Ishning elektr sxemasi (ketma-ket ylangan sxema).

Qurilmani ishga tushirish uchun asosiy o'zgarmas tok tarmog'iga $24V$ kuchlanish beruvchi asbob ulanadi, so'ngra kalit "K" qo'shiladi. Ishning elektr zanjiriga qo'shilgan voltmetr va ampermetrning ko'rsatganlarini yozib olinadi.

Bu qurilma ham o'zgarmas tok ampermetri va voltmetri, o'rganilayotgan rezistorni ma'lum va noma'lum parallel ulangan rezistorlar, o'zgarmas tok manbai hamda elektr kalitidan tashkil topgan (1-rasm).



1.2-rasm. Ishning elektr sxemasi (parallel ulangan sxema).

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Laboratoriya ishining yo‘riqnomasini o‘qib o‘rganib, sxemani tahlil qilib bo‘lgandan so‘ng o‘qituvchining savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.

2. Laboratoriya ishining elektr sxemasini o‘rganing.

3. 1-rasmda ko‘rsatilgan sxemani yig‘ing va uni o‘qituvchiga tekshirtiring.

4. Qarshiligi ma‘lum R rezistorning uchlariga 15—20 V o‘zgarmas kuchlanish berish uchun kalit K_2 ni 1 holatga o‘tkazing, so‘ngra kalit K_1 ni qo‘shing va resistor zanjiridagi tok kuchini hamda kuchlanishni o‘lchang.

5. Rezistor qarshiligini (5) formulaga muvofiq hisoblang va olingan natijalarni solishtiring.

6. Elektr zanjirga noma‘lum qarshilikli R rezistorni ulang va resistor orqali o‘tayotgan o‘zgaruvchan tokning kattaligini o‘lchang va (5) ifodadan foydalanib, rezistortorning qarshiligini hisoblang.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Nima uchun ketma-ket ylangan rezistorlar orqali bir xil tok o‘tadi?
2. Nima uchun parallel ylangan rezistorlar orqali har xil tok o‘tadi?

2-laboratoriya ishi. KONDENSATORNING XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: 1. Elektr sig'imi va uning turlarini o'rganish.
2. Sig'imi noma'lum bo'lgan kondensatorning elektr sig'imini aniqlashni o'rganish.

Nazariy qism

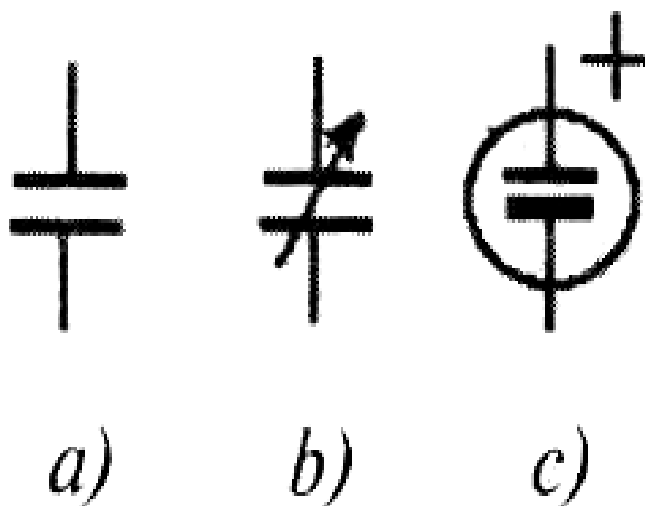
Elektr zaryadini to'plovchi (quyuqlantiruvchi), o'zgarmas elektr tokini o'tkazmaydigan va o'zgaruvchan elektr tokini o'tkazuvchi asbobni *kondensator* deyiladi. Birinchi kondensator XVIII asrda ixtiro qilingan bo'lib, uni *Leyden bankasi* deb atashgan. Kondensatorlar o'zgarmas va o'zgaruvchan sig'imli bo'ladi. Ularni elektr sxemada quyidagicha belgilanadi (1-rasm). Kondensatorlar yassi, qog'ozli, slyudali, elektrolitli va h.k bo'lib, ularning o'lchami bir necha millimetrdan to 0,5 metrdan katta o'lchamdagilari bo'ladi. Kondensator o'zaro qarama-qarshi zaryadlanuvchi ikkita qoplam (plastinka)lardan iborat bo'lib, ular o'rtasiga kondensatorning elektr sig'imini orttirish maqsadida yupqa dielektrik materiallar joylashtiriladi.

- a. o'zgarmas sig'imli kondensator;
- b. o'zgaruvchan sig'imli kondensator;
- c. elektrolitik kondensator;
- d. elektrolitik minikondensatorning mikrosxemalarda belgilanishi.

Kondensator o'zining elektr sig'imi va ish kuchlanishi bilan tavsiflanadi. Kondensatorning elektr sig'imi uning qoplamalaridagi to'plangan zaryad miqdoriga to'g'ri va potentsiallar ayirmasiga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U} \text{ [F]} \quad 2.1$$

bunda C-kondensator sig'imi; q-kondensator qoplamalaridagi zaryad miqdori; $\varphi_1 - \varphi_2 = U$ -potentsiallar ayirmasi (kuchlanish). Kondensator elektr sig'imining birligi SI sistemasida-*Farada*.



2.1-rasm. Kondensatorlarning elektr sxemada belgilanishi:
a)-doimiy sig‘imli kondensator; b)-o‘zgaruvchan sig‘imli kondensator; c)-elektrolitik kondensator

Qoplamalarida bir (Kl) dan har ikki turdagi zaryadlar to‘planganda ular orasidagi potentsiallar ayirmasi 1 V ga teng bo‘lgan kondensatorning elektr sig‘imi 1F ga teng bo‘ladi, ya’ni

$$1F = 1C/V$$

1 F juda katta sig‘im bo‘lganligi sababli amaliyotda mikrofarada ($1 \cdot 10^{-6} F$), pikofarada ($1 \cdot 10^{-12} F$) qo‘llaniladi va ular sxemalarda $\mu F, pF$ shaklida yoziladi.

Kondensator zaryadi bu qoplamadagi zaryadning absolut qiymati bo‘lib, qoplamalar orasidagi elektr maydon kattaligi bilan tavsiflanadi. Elektr maydon kondensator qoplamalari orasidagi hajmda joylashadi. Bu kattalik kondensator sig‘imi, undagi potentsiallar ayirmasi, zaryad miqdori, plastinka o‘qi qoplamalar orasidagi masofaga, oraliqqa kiritilgan dielektrik material turiga bog‘liq bo‘ladi.

Masalan, yassi kondensator (dielektrik-havo) qoplamalari orasidagi maydon kuchlanganligi quyidagicha ifodalanadi:

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon S} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} \quad 2.2$$

Agar qoplamalar orasidagi d masofa va potentsiallar ayirmasi hisobga olinsa, maydon kuchlanganligini quyidagicha o‘zish mumkin:

$$E = \frac{U}{d} \quad \text{bundan} \quad U = Ed = \frac{qd}{\varepsilon_0 \varepsilon S} = \frac{q}{C} \quad 2.3$$

bu yerda: E — elektr maydon kuchlanganligi; $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$ yassi kondensator sig'imi; $\varepsilon = \frac{C}{C_0}$ muhitning dielektrik singdiruvchanligi.

Kondensatorning potensial energiyasini maydon kuchlanganligi bilan bog'lab, uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$W_p = q \cdot \frac{E}{2} \cdot d \quad 2.4$$

bunda: q -kondensator qoplamalaridagi zaryad miqdori; d -plastinkalar orasidagi masofa.

Unda, (2.5) asosida kondensator energiyasining potentsiallar ayirmasi va kondensator sig'imi bilan bog'langanligini quyidagicha ifodalash mumkin, ya'ni

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \quad 2.5$$

Kondensator qoplamalari orasidagi elektr maydon energiyasining, kondensator ishlab chiqarishda qo'llanilgan materiallar va uning o'lchamlari bilan bog'langan holati uchun yuqoridagi (2.4), (2.5), (2.6) va (2.7) lardan foydalanib quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$W_p = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \cdot \frac{E^2 d^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} \cdot U \quad 2.6$$

Kondensatorning birlik hajmdagi elektr maydoni energiyasi quyidagiga teng bo'ladi, ya'ni

$$W_p = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{2} E^2 \quad 2.7$$

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, kondensatorning ayrim parametrlarini o'lchash yo'li bilan amaliyotda uning sig'imini, maydon energiyasini, muhitning dielektrik singdiruvchanligini aniqlash mumkin.

Masalan, agar biror noma'lum sig'imli kondensatorni zaryadlasak va uning zaryadsizlanishini kuzatsak, zaryad ravon kamayib bormasdan, balki sakrab-sakrab kamayib borishini galvanometr mili ko'rsatadi. Sig'implari turlicha bo'lgan zaryadlangan kondensatorlarga galvanometr ulansa, turli qiymatlarni ko'rsatib kamayib boradi. Unda ma'lum sig'imli kondensator orqali galvanometrni darajalab, so'ngra noma'lum sig'imli kondensator sig'imini taqqoslash yo'li bilan aniqlash mumkin bo'ladi.

Sig'imi ma'lum bo'lgan kondensator bo'lsa, kondensatorning S sig'imi kattaligi galvanometrning shkalasi og'adigan n bo'linmalar soniga to'g'ri proporsional, ya'ni $C = k \cdot n$ ekanligiga tajribada ishonch hosil qilish

mumkin. Unda shkalaning bitta bo'linmasiga mos keladigan elektr sig'imni ifodalovchi proporsionallik koeffitsiyentini quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$k=C/n \quad 2.8$$

Demak, avval darajalangan galvanometr yordamida sig'imi aniq kondensator sig'imini bilgan holda, sig'imi noma'lum bo'lgan kondensator bilan tajribani takrorlab, uning sig'imini galvanometr shkalasining og'ishiga qarab aniqlash mumkin bo'ladi.

ASBOB-USKUNALAR

Noma'lum sig'imli kondensatorlar to'plami. Sig'imi aniq bo'lgan kondensator (0,5;1;2 μF). Avometr o'ki shkalasi 100 mikroamperlik o'zgaras tok ampermetri. O'zgaras tok manbai (akkumulator batareyasi o'ki quruq element). Neytral (uch qutbli) kontaktli elektr kalit. Ulash simlari va boshqa o'rdamchi aslahalar.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Qurilma galvanometr, ma'lum va noma'lum sig'imli kondensatorlar to'plami, o'zgaras tok manbai, uch qutbli elektr kalitlar, o'zgaras tok voltmetridan tuzilgan (2-rasm). Qurilmani ishga tushirish uchun uni o'zgaras tok manbaiga ulanadi. Shundan so'ng tok manbaiga sig'imi ma'lum kondensator voltmetr bilan parallel qo'shiladi va eng katta zaryad to'plagandan so'ng, voltmetr uziladi va uning o'rniga galvanometr ulanadi. Zaryadning sakrab kamayishi o'lchov asbobi shkalasi bo'yicha kuzatiladi va shkalaning har bir bo'linmasining qiymati topiladi. Shundan keyin noma'lum sig'imli kondensator zanjirga ulanadi va o'lchov asbobi shkalasidan bo'linma qiymati topiladi va (8) ifodadan foydalanib o'rganilayotgan kondensator sig'imi hisoblab topiladi. Tajriba bir necha marta o'tkaziladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1 - t o p s h i r i q . Noma'lum sig'imli kondensator sig'imini aniqlash.

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va ishga kerakli asboblarni taxtlang. O'qituvchi savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.

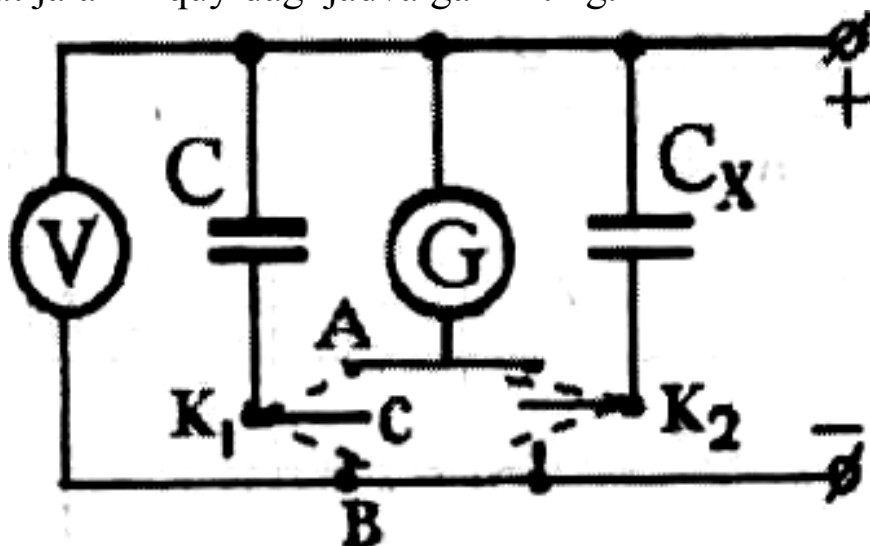
2. Sxemani yig'ing (2- rasm) va o'qituvchiga tekshirtiring.

Eslatma. Ayrim kondensatorlar noto'g'ri ishlatilsa, ular portlaydi! Ehtiyot bo'ling!

3. Kondensatorni zaryadlang, buning uchun kalit K_1 yordamida zanjirni qisqa muddatga tok manbaiga ulang. So'ngra galvanometr miliga qarab, shu kalitni tez harakatlantirib, zanjirdagi galvanometrغا ulang va shkaladan milning maksimal og'ishini bilib oling, bunda iloji boricha bo'linmaning o'ndan bir ulushlarini ham chamalab hisoblang.

4. Galvanometr milining ko'rsatishini aniqroq bilib olish maqsadida tajribani bir necha marta takrorlang va k proporsionallik koeffitsiyentini hisoblang.

5. Bu tajribani boshqacha sig'imli kondensator bilan bajaring va olingan natija asosida k ning o'rtacha qiymatini hisoblang. O'lchash va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga kiriting.



2.2-rasm. No'malum sigimli kondensatorning parametrini aniqlash uchun elektr sxema.

2.1-Jadval

O'lchash tartibi	Sig'imlar						$\pm \Delta C_{x1}$	Nisbiy xatolik, %
	C_1	C_2	C_3	C_{x1}	C_{x2}	C_{x3}		
1								
2								

2-topshiriq. Parallel va ketma-ket ulangan sig'imi noma'lum kondensatorlar sig'imini aniqlash.

1. Elektr zanjirga sig'imi noma'lum bo'lgan S kondensatorni kalit K_2 yordamida aniqlang hamda k proporsionallik koeffitsiyentini bilgan holda S ni hisoblang.

2. Sig'implari ma'lum bo'lgan 2 ta kondensatorni zanjirga avval parallel qilib, keyin ketma-ket ulang va ularning sig'implarini yuqorida bayon etilgan usul bilan aniqlang.

3. Kondensatorlarning parallel va ketma-ket ulangandagi umumiy sig'imini ma'lum bo'lgan formulalardan foydalanib hisoblang va natijalarni tajribalarda olingan natijalar bilan solishtiring hamda 1-jadvalga o'xshash jadval tuzib, unga natijalarni kiriting.

3– laboratoriya ishi. INDUKTIV G‘ALTAKNING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Aktiv va reaktiv qarshiliklar farqini o‘rganish.
2. G‘altakning induktiv qarshiligini aniqlashni o‘rganish.

Nazariy qism

O‘tkazgichlarning qarshiliklari ikki xil bo‘ladi: a) elektr toki o‘tganida issiqlik ajraladigan, ya’ni elektr energiyasi isrof bo‘ladigan qarshilik — *aktiv* qarshilik; b) elektr toki o‘tganida elektr energiyasi isrof bo‘lmaydigan qarshilik — *reaktiv* qarshilik. Induktiv va sig‘im qarshiliklarni reaktiv qarshiliklar deyiladi.

G‘altakning induktiv qarshiligini aniqlashda undan o‘zgaruvchan tok o‘tganida shu tokning kuchlanish fazasi $\pi/2$ oldinda yuradi. Chastotasi ω bo‘lgan o‘zgaruvchan tokning induktiv qarshiligi, o‘zgaruvchan elektr toki uchun Ohm qonunidan kelib chiqqan holda, quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_L = \omega L = 2\pi\nu L \quad 3.1v$$

bunda: L — berilgan g‘altak induktivligi, H; ν — tarmoqdagi o‘zgaruvchan elektr tokining chastotasi, Hz.

Har qanday o‘tkazgich, eng kichik bo‘lsa ham aktiv qarshilikka ega bo‘ladi. Shuning uchun o‘zgaruvchan tok zanjirining to‘liq qarshiligini aniqlashda quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$Z = U / I \quad 3.2$$

Ma'lumki, $Z = \sqrt{R^2 + R_L^2}$ tenglik asosida undan R_L topiladi:

$$R = \sqrt{Z^2 - R_L^2} \quad 3.3$$

ASBOB-USKUNALAR

O‘zgaruvchan tok manbai. Voltmetr. Ampermetr. Induktivlik g‘altagi. Reostat va ulash simlari.

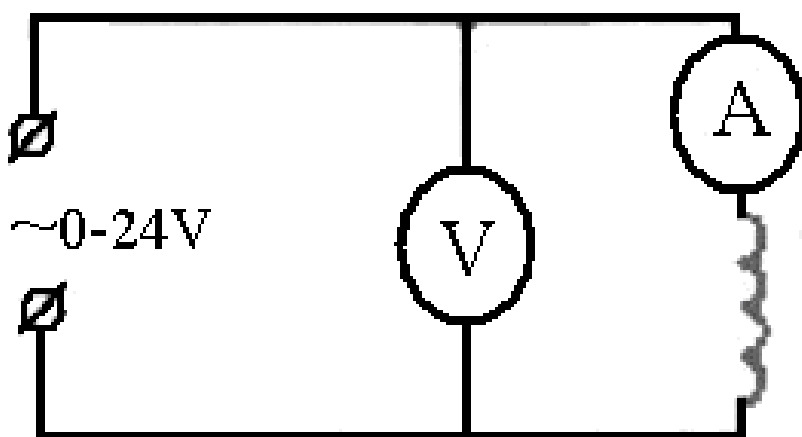
QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Qurilma 0-24V kuchlanish beradigan o'zgaruvchan tok manbai, o'zgaruvchan tok voltmetri va ampermetri, induktivlik g'altagi, kuchlanishni rostdash vazifasini bajaruvchi reostat hamda boshqa yordamchi aslahalardan tashkil topgan. Mazkur ishning elektr zanjiri sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Qurilmani ishga tushirish uchun tashqi o'zgaruvchan tok manbai tarmog'iga 24 V gacha kuchlanish beradigan asbob qo'shiladi. So'ngra qurilmadagi kalit K qo'shiladi. Shunda zanjirdagi voltmetr va ampermetr ma'lum kuchlanish va tokni ko'rsatadi. Reostat yoki LATR yordamida zanjirga beriladigan o'zgaruvchan tokning kuchlanishini o'zgartirib, o'lchov asboblarning ko'rsatishlari yozib olinadi. Buning uchun zanjirga elektr tokini qo'shib, reostat yordamida kerakli kuchlanish tanlanadi.

Har safar zanjirdagi kuchlanish o'zgartiriladi, elektr asboblarning ko'rsatishi yozib olinib, jadvalga kiritiladi. G'altakning aktiv qarshiligini o'lchashda Koreyadan olingan Uitston «ko'prigi» qo'l keladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. Laboratoriya ishining elektr sxemasini yig'ing va uni o'qituvchiga tekshirtiring.
3. Istalgan induktivlik g'altagini (transformatorning birorta chulg'ami, drossel va h.k) tanlab, uni zanjirga qo'shing.



3.1-rasm. G'altakning induktiv qarshiligi aniqlanadigan qurilmaning elektr sxemasi.

4. LATR $V \sim 0-24V$ (laboratoriya avtotransformatori) yoki reostat yordamida elektr zanjiriga 0-20 volt kuchlanishlarni 5V dan oshirib borib, har safar voltmeter va ampermetrning ko'rsatganlarini ketma-ket yozib oling va natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

5. G'altakni zanjirdan uzing va uning qarshiligini Uistson ko'prigida o'lchang.

6. G'altakning induktiv qarshiligini yuqorida keltirilgan formulalardan foydalanib hisoblang

7. Tajribaning xatoligini hisoblang va ishdan xulosa chiqaring.

3.1-jadval

O'lchash tartibi	Voltmetrning ko'rsatishi U , V	Ampermetrning ko'rsatishi I , A	R_L (Om)	$\pm \Delta R_L$, (Om)	G'altakning to'la qarshiligi Z , Ω
1					
2					
3					

NAZORAT SAVOLLARI

1. Aktiv va reaktiv qarshiliklar deb nimaga aytiladi?
2. Induktiv qarshilik nima va u tajribada qanday usulda aniqlanadi?
3. Induktiv qarshilikni aniqlash va uni o'rganishdan asosiy maqsad nimadan iborat?
4. Drossel va transformator nima?
5. Ular bir-biridan nima bilan farq qiladi?
6. Induktivlik g'altagi kashf etilmagan bo'lsa, unda o'zgaruvchan elektr tokini qanday usulda transformatsiya qilinardi?

4- laboratoriya ishi. TRANSFORMATORNING PARAMETRLARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Transformatorning tuzilishini va ishlash tartibini o'rganish. 2. Transformator FIKning ikkilamchi chulg'am zanjiridagi yuklanishga bog'liqligini o'rganish.

Nazariy qism

Transformator o'zaro induksiya hodisasiga asoslangan elektr asbobi bo'lib, chastotasini o'zgartirmasdan o'zgaruvchan tokni va uning kuchlanishini o'zgartirib (pasaytirib yoki kuchaytirib) beradi. Eng sodda transformator ikkita g'altakdan va elektromagnit o'zakdan iborat bo'ladi (4.1-rasm). Transformatorning tok manbaiga ulanadigan g'atlagini birlamchi chulg'am (g'altak), iste'molchiga ulanadigan g'atlagini ikkilamchi chulg'am deb ataladi. O'zgaruvchan tok transformatorining birlamchi chulg'amidan tok o'tganda shu g'altak atrofida o'zgaruvchan magnit maydon oqimi hosil bo'ladi va bu maydon, o'z navbatida, elektromagnitli o'zakda o'zgaruvchan magnit maydon oqimini hosil qiladi. Hosil bo'lgan bu o'zgaruvchan magnit maydon oqimi transformatorning ikkilamchi o'ramlarini kesib o'tib, unda induksiya EYUK hosil qiladi. Bu induksiya EYUK esa ikkilamchi chulg'am g'altagida induksion tok hosil qiladi.

Transformatorning birlamchi g'altagi tok manbaiga ulanib, ikkilamchi g'altagi iste'molchiga ulanmasa, transformatorning bunday ishlashiga transformatorning *salt ishlashi* yoki bo'sh yurishi deb ataladi. Transformator salt ishlagan vaqtda, birlamchi g'altakdan o'tgan juda ham kichkina tokka *salt ishlash toki* deyiladi.

Transformatorlarda magnit maydon oqimining sochilishini, po'lat o'zakda bo'luvchi *fuko toklarini* g'altakdan tok o'tganda o'tkazgichning qizib eneigiyaning behuda sarf bo'lishlarini hisobga olish kerak. Fuko toklari hisobiga energiyaning behuda sarf bo'lishi iste'molchilarning ortishi bilan deyarli o'zgarmaydi. G'altakda esa eneigiyaning behuda sarfi oshadi, chunki tok oshgandan keyin o'tkazgichlar ko'proq qiziydi. Transformatorning quvvati oshishi bilan energiyaning behuda sarfi uzatilayotgan quvvatning juda oz qismiga teng bo'ladi. Shuning uchun iste'molchi ortishi bilan transformatorning FIK ham oshadi.

Umuman olganda, transformator, elektr toki kuchlanishini o'zgartiruvchi asboblardan biri bo'lib, unda energiyaning behuda isrofi juda oz bo'ladi. Katta quvvatli takomillashgan transformatorning FIK 96-99% bo'ladi. Agar transformatorning birlamchi g'altagidagi quvvat $TV, =I_X U_x$ ni 100% desak, unda ikkinchi g'altadagi iste'molchilarga uzata oladigan quvvati $N_2—I_2U_2$ ga teng bo'ladi. Demak, transformatorning FIKni hisoblash formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\eta = (N_2 / N_1)100\% \quad \text{yoki} \quad \eta = (I_2U_2 / I_1U_1)100\%$$

ASBOB-USKUNALAR

42/4,5 voltli transformator. Ampermetr. Voltmetr. Reostat. Kalit va o'tkazgichlar.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Qurilma birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar o'ralgan elektromagnitli po'lat o'zak, birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardagi tok va kuchlanishlarni mos ravishda o'lchaydigan ampermetr va voltmetrlar, iste'molchi vazifasini o'taydigan reostat hamda boshqa yordamchi aslahalardan tuzilgan. Po'lat o'zak yupqa va tez magnitlanuvchi ferromagnit material (yumshoq po'lat)dan iborat.

Yupqa po'lat plastinkalarning usti maxsus lok bilan qoplanadi va ular bir-biriga tegmaydi. Bunday usulda loklanishiga asosiy sabab uyurmaviy (Fuko) tokni kamaytirishdan iborat. Transformator konstruksiyasiga qarab, uning plastinkalari P va Sh shaklida tayyorlanadi. Transformatorlar bir, ikki va uch fazali bo'ladi.

Transformatorlar elektromagnit induksiya hodisasining xususiy holi, ya'ni o'zaro induksiya qonuniga muvofiq ishlaydi. Transformator birinchi marta 1878- yili P.N. Yablochkov tomonidan ixtiro etilgan bo'lib, uni I. F. Usagin takomillashtirgan.

Qurilmani ishga tushirish uchun kirishidagi kuchlanish 42V va chiqishidagi kuchlanish 4,5V bo'lgan o'zgaruvchan tok beruvchi asbobni laboratoriya xonasidagi 42V elektr tarmog'iga ulanadi va asbobdagi kalit qo'shiladi. Shunda signal lampachasi shu'lalanadi. Kalit qo'shilganidan so'ng transformatorning birinchi chulg'amidagi o'lchov asboblari tok va kuchlanishni ko'rsatadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing. Elektr toki bilan ishlashning texnika xavfsizligi talablarini o'rganing.

O'qituvchining savollariga javob berib, ishning elektr sxemasini yig'ishga ruxsat oling.

2. Transformatorning tuzilishini o'rganing (4.2-rasm). Transformatorning pasporti bilan tanishib, uning ikkala g'altagi uchun nominal kuchlanish va tokni aniqlang.

3. Yuqoridagilarga asosan transformatorning birlamchi va ikkilamchi g'altaklariga ulanadigan o'lchov asboblari ajratib oling.

4. 4.3-rasmdagi sxemani yig'ing va uni o'qituvchiga tekshirtiring.

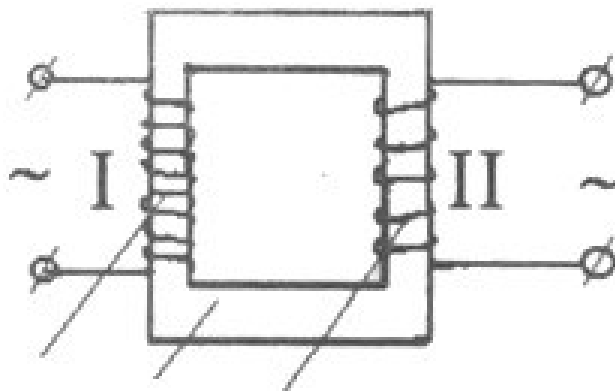
5. Transformatorning ikkilamchi g'altagini istemolchiga ulamasdan birlamchi g'altagini tok manbaiga ulab, ya'ni transformator salt ishlagan vaqtda o'lchov asboblari ko'rsatishlarini yozib oling.

6. Reostat jilgichini eng katta qarshilikka surib qo'ying.

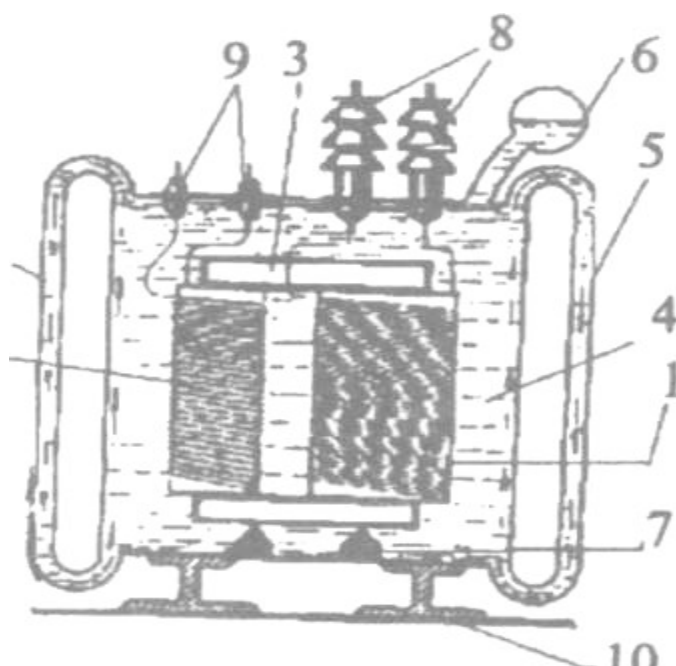
7. Transformatorning ikkilamchi g'altagini istemolchiga ulab, tokni bir tekis 10 ampergacha oshirib boring va har safar ampermetr va voltmetrning ko'rsatganlarini yozib oling.

8. Tajribada olingan natijalarga asosan η ni hisoblang va η ning I_2 ga bog'lanish grafigini millimetrlı qog'ozga chizing.

9. Tajribada topilgan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

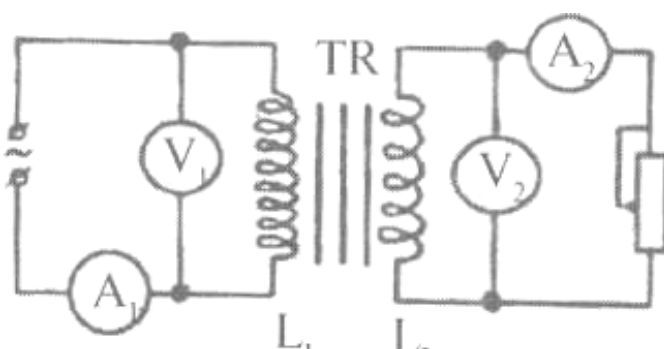


4.1- rasm. Transformatorning sxematik tasviri.



4.2– rasm. Transformatorning kesimi:

1. yuqori kuchlanishda ishlaydigan birlamchi chulg'am g'altagi;
2. past kuchlanishli ikkilamchi chulg'am g'altagi;
3. elektromagnit o'zak;
4. sovituvchi moy;
5. moy aylanishini ta'minlovchi radiator;
6. bakcha;
7. transformatorni izolyatsiyalovchi taglik;
8. yuqori kuchlanish ulanuvchi qisqichning chinnili izolyatorlari;
9. past kuchlanish chiqaruvchi qisqichlarning izolyatorlari;
10. metall taglik.



4.3– rasm. Qurilmaning elektr sxemasi.

4.1-jadval

Ikkilamchi g‘altak			Birlamchi g‘altak			FIK
kuzatish		hisoblash	kuzatish		hisoblash	hisoblash
$I_2(A)$	$U_2(V)$	$N_2=I_2U_2$	$I_1(A)$	$U_1(V)$	N_1	η

NAZORAT SAVOLLARI

- 1.Transformatorning ishlashi qanday fizik hodisaga asoslangan?
- 2.Transformatorning salt ishlashi deb nimaga aytiladi?
- 3.Transformatorning ish vaqtida energiyaning behuda sarfi nima sababga ko‘ra paydo bo‘ladi?
- 4.Transformatorning FIK qanday hisoblab topiladi?
5. Transformator energetika va elektronika sohalarida qanday ahamiyatga ega va ularda nima maqsadda qo‘llaniladi?

5- laboratoriya ishi. MURAKKAB ELEKTR ZANJIRLARINI YIG'ISH VA O'LCHOV ISHLARINI AMALGA OSHIRISH (Animatsion ish)

Ishning maqsadi: 1. Murakkab elektr zanjirlari tuzilishini va ishlash tartibini o'rganish.
2. Murakkab elektr zanjirlarini yig'ishni o'rganish.

Nazariy qism

Radioelektron qurilmalar juda ko'p sondagi elektron asboblardan tashkil topadi. Fan-texnikaning rivojlanishi bilan ularning soni va turi yanada ortib bormoqda. Shuning uchun radioelektron qurilmaning mustahkamligi, uzoq muddat ishonchli xizmat qila olish qobiliyati va boshqa xususiyatlarini oshirgan holda ularning hajmini kichraytirish, og'irligi va sarf qiladigan quvvatini kamaytirish kabi masalalar o'rta qo'yilmoqda.

Yarimo'tkazgichlar texnikasining rivojlanishi yarimo'tkazgichli imkoniyatni yaratadi. Bunday asboblarni **modul-sxemalar** yoki **mikromodullar** deb ataladi. Ularda o'ta ixcham qobiqsiz yarimo'tkazgichli asboblarni, plyonkali (paradasimon) qarshilik va kondensatorlar ma'lum sxema asosida bir qobiq ichiga yig'iladi va biror element qurilmaning to'liq sxemasini tashkil etadi. Shuning uchun ular mikrosxemalar deb ataladi.

Mikrosxemalarning 1sm^3 hajmda kamida 5 ta element (tranzistor, diod, rezistor, sig'im va induktivlik) qatnashib, ular biror element qurilmaning tugallangan sxemasini tashkil etish lozim. Hozir integral mikrosxema (IMS) deb ataladigan yarimo'tkazgichli asboblarni keng qo'llaniladi. Ular qurilmaning umumiy hajmini 20000 martadan ortiq kichraytirish imkonini beradi. IMS shunday qurilmaki, uning barcha elementlari yoki ularning bir qismi ajralmas qilib bog'langan bo'ladi. Ular bir-biri bilan shunday tutashganki, natijada bir butun qurilma bo'lib xizmat qiladi.

IMSlarning turlarini aniqlash tasdiqlangan shartli belgilar asosida olib boriladi. U mikrosxemaning qanday shakl va texnologik asosda ishlab chiqarilganligini, qanday maqsad uchun ishlatish mumkinligini hisobga oladi.

Yasalish shakli va texnologiyasiga qarab IMSlar 3 ta guruhga bo'linadi va raqamlar orqali ifodalanadi.

a) 1,5,6,7-yarim o'tkazgichli mikrosxema;

- b) 2,4,8- duragay mikrosxema;
- d) 3-pardasimon vakuumli, keramikali (sopol)mikrosxema.

Mikrosxema belgisida uning seriyasi raqamlari bilan ifodalanadigan ikki elementdan tashkil topdi. Unda birinchi raqam mikrosxemani yasashdan shakl va texnologiyasini ifodalasa, ikkinchisi, ikki xonali (eskicha) yoki uch xonali (yangicha) raqam-seriyaning tartib nomerini ko'rsatadi. Masalan, 1801 seriya 801 tartib raqamli yarim o'tkazgichli IMS deb o'qiladi. 252 seriya - 52 raqamli duragay mikrosxemadir.

Qanday maqsadga xizmat qilishga qarab IMSlar yana guruh bo'limlari (podgruppa) va ko'rinishga ajratildi (masalan generatorlar, kuchaytirgichlar, mantiqiy elementlar va boshqalar). U mikrosxema belgisida seriyadan keyin yoziladigan ikki harif bilan ifodalanadi. GS-garmonik tebranish generatori, DF-fazoviy detektor, UV-yuqori chastotali kuchaytirgich, UN-past chastotali kuchaytirgich, VX-mikrokalkulyator va boshqalar. Ular mikrosxemalarni belgilash jadvallarida ko'rsatiladi. Mikrosxema belgisining oxirida *A* (ruscha) dan *Я* (ruscha) gacha bo'lgan harflar bo'lishi mumkin. Ular bir turdagi mikrosxemaning parametrlaridagi farqni ifodalaydi.

Mikrosxema belgisida seriya belgisidan oldin K, KM, KN, KR va KA harflar yozilgan bo'ladi. Ular mikrosxemada chiqargan zavoddan qabul qilib olinganlik shartini ifodalaydi. Bunda K harfi mikrosxemaning keng qo'llanilish maqsadida ishlab chiqarishni bildiradi. Masalan K155IYe7 deb belgilangan mikrosxema quydagicha o'qiladi: keng qo'llanilishi maqsadida ishlab chiqarilgan 155 seriyadagi 7 tartibli (nomerli) schyotchik (hisoblagich) vazifasini bajaradigan yarimo'tkazgichli mikrosxema, seriya tartibi (raqami)55.

Mikroelektronikada qo'llaniladigan yarimo'tkazgichlardagi barcha jarayonlar elektronlarning ko'chishi, soddaroq qilib aytganda, tok oqishi hisobiga amalga oshadi, lekin 2 nm dan kichik o'lchamlarda elektron odatdagi elektr o'tkazgichlaridagidek harakat qila olmay qoladi va bunday o'lchamli diod, tranzistor va boshqalar o'z vazifasini bajara olmaydi.

Bunday cheklanishlar olimlar oldiga yarimo'tkazgichlar o'rnini bosuvchi yangi materiallar izlab topish vazifasini qo'ydi. Olib borilgan izlanishlar nanofizika fanining, nanotuzilmali materiallar olish texnologiyalari - nanotexnologiyaning paydo bo'lishiga olib keldi. Bu yo'nalishdagi ilk natija sifatida 1986 yilda IBM kompaniyasining tadqiqotchi olimlari atomlar ko'chishini boshqarish mumkinligini ko'rsatib berganini aytib o'tish mumkin.

Sanoatning ko'plab tarmoqlarida nanotexnologiyaning asosiy

yutuqlaridan keng foydalanilayotganligiga qaramasdan, bu ishlar hali boshlang'ich bosqichda turibdi, lekin bugungi kunda jahonning ilg'or davlatlarida nanotexnologiya sohasidagi tadqiqotlarga katta e'tibor berilmoqda.

Ishni bajarish tartibi

Ushbu ishda elektron ma'lumotlatdan foydalanilib o'qituvchi bergan sxema tahlil qilinadi. Murakkab elektr sxemasi kompyuterda o'rnatilgan dastur asosida yig'iladi va parametrlari aniqlanadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Elektr zanjirlar qanday elementlar asosida yaratiladi?
2. Murakkab elektr zanjirlar radioelektron qurilmalarda qanday funksiyalarni bajarishi mumkin?
3. Elektr zanjir nima?
4. Radiotexnikada nanotexnologiya yutuqlari qanday namoyon bo'ladi?

6-laboratoriya ishi. TRANZISTORNING KUCHAYTIRISH KOEFFITSIYENTINI VA VOLT-AMPER XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Yarimo‘tkazgichli tranzistorning tuzilishini va ishlash tartibini o‘rganish.
2. Yarimo‘tkazgichli tranzistorning kuchaytirish koefitsiyentini va volt-amper xarakteristikalarini aniqlashni o‘rganish.

Nazariy qism

Yarimo‘tkazgichli tranzistorlar.

Tranzistorlarning ishlash asoslari va ulanishi .

Tranzistorlar ikkita elektron - kovak o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan elektr o‘zgaruvchi yarimo‘tkazgichli asbob bo‘lib, elektron sxemalarda elektr signallarini kuchaytirish uchun, har xil chastotali elektr signallarni hosil qilish, ularni bir shakldan ikkinchi shaklga aylantirish uchun ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda tranzistorlarning har xil turlari mavjud. Ular quvvatiga qarab, ishchi chastotasiga qarab ajralib turadi.

Quvvat bo‘yicha ular uch guruhga bo‘linadi:

1. Kam quvvatli tranzistorlar – 0.3 Vt gacha;
2. O‘rta quvvatli tranzistorlar – 0.3 dan to 1.5 Vt gacha;
3. Quvvatli tranzistorlar – 1.5 Vt dan yuqori.

Ishchi chastotasi bo‘yicha:

1. Past chastotada ishlovchi tranzistorlar –(3MGts gacha)
2. O‘rta chastotada ishlovchi tranzistorlar- (3MGts dan to 30 MGts gacha)
3. Yuqori chastotada ishlovchi tranzistorlarga (300 MGts dan yuqori) bo‘linadi.

Tranzistorlar elektron – kovak o‘tkazuvchanlikka qarab, bir va ikki, kam va ko‘p o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan tranzistorlarga bo‘linadi.

Texnologik ishlab chiqarish jarayoni bo‘yicha quyma tranzistorlar, diffuzion tranzistorlar, kristallarni o‘stirish orqali hosil qilinadigan tranzistorlarga bo‘linadi.

Tokni hosil qiluvchi zaryadlarga qarab ular $p-n-p$ tipli (asosiy zaryad tashuvchilar kovaklar) va $n-p-n$ tipli (asosiy zaryad tashuvchilar elektronlar) tranzistorlarga bo‘linadi.

Tranzistorning kollektor zanjiriga – E_{kb} manba teskari ulanadi. Maydon kuchlanganligi kollektor o'tkazuvchanligida kuchayadi, natijada asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarining harakati natijasida kichik teskari tok bazadan kollektorga qarab oqadi. Bu tokni issiqlik toki deyiladi, chunki bu tok issiqlikka bog'liq bo'ladi va I_{ko} bilan belgilanadi.

Agarda kirish zanjiriga, ya'ni emitter va baza oralig'ida $+E_{eb}$ manbai to'g'ri ulansa, maydon kuchlanganligi emitter o'tkazuvchanligida pasayadi va natijada zaryadlarning harakati tezlashadi. Kovaklar emitter qatlamidan baza qatlamiga (asosiy zaryad tashuvchilar), elektronlar baza qatlamidan emitter qatlamiga (asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar) o'tadilar va kovaklar I_{er} tokni, elektronlar I_{ep} tokni hosil qiladilar. Natijada emitter zanjirida to'g'ri tok hosil bo'ladi, bu tok emitter toki deyiladi:

$$I_e = I_{er} + I_{ep} \quad 6.1$$

Bunda $I_{er} \gg I_{ep}$, chunki emitterdagi asosiy zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi bazadagilarga nisbatan quyuqdir. Emitterdan bazaga o'tgan zaryadlar diffuziya natijasida kollektor maydoni ta'sirida tortiladilar va kollektor qatlamiga o'tadilar, natijada kollektor qatlamida asosiy zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi ko'payadi va zanjirning kollektoriga yopishgan chegarasiga yetib borib, zanjirdan kelayotgan ($-E_{bk}$) elektronlar orqali neytrallanadi va kollektor qatlamida zaryadlarning qayta tiklanishi sodir bo'ladi, natijada elektr muvozanati hosil bo'ladi.

Emitter qatlamidan asosiy zaryad tashuvchilarning bazaga o'tishi natijasida emitter qatlamida kovaklar kamayadi. Bu esa kirish zanjirining manbai E_{be} orqali to'ladi va emitter qatlamida ham muvozanat holati tiklanadi.

Ko'pchilik tranzistolarda tok bo'yicha uzatish koeffitsiyenti $a=0,92 \div 0,997$, emitter toki esa

$$I_e = I_{er} + I_{ep} \quad 6.2$$

$$I_k = I_{kr} + I_{ko} \quad 6.3$$

$$I_b = I_{ep} + I_{br} - I_{ko} \quad 6.4$$

Kirish zanjiridagi E_b manba elektr maydoni orqali elektronlar emitterga o'tib I_b tokini hosil qiladilar, kovaklar esa emitter tokining I_{er} kovak o'tkazuvchanligi hosil qilgan qismini tashkil qiladi. Kovaklarning qolgan qismi esa n-p o'tkazuvchanlikdan kollektorga o'tib kollektor tokini I_k ni hosil qiladi. Shunday qilib, emitterdan bazaga va bazadan emitterga o'tgan asosiy zaryad tashuvchilarning ma'lum qismi baza qatlamida qolgani va baza tokini hosil qilishda ishtirok etgani uchun kollektor toki I_k emitter tokidan bir ozgina kichikroq bo'ladi.

Tranzistor elektrodning qaysi biri boshqalari uchun umumiy

bo‘lishiga qarab uchta ulanish sxemasiga ega.

Umumiy emitter ulanish sxemasi (UE), umumiy kollektor ulanish sxemasi (UK) va umumiy baza ulanish sxemasi (UB).

Umumiy emitter ulanish sxemasida tok bo‘yicha uzatish koefitsiyenti β quyidagicha aniqlanadi.

$$\beta = \Delta I_k / \Delta I_o = \Delta I_k / (\Delta I_o - \Delta I_k) = \Delta I_k / \Delta I_k (\Delta I_o / \Delta I_k - \Delta I_k / \Delta I_k) = 1 / (1 / \alpha - 1) = \alpha / (1 - \alpha) = 49 \text{ } 6.5$$

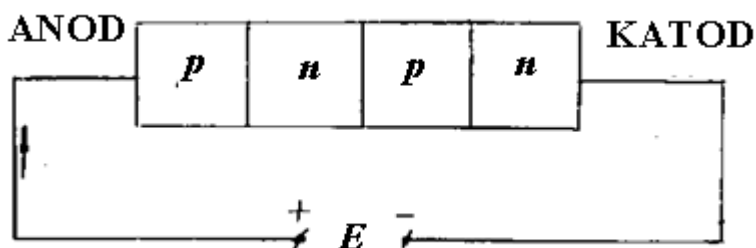
Yarimo‘tkazgichli tiristorlar.

Tiristor deb-to‘rt qatlamli yarimo‘tkazgichli asbobga aytiladi. Ularda p va n qatlamlar navbatma navbat yopishtiriladi. Tiristorlar ikkita turg‘un holatda ishlaydi: yuqori o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan holatda (tiristor ochiq) va past o‘tkazuvchanlikka (tiristor yopiq) ega bo‘lgan holatda ishlaydi. Tiristorning yopiq holatdan ochiq holatga o‘tishi uchun tashqaridan qo‘shimcha energiya berish kerak. Bunday energiyalarga elektr energiyasi (kuchlanish yoki tok) va yorug‘lik energiyasi kiradi.

Triodli tiristorlarda boshqarish, uni boshqaruvchi uchinchi elektrodi orqali olib boriladi. Bu elektrodlar bitta yoki ikkita operatsiyani bajaruvchi qilib tayyorlanadi. Bitta operatsiyali tiristorlarda tiristorni ochiq holga keltirish uchun tiristorning katodiga nisbatan musbat impuls $+I_b$ beriladi. Ikki operatsiyali tiristorda ochish uchun katodiga nisbatan musbat impuls $+I_b$ yopish uchun manfiy impuls $-I_b$ beriladi. Ikki tarafga elektr tokini o‘tkazuvchi asbobga simmetrik tiristor (simistor) deyiladi.

Simistor ikkita tiristorning vazifasini bajarib beradi.

6.1- rasmda diod – tiristorning ulanish sxemasi keltirilgan.



6.1-rasm. Diodli–tiristorli strukturaning ulanish sxemasi.

Sxemadan ko‘rinib turibdiki o‘rtadagi p-n o‘tkazuvchanlik (kollektor) – E manbaning teskari kuchlanishi orqali to‘siqqa uchrab turibdi. Ammo katta tokda to‘siq birdaniga pasayib ketadi, natijada o‘rtadagi to‘siq ochiladi va asbobdagi kuchlanish pasayadi bu esa volt-amper tavsifining II

qismida qarshilikni manfiy tomonga o'zgarganligini ko'rsatadi. Tiristorni yanada tavsil qilish uchun uni ikkita $p-n-p$ va $n-p-n$ tranzistorlarni qo'shaloq qilib ulab qarashimiz mumkin (6.1- rasm).

Bu yerda, $I_{b2}=I_{k1}$ va $I_{b1} = I_{k2}$

Bu tavsif quyidagi sohalarga bo'linadi:

I- kichkina musbat qarshilikka ega bo'lgan bo'lagi;

II-katta manfiy qarshilikka ega bo'lgan bo'lagi;

III-o'rtadagi $p-n$ o'tkazuvchanlikning teshilishiga moyil bo'lagi;

IV-o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan bo'lagi;

V-katta qarshilikka ega bo'lgan bo'lagi;

VI- $p-n$ o'tkazuvchanlikning o'pirilishi bo'lagi;

Tiristorning birinchi holatida kichkina tok va katta kuchlanishning pasayishiga mos keladi (VI soxa). Tiristorning ikkinchi holatida kichkina kuchlanishning pasayishi va katta tokka to'g'ri keladi. (I soxa)

Tiristorning asosiy parametrlari:

Ulanish kuchlanishi – U_{ulan} ;

Ulanish toki- I_{ulan} ;

O'chish toki- $I_{o'ch}$;

Boshqarish toki - I_{boshq} . Bu tok eng kam qiymatida asbobning yopiq holatidan ochiq holatiga o'tkazadi;

Oqayotgan tok – I_0 ;

Qoldiq kuchlanish – U_{qol} ;

To'g'ri maksimal ruxsat berilgan kuchlanish;

Teskari maksimal ruxsat berilgan kuchlanish;

Ulanish vaqti - t_{ulan} ; Tiristorni ochish uchun impuls berilgan vaqtdan, kuchlanish boshlang'ich qiymatidan 0.1 gacha kamaygan vaqtgacha hisoblanadi.

O'chish vaqti- $t_{o'chish}$; Bu shunday minimal vaqt ki tiristorni ochiq holatdan yopiq holatga o'tkazgandagi eng kam vaqt.

7-laboratoriya ishi. YARIMO‘TKAZGICHLI MATERIALLAR SOLISHTIRMA QARSHILIGINING HARORATURAGA BOG‘LIQLIGINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Yarimo‘tkazgich materiallarining sirtiy solishtirma qarshiligini o‘lchash.

Kerakli asboblari: Elektr zanjiri qurilmasi, yarimo‘tkazgich materiali (kremniy).

Nazariy qism

Barcha moddalar elektr xususiyatlari jihatidan uchta katta sinfga bo‘linadi: o‘tkazchilar, yarimo‘tkazchilar, dielektriklar. Metallar asosidagi o‘tkazchilarning solishtirma qarshiligi 10^{-6} - 10^4 Om·sm oralig‘ida yotadi. Solishtirma qarshiligining qiymati 10^{-4} dan to 10^{10} Om·sm ga qadar moddalar yarimo‘tkazgichlar sinfiga mansub bo‘lib, solishtirma qarshiligi 10^{10} Om·sm dan yuqori bo‘lgan moddalar dielektrik hisoblanadi. Biroq, moddalarni olish texnologiyasiga bog‘liq holda solishtirma qarshilik qiymatlari bir turdan boshqasiga o‘tganda surilib ketishi mumkin. Metall va yarimo‘tkazgichlar orasidagi aniq tafovut qarshiligining haroratga bog‘liqligida namoyon bo‘ladi. Kimyoviy toza metallarda harorat ortishi bilan ρ haroratga proporsional tarzda ortadi:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha \Delta T) \quad 7.1$$

bu yerda, ρ_0 - 0°C dagi solishtirma qarshilik, α - qarshilikning harorat koeffitsiyenti bo‘lib,

$$\alpha = \frac{\Delta \rho}{\rho_0 \Delta T}, \left[\frac{1}{\text{grad}} \right] \quad 7.2$$

harorat 1°C ga o‘zgarganda ($\Delta T = 1^\circ\text{C}$) qarshilikning nisbiy o‘zgarishini ko‘rsatadi. Yarimo‘tkazgichlar uchun esa $\rho \sim f(T)$ bog‘lanish o‘zgacha, ya’ni harorat pasayishi bilan solishtirma qarshilik ortadi:

$$\rho_{x/ym} = \rho_0 e^{\frac{\beta}{T}} \quad 7.3$$

bu erda β - qarshilikning harorat koeffitsiyenti bo‘lib, kuzatilayotgan harorat intervalida berilgan modda uchun o‘zgarmas, ya’ni doimiydir.

Yarimo‘tkazgichlarda qarshilikning bunday tabiati unga issiqlik energiyasi berilishi tufayli erkin zaryad tashuvchilar paydo bo‘lishidan dalolat beradi. Bu zaryad tashuvchilar issiqlik yoki muvozanatli zaryadlar

deb ataladi. Tajribalardan bunday erkin zaryad tashuvchilar yarimo‘tkazgichga yorug‘lik ta’sirida, yadro zaryadlar ta’sirida, yoki tashqi maydon ta’sirida va hatto yarimo‘tkazgich deformatsiyasida ham hosil bo‘lishi aniqlangan. Bu zaryad tashuvchilar muvozanatsiz zaryadlar deb ataladi. Ikkala tur (muvozanatli va muvozanatsiz) erkin zaryadlarni hosil bo‘lishi yarimo‘tkazgich tarkibiga va unda kirishmalarning mavjudligiga kuchli bog‘liq.

Shunday qilib, normal sharoit va xona haroratida (300°K) solishtirma qarshiligi 10^{-4} - 10^{10} Om·sm bo‘lgan moddalar yarimo‘tkazgich bo‘lib, uning solishtirma qarshiligi modda tarkibi, undagi mavjud kirishma turi va miqdori, shuningdek tashqi sharoitga (harorat, bosim, yorug‘lik, yadro zaryadlar nurlanishi, elektr va magnit maydon) kuchli darajada bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlar bilan dielektriklar orasida juda keskin farq yo‘q. Ko‘pincha noorganik va qator organik moddalar yarimo‘tkazgich xususiyatiga ega. Barcha yarimo‘tkazgichlik xususiyatiga ega moddalarni ikki guruhga ajratish mumkin: elementar yarimo‘tkazuvchanlik, ularga bir atomli moddalar taalluqli (B, C, Si, P, S, Ge, As, Se, va boshqalar) va yarimo‘tkazgich birikmalar, ikki yoki undan ortiq atomli moddalar (GaAs, InSb, AsSb va boshqalar)

Yarimo‘tkazgichli kristallarda absolyut nol haroratda valent sohasidagi barcha sathlari elektronlar bilan to‘lgan, o‘tkazuvchanlik sohasining sathlari esa – bo‘sh. Bu sohalar bir-birlaridan man etilgan soha bilan ajralgan bo‘lib, soha kengligi modda tarkibi va tuzilishiga bog‘liq, yarimo‘tkazgichlarda man etilgan soha kengligi $\Delta W = (0,6 - 4)$ eV. Absolyut nol haroratda va biror bir tashqi tasir bo‘lmaganda (nurlanish, yorug‘lik va boshqalar) yarimo‘tkazgichlar elektr tokini o‘tkazmaydi. Harorat ko‘tarilishi bilan elektronlar valent sohadan o‘tkazuvchanlik sohasiga o‘ta boshlaydi, elektronlar o‘tkazuvchanlikda ishtirok eta boshlaydi. Elektronlarning valent sohadan o‘tkazuvchanlik sohasiga o‘tishi 0°K dan farq qiluvchi har qanday haroratda kuzatiladi. T haroratda elektron θ energiya olishi ehtimolligi $\exp\left(-\frac{\theta}{kT}\right)$ ga (k - Boltsman doimiysi) proporsional.

Valent sohasidan o‘tkazuvchanlik sohasiga elektron o‘tganda uning o‘rnida erkin kovak hosil bo‘ladi, demak bunday o‘tish natijasida ikki tur zaryad tashuvchi hosil bo‘ladi. Tashqi elektr maydon bo‘lmasa hosil bo‘lgan ikkala tur zaryad tashuvchilar xaotik harakatda bo‘ladilar, harakat tezligi turli yo‘nalishda bir xil ehtimollikka ega, tok qiymati nolga teng. Bu namuna elektr maydoniga ulansa barcha elektronlar tezligida elektr

maydon yoʻnalishiga teskari yoʻnalgan tashkil etuvchi sodir boʻlib, har bir elektronga maydon maʼlum tezlanish beruvchi kuch bilan taʼsir eta boshlaydi. Namuna boʻylab qoʻshimcha tezlik, Δg paydo boʻlishi natijasida elektr toki hosil boʻladi. Demak, bu elektr toki elektronning tashqi elektr maydoni E taʼsirida erishgan qoʻshimcha tezligi hisobiga hosil boʻladi. Maydon taʼsirida elektron olgan tezlanish quyidagiga teng: $a = \frac{eE}{m}$, bu erda $\vec{E}$ – elektr maydon kuchlanganligi; m – elektronning massasi; e – elektronning zaryadi. U holda elektron erishgan ortiqcha tezlik $\Delta g = \frac{eE}{m}\tau$, bu erda τ - elektronning erkin yugurish vaqti.

Birlik kesim yuzadan vaqt birligida oqib oʻtuvchi zaryadlar oqimi elektr toki deyiladi va uning qiymati quyidagiga teng: $j = e n \Delta \bar{v} = e n \frac{eE}{m} \tau$ bu erda n – hajm birligidagi elektronlar soni, elektronlar konsentratsiyasi ($n = N/V$). Om qonuniga $\left(\sigma = \frac{j}{E}\right)$ asosan elektr oʻtkazuvchanlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{e^2 n \tau}{m};$$

Zaryadning elektr maydon taʼsirida olgan tezligi koʻchuvchanlik deyiladi, yaʼni $\mu = \frac{\Delta g}{E} \rightarrow \left[\frac{M^2}{B \cdot c} \right]$, u holda, $\sigma = n q \mu$ koʻrinishida yozish mumkin. Yarimoʻtkazgichlarda ikki tur zaryad tashuvchilar mavjudligidan tok zichligini quyidagicha yozish mumkin: $j = e n \Delta \bar{g}_- + e n \Delta \bar{g}_+$. U holda elektr oʻtkazuvchanlik:

$$\sigma = e n \mu_n + e n \mu_p \quad 7.4$$

Bu yerda $n, p, \Delta \bar{g}_-, \Delta \bar{g}_+, \mu_n, \mu_p$ mos tarzda, elektron va kovaklar uchun konsentratsiya, oʻrtacha tezlik va ularning koʻchuvchanligidir.

Elektr oʻtkazuvchanlikka teskari boʻlgan qiymat solishtirma qarshilik deyiladi:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} [\text{Om} \cdot \text{sm}] \quad 7.5$$

Ushbu ish yarimoʻtkazgich solishtirma qarshiligini toʻrt zond usuli bilan oʻlchashga bagʻishlangan. Bu usul nuqtaviy metall zond bilan yarimoʻtkazgich orasidagi kontakt sohasida tokning tarqalish hodisasiga asoslangan. Namunaning tekis sirti boʻylab masofalari bir xil bir chiziqda toʻrtta zond joylashtiriladi (7.1-rasm). Ikkita chetki birinchi va toʻrtinchi orqali elektr toki I oʻtkaziladi ikki zond 2 va 3 zondlar orasida tok

potensiallar farqi o'lanadi. Bir tomoni yassi bo'lgan yetarli darajada katta bo'lgan yarim cheksiz namuna uchun $d, l, h \gg S$. Om qonuni $\frac{dU}{dr} = j\rho$, tok zichligi esa: $j = \frac{I}{2\pi r}$ tok tarqalishi sferik shaklda deb hisoblanadi.

Om qonunini integrallashdan

$$\varphi = \frac{I\rho}{2\pi r} + A, \quad 7.6$$

A–integrallash doimiysi. Superpozitsiya prinsipiga asosan materialning har bir nuqtasida elektr potentsiallari har bir zond toki x/q potensiallar yigindisiga tengdir. Bunda potensial materialga oqib kirayotgan tok uchun musbat qiymatga ega va oqib chiqayotgan tok uchun manfiy qiymatga ega. Orasidagi masofalari S_1, S_2, S_3, S_4 zondlar sistemasi uchun o'lchov (2 va 3) zondlar potensiallari: $\varphi_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_1 + S_2} \right) + A$,

$$\varphi_3 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{S_1 + S_2} - \frac{1}{S_3} \right) + A$$

Ikki zondlar orasidagi potensiallar farqi

$$U_{23} = \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_1 + S_2} + \frac{1}{S_3} - \frac{1}{S_1 + S_2} \right)$$
 Bu ifodadan ρ ni

hisoblash uchun quyidagi hosil bo'ladi:

$$\rho = \frac{2\pi U}{\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_1 + S_2} + \frac{1}{S_3} - \frac{1}{S_1 + S_2} \right) I}. \text{ Amalda zondlar bir xil masofada}$$

$$\text{joylashtiriladi. } (S_1=S_2=S_3=S_4). \text{ U holda } \rho = \frac{2\pi U_{23}}{I_m} S.$$

Ishni bajarish tartibi

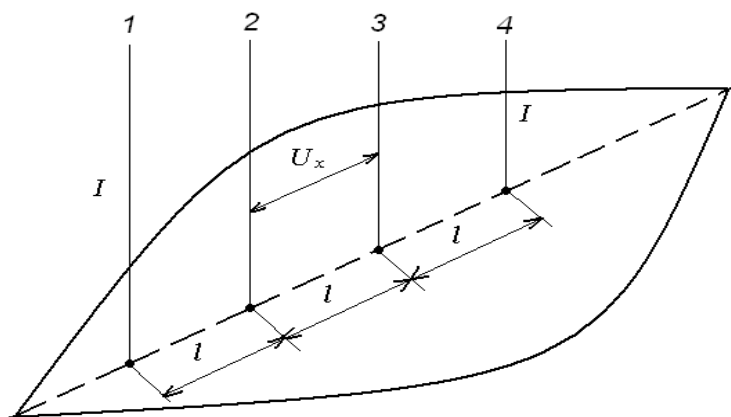
Ushbu ishda yarimotkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash uchun to'rt zond usuli ishlatildi, shunigdek termorezistor va varistor yarimotkazgich materiallarining qarshiligi doimiy tok koprigi yoki voltmetr-ampermetr usuli bilan o'lanadi.

To'rtzond usuli istalgan shakldagi yarimo'tkazgich namunalarining hamda metall tagliklardagi yupqa qamlarning solishtirma qarshiligini o'lchash uchun ishlatiladi. Ushbu usul bilan o'lchov sxemasida to'rtta zondan iborat bo'lgan namuna qollaniladi, ularning chetki 1 va 4 zondlari tok tashishda, ichki 2 va 3 zondlari esa namuna sohasida kuchlanish tushuvini olchash uchun xizmat qiladi.

Agar zondlar bir to'g'ri chiziqli bo'ylab va bir-biridan bir xil l - uzoqlikda o'rnatilgan bo'lsa (taxminan 1mm), har bir zond uchun kontakt diametri zondlar orasidagi masofa va namuna qalinligiga nisbatan kichik bo'ladi, zondlar namuna chetlaridan kerakli daraja uzoqlikda joylashtirilgan (yarimcheksiz namuna) unda namuna materialining solishtirma qarshiligi:

$$\rho = \frac{U_x}{I_x} \cdot 2\pi l \quad 7.7$$

Bunda U_x - o'rta zondlar 2-3 orasidagi kuchlanish; I_x - namunadan o'tuvchi tok (1 va 4 tok zondlari).



7.1-rasm. Materiallarning solishtirma qarshiligini aniqlash sxemasi (to'rt zondli usul).

Odatda I_x - toki chetki tok zondlari zanjiriga ketma-ket ulangan etalon qarshilikdagi kuchlanish tushuvi bilan aniqlanadi:

$$I_x = \frac{U_{\text{эм}}}{R_{\text{эм}}} \quad 7.8$$

Orta o'lchov zondlaridagi va etalon qarshilikdagi kuchlanish tushuvi potensiometr o'rdamida, 1-esa shtangensirkul yoki o'lchov-hisoblash mikroskopi bilan o'lchanadi.

Tokning qarama-qarshi yo'nalishi bo'yicha namuna sohasida o'lchangan kuchlanish tushuvi U_x ning o'rta qiymati 7.9-ifodaga qoyiladi

$$\rho = R_{\text{эм}} \frac{U_x}{U_{\text{эм}}} \cdot 2\pi l \quad 7.9$$

Topshiriq

Tortzond usuli bilan yarimotkazigichning solishtirma qarshiligini o'lchash uchun 1-rasmda keltirilgan sxemani yig'ing, kerak bo'lgan o'lchov ishlarini amalga oshiring, tekshirilayotgan namunaning

solishtirma qarshiligini hisoblang.

Taqriz: Topshiriqni bajarishni boshlashdan oldin, potensiometrni ishlatish yo'riqnomasi bilan tanishib chiqish zarur. Tekshirilayotgan yarimotkazgich orqali otkazilishi kerak bolgan tokning qiymati namunali qotirilgan taxtachada (panelda) keltirilgan.

Nazorat savollari

1. Yarimotkazgichning solishtirma qarshiligi nima?
2. Yarimotkazgich solishtirma qarshiligini o'lchashning qanday turlarini bilasiz ?
3. Qanday namunalarning solishtirma qarshilini o'lchashda tortzond usuli qollaniladi?
4. Yarimotkazgichlarning solishtirma qarshiligini aniqlash formulasini yozing.

Eslatma: Vazifani bajarishdan oldin potensiometrning ishlash instruksiyasi bilan tanishib chiqing. O'rganadigan yarimo'tkazgich namunalar orqali o'tadigan mumkin bo'lgan tok qiymatlari asbobning panelida ko'rsatilgan.

8-laboratoriya ishi. YARIMO‘TKAZGICHLI RADIOELEKTRON QURILMALARNING VOLT-AMPER XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Yarimo‘tkazgichli elektron asboblardan tanishish, ishlash tamoyillarini o‘rganish, volt-amper xarakteristikalarini aniqlash.

Kerakli asboblardan: Elektr zanjiri qurilmasi, yarimo‘tkazgichli elektron asbob (diod, tranzistor).

Nazariy qism

Yarim o‘tkazgichli asboblardan

Reja:

- a) Qattiq jismlarning elektr o‘tkazuvchanligi
 - b) p - n o‘tish hodisasi
 - v) Potensial to‘siq
 - g) Yarimo‘tkazgichli diod va b.
 - d) Yarimo‘tkazgichli tranzistorlar
- Xulosa

Qattiq jismlar o‘zlarining elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlariga ko‘ra o‘tkazgichlar, dielektriklar va yarimo‘tkazgichlarga ajratiladi.

-O‘tkazgichlar guruhiga metallar va elektr o‘tkazuvchanligi 10^5 - 10^6 $\text{Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ bo‘lgan materiallar kiradi.

-Elektr o‘tkazuvchanligi 10^{-10} - 10^{-15} $\text{Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ tartibda bo‘lgan jismlar dielektriklar yoki izolyatorlar guruhini tashkil etadi.

-Yarimo‘tkazgichlar guruhiga esa elektr o‘tkazuvchanligi 10^5 - 10^{10} $\text{Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ tartibda bo‘lgan barcha materiallar kiradi.

Yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanlik xususiyati metallarnikidan sifat jihatdan farq qiladi. Ular quyidagilar.

a) Oz miqdordagi aralashmaning o‘tkazuvchanlikka kuchli ta‘sir etishi;

b) o‘tkazuvchanlik xarakteri va darajasining haroratga bog‘liqligi;

v) o‘tkazuvchanlikning tashqi kuchlanishga kuchli bog‘liqligi.

Yarimo‘tkazgich materiallariga kimyoviy elementlar - germaniy va

kremniy, kimyoviy birikmalar, metall oksidlari (oksidlar), oltingugurt birikmalari (sulfidlar), selen birikmalari (selenoidlar) kiradi.

Kimyoviy sof yarimo‘tkazgich kristalida **elektron kovak** juftining hosil bo‘lishi asosida ikki xil o‘tkazuvchanlik - **elektron** va **kovak** o‘tkazuvchanligi mavjud bo‘lib, ularning miqdori bir-biriga tengdir. Yarimo‘tkazgichning elektron o‘tkazuvchanligi n -tur o‘tkazuvchanlik (**negative** - manfiy so‘zidan olingan) kovak o‘tkazuvchanligi esa, p -tur o‘tkazuvchanlik (**positive** - musbat so‘zidan olingan) deb ataladi. Ular birgalikda yarimo‘tkazgichning **xususiy o‘tkazuvchanligi** deyiladi.

Asosiy o‘tkazuvchanligi elektron o‘tkazuvchanlikdan iborat bo‘lgan kristall **n -tur** kristall yoki **yarimo‘tkazgich** deyiladi.

Margumushga o‘xshash o‘z valent elektronlarini bog‘lanishga beruvchi begona element donor modda yoki **oddiy donor** deb ataladi.

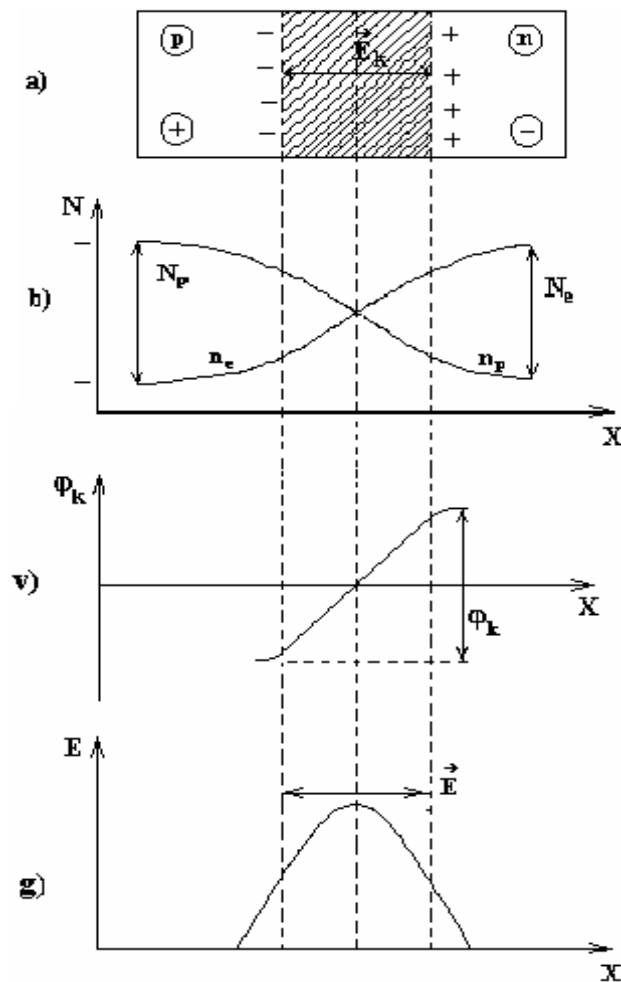
Asosiy o‘tkazuvchanligi kovak o‘tkazuvchanlik bo‘lgan yarimo‘tkazgich p -tur yarim o‘tkazgich deb ataladi. Uni hosil qiluvchi begona modda **aktseptor** deyiladi.

p - n o‘tish hodisasi

Yarimo‘tkazgichli asboblarning ishlash prinsipi r - n o‘tish degan hodisaga asoslangandir. U o‘tkazuvchanliklari turlicha bo‘lgan yarimo‘tkazgichni kontaktga keltirish natijasida hosil bo‘ladi. Lekin bunda yarimo‘tkazgichlarning mexanik kontakti r - n o‘tishni hosil qilmaydi, chunki ular orasida ideal kontakt hosil qilish mumkin emas. Shuning uchun yagona yarimo‘tkazgich kristali olinib shartli ikki bo‘lak deb qaraladi va ularda turli ishorali o‘tkazuvchanlik hosil qilinadi. Shartli bo‘laklar orasidagi yupqa qatlam kontakt sohasi deb qaraladi.

p - n o‘tish hodisasini sifat jihatdan ko‘rib chiqaylik. Faraz qilaylik, germaniy (yoki kremniy) monokristalida turli ishorali o‘tkazuvchanlik hosil qilingan bo‘lsin. Oson bo‘lishi uchun donor va akseptor moddalarning miqdorini bir xil deb hisoblaymiz. Unda turli ishorali tok tashuvchilarning miqdori ham teng bo‘ladi (1a-rasm).

p - n o‘tish hosil bo‘lishining: **a**-turli o‘tkazuvchanlikli yarimo‘tkazgichlar kontakti, **b**-tok tashuvchilar taqsimoti (N_r , N_e - asosiy va n_r , n_e - asosiy emas); **v**- kontakt potentsiallar farqi; **g**-elektr maydon kuchlanganligining taqsimoti.



8.1-rasm. P - n o'tishli strukturaning hosil bo'lishi.

Kontaktga keltirishning boshlang'ich vaqtida p -sohadagidan, n -sohadagi elektronlar miqdori p -sohadagidan katta bo'ladi (1b-rasm). Shuning uchun kontakt sohasida tok tashuvchilar diffuziyasi vujudga keladi. Bunda n -sohadagi elektronlar p -soha tomon, p -sohadagi kovaklar esa n -soha tomon ko'chadiki, unga bir xil ishorali zaryadlarning o'zaro itarilishi yoki turli ishorali zaryadlarning o'zaro tortishishi sabab bo'lmaydi. Diffuziya hosil bo'lishining asosiy sababi kontakt sohasidagi tok tashuvchilar konsentratsiyasining turlicha bo'lishidir.

n -sohadan p -sohaga elektronlarning siljishi natijasida kontakt chegarasida musbat zaryadli atomlar-ionlar qoladi.

Ular musbat qo'zg'almas zaryadlarining konsentratsiyasi ortiqcha bo'lishiga olib keladi. Natijada bu soha elektronlarga kambag'al bo'lib qoladi. Xuddi shunday jarayon natijasida p -sohada (-) zaryadlar konsentratsiyasi ortib, soha kovaklarga kambag'al bo'ladi. Kontakt sohasida bunday kambag'allashgan sohaning vujudga kelishi kondensator qoplamalariga o'xshash turlicha zaryadga ega bo'lgan ikki qatlamni hosil

qiladi. Natijada u potentsiallar ayirmasi ϕ_k va maydon kuchlanganligi $\vec{E}_k$ bo'lgan elektr maydonini hosil qiladi (1v-1g-rasm). Zaryadlarning ko'chishi elektr maydon kuch chiziqlari bo'yicha bo'lgani uchun unga **dreyf toki** deyiladi. Diffuziya toki bilan dreyf toki tenglashganda muvozanat hosil bo'ladi. U dinamik muvozanat deyiladi (tok tashuvchilarning soni o'zaro teng bo'ladi). Kontakt sohasidagi zaryadlarga kambag'al bo'lgan soha yarimo'tkazgichning kovak va elektron o'tkazuvchanlikka ega qatlamlarini bir-biridan ajratib turadi. Bu qatlam to'siq qatlam deb, hosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi esa **potensial to'siq** deb ataladi. Ko'rib o'tilgan jarayonda $r-n$ o'tish hodisasi yuzaki tushuntirildi. Lekin uni zonalar nazariyasi asosida aniq bajarish mumkin.

Potensial to'siqning tashqi manba ta'sirida o'zgarishini, ya'ni $p-n$ o'tishning volt-amper xarakteristikasini aniqlaymiz. $P-n$ o'tishga tashqi manba ulansa, potensial to'siqning balandligi o'zgaradi va tok tashuvchilarning dinamik muvozanati buziladi. Natijada diffuziya va dreyf toklarining muvozanati ham buzilib natijaviy tokning kattaligi tashqi manbaning kuchlanishiga bog'liq bo'lib qoladi. Bu bog'lanishning analitik hisoblab, grafikda tasvirlash mumkin. Uni $p-n$ o'tishning volt-amper xarakteristikasi deb ataladi.

Volt-amper xarakteristikasini aniqlashda oson bo'lishi uchun tashqi manbaning kuchlanishi faqat kontakt sohasiga qo'yilgan deb qaraladi, ya'ni yarim o'tkazgich hajmdagi potensial tashuvchi hisobga olinmaydi.

Birinchi holda tashqi manbani shunday ulaylikki, uning hosil qilgan maydon kuchlanganlik vektori $p-n$ o'tishning xususiy maydon kuchlanganligi vektori bilan mos tushsin. Buning uchun manbaning musbat qutbi n -soha kontaktiga, manfiy qutbi esa p -soha kontaktiga ulanishi kerak. Bunda natijaviy maydon kuchlanganligi ortadi, ya'ni potensial to'siq kattalashib, asosiy tok tashuvchilarning harakati yanada qiyinlashadi. Shuning uchun manba kuchlanishi ortishi bilan asosiy tashuvchilarning potensial to'siqni yengib o'tish ehtimolligi kamayadi va diffuzion tok nolga kamayadi. Lekin asosiy bo'lmagan tok tashuvchilar uchun maydonning tezlantiruvchi ta'siri ortadi va ular kontakt sohasini kesib o'tishda davom etadi. Hosil bo'ladigan dreyf tokining kattaligiga bog'liq bo'lmay asosiy tok tashuvchilarning miqdori bilan belgilanadi. Vaqt birligi ichida hajmda hosil bo'ladigan asosiy bo'lmagan tok tashuvchilar soni o'zgarmas bo'lgani uchun potensial to'siqning ortishi faqat ularning tezligini oshirib, sonini o'zgartira olmaydi. Shunga ko'ra dreyf tokining ortishi uchun biror sababga ko'ra yangi asosiy bo'lmagan tok tashuvchilar hosil bo'lishi kerak. Aks holda u to'yingan bo'ladi. Bunda

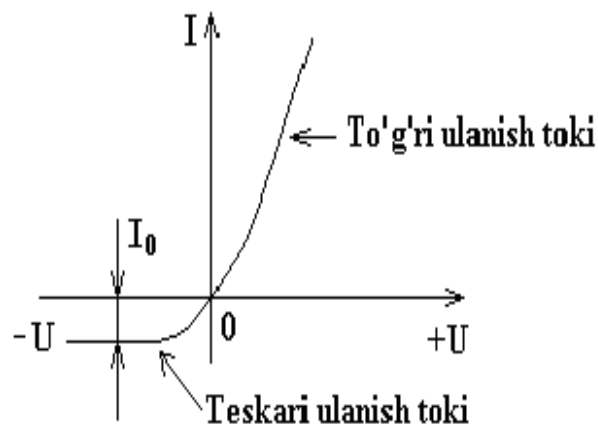
hosil boʻladigan tok **teskari tok** qoʻyilgan kuchlanishni esa **teskari kuchlanish** deb ataladi. Demak teskari ulanishda $p-n$ oʻtishning qarshiligi yetarlicha katta boʻladi. Uni **teskari oʻtish qarshiligi** deb ataladi.

Manbaning qutblarini almashtiraylik, yaʼni p -sohaga musbat, n -sohaga manfiy qutb ulansin. Bunda kontakt sohasida tashqi manba hosil qilgan maydon kuchlanganligi vektori $p-n$ oʻtishning xususiy maydon kuchlanganligi vektoriga qarama-qarshi yoʻnalgan boʻladi va natijaviy maydon kuchlanganligi kichrayadi. Bu potensial toʻsiqning kichrayishiga olib keladi va diffuziya toki ortadi. Bunday ulanish toʻgʻri ulanish deb ataladi. Hosil boʻladigan tok toʻgʻri tok $p-n$ oʻtish qarshiligi esa, toʻgʻri ulanish qarshiligi deyiladi.

$p-n$ oʻtishda hosil boʻladigan natijaviy tok quyidagicha ifodalanadi.

$$I = I_0(e^{\frac{eU}{kT}} - 1)$$

I_0 -teskari tokning toʻyinish qiymati,
 U -tashqi manba kuchlanishi,
 e -elektron zaryadi.



8.2-rasm. $P-n$ oʻtishli strukturaning volt-amper xarakteristikasi

8.2-rasmda tashqi manba kuchlanishiga qarab diffuziya tokining oʻzgarish grafigi tasvirlangan. Uni $p-n$ oʻtishning volt-amper xarakteristikasi deb ataladi (unda tok oʻqining darajalanishi bir xil emas. Teskari tok oʻqining darajalanish qiymati bir necha marta kattalashtirilgan. Chunki toʻgʻri tok mA da, teskari tok esa μkA da oʻlchanadi). Demak, $p-n$ oʻtish tokni bir tomonga afzal oʻtkazish—**ventil xususiyatiga** ega.

8.1-jadval

Oʻlchash tartibi	Voltmetrning koʻrsatishi U , V	Ampermetrning koʻrsatishi I , A	Voltmetrning koʻrsatishi U , V	Ampermetrning koʻrsatishi I , A
------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

		A		
1				
2				
3				

NAZORAT SAVOLLARI

Nazorat savollari

1. Yarimotkazgichli asboblarga misollar keltiring?
2. Yarimotkazgichli elektron asbobning volt-amper xarakteristikasi nima?
3. Yarimo'tkazgichli elektron asbobning volt-amper xarakteristikasi qanday o'lchanadi?

9-laboratoriya ishi. TERMOZONDDAN FOYDALANIB YARIM O'TKAZGICHLARNING O'TKAZUVCHANLIK TURINI ANIQLASH

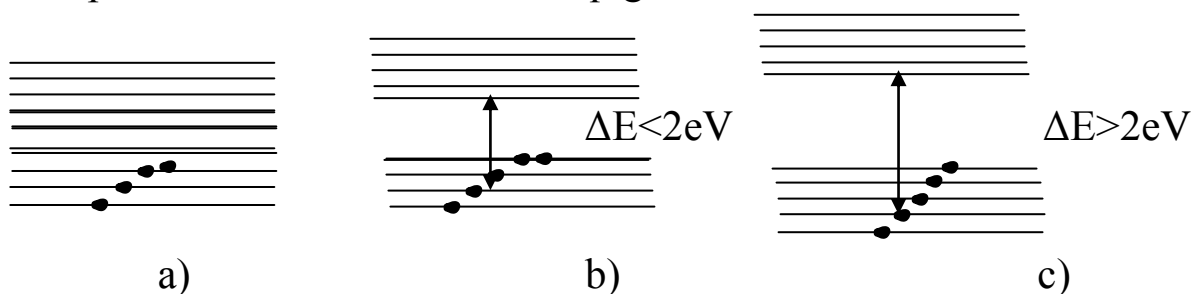
Ishdan maqsad: 1. Yarimo'tkazgichli namunalarning o'tkazuvchanligi haqida ma'lumotlarga ega bo'lish.
2. Yarimo'tkazgichli namunalarning o'tkazuvchanligini aniqlash usullari bilan tanishish

Kerakli asboblari: Elektr zanjiri qurilmasi, yarimo'tkazgichli turli xil namunalari.

Nazariy qism

O'zlarining elektr o'tkazuvchanlik xossalariga qarab qattiq jismlar metallarga (o'tkazgichlarga), yarimo'tkazgichlarga va dielektriklar (izolyatorlar)ga bo'linadi.

Metallar energetik zonalari elektron bilan to'la band qilinmagan bo'ladi (1a-rasm) va ularga tashqaridan kuchsiz elektr maydon ta'sir etsa, elektronlar yuqorida joylashgan uzluksiz bo'sh o'tkazuvchanlik zonalariga o'tib olib, ma'lum yo'nalishda harakat qiladi va elektr toki hosil bo'ladi. Sababi metallarda valent va o'tkazuvchanlik energetik zonalar bir-birlari bilan "chaplashib" uzluksiz zona hosil qilgan bo'ladi.



9.1-rasm. Turli xil materiallarda energetik zonalarning tuzilishi

Yarimo'tkazgichlarga esa valent zona elektronlar bilan to'lgan bo'lib, agar elektronlar o'tkazuvchanlik zonasiga o'tmasa, ular erkin bo'lmaydi (9.1b-rasm). Bu zona valent zonadan $\Delta E \sim 0,1 \div 2 \text{ eV}$ energetik masofada joylashgan bo'ladi, unda ΔE – taqiqlangan zonaning eni. Agar elektronlar valent zonadan o'tkazuvchanlik zonaga o'tmasalar, tashqi elektr maydon ta'siri bilan tok hosil bo'lmaydi. Yarim o'tkazgichda elektr toki hosil bo'lishi uchun, ma'lum tashqi faktor (harorat, yorug'lik va h.k.)

yordamida elektronlar valent zonadan o'tkazuvchanlik zonaga o'tgan bo'lishi kerak.

Dielektriklarda esa o'tkazuvchanlik zonasi bilan valent zonasi orasidagi energetik masofa eng kamida $\Delta E = 2eB$ va undan ko'proq bo'lib, umuman erkin elektronlar bo'lmaydi (9.1c-rasm).

Yarimo'tkazgichlarga asosan kristall strukturaga ega bo'lgan juda ko'p qattiq jismlar kiradi. Yarimo'tkazgichlar atomlar (germaniy, kremniy, tellur, selen va h.k.) shaklida va kimyoviy birlashmalar shaklida (sulfidlar, selenidlar va h.k.) uchraydi.

Elektr tokini yaxshi o'tkazadigan, ya'ni yuqori elektr o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan moddalar o'tkazgichlar deyiladi. Elektr o'tkazuvchi moddalar solishtirma qarshiligining katta kichikligiga qarab elektr tokini yaxshi o'tkazadigan elektr o'tkazgichlar ($\rho = 10^{-6} \div 10^{-4} \text{ Om}\cdot\text{sm}$), izolyatorlar ($\rho = 10^5 \div 10^{18} \text{ Om}\cdot\text{sm}$) va yarimo'tkazgichlar ($\rho = 10^{-4} \div 10^5 \text{ Om}\cdot\text{sm}$)ga bo'linadi. Metallar, elektrolitlar va plazmalar elektr o'tkazuvchidir.

Elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan modda yoki jism o'tkazgich deb ataladi. O'tkazgichlar ikki xil bo'ladi: birinchi tur o'tkazgichlari va ikkinchi tur o'tkazgichlari.

Erkin elektronlarni soni nihoyatda ko'p bo'lgan mis, alyuminiy kabi materiallar birinchi tur o'tkazgichlar deb aytiladi.

Amaliyotda keng qo'llaniladigan o'tkazgich elektr simi. Bitta yoki bir necha tomirli simlardan iborat bo'lgan metall o'tkazgich elektr simi deyiladi. Tovar sifatida ishlab chiqarilgan va servis sohasida keng foydalanadigan elektr simlar quyidagi turlarga bo'linadi: izolyatsiyalangan, izolyatsiyalanmagan elektr simi; cho'lg'ambop elektr simi; montaj simlari, elektr shnurlari, uzaytirgich (udlinitel) va boshqa turlarga bo'linadi.

Elektr simi elektr energiyasini uzatish va taqsimlash, elektr va radio signallarini uzatish hamda elektr mashinalar, transformatorlar, o'lchash asboblari va boshqa asbob-uskunalar cho'lg'amlarini tayyorlashda qo'llaniladi.

Hozirgi zamonda simli aloqa katta ahamiyatga ega. Axborotni sim orqali elektr signallar vositasida uzatish va qabul qilish simli aloqa deb aytiladi. Simli aloqa elektr aloqaning bir turi bo'lib, undan ko'pincha radioaloqa bilan birga foydalaniladi.

Qattiq jismlar kabi, suyuqliklarning ham dielektrigi, o'tkazgichi va yarimo'tkazgichi bo'ladi. Dielektriklar jumlasiga distillangan suv, o'tkazgichlar jumlasiga elektrolitlarning, ya'ni kislota, ishqor va tuzlarning

eritmaları kiradi. Suyuq yarimo'tkazgichlar jumlasiga, eritilgan selen, eritilgan sulfidlar kiradi.

Moddalarining qisman yoki to'liq ionlardan tashkil topgan eritmaları yoki suyultirilgan holatdagi moddalar elektrolitlar yoki ikkinchi tur o'tkazgichlari deyiladi. Elektrolit eritmalarining xossalarini o'rganish bilan tokning yangi kimyoviy manbalari yaratiladi.

Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida yoki aralashmalarida zaryad tashuvchilar musbat va manfiy zaryadlangan ionlar bo'lgani uchun elektrolitlar ionli o'tkazuvchanlikka ega.

Suyuqliklar elektronli o'tkazuvchanlikka ham ega bo'lishi mumkin. Masalan, suyuq metallar ana shunday o'tkazuvchanlikka ega.

Elektrolit orqali elektr toki o'tganda elektrodlarda elektrolit tarkibiy qismlarining ajralib chiqish jarayoni elektroliz deyiladi.

Texnikada elektroliz turli maqsadlarda keng qo'llaniladi. Bir metallning sirti boshqa metallning yupqa qatlami bilan elektrolitik usulda qoplanadi (nikellash, xromlash, emallash, mis yalatish va h.k.). Bu mustahkam qoplama sirtini zanglashdan asraydi. Elektroliz yordamida turli buyumlar metall qatlami bilan qoplanadi (galvanostegiya), shuningdek, kerakli buyumlarning relyefi metall nusxalari, masalan tipografiya klishe'lari tayyorlanadi (galvanoplastika).

Elektroliz sof metallar, xususan mis olishda keng qo'llaniladi. Boksitlar aralashmasidan alyuminiy elektroliz yo'li bilan olinadi. Xuddi shu usul tufavily alyuminiy arzon, texnika va turmushda temir bilan bir qatorda eng ko'p tarqalgan metall bo'lib qoldi.

Amaliyotda kimyoviy tok manbai, ya'ni galvanik elementlar, batareyalar va akkumulyatorlar katta ahamiyatga ega. Ular kimyoviy energiyani o'zgarmas tok elektr energiyasiga aylantirib beradilar. Kimyoviy tok manbalari transportda, radiotexnikada, avtomatik boshqarish sistemalarida keng ko'lamda qo'llaniladi.

Texnikada va amaliyotda eng ahamiyatli materiallardan biri ham elektr o'tkazmaydigan moddalar, dielektrlardir.

Texnikada ishlatiladigan dielektrlar har xil. Ular tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin. Ammo ular fizik tuzilishlari jihatidan uch turga ajratiladi: 1) gaz; 2) suyuq; 3) qattiq.

Texnikada ishlatiladigan barcha izolyatsiya materiallari elektr maydoni ta'sirida ma'lum energiya nobudligiga sabab bo'ladi. Tabiatda absolyut dielektrik yo'q. Dielektrikdan oz bo'lsa-da, tok o'tadi, natijada ma'lum energiya issiqlik energiyasiga aylanadi. Agar dielektrlar o'zgarmas kuchlanish ta'siri ostida bo'lsa, unda hosil bo'luvchi

nobudliklar faqat Lens-Joul qonuniga bog'liq bo'ladi.

Dielektrikka o'zgaruvchan kuchlanish ta'sir etsa, unda qo'shimcha nobudliklar ham bo'ladi. Bunday energiya nobudligi dielektrik gisterezisdir. Bu nobudlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$A_{\text{д}} = k \cdot f \cdot E^2 \quad 9.1$$

bu yerda k – material xususiyatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; f – o'zgaruvchan tok chastotasi; E – elektr maydonining kuchlanganligi.

(1) formulasi bo'yicha dielektrik gisterezis nobudligi chastota oshgan sari ko'payadi. Yuqori chastotali o'zgaruvchan kuchlanishlarda, dielektrik isitish texnikasi va boshqalarda uning hosil qiladigan nobudliklari juda katta ahamiyatga ega bo'ladi.

Elektr energiyasi hosil qilish, yuborish va iste'mol etishda elektr o'tkazuvchi qismlar orqali o'tgan tok tarqalib ketmasligi uchun o'tkazgichlar bir-biridan maxsus materiallar vositasida ajratiladi. Bular elektr izolyatsion materiallar deb ataladi.

Elektr izolyatsion materiallar qanday kuchlanishlarga bardosh berishiga qarab yuqori kuchlanish texnikasi va past kuchlanish texnikasi materiallariga bo'linadi.

Yuqori kuchlanish texnikasi materiallarining elektr pishiqligi yuqori, elektr nobudligi va elektr o'tkazuvchanligi oz, nanga chidamli bo'lishi shart va ularda elektr nobudligi mumkin qadar kam bo'lishi lozim.

Past kuchlanishli texnikasida ishlatiladigan materiallarga turlicha talablar qo'yiladi. Eng asosiy talablaridan biri shuki, vaqt o'tishi bilan ularning xossalari o'zgarmasligi lozim. Shuningdek, ular eskirmasligi lozim.

Amaliyotda tovar sifatida qo'llaniladigan izolyatsion materiallar klassifikatsiyasini ko'rib chiqamiz.

1) Organik elektr izolyatsion materiallar.

Uglerod birikmalaridan tuzilgan moddalar izolyatsion material ravishida ko'p ishlatiladi. Bunday organik dielektriklar suyuq, yopishqoq, mumsimon, qattiq bo'lishi mumkin.

Suyuq izolyatsion materiallar uch xil bo'ladi: neft moyi; sintetik suyuqliklar; o'simlik moylari.

Neft moylaridan keng iste'mol etiladigan – transformator moyidir. Kabel va kondensator sanoatida ishlatiladigan neft moylari kabel va kondensator moyi deb aytiladi.

Texnikada ishlatiladigan mumsimon dielektriklar oson eriydigan moddalardan iborat. Ular uncha pishiq bo'lmasa ham namlikka yaxshi

chidaydi. Asalari mumi, o'simlik mumi, mumsimon moddalar shular jumlasidandir. Ular turli materiallarga shimdirish va mumlash uchun ishlatiladi.

Tabiiy va sintetik smolalar ham dielektriklardir. Tabiiy smolalar ba'zi hayvon yoki o'simliklardan olinadi (shellak, kanifol, kopal). Polietilen, polistirol, organik shisha – sintetik smolalardir.

Organik materiallardan yog'och (tabiiy material), qog'oz, karton, fibra va turli gazmollar (tekstil materiallar) tovar sifatida ishlab chiqarib ko'p ishlatiladi.

Texnikada va xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida plastik massalar (plastmassalar, plastiklar) keng ishlatiladi. Ular tashqi ta'sir ostida qolip shaklini olishi mumkin. Natijada juda ham murakkab shakldagi buyumlarni presslab tayyorlasa bo'ladi.

Texnikada va turmushda kauchuk va unga yaqin moddalardan ishlangan materiallar ko'p tarqalgan. Bu materiallar juda ham elastik bo'ladi.

Amaliyotda tovar sifatida ishlab chiqarilgan elektr izolyatsion materiallar – kabellar. Havo kirmaydigan – chiqmaydigan qilib izolyatsiyalangan bir yoki bir necha sim eshimi kabel deb ataladi. Kabellar elektr energiyasi uzatiladigan kuch kabeli, aloqa kabeli va radiochastota kabeli kabi turlarga bo'linib, ular yer yoki suv ostidan elektr, telefon yoki telegraf liniyalarini o'tkazish uchun ishlatiladi.

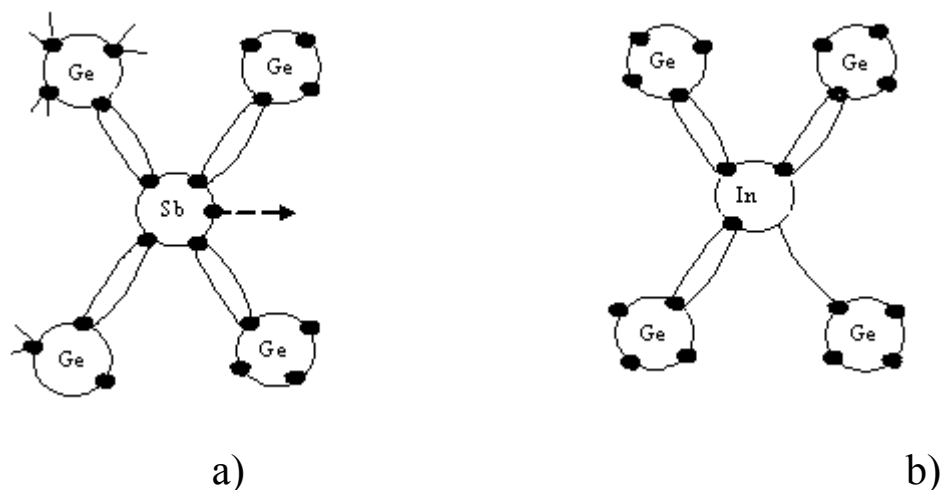
Telefon orqali so'zlashuvlarni, telegrammalarni, fototasvirlarni va boshqa axborotlarni uzatishga mo'ljallangan kabel aloqa kabeli deyiladi.

Aholi zich joylashgan joylarda, sanoat korxonalari hududida elektr uzatish liniyalari yer ostidan o'tkaziladi. Bu maqsadda kabellardan foydalaniladi.

Solishtirma elektr qarshiligi metallarnikiga nisbatan katta, dielektriklarnikiga nisbatan kichik bo'lgan moddalar yarimo'tkazgichlar deyiladi. Yarimo'tkazgichning yadro bilan kuchsizroq bog'langan elektronlari tashqi harorat, yorug'lik yoki elektr maydon ta'sirida yadrodan uzoqlashib, erkin elektronlarga aylanishi mumkin. Agar kristall holdagi yarimo'tkazgichga boshqa valentli element qo'shilib, uning kovalent bog'lanishi buzilsa, masalan to'rt valentli germaniy kristaliga besh valentli surma kiritilsa, ikkala elementning to'rt juft valentli elektronlaridan kovalent bog'lanishlar hosil bo'lib, surmaning yadro bilan kuchsiz bog'langan beshinchi elektroni erkin holatga o'tadi. Natijada elektron o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi. Biror elementga qo'shilganda erkin elektronlar hosil qiluvchi element, masalan, surma donor deyiladi, donor

qo'shilgan element esa, n – tipli yarimo'tkazgich deyiladi (9.2a-rasm).

Endi, masalan, germaniyga oz miqdorda uch valentli element – indiy kiritaylik. Indiyning har bir atomi o'zining tashqi elektronlari bilan, germaniyni uchta qo'shni atomlari bilan mustahkam bog'lanadi.



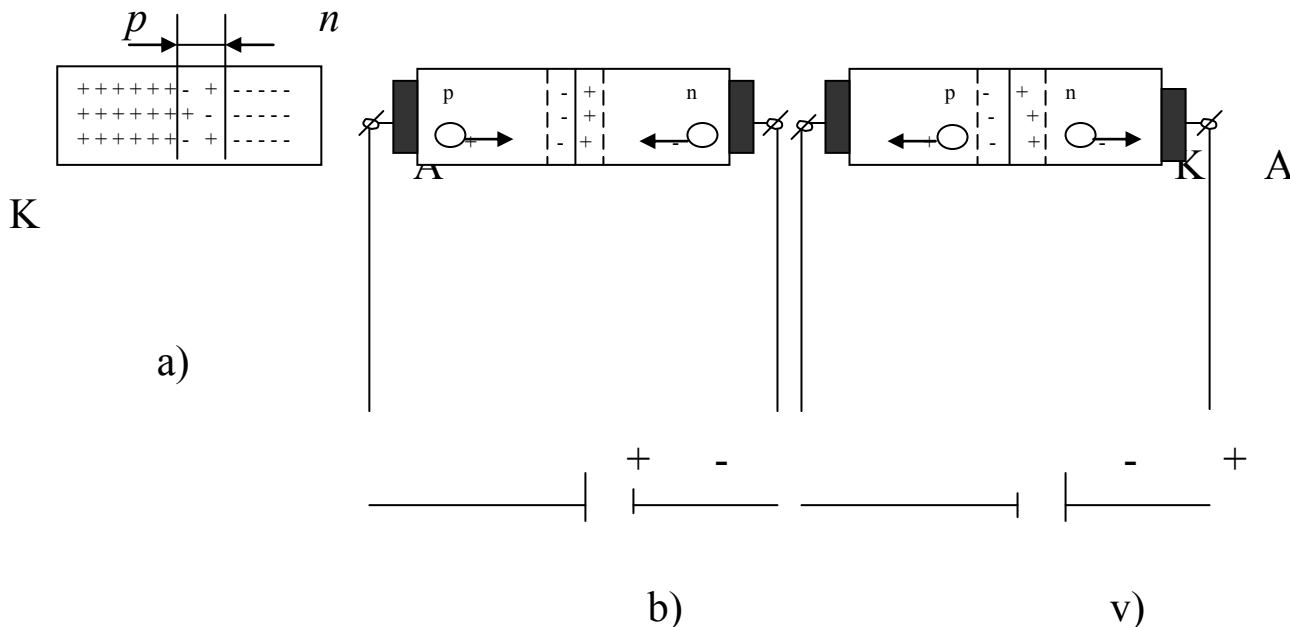
9.2-rasm. Kirishmali yarimo'tkazgichlarda atomlarning bog'lanishi:

a)- n turdagi yarimo'tkazgich; b)- p turdagi yarimo'tkazgich

Germaniyni to'rtinchi atomi bilan bog'lanish mustahkam bo'lmaydi, chunki indiyda to'rtinchi tashqi elektron yo'q (9.2b-rasm). Shuning uchun kiritilgan indiyning har bir atomi yarim o'tkazgichda bittadan teshik hosil qiladi. Natijada germaniy teshiklar bilan boyiydi. Unda aralashmali teshikli o'tkazuvchanlik asosiy bo'lib qoladi. Biror elementga qo'shilganda teshik o'tkazuvchanligi hosil qiluvchi element, masalan indiy akseptor deyiladi, akseptor qo'shilgan element esa, p -tipli yarim o'tkazgich deyiladi. Agar germaniy, kremniy, selen kabi yarimo'tkazgich kristalining bir tomoniga donorli, ikkinchi tomoniga akseptorli element kiritilsa ventil xususiyatiga ega bo'lgan p - n tipli yarimo'tkazgich hosil bo'ladi. Bunday yarimo'tkazgich tok manbaiga to'g'ri sxemada ulansa, p - n o'tish qarshiligi juda kichik, teskari ulanganida esa, juda katta bo'ladi. Yarimo'tkazgichning bu muhim xususiyatidan elektrotexnika, elektronika va avtomatikada keng foydalaniladi.

n - va p -tipli ikkita yarimo'tkazgichni, masalan, germaniy bilan kremniyni bir-biriga payvandlab hosil qilgan ikki elektrodli, ventil xususiyatli asbob yarim o'tkazgichli diod deyiladi. Bu elementlarning o'zaro birikkan qismida ro'y beradigan diffuziya hodisasi tufayli elektronlar n -tipli elementdan p -tipli element tomon, teshiklar esa p -tiplidan n -tipli tomon siljib, elektron va teshiklardan iborat yupqa qatlam

hosil bo‘ladi. Bu qatlam paydo bo‘lishi bilan uning elektr maydoni ta’sirida diffuziya jarayoni o‘z-o‘zidan to‘xtaydi. Shu sababli bunday qatlam berkituvchi qatlam yoki p - n o‘tish deb yuritiladi. 9.3a-rasmda p - n qatlamning tuzilishi, 9.3b-rasmda uning tok manbaiga to‘g‘ri, 9.3c-rasmda esa teskari ulanish sxemasi ko‘rsatilgan.



A – Anod; K – Katod.

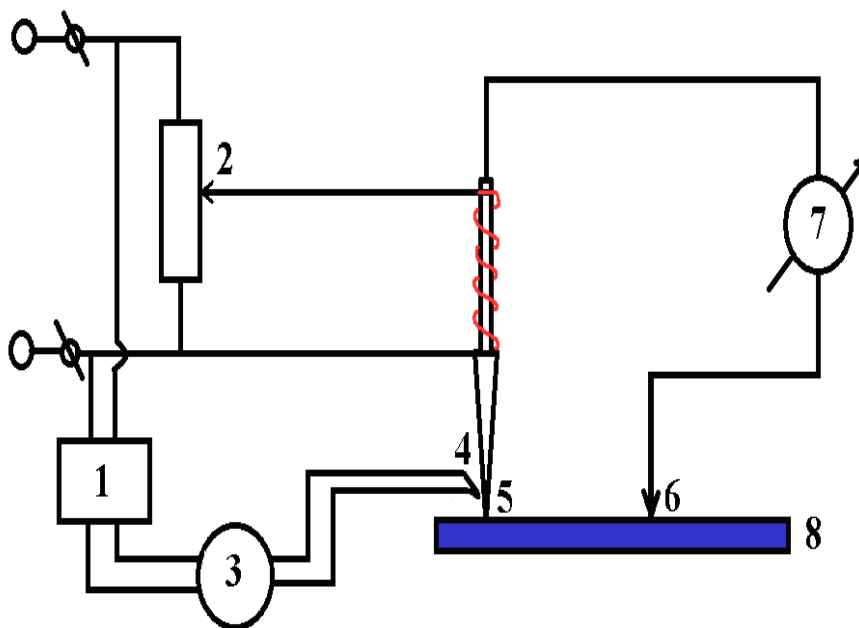
9.3-rasm. P - n strukturalarning ulanish sxemalari: a)- p - n qatlamning tuzilishi; b)- p - n qatlamni to‘g‘ri ulanish sxemasi c)- p - n qatlamning teskari ulanish sxemasi

Elektron, ion va yarimo‘tkazgichli asboblarning tuzilishi, ishlash prinsipi hamda ularning fan, sanoat va texnikaning turli yo‘nalishlarida qo‘llanilishi bilan shug‘ullanadigan mustaqil soha elektronika deyiladi. Elektronika asbob-uskunalaridan texnologik jarayonlarni kompleks avtomatlashtirish, tovarlarning ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish, rostlash va boshqarishda keng va samarali foydalanilmoqda. Chunonchi, o‘zgaruvchan tokni o‘zgarmas tokka aylantirishda asosan yarimo‘tkazgichli to‘g‘rilagichlar ishlatilmoqda. Elektron hisoblash texnikasining gurillab o‘sishi, avtomatik boshqarish sistemalari (ASU) ning yaratilishi, yarimo‘tkazgichlar texnologiyasi va texnikasining rivojlanishi, plyonkali integral mikrosxemalarning yaratilishi va qo‘llanilishi bilan uzviy bog‘langan.

Diod, tranzistor, rezistor, induktivlik, kondensator kabi jazzi asboblarning maxsus texnologiya asosida plyonkaga bosilib, o‘zaro biriktirilishidan hosil bo‘lgan sxemalar mikrosxemalar deyiladi. Bu sxemalarni yaratishda elektron – nur va lazer texnikasidan foydalaniladi.

Murakkab elektrotexnik va elektron hisoblash mashinalarida bunday jajji asboblarning ming-minglab ishlatiladi. Shu sababli ularning ixcham va pishiq, ishlatishga qulay bo'lishi juda katta ahamiyatga ega.

Plyonkali strukturalarning o'tkazuvchanlik turini tezkor aniqlash qurilmasining elektr sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Manba yordamida termozondning harorati bir me'yorda oshirib boriladi va termopara yordamida nazorat qilinadi.



9.4-rasm. Yarimo'tkazgichli namunalarning o'tkazuvchanlik turini aniqlovchi qurilmaning elektr sxemasi; 1 –energiya manbai, 2- quvvatni sozlovchi qurilma, 3- elektron termometr, 4- termopara, 5- termozond, 6- sovuq zond, 7- galvanometr, 8-o'rganilyotgan namuna.

9.1-jadval

O'lchash tartibi	Termozondning harorati T , °C	Galvanometrning ko'rsatishi I , A	O'tkazuvchanlik turi
1			
2			
3			

NAZORAT SAVOLLARI

Nazorat savollari

1. Yarimo'tkazgichli asboblarga misollar keltiring?
2. Yarimo'tkazgichli elektron asbobning volt-amper xarakteristikasi nima?
3. Yarimo'tkazgichli elektron asbobning volt-amper xarakteristikasi qanday o'lchanadi?

Asosiy adabiyotlar

1. Абдуазизов А.А., Назаров А.М., Писецкий Ю.В. и др. Радиоавтоматика Тошкент, ТошДТУ, 2010. 160б.
2. Parmanqulov I.P. Elektron texnika komponentlari -Toshkent, TohDTU, 2006 136b.
3. Teshaboev A. Yarimo'tkazgichlar va yarimo'tkazgichli asboblarni texnologiyasi –Toshkent: Talqin 2006 336b.
4. Zaynobiddinov S. Yarimo'tkazgichlar parametrlarini aniqlash usullari Toshkent: O'zbekiston, 2001. 320b.
5. Parmankulov I.P., Umirzakov B.E. "Elektron asboblarni va qurilmalarni ishlab chiqarish texnologiyasi" fanidan o'quv qo'llanma: Toshkent, ToshDTU, 2002.
6. Vlasov S. Yarimo'tkazgichli asboblarni fizikasi Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti, 2009. 220b.
7. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. Учебник.- М.: Высшая школа, 1986, 367с.
8. Богородский Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы Учебник.- Ленинград, 1985.
9. Никулин Н.В., Назаров А.С.. Учебник. Радиоматериалы и радиокомпоненты. М.: Высшая школа. 1986, 208с.
10. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы. Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1990, 208с.
11. Камолов Ш.М., Ахмедов А.Ш. Ўқув қўлланма.- «Электротехника материаллари». –Тошкент, 1994.
12. Xonboboev A.I. «Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari». O'quv qo'llanma- Toshkent. 2000.
13. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. Учебное пособие. -СПб.: Питер, 2004. 522 с.
14. Parmanqulov I.P., Qodirov B.A. Elektron texnika komponentlari. O'quv qo'llanma. -Toshkent. ToshDTU. 2006. 136 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Крапухин В.В., Соколов И.А., Кузнецов Г.У. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов. Учебник. - М.: Металлургия, 1982.
2. Нашельский А.Я. Производство полупроводниковых материалов. Учебное пособие М.: Металлургия, 1985.
3. Кадыкова Г.Н., Фонарев Г.С., Хвостикова В.Д. и др. Материалы для производства изделий электронной техники. Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1987. 247с.
4. Электрорадиоматериалы. Под ред. Б.М.Тареева. - М.: Высшая школа, 1978, с.
5. Хамидов А. «Қаттиқ жисмлар физикаси» фанидан масалалар тўплами ўқув қўлланмаси. –Тошкент, 1999.
6. Elektron darsliklar:
«Elektron texnika materiallari» fanidan elektron darslik.
«Elektron texnika materiallari» fanidan uslubiy qo‘llanma.
7. .Internet saytlari:
<http://rtd.ru>
<http://ics.org.ru>
<http://www.thestreet.com/>
<http://www.phys.rsu.ru/web/mano/nano.html>
<http://quantum.u-aizu.ac.jp/iwtndoc/>
[www. Ziyo.net](http://www.Ziyo.net)

MUNDARIJA

1-laboratoriya ishi. Rezistorning xarakteristikalarini o‘rganish.....	5
2-laboratoriya ishi. Kondensatorning xarakteristikalarini o‘rganish.....	10
3-laboratoriya ishi. Induktiv g‘altakning parametrlarini aniqlash.	16
4-laboratoriya ishi. Transformatorning parametrlarini aniqlash.	20
5-laboratoriya ishi. Murakkab elektr zanjirlarini yig‘ish va o‘lchov ishlarini amalga oshirish.....	25
6-Laboratoriya ishi. Tranzistorning kuchaytirish ko‘effitsiyentini va volt-amper xarakteristikalarini aniqlash.....	28
7-laboratoriya ishi. Yarimo‘tkazgichli materiallar solishtirma qarshiligining haroratga bog‘liqligini tekshirish.....	33
8-laboratoriya ishi. Yarimo‘tkazgichli radioelektron qurilmalarning volt-amper xarakteristikalarini aniqlash.....	40
9-laboratoriya ishi. Termozondan foydalanib yarimo‘tkazgichlarning o‘tkazuvchanlik turini aniqlash	46

Muharrir

Sidiqova K.A.

Musahhih

Adilxodjayeva Sh.

