

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

**ABU RAYXON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**KUCHAYTIRGICH VA IMPULS  
QURILMALAR**

fanidan laboratoriya ishini bajarish uchun

**USLUBIY QO‘LLANMA**

Toshkent - 2016

**Tuzuvchilar: Mavlonov Sh.A, Gulyamova S.T.**

„Kuchaytirgich va impuls qurilmalar” fanidan 5350700-Radioelektron qurilmalar va tizimlari, 5111000-Kasb ta’limi (radioelektron qurilmalari va tizimlari) ta’lim yo’nalishi bakalavriat talabalariga laboratoriya ishini bajarish uchun uslubiy qo’llanma. ToshDTU, 2016.- 64 b.

Uslubiy qo’llanma 5350700 va 5111000 yo’nalishida ta’lim oluvchi bakalavriat talabalariga mo’ljallangan bo’lib, „Kuchaytirgich va impuls qurilmalar” fanidan olingan nazariy bilimlarini mustahkamlash uchun amaliy tajribalar o’tkazishga mo’ljallangan.

Uslubiy qo’llanma tarkibida 18 ta laboratoriya ishi bo’lib, elektronika, radiotexnikada keng tarqalgan yarimo’tkazgichli asboblardan biquibli, maydon tranzistorli, tiristorlarning statik xarakteristikalarini, kuchaytirgichlar, generatorlar, impulsi qurilmalar hamda raqamli qurilmalarning prinsipial sxemalari, qurilmalarning xarakteristikalarini olish va parametrlarini aniqlash uslubi keltirilgan. Shu bilan bir qatorda ishni bajarilish tartibi va nazariy savollar keltirilgan.

*Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-usubiy kengashi tomonidan chop etishga ruxsat berilgan.*

Taqrizchilar:

Tashmuxeimedova D.A. TDTU “Muhandislik tizimlari” fakulteti, « NE va ET» kafedrasini professori, t.f.d  
Abdumajidov B.A. «O’ztele-radio xizmat» MChJ direktori

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2016.

## Kirish

Yaratilgan uslubiy qoʻllanma “Kuchaytirgich va impuls qurilmalar” fanini oʻzlashtirishda olingan nazariy bilimlar orqali amaliy tajribalarni bajarishda foydali xizmat qiladi. Rejada laboratoriya ishini oʻtkazish uchun 36 soat ajratilgan boʻlib, 18 soati 5-semestrda, qolgan 18 soati 6-semestrda laboratoriya darsi oʻtkaziladi. Uslubiy qoʻllanmadan foydalanish shunday olib boriladiki, universal stenddagi koʻchma panellarning prinsipial sxemasi uslubiy qoʻllanmada keltirilgan prinsipial sxemaga aynan oʻxshash, shuning uchun kerakli elementlar paneldagi sxemaga kiritib qoʻyiladi, kerakli manba va oʻlchov asboblari ulansa, sxema tayyor holga keladi va qoʻllanmada soʻralgan xarakteristikalar qulaylik bilan olinadi. Stendda laboratoriya ishini 2 yoki 3 ta talaba birgalikda bajaradi.

Uslubiy qoʻllanma tarkibidagi laboratoriya ishlari toʻrt qismga boʻlinadi. Birinchi qismida yarim oʻtkazgichli asboblarning ulanish sxemalari, xarakteristikalari, parametrlari oʻrganiladi. Ikkinchi qismida yarim oʻtkazgichli asboblardan tuzilgan kuchaytirgichlar, generatorlarning ulanish sxemasi va xarakteristikalari oʻrganiladi.

Uchinchi qismida impulsli qurilmalarning keng tarqalgan tiplari oʻrganiladi.

Toʻrtinchi qismida impulsli qurilmalar bilan organik bogʻlangan raqamli qurilmalarning elementlari oʻrganiladi.

Tuzilgan uslubiy qoʻllanma qiyinchiliksiz va muammosiz qoʻllaniladi va koʻzlangan natija toʻla- toʻkis olinadi, chunki bu sxemalarni ishlatish uslubining rus tilidagi varianti oldinroq chop etilgan va sinovdan oʻtkazilgan. Qoʻllanmani tayyorlashda mamlakatimiz va chet el adabiyotlaridan [1,2,3,...9] foydalanilgan.

Laboratoriya ishini oʻtkazish vaqti va mavzusi maʼruzada oʻtiladigan mavzu bilan parallel oʻtilsa, materialni oʻzlashtirish yana ham unumli va tushunarli boʻlishini koʻzda tutish lozim.

## Qabul qilingan qisqartiruvlar

AM-amplitudali modulyatsiya;  
AX-amplitudali xarakteristika;  
AFX – amplituda-faza xarakteristikasi;  
VAX-volt-amper xarakteristika;  
CHX-chastota xarakteristika;  
ACHX-amplituda chastota xarakteristika;  
TG-stenddagi tok generatori;  
KG1, KG2, KG3-stenddagi kuchlanish generatori;  
O‘M-o‘zgaruvchan kuchlanish manbai;  
MB-manba bloki;  
AVO, AVM1, AVM2-amper, voltmetrlar;  
CHIQO‘-chiqish o‘lchagich; CHO‘-chastota o‘lchagichi;  
YUCHG-yuqori chastotali generator;  
TBG-to‘g‘ri burchakli impuls ishlab chiqaruvchi generator;  
O‘TG-o‘zgarimas tok generatori;  
OK-oraliq kuchaytirgich;  
G1, G2-tok va kuchlanish generatori;  
RA1, RA2-tokni o‘lchovchi asbob;  
RI1, RI2-kuchlanishni o‘lchovchi asbob;  
X1, X2-bog‘lovchi teshikcha;  
 $U_{kir}$ -kirishdagi kuchlanish;  
 $U_{chiq}$ -chiqishdagi kuchlanish;  
 $K_{eq}$ -emitter qaytargichni kuchaytirish koeffitsiyenti;  
F-signal chastotasi;  
 $\tau_i$ -impuls kengligi;  
KP103, MP40A, KP103J, MP37, KT361, GT308, MP114, MP255,  
MP21E, M37 – tranzistorlar;  
BE-boshqariluvchi element;  
KU101-tiristor;  
D220, D9J – diodlar.

## 1-laboratoriya ishi

### TRANZISTORNING UMUMIY BAZAGA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad**-tranzistorning asosiy parametrlari bilan tanishish hamda statik kirish va chiqish xarakteristikasini hosil qilish.

#### Nazariy tushuncha

Biquibli tranzistor-elektro o'zgartirgich bo'lib, ikkita p-n o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan, quvvatni kuchaytiruvchi uchta chiqishli yarim o'tkazgichli asbob. „Bipolyar“ (biquibli) so'zining ma'nosi tranzistorda har xil ishorali zaryad tashuvchi elektronlar va kavaklar bor. Tranzistorni tayyorlashda germaniy va kremniy ishlatiladi. Tranzistorlar p-n-p va n-p-n tipli yarim o'tkazgichli kristallarni kavsharlab hosil qilinadi.

Tranzistorlar quvvati va chastotasi bo'yicha uch guruhga bo'linadi: kam quvvatli-0,3Vt dan kichik, o'rta quvvatli 0,3Vt dan 1,5Vt gacha, katta quvvatli 1,5Vt dan yuqori. Chastotasi bo'yicha; past chastotali 3 MHz dan kichik, o'rta chastotali 3 MHz dan 30 MHz oralig'ida va yuqori chastotali 30MHz dan-300MHz gacha. Tranzistorlarda o'rta qatlam baza deyiladi. Bazani chap tomonidagi qatlam emitter (zaryad tashuvchi),o'ng tomonidagi qatlam kollektor (zaryad qabul qiluvchi) deyiladi.

Emitter-baza o'tkazuvchanligiga ishorasi mos yo'nalishda kirish manbai  $E_1$ , kollektor-baza o'tkazuvchanligiga ishorasi teskari yo'nalishda chiqish manbai  $E_2$  ulanadi. Birinchi manba kirish zanjiriga, ikkinchi manba chiqish zanjiriga ulanadi.

Zanjirdan oqadigan toklar  $I_e=I_k+I_b$  teng va  $I_e>I_q$   $I_e>>I_b$ . Emitterdagi tok  $I_e=0$  bo'lganda, kollektordan asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar hisobiga juda kichik tok-  $I_{ko}$ (mkA) oqadi. Tranzistorlar uch xil ulanish sxemasiga ega; umumiy emitter ulanish sxemasi (UE), umumiy baza ulanish sxemasi (UB), umumiy kollektor ulanish sxemasi (UK). Nomi qayd qilingan elektrod tran-zistorning chiqish va kirish zanjiri uchun umumiy elektrod bo'lib xizmat qiladi. Har bir sxemani statik kirish va statik chiqish xarakteristikasi bor.

Chiqish xarakteristikasini hosil qilish uchun kirishdagi tokni o'zgartirmasdan, chiqishdagi kuchlanish o'zgartiriladi va chiqishdagi tokning o'zgarishi yoziladi. Kirish xarakteristikasini olish uchun chiqishdagi kuchlanishni o'zgartirmasdan, kirishdagi kuchlanish o'zgartirib, kirishdagi tok o'zgarishi yoziladi.

Tranzistorning  $h$  parametrlari va ishlatish uchun kerak bo'ladigan parametrlari quyidagilardan iborat:

$h_{11}=U_1/I_1$ ,  $U_2=0$ , -kirish qarshiligi;

$h_{12}=U_1/U_2$ ,  $I_1=0$ , -teskari bog'lanish koeffitsiyenti;

$h_{21}=I_2/I_1$ ,  $U_2=0$ , -tok bo'yicha kuchayish koeffitsiyenti;

$h_{22}=I_2/U_2$ ,  $I_1=0$  -chiqish o'tkazuvchanligi.

-maksimal ruxsat berilgan quvvat  $-R_k$  maks

-maksimal ruxsat berilgan kollektor toki  $-I_k$  maks.

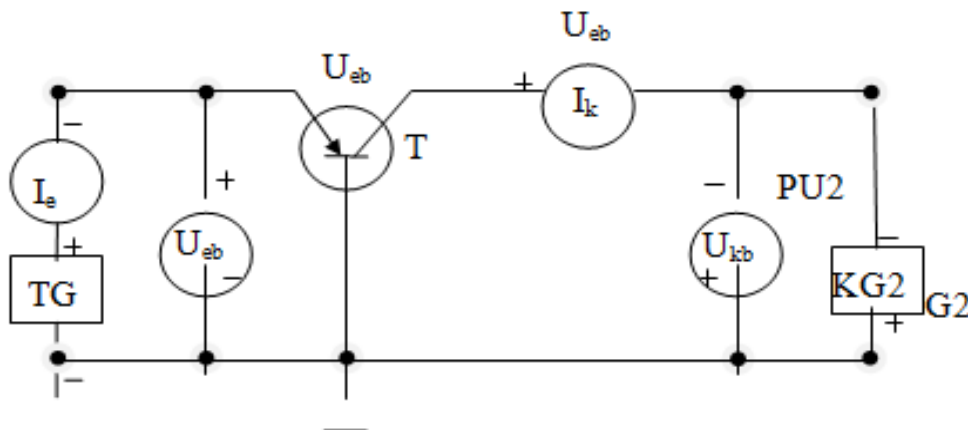
-maksimal ruxsat berilgan kollektor kuchlanishi  $-U_k$  maks.

-kuchaygan tokning chastota chegarasi  $-f_\beta$ .

**Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:** TG- tok generatori, KG1, KG2- kuchlanish generatorlari, AVM1, AVM2, AVO-ampervoltmetr o'lchov asboblari, MB-manba va tranzistor KP103 (MP40A).

### Ishni bajarish tartibi

1. Tekshirilayotgan tranzistor (KP 103 yoki MP 40A) ni 1- rasmdagi keltirilgan prinsipial sxemaga kiritib qo'ying, kerakli o'lchov asboblari vamanbani ulang.



1-rasm. Tranzistorning umumiy baza ulanish sxemasi

2. Tranzistorning umumiy baza ulanish sxemasidagi oilaviy statik kirish xarakteristikasini oling. Buning uchun  $U_{kb}=0$  va  $U_{kb}=-5V$  beriladi va baza kuchlanishini  $U_{eb}0,4V$  gacha o'zgartiriladi, va emitter tokining o'zgarishi 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

$U_{kb}=-5V$	$I_e[mA]$						
	$U_{eb}[V]$						
$U_{kb}=0V$	$I_e[mA]$						
	$U_{eb}[V]$						

3. Tranzistorning statik chiqish xarakteristikasini oling. Buning uchun emitter tokiga  $I_e$  bir nechta qiymat beriladi va chiqishdagi  $U_{kb}$  kuchlanish o'zgartiriladi va kollektor tokining  $I_k$  o'zgarishi 2-jadvalga yoziladi.

4. 1 va 2- jadval asosida statik kirish va statik chiqish xarakteristikasi tuzing, hamda  $I_e=10 mA$ ,  $U_{kb}=5V$  da kirish qarshiligi  $r_{kir}$  ni aniqlang.

5. 1, 2-jadval yordamida differensial qarshilik  $r_{dif}$ , chiqish qarshiligini  $r_{chiq}$ , tokbo'yichauzatishkoeffitsiyentini aniqlang

2-jadval

$I_e=2mA$	$I_k[mA]$						
	$U_{kb}[V]$						
$I_e=10mA$	$I_k[mA]$						
	$U_{kb}[V]$						

### Hisobotning mazmuni

1. Hisobotning nomi.
2. Foydalanilgan asboblarning nomi
3. Ishlatilgan prinsipial sxema
4. Hisobotda foydalanilgan formula, nazariy va tajriba yordamida 1 va 2-jadvallar.
5. 1 va 2-jadvallar.
6. Kirish va chiqish xarakteristikalari.

### **Nazorat savollari**

1. To'g'ri (p-n-p) va teskari (n-p-n) tipli tranzistorlarning emitter, baza va kollektori qanday o'tkazuvchanlikka ega?
2. Tranzistorning qanday ulanish sxemasini bilasiz?
3. Tranzistorning umumiy baza ulanish sxemasida tok bo'yicha uzatish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi va nechaga teng?
4. Kollektorda asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilar qanday tokni hosil qiladi?



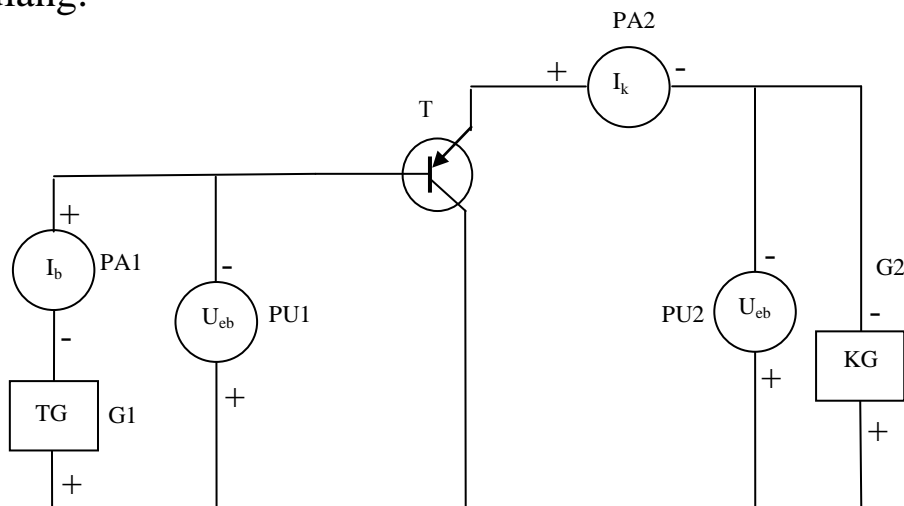
## 2-laboratoriya ishi

### TRANZISTORNING UMUMIY EMITTERGA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad** -tranzistorning asosiy parametrlari bilan tanishish, hamda statik kirish va chiqish xarakteristikasini hosil qilish. Ishda quyidagi o'lchov asboblari va manba ishlatiladi: TG-tok generatori, KG1, KG2-kuchlanish generatorlari, AVM1, AVM2, AVO-ampervoltmetr o'lchov asboblari, MB-manba va tranzistor KP 103 (MP 40 A).

#### Ishni bajarish tartibi

1. Tekshirilayotgan tranzistorni (KP103 yoki MP40 A) 2- rasmdagi keltirilgan prinsipial sxemaga kiritib qo'ying, kerakli o'lchov asboblari va manbani ulang.



2-rasm. Tranzistorning umumiy emitter ulanish sxemasi

2. Tranzistorning umumiy emitter ulanish sxemasidan oilaviy statik kirish xarakteristikasini aniqlang. Buning uchun kollektor-emitter  $U_{ke} = -1V$  va  $U_{ke} = -8V$  kuchlanish beriladi va baza toki har 50 mkA o'zgariganda baza-kollektor kuchlanishini o'lchab, 3-jadvalga yozing.

3-jadval

$U_{ke} = -1V$	$I_b [mA]$						
	$U_{kb} [V]$						

$U_{ke}=-$	$I_b[\text{mkA}]$						
8V	$U_{kb}[\text{V}]$						

3. Tranzistorning umumiy emitter ulanish sxemasidagi oilaviy chiqish xarakteristikasini oling. Buning uchun baza tokiga  $I_b=200\text{mkA}$  beriladi va kollektor-emitter kuchlanishini 1 volt dan boshlab oshirib boriladi va kollektor toki  $I_k$  ning o'zgarishi 4-jadvalga yoziladi. Baza tokining boshqa qiymatlarida ham shunday qilib 4-jadvalga yozing.

4. 3 va 4- jadval yordamida statik kirish va chiqish xarakteristikalarini tuzing,  $I_b=800\text{mkA}$ ,  $U_{ke}=-10\text{V}$  da kirish qarshiligi  $-r_{kir}$ , chiqish qarshiligi  $-r_{chiq}$  va tok bo'yicha uzatish koeffitsiyenti  $\beta$  ni aniqlang.

4- jadval

$I_b=200\text{mkA}$	$I_k[\text{mA}]$						
	$U_{ke}[\text{V}]$						
$I_b=800\text{mkA}$	$I_k[\text{mA}]$						
	$U_{ke}[\text{V}]$						

### Hisobotning mazmuni

1. Hisobotning nomi.
2. Foydalanilgan asboblarning nomi.
3. Ishlatilgan prinsipial sxema.
4. Hisobotda foydalanilgan formula hamda nazariy va tajriba yordamida aniqlangan parametrlar.
5. 3 va 4- jadvallar.
6. Statik kirish va chiqish xarakteristikalari.

### Nazorat savollari

1. p-n-p va n-p-n tipli tranzistorlarning shartli belgilari qanday farqlanadi?
2. Tok bo'yicha uzatish koeffitsiyent  $\beta$  umumiy emitter ulanish sxemasida nechaga teng?
3. Umumiy emitter ulanish sxemasida kirish zanjiriga ulangan manba kattami yoki chiqish zanjiriga ulangan manba kattami?
4. Kollektordan oqadigan teskari tok  $I_{ko}$  tranzistorning sifatini belgilaydigan parametrlardan biri hisoblanadi. Bu tok katta bo'lsa, tranzistor sifatli hisoblanadimi yoki kichik bo'lganda sifatli hisoblanadimi?
5. Tranzistorni umumiy emitter ulanish sxemasining qolgan sxemalaridan afzalligi nimada?

### 3-laboratoriya ishi

## MAYDON TRANZISTORLARINING UMUMIY ISTOKKA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad** – p-n tipli maydon tranzistori bilan tanishish va asosiy xarakteristikalarini olish.

### Nazariy tushuncha

Maydon tranzistorlarida ishchi tok ikki elektrod (istok va stok) orasida oqadigan bir xil ishorali zaryadlar hisobiga (elektron yoki kavaklar) bo'ladi. Shuning uchun bunday tranzistorlarni unipolyar tranzistorlar deyiladi.

Maydon tranzistorlari istok bilan stok elektrodini orasida hosil qilingan kanalga qarab p-n tipli va zatvori alohida bo'lgan tranzistorlarga bo'linadi. Zatvori alohida bo'lgan tranzistorlar ham o'z navbatida induktsiyalangan kanalli (bunday tranzistorlarda doimiy kanal bo'lmaydi va ichida muhim kanal hosil qilib tayyorlangan tranzistorlarga bo'linadi. p-ntipli maydon tranzistorlarini kanalli yoki unipolyar tranzistorlar deyiladi. Zatvori alohida bo'lgan tranzistorlarni MDP yoki MOP tranzistorlar deyiladi.

Unipolyar tranzistorlarda tok kanalidan oqayotgan zaryadlarga bog'liq. Tok hosil qiluvchi zaryadlar istokdan stokka kanal bo'yicha oqadi. Kanalning yon tomoniga o'rnatilgan elektrod zatvor orqali bu oqim boshqariladi. Maydon tranzistorlari biqutbli tranzistorlarga o'xshab uchta ulanish sxemasiga ega: umumiy istok ulanish sxemasi, umumiy stok ulanish sxemasi va umumiy zatvor ulanish sxemasi.

Maydon tranzistorlarning asosiy yutuqlari quyidagicha:

1. Katta kirish qarshiligiga ega, p-n kanalli tranzistorlarda  $10^6 \div 10^9$  Om gacha, zatvori alohida tranzistorlarda  $10^{13} \div 10^{15}$  Om gacha.
2. Kanaldagi tok kanalning yon tomoniga o'rnatilgan kuchlanish orqali boshqariladi.
3. Kanaldan oqadigan zaryadlar bir xil ishorali bo'lganligi uchun xususiy shovqini kam.
4. Radiatsiya va temperaturaga bardoshli.

5. Integral sxemalarni hosil qilishda tranzistorni zich joylashtirish mumkin.

Maydon tranzistorlarining parametri quyidagilardan iborat:

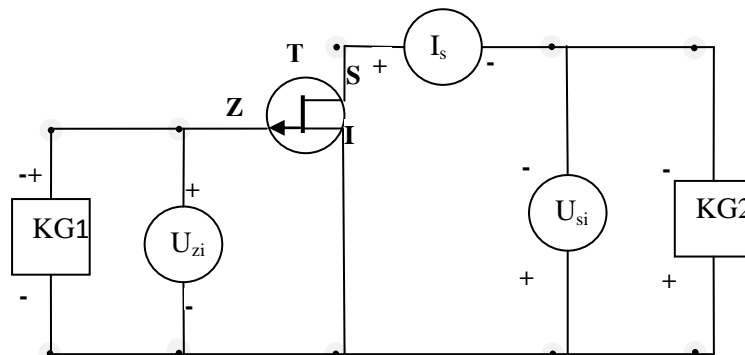
1. Xarakteristikaning buralishi  $S = \frac{\Delta I_e}{\Delta U_{zi}}$ ,  $U_c = \text{const}$ ;
2. Qirqim kuchlanishi –  $U_{3i} \cdot \text{qir}$ ;
3. Kirish qarshiligi –  $R_{kup} = \Delta U_{zi} \cdot \text{mak} / \Delta I_{z\text{mak}}$ ;
4. Chiqish qarshiligi –  $R_{chiq} = \Delta U_c / \Delta I_c$ ,  $U_{zi} = \text{const}$

Maydon tranzistorining chiqish (stokli) xarakteristikasi va stok – zatvor xarakteristikasi mavjud.

**Ishni bajarishda kerakli asboblari:** KG1, KG2 – kuchlanishi generatorlari, AVM1, AVM2 ampervoltmetr o‘lchov asboblari, ChiqO‘ manba va tranzistor KP10ZJ.

### Ishni bajarish tartibi.

1. Tekshirilayotgan maydon tranzistorini (KP10ZJ) 3-rasmdagi prinsipial sxemaga kiritib qo‘ying, kerakli o‘lchov asboblari va manbani ulang.



3-rasm. Maydon tranzistorining umumiy istok ulanish sxemasi.

2. Chiqish xarakteristikasi hosil qilinayotganda  $U_{zi}$  da o‘zgarmas kuchlanish o‘rnatiladi va  $U_{si}$  kuchlanishini 1V dan to 10V gacha oshirib,  $I_s$  ning o‘zgartirishini 5-jadvalga yoziladi.
3. Maydon tranzistorining  $-U_{zi}$  kuchlanishi bilan  $I_s$  toki orasidagi ( $U_{si} = \text{const}$ ) munosabatni aniqlovchi o‘tish xarakteristikasini aniqlang va 6-jadvalga yozing.

5-jadval

$U_{ZI}=0$	$U_{SI}=0\{V\}$					
	$I_S=0\{mA\}$					
$U_{ZI}=0,5$	$U_{SI}=0\{V\}$					
	$I_S=0\{mA\}$					
$U_{ZI}=1$	$U_{SI}=0\{V\}$					
	$I_S=0\{mA\}$					

6- jadval

$U'_{ZI}=0$	$U_{SI}=0\{V\}$					
	$I_S=0\{mA\}$					
$U''_{ZI}=0,5$	$U_{SI}=0\{V\}$					
	$I_S=0\{mA\}$					

4. Tajribadan olingan 5,6- jadval yordamida xarakteristikalarni tuzing va  $-U_{ZU.chiq}$  kuchlanishi va  $S$  ni aniqlang.
5. Hisoblangan natija ma'lumotnomadagi kattaliklar bilan solishtirilsin va tafovut bo'lsa, tahlil qilinsin.

### Hisobotning mazmuni

1. Hisobotning nomi.
2. Foydalanilgan asboblarning nomi.
3. Ishlatilgan prinsipial sxema.
4. Hisobotda foydalanilgan formula hamda nazariy va tajriba yordamida aniqlangan parametrlar.
5. 5,6- jadvallar
6. Chiqish va o'tish xarakteristikasi.

### Nazorat savollari

1. Maydon tranzistorini nima uchun unipolyar tranzistor deyiladi?
2. MDP va MOP tranzistorlari nimani anglatadi, izohlab bering?
3. Stok tokini p-n tipli tranzistorda qaysi zaryadlar hosil qilib beradi?

4. Biquotbli tranzistor tok orqali boshqarilsa, maydon tranzistori nima orqali boshqariladi?
5. Maydon tranzistorining asosiy yutuqlarini sanab o'ling.
6. Buralish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
7. p-n tipli va zatvori alohida bo'lgan maydon tranzistorining shartli belgisini chizing.


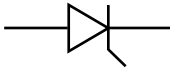
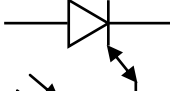


## 4-laboratoriya ishi

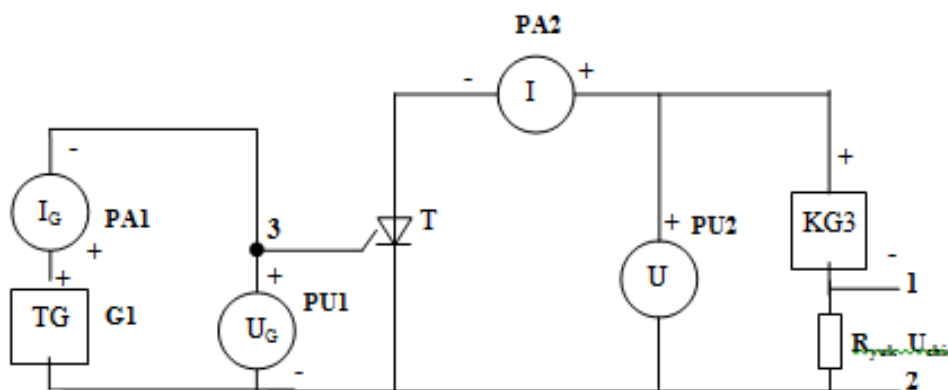
### TIRISTORNING ULANISH SXEMASINI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad** – tiristorning volt – amper xarakteristikasi va parametrlarini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha

Tiristor to'rt qatlamli kremniy kristallidan tayyorlangan yarimo'tkazgichli asbob bo'lib, ikkita turg'un holatga: past o'tkazuvchanlik holatiga (tiristor yopiq) va yuqori o'tkazuvchanlik holatiga (tiristor ochiq) ega. Tiristorning yopiq holatidan ochiq holatiga o'tishda tashqaridan qo'shimcha energiya ta'siri bo'lishi lozim. Tashqi energiya ta'siri kuchlanish (tok) yoki yorug'lik (fototiristorlar) bo'lishi mumkin. Asosiy turlari diodli (a) va triodli (b-d) tiristorlardan iborat.

- a) dinistor 
- b) bitta operatsiyali tiristor. 
- v) ikkita operatsiyali tiristor. 
- g) fototiristor. 
- d) simistor 



4-rasm. Tiristorning prinsipial sxemasi

**Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:** TG, KGZ, AVM1, AVM2, tiristor KU101 yoki  $R=2,4 \text{ k}\Omega$  va manba (0÷50 V gacha)

### Ishni bajarish tartibi

1. Tiristorning volt-amper xarakteristikasini o'rganish. Buning uchun tiristorning ulanish sxemasidagi (4-rasm) 3 nuqtadan tiristorning boshqaruvchi elektrodini uzing KGZ orqali kuchlanishni oshirib boring, tiristordan oqadigan to'g'ri tokning o'zgarishini 7-jadvalga yozing.

7-jadval

$I_a, \{mA\}$							
$U_a, \{V\}$							

2. Tiristorning boshqaruvchi elektrodiga TG orqali boshqaruvchi tok  $I_{bosh}$  bering va  $U_{to'g'ri}$  kuchlanishini oshirib, tiristorning ulanish kuchlanishini  $U_{ul}$  aniqlang (tiristorning ishga tushirish xarakteristikasi). Boshqaruvchi tokning  $I_{bosh}$  bir necha qiymatida  $U_{ul}$  kuchlanishni aniqlang va 8-jadvalga yozing.

8-jadval

$I_{bosh}, \{mA\}$	50	100	200	500	1000	3000	5000
$U_{ul}, \{V\}$							

3. Tiristorning ulanish toki  $I_{ul}$  ni aniqlang. Buning uchun tiristorning boshqaruvchi elektrodiga maksimal  $I_{bosh}$  tok bering va tiristorning anod – katodlariga beriladigan to'g'ri kuchlanishini oshirib boring va 9-jadvalga yozing.

9-jadval

$I_{b1}, mA$	$I_a, mA$							
	$U_a, B$							
$I_{b2}, mA$	$I_a, mA$							
	$U_a, B$							



4. Tajriba yoʻli orqali olingan jadvaldagi kattaliklarni koordinata oʻqlariga koʻchirib, xarakteristikalar chizing. Masshtabni tanlash va tuzish uchun tranzistorning nazariy xarakteristikasiga qarab moslashtiring.

### **Hisobotning mazmuni.**

1. Hisobotning mazmuni.
2. Foydalanilgan oʻlchov asboblarning nomi.
3. Prinsipial sxema.
4. Tiristorning parametrlarini yozish.
5. Eksperimentdan olingan jadvallar.
6. Jadvallar asosida hosil qilingan eksperimental xarakteristika

### **Nazorat savollari**

1. Koʻp qatlamli yarim oʻtkazgichli asbobning qaysi biri dinistor, qaysi biri tiristor deb ataladi?
2. Volt-amper xarakteristikaning qaysi qismida tiristor manfiy qarshilikka ega boʻladi?
3. Tiristorning  $I_{bosh}$  tokini oshirsak,  $U_{ulan.}$  oshadimi, kamayadimi yoki bir xilda qoladimi?
4. Tiristorni ishga tushuruvchi xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
5. Tiristorning asosiy parametrlari qaysilar?

## 5 - laboratoriya ishi

### BIQUTBLI TRANZISTORLI BITTA POG'ONALI (KASKADLI) KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad**- bitta pog'onali kuchaytirgichning ishlash jarayoni, parametri va xarakteristikasi bilan tanishish.

#### Nazariy tushuncha

Kuchaytirgich deb elektr signallari quvvatini ruxsat berilgan buzilish chegarasidan oshirmasdan kirish signalini kuchaytiruvchi qurilmaga aytiladi.

Kuchaytirgichlar asosiy belgilariga qarab quyidagilarga bo'linadilar: kuchaytirmoqchi bo'lgan signalning xarakteriga qarab, ya'ni garmonik signal kuchaytirgichlari yoki impuls signal kuchaytirgichlari; kuchaytirgichlarda ishlatiladigan elementlariga qarab (tranzistorli yoki lampali); kuchaytirgich kaskadlarining soniga qarab; ishlatiladigan manbaga qarab va boshqalar.

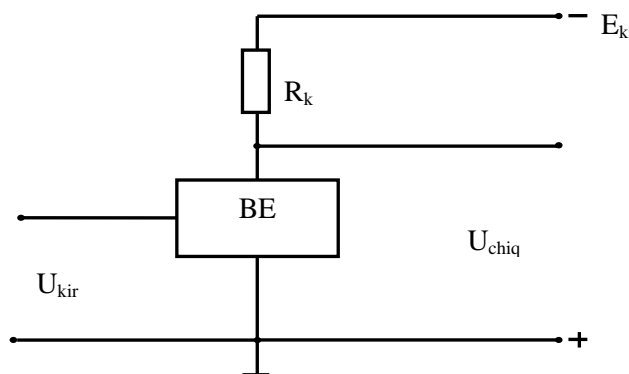
Asosiy belgilaridan biri bu ishlatilishi mumkin bo'lgan chastota chegarasidir. Hamma kuchaytirgichlar chiziqli va nochiziqli holatda ishlovchi kuchaytirgichlarga bo'linadi. Chiziqli holatda ishlovchi kuchaytirgichlarga chiqish signalining shakli kirish signalining shakliga o'xshagan signal olish talabi qo'yiladi. Chiziqli holatda ishlovchi kuchaytirgichlarning asosiy xarakteristikalari amplituda xarakteristikasi (AX), amplituda - chastota xarakteristikasi (AChX) va amplituda faza xarakteristikasi (AFX) dir.

5-rasmda kuchaytirgichning struktura sxemasi keltirilgan. Bu yerda BE – boshqariluvchi element.

AChX ning turiga qarab ular quyidagilarga bo'linadilar: o'zgarmas tok kuchaytirgichlari, past chastotali kuchaytirgichlar, yuqori chastotali kuchaytirgichlar, keng polosali kuchaytirgichlar, tor polosali kuchaytirgichlar.

Kuchaytirgichlarning asosiy texnik ko'rsatkichlari (parametrlari) quyidagilardan iborat:

-kuchaytirish koeffitsiyentlari –  $K_U$ ,  $K_I$ ,  $K_P$ ;



5-rasm. Kuchaytirgichning struktura sxemasi

- kirish va chiqish qarshiligi  $R_{kir}$ ,  $R_{chiq}$ ;
- chiqishquvvati –  $R_{chiq}$
- foydali ish koeffitsiyenti -  $\eta$ ;
- nominal kirish kuchlanishi –  $U_{kir}$  (sezgirlik);
- chastota bo'yicha kuchaytirish oralig'i  $f_{yuqori}$ - $f_{past}$
- amplituda bo'yicha dinamik diapazon  $D = 20 \lg \frac{U_{kir.maks}}{U_{kir.min}}$
- signallarning chastota, faza va chiziqli buzilishi.

Kuchaytirgichlarning kirishiga sinusoidal garmonik signal  $U_{kir}$  berilganda, kuchaytirgichning chiqishidan o'zgarmas kuchlanish  $E$  o'zgaruvchan chiqish kuchlanishiga aylanadi, ya'ni  $U_{chiq}$  signalining qonuni asosida o'zgaradi. Chiqishdagi kuchlanish shunday qaraladiki, o'zgaruvchan kuchlanish va tok o'zgarmas kuchlanish va toklarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni o'zgaruvchan tashkil etuvchilar  $I, U$  o'zgarmas tashkil etuvchilarga  $I_{o'z.m}, U_b$  ustma-ust tushadi.

Bular munosabati shunday bo'lishi kerakki, o'zgaruvchan tashkil etuvchining amplituda qimmati o'zgarmas tashkil etuvchidan kichkina yoki teng bo'lishi kerak

$$I > I_m \quad U > U_m.$$

Agar bu shart o'rinli bo'lmasa, chiqish signalining shakli buziladi. Shunday qilib, chiqish zanjirida xuddi kirish zanjiridagi singari, ammo kattaligi jihatdan yuqori o'zgarmas kuchlanish bo'lishi shart. O'zgarmas tashkil etuvchilar chiqish zanjirida ham, kirish zanjirida ham ma'lum potensial tinch holatni tashkil qiladi. O'zgarmas tashkil etuvchilar bilan bir

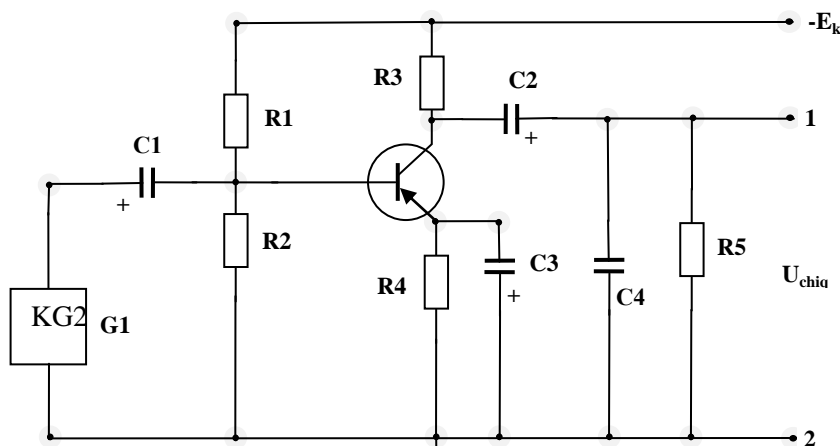
qatorida, kirish zanjirida ham (kuchaytirmoqchi bo'lgan signal) chiqish zanjirida ham (kuchaygan signal) o'zgaruvchan tashkil etuvchilar bo'ladi.

### Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi:

KG2, YuChG, ChiqO', MB, ChO', ossilograf, kiritib qo'yiladigan elementlar:  $R_1=22k\Omega$ ,  $R_2=1,2k\Omega$ ,  $R_3=1k\Omega$ ,  $R_4=2000\Omega$ ,  $R_5=2,4k\Omega$ ,  $C_1=C_2=0,1\mu F$ ,  $20\mu F$ ,  $50\mu F$ ,  $C_3=5\mu F$ ,  $20\mu F$ ,  $C_4=10\mu F$ ,  $5\mu F$ , tranzistor (MP 40 tipli).

### Ishni bajarish tartibi

1. 6-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga kerakli elementlarni kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan manba va o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang.



6-rasm. Umumiy emitter ulanishli kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

1. Kuchaytirgichning amplituda xarakteristikasi olinsin va natijalar 10-jadvalga chizilsin. Buning uchun kuchaytirgichning chastotasi 1000 Hzli signal kirishga beriladi va kirish signalining amplitudasi oshirilib boriladi. Chiqishdagi kuchaygan signalning o'zgarishi yoziladi.
2. Kirish zanjiriga kuchaytirmoqchi bo'lgan kuchlanishning ma'lum bir qiymatini (20mV, 30 mV) o'rnatib, shu signalning chastotasini 20Hz dan to 20000Hz gacha o'zgartiring. So'ngra analitik hisob orqali chastotaning har bir qiymatiga to'g'ri keladigan kuchlanish bo'yicha

kuchaytirish ko'effitsiyentini toping va 11-jadvalga yozing.

3. Eksperimentdan olingan 10 va 11-jadval orqali dekart koordinatasiga AX va AChX lar kiritilsin. Shu bilan bir qatorda ossilograf orqali ham kuchaygan signalning shaklini ko'chirib oling.

10- jadval

$U_{kir}[mV]$						
$U_{chiq}[V]$						

11- jadval

$U_{kir}=5mV$	$f_1$					
	$U_{chiq}[V]$					
	$K_U$ $= \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$					

### Hisobotning mazmuni

1. Kuchaytirgichning ishlash prinsipini tushintiruvchi nazariy qism.
2. Kuchaytirgichning prinsipial sxemasi.
3. Eksperiment orqali olingan 10 va 11-jadval.
4. 10 va 11-jadval asosida AX va AChX lar dekart koordinatasiga chizilgan.
5. Ossilogrammadan olingan kuchlanish shakli.

### Nazorat savollari

1. Qanday kaskad kuchaytirgich kaskadi deyiladi?
2. Qaysi kaskadga quvvat ko'p kuchayadi?
3. Ajratuvchi sig'inning vazifasi nima?
4.  $R_1$ ,  $R_2$  qarshiliklarning vazifasi nima?
5. Kollektor qarshiligi  $R_3$  ning vazifasi nima?
6. Kuchaytirgichning chastota bo'yicha o'tish polosasi deb nimaga aytiladi?

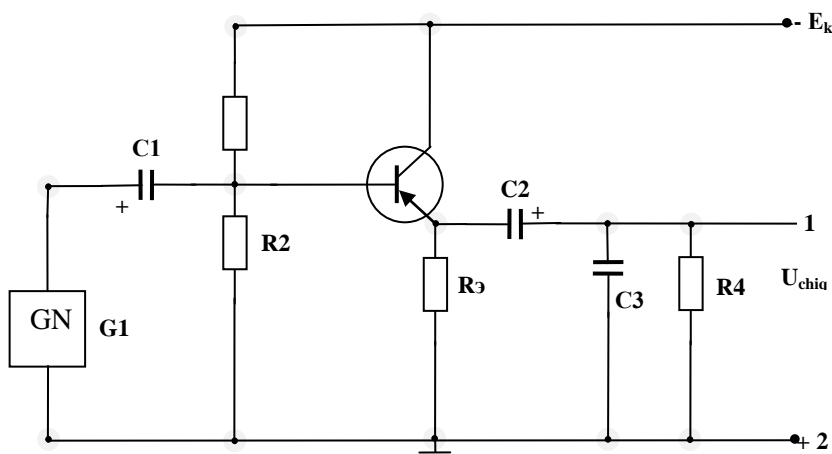
## 6 - laboratoriya ishi

### EMITTER QAYTARGICHNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad**— emitter qaytargichni o'zgaras tokda ishlash jarayonini o'rganish. Emitter qaytargichning AChX sini olish hamda kuchaytirish koeffitsiyenti ( $K_u$ ) ni aniqlash.

#### Nazariy tushuncha

Emitter qaytargich chuqur manfiy teskari bog'lanishli emitter yuklamali prinsipial sxemadan tuzilgan (7-rasm).



7-rasm. Umumiy kollektor ulanishli kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

Quyidagi sxema o'rtacha chastotada ishlaganda bo'luvchi (ajratuvchi) sig'implarning ( $S_1 C_2$ ) qarshiligi kichkina bo'ladi. Shuning uchun o'zgaruvchan tokka nisbatan yuklamaning qarshiligi

$$R_{ekv} = (R_3 \cdot R_4) / (R_3 + R_4)$$

$R_e$ - emitter qaytargichning qarshiligi,  $R_4$  - tashqi yuklama qarshiligi.

Prinsipial sxemadan ko'rinib turibdiki, chiqish kuchlanishi  $U_{chiq}$  fazasi kirish kuchlanishi  $U_{kir}$  fazasi bilan mos tushadi.

Kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti  $K_u = \frac{R}{(1+R)} < 1$ , ya'ni emitter qaytargich kuchlanishni kuchaytirmaydi. Emitter qaytargichda chuqur manfiy teskari bog'lanish mavjudligi uchun kirish

signalining chastotaviy va nohiziqli buzilishi bo'lmaydi. Emitter qaytargichda  $R_{kir} > R_{chiq}$  bo'lganligi uchun kichik qarshilikli yuklamalar bilan moslashishi oson. Shuning uchun yuqori chiqish qarshilikli kaskadni kichik kirish qarshilikli kaskad bilan bog'lashda ular o'rtasida bog'lovchi kaskad (zveno) bo'lib xizmat qiladi.

### Ishni bajarish jarayonida quyidagilar ishlatiladi:

KG2, O'TG, Chiq.O', AVM1, MB, ChO', ossilograf, kiritib qo'yiladigan elementlar  $R_1=R_2= 10 \text{ kOm}$ ,  $R_3=1 \text{ kOm}$ ,  $R_4=510 \text{ Om}$ ,  $C_1=20\text{mkF}$ ,  $C_2=10\text{mkF}$ ,  $C_3=0,033\text{mkF}$ ,  $T=MP40$

### Ishni bajarish tartibi

1. 7-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga kerakli elementlar kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan manba va o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang. Manbaga 12V o'zgarmas kuchlanish bering.
2. Emitter qaytargichning amplituda xarakteristikasini oling. Buning uchun o'zgarmas chastotali ( $f=1000\text{Hz}$ ) kirish signali  $U_{kir}$  ni 0 dan to 200mV gacha oshirib boriladi va chiqish signalining qiymati 12-jadvalga yozing

12- jadval

$f=1000$ $Hz$	$U_{kir}$ , mV						
	$U_{chiq}$ , V						

Emitter qaytargichning AChX sini oling. Buning uchun kirish zanjiriga o'zgarmas kuchlanish  $U_{kir}=20\text{mB}$  berib, kirish signalining chastotasi 50÷20000Hz gacha o'zgartirilib borib va chiqish kuchlanishi  $U_{chiq}$  ning o'zgarishini yozing. Analitik hisob orqali kuchlanish bo'yichakuchaytirish koeffitsiyentini toping va 13-jadvalga ko'chirib yozing.

$U_{kir}[mV]$								
$U_{chiq}[V]$								
$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$								

### Nazorat savollari

1. Elektron sxemalarda EQ nima uchun ishlatiladi?
2. Nima uchun kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti kuchaymaydi?
3. Kirish va chiqish qarshiliklari orasidagi munosabat qanday?



## 7 - laboratoriya ishi

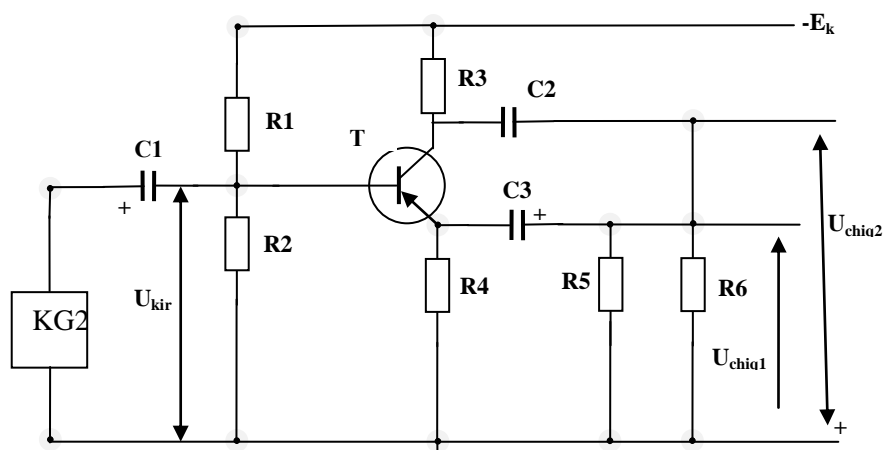
### QARAMA-QARSHI FAZALI (FAZAINVERSLI) KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad-** fazainversli kuchaytirgichning ishlash prinsipiva xarakteristikalarini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha

Fazainversli kuchaytirgich ikkita har xil fazali chiqish kuchlanishini hosil qiluvchi kuchaytirgich bo'lib, birinchi chiqishidagi kuchlanishning fazasi kirish kuchlanishining fazasi bilan ( $0,360^\circ$ ) mos tushadi. Ikkinchi chiqishidagi kuchlanishning fazasi kirish kuchlanishining fazasi bilan  $180^\circ$  fazalar farqi hosil qiladi.

Fazainversli kaskadning prinsipial sxemasi 8-rasmda ko'rsatilgan.



8-rasm. Qarama-qarshi fazali kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

Chiqish signallari  $U_{chiq1}$  emitterdan va  $U_{chiq2}$  kollektordan olinadi. Chiqish kuchlanishlarining kuchaytirish koeffitsiyenti  $K_{U1}$  va  $K_{U2}$  orqali aniqlanadi.

Fazainversli kaskadning chiqish kuchlanishlari keyingi kaskad uchun kirish kuchlanishi sifatida xizmat qiladi.

#### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

KG2, AVM2, AVO, suqiladigan elementlar  $R_1=100 \text{ k}\Omega, R_2=R_3=1$

$k_{Om}$ ,  $R_4=200 \text{ Om}$ ,  $C_1=20\text{mkF}$ ,  $C_2=C_3=10\text{mkF}$ , tranzistor=MP40

### Ishni bajarish tartibi

1. 8-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga elementlar kiritib qo'ying va sxemaga kerak bo'lgan o'lchov asboblari va 12V li o'zgarimas manbani sxemaga ulang.
2. Fazainversli kuchaytirgichni amplituda xarakteristikasini oling. Buning uchun kuchaytirmoqchi bo'lgan signalning chastotasini  $f= 1000\text{Hz}$  ga o'rnashtirib va chiqish kuchlanishlari  $U_{chiq1}, U_{chiq2}$  ning o'zgarishini 14-jadvalga yozing.

14 -jadval

$U_{kir1}[\text{V}]$						
$U_{chiq1}[\text{V}]$						
$U_{chiq2}[\text{V}]$						

3. Fazainversli kuchaytirgichning amplituda-chastota xarakteristikasini oling. Buning uchun kirish kuchlanishiga 20mV berib, kuchaytirmoqchi bo'lgan  $U_{kir1}$  signal chastotasini 20Hz dan 20kHz gacha o'zgartirib boring va 15-jadvalga chiqish kuchlanishlari  $U_{chiq1}, U_{chiq2}$  o'zgarishini yozing. Shu bilan bir qatorda analitik hisob yordamida har bir chiqishdagi signalning o'zgarishiga kuchaytirish koeffitsiyentini toping va 15-jadvalga yozing.

15- jadval

	$f, [\text{Hz}]$	50	100	200	1000	5000	10000	15000
$U_{kir}=2\div 20 \text{ mV}$	$U_{chiq1}[\text{V}]$							
	$K_{U1}$							
	$U_{chiq2}[\text{V}]$							
	$K_{U2}$							

4. 14- va 15-jadval asosida amplituda va AChX xarakteristikasini dekart koordinatasiga chizing.
5. Chiqishdagi signallarning shaklini buzilgan yoki buzilmaganligini

ossilograf orqali aniqlang.

### **Nazorat savollari**

1. Fazainversli kaskadning birinchi va ikkinchi chiqishidagi kuchlanish qaysi kuchaytirgichlardagi chiqish signallariga o'xshaydi?
2. Fazainversli kuchaytirgichning qanday yutuq va kamchiliklari mavjud?
3. Fazainversli kaskad qayerlarda ishlatiladi?

## 8- laboratoriya ishi

### IKKI TAKTLI QUVVAT KUCHAYTIRGICHINI O‘RGANISH

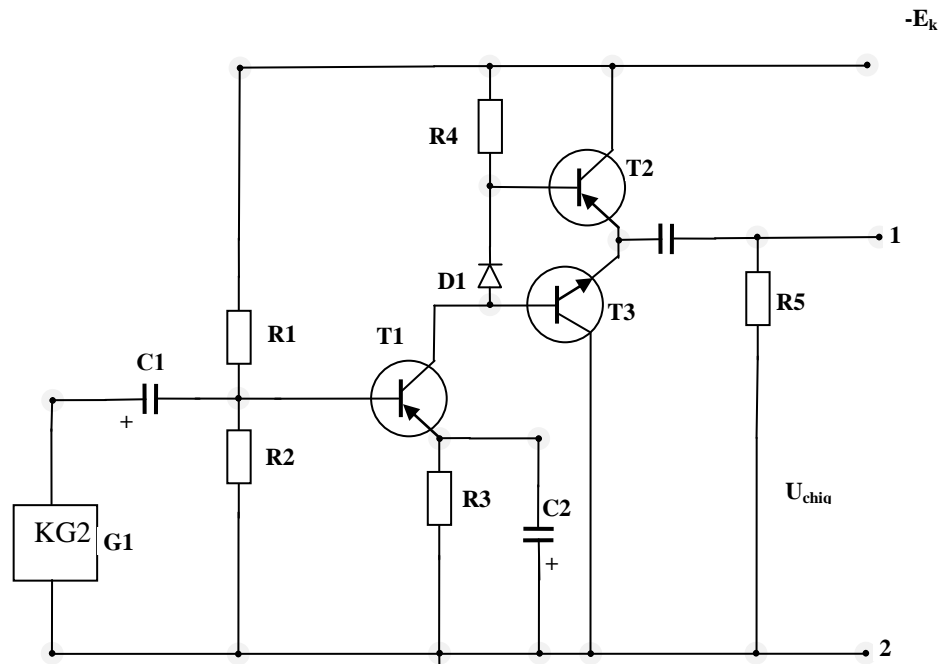
**Ishni bajarishdan maqsad-** ikki taktli quvvat kuchaytirgichining ishlash prinsipivaxarakteristikalarini o‘rganish.

#### Nazariy tushuncha

Tranzistorli quvvat kuchaytirgichi odatda B sinfida ishlaydigan ikki taktli sxema asosida hosil qilinadi.

B sinfida ishlovchi quvvat kuchaytirgichlarining A sinfida ishlaydigan kuchaytirgichlardan farqi ularning tejamkor va katta chiqish quvvatiga egaligidadir.

9-rasmda ikki taktli quvvat kuchaytirgichining prinsipial sxemasi berilgan.



9-rasm. Ikki taktli quvvat kuchaytirgichining prinsipial sxemasi

Tranzistor T1 orqali quvvat kuchaytirgichi kaskadi hosil qilingan: R1, R2, R4 qarshiliklar orqali tranzistorlarning kirish zanjirida o‘zgaras tok bo‘yicha tinch holat hosil qilinadi. Kirish signali ajratuvchi C1 sig‘im orqali tranzistorning kirishiga beriladi. Kuchaytirgichning chiqish kaskadi esa ikkita tranzistor T2, T3 orqali hosil qilingan.

T1 tranzistorning kollektoridagi kuchlanish keyingi T2, T3 kaskadning siljitivchi kuchlanishi bo'lib xizmat qiladi. Siljitivchi kuchlanishning vazifasi kichik amplitudali kirish signallarida tranzistorlarning kirish qarshiligini kamaytirish, kuchaytirish koeffitsiyentini oshirish va noxiziqli buzilishni kamaytirishdan iborat. Diod D1 R4 tranzistorning teskari kuchlanishini cheklash uchun xizmat qiladi.

**Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:**

KG2, ChO', Chiq.O', AVM1, MB, ChO', kiritib qo'yiladigan elementlar:  $R_1=33k\Omega$ ,  $R_2= 10 k\Omega$ ,  $R_3=330 \Omega$ ,  $R_4=2 k\Omega$ ,  $R_5=10 \Omega$ ,  $C_1= 10 \text{ mkF}$ ,  $C_2=C_3=50\text{mkF}$ , tranzistorlar: T1,T3=MP40, T2=MP37, diod=D220

**Ishni bajarish tartibi**

1. 12-rasmdagi prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga elementlar kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang. Manbaga o'zgaras 12 V kuchlanish bering.
2. Kuchaytirgichning amplituda xarakteristikasini oling. Buning uchun chastotasi 1000 Hz li kirish signalini 0 dan 200 mV gacha oshirib boring va chiqish signali  $U_{\text{chiq}}$  ning o'zgarishini 16-jadvalga yozing.

16 jadval

$f=1000$ Hz	$U_{\text{kir}}[\text{V}]$						
	$U_{\text{chiq}}[\text{V}]$						

3. Kuchaytirgichning amplituda-chastota xarakteristikasini oling. Buning uchun kirish zanjiriga kuchaytirmoqchi bo'lgan kuchaytirgichning ma'lum bir qiymatini (20mV yoki 30 mV) o'rnatib, shu signalning chastotasini 20Hz dan to 20000Hz gacha o'zgartiring. So'ngra analitik hisob orqali chastotannng har bir qiymatiga kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentini toping va 17-jadvalga yozing.

17- jadval

$U_{kir}=8mV \div 12mV$	$f_1, [Hz]$								
	$U_{chiq} [mV]$								
	$K_U$								

4. Eksperiment orqali olingan natijalar dekart koordinatasiga chiziladi AX va AChX lar chiziladi va shu bilan bir qatorda ossilograf orqali chiqish signalining shaklini chizib oling.

### Nazorat savollari

1. Tranzistor T2 va T3 qanday ishlaydi? Ikkala tranzistor ish jarayonida bir vaqtda ochiqbo'ladimi yoki yopiq bo'ladimi?
2. B sinfida ishlovchi tranzistorlar A sinfida ishlovchi tranzistorlarga nisbatan qanday afzalliklarga ega?
3. Birinchi kaskad (T1 dan tashkil topgan) nima uchun kerak?

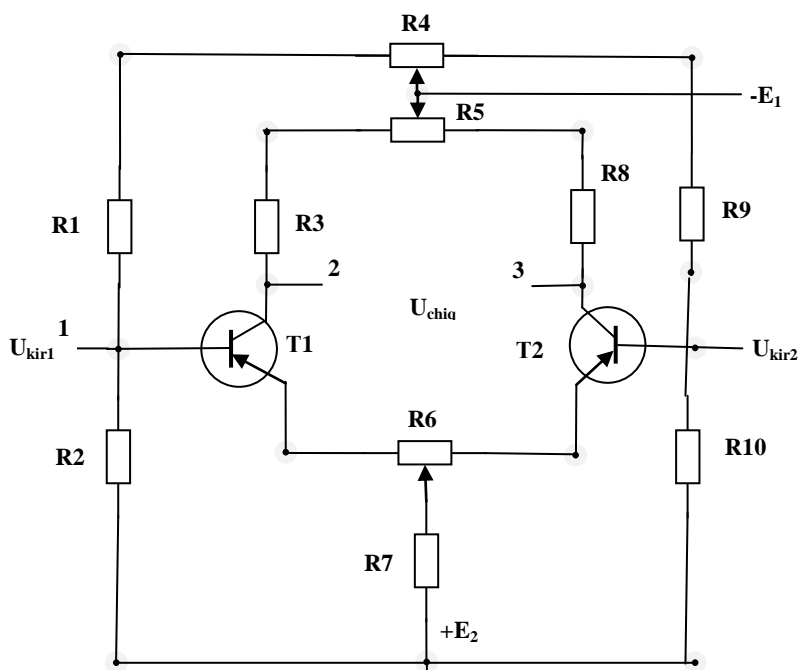
## 9-laboratoriya ishi

### DIFFERENSIAL KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad**- differensial kuchaytirgichning ishlash prinsipini o'rganish, amplituda xarakteristikasini olish.

#### Nazariy tushuncha

Differensial kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 10-rasmda keltirilgan.



10-rasm. Differensial kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

Sxema ko'priksimon ulangan bo'lib, yelkalariga R3, R8 qarshiliklar va tranzistorlar T1, T2 larning ichki qarshiliklari (R6 va R7 bilan) ulangan. Ko'priknining bir diagonaliga - E1 manba, ikkinchi diagonaliga (2 va 3 nuqtalar oralig'iga) yuklama ulanadi. Manba kuchlanishi, kuchlanishni bo'luvchi qarshiliklar R1, R2 va R9, R10 orqali kaskadning boshlang'ich holati o'rnatiladi. R6, R7 qarshiliklar emitter qarshiliklaridir. Sxema normal holatda ishlashi uchun u simmetrik bo'lishi kerak, ya'ni kirish signali ulanguncha ko'priknin muvozanatda

bo'lishi, chiqishidagi kuchlanish esa nolga teng bo'lishi kerak.

### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

KG1, KG2, KG3, o'lchov asboblari - AVO, Chiq.O', AVM2, ossilograf  $R_1=R_9=12$  kOm,  $R_2=R_{10}=1$  kOm,  $R_4=2,2$  kOm (o'zgaruvchan),  $R_6=470$  Om (o'zgaruvchan),  $R_7=22$  kOm,  $R_3=R_8=3$  kOm, va tranzistor: T1,T2=MP40

### Ishni bajarish tartibi

- 10-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga elementlar kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang.
- Kirish zanjiriga kuchaytirmoqchi bo'lgan kuchaytirgichning ma'lum bir qiymati (20mV yoki 30mV) o'rnatilib, shu signalning chastotasini 20Hz dan to 20000Hz gacha o'zgartiriladi. Jadvaldagi olingan natijalarga asoslanib, kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsientini topib 18-jadvalga yozing.

18- jadval

$U_{kir}[mV]$									
$U_{chiq}[V]$									
$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$									

### Nazorat savollari

1. Qaysi prinsip asosida differensial kuchaytirgich qurilgan?
2.  $R_6$  va  $R_7$  qarshiliklar nima uchun kerak?
3.  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$  qarshiliklar qanday vazifani bajaradi?
4. Dreyf kuchlanish deb nimaga aytiladi?



## 10-laboratoriya ishi

### TESKARI BOG‘LANISHLI PAST CHASTOTALI KUCHAYTIRGICHNI O‘RGANISH (PCHK)

**Ishni bajarishdan maqsad:** teskari bog‘lanishni past chastotali kuchaytirgichning xarakteristikasiga ta‘sirini o‘rganish.

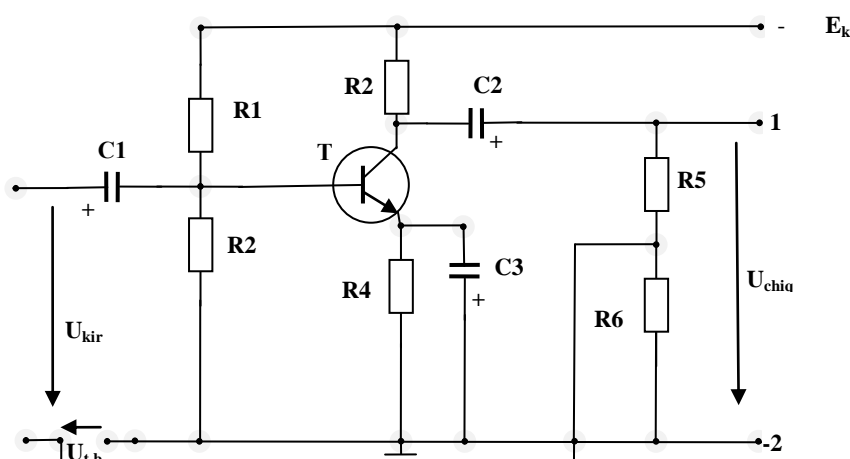
Kuchaytirgichlarda teskari bog‘lanish deb kuchaytirgichning chiqishidagi kuchlanishning bir qismi kirishga beriladi.

Kirishdagi signal teskari bog‘lanishning chiqishidagi signal bilan qo‘shilsa va chiqishdagi kuchlanish oshsa, bunday bog‘lanish musbat teskari bog‘lanish deyiladi.

Teskari bog‘lanish natijasida kirishdagi va chiqishdagi signal kamaysa, manfiy teskari bog‘lanish deyiladi.

Manfiy teskari bog‘lanish natijasida kuchaytirgichning stabil ishlash holati oshadi. Musbat teskari bog‘lanish chiqish signalini yanada oshirish uchun qo‘llaniladi.

11-rasmda manfiy teskari bog‘lanishli kuchaytirgichning (MTB) prinsipial sxemasi keltirilgan.



11- rasm. Teskari bog‘lanishli kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

#### **Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:**

KG2, YuChG, MB, ChO‘, AVM, ossilograf.

Elementlar:  $R_1=33 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2=10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4=330 \text{ }\Omega$ ,  $R_5=10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_6=1 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1=C_2=20 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_3=5 \text{ }\mu\text{F}$ , MP37 tipli tranzistor.

### Ishni bajarish tartibi

1. Elementlarni panelda kirgazib qo'yilgandan so'ng, o'lchov asboblari hamda 12V o'zgaras manba ulanadi.
2. Kuchaytirgichning manfiy teskari bog'lanishi ulanmagan holatda amplituda xarakteristikasi (kirishdagi kuchlanishning chastotasi  $f_G=1000 \text{ Hz}$  bo'lganda) olinadi.

19- jadval

$f_{gen}=1000$ Hz	$U_{kir}[\text{mV}]$								
	$U_{chiq}[\text{V}]$								
	$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$								

3. 19- jadvalga kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti hisoblab yoziladi.
4. Kuchaytirgichning manfiy teskari bog'lanishli holatda amplituda xarakteristikasi (kirishdagi kuchlanishning chastotasi  $f_G=1000 \text{ Hz}$  bo'lganda) olinadi.

20- jadval

$f_{gen-}$ $=1000$ Hz	$U_{kir}[\text{mV}]$								
	$U_{chiq}[\text{V}]$								
	$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$								

5. 20- jadvalga kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti hisoblab yoziladi.
6. Kuchaytirgichning amplituda-chastota xarakteristikasi  $U_{kir}=80 \text{ mV}$  da olinadi va 21- jadvalga yoziladi.

$U_{kir}[mV]$	$f_{gen} Hz$								
	$U_{chiq}[V]$								
	$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}$								

7. 21-jadvaldagi qiymatlar orqali kuchlanishning kuchaytirish ko'effitsiyenti hisoblanadi va jadvalga kiritiladi.

### Nazorat savollari

1. Teskari bog'lanish deb nimaga aytiladi va kuchaytirgichlarda qanday hosil bo'ladi?
2. Qanday teskari bog'lanishlar bor?
3. Manfiy teskari bog'lanishda kuchaytirish ko'effitsiyentini o'zgarishi sababini tushuntiring
4. Manfiy teskari bog'lanish kuchaytirgichning stabil ishlashi uchun qanday ta'sir ko'rsatadi?

## 11-laboratoriya ishi

### CHASTOTA ORALIG' I TOR KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad** – chastota oralig' i tor kuchaytirgichning ishlash prinsipi, parametri va xarakteristikasini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha

Tor chastota oralig'ida kuchlanishni maksimal kuchaytiradigan, chastota oralig'idan tashqarida esa kuchlanishni minimal kuchaytiruvchi qurilmaga chastota oralig' i tor kuchaytirgich yoki saralovchi kuchaytirgich deyiladi.

Kuchaytirgichning prinsipial sxemasi (12-rasmda) ketirilgan. Chastota oralig' i  $2\Delta f = f_{yuk} - f_{past}$  kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagi  $\frac{K_{um}}{2}$  qiymatida aniqlanadi.  $K_{um}$  – rezonans nuqtadagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti. Chetki chastotalarning nisbati  $\frac{f_{yuqori}}{f_{past}} = 1,01 \div 1,1$ .

Kuchaytirgichning sifati esa  $Q = \frac{f_0}{2\Delta f}$  orqali aniqlanadi. 10kHz dan yuqori chastotali kuchlanishni olish uchun LC dan tashkil topgan tebranma zanjir ishlatiladi. Past chastotali kuchaytirgichlarda esa RC dan tashkil topgan kuchaytirgichlar ishlatiladi. Tebranma zanjirning qarshiligi rezonans vaqtida katta bo'ladi, bu esa kuchaytirish koeffitsiyentining maksimal qiymatga erishganligini bildiradi. Rezonans chastota  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  orqali aniqlanadi.

#### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

KG2 – (20Hz – 20000Hz gacha imkoniyatli),  $U_{chiq}$  0÷8B gacha. Elektron ossilograf. Tranzistor: MP40;  $R_1=51k\Omega$ ,  $R_2=10k\Omega$ ,  $C_1=20mkF$ ,  $C_2=0,033mkF$ ,  $S_3=10mkF$ ,  $S_4=47pF$ ,  $L=5mGn$ .

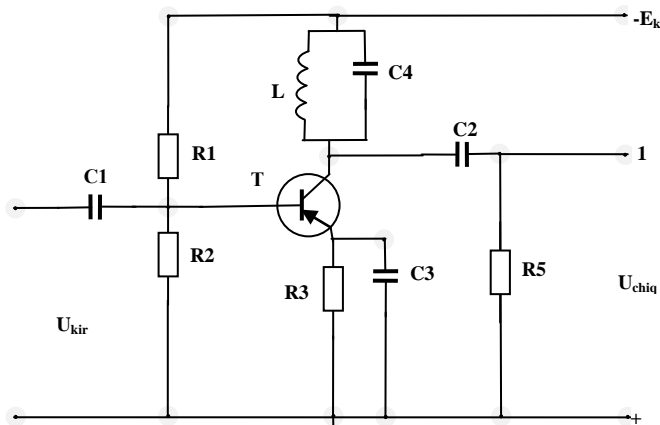
#### Ishni bajarish tartibi

1.12-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga elementlar kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan o'lchov asboblari bog'lovchi simlarni ulang.

2. Chastota  $f_0=10\text{kHz}$ da kirish kuchlanishini o'zgartirib, chiqish kuchlanishining o'zgarishini 22-jadvalga yozing.

22-jadval

$U_{kir}[\text{mV}]$						
$U_{chiq}[\text{V}]$						



12-rasm. Tor chastota oralig'ili kuchaytirgichning prinsipial sxemasi

3. Kuchaytirgichning AChX xarakteristikasini oling. Buning uchun kirish kuchlanishining  $U_{kir}$  o'zgarimas qilib, chastotasinio'zgartiring va chiqish kuchlanishini  $U_{chiq}$  ning o'zgarishini 23-jadvalga yozing.

23-jadval

$f[\text{Hz}]$						
$U_{chiq}[\text{V}]$						
$K_U$						

Kuchaytirish koeffitsiyenti analitik ko'rinishda quyidagicha aniqlanadi:

$$K_U = \frac{U_{chiq}}{U_{kir}}, \text{ berilgan: } U_{kir}=20\text{mV}, 30\text{mV}$$

4. Tajriba natijasida olingan natijalarni (22-23-jadval) dekart koodinatasiga chizing va AChX xarakteristikasi orqali zanjirning sifati  $Q$  – aniqlang.

### **Nazorat savollari**

1. Chastota oralig'i tor kuchaytirgichning sifati (asilligi) qanday belgilanadi?
2. Rezonans vaqtida tebranma zanjirning qarshiligi qanday bo'ladi?
3. Bunday kuchaytirgichlar qayerlarda ishlatiladi?

## 12-laboratoriya ishi

### SINUSOIDAL TEBRANISHLI LC GENERATORNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad**-sinusoidal tebranishli LC generatorning ishlash prinsipini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha

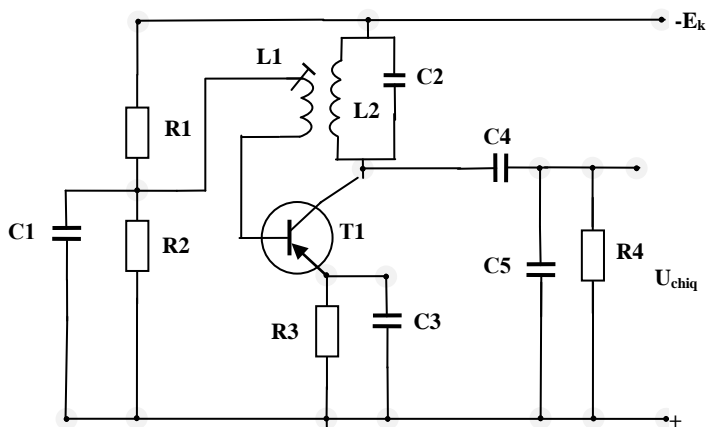
Sinusoidal tebranishli LC generator (avtogenerator) deb o'zgarmas manba kuchlanishli kerakli chastota, amplituda vaquvvatli so'nmovchi elektr to'lqiniga aylantiruvchi qurilmaga aytiladi.

Generator musbat teskari bog'lanishli kuchaytirgich asosida o'z-o'zidan kerak chastotaliva amplitudali elektr signal ishlab chiqaradi. Generatoridan chiqayotgan elektr signalni chastotasiga qarab: past chastotali (0,01 Hz÷100 kHz), yuqori chastotali (100 kHz÷100 MHz) va o'ta yuqori chastotali signal hosil qilishda ishlatiladi.

Birinchi shart:Kuchaytirgichning kirish va chiqish kuchlanishi orasidagi ( $\varphi_k$ ) va teskari bog'lanish zvenosi ( $\varphi_\beta$ ) fazalar siljishi yig'indisi  $2\pi$  bo'lishi lozim, ya'ni  $\varphi_k + \varphi_\beta = 2n\pi$ -fazalar muvozanat sharti deyiladi.

Ikkinchi shart: $|\dot{E}| \cdot |\beta| \geq 1$ , ya'ni kuchaytirgichdan  $\dot{E}$  marotaba kuchayib chiqqan signal, teskari bog'lanish zvenosida  $\beta$  marotaba pasayadi va signal kuchaytirgichning kirishiga, kirish kuchlanishining fazasiga mos ravishda, ammo katta amplitudada beriladi, natijada generator so'nmas tebranma to'lqin ishlab chiqaradi. 13-rasmda LC generatorning prinsipial sxemasi keltirilgan.

LC tipli generator yuqori chastotali signal hosil qilishda ishlatiladi. Sxemadagi R1, R2, R3, C4 elementlar sxemaning kirish qismida o'zgarmas tok ish holatini va termostabilizatsiyalash vazifasini bajaradi. C1 sig'im yuqori chastotada kam qarshilik ko'rsatib, bazani L1 chulg'am orqali yer bilan ulaydi. Manba ulanganda,C2 sig'im Ik orqali zaryadlanadi, so'ngra L2 induktivlikka razryadlanadi, ya'ni elektr maydon magnet maydonga o'zgaradi.Buo'zgarish so'nmaydigan tebranma to'lqinni hosil qilinadi.



13-rasm.LC generatorining prinsipial sxemasi

Chastotasi  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 \cdot C_2}}$  ifoda orqali aniqlanadi.

Induktivlik  $L_2$  da hosil bo'lgan o'zgaruvchan magnit maydon teskari bog'lanishni hosil qiluvchi  $L_1$  induktivlik orqali tranzistorning bazasida o'sha chastotada baza toki  $I_b$  hosil qilinadi. Bu esa o'z navbatida o'sha chastotada kollektor toki  $I_k$  ning hosil bo'lishiga olib keladi. Bu tok tebranma konturda sarf bo'lgan energiyaning o'rnini qoplashga xizmat qiladi. Shunday qilib qurilmada so'nmaydigan elektr to'lqini hosil bo'ladi.

### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

KG2, ChO', ossilograf, AVM1, MB, kiritib qo'yiladigan elementlar;  $R_1=18k\Omega$ ,  $R_2=6,8k\Omega$ ,  $R_3=2,4\Omega$ ,  $R_4=10k\Omega$ ,  $C_1=0,01mF$ ,  $C_2=100pF \dots 10000pF$ ,  $S_3=47pF$ ,  $S_4=0,033mF$ ,  $S_5=100pF$ ,  $L_1, L_2=5mG$ , tranzistor KT361, GT308.

### Ishni bajarish tartibi

1. 13-rasmda keltirilgan prinsipial sxema asosida stendagi panel maydoniga kerakli elementlar kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan manba va o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang. Manbaga 12V o'zgarmas kuchlanish bering.

2. Tebranma zanjirdagi sig'im  $C_2$  ni o'zgartirib, chiqish kuchlanishining chastotasi o'zgarishini aniqlang va 24-jadvalga yozing.



24-jadval

S[pF]	240	510	680	270	330	10000
F[kHz]				0	0	

3. Eksperiment orqali olgan natijalaringizni millimetrovkaga dekart koordinatasiga chizing.

4. Ossilografning ekranidan xohlagan chastotadagi kuchlanishning shaklini kalkaga ko'chiring va chastota o'lchaydigan asbob orqali chastotani aniqlang.

### Nazorat savollari

1. Generatorning chiqish kuchlanishi chastotasi tebranma zanjirdagi sig'im bilan qanday bog'langan?

2. Faza muvozanati deganda nima tushuniladi?

3. Generatoridan so'nmaydigan signal chiqarib turishi uchun yana qanday shart bajarilishi kerak?

4. Generator kuchaytirgichdan nimasi bilan farqlanadi?

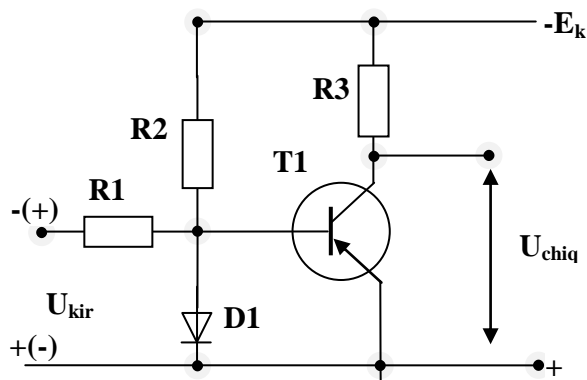
### 13-laboratoriya ishi

## UMUMIY EMITTER ULANISH SXEMASINI ELEKTRON KALIT HOLATIDA ISHLATISH

**Ishni bajarishdan maqsad-** tranzistorning kalit holatida ishlashini statik xarakteristikasi orqali o'rganish.

### Nazariy tushuncha.

Elektron kalit deb boshqaruvchi kirish signali orqali elektr zanjirini ulash va uzish vazifasini bajaruvchi elektron qurilmaga aytiladi. 14-rasmda tranzistorli elektron kalitning prinsipial sxemasi keltirilgan.



14-rasm. Tranzistorli elektron kalitning prinsipial sxemasi.

Sxemaning kirishiga  $-U_{kir}$  berilsa, tranzistor ochiladi va chiqishdagi kuchlanish  $U_{chiq}=0$ , tok esa maksimal qiymatga erishadi va  $I_k = E_k/R_k$  kalit ulangan holatda bo'ladi. Buning uchun generatordan 10 mks kenglikdagi impuls beriladi. Sxemaning kirishiga  $+U_{kir}$  berilsa, tranzistor yopiladi, ya'ni kollektordan tok o'tmaydi, ya'ni  $I_k=0$ ,  $U_k = E_k$ , kalit uzilgan holatda bo'ladi.

### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

$R1=51k\Omega$ ,  $R2=82k\Omega$ ,  $R3=10k\Omega$ ,  $D1=D226$ ,  $T=MP114$ ,  $E_k=12V$ .

### Ishni bajarish tartibi

1. Prinsipial sxemaga 12 V li manba ulanadi.
2. Tranzistorning kirishiga manfiy impuls  $U_{kir}$  beriladi, kollektor toki  $I_k$  va qoldiq kuchlanish  $U_{ek}$  o'lchanadi.

3. Tranzistorning kirishiga musbat impuls  $+U_{kir}$  beriladi, kollektor kuchlanishi  $U_{ek}$  vaqoldiq  $I_k$  to'ldiriladi.

4. Tranzistorning bazasiga manfiy impuls kelguncha sxemadagi qoldiq kuchlanish  $U_{ek}$  aniqlansin.

5. Tranzistorning bazasiga manfiy impuls berilmagan va berilgan holatlarida  $U_{ke}$  da hosil bo'lgan kuchlanishni solishtiring hamda kalitni ulanishga o'tkazuvchi impulsning amplitudasini aniqlang.

### **Nazorat savollari.**

1. n-p-n tipli tranzistorning ochilishi uchun uning bazasiga qanday  $E_{bosh}$  impuls berilishi kerak?

2. n-p-n tipli tranzistorning yopilishi uchun uning bazasiga qanday  $E_{bosh}$  impuls berilishi kerak?

3. Tranzistorning qaysi parametrlari qoldiq parametrlar hisoblanadi?

4. Mexanik kalitlarda elektron kalitlarning qanday afzalliklari bor?

## **14 - laboratoriya ishi**

### **IMPULSLI KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH**

**Ishni bajarishdan maqsad:** Impuls shaklli signallarni kuchaytiruvchi kuchaytirgichning ishlash prinsipini, xarakteristikasini o'rganish.

#### **Nazariy tushuncha**

Bu kuchaytirgichlar keng chastota spektriga ega bo'lgan impuls shaklli signallarni qarshilik, sig'im bog'lanishi elementlar orqali hosil qiladi, amplituda chastota xarakteristikasi esa to'g'ri chiziqli bo'ladi. Impulslar kuchaytirgichlar ishlash holatiga qarab nochiziqli va chiziqli holatda ishlovchi kuchaytirgichlarga bo'linadi. Chiziqli holatda ishlovchi kuchaytirgichlarda chiqishdagi signal kirishdagi signal bilan proporsional, kuchaytirish koeffitsiyenti orqali bog'langan. Agarda kuchaytirmoqchi bo'lgan impulsning oldi va orqa tomoni to'g'ri vertikal ko'rinishda bo'lsa, kuchaygan signalning shakli ham buziladi. Impulslar signalning oldi va orqa tomonini garmonika spektrining yuqori chastotali qismi tashkil qilsa, tepa qismini past chastotali garmonika spektri tashkil etadi. Impulsning tepa qismiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi garmonik tashkil etuvchini kamaytirish ahamiyatli hisoblanadi, buning uchun impuls kengligini kengroq olish kerak bo'ladi.

#### **Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:**

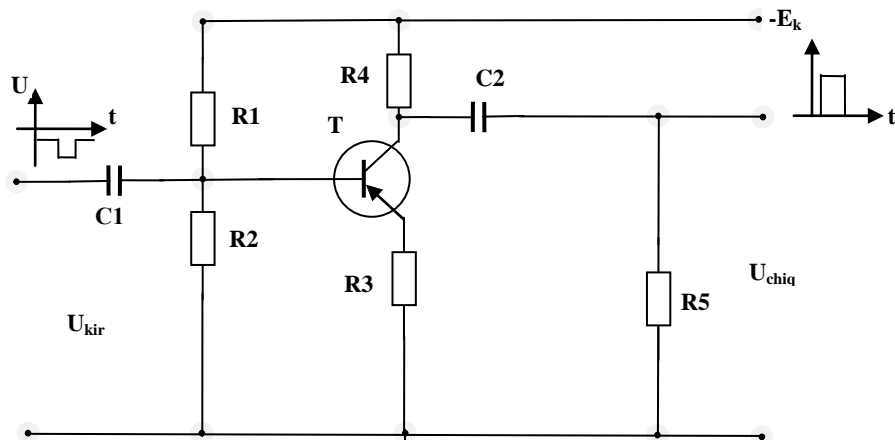
$R_1=10k\Omega$ ,  $R_2=1,5k\Omega$ ,  $R_3=510k\Omega$ ,  $R_4=10k\Omega$ ,  $R_5=10k\Omega$ ,  
 $C_1=10\mu F$ ,  $C_2=0,05\mu F$ . Tranzistor: T1 (MP255, MP21E).

#### **Ishni bajarilish tartibi**

1. 14-rasmda ko'rsatilgan sxema asosida stenddagi panel maydoniga kerakli elementlarni kiritib qo'ying va sxema uchun kerak bo'lgan manba (12 V) va o'lchov asboblarini bog'lovchi simlar orqali ulang.

2. Kirish impulsining oldi va orqa tomoni pasayishi kengligi berilgan kattalikda chiqishdagi impuls oldi va orqa tomonining pasayish kengligini aniqlang. Buning uchun chiqish impulsining amplitudasini 1V ga o'rnatib,

oldi va orqa tomonidagi impuls pasayish kengligini ossilograf orqali o'lchang.



15-rasm. Impulsli kuchaytirgichni prinsipial sxemasi

3. Eksperiment orqali kuchaytirgichni ACh xarakteristikasining pastki chastota chegarasini aniqlang. Buning uchun kaskadning kirishiga 20kHz li signal beriladi va chastotani generator orqali kamaytirib boriladi. Chiqish kuchlanishining amplitudasi 0,7V ga etganda, chastota o'lchanadi. Bu chastota ACh xarakteristikasining pastki chegarasi hisoblanadi.

25- jadval

$F_{gen}, \text{Hz}$	20.000	15000	10000	5000	1000	500	200	100	20
$U_{chiq} \text{ V}$	1								

### Nazorat savollari.

1. ACh xarakteristikaning chastota oralig'i qanday aniqlanadi?
2. Chastota bilan impulsning o'rinish vaqti qanday munosabatdabo'ladi?
3. Prinsipial sxemadagi qaysi sig'im impulsning yon tomonini ko'p ta'sirlantiradi?

## 15- laboratoriya ishi

### TRIGGERNI O'RGANISH

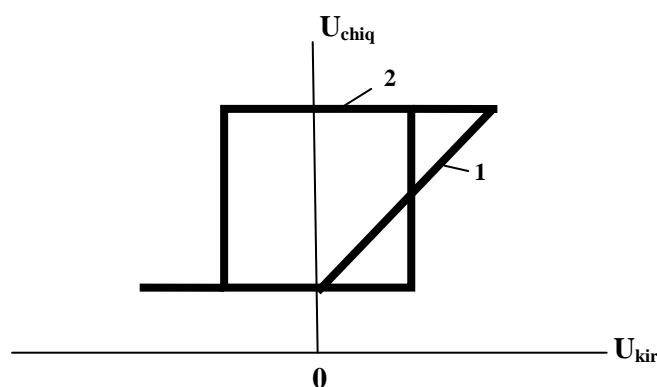
**Ishni bajarishdan maqsad-** tranzistordan tuzilgan alohida kirishli triggerning ishlash prinsipini va ishlash sohasini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha:

Impuls qurilmalarining keng tarqalganlardan biri trigger bo'lib, tashqaridan boshqaruvchi signal berilganda bir turg'un holatdan ikkinchi turg'un holatga o'tuvchi qurilmaga aytiladi.

Trigger boshqaruvchi signal berilganda boshqa holatga o'tish chegarasidagi tok va kuchlanishga nisbatan oshsa, u yangi turg'un holatni egallaydi.

Triggerni hosil qilish uchun musbat teskari bog'lanishli ikki kaskadli o'zgaras tok kuchaytirgichidan foydalaniladi. 15-rasmda 1 xarakteristika O'TK ning  $U_{chiq}$  ( $U_{kir}$ ) xarakteristikasi, 2 triggerning  $U_{chiq}$  ( $U_{kir}$ ) xarakteristikasi keltirilgan.



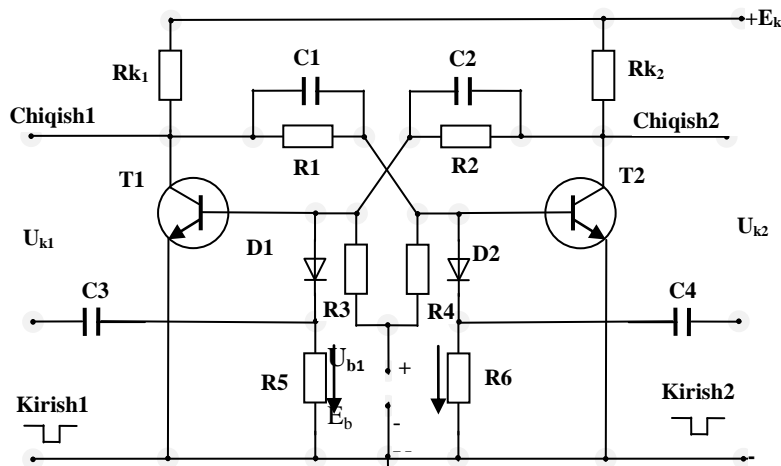
16-rasm. O'TK ni (1) va triggerni (2)  $U_{chiq}$  ( $U_{kir}$ ) xarakteristikasi

17-rasmda Triggerning prinsipial sxemasi berilgan. Bu sxemada elementlar simmetrik bo'lishi lozim. ( $R_{k1}=R_{k2}$ ,  $R1=R2$ ,  $R3=R4$ ).

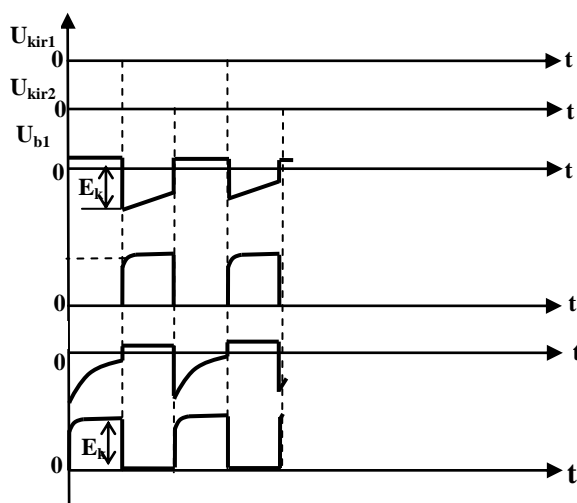
Birinchi kaskadning chiqishida kuchlanish (T1 tranzistorning kollektor zanjiridan) ikkinchi kaskadning (T2 tranzistorning bazasidagi zanjirga  $R1$ ,  $R4$ ,  $-E_b$  orqali) kirishiga kiradi.

Ikkinchi kaskadning chiqishidagi kuchlanish ( $R2$ ,  $R3$ ,  $-E_b$  teskari bog'lanish orqali) birinchi kaskadning (T1 tranzistorning bazasidagi

zanjirga) kirishiga kiradi.  $K \cdot \beta > 1$  da qurilma Uchiq ( $U_{kir}$ ) xarakteristikasiga ega (2 chiziq). Bunda qurilma ikkita turg'un holatni egallagan bo'ladi.



17-rasm. Triggerning prinsipial sxemasi



18-rasm Alohida kirishli triggerning vaqt diagrammasi

Tranzistor T1 to'yingan holatda tranzistor T2 yopiq holatda bo'ladi (bu birinchi turg'un holat). Ikkinchi turg'un holatda T1 tranzistor yopiq, T2 tranzistor to'yinish holatida (ochiq) bo'ladi. Tranzistorlar boshqa turg'un holatga o'tkazish uchun to'yingan holatda ishlayotgan T1 tranzistorning bazasiga manfiy signal beriladi. T1 tranzistor yopiladi uni

kollektoridagi potensial musbat teskari bogʻlanish orqali ikkinchi tranzistor T2 ning bazasiga beriladi, ikkinchi tranzistor ochiladi. Qurilmaning bu holati toʻntarilgan holat deyiladi. Boshqa turgʻun holatga oʻtishni tezlashtirish uchun R1 va R qarshiliklarga parallel C1, C2 sigʻimlar ulanadi va sigʻimlarga yigʻilgan zaryad toki C1 tranzistor T2 ni, C2 tranzistor T1 ni tranzistorlarni bazasining tezroq ochilishiga yordam beradi.

### **Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:**

Ossilograf manba kuchlanishi  $U_1=12\text{B}$ ,  $100\text{mA}$ ,

Tranzistorlar: T1, T2,=MP21E

Qarshiliklar:  $R_{k1}=R_{k2}=2,2\text{ kOm}$ ;  $R_1,R_2,=22\text{ kOm}$ ,  $R_3,R_4=0,5\div 180\text{ kOm}$ ,  $R_5, R_6=0,5\div 2,2\text{ kOm}$ .

Sigʻimlar:  $C_1,C_2=6800\text{pF}$ ,  $C_3,C_4=10\text{mkF}$ :

Diodlar: D1, D2=D9E.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. 16-rasmda keltirilgan prinsipial sxemaga  $E_k$ ,  $E_b=12\text{ V}$  li manbani ulanadi. Ossilografni triggerning chiqishiga ulanadi.

2. Triggerning ishholatini tekshirish uchun uni bir holatdan ikkinchi holatga oʻtishini bir necha marotaba qaytarish lozim.

3. Analitik hisob orqali R1, R2, R3, R4 larning toʻgʻri tanlanganligi  $\beta_{\min}=15$ ,  $I_{k\text{Omaks}}=50\text{mkA}$  lar yordamida quyidagiformula orqali tekshiriladi.

$E_b > R_4 \cdot I_{k\text{O}}$ ,  $R_3=R_4$ ;

$$R_1 = R_2 < R_k \left[ \frac{\beta \cdot R (E_k - R_k \cdot I_{k\text{O}})}{\beta \cdot R_k \cdot E_b + R \cdot E_k} - 1 \right]$$

4. Ossilograf razvertkasi yordamida kirish impulsi, chiqish impulsining kattaligi toʻxtatilib chizib olinadi.

5. Triggerning boshqa turgʻun holatiga oʻtishdagi boʻsagʻa kuchlanishi aniq-lanadi. Buning uchun kirishga berilayotgan impulsning amplitudasi oshirilib boriladi va boʻsagʻa kuchlanishidan oshgandan soʻng trigger boshqa holatga oʻtadi. Oʻsha nuqtani ossilograf yordamida aniqlanadi.



6. Triggerni boshqa turg'un holatga o'tkazuvchi impulsning parametri aniqlanadi. Buning uchun tranzistorlardan birining bazasiga kelayotgan signal uziladi va ikkinchisiga boshqa holatga o'tkazuvchi impuls beriladi. Boshqaruvchi impulsning parametri o'lchanadi.

7. Boshqaruvchi impuls parametri yordamida triggerni uzluksiz ishlatuvchi boshqaruvchi impuls ishlab chiqaruvchi generatorning chiqishdagi kuchlanish chastotasi aniqlanadi. Bu eksperimentlarning hammasi ossilograf yordamida amalga oshiriladi.

### **Nazorat savollari**

1. Triggerga qanday shartlar qo'yiladi?
2. Triggerning qarshiliklarining parametri qanday bo'lishi kerak?
3. Tranzistorlarga alohida boshqaruvchi impuls berilganda impulsning qutbi qanday bo'lishi kerak?
4. Sig'imlar C1, C2 nima uchun xizmat qiladi?
5. Trigger davomli ishlayotganda tranzistorlarga berilayotgan impulslarning qutbi bir - biridan qanday farqlanishi kerak?

## 16-laboratoriya ishi

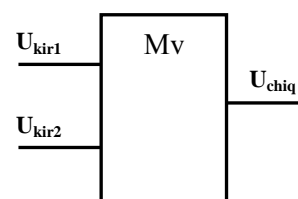
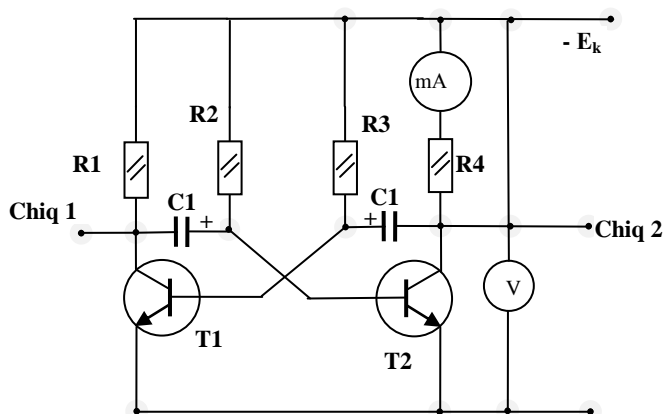
### TRANZISTORDAN TUZILGAN MULTIVIBRATORNI O'RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad:** Kollektor-baza bog'lanishli multivibratorni ishlash prinsipini o'rganish.

#### Nazariy tushuncha

Multivibrator deb to'g'ri burchakli tebranma elektr signali ishlab chiqaruvchi qurilmaga aytiladi. Multivibrator to'lqinini uning spektrining yig'indisi tashkilotadi. Spektrdagi to'lqin garmonikasining chastotasi oshishi bilan, amplitudasi kamayib boradi. Multivibrator so'zi multi- ko'p, vibro-tebranaman so'zlarining qo'shilganidan tuzilgan.

Bunday qurilma elektr signallarning manbai sifatida ishlatiladi. 19-rasmda multivibratorning prinsipial sxemasi, 20-rasmda vaqt diagrammasi keltirilgan.



a)

b)

19-rasm. a) Multivibratorning prinsipial sxemasi, b) kutuvchi holatli multivibratorning shartli belgisi

T2 tranzistorning kollektori T1 tranzistorning bazasi bilan C2 sig'im orqali bog'langan bo'lib, R2 qarshilik +Ek manbaning musbat qutbiga ulangan.

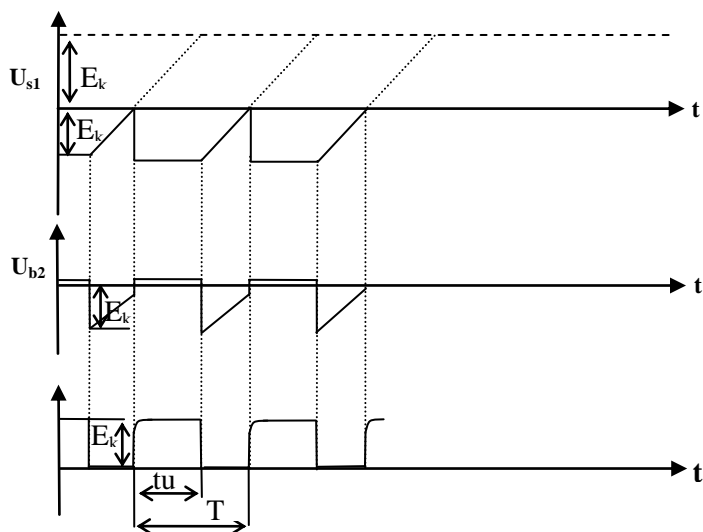
Aytaylik, multivibrator shunday holatda turibdiki, T1 tranzistor to'yingan C2 sig'im razryadlangan. Bu holatda T2 tranzistor yopiq, chunki C1 sig'imning o'ng tomonidani qoplamasi manfiy-E potentsialga

ega. Multivibrator muvozanat holatda  $C1$  sig'im  $R1$  orqali ortiqcha zaryadlanadi.

$T1$  tranzistor  $T1$  to'yingan  $U_{s1} \approx U_{b2}$   $R_{k2}$  orqali  $C2$  sig'im ( $U_{C2} \approx -E_k$ ) gacha zaryadlanadi. Bu jarayon  $t_1 \approx 0,7 C1 R1$  da tamom bo'ladi. Multivibrator boshqa holatga o'tadi.  $U_{s1} \approx 0$  ga teng bo'lganda,  $C2$  sig'im  $U_{C2} \approx -E_k$  ga teng bo'lib zaryadlanadi. Multivibrator boshqa holatga o'tgandan so'ng ikkinchi muvozanat holat hosil bo'ladi. Bu holatda  $t_2 \approx 0,7 C2 R2$  gacha  $C2$  sig'im  $R2$  orqali to'yingan tranzistor  $T2$  orqali ortiqcha zaryadlanadi.

$T = t_1 + t_2 \approx 0,7 (C1 R1 + C2 R2)$  vaqtdan so'ng multivibrator avvalgi birinchi holatga qaytadi. Shunday qilib, multivibrator  $T$  davrli avtotebranish holati sodir bo'ladi. Chiqish signali  $T2$  ning kollektoridan yoki  $T1$  ni kollektordan olinadi. Odatda  $R1 = R2 = R$ ,  $C1 = C2 = C$ ,  $R_{k1} = R_{k2} = R_k$ ,  $T = 1,4 CR$ . Impuls chuqurligi  $q = \frac{T}{t_{\tau U}} = 2$ .

20-rasmda vaqt diagrammasi berilgan.



20-rasm. Multivibratorning vaqt diagrammasi.

### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

KG, AVM1, AVM2, ChO'

Elementlar:  $R1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R2 = 39 \text{ k}\Omega$ ,  $R3 = 39 \text{ k}\Omega$ ,  $R4 = 1 \text{ k}\Omega$   $C1 = C2 = 50 \text{ mkF}$ . 10V.

Tranzistor: MP 37,  $U_m=9V$ .

### Ishni bajarish tartibi

1. 19-rasmda ko'rsatilgan prinsipial sxema asosida stenddagi panel maydoniga kerakli elementlar kiritib qo'ying va o'lchov asboblari bog'lovchi simlar orqali ulang, Manbaga 12V o'zgaras kuchlanish bering.

2. R2 va R3 qarshiliklarni ketma- ket ulab, ularga 30-50 kOm li o'zgaruvchan qarshilik o'zgartiriladi. Bu o'zgarish multivibratoridan chiqayotgan kuchlanish chastotasining o'zgarishiga olib keladi. Bu o'zgarish 26-jadvalga yozilsin.

26-jadval.

Rx, kOm								
$f_2$ , Hz								

3. Multivibratorning boshlang'ich qarshilik va sig'imlaridan C2 sig'imni o'zgartirib (2-3mkF daga), T2 ning kollektoriga milli ampermetrni o'lchab tokning o'zgarishi ossilograf orqali chizib olinsin va 27-jadvalga yozilsin.

27-jadval.

C2, mkF							
$I_{chiq2}$ , mA							
$f_2$ , Hz							

4. Multivibratoridagi R2 qarshilikni o'zgartirib (3kOm gacha) chastotaning o'zgarishi yozilsin.

28-jadval

R2, Om							
$I_{chiq2}$ , mA							
$f_2$ , Hz							

5. Multivibratoridagi T1 tranzistorining kollektoriga milli ampermetr ulanadi va  $I_{\text{chiq}}$ , chastota  $f_1$  aniqlanadi.

6. 26, 27, 28, 29-jadval asosida vaqt diagrammasini chizing. Buning uchun ossilografkalibrovkasidan foydalanib, tekshirilayotgan kirish impulse to'xtatilib qo'yiladi va impuls kengligi va davri orqali chastotasi topiladi, topilgan chastota asosida vaqt diagrammasi quriladi, yani  $U = f(f(\Gamma_{\text{U}}))$

29-jadval

C1, mkF							
$f_{\text{chiq}}$ , mA							
$f_1$ , Hz							

### Nazorat savollari

1. Multivibratoridan chiqayotgan signalning chastotasi sig'imga qanday bog'langan?
2. Multivibrator chastotasi R2 va R3 qarshiliklar munosabati qanday?
3. Multivibratoryelkasidagi sig'im va R3 o'zgartirilsa, qanday holatda ishlaydi?
4. Multivibrator chastotasi sig'imiga qanday bog'liq?
5. Multivibratorning kuchaytirgichdan farqi qanday?
6. Agar  $\rho - n - \rho$  tipli biqutbli tranzistorni ishlatsak, manbaning manfiy qutbi qayerga, musbat qutbi qayerga ulanadi?

## 17-laboratoriya ishi

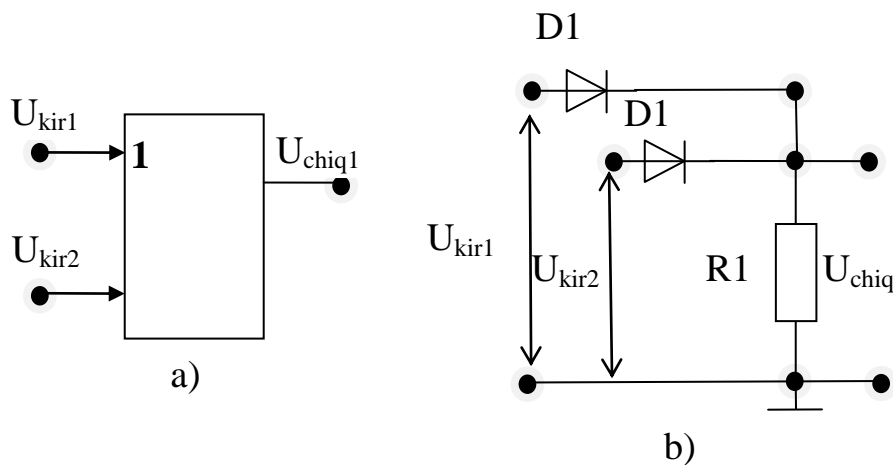
### «YOKI» MANTIQUIY ELEMENTINI TADQIQ QILISH

**Ishni bajarishdan maqsad-** «YoKI» mantiqiy elementining tuzilishi va ishlash prinsipini oʻrganish.

#### Nazariy tushuncha

Ikkita, yoki koʻproq kirishga va bitta chiqishga ega boʻlgan mantiqiy elementga aytiladi.

21 a, b, v rasmda mantiqiy element „YoKI” ning shartli belgisi va yarim oʻtkazgichli diod orqali hosil qilingansxemasi keltirilgan.



21-rasm. Mantiqiy element «YoKI» a) shartli belgisi; b) ulanish sxemasi;

Dizyunksiya (qoʻshish) amalida ikkita oʻzgaruvchan signal qoʻshiladi, yaʼni  $U_{chiq} = U_{kir1} + U_{kir2}$ . «YoKI» mantiqiy elementining birinchi kirishida yoki ikkinchi kirishida, har ikkala kirishida signal boʻlsa, chiqishida signal boʻladi.

#### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

AVM1, oʻzgarmas kuchlanishli manba (12V)

Diodlar; D1, D=D9J; R1=0,5÷2,2 kOm.

## Ishni bajarilish tartibi

1. Kuchlanish stabilizatori orqali har bir kirishga 3 V beriladi va chiqishdagi kuchlanishi yoziladi.
2. Birinchi kirishga 3 V, ikkinchi kirishga 0 V li kuchlanish beriladi va chiqish kuchlanishi yoziladi.
3. Birinchi kuchlanishga 0 V, ikkinchi kuchlanishga 3 V beriladi, chiqish kuchlanishi yoziladi.
4. Birinchi va ikkinchi kuchlanishga 0 potensial beriladi va chiqish kuchlanishi yoziladi.
5. Olingan natijalar yordamida haqiqat jadvali tuziladi.

30-jadval

$U_{kir1}$		$U_{kir2}$		$U_{chiq}$	
Shart. holati	Kuchlanish, V	Shart. holati	Kuchlanish, V	Shart. holati	Kuchlanish, V
0		0		0	
1		0		1	
0		1		1	
1		1		1	

### Nazorat savollari.

1. „YoKI” mantiqiy elementining chiqishida signal qachon paydo bo‘ladi?
2. Dizyunksiya amali nimani bildiradi?
3. Haqiqat jadvali nimani ko‘rsatadi?
4. Qaysi yarim o‘tkazgichli asboblardan mantiqiy element „YoKI” tuziladi?
5. Qaysi hisoblash sistemasi orqali mantiqiy amal amalga oshiriladi?

## 18-laboratoriya ishi

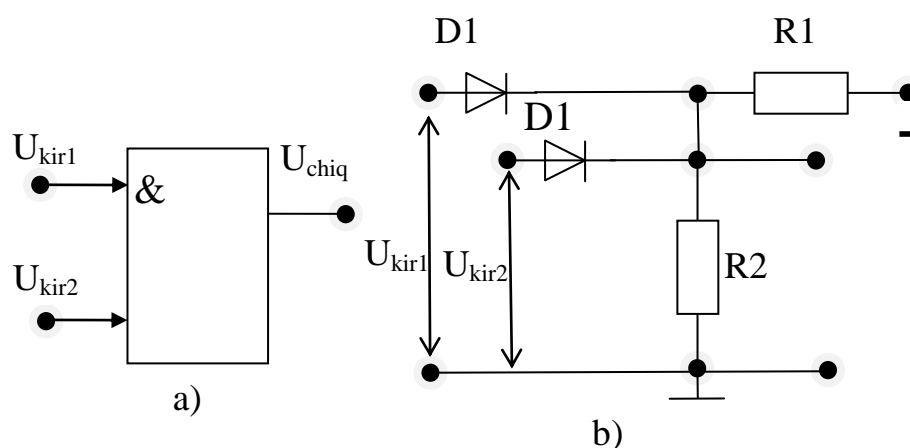
### «VA» MANTIQUIY ELEMENTINI O‘RGANISH

**Ishni bajarishdan maqsad:** «VA» mantiqiy elementining tuzilishi va ishlash prinsipini o‘rganish.

#### Nazariy tushincha.

Ikkita yoki ko‘proq kirishga va bitta chiqishga ega bo‘lgan mantiqiy elementga aytiladi.

22 a, b, v rasmda mantiqiy element „VA” ni shartli belgisi va yarim o‘tkazgichli diod asosidagi sxemasini keltirilgan.



22-rasm. Mantiqiy „VA” elementining  
a)shartli belgisi, b) ulanish sxemasi,

Konyunksiya (ko‘paytirish) amalida ikkita o‘zgaruvchan signal ko‘paytiriladi, ya’ni  $U_{chiq} = U_{kir1} \cdot U_{kir2}$ .

Mantiqiy element „VA” ning kirishlaridan faqat bittasining kirish signali nol bo‘lsa, chiqishdagi kuchlanish nolga teng bo‘ladi, chunki nolli diodning katodi sxemaningyeri bilan tutashgan bo‘ladi. Kirish signallari 1 ga teng bo‘lganda chiqish signali 1 ga teng bo‘ladi, ya’ni diodlarni  $U_{kir1} = U_{kir2} = 1$  berilsa, ikkala diod ham yopiq holda bo‘ladi, chiqishdagi  $R1$ ,  $R2$  qarshiliklardan tok o‘tadi va  $U_{chiq} = 1$  bo‘ladi.



### Ishni bajarish uchun kerakli asboblari:

AVM1, oʻzgarmas kuchlanish manbai (12V)

Diodlar: D1, D2 = D9J; R1=R2=0,5÷2,2 kOm

### Ishni bajarish tartibi

1. Kuchlanish stabilizatori orqali har bir kirishga 3 V beriladi va chiqishdagi kuchlanish yoziladi.
2. Birinchi kirishga 3 V, ikkinchi kirishga 0 V kuchlanish beriladi va chiqish kuchlanishi yoziladi.
3. Birinchi kirishga 0 V, ikkinchi kuchlanishga 3 V beriladi, chiqishdagi kuchlanish yoziladi.
4. Birinchi va ikkinchi kuchlanishlarga 0 V dan beriladi va chiqish kuchlanishi yoziladi.
5. Olingan natijalar yordamida haqiqiylik jadvali tuziladi.

31-jadval

$U_{kir1}, V$		$U_{kir2}, V$		$U_{chiq}, V$	
Shart holati	Kuchlanish, V	Shart holati	Kuchlanish, V	Shartli holat	Kuchlanish, V
0		0		0	
1		0		0	
0		1		0	
1		1		1	

### Nazorat savollari

1. Mantiqiy element „VA”ning chiqishida signal qachon paydo boʻladi?
2. Konyunksiya amali nimani bildiradi?
3. Haqiqat jadvali nimani bildiradi?
4. Qaysi yarim oʻtkazgichli asboblardan „VA” mantiqiy elementi tuziladi?
5. Qaysi hisoblash sistemasi orqali mantiqiy amal amalga oshiriladi?

## Adabiyotlar ro'yxati

1. Abdullah E. Introduction to RF Power Amplifier Design and Simulation U.S.A, 2014 CRC Press ing..
2. [J. Duncan Glover](#), [Mulukutla S. Sarma](#), [Thomas Overbye](#) Power System Analysis and Design, Fifth Edition 5th Edition Stamford CT 06902, USA, 2015 ing.
3. «Радиотехнические системы», учебник под редакцией Ю. Казаринова, М.: Академия изд. Центр, 2008.
4. Нефёдов В.И., «Основы радиоэлектроники». Москва, «Высшая школа», 2005.
5. Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В., «Задачник по общей электротехнике с основами электроники». Москва, «Высшая школа», 1991. Журналы Радио № 1 - №2. 2010.
6. Коваленко А.А., Петропавловский М.Д. «Основы микроэлектроники», Второе издание радиоэлектроника, М.: Центр академия, 2008.
7. Забродин Ю.С., «Промышленная электроника». Москва, «Высшая школа», 1992.
8. Гольденберг Л.М., «Импульсные устройства». Москва, радио и связь. 1991.
11. Elektron resurslar:  
[www.radio.ru](http://www.radio.ru)  
[www.electronic.ru](http://www.electronic.ru)  
[www.radiotech.by.ru](http://www.radiotech.by.ru)  
[www.chip.com](http://www.chip.com)

## Mundarija

1.	KIRISH.....	3
2.	1-Laboratoriya ishi. TRANZISTORNING UMUMIY BAZAGA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH.....	5
3.	2- Laboratoriya ishi. TRANZISTORNING UMUMIY EMITTERGA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH.....	9
4.	3-Laboratoriya ishi. MAYDON TRANZISTORLARINING UMUMIY ISTOKKA ULANISH SXEMASINI O'RGANISH.....	11
5.	4-Laboratoriya ishi. TIRISTORNING ULANISH SXEMASINI O'RGANISH.....	15
6.	5-Laboratoriya ishi. BIQUTBLI TRANZISTORLI BITTA POG'ONALI (KASKADLI) KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH.....	18
7.	6-Laboratoriya ishi. EMITTER QAYTARGICHNI O'RGANISH	22
8.	7-Laboratoriya ishi. QARAMA-QARSHI FAZALI (FAZAINVERSLI) KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH.....	25
9.	8-Laboratoriya ishi. IKKI TAKTLI QUUVAT KUCHAYTIRGICHINI O'RGANISH.....	28
10.	9-Laboratoriya ishi. DIFFERENSIAL KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH.....	31
11.	10-Laboratoriya ishi. TESKARI BOG'LANISHLI PAST CHASTOTALI KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH (PCHK).....	33
12.	11-Laboratoriya ishi. CHASTOTA ORALIG'I TOR KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH.....	36
13.	12-Laboratoriya ishi. SINUSOIDAL TEBRANISHLI LC GENERATORNI O'RGANISH.....	39
14.	13-Laboratoriya ishi. UMUMIY EMITTER ULANISH SXEMASINI ELEKTRON KALIT HOLATIDA ISHLATISH.....	42
15.	14-Laboratoriya ishi. IMPULSLI KUCHAYTIRGICHNI O'RGANISH.....	44
16.	15-Laboratoriya ishi. TRIGGERNI O'RGANISH.....	46

17.	16-Laboratoriya ishi. TRANZISTORDAN TUZILGAN MULTIVIBRATORNI O‘RGANISH.....	50
18.	17-Laboratoriya ishi.«YOKI» MANTIQUIY ELEMENTINI TADQIQ QILISH.....	54
19.	18-Laboratoriya ishi.«VA» MANTIQUIY ELEMENTINI TADQIQ QILISH.....	56
20.	Adabiyotlar ro‘yxati.....	58

Muharrir: Sidikova K.A.

Musahhih: Miryusupova Z.M.