

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTROTEXNIKA  
VA  
ELEKTRONIKA**

amaliy mashg‘ulotlar  
USLUBIY KO‘RSATMALAR

**TOSHKENT-2021**

Elektrotexnika va elektronika amaliy mashg'ulotlar uslubiy ko'rsatmalar. Tuzuvchilar: Alimova N.B., Abdiyev R.E.-T.: ToshDTU, 2021, 44 b.

Mazkur uslubiy ko'rsatmalarda "Elektrotexnika va elektronika" fani bo'yicha amaliy ishlarini bajarish uslubiyati keltirilgan bo'lib, keng tarqalgan radiokomponentlar, elektron va yarimo'tkazgich asboblari, analog va raqamli integral mikrosxemalarning tasnifi va ko'rsatkichlarini grafik hamda analitik usullarda aniqlash usullari berilgan.

Uslubiy ko'rsatmalar "5312600 – Mexatronika va robototexnika" ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan va turdosh yo'nalish talabalari uchun ham ahamiyatli bo'lishi mumkin.

Uslubiy ko'rsatmalar Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi.

**Taqrizchilar:**

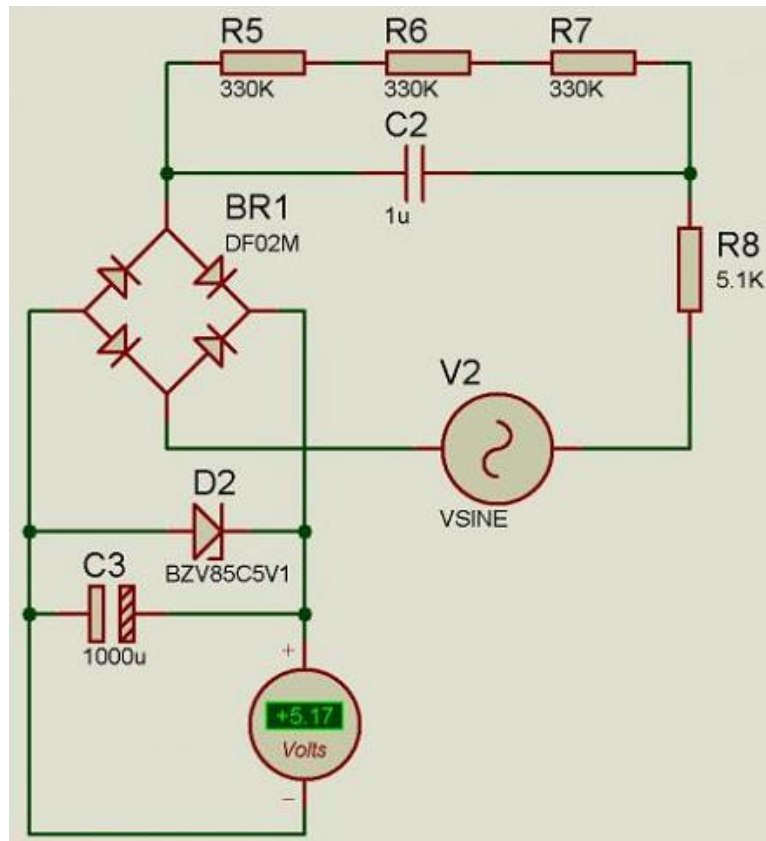
- Gaziyeva R.T. - Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasini mudiri, t.f.n., professor
- Nazarov X.N. - Toshkent davlat texnika universiteti, Mexatronika va robototexnika kafedrasini professori, t.f.n.

## 1-Amaliy mashg'ulot

### Proteus dasturini o'zlashtirish

**Maqsad:** Proteus dasturi yordamida passiv elementlarning xossalarini o'rganish uchun grafiklarni qurish. Passiv R, C, L elementlarni tadqiq etish.

Proteus sxemotexnik modellashtirish tizimini o'zlashtirishni boshlaymiz. Proteus ikki qismdan tashkil topgan:



1-rasm. ISIS - elektron sxemalarni sintez qilish va modellashtirish dasturi.



2-rasm. ARES - bosma platalarni yaratish dasturi.

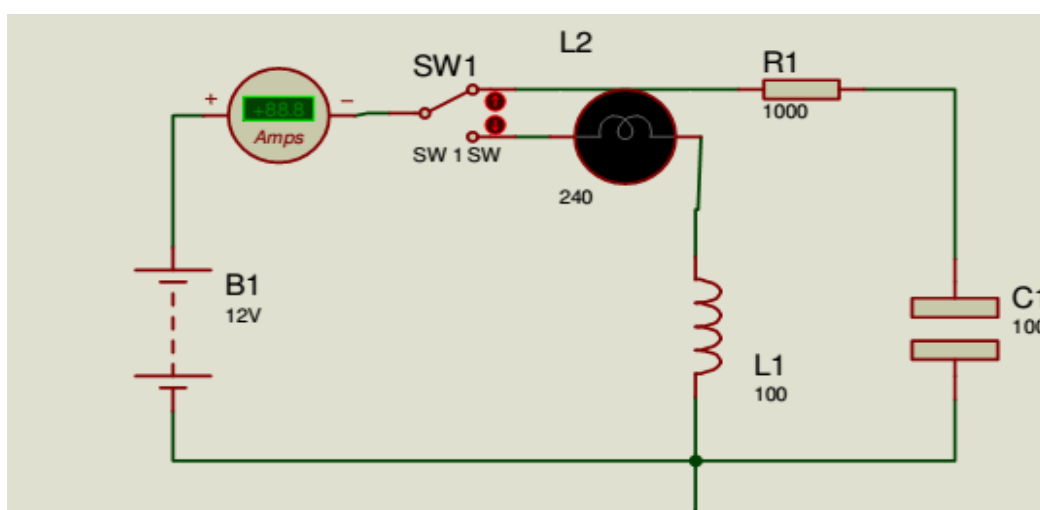
“Elektrotexnika va elektronika” fanida bizga faqat ISIS moduli talab etiladi.

### *Ishning bajarilish tartibi*

Pusk menyusi orqali ISIS dasturini ishga tushiramiz. Deylik biz LAB1 sxemasini tadqiq etishimiz lozim. LAB1 ilovasidan “Amaliy mashg’ulotlar” menyusi saytidan LAB1.zip faylini yuklab olamiz.

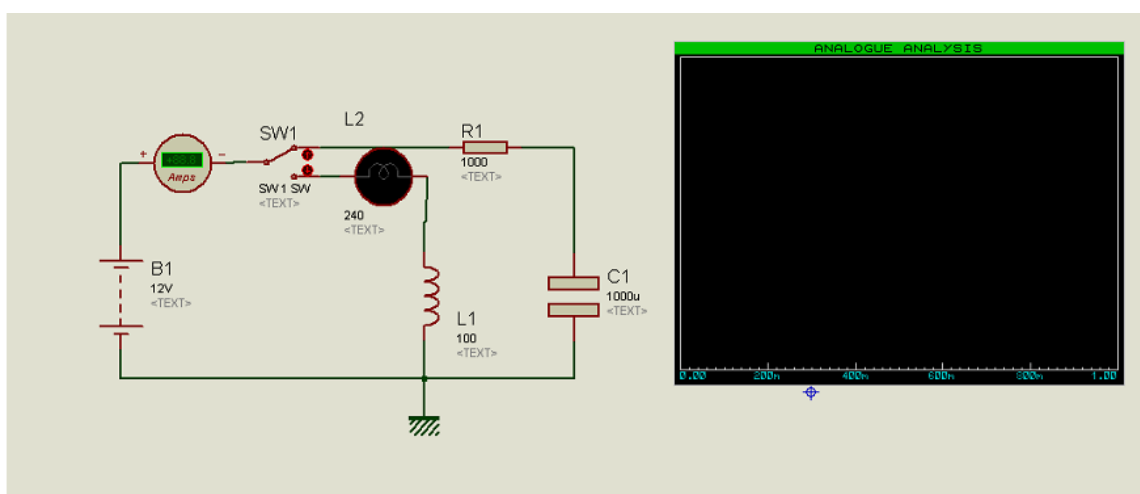
Faylni ochilishida Proteusda sxemani ko‘ramiz. Sxema real va ishchi. Birinchi mashg’ulotda sxema yig‘maymiz, balki tayyor sxemadan foydalanamiz.

Sxema o‘zgarimas tok kuchlanish manbai  $V1=12V$ , qayta ulagich SW1, cho‘lg‘am lampasi L2, rezistor R1 (qarshilik) 1000 Om, induktivlik L1, kondensator S1 dan tashkil topgan (3-rasm).



3 -rasm. LAB1 sxemasi

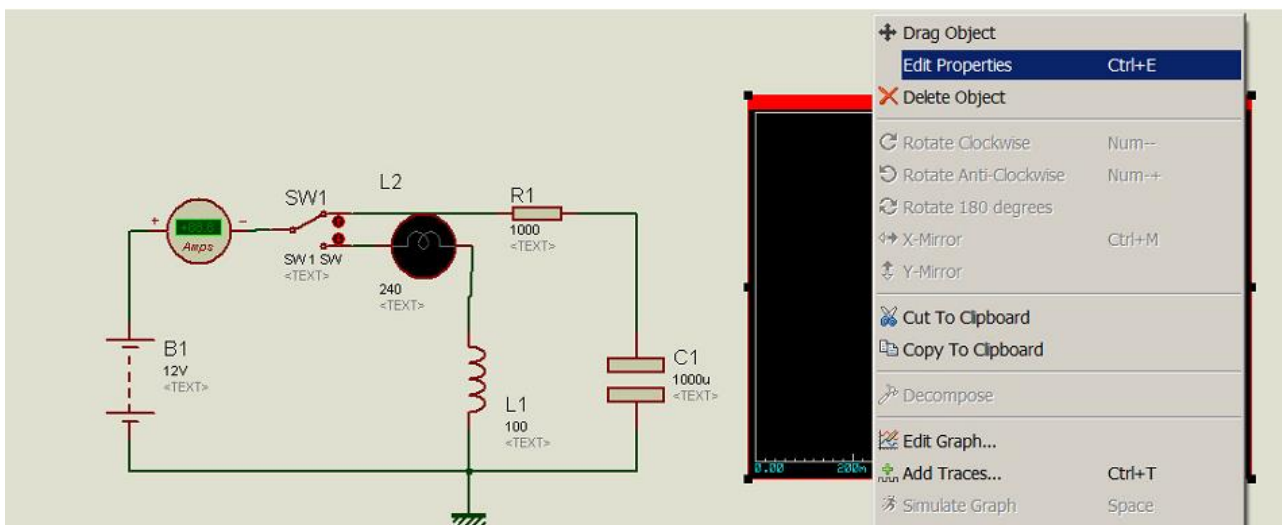
Endi Proteus va uning imkoniyatlarini o‘rganamiz va grafiklar quramiz.



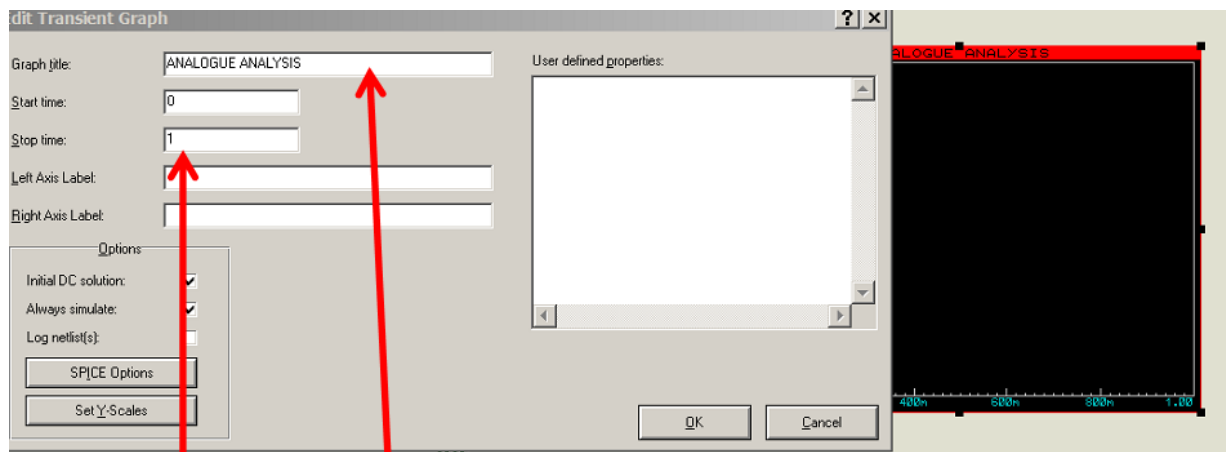
4-rasm. LAB1 sxemasi uchun grafik oynasi

Chap tomondagi asboblar panelida Graph Mode tugmachasi mavjud, uni bosib hamda kursor yordamida talab etilayotgan o'lchamdagi darcha chiziladi – ishchi maydonga sichqonchani olib kelib, uning chap tugmasi bosilsa ishlash jarayoni boshlanadi, tugma qaytadan bosilsa o'lcham o'rnatiladi. Boshqa komponentlar kabi, diagramma ham xossalarga ega bo'lib, grafik oynasi tanlangach, tushuvchi menyudan muloqot oynasini tanlash mumkin.

Sichqonchani keltirib turib chap tugmani bosamiz, Edit Properties dan 4- rasmni tanlaymiz.

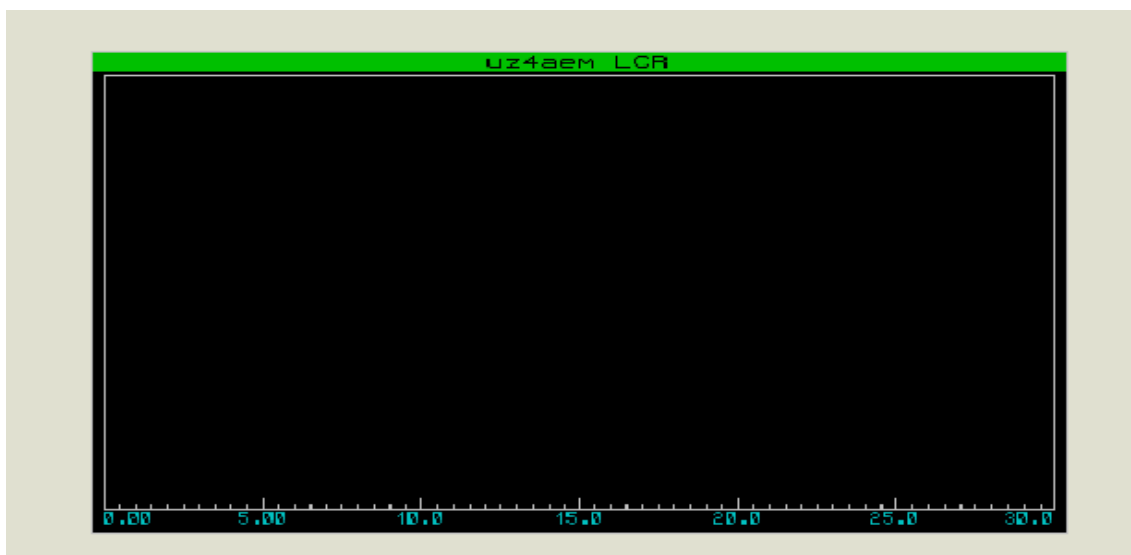


5-rasm. Grafik oynasidan xossalarni tanlash



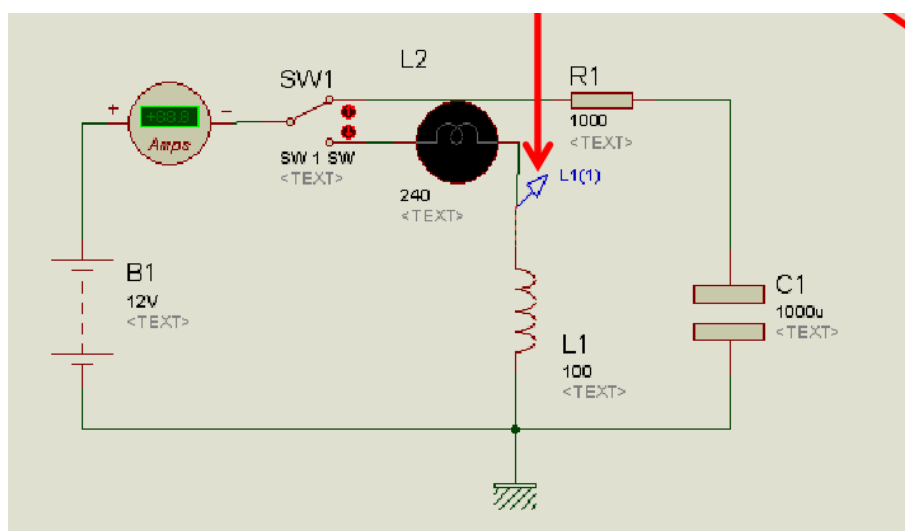
6-rasm. Kerak bo'lgan qiymatlarni kiritish

Matn kiritishning yuqoridagi Graph Title maydoni grafikka nom berish uchun xizmat qiladi (faqat ingliz simvollarini), so'ngra ishni boshlash vaqti kiritiladi, undan keyin simulyatsiyani tugatish vaqti o'rnatiladi. 1s o'rniga Stop time ni 30s qilib o'rnatamiz.



7-rasm. Vaqt intervali 30 sek bo‘lgan grafiklar uchun oyna ko‘rinishi

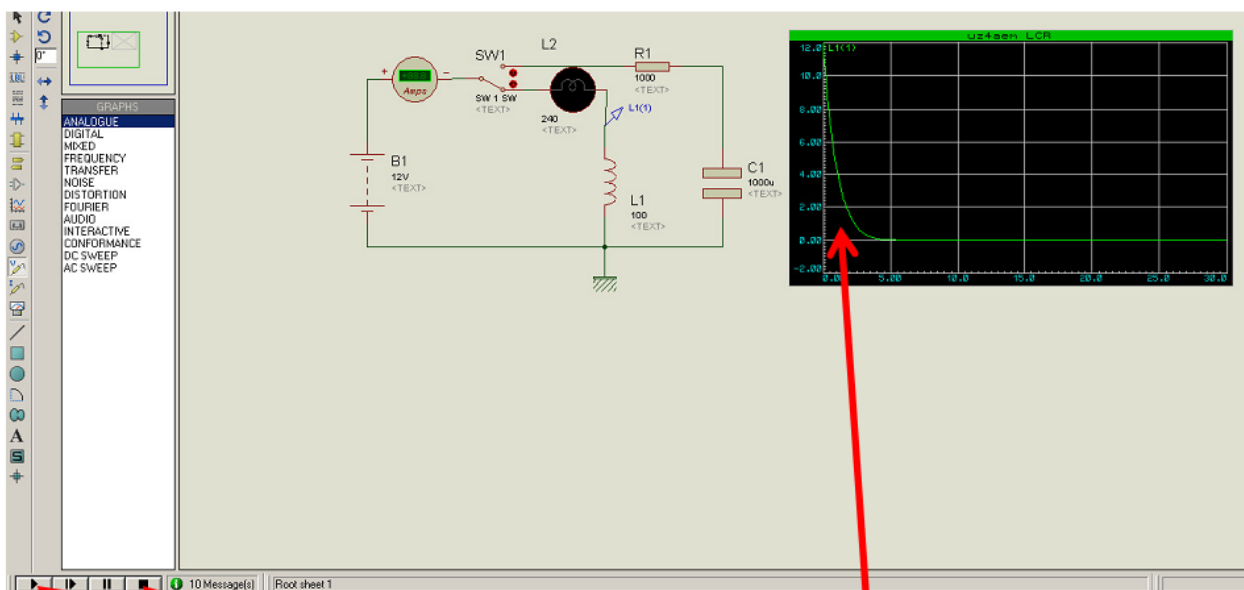
Keyingi bosqichda kuchlanish bo‘yicha nazorat nuqtasini tanlaymiz. Buning uchun sichqonchani simvolga keltiramiz (V belgisiga), sichqonchani bosamiz va qo‘yib yuboramiz, simvol rasmdagi kabi ajralib qoladi. So‘ngra sxemadan kuchlanishni o‘lchaydigan o‘tkazgichni izlaymiz, va sichqonchani olib kelib krestikli qalamchani ko‘ramiz. L1 nuqtadagi o‘lchashlar uchun SW1 pastga qaratib qayta ulanadi.



8-rasm. LAB1 sxemasi va elementlar bazasi

So‘ngra sichqonchani o‘lchash belgisiga olib kelamiz va grafik oynasiga tortamiz.

Induktivlik g'altagidagi kuchlanish o'zgarishi grafigini qurish uchun qayta ulagich holatini 9-rasmda ko'rsatilgandek qayta o'rnatamiz.



Pusk va Stop tugmalari

9-rasm. Induktivlikni tadqiq etish

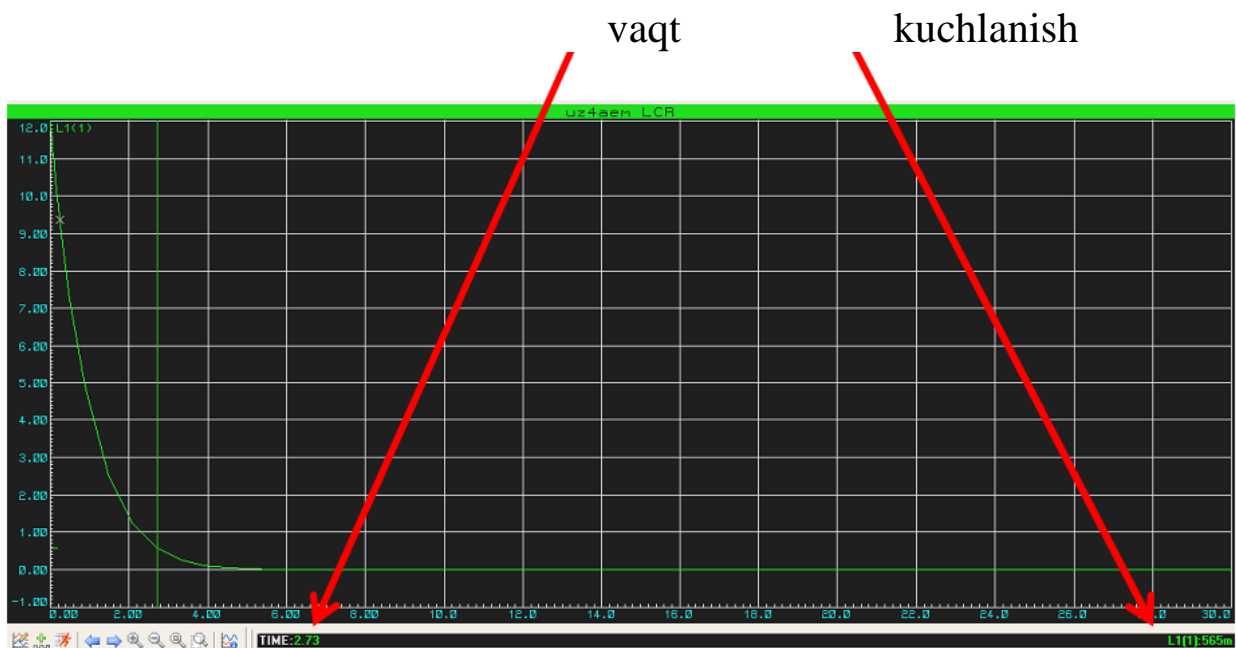
Pusk tugamasini bosib dasturni ishga tushiramiz, probnik oldidagi kuchlanish o'zgarishini kuzatamiz, 30 sek kutamiz, Stop tugmasini va Probel klavishasini bosamiz. Grafik oynasida kamayib boruvchi grafik ko'rinishidagi tasvir paydo bo'ladi.

Grafikka olib kelib, sichqonchani bosgan holda, uni kengaytirish, rangini o'zgartirish, saqlash va x.z.larni bajarish mumkin. Sizing vazifangiz, kompyuter raqamidan variantni tanlash va induktivlik va sig'im volt-ampere tasniyalarini tadqiq etish.

Avval induktivlikni tadqiq etamiz. So'ngra qayta ulagichni yuqoridagi holatga o'rnatib sig'imni tadqiq etamiz, ya'ni L va S uchun ikkita grafik hosil qilamiz.

Siz formulalar yordamida, grafiklar nima sababdan hosil bo'lgan shaklda ekanligini tushuntirib bering.

Quyidagi grafikda vaqt va kuchlanish qiymatlari ko'rsatilgan.



10-rasm. Oynadagi grafikning ko‘rinishi

1-jadval

Variant raqami	L, Gn	R, Om	C, mkF
1	100	1000	1000
2	95	950	950
3	80	800	800
4	85	850	850
5	91	910	910
6	95	950	950
7	99	990	990
8	89	890	890
9	92	920	920
10	103	1030	1030

### *Nazorat savollari*

1. Passiv elementlarga nimalar kiradi?
2. Qarshilik, sig‘im, induktivliklarning elektr sxemalardagi shartli belgilari va o‘lcham birliklarini sanab bering.
3. Elektrolit (qutbli) kondensator va o‘zgaruvchan kondensatorlar qanday belgilanadi?
4. Nima sababdan kondensator grafigi bunday ko‘rinishga ega?
5. Nima sababdan induktivlik g‘altagi grafigi bunday ko‘rinishga ega?



## 2-Amaliy mashg'ulot

### Proteus dasturini o'zlashtirish. Diodlarni tadqiq etish

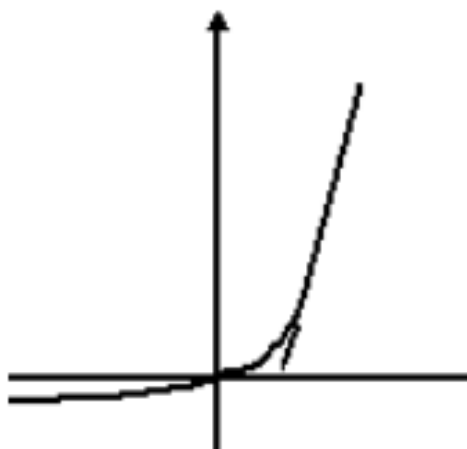
**Maqsad:** Diodlarni tadqiq etish va ishini taqdim etish. Modellig primitives dagi elementlarni o'rganish.

Yarimo'tkazgichli diod – bitta elektron-kovak (p-n) o'tish va anod (A) hamda katod (K) deb ataluvchi ikkita chiqishga ega bo'lgan asbobdir.

Shartli belgisi:



Ideal diod volt-amper tasnifi (VATi)ni ko'rib chiqamiz. To'g'ri kuchlanish berilganda, tok kuchlanishga eksponensial ravishda ortadi, teskari kuchlanish berilganda tok kuchlanishga bog'liq bo'lmaydi va issiqlik toki  $I_s$  ga teng bo'ladi. Ideal diodning VATi quyidagicha ifodalanadi:

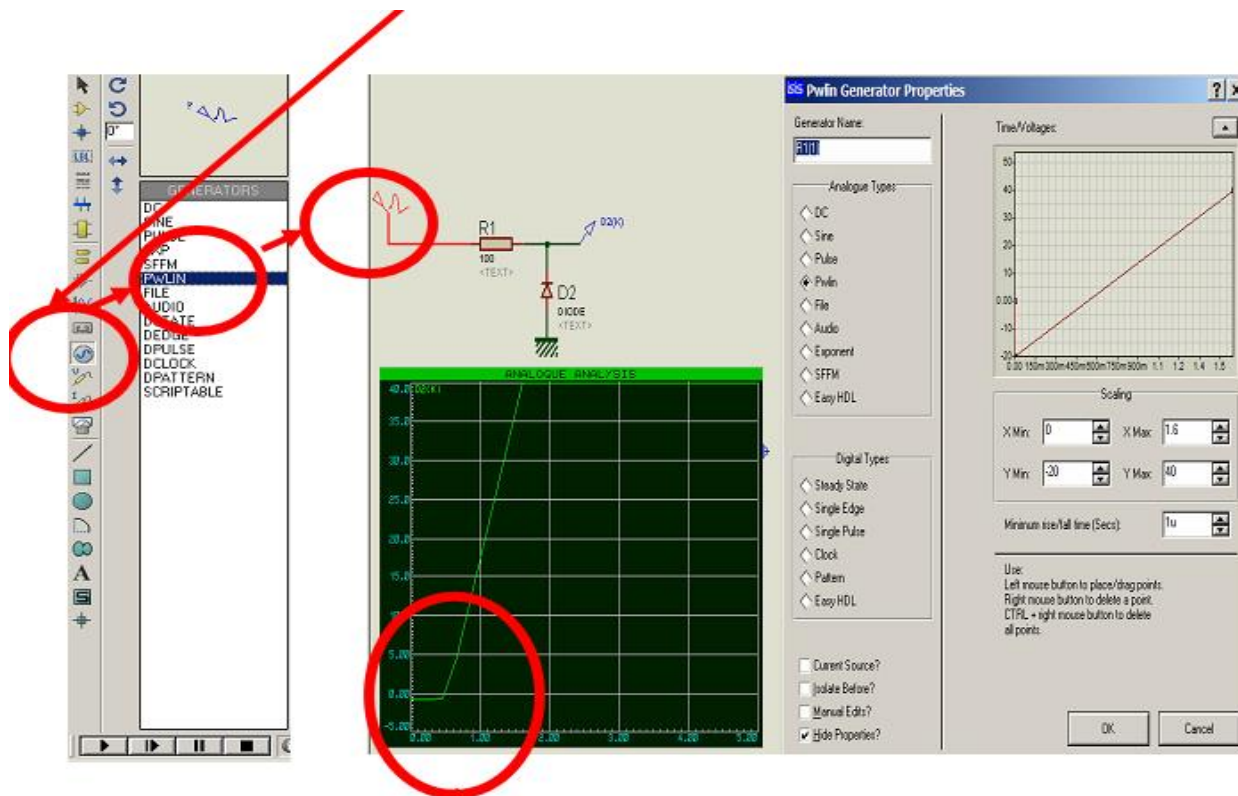


1-rasm. Diodning volt-amper tasnifi (VAXi)

## Ishning bajarilishi

### 1. Diod VAXni tadqiq etish

Proteus da 3-rasmda keltirilgan sxemani yig'ing. Kuchlanish manbai sifatida Pwin ni tanlang. U 2-rasmda keltirilgan. 2-rasmda ko'rsatilgani kabi Pwin sozlashlarini takrorlang.



2-rasm. VATni tadqiq etish uchun Pwin tanlash

3-rasm. Tadqiq etish sxemasi va VATi

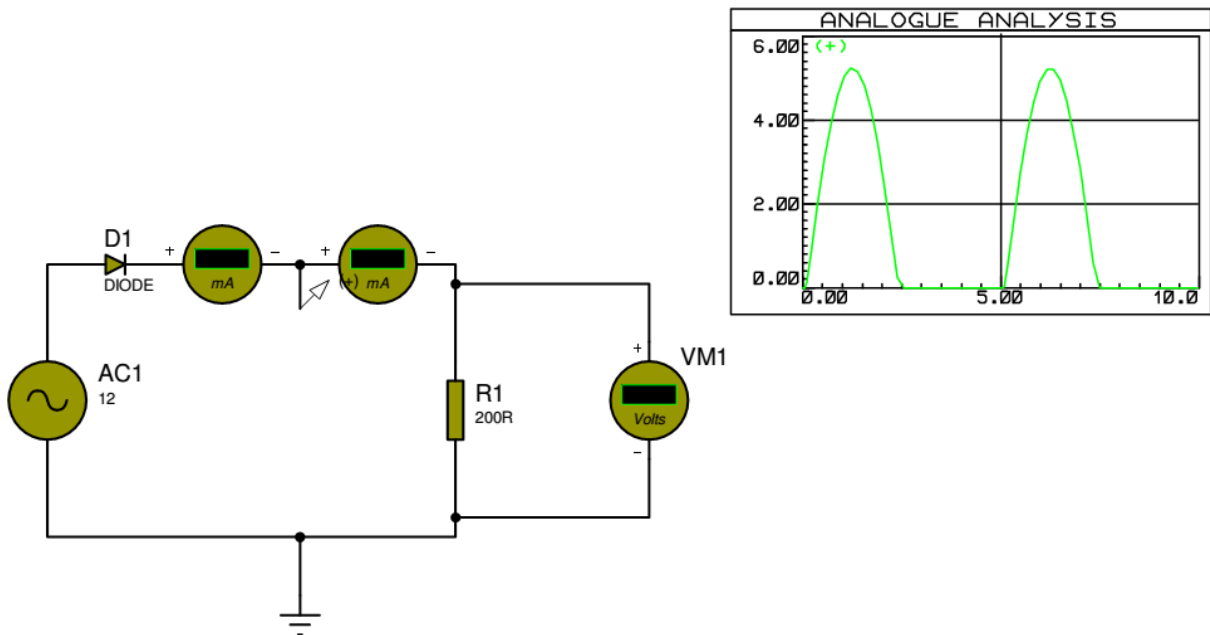


4-rasm. Ideal diod VATini tadqiq etilayotgan qismining kattalashgan ko'rinishi

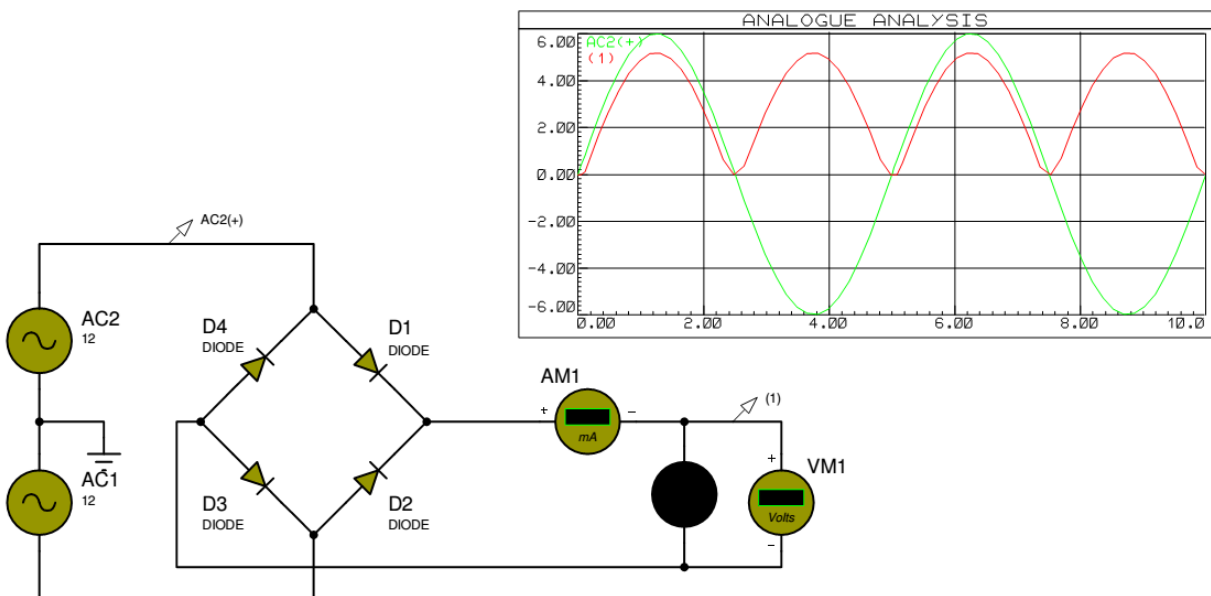
Diodning real tasnifi idealidan farqlanadi, chunki diod yasalgan material qarshilikka ega, shu sababli sezilarli tok qiymatlarida VATning to‘g‘ri shahobchasi chiziqli (omik) sohaga ega.

## 2. Diod xossalarini tadqiq etish

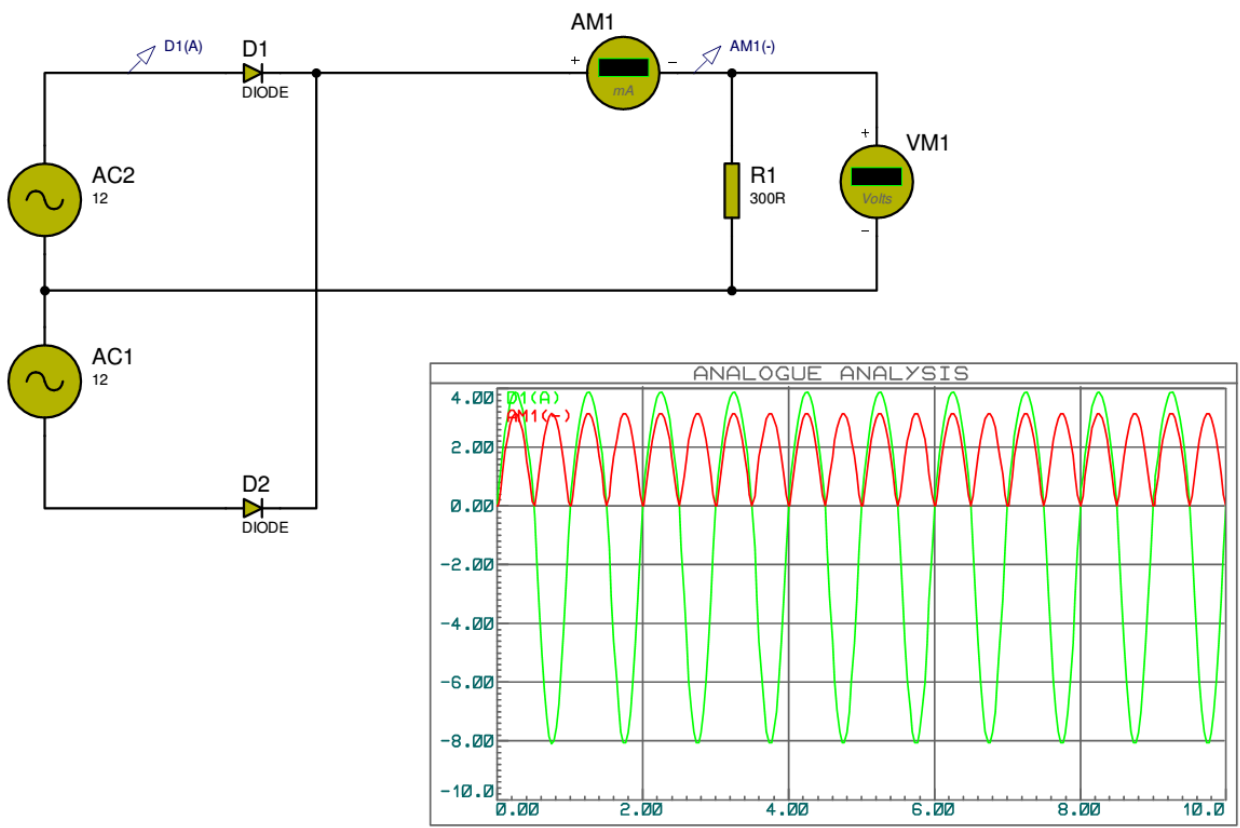
5-9 rasmlarda keltirilgan sxemalarni yig‘ing. Sxemada keltirilgan nuqtalarda grafik quring.



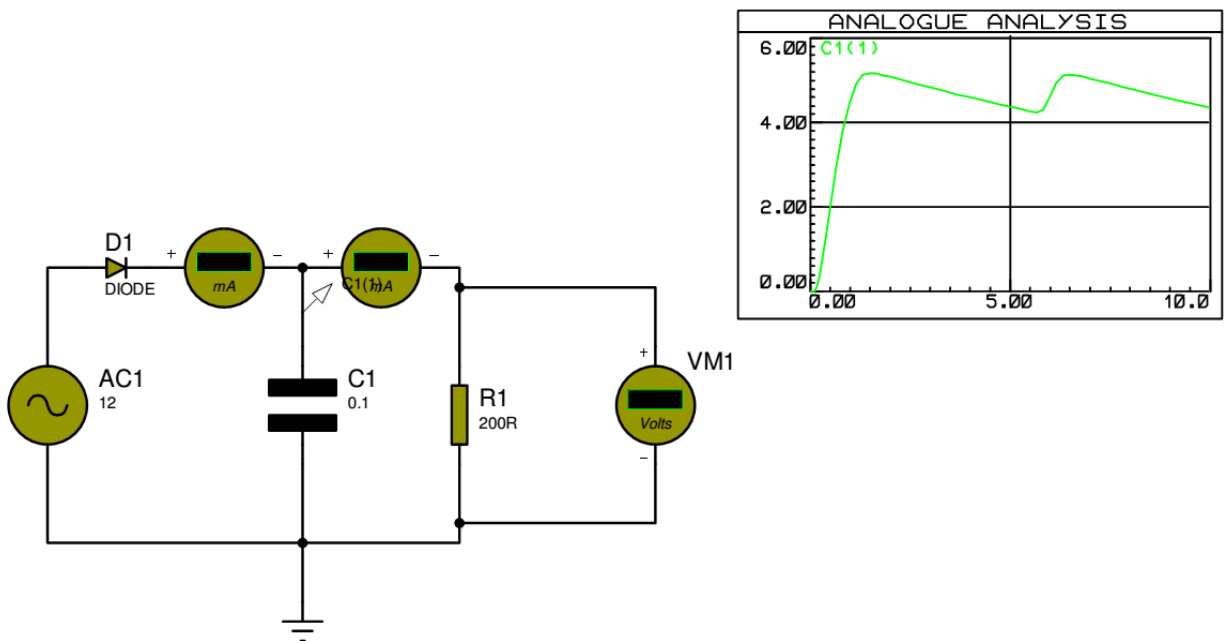
5-rasm. Diodning to‘g‘rilovchi xossalari. Yarim davrli sxema



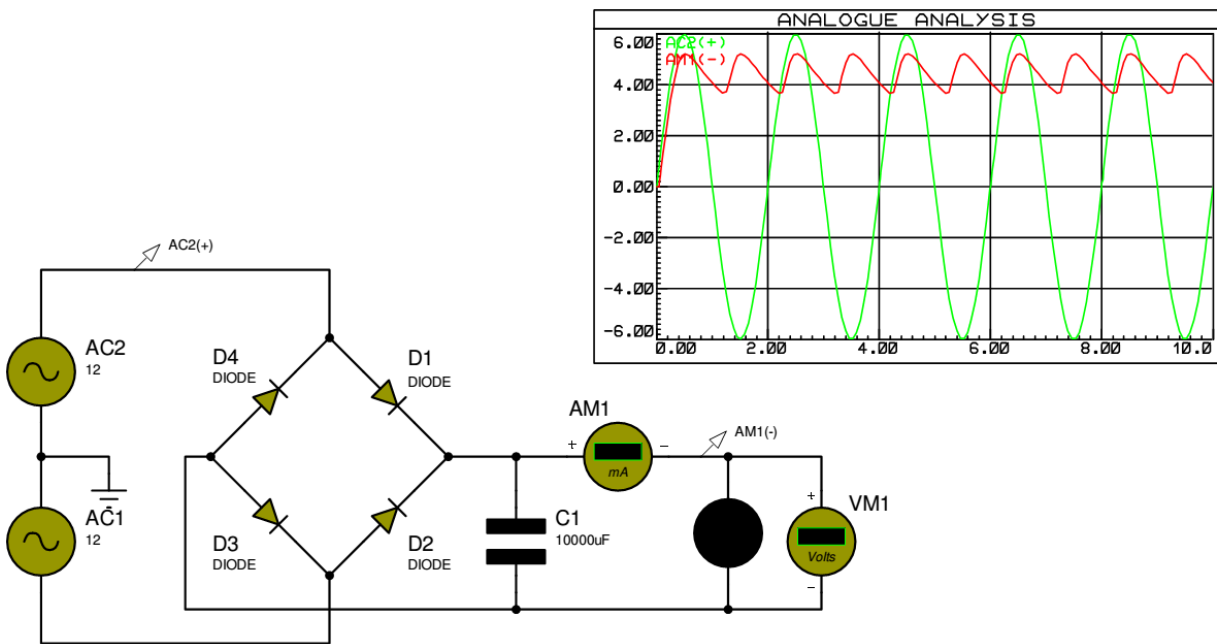
6-rasm. Diodli ko‘prikning to‘g‘rilovchi xossalari. Ikki yarim davrli (ko‘prik) sxema



7-rasm. Diodning to‘g‘rilovchi xossalari. Ikkita o‘zgaruvchan tok manbaiga ega bo‘lgan ikkita yarim davrli sxema



8-rasm. Diod va silliqlovchi kondensatorning to‘g‘rilovchi xossalari



9-rasm. Diodning to‘g‘rilovchi xossalari. Ikkita o‘zgaruvchan tok manbai va pulsasiyalarni kamaytirish uchun sig‘imli filtrga ega bo‘lgan ikkita yarim davrli sxema

Nazorat savollariga yozma shaklda javob bering.

### *Nazorat savollari*

1. Yarimo‘tkazgichli diod tuzilmasi va ishlash tamoyili.
2. Yarimo‘tkazgichli diodning belgilanishi va tamg‘alanishi.
3. Ikki yarim davrli to‘g‘rilagichdagi diodlarning birining chiqishidagi va kirishidagi vaqt diagrammalarini tasvirlang.
4. To‘g‘rilagich chiqishidagi kuchlanish pulsasiyalarini qanday bartaraf etish mumkin? Vaqt digarmmasi yordamida tushuntiring.
5. Parametrik kuchlanish stabilizatoridagi ballast rezistor vazifasini tushuntiring.

### 3-Amaliy mashg'ulot

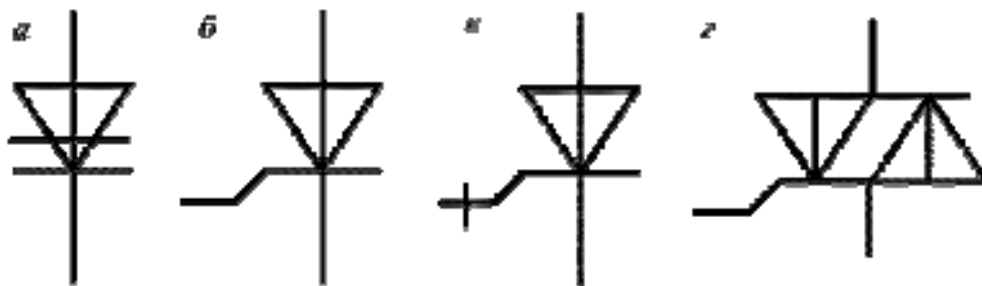
#### Tiristorni tadqiq etish

**Maqsad:** Tiristor ishini tadqiq etish.



1-rasm. Tiristor (trinistor)ning belgilanishi

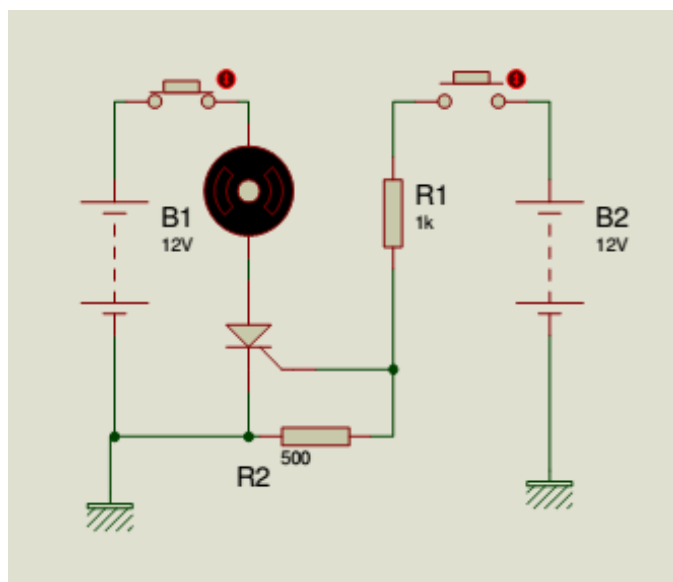
1-rasmda tiristorning oddiy ko'rinishi keltirilgan. U yarimo'tkazgichdan yasalgan to'rtta o'zaro almashinuvchi elektr o'tkazuvchanlik sohalaridan tashkil topgan bo'lib, uchta chiqishga ega: anod, katod va boshqaruvchi elektrod. Anod – tashqi qatlamga ega bo'lgan kontakt, katod esa tashqi n-qatlamga ega bo'lgan kontakt.



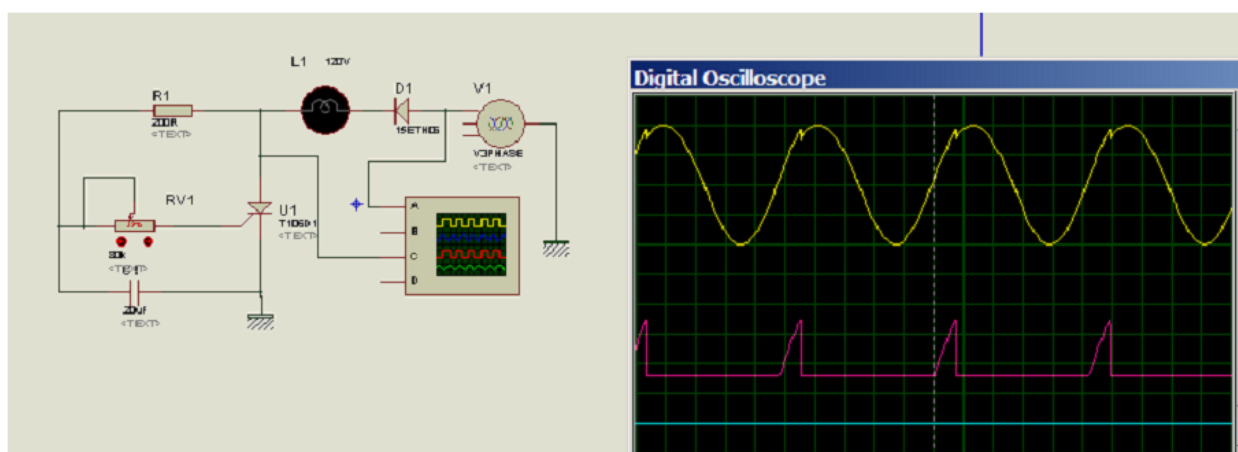
2-rasm. Tiristorlarning shartli belgilanishi: a–dinistor; b–bir operatsiyali tiristor; v–ikki operatsiyali tiristor; g– simistor

#### Ishning bajarilishi

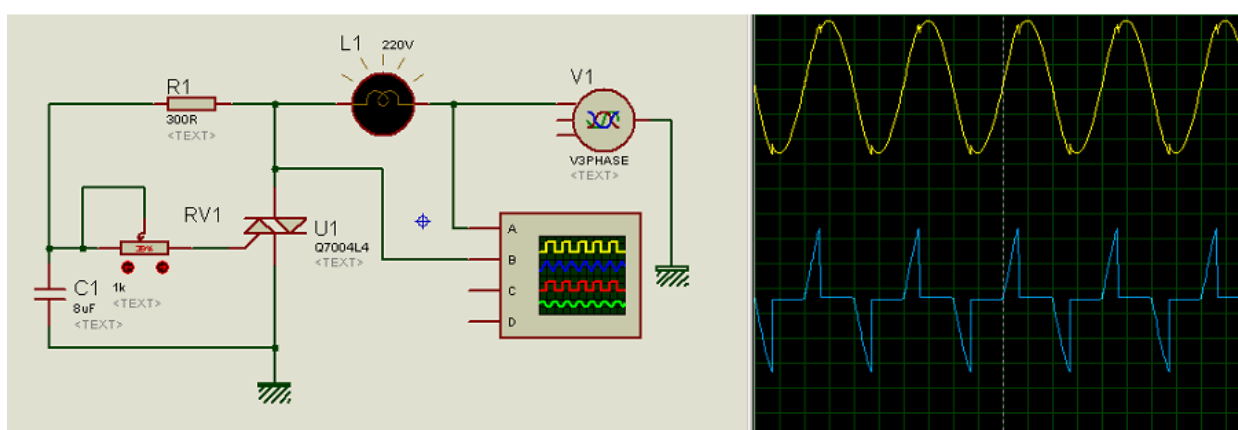
1. 3,4,5-rasmlarda keltirilgan sxemalarni yig'ing (tekshirish uchun o'qituvchiga ko'rsating).
2. 4 va 5 sxemalar uchun grafiklarni chizishda potensiometrni 20%, 60% va 77% holatlaridan foydalaning.
3. Himoya uchun barcha savollarga yozma javoblar keltiring.



3-rasm. Tiristorning o'zgarmas tok zanjrlarida ishlashining namoyishi



4-rasm. Tiristorning o'zgaruvchan tok zanjrlarida ishlashining namoyishi



5-rasm. Simistor (triak)ning o'zgaruvchan tok zanjrlarida ishlashining namoyishi

## *Nazorat savollari*

1. Xususiy va kiritmali elektr o'tkazuvchanlik nima?
2. n-p-o'tishni to'g'ri ulanishi va teskari ulanishlaridagi holatlarini tushuntiring.
3. Tiristorning ishlash tamoyilini tushuntiring.
4. Tiristorning ishi triak ishidan nimasi bilan farqlanadi?
5. Uch fazali generator kuchlanishi qanday o'rnatiladi?
6. Barcha uchta sxemani chizing va komponentlarini ayting.
7. Diodlar, tiristorlarning ishlatilishiga misollar keltiring.



## 4-Amaliy mashg'ulot

### Ikkilamchi kuchlanish manbaini hisoblash va yig'ish

**Maqsad:** Ikkilamchi kuchlanish manbai chiqishidagi kuchlanishni hisoblash, barqarorlashgan kuchlanish hosil qilish, nazorat qilinayotgan nuqtalardagi kuchlanish shaklini tadqiq etish va yuklamadagi kuchlanish pulsasiyalarini aniqlash.



### Ishning bajarilishi

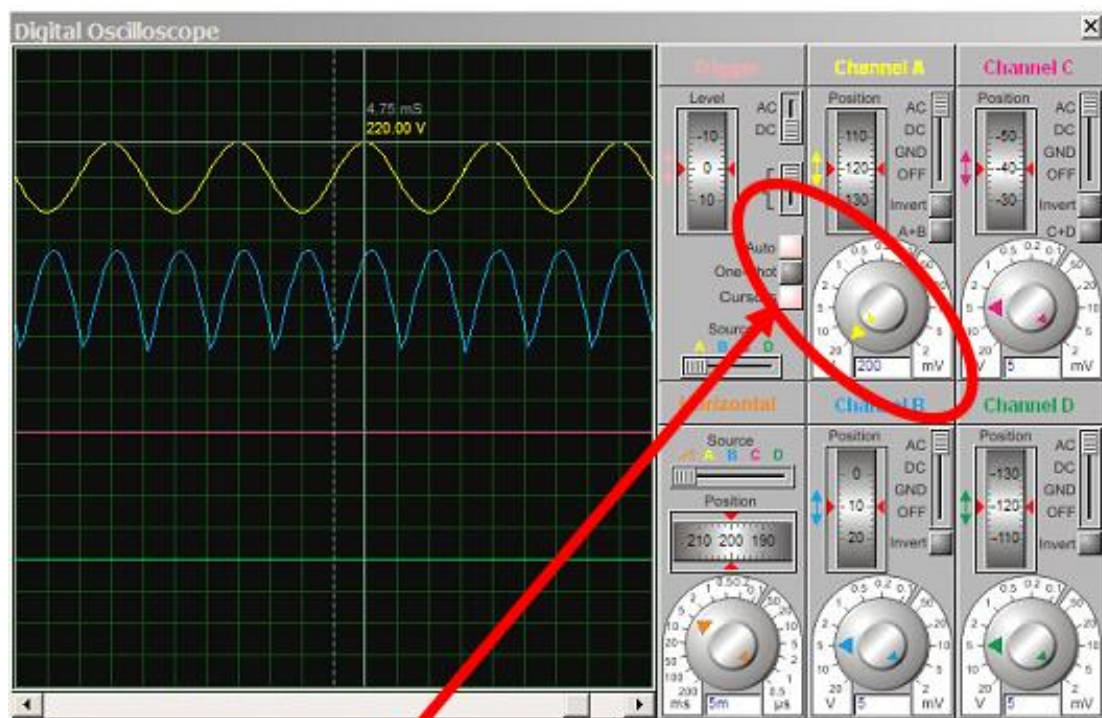
- 1-rasmga mos ravishda transformator parametrlarini o'rnating. Birlamchi cho'lg'am  $1H$ , ikkilamchi cho'lg'am  $0.1H$ , transformasiya koeffitsiyenti  $0.1$ , ya'ni butun ikkilamchi cho'lg'amda kirishdagi kuchlanishning o'ndan bir qismini olamiz (u ikkita g'altakdan tashkil topgan).
2. 3-rasmga mos ravishda kuchlanish manbai sxemasini yig'ing. V3PHASE – sanoat tarmog'i - kuchlanish manbai, TRAN-2P3S – transformator, 1N4001 – diod, rezistor  $10\ \Omega$ , ossillograf, elektrolit kondensator HITEMP1U25V, 3 ta holatga ega bo'lgan qayta ulagich SW-ROT-3 komponentlaridan foydalaning.

Edit Component	
Component Reference:	TR1
Component Value:	TRAN-2P3S
Primary Inductance:	1H
Total Secondary Inductance:	.1H
Coupling Factor:	0.1
Primary DC resistance:	1m
Secondary DC resistance:	1m

HITEMP1000U25V

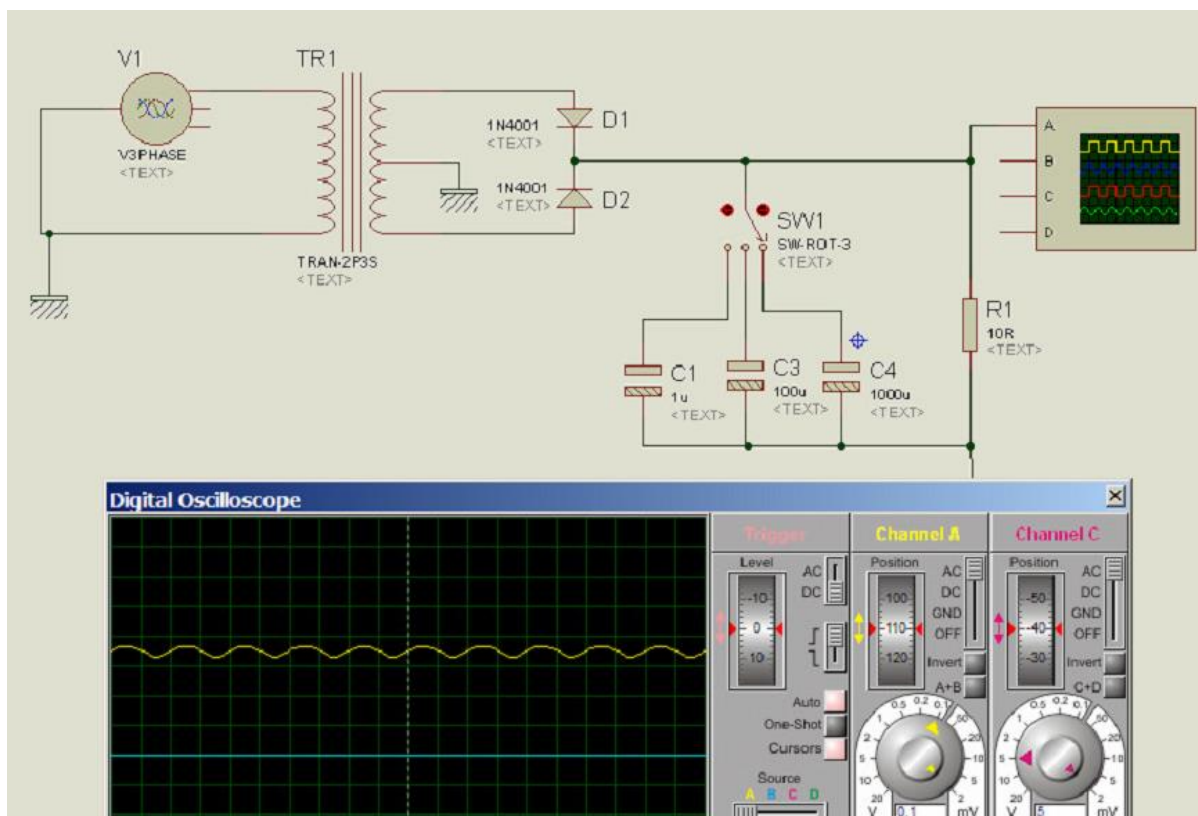
1-rasm. Pasaytiruvchi transformator TRAN-2P3S uchun parametrlarni tanlash

Pulsasiyalarni o'lash uchun ossillografni sozlash.



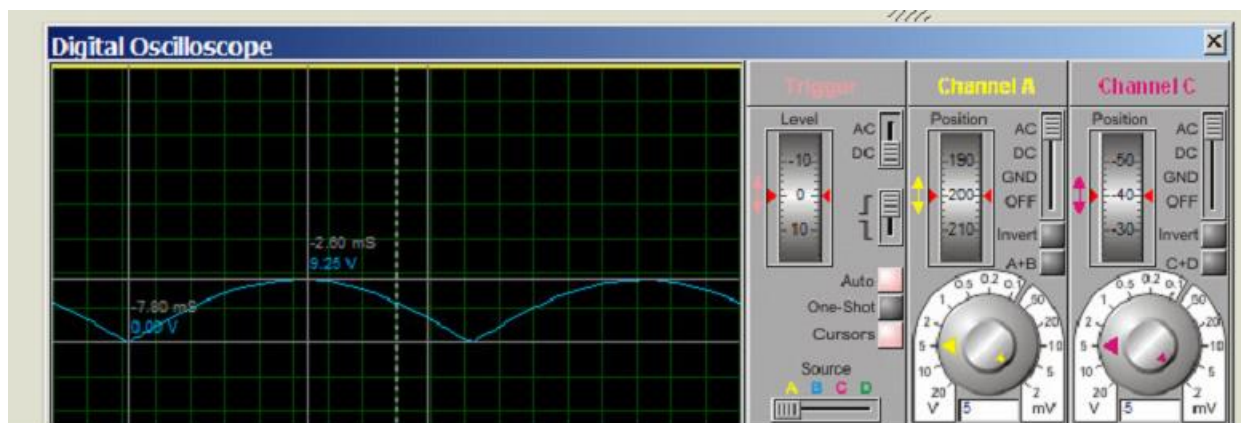
2-rasm. Ossillografni sozlash

Chiqishdagi kuchlanish va pulsasiyalar kuchlanishini o'lash uchun «Cursors» tugmasini bosamiz va ko'rsatilgan darchaga bosib ko'paytirgichni o'rnatamiz va Enter ni bosamiz.



3-rasm. Ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi

Ossillogrammalarni chizib oling va chiqishdagi kuchlanish pulsasiyalarini o'lchang.



3. Transformatorning birlamchi hamda ikkilamchi cho'lg'amlari induktivliklarini (o'ramlar soni, ya'ni trasformasiya koeffitsiyenti) o'zgartirib  $S=1000 \text{ mkf}$  (1000u) uchun chiqish kuchlanishini hosil qiling. Sig'implarni 1u, 100u va 1000u qiymatlari uchun pulsasiyalarni o'lchang (1-jadval).

**Edit Component**

Component Reference: TR1

Component Value: TRAN-2P3S

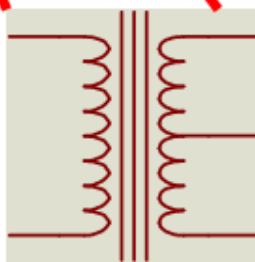
Primary Inductance: 1H

Total Secondary Inductance: .1H

Coupling Factor: 0.1

Primary DC resistance: 1m

Secondary DC resistance: 1m



1-jadval

Variant raqami	Chiqishdagi kuchlanish, V
1	3
2	12
3	6
4	8
5	4
6	24
7	5
8	9
9	15
10	18

### *Nazorat savollari*

1. Chiqishdagi kuchlanishning nominal qiymati kirishdagidan yuqori bo'lgan kuchlanish manbalarini yasash mumkinmi?
2. Chiqishdagi kuchlanishning pulsasiyalanish kattaligi qanday aniqlanadi?
3. Sig'imli filtrning vazifasi nima?
4. Transformasiya koeffitsiyenti nima?
5. Bir yarim davrli va ikki yarim davrli sxemalardagi ikkilamchi kuchlanish manbalari chiqishidagi kuchlanishlar grafiklari nimasi bilan farq qiladi?

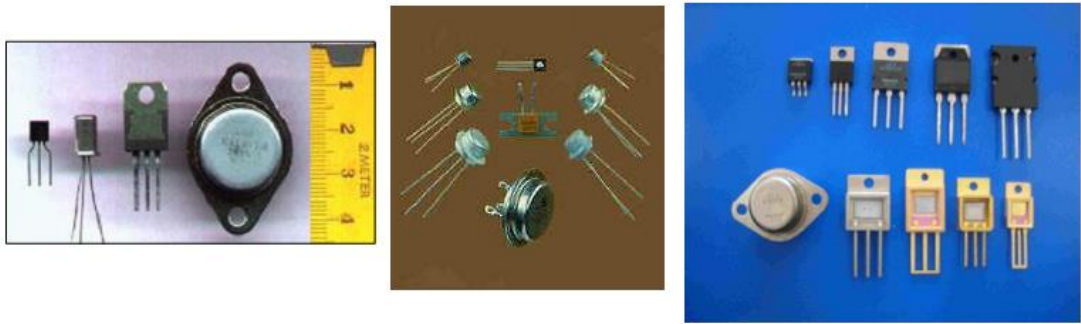
## **5-Amaliy mashg'ulot**

### **Bipolyar tranzistorni tadqiq etish**

**Maqsad:** Tranzistorlarning turlari, ularning ishlash mexanizmi, asosiy parametrlari va ularni volt-amper tasniflaridan aniqlash usullari bilan tanishish. Tranzistorli sxemalarni yig'ish. PROTEUS dasturini o'rganish.

**Tranzistor** (inglizcha *transfer* - ko'chirish va *resistor* - qarshilik) - uchta elektrodli yarimo'tkazgichli asbob bo'lib, uning ikkita elektrodidagi tok uchinchi elektrod bilan boshqariladi. Chiqish zanjiridagi tok bipolyar tranzistorda kirishdagi tokni o'zgartirish orqali, MDYa (metall-dielektrik-yarimo'tkazgichli) tranzistorda esa kirishdagi kuchlanishni o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Bu tranzistorlarning kuchaytirish xossalari analog texnikada (analog TV, radio, aloqa va x.z.) qo'llaniladi. Tranzistorlarning yana bir muhim qo'llanilishi sohasi bo'lib raqamli texnika ( mantiq, xotira, kompyuterlar, raqamli aloqa va x.z.) hisoblanadi. Raqamli texnikaning deyarli barchasi MDYa tranzistorlarga asoslangan. Tranzistorlar integral texnologiya doirasida yagona kremniy kristallida (chipda) yasaladi va mantiq, xotira, prosessor va x.z.lar uchun elementar "g'ishtchalar" ni tashkil etadi.

MDYa tranzistorlarning o'lchamlari 130 dan 60 gacha nanometrni tashkil etadi (1-rasm). Bu millimetrning o'ndan bir qismi degani. Bitta chipda (odatda uning o'lchamlari 1-2 kvadrat santimetr) o'n milliontagacha MDYa tranzistorlar joylashadi. Oxirgi yillar davomida MDYa tranzistor o'lchamlari kichrayib (miniatyurizasiya) va bitta chipdagi ularning soni (integrasiya darajasi) esa ortib bormoqda, yaqin yillarda integrasiya darajasini yuz millionta tranzistorgacha yetakazish rejalashtirilmoqda. MDYa tranzistor o'lchamlarining kichrayishi prosessorlarning tezkorligini (takt chastotasini) ortishiga olib keladi. Hozirgi kunga kelib jahonda har bir sekundda yarim milliard MDYa tranzistorlar ishlab chiqariladi.



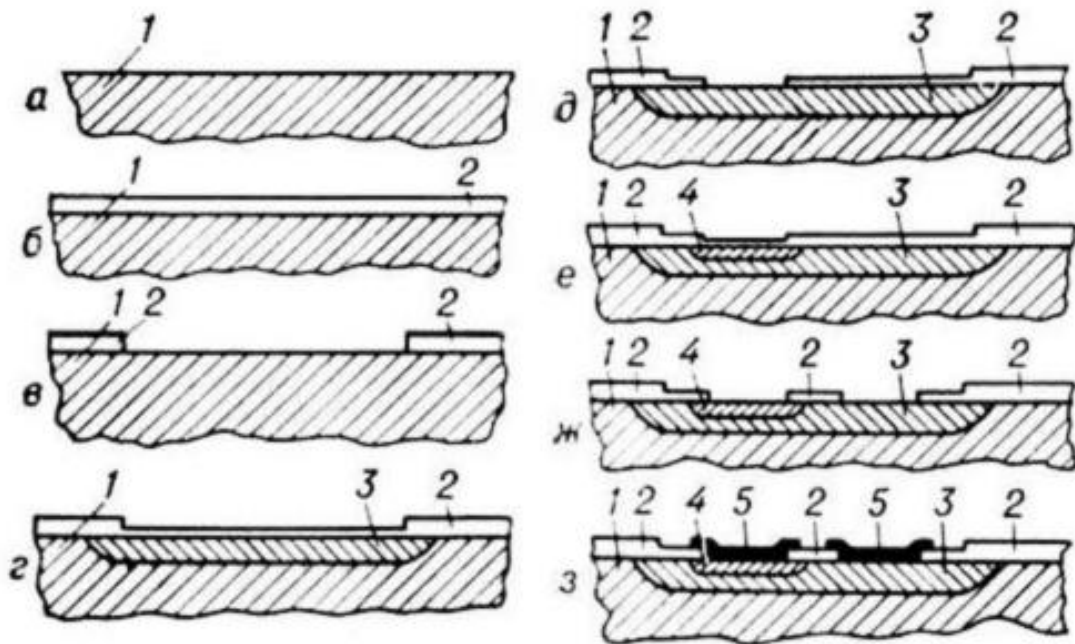
1-rasm. Zamonaviy MDYa tranzistorlar

Turli tranzistorlarning belgilanishi 1-jadvalda keltirilgan.

jadval

	Bipolyar		Maydoniy
p-n-p		Kanali r-turli	
n-p-n		Kanali n-turli	

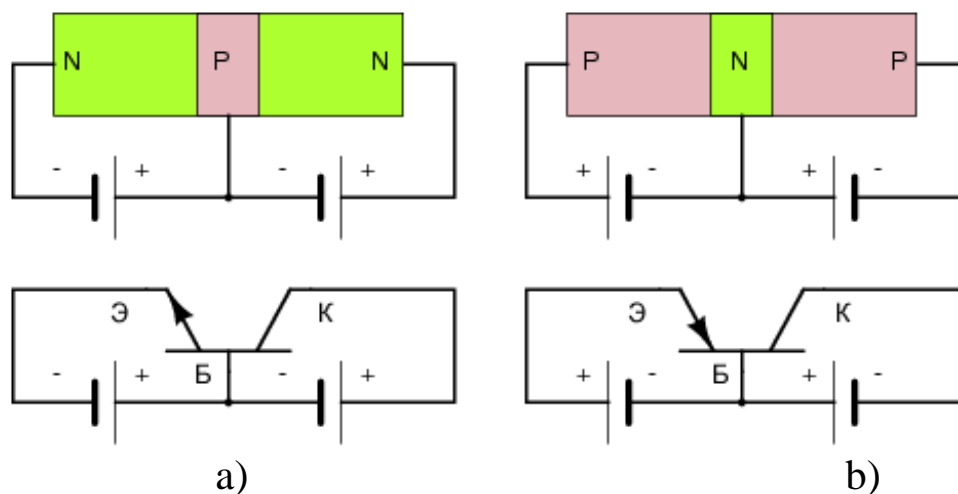
2-rasmda tranzistorlarning tayyorlash bosqichlari keltirilgan.



2-rasm. Tranzistorlarning tayyorlash bosqichlari

Bu yerda: a - dastlabki plastina; b - birinchi yemirilishdan so'ng; v - birinchi fotolitografik ishlov berilgandan so'ng; g - baza sohasi hosil qilingan va ikkinchi marotaba yemirilishdan so'ng; d - ikkinchi fotolitografik ishlov berilgandan so'ng; ye - emitter sohasi hosil qilingan va uchinchi marotaba yemirilishdan so'ng; j- uchinchi fotolitografik ishlov berilgandan so'ng; z - metallashdan so'ng; 1 - n-turli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan dastlabki kremniy; 2 - kremniy ikki oksidli niqoblovchi parda; 3 - baza soha; 4 - emitter soha; 5 - metall parda (kontaktlar).

**Bipolyar tranzistor** deyilishiga sabab shuki, uning ishi bitta kristallda ikki turdagi zaryad tashuvchilar: **elektronlar va kovaklar** harakatini inobatga oladi (3-rasm.).



3-rasm. n-p-n (a) va p-n-p (b) bipolyar tranzistorning shartli belgisi va tuzilmasi

### **Bipolyar tranzistorlarning sinflanishi**

Bipolyar tranzistorlar ikki xil tuzilmaga ega bo'lishi mumkin: n-p-n va p-n-p. Ularning farqi baza-emitter o'tishga berilayotgan kuchlanishning ishorasidir, emitterdagi strelkaning yo'nalishida aks etadi. Uning yo'nalishi dioddagi kabi anoddan katodga yo'nalgan bo'ladi. Kollektorda strelka bo'lmasa-da, baza-kollektor o'tish, diod kabi, baza-emitter qutblariga mos keladi (3-rasm).

p-n-p tranzistorning kuchlanish manbalari ishoralari (qutblari) n-p-n tranzistornikiga nisbatan o'girilgandir. Baza-emitter o'tish ikkala holda ham to'g'ri siljirilgan bo'lishi lozim. n-p-n tranzistor bazasiga musbat, p-n-p tranzistor bazasiga esa manfiy kuchlanish beriladi. Ikkala holatda ham baza-kollektor o'tishlar teskari yo'nalishda siljiriladi.



Diskret p-n-p tranzistorlarning sifati n-p-n tranzistorniki kabi qanchalik yuqori bo'lmasin, integral texnologiyada asosan n-p-n tranzistorlar keng qo'llaniladi.

O'tkazuvchanlik turidan tashqari, bipolyar tranzistorlar *yasalgan material, quvvati* va *ishchi chastotasi bo'yicha sinflanadi*.

Agar tranzistorda sochilayotgan quvvat  $0,3 V$ tdan oshmasa, u *kam quvvatli* tranzistor sanali. Quvvat  $0,3 \dots 3 V$ tni tashkil etsa, *o'rta quvvatli*, quvvati  $3 V$ tdan yuqori bo'lsa *katta quvvatli* sanaladi. Zamonaviy tranzistorlarda bir necha o'n, va hattoki yuz Vattgacha quvvat sochiladi.

Tranzistorlar elektr signallarini bir xil yaxshi kuchaytirmaydi: chastota ortishi bilan tranzistorli bosqichning kuchaytirish koeffitsiyenti pasayib boradi, va ma'lum chastotada umuman to'xtaydi. Shuning uchun keng chastota diapazonida ishlash uchun turli chastota xossalari ega bo'lgan tranzistorlar ishlab chiqariladi.

Tranzistorlarning modellari soni ishlab chiqaruvchilar tomonidan qo'yilayotgan barcha masalalarni yechish maqsadida tobora ortib bormoqda.

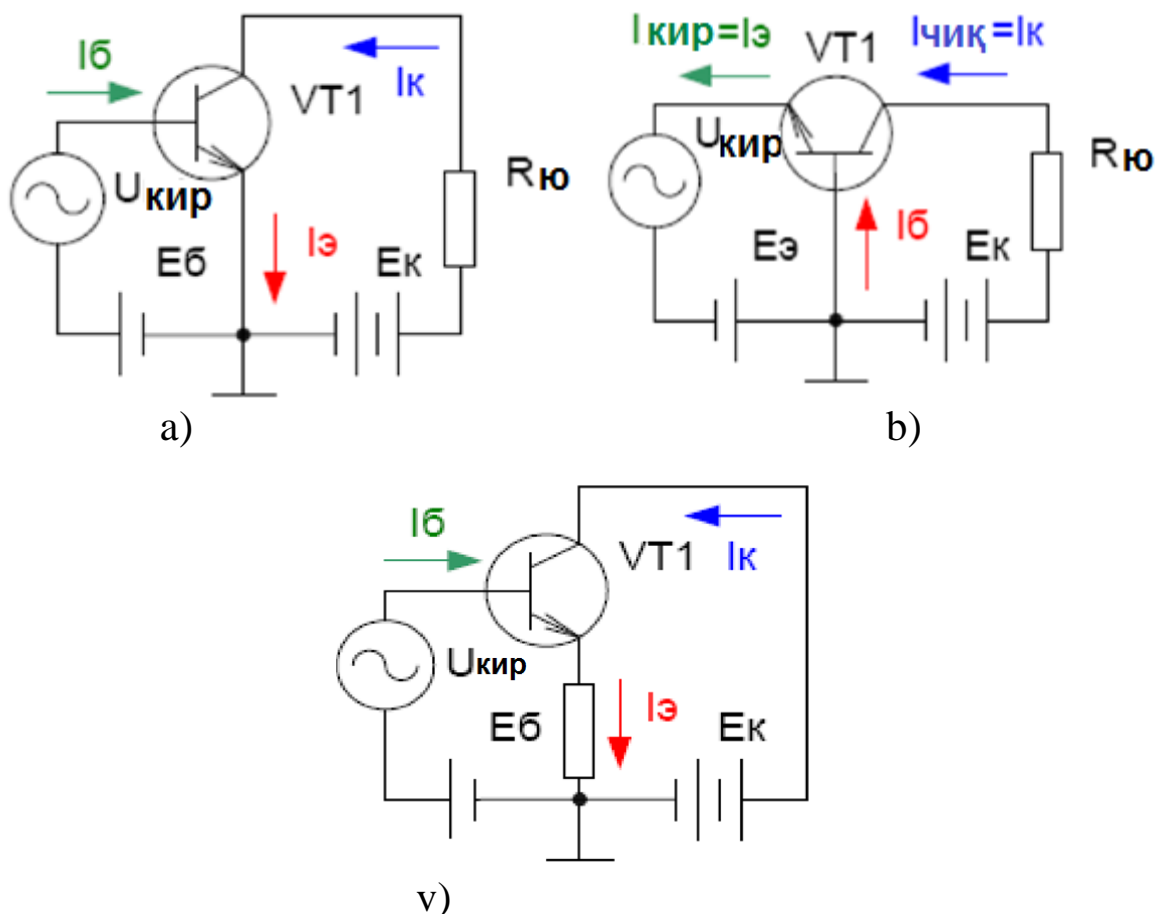
Elektr signallarini kuchaytirish yoki o'zgartirish uchun ko'p turli tranzistorli sxemalar mavjud bo'lib, ular o'z navbatida alohida bosqich (kaskad)lardan tashkil topadi. Tranzistorlar esa bosqichlarning negizini tashkil etadi. Signal talab darajasida kuchaytirilishi uchun bir nechta bosqichlar o'zaro ketma-ket ulanadi. Buni tushunish uchun bipolr tranzistorlarning ulanish sxemalarini bilish zarur.

Tranzistor o'zidan o'zi hech nimani kuchaytira olmaydi. Uning kuchaytirish hossalari shundaki, kirishdagi signal (tok yoki kuchlanish)ning kichik o'zgarishlari tashqi manbadan quvvat sarflanishi hisobiga bosqich chiqishida tok va kuchlanishni katta o'zgarishlariga olib keladi. Aynan shu xossa analog sxemalar, ya'ni kuchaytirgichlar, televideniye, radio, aloqa va boshqalarda keng qo'llaniladi.

Soddalik uchun n-p-n turli tranzistorli sxemalarni ko'rib chiqamiz. p-n-p turli tranzistorlarda esa manba kuchlanishi qutblari o'zgartirilsa kifoya.

### *Bipolyar tranzistorlarning ulanish sxemalari*

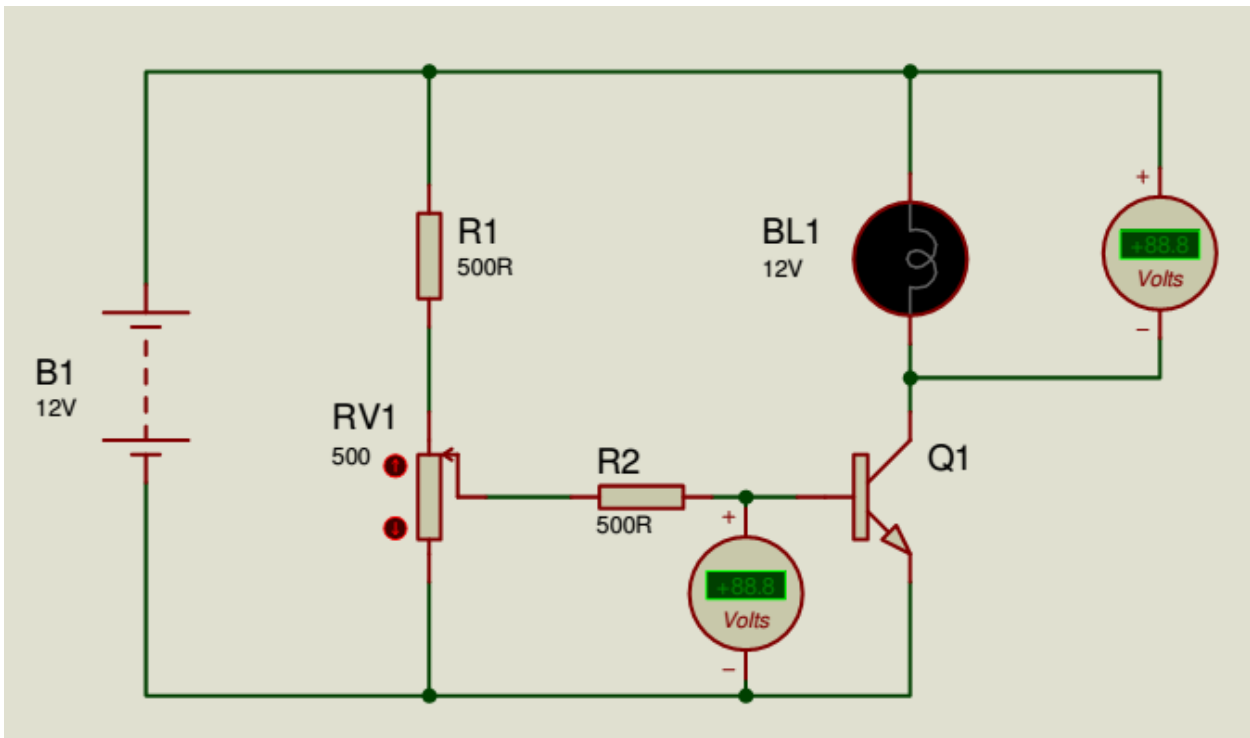
Bunday sxemalar uchta: umumiy emitter (UE), umumiy baza (UB) va umumiy kollektor (UK) bo'lib, u lar 4-rasm da keltirilgan.



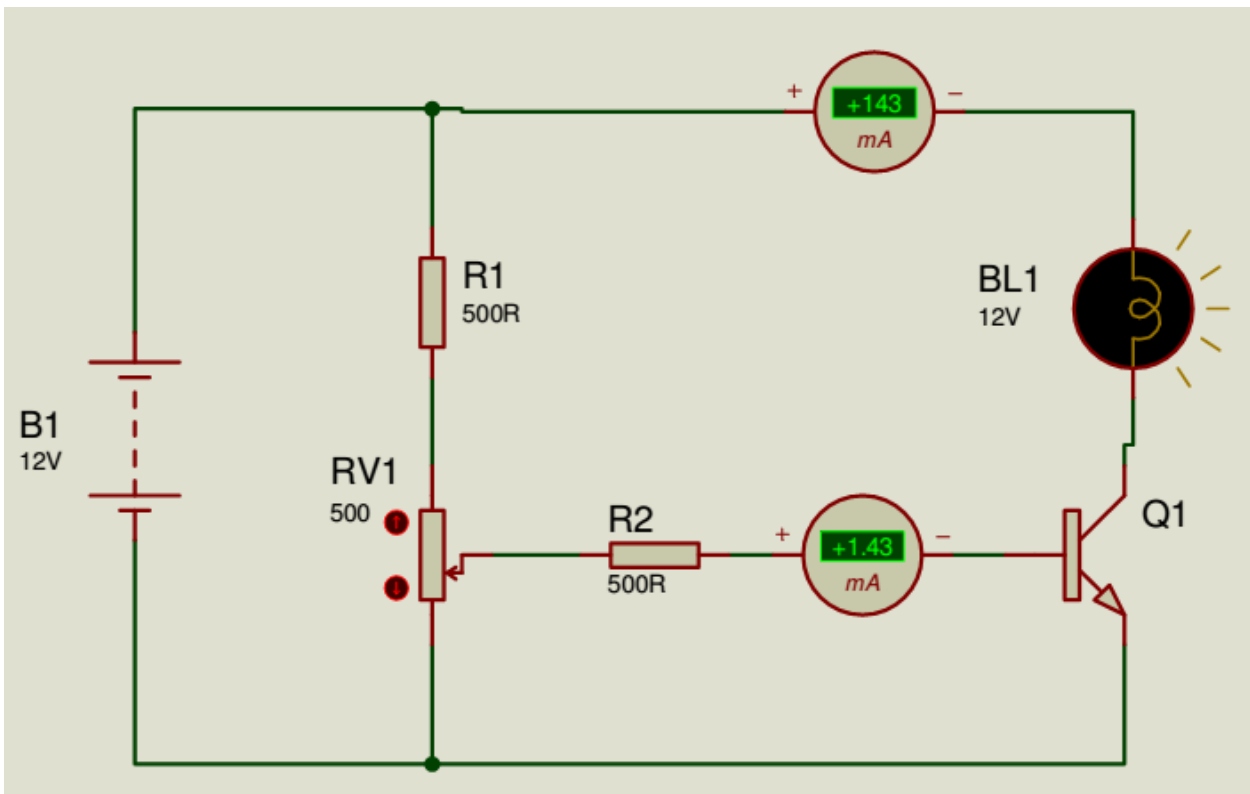
4-rasm. Bipolyar tranzistorning UE (a), UB (b) va UK (v) ulanish sxemalari

### *Ishning bajarilishi*

1. 5-rasmda keltirilgan sxemani yig'ing.
2. O'zgaruvchan rezistor RV1 holatini 10 qadam bilan 0% dan 100% gacha o'zgartiring. Kirish va chiqish kuchlanishlari qiymatlarini jadvalga kiriting.
3. 6-rasmda keltirilgan sxemani yg'ing.
4. O'zgaruvchan rezistor RV1 holatini 10 qadam bilan 0% dan 100% gacha o'zgartiring. Kirish va chiqish toklari qiymatlarini jadvalga kiriting.
5. Jadval bo'yicha tok bo'yicha, kuchlanish bo'yicha hamda quvvat bo'yicha kuchaytirish koefitsiyentlarini hisoblang.



5-rasm. Bipolyar tranzistorning kuchlanish bo'yicha kuchaytirishini tadqiq etish sxemasi

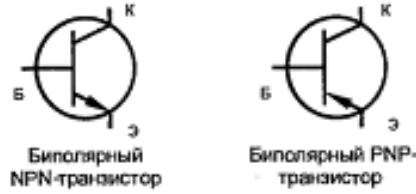


6-rasm. Bipolyar tranzistorning tok bo'yicha kuchaytirishini tadqiq etish sxemasi

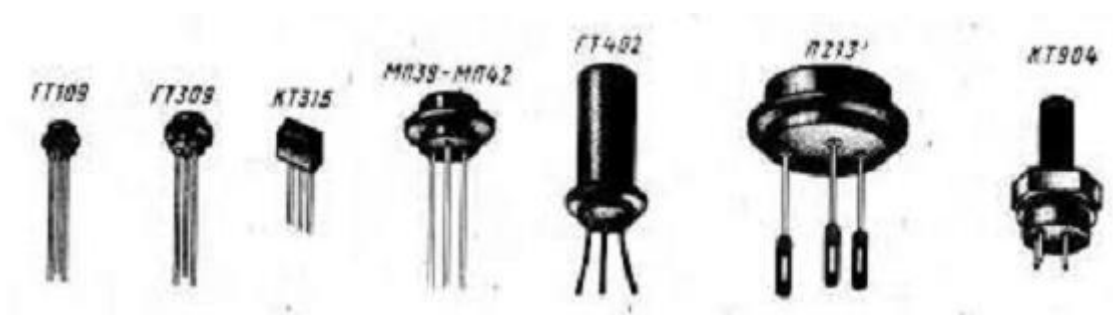
Nazorat savollariga yozma shaklda javob bering.

**Nazorat savollari**

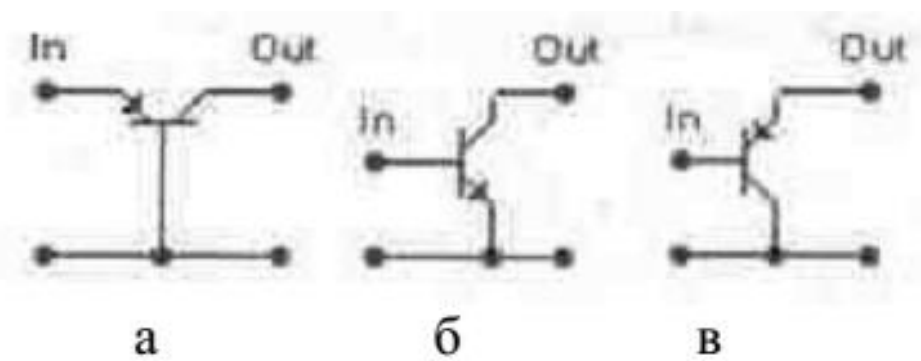
1. NPN tranzitorning emitteri va PNP tranzistorning kollektoriga qanday kuchlanish beriladi (+ yoki -)?



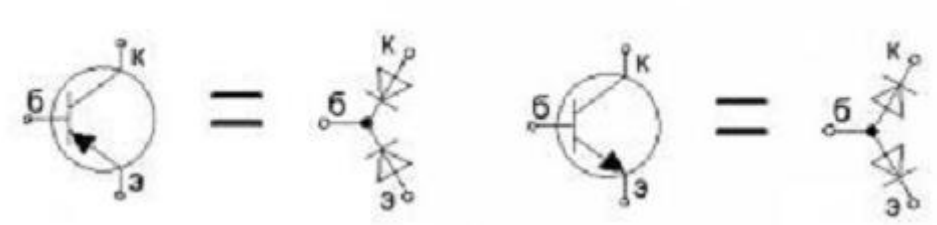
2. Quyidagi tranzistorlardan qay birlari NPN yoki PNP ekanligini ma'lumotnomalardan aniqlang.



3. Keltirilgan sxemalardan qay biri umumiy emitter ulanish sxemasi?



4. Ommetr yordamida tranzistorning yaroqliligi qanday o'lanadi?



5. Bipolyar tranzistorning ishlash tamoyilini tushuntiring.

## 6-Amaliy mashg'ulot

### Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich bosqichini differensial (h-) parametrlarini hisoblash

**Maqsad:** Bipolyar tranzistorning chiziqli modeli (h-parametrlar) yordamida kuchaytirish xossalarini tadqiq etish.

Bipolyar tranzistorning ushbu chiziqli dinamik modeli uni chiziqli aktiv to'rt qutblikka tenglashga asoslanadi. Kirishda kuchlanish  $U_1$  va tok  $I_1$ , chiqishda kuchlanish  $U_2$  va tok  $I_2$  ta'sir etayotgan qurilma to'rt qutblilikni tashkil etadi (1 – rasm).



1 – rasm. Tranzistorni chiziqli to'rt qutblilik sifatida ko'rsatilishi

$U_1$ ,  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  parametrlarga nisbatan ikkita ichki bog'lanishlar tenglamasini yozish mumkin. Ushbu to'rtta kattalikdan xoxlagan ikkitasi ixtiyoriy o'zgaruvchi sifatida tanlab olish mumkin. To'rt qutblilik holatini aniqlash uchun shuning o'zi kifoya qiladi, chunki qolgan kattaliklar e'tirof etilgan tenglamalardan aniqlanishi mumkin.

Agar tranzistor **tok bilan boshqarilsa**, ixtiyoriy o'zgaruvchi sifatida kirish toki  $I_1$  va chiqish kuchlanishi  $U_2$  tanlanadi. Unda to'rt qutblilik tenglamasi, ya'ni bipolyar tranzistorning chiziqli matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$\left. \begin{aligned} dU_1 &= \frac{\partial U_1}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial U_1}{\partial U_2} dU_2 \\ dI_2 &= \frac{\partial I_2}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial I_2}{\partial U_2} dU_2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Ixtiyoriy o'zgaruvchilar oldidagi hususiy xosilalar, garmonik tebranishlar ta'sir etgan holda  $h_{11}$ ,  $h_{12}$ ,  $h_{21}$ ,  $h_{22}$  belgilar bilan belgilanadi va

$h$  – **parametrlar** deb ataladi. Parametrlar turli o‘lchamlarga ega va shuning uchun ular gibrid parametrlar tizimi deb ham ataladi.

$h$  – parametrlar ma’nosi va nomlanishi:

$h_{11} = \partial U_1 / \partial I_1$  - **tranzistorning chiqishida tokning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi qisqa tutashtirilgandagi kirish differensial qarshiligi;**

$h_{12} = \partial U_1 / \partial U_2$  - **tokning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi uchun kirish uzilganda (“salt yurish” rejimi) kuchlanish bo‘yicha teskari aloqa koeffitsiyenti;**

$h_{21} = \partial I_2 / \partial I_1$  - **chiqish o‘zgaruvchan tok bo‘yicha qisqa tutashtirilganda tok bo‘yicha differensial uzatish koeffitsiyenti;**

$h_{22} = \partial I_2 / \partial U_2$  - **tokning o‘zgaruvchan tashkil etuvchisi uchun kirish uzilganda (“salt yurish” rejimi) tranzistorning differensial o‘tkazuvchanligi.**

Parametrlarning belgilanishlarida indeksdagi birinchi son 1 bo‘lsa, ikkala orttirma kirish zanjiriga, birinchi son 2 bo‘lsa – chiqish zanjiriga tegishli ekanini anglatadi. Uchinchi indeks  $b, e, k$  lar orqali tranzistorning ulanish sxemasi ko‘rsatiladi.

$h_{11}$  va  $h_{12}$  parametrlar kirish tasniflari orqali,  $h_{21}$  va  $h_{22}$  esa chiqish tasniflari yordamida topiladi. (1) ifodalardagi differensiallar, katta xatolikka yo‘l qo‘ymagan holda, tranzistordagi o‘zgaruvchan kuchlanish va toklar orttirmalarining absolyut qiymatlari bilan almashtirilishi mumkin.  $h$  – parametrlarning afzalligi past chastotalarda ularni o‘lchash osonligidadir.

Agar tranzistor **kuchlanish bilan boshqarilsa**, ixtiyoriy o‘zgaruvchi sifatida kirish  $U_1$  va chiqish  $U_2$  kuchlanishlari tanlanadi. Unda to‘rt qutblilik tenglamalari quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\left. \begin{aligned} dI_1 &= \frac{\partial I_1}{\partial U_1} dU_1 + \frac{\partial I_1}{\partial U_2} dU_2 \\ dI_2 &= \frac{\partial I_2}{\partial U_1} dU_1 + \frac{\partial I_2}{\partial U_2} dU_2 \end{aligned} \right\} . \quad (2)$$

Ixtiyoriy o‘zgaruvchilar oldidagi xususiy orttirmalar garmonik tebranishlar ta’sir etganda  $y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}$  deb belgilanadi va modelning  **$y$  – parametrlari** deb ataladi.

$y$  – parametrlarning ma’nosi va nomlari:

$y_{11} = \partial I_1 / \partial U_1$  - **tranzistorning kirish qarshiligi;**

$y_{12} = \partial I_1 / \partial U_2$  - **tranzistorning teskari uzatish o‘tkazuvchanligi;**

$y_{21} = \partial I_2 / \partial U_1$  - *tranzistorning to'g'ri uzatish o'tkazuvchanligi*;

$y_{22} = \partial I_2 / \partial U_2$  - *tranzistorning chiqish o'tkazuvchanligi*.

Barcha  $y$  – parametrlar tokning o'zgaruvchan tashkil etuvchilari uchun qisqa tutashuv rejimida to'rt qutblilikning qarshi tomonida aniqlanadi:  $y_{22}$  va  $y_{12}$  lar uchun kirishda ( $U_1 = \text{const}$ ),  $y_{11}$  va  $y_{21}$  lar uchun chiqishda ( $U_2 = \text{const}$ ).

$h$ ,  $y$  – parametrlar berilgan chastotada bevosita o'lchanadilar. Yuqori chastotalarda  $h_{11}$  va  $h_{12}$  parametrlarni o'lchash qiyinlashadi, chunki emitter o'tishning yetarlicha katta sig'im o'tkazuvchanligi hisobiga "salt yurish" rejimini amalga oshirib bo'lmaydi.  $y$  – parametrlarni o'lchash kirish va chiqishlarda qisqa tutashuv rejimi amalga oshirilgan holda bajariladi. Yuqori chastotalarda qisqa tutashuv rejimi mos elektrodga yetarlicha katta sig'imga ega kondensator ulash bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun BT lar asosidagi o'zgartgichlarni hisoblashda  $h$  – parametrlardan foydalanish qulayroq, chunki ularning qiymatlari tranzistorning standart statik tasniflaridan foydalaniladi va ma'lumotnomalarda keltiriladi.

$y$  – parametrlar qiymati quyidagi munosabatlar asosida topilishi mumkin:

$$y_{11} = \frac{1}{h_{11}}, \quad y_{12} = -\frac{h_{12}}{h_{11}}, \quad y_{21} = \frac{h_{21}}{h_{11}}, \quad y_{22} = \frac{h}{h_{11}} \quad (h = h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}).$$

Quyidagi jadvalda turli tranzistorlar uchun  $h$  – parametrlarning chamalangan qiymatlari keltirilgan, bunda  $h_{22}$  o'rniga tranzistorning chiqish qarshiligi  $1/h_{22}$  keltirilgan.

1-jadval

Parametr	UE ulangan sxemada	UB ulangan sxemada
$h_{11}$	yuzlarcha Omdan birlarcha kiloOmgacha	bir Omdan – o'nlarcha Omgacha
$h_{12}$	$10^{-3}$ - $10^{-4}$	$10^{-2}$ - $10^{-4}$
$h_{21}$	o'nlardan – yuzlargacha	0,950-0,998
$1/h_{22}$	birlarcha kiloOmdan o'nlarcha kiloOmgacha	yuzlarcha kiloOmdan bir necha megaOmgacha

### *Nazorat savollari*

1. Bipolyar tranzistorning chiziqli modeliga ta'rif bering.
2. Differensial h- parametrlarni aytib o'ting va ularni BTning kirish va chiqish VATlaridan aniqlash usulini tushuntiring.
3. Differensial y- parametrlarni aytib o'ting va ularni BTning kirish va chiqish VATlaridan aniqlash usulini tushuntiring.
4. BTning h- parametrlaridan y- parametrlarga o'tish usulini tushuntiring.



## 7-Amaliy mashg'ulot

### Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich bosqichini asosiy parametrlarini hisoblash

**Maqsad:** Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich bosqichining asosiy ko'rsatkichlarini ularning volt-amper tasniflaridan aniqlash usullari bilan tanishish.

#### *Tranzistorning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti*

Mazkur ko'effitsiyent quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$K_U = U_2 / U_1,$$

(bu yerda  $U_2$  – chiqishdagi kuchlanish o'zgarishi,  $U_1$  – kirishdagi kuchlanish o'zgarishi)

#### *Tranzistorning tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti*

Mazkur ko'effitsiyent quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$U_{K-E} = \text{const} \text{ bo'lganda } K_I(\beta) = I_K / I_B,$$

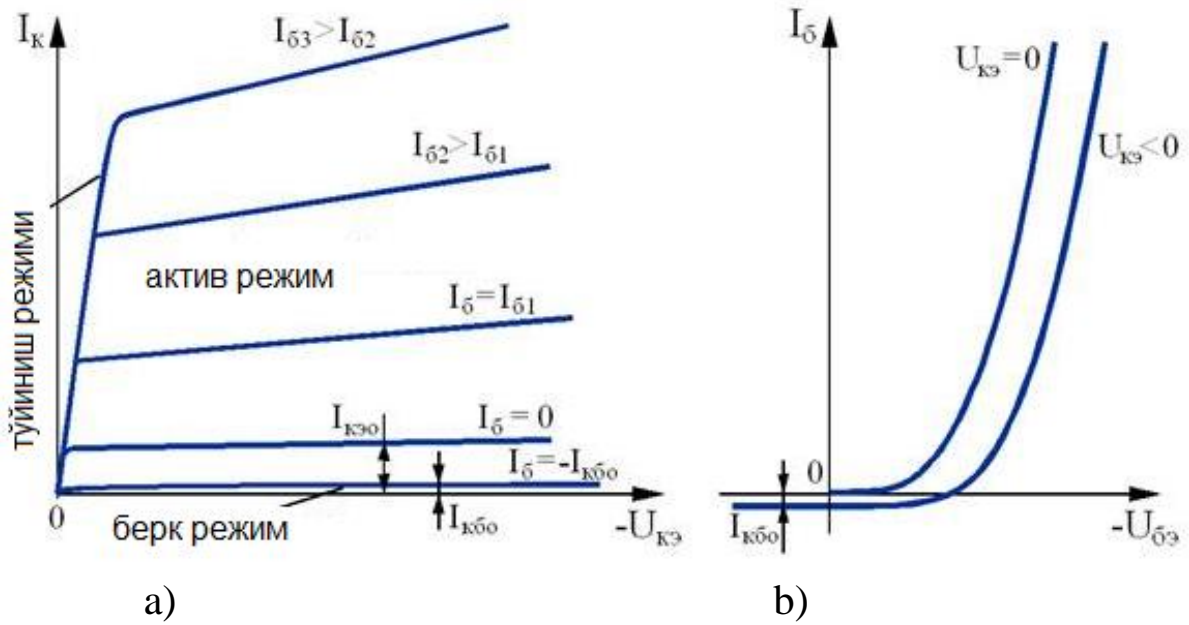
(bu yerda  $I_K$  – chiqishdagi tok o'zgarishi,  $I_B$  – kirishdagi tok o'zgarishi)

#### *Tranzistorning quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti*

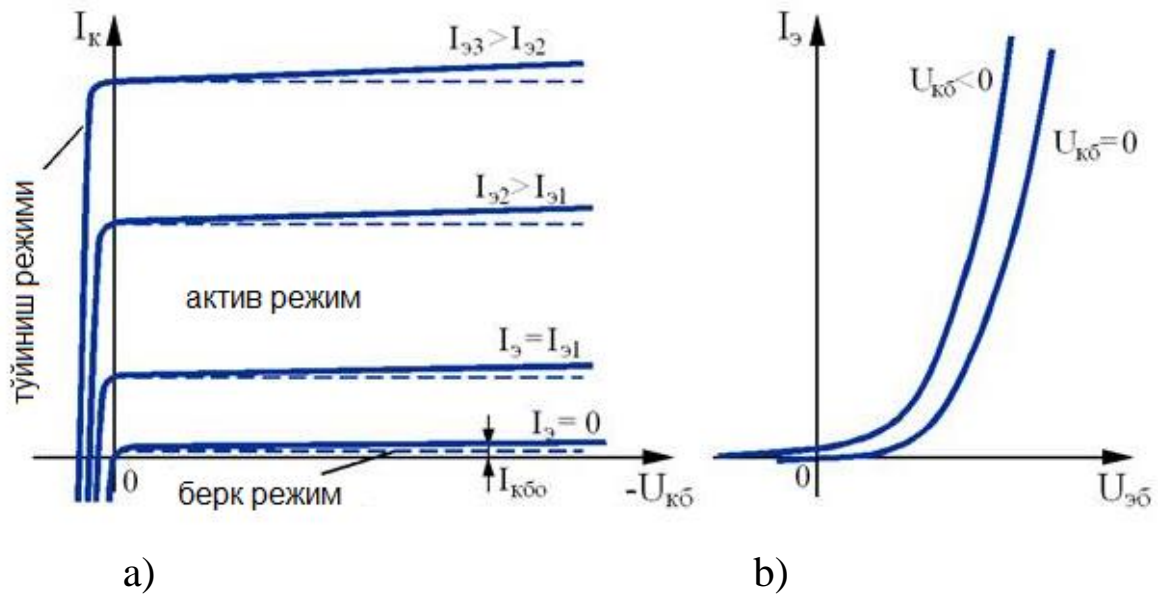
Mazkur ko'effitsiyent quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$K_R = K_I * K_U$$

(bu yerda  $K_I$  – tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti,  $K_U$  – kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti)



1-rasm. UE ulanish sxemasidagi BTning chiqish (a) va kirish (b) tasnifi oilalari



2-rasm. UB ulanish sxemasidagi BTning chiqish (a) va kirish (b) tasnifi oilalari

**misol**

Umumiy emitter ulanish sxemasida berilgan bipolyar tranzistorning statik chiqish tasniflaridan (3-rasm) foydalanib grafo-analitik usulda kuchaytirgich parametrlarini aniqlang.

Buning uchun:

- yuklama chizig'ini quring;
- tasniflarda tok va kuchlanishlarning vaqt diagrammalarini quring va signal shaklida buzilish mavjud yoki mavjud emasligini aniqlang, kollektor va bazadagi kuchlanishlar, kollektorlagi tok amplituda qiymatlarini aniqlang;
- chizikli rejim uchun tok bo'yicha  $K_I$ , kuchlanish bo'yicha  $K_U$ , quvvat bo'yicha  $K_R$  kuchaytirish koeffitsiyentlari hamda kuchaytirgich kirishidagi qarshilik  $R_{KIR}$  ni hisoblang. Yuklamadagi foydali quvvat  $R$ , kollektorda sochilayotgan quvvat  $R_K$ , iste'mol qilinayotgan quvvat  $R_{IST}$  va foydali ish koeffitsiyenti  $\eta$  ni aniqlang.

KT315A tranzistori berilgan bo'lib,  $Ye_K=15$  V, yuklamadagi qarshilik  $R_{Yu}=500$  Om, baza zanjiridagi o'zgarmas siljish toki  $I_{B0}=350$  mkA, baza tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi amplitudasi  $I_{BM}=150$  mkA.

BTning chiqishdagi statik tasniflari tegishli ko'rsatkichlari bilan 3-rasmda keltirilgan. Yuklama chizig'i  $U_{K\exists} + I_R \cdot R_{I0} = E_K$  tenglama grafigiga mos keladi. Chiqish tasnif oilasida bu to'g'ri chiziqning  $U_{KE}=0$  dagi ordinatasiga  $I_K = E_K/R_{I0}$  nuqtaga mos keladi.  $I_K=0$  bo'lganda absissa  $U_{KE}=Ye_K$  nuqtaga mos keladi. Bu koordinatalarni birlashtirsak, yuklama chizig'i hosil bo'ladi.

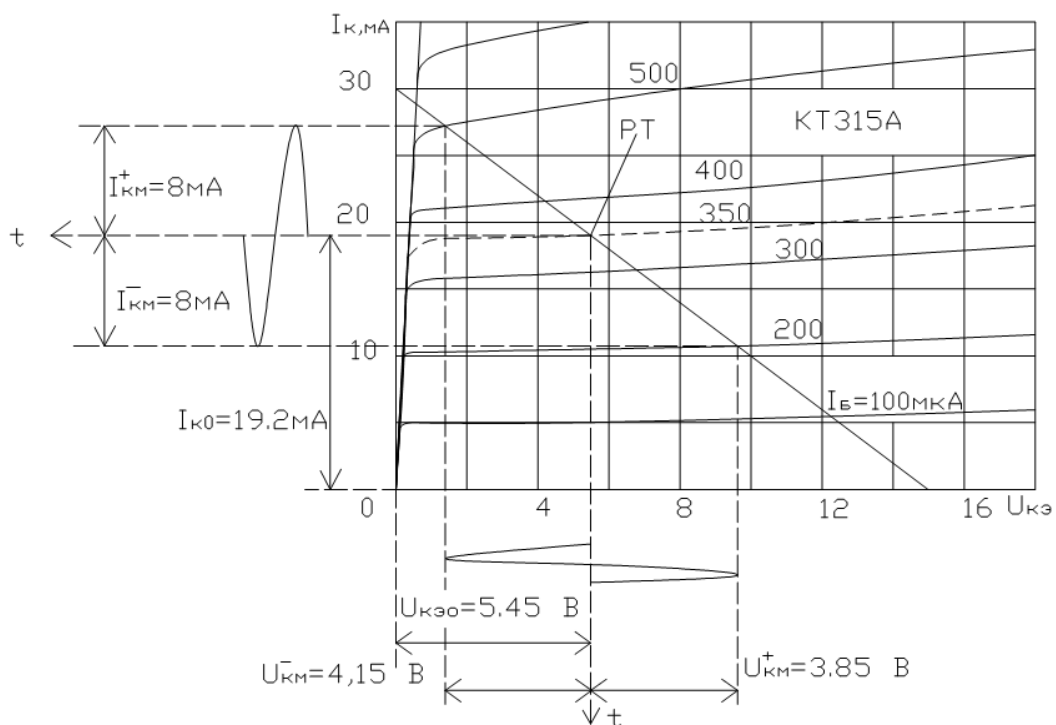
Bizning misolda yuklama chizig'i koordinatalari quyidagiga teng:

$$I_K = \frac{15}{500} = 30 \text{ mkA} \quad \text{va} \quad U_{K\exists} = 15 \text{ B.}$$

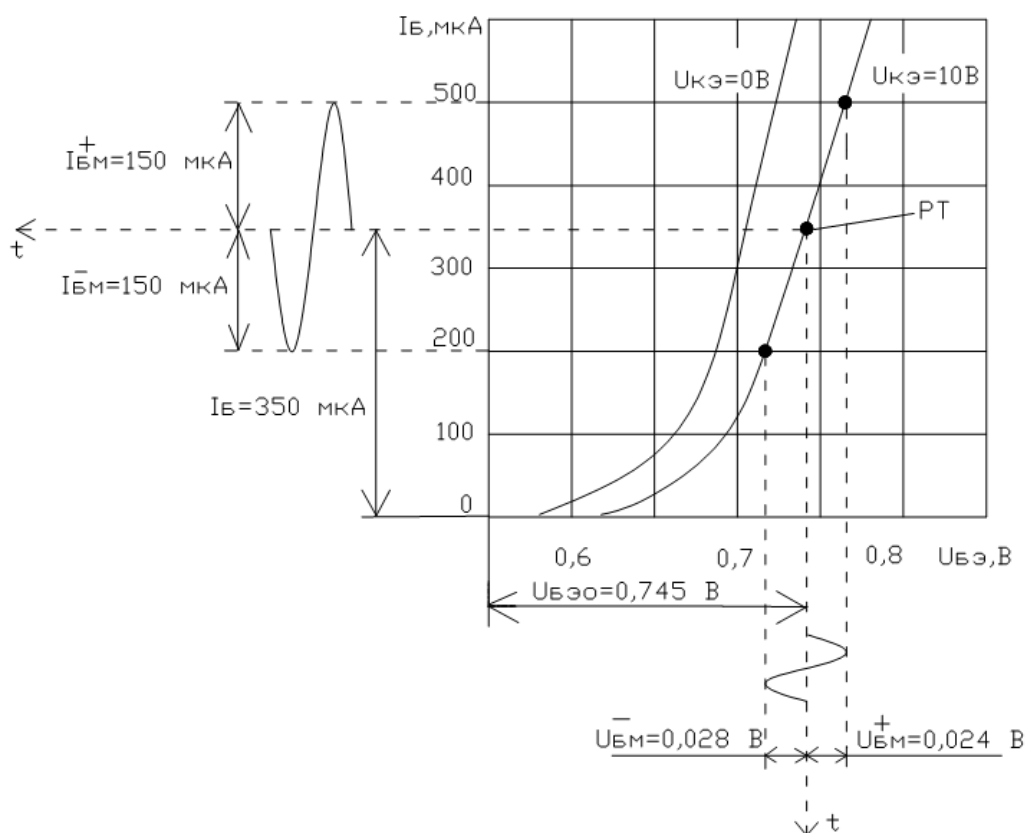
Yuklama chizig'ining berilgan baza toki  $I_B$  chizig'i bilan kesishgan nuqtasi tranzistorli bosqich (kaskad)ning ishchi nuqtasi (RT)ni anglatadi. Bizning misolda ishchi nuqta yuklama chizig'ining baza toki  $I_{BM}=350$  mkA chizig'i bilan kesishgan nuqtaga mos keladi.

Ishchi nuqta koordinatalari  $U_{KE0}$  va  $I_{K0}$  chiqish zanjiridagi ishchi rejimni belgilaydi. O'zgarmas tok rejimi bo'yicha parametrlarni aniqlaymiz  $I_{KE0}=19,2$  mA va  $U_{KE0}=5,45$  V.

Kirish tasniflarida esa (4-rasm) ishchi nuqtani  $U_{KE}=10$  V bo'lganda  $I_{K0}=350$  mkA tokka mos keladigan ordinata kesishish nuqtasi kabi aniqlaymiz.  $U_{BE0}=0,745$  V ni aniqlaymiz.



3-rasm. UE ulanish sxemasida berilgan BTning statik chiqish tasniflari oilasi



4-rasm. UE ulanish sxemasida berilgan BTning statik kirish tasniflari oilasi

$I_{BM}$  amplitudaga ega baza tokining sinusoidal o'zgarishidan grafik usulda tranzistor elektrodlaridagi tok va kuchlanish amplitudalarini aniqlaymiz. Sinusoidal kirish toki amplitudasi  $I_{BM}=150$  mkA bo'lgan holat uchun o'zgaruvchan kollektor toki, kollektor va baza kuchlanishlari vaqt diagrammalarini tuzamiz. Vaqt diagrammalarini tuzishda baza va kollektordagi kuchlanish fazalari teskari ekanligi inobatga olinadi. Vaqt diagrammalaridan tranzistorning chiqish zanjirida sezilarli buzilishlar bor yoki yo'qligi baholanadi.

Vaqt diagrammalaridan ko'rinib turibdi-ki, kirishdagi o'zgaruvchan tok ta'sirida chiqish tasniflarida ishchi nuqta yuklama chizig'i bo'ylab xarakatlanadi. Agar kirishdagi tokning biror davri ishchi nuqtasi signalning to'yinish yoki berk rejim sohasiga to'g'ri kelsa, kirishdagi signal amplitudasini shu chegaralardan chiqib ketmaydigan darajada kuchaytirish talab etiladi, ya'ni ishchi nuqta tranzistorning aktiv ish rejimi sohasida qolishi lozim.

Keyingi hisob ishlari faqat tranzistorning chiziqli yoki buzilishsiz deb nomlanadigan aktiv rejimi uchun amalga oshiriladi.

Grafiklardan  $I_{KM}$ ,  $U_{KM}$  va  $U_{BM}$  kattaliklarni aniqlash jarayonida, signalning musbat va manfiy yarim davrlaridagi amplituda qiymatlari bir xil bo'lmasligi mumkinligini inobatga olish zarur, demak, aktiv rejimda katta signalni kuchaytirishda ma'lum buzilishlar kuzatiladi.

Keyingi hisoblashlar uchun amplitudalarning davr bo'yicha o'rtacha qiymati olinadi.

Chiqishdagi statiki tasniflardan (3-rasm) tok va kuchlanishlarni musbat va manfiy amplituda qiymatlarini topamiz:  $I_{KM}^+=8$  mA va  $I_{KM}^- = 8$  mA, hamda  $U_{KM}^+ = 3,85$  V va  $U_{KM}^- = 4,15$  V. So'ngra amplitudalarning o'rta qiymatini aniqlanadi:

$$I_{KM} = \frac{I_{KM}^+ + I_{KM}^-}{2} = \frac{8 + 8}{2} = 8 \text{ mA}, U_{KM} = \frac{U_{KM}^+ + U_{KM}^-}{2} = \frac{3,85 + 4,15}{2} = 4 \text{ B.}$$

Kirish tasniflaridan  $U_{BM}^+ = 0,024$  V va  $U_{BM}^- = 0,028$  V ni aniqlaymiz.

$$U_{BM} = \frac{U_{BM}^+ + U_{BM}^-}{2} = \frac{0,024 + 0,028}{2} = 0,026 \text{ B.}$$

So'ngra kuchaytirish koeffitsiyentlarini hisoblab topamiz:

$$K_I = \frac{I_{KM}}{I_{BM}} = \frac{8}{0,15} \approx 53, \quad K_U = \frac{U_{KM}}{U_{BM}} = \frac{4}{0,026} \approx 154,$$

$$K_P = K_I \cdot K_U = 53 \cdot 154 = 8162.$$

$$R_{КИР} = \frac{U_{BM}}{I_{BM}} = \frac{0,026}{0,15 \cdot 10^{-3}} \approx 173 \text{ Ом}, \quad R_{ЧИК} = \frac{U_{KM}}{I_{KM}} = \frac{4}{8 \cdot 10^{-3}} \approx 500 \text{ Ом}$$

ni aniqlaymiz.

Endi esa, foydali quvvat, kollektorda sochilayotgan quvvat hamda iste'mol qilinayotgan quvvatlarni hisoblaymiz:

$$P = \frac{U_{KM} \cdot I_{KM}}{2} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{0,15} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ мВт},$$

$$P_{K0} = U_{KЭ0} \cdot I_{K0} = 5,45 \cdot 19,2 \cdot 10^{-3} = 104,6 \text{ мВт}.$$

$$P_{\Pi} = E_{KЭ} \cdot I_{K0} = 15 \cdot 19,2 \cdot 10^{-3} = 288 \text{ мВт}.$$

Foydali ish koeffisiyenti:

$$\eta = \frac{P}{P_{\Pi}} \cdot 100 \% = \frac{16}{288} \cdot 100 \% = 5,55 \%$$

### ***Nazorat savollari***

1. BTda bajarilgan kuchaytirgich bosqichining asosiy parametrlarini katta signal rejimida aniqlash usulini tushuntiring.
2. UE, UB va UK ulanish sxemalarida bajarilgan kuchaytirgich bosqichlarining afzallik va kamchiliklarini aytib bering.

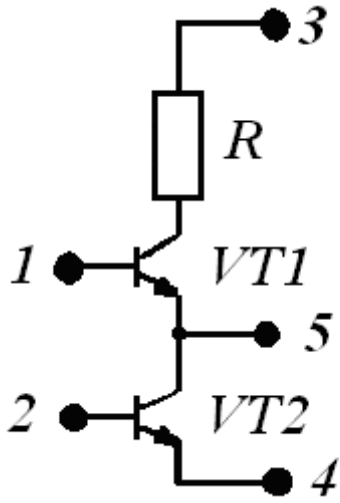
## **8 – Amaliy mashg'ulot**

### **IMS tayyorlash texnologiyasi va klassifikasiyasi bilan tanishish**

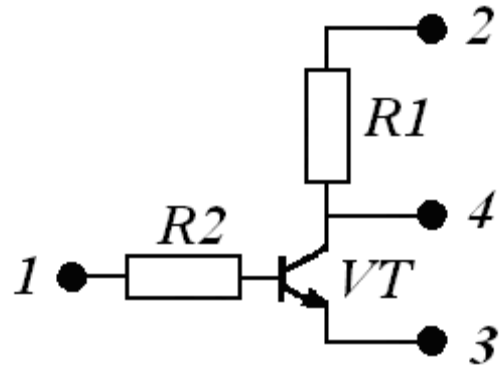
**Maqsad:** Integral mikrosxema (IMS) tayyorlash texnologiyasining asosiy bosqichlari, ularning topologiyasi bilan tanishish va IMS belgilanish tizimini o'rganib chiqish.

#### **Topshiriq**

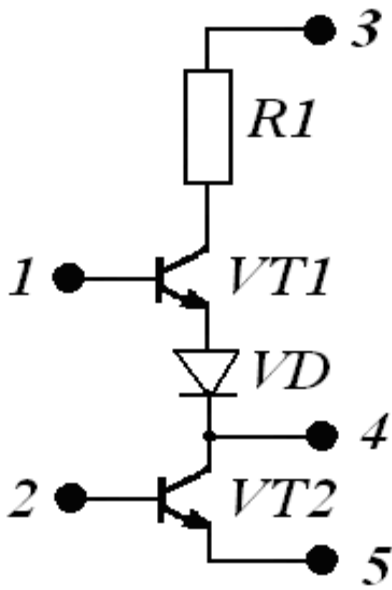
1. IMS belgilanish tizimini o'rganib chiqing va berilgan IMSlar majmuidagi har bir IMS uchun qisqacha ta'rif bering: funksional vazifasi, texnologiyasining turi, qo'llanish sohasi, asosiy parametrlari va x.z.
2. Berilgan topshiriq variantidan kelib chiqqan holda mikroskop yordamida kuzatilayotgan IMS kristallining tuzilmasini chizing va tushuntirib bering.
3. Berilgan majmuadagi IMS raqami, turi, klassifikasiyasi va har bir IMS turkumini aniqlang.
4. Ma'lumotnomadan foydalanib o'rganilayotgan IMSga tasnif bering: bajaradigan vazifasi, qo'llanish sohasi, asosiy elektr parametrlari.
5. IMS tayyorlash asosiy bosqichlaridan foydalanib, IMS tayyorlash texnologik bosqichlarining ketma – ketligi haqida umumiy bayon bering va ularga qisqacha tasnif bering.
6. Yarim o'tkazgich plastina namunasini mikroskopning ko'rinish sohasiga o'rnatib, aniq tasvirga erishing va ko'rinayotgan tasvirni chizib oling.
7. Kuzatilayotgan tasvir qaysi texnologik bosqichga taa'luqli ekanini aniqlang.
8. Mikroskop ostida tugallangan kichik va o'rta darajali integrasiyadagi IMS topologiyasini ko'rikdan o'tkazing.



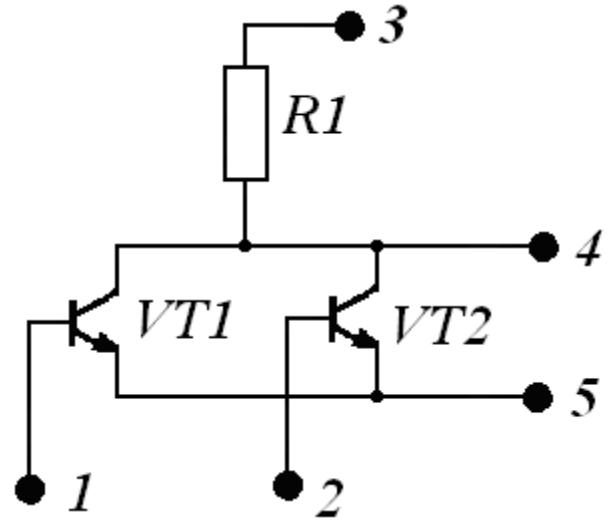
0



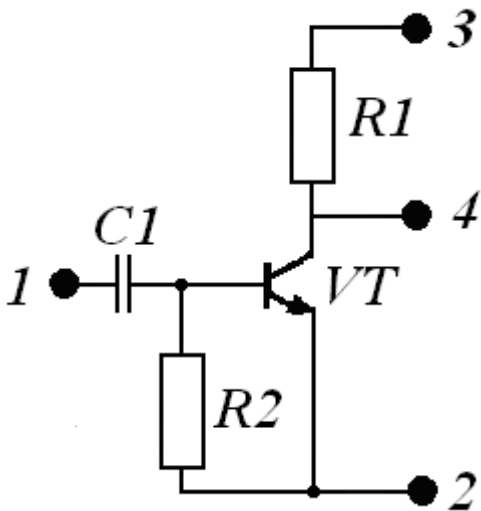
1



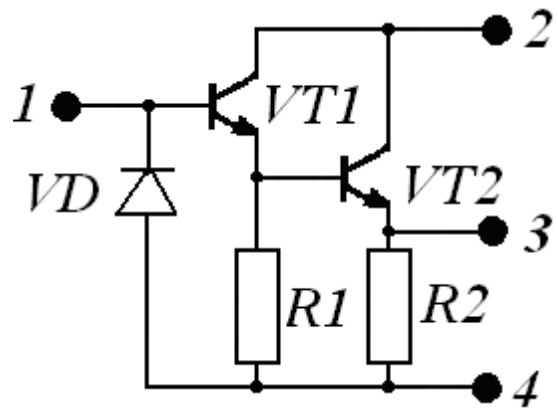
2



3

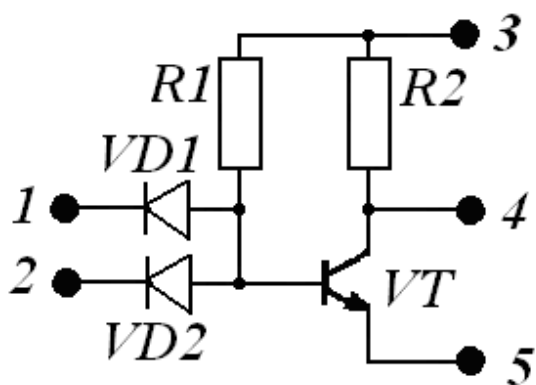


4

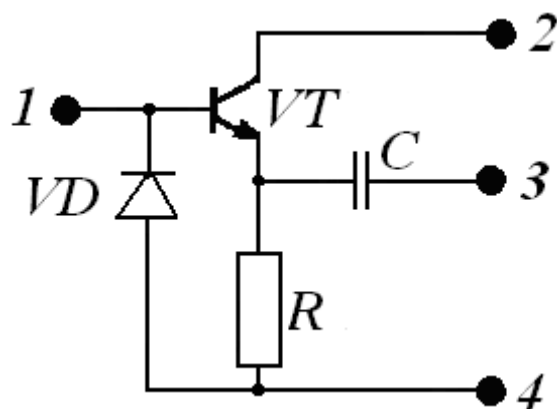


5

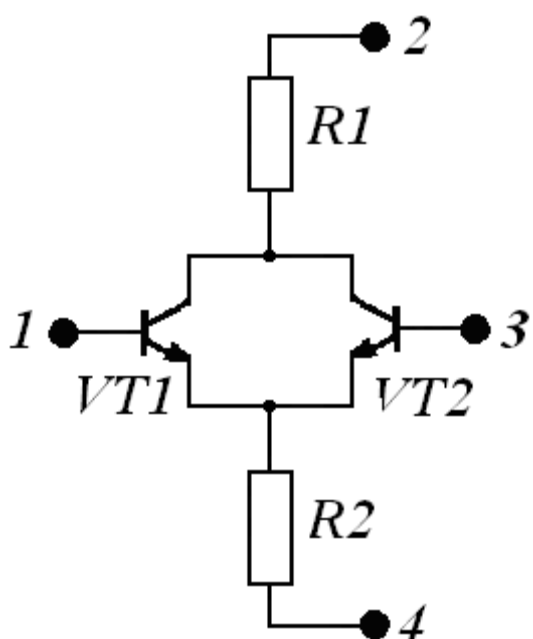




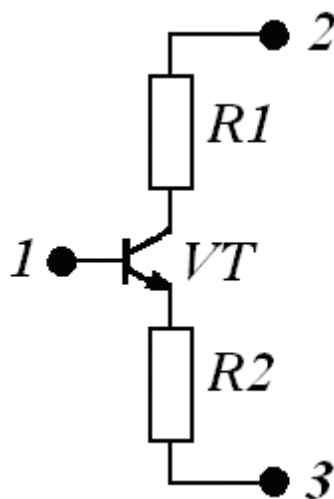
6



7



8



9

### Hisobot mazmuni:

- berilgan majmuadagi IMSlarning asosiy belgilanishlari;
- berilgan majmuadagi har bir IMS uchun qisqacha tasnif;
- yarimo'tkazgich va gibrid IMSlar tayyorlash texnologik bosqichlarining bayoni;
- mikroskop ostida kuzatilayotgan IMS kristalli tuzilmasining rasmi va shu rasmga mos keluvchi texnologik bosqich mohiyatining bayoni.

## *Nazorat savollari*

1. Integral mikrosxema (IMS) nima ?
2. IMS asosiy xususiyati nimada ?
3. IMS elementi va komponentasi deb nimaga aytiladi ?
4. Pardali, gibrid va yarim o'tkazgichli IMSlarning bir – biridan farqi nimada?
5. Nima sababli tranzistorli tuzilma turli IMS elementlari yasashda asosiy hisoblanadi ?
6. Integral mikrosxema elementlarini izolyasiyasi qanday amalga oshiriladi ?
7. Planar va planar – epitaksial texnologiyada yasalgan tranzistorlar bir – biridan nimasi bilan farq qiladi ?
8. Raqamli va analog IMSlarning murakkablik darajasi (integrasiya darajasi) qanday aniqlanadi ?
9. Analog IMSlarda qanday signallar qayta ishlanadi ?
10. Raqamli IMSlarda qanday signallar qayta ishlanadi ?

## ADABIYOTLAR

1. Aripov X.K., Abdullayev A.M., Alimova H.B., Bo‘stonov X.X., Obedkov Ye.V., Toshmatov Sh.T.. Elektronika. Darslik. –Toshkent: Fan va texnologiya, 2011. 432 b.

2. Aripov X.K., Abdullayev A.M., Alimova H.B., Bo‘stonov X.X., Obedkov Ye.V., Toshmatov Sh.T.. Sxemotexnika. Darslik. –Toshkent: Tafakkur bo‘stoni, 2013. 448 b.

3. Карлащук В.И.. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и её применение. –М.: Солон-Р, 1999.

4. Аминова Д.Н., Халилова М.Р. "Электрон занжирлар микросхемотехника" фанидан тажриба ишлапрни бажаришга оид услубий кўлланма. –Тошкент, 2006.

5. Электротехника и электроника / Методические указания к лабораторным и самостоятельным работам. Составители: Л.А.Брякин, А.С.Бычков. Часть 1.-Пенза, Издательство ПГУ, 2003.66 с.

6. Электротехника и электроника / Методические указания к лабораторным занятиям и самостоятельной работе. Составитель Л.А.Брякин. Часть 2.- Пенза, Издательство ПГУ, 2003.44 с.

## MUNDARIJA

1-amaliy mashg'ulot	
Proteus dasturini o'zlashtirish.....	3
2-amaliy mashg'ulot	
Proteus dasturini o'zlashtirish. Diodlarni tadqiq etish.....	9
3-amaliy mashg'ulot	
Tiristorni tadqiq etish.....	13
4-amaliy mashg'ulot	
Ikkilamchi kuchlanish manbaini hisoblash va yig'ish.....	17
5-amaliy mashg'ulot	
Bipolyar tranzistorni tadqiq etish.....	22
6-amaliy mashg'ulot	
Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich bosqichining differensial (h-) parametrlarini hisoblash.....	29
7-amaliy mashg'ulot	
Bipolyar tranzistorda bajarilgan kuchaytirgich bosqichining asosiy parametrlarini hisoblash.....	33
8 – amaliy mashg'ulot	
IMS tayyorlash texnologiyasi va klassifikasiyasi bilan tanishish	39
Adabiyotlar.....	43

Muharrir:

Sidikova K.A.