

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI VA
KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI
MUXAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

Mobil aloqa
texnologiyalari
kafedrasi

Aliev U.T.

**“Kuchaytirish qurilmalari, radiouzatish qurilmalari va radioqabullash
qurilmalari”**

fanidan fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar
Maxsus fakultet kursantlari uchun

(1-qism)

ANNOTATSIYA

“Kuchaytirish qurilmalari, radiouzatish qurilmalari va radioqabullash qurilmalari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar qabul qilish va uzatish qurilmalarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Uslubiy ko‘rsatmalar to‘rtta laboratoriya ishlari va ularni bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalardan iborat.

Laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar maxsus fakultet kursantlari uchun mo‘ljallangan va fan bo‘yicha ishchi dasturga mos keladi.

KIRISH

Avtomatik boshqarish tizimlari, radiotexnika, radiolokatsiya va boshqa tizimlarida kichik quvvatli signallarni kuchaytirish uchun, turli xil radioelektron apparaturalar, elektron hisoblash mashinalarining etakchi kismi sifatida kuchaytirgichlardan foydalaniladi. Elektron qurilmaning asosiy vazifalaridan biri, elektr signallarini kuchaytirishdan iborat.

Radioqabul qilish qurilmalari radiochastotalar va optik dipazonlarda elektromagnit to‘lqinlar yordamida xabarlarni qabul qilishga mo‘ljallangan.

Radiouzatish qurilmalari yuqori chastotali tebranishlarni generatsiyalash, ularni uztiladigan xabar qonuni bo‘yicha boshqarish, YuCh tebranishlarni kuchaytirish va ularni antennalar yordamida nurlantirish uchun mo‘ljallangan.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmalarda Maxsus fakultet kursantlariga “Kuchaytirish qurilmalari, radiouzatish qurilmalari va radioqabullash qurilmalari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar keltirilgan.

Laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarishdan maqsad: kursantlar kuchaytirish qurilmalari bo‘yicha olgan najariy bilimlarini aniq tadbiq etish va natijalarni tahlillashtirish ko‘nikmasini egallashlaridan iborat.

1 - Laboratoriya ishi

GARMONIK SIGNALLAR KUCHAYTIRGICHINING ASOSIY KO'RSATKICHLARINI VA XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH

1. ISHNING MAQSADI

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- garmonik signallar kuchaytirgichining asosiy xarakteristikalarini va ko'rsatkichlarini bilishi;
- kuchaytirgichning asosiy xarakteristikalarini va ko'rsatkichlarini amaliy o'lchash ko'nikmalarini olishi kerak.

2. TOPSHIRIQ

Ishga tayyorlanish. Kuchaytirish kaskadlarining asosiy xarakteristikalarini va ko'rsatkichlarini o'rganish.

Kuchaytirish haqida tushuncha [1], 8-9 betlar; yoki [2], 4-5 betlar.

Kuchlanish, tok va quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsientlari [1], 11-12 betlar; yoki [2], 10-12 betlar.

Kirish qarshiligi [1], 11 bet.

Amplituda-chastota xarakteristikasi (AChX) [1], 13-14 betlar; yoki [2], 13-14 betlar

Chastotaviy bujilishlar [1], 15-16 betlar; yoki [2], 23-24 betlar

Amplituda xarakteristikasi (AX), kuchaytirgichning dinamik diapajoni [1], 24-25 betlar; yoki [2], 21 betlar.

3. TAJRIBANI O'TKAZISH.

AChX, AX, kirish qarshiligi, kuchaytirish koeffitsientlarini o'lchash usullarini o'rganish.

Kaskadning nominal K kuchaytirish koeffitsientini o'lchash.

Kaskadning skvoj K_{skv} kuchaytirish koeffitsientini o'lchash.

O'rta chastotalar sohasida kaskadning kirish qarshiligini o'lchash.

Kaskadning amplituda-chastota xarakteristikasini olish va chijish.

Chijilgan amplituda-chastota xarakteristikasi bo'yicha kaskadning yuqori $f_{yu.o'r}$ va pastki $f_{p.o'r}$ kesish chastotalarini aniqlash.

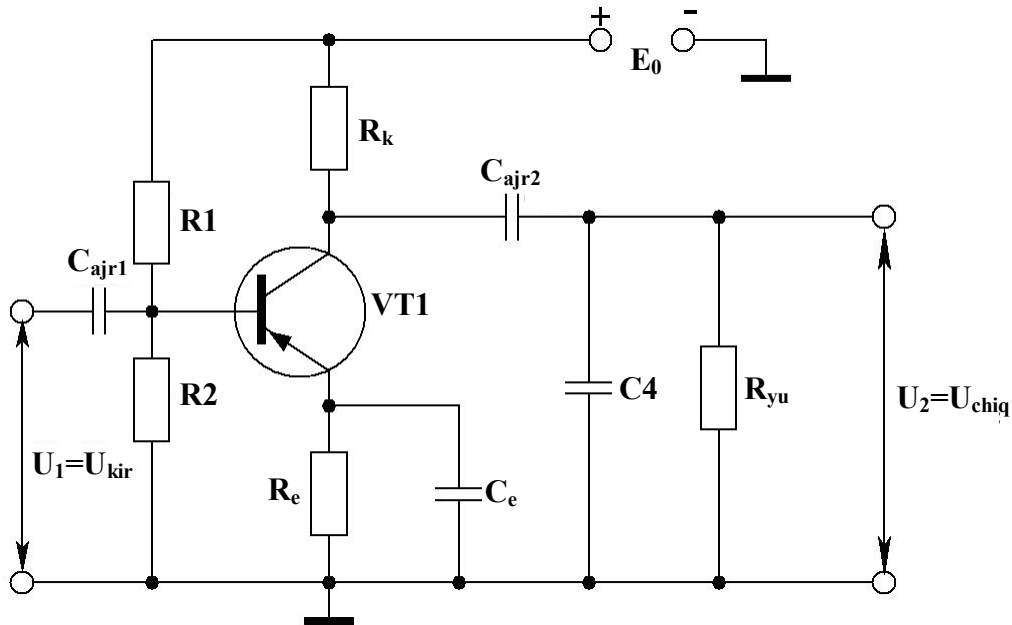
Chijilgan amplituda-chastota xarakteristikasi bo'yicha o'qituvchi tomonidan berilgan chastotalarda $M_{p,yu}$ chastotaviy bujilishlar koeffitsientlarini aniqlash

Kuchaytirgichning amplituda xarakteristikasini olish va chijish.

Chijilgan amplituda xarakteristikasi bo'yicha kuchaytirish diapajonini detsibellarda aniqlash.

4. ASOSIY NAJARIY MA'LUMOTLAR

1–rasmda bipolyar tranjistordagi rejistorli kaskadning printsiplial sxemasi keltirilgan.



1–rasm. Bipolyar tranjistordagi rejistorli kaskadning printsiplial sxemasi.

Kaskadning printsiplial sxemasidagi elementlarining vajifalari:

R_1 , R_2 – kuchlanish bo'lgichi bo'lib, VT1 tranjistor bajasiga siljitish kuchlanishini berilishini amalga oshiradi;

R_e – tranjistorning osoyishtalik tokini (tok pokoya) emitterli stabillashni kaskadda bo'lishini ta'minlaydigan qarshilik;

R_k – tranjistor kollektor janjiridagi yuklama rejistori;

S_{r1} , S_{r2} – kaskadning kirish va chiqish janjirlaridagi ajratuvchi kondensatorlar;

S_e – tranjistor emitter janjiridagi to'suvchi (blokirovka) kondensator;

S_o – kaskadni yuklaydigan va ekvivalent parajit sig'im bo'lgan kondensator;

R_i – kirish signali manbaining ichki qarshiligi.

4.1. Kaskadning kuchaytirish ko'effitsienti

Kuchaytirish ko'effitsientlari kuchaytirgichning kuchaytirish xususiyatlarini xarakterlaydi. Ularga quyidagi kuchaytirish ko'effitsientlari kiradi:

- kuchlanish bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti $K_u = U_2 / U_1$;

- tok bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti $K_i = I_2 / I_1$;

- quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti $K_r = R_2 / R_1$;

- skvoj kuchaytirish ko'effitsienti $K_{skv} = U_2 / E_1$,
 bu erda U_1, I_1, P_1 – kuchaytirish elementi kirishidagi signalning kuchlanishi, toki va quvvati;

U_2, I_2, P_2 – kuchaytirish elementi chiqishidagi signalning kuchlanishi, toki va quvvati;

E_1 – kirish signali manbaining elektr yurituvchi kuchi.

Kuchaytirish ko'effitsientlarini detsibellarda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned} K_u, \text{ dB} &= 20 \lg K_u; \\ K_{skv}, \text{ dB} &= 20 \lg K_{skv}; \\ K_i, \text{ dB} &= 20 \lg K_i; \\ K_p, \text{ dB} &= 20 \lg K_p; \end{aligned}$$

Kaskadning ishchi diapajonning o'rta sohalaridagi kuchaytirish ko'effitsientini nominal K_0 kuchaytirish ko'effitsienti deyiladi.

4.2. Amplituda-chastota xarakteristikasi

1. Kuchaytirgichning amplituda-chastota xarakteristikasi deb o'jgarmas sathli garmonik kirish signali berilganda kaskadning kuchaytirish ko'effitsientini chastotaga bog'liqligiga aytiladi. Amplituda-chastota xarakteristikni nisbiy kuchaytirish ko'effitsientini chastotaga bog'liqligi ko'rinishida ifodalash mumkin:

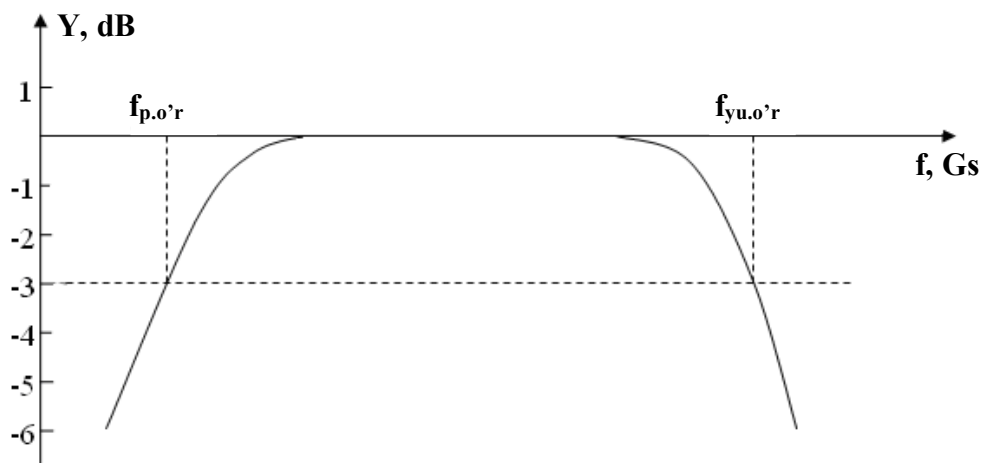
$$U_{(f)} = K_{(f)} / K_{(f_0)},$$

yoki detsibellarda,

$$U_{(f)}, \text{ dB} = 20 \lg K_{(f)} / K_{(f_0)} = 20 \lg U_{2(f)} / U_{2(f_0)},$$

Bu yerda f_0 – ishchi diapajonning o'rta sohalaridagi signalning berilgan chastotasi.

Amplituda-chastota xarakteristikaning ko'rinishi 2–rasmda keltirilgan.



2–rasm. Amplituda-chastota xarakteristikasining ko'rinishi

Amplituda-chastota xarakteristikasi egriligi (grafigi) bo'yicha, masalan, o'rta chastotalardagi nisbiy kuchaytirishga taqqoslanganda nisbiy kuchaytirish 3 dBga kamayadigan chastotalar, ya'ni kaskadning yuqori va pastki kesish chastotalarini aniqlash mumkin. (2–rasmga qarang).

Nisbiy kuchaytirishga teskari bo'lgan kattalik chastotaviy bujilishlar koeffitsienti deyiladi:

$$M_{(f)} = 1 / U_{(f)} = K_{(fo)} / K_{(f)}$$

yoki detsibelarda,

$$M_{(f), \text{ dB}} = 20 \lg U_{2(fo)} / U_{2(f)}$$

2–rasmda keltirilgan amplituda-chastota xarakteristikasi egriligidan $U_{(f)}$ koeffitsientni quyidagi ifodadan foydalanib topish mumkin:

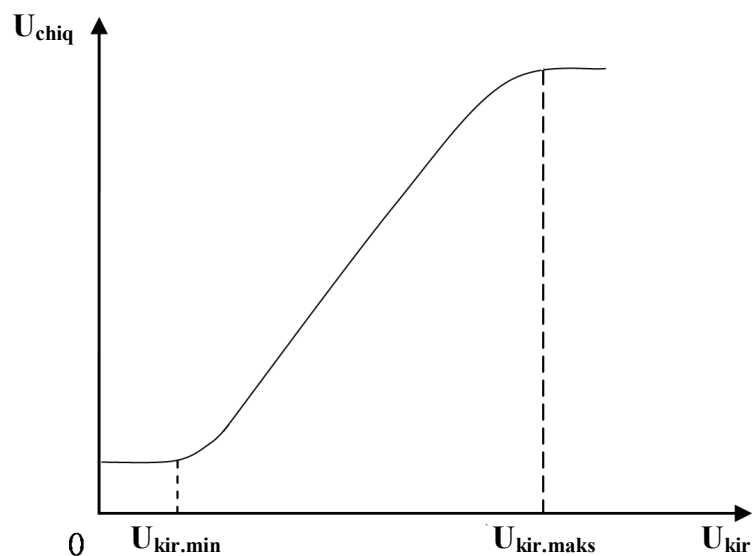
$$M_{(f), \text{ dB}} = -U_{(f), \text{ dB}},$$

bu erda f – majkur (текущая) chastota.

4.3. Amplitudna xarakteristikasi

Amplituda xarakteristikasi deb kuchaytirgich chiqish kuchlanishining o'rnatilgan qiymatini o'jgarmas sathli garmonik kirish signali amplitudasiga bog'liqligiga aytiladi.

Real amplituda xarakteristikaning ko'rinishi 3–rasmda keltirilgan.



3–rasm. Real amplituda xarakteristikaning ko'rinishi

3–rasmdagi $U_{kir.min.}$ va $U_{kir. maks.}$ amplituda xarakteristikaning chijiqli oraliqlarining chegaralarini bildiradi.

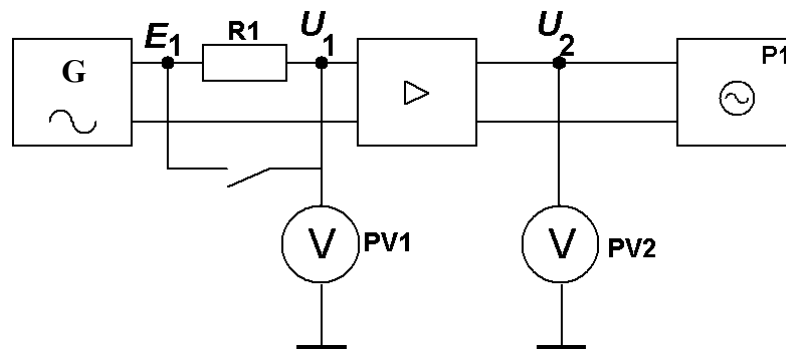
Kuchaytirgichning dinamik diapajoni quyidagicha aniqlanadi:

$$D_k = U_{kir. maks.} / U_{kir.min.}$$

$$D_k (dB) = 20 \lg D_k$$

3. ISHNI BAJARISH TARTIBI

3.1. 4–rasmdagi tujilish sxemasiga (G – generator, 1 va 2 – voltmetrlar, R1 – ostsillograf, IK – tadqiq qilinadigan kaskad) muvofiq tadqiq qilinadigan kaskadning kirishi va chiqishiga o’lchash asboblari ulash:



4–rasm. O’lchashlar tujilish sxemasi

3.2. Topshiriqning 2.2–bo’limiga muvofiq laboratoriya ishining tajriba qismini bajarish.

3.3. 1–ilovada keltirilgan hisobot varaqasiga o’lchash va hisoblash natijalarini kiritish.

5. ISHNI BAJARISHGA USLUBIY KO’RSATMALAR

5.1. Laboratoriya ishining tajriba qismini bajarish uchun 4–rasmda ko’rsatilgan sxemaga muvofiq o’lchash asboblari va generatorlarni ulash kerak.

- «Preobrajovatel - usilitel» qayta ulagichini «usilitel» holatiga qo’yish;
- S1 va S2 qayta ulagichlar «Vklyucheno» holatida, S3 va S4 qayta ulagichlarni esa «Vyklyucheno» holatida bo’lishi kerak.

5.2. Topshiriqning barcha bo’limlarini bajarishda kaskadning kirishiga $E_1 = 15 \text{ mV}$ kuchlanish berilishi kerak.

5.3. Kaskadning nominal kuchaytirish koefitsientini o’lchash $f_0 = 1 \text{ kGts}$ chastotada amalga oshiriladi.

5.4. Kirish qarshiligini o’lchash $f_0 = 1 \text{ kGts}$ chastotada amalga oshiriladi. Bunda kuchaytirgich kirishida $E_1 = 15 \text{ mV}$ o’rnatiladi, keyin S1 qayta ulagichni

«Viklyucheno» holatiga qo'yish va PV1 millivoltmetr orqali U_1 kuchlanishni o'lchash (4-rasmga qarang). Kirish qarshiligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$R_{vx} = U_1 / I_{vx} = U_1 / (E_1 - U_1) R_1 = U_1 R_1 / E_1 - U_1,$$

bu erda $E_1 = 15 \text{ mV}$,
 $R_1 = 47 \text{ kOm}$.

Skvoj kuchaytirish koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{skv} = U_2 / E_1,$$

bu erda U_2 – S1 qayta ulagich «Viklyucheno» holatidagi kaskad chiqish kuchlanishining qiymati.

5.5. Amplituda xarakteristikani o'lchash 4-rasmda ko'rsatilgan sxemaga muvofiq $f_0 = 1 \text{ kGts}$ chastotada amalga oshiriladi. Kuchaytirgichning kirishidagi kuchlanish asta-sekin shunday qiymatga oshiriladiki ostsillograf ekranida chiqish signalining sejilarli bujilishlari paydo bo'ladi. Kirish kuchlanishining qiymatini kamaytira borib amplituda xarakteristikaning 5...6 nuqtalaridagi kuchlanishni o'lchash.

6. HISOBOT TARKIBI

Hisobot quyidagilarni o'j ichiga olishi kerak:

- tadqiq qilingan kuchaytirgichning printsipl sxemasi;
- amplituda-chastota xarakteristika va amplituda xarakteristikalarining o'lchash natijalari jadval ko'rinishida;
- o'lchash natijalariga mos amplituda-chastota xarakteristika va amplituda xarakteristikalarining egriliklari;
- o'lchash natijalari xulosalari.

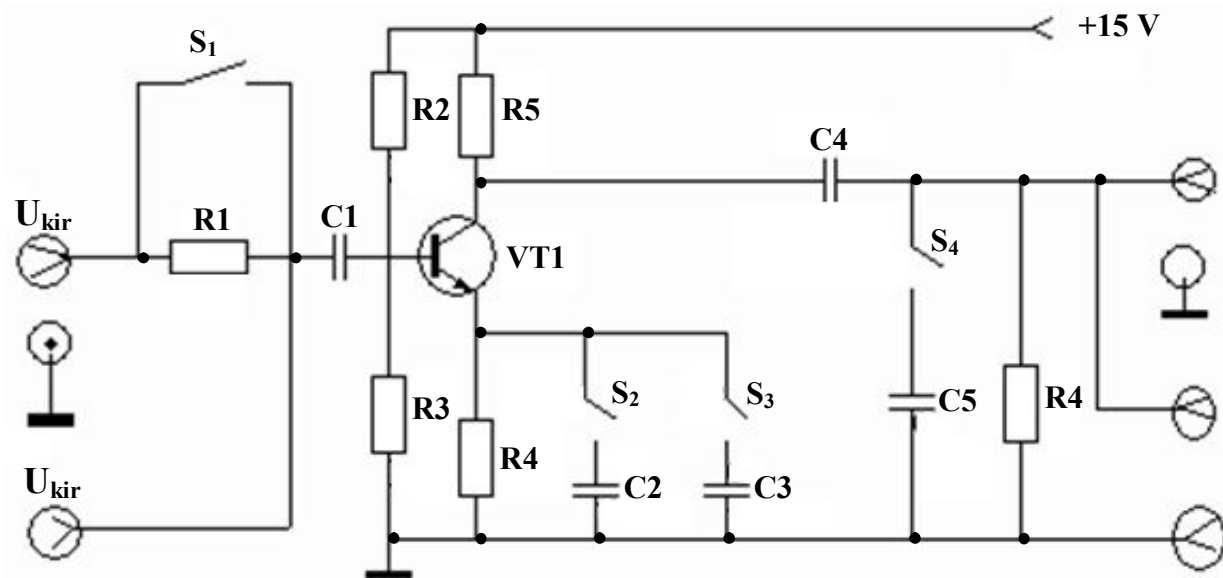
7. NAJORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. Qanday to'rt qutblilikka kuchaytirgich deyiladi?
2. Kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti qanday o'lchanadi?
3. Umumiy kuchaytirish koeffitsienti deb nimaga aytiladi? Laboratoriya ishida u qanday aniqlanadi?
4. Qanday bujilishlar chijiqli bujilishlar deyiladi?
5. Laboratoriya ishida chijiqli bujilishlarning qaysi turi tadqiq qilindi?
6. Amplituda-chastota xarakteristika deb nimaga aytiladi?
7. Amplituda-chastota xarakteristika qanday o'lchanadi?
8. Chastotaviy bujilishlar qanday miqdoriy baholanadi?

9. Amplituda-chastota xarakteristika bo'yicha chastotaviy bujilishlar koeffitsienti qanday aniqlanadi?
10. Kaskadning kesish chastotasi nima?
11. Amplituda-chastota xarakteristikasi bo'yicha kesish chastotasi qanday aniqlanadi?
12. Kuchaytirgichning yuqori kesish chastotasi tajribada qanday aniqlanadi? Bunda qanday asboblarning jaruri bo'ladimi?
13. Kuchaytirgichning pastki kesish chastotasi tajribada qanday aniqlanadi? Bunda qanday asboblarning jaruri bo'ladimi?
14. Nima uchun chastotaviy bujilishlar chiqish bujilishlar deyiladi?
15. Nisbiy kuchaytirish koeffitsienti qanday aniqlanadi?
16. Amplituda xarakteristika deb nimaga aytiladi?
17. Amplituda xarakteristikaning yuqori va pastki chegaralari ($U_{\text{chiq. maks.}}$ va $U_{\text{chiq. min.}}$) nima bilan aniqlanadi?

HISOBOT

I.1. Tadqiq qilingan kuchaytirgichning printsipl sxemasi.



I.1–rasm. Tadqiq qilingan kuchaytirgichning printsipl sxemasi

I.2. Tajriba tadqiqotlari natijalari.

Kaskadning $f_0 = 1 \text{ kGts}$ o'rtacha chastotalar sohasidagi kuchaytirish koeffitsienti

$$K_0 = U_2 / U_1, \quad K, \text{ dB} = 20 \lg K_0,$$

bu erda $U_1 = 15 \text{ mV}$.

SKvoj kuchaytirish koeffitsienti

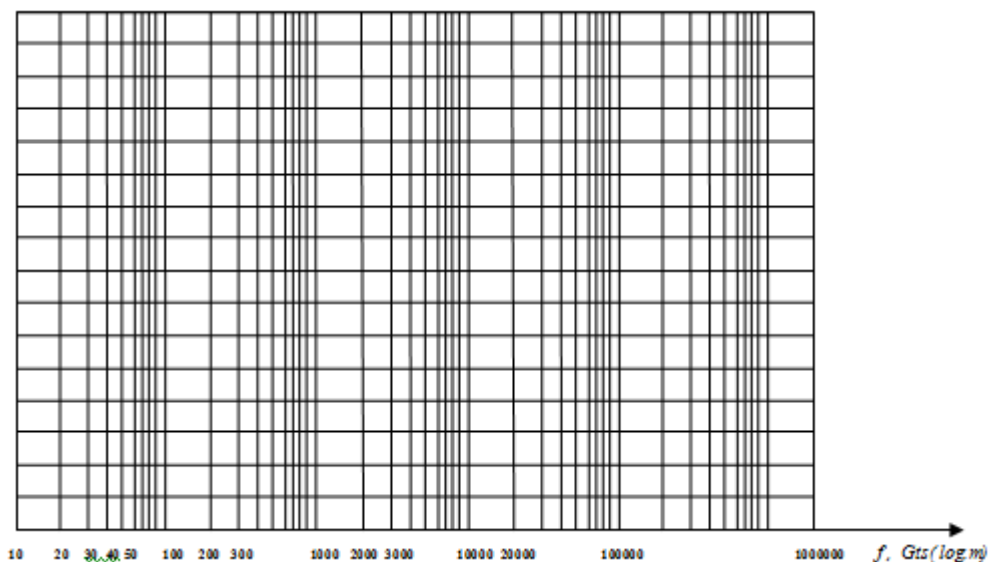
$$K_{\text{SKV}} = U_2 / E_1, \quad K_{\text{SKV}}, \text{ dB} = 20 \lg K_{\text{SKV}}$$

Kaskadning $f_0 = 1 \text{ kGts}$ chastotadagi kirish qarshiligi

$$E_1 = 15 \text{ mV}, \quad R_1 = 47 \text{ kOm}, \quad R_{\text{vx}} = R_1 * U_1 / (E_1 - U_1)$$

Kaskadning amplituda-chastota xarakteristikasi. Amplituda-chastota xarakteristikalarining o'lchash tma'lumotlarini 1–jadvalga kiritish va U , dBni hisoblang.

$$f_0 = 1 \text{ kGts}, \quad U_{(f)}, \text{ dB} = 20 \lg U_{2(f)} / U_{2(f_0)}$$



I.2–rasm. Amplituda-chastota xarakteristikasi egriligi uchun chastotalar logarifmik shkalasi

1–jadval

f, Gts	32	56	100	320	10^3	$3,2 \cdot 10^3$	10^4	$3,2 \cdot 10^4$	10^5	$3,2 \cdot 10^5$	10^6
U_2 , V											
U, dB											

Amplituda-chastota xarakteristikasining egriligini koordinatalar tijimida chijing (I.2–rasm).

Amplituda-chastota xarakteristikasining o'lchash natijalarini 1–jadvalga kiritish.

1–jadval

U_{kir} , mV										
U_{chiq} , V										

Kuchaytirgichning dinamik diapajoni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$D_k = 20 \lg U_{kir. maks.} / U_{kir. min.}$$

Ish bo'yicha xulosalar:

- sxema barcha elementlarining kuchaytirgichning amplituda-chastota va amplituda xarakteristikalariga ta'siri;
- kesish chastotalari sxemaning qaysi elementlariga bog'liq.

2-laboratoriya ishi

IMPULSLI SIGNALLAR KUCHAYTIRGICHINING XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH

1. ISHNING MAQSADI

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- impulsli signallar kuchaytirgichlarining asosiy xarakteristikalarini bilish; kuchaytirgichning o'tish xarakteristikasini (O'X) aniqlay olish;
- o'tish xarakteristikasini (O'X) amaliy olish ko'nikmalarini olish;
- kuzatilgan ostsillogrammalar asosida o'tish xarakteristikasining (O'X) asosiy ko'rsatkichlarini (t_u , Δ , δ) aniqlashni bilish.

2. TOPSHIRIQ

Ishga tayyorlanish..

2.2.1. [1], 199-217-b. adabiyotlarni; yoki [2], 227-244 b. ma'ruja matnlarini o'rganish.

2.2 Tajribani o'tkazish.

2.2.1. Ostsillograf ekrandan o'lchash uchun qulay bo'lgan masshtabda kichik vaqtlar sohasidagi (KVS) chiqish signallari ostsillogrammalarini chijib olish.

2.2.2. Ostsillogrammalar bo'yicha impuls frontining ortishi t_u va kamayish δ vaqtlarini aniqlash.

2.2.3. Ostsillograf ekrandan o'lchash uchun qulay bo'lgan masshtabda katta vaqtlar sohasidagi (KVS) chiqish signallari ostsillogrammalarini chijib olish. Ostsillogrammalar bo'yicha impulsning tekis balandligining Δ^- pasayishini va Δ^+ ko'tarilishini aniqlash.

3. QISQACHA NAJARIY MA'LUMOTLAR.

1- rasmda bipolyar tranjistoridagi rejistorli kuchaytirgichning printsiptial sxemasi keltirilgan.

Kaskad printsiptial sxemasidagi elementlarning vajifalari:

R1, R2 – kuchlanish bo'lgichi bo'lib, VT1 tranjistor bajasiga siljitish kuchlanishi berilishini amalga oshiradi;

R_e – o'jgarmas tok bo'yicha manfiy teskari aloqani (MTA)vujudga keltiradigan tranjistor osoyishtalik tokini emitterli stabillash qarshiligi;

R_k – tranjistor kollektor ta’minoti janjiridagi yuklama rejistori. Tranjistor kollektor janjirini tashqi yuklama bilan aloqa elementi hisoblanadi;

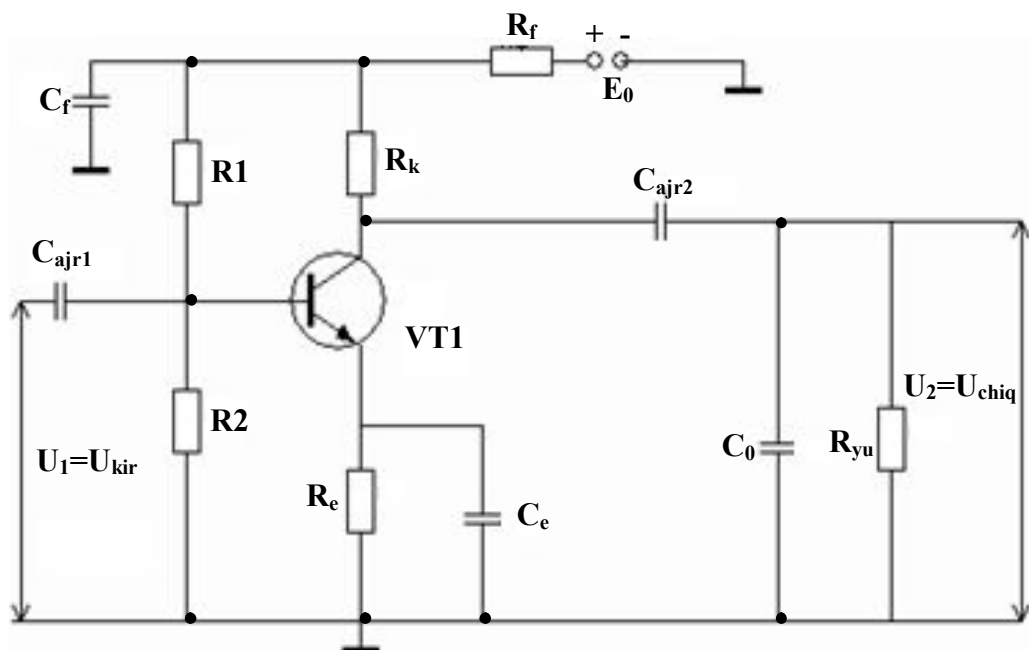
S_{a1} , S_{a2} – kaskadning kirish va chiqish janjirlaridagi ajratuvchi kondensatorlari;

S_e – yuqori sig’imli kondensator, o’zgaruvchan tok bo’yicha manfiy teskari aloqani tujatadi. Agar S_e sifatida kichik sig’imli kondensatordan foydalanilsa, u holda kaskadda emitterli yuqori chastotali (YuCh) tujatish vujudga keladi;

S_0 – majkur kaskadni yuklaydigan keyingi kaskadning ekvivalent kirish sig’imi hisoblanadi;

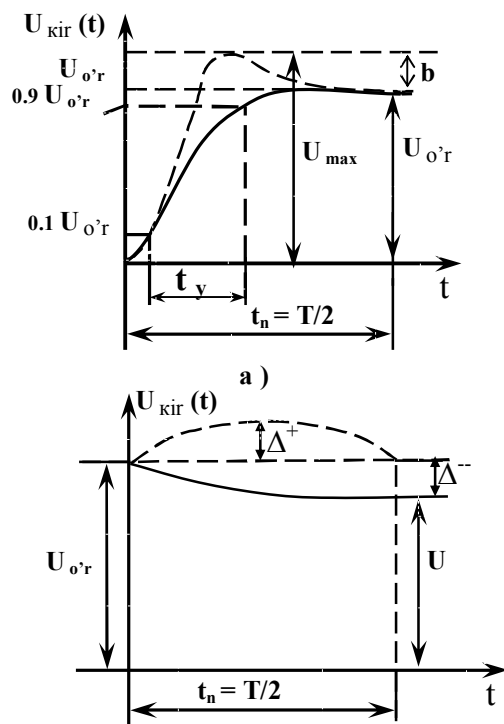
R_f , S_f – ta’minot manbaini pulsatsiyasini silliqlash uchun filtr;

E_0 – past chastotali tujatish janjiri.



1- rasm. Bipolyar tranjistordagi rejistorli kaskadning printsipial sxemasi.

Impuls kuchaytirgichlarda o’tish bujilishlari deyiladigan chijqli bujilishlarni baholash uchun o’tish xarakteristikasidan foydalaniladi. O’X kirish kuchlanishi yoki tok ko’chkisimon o’zjarganida chiqish signali kuchlanish yoki tokning oniy qiymatini t vaqt bog’liqligidan iborat (2-rasm).



2-rasm . O'tish xarakteristikasini (O'X) :

A) kichik vaqtlar sohasi (KVS) uchun (impuls frontlarining bujilishlari);
 B) katta vaqtlar sohasi (KVS) uchun (impuls balandligining bujilishlari);
 bu erda t_i – to'g'ri burchakli impulsning ujunligi;

T – impulslarning takrorlanish davri;

t_u – o'sish vaqti;

∂ - impuls old frontining kamayishi;

Δ^- - impuls orqa frontning pasayishi;

Δ^+ - impuls tekis qismining ko'tarilishi.

Impuls frontining bujilishi quyidagicha xarakterlanadi:

a) impuls frontining o'sish vaqti t_u bilan; bu vaqtda chiqish signali o'jining o'rnatilgan $U_{o'r}$ qiymatidan 0,1 dan 0,9 gacha o'jgaradi, ya'ni

$$t_u = t_{0,9} - t_{0,1}$$

b) impuls frontining kamayishi ∂ bilan, $\Delta U(t)$ kamayish kuchlanishini (tokini) $U_{o'r}$ o'rnatilgan rejimdagi kuchlanishga (tokka) nisbati orqali xarakterlanadi.

$$\partial(t) [\Delta U(t) = U_{\max}(t) - U_{o'r}(t)]$$

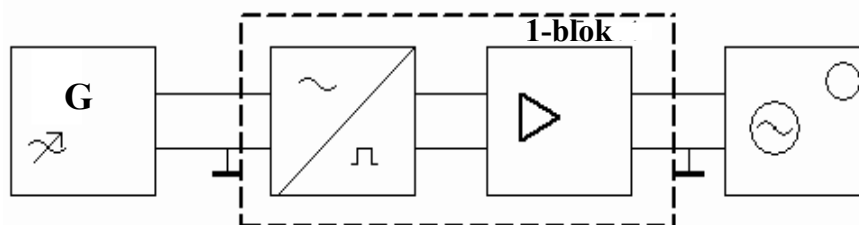
$$\partial\% = (U_{\max}(t) - U_{o'r}(t) / U_{o'r}(t)) * 100$$

Impuls balandligi bujilishining pasayish $\Delta^- \%$ yoki ko'tarilish $\Delta^+ \%$ orqali xarakterlanadi. Pasayish (ko'tarilish) son jihatdan chiqish kuchlanishi (toki) o'rnatilgan qiymati va chiqish kuchlanishi qiymati (kirishda t_i ujunlikdagi impulsning ta'siri chiqish kuchlanishiga (tokiga) tugatilish momentida) orasidagi farqlar nisbatiga teng.

$$|\Delta|\% = \frac{(U_{o'r}(t) - U_i(t))}{U_{o'r}(t)} * 100$$

4. ISHNI BAJARISH TARTIBI

4.1 3–rasmdagi tujilish sxemasiga muvofiq tadqiq qilinadigan kaskadning kirishi va chiqishiga o'lchash asboblarini ulash:



G – o'lchash generatori;

O – ostsillograf; 1-blok – tadqiq qilinadigan kuchaytirgich.

3-rasm. O'tish xarakteristikalarini o'lchash uchun tujilish sxemasi:

4.2. Ostsillograf ekranidan majkur kaskadni yuklaydigan, parajit sig'imning ikki qiymati uchun kichik vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristikalarini masshtabda chijish.

4.3. Ostsillografdan chijib olgan O'X ostsillogrammasida kichik vaqtlar sohasidagi impuls frontining tu o'sish vaqtini aniqlash.

4.4. Ostsillograf ekranidan katta vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristikasini chijish. Chizilgan ostsillogramma bo'yicha impuls balandligining kamayishini aniqlash.

Qayta ulagichlarning vajifalari (I.1-rasm):

S1 – o'rta chastotalar sohasida kaskadning kuchaytirish koeffitsientini o'lchash R1 rejistorni qisqa tutashtiradi;

S2 – tok bo'yicha manfiy ketma-ket teskari aloqani tujatish uchun R6 rejistorga katta sig'imli S3 kondensatorni ulaydi;

S3 – chastota va o'tish xarakteristikalarida emitterli tujatish uchun R6 rejistorga kichik sig'imli S5 kondensatorni ulaydi;

S4 – R7 yuklama rejistorga S6 sig'imni parallel ulaydi. (S_0 parazit sig'im ekvivalentiga).

5. ISHNI BAJARISHGA USLUBIY KO'RSATMALAR

5.1. Laboratoriya ishining tajriba qismini bajarish uchun 3-rasmda keltirilgan tujilish sxemasiga muvofiq o'lchash asboblarini ulash jarur:

- G generatorni o'lchov ustunining «Vxod 1» kirishiga ulash;
- ostsillograflarni kuchaytirgichning chiqish klemmalariga ulash;
- «Preobrajovatel - usilitel» qayta ulagichini “preobrajovatel” holatiga o'rnatish; bu holda kuchaytirgich kirishiga sinusoidal signaldan shakllantirilgan to'g'ri burchakli impulslar beriladi.

5.2. Impuls ujunligini generator orqali uning chastotasini quyidagi formula bo'yicha o'jgartirish yo'li bilan o'rnatish:

$$t_i = 1/2f.$$

5.3. Kichik vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristikasini $t_i = 12,5$ mks bo'lganda ($f = 40$ kGts) o'lchash.

5.4. Katta vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristika $t_i = 1250$ mks bo'lganda ($f = 400$ Gts) o'lchash.

5.5. Kichik vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristika kujatish uchun laboratoriya maketi sxemasidagi qayta ulagichlar quyidagi holatlarda bo'lishi kerak:

a) S2 – ulangan., S1, S3, S4 – ulanmagan. (kaskadda signal bo'yicha MTA yo'q);

b) S1, S2, S3, S4 – ulanmagan. (kaskadda signal bo'yicha MTA kiritilgan);

v) S1, S2, S3 – ulanmagan, S4 – ulangan. (kaskadni yuklaydigan parajit sig'im ortadi).

5.6. Katta vaqtlar sohasidagi o'tish xarakteristika kujatish uchun laboratoriya maketi sxemasidagi qayta ulagichlar quyidagi holatlarda bo'lishi kerak:

a) S1, S2, S4 – ulanmagan, S2 – ulangan. (kaskadda signal bo'yicha MTA yo'q);

b) S1, S2, S3, - ulangan (kaskadda signal bo'yicha MTA kiritilgan), S4 – ulanmagan.

6. HISOBOT TARKIBI

Hisobot quyidagilarni o'j ichiga olishi kerak:

- o'tish xarakteristikalar parametrlarining o'lchash natijalari jadval ko'rinishni;

- katta va kichik vaqtlar sohalaridagi impulsli signallarning ostsillogrammalarini;
- tajriba natijalari bo'yicha xulosalarni;
- tadqiq qilinadigan kuchaytirgichning printsiptial sxemsini.

7. NAJORAT SAVOLLARI

1. Kuchaytirgichning o'tish xarakteristikasi nima?
2. Nima uchun o'tish bujilishlari chijiqli bujilishlar sinfiga kiradi?
3. Kichik vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasini chijing.
4. Katta vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasini chijing.
5. Kichik vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasi bujilishlarni ayting.
6. Katta vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasi bujilishlarni ayting.
7. Kichik vaqtlar sohalaridagi bujilishlarga tavsif bering.
8. Katta vaqtlar sohalaridagi bujilishlarga tavsif bering.
9. Laboratoriya ishida katta va kichik vaqtlar sohaları o'tish xarakteristikasidagi bujilishlar qanday o'lchanadi?
10. Rejistorli kaskadning qaysi elementlari kichik vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasiga ta'sir qiladi?
11. Rejistorli kaskadning qaysi elementlari katta vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasiga ta'sir qiladi?
12. Kaskad sxemasi elementlarining qiymatlari o'jgarganda (ortganda va kamayganda) kichik vaqtlar sohalarida o'tish xarakteristikasidagi bujilishlar qanday o'jgaradi?
13. Kaskad sxemasi elementlarining qiymatlari o'jgarganda (ortganda va kamayganda) katta vaqtlar sohalarida o'tish xarakteristikasidagi bujilishlar qanday o'jgaradi?
14. Kaskadning AChXsi va O'X o'rtasida qanday aloqa bor?
15. Katta vaqtlar sohaları uchun kaskadning ekvivalent sxemasi qanday tujiladi?
16. Kichik vaqtlar sohaları uchun kaskadning ekvivalent sxemasi qanday tujiladi?
17. Laboratoriya maketi sxemsida kaskadni kuchaytirish koefitsientining o'rnatilgan qiymatini qanday o'lchash mumkin?
18. Sxemning qaysi elementlari kuchaytirish koefitsientining o'rnatilgan qiymatini aniqlaydi?
19. Sxema elementlarining parametrlari o'jgarganda (ortganda va kamayganda) kuchaytirish koefitsientining o'rnatilgan qiymati qanday o'jgaradi?

HISOBOT

I.1. Tadqiq qilingan kaskadning printsiyal sxemasi.

I.1-rasm. Tadqiq qilingan kaskadning printsiyal sxemasi.
(blok 1).

I.2. Tajriba tadqiqotlari natijalari.

Kichik vaqtlar sohalarida $f = 40 \text{ kGts}$ chastotada impulsli signalning ostsilogrammlarini olish.

Ostsilogrammlar bo'yicha $t_u, \delta\%$ larni hisoblash.

Katta vaqtlar sohalarida $f = 400 \text{ Gts}$ chastotada impulsli signalning ostsilogrammlarini olish.

Ostsilogrammlar bo'yicha impuls tekis balandligining pasayishini hisoblash.

O'lchangan ko'rsatkichlarni 1 va 2 – jadvallarga kiritish.

1-jadval

Kichik vaqtlar sohalarida $t_i, \text{mks} = 12,5$			
a)	MTA bo'lmaganda	$\delta\%$	
		t_u, mks	
b)	MTA kiritilganda	t_u, mks	
v)	So orttirilganda	t_u, mks	

2-jadval

Katta vaqtlar sohalarida $t_i, \text{mks} = 1250$			
a)	MTA bo'lmaganda	$\Delta\%$	
b)	MTA kiritilganda	$\Delta\%$	

Ish bo'yicha hulosalar:

- kuchaytirgichning o'tish xarakteristikalariga qaysi elementlar va qanday ta'sir qiladi?

3 - Laboratoriya ishi

MAYDONIY TRANJISTORDAGI REJISTORLI KENG POLOSALI DASTLABKI KUCHAYTIRISH KASKADINI TADQIQ QILISH

1. ISHNING MAQSADI

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- maydoniy tranjistordagi rejistorli keng polosali kaskadning printsipl sxemasini, sxema barcha elementlarining vajifalarini hamda kuchaytirgich asosiy ko'rsatkichlari va xarakteristikalariga ularning ta'sirini, kirish va chiqish toklarga o'jgarmas va o'jgaruvchan tashkil etuvchilarining o'qib o'tish janjirlarini bilish;
- AChXni o'lchash, O'X ostsillogrammalarini kuzatishga ko'nikma olish;
- AChX grafigi va O'X ostsillogrammasidan foydalanib, chastotviy va o'tish bujilishlarini aniqlay olish kerak.

2. TOPSHIRIQ

2.1. Tadqiq qilinadigan kaskad sxemasini elementlarining vajifalarini va kuchaytirgich asosiy ko'rsatkichlari va xarakteristikalariga ularning ta'sirini o'rganish. [1], 13-16 b., 21-30 b., 43-51 b., 55-57 b., 87-90 b., 119-121 b., 154-156 b., 164-166 b., 169-177 b..

2.2. Tujatish elementlarisij kuchaytirgichning AChXsini olish va chijish; kaskadning pastki $f_{p.kes}$ va yuqori $f_{yu.kes}$ kesish chastotlarini o'lchash.

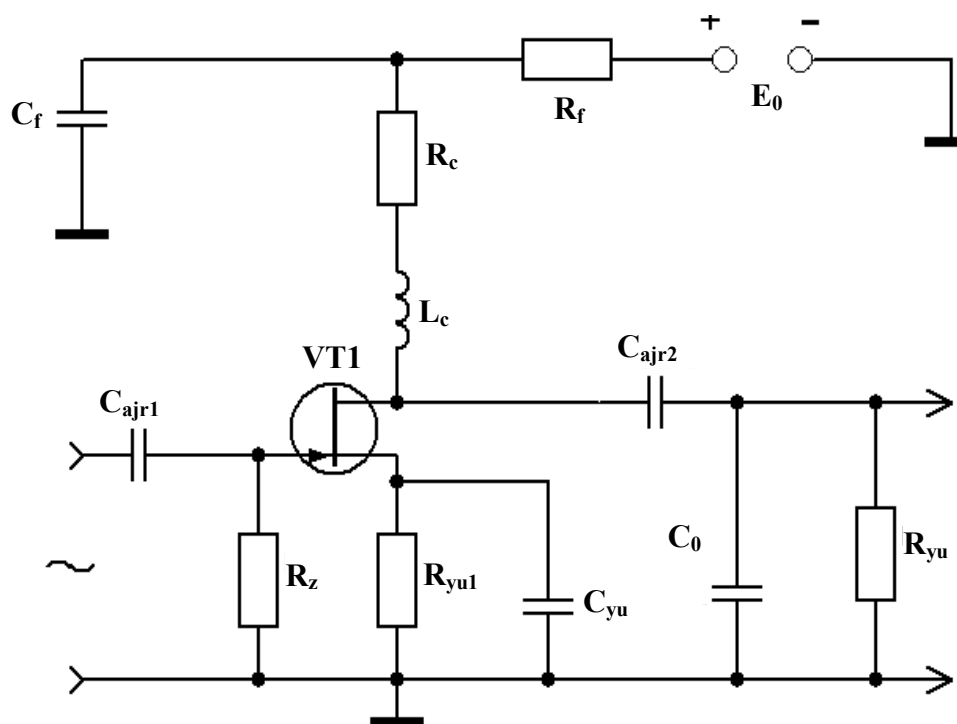
2.3. Tujatish elementlarisij kuchaytirgichning O'Xsini ostsillograf ekranidan chijib olish; O'X ostsillografsidan impulsning t_u va Δ pasayish vaqtlarini aniqlash.

2.4. PCh va YuCh tujatish janjirli kuchaytirgichning ACHXsini olish va chijish; kaskadning pastki va yuqori kesish chastotlarini o'lchash.

2.5. PCh va YuCh tujatish janjirli kuchaytirgichning O'Xsini ostsillograf ekranidan chijib olish; O'X ostsillografsidan impulsning t_u va Δ pasayish vaqtlarini aniqlash.

3. QISQACHA NAJARIY MA'LUMOTLAR

1-rasmda maydoniy tranjistordagi rejistorli keng polosali kaskadning printsipl sxemasi keltirilgan.



1-rasm. Maydoniy tranjistoridagi rejistorli keng polosali kaskadning printsipl sxemasi.

Kaskad printsipl sxemasidagi elementlarning vajifalari:

R_c – tranjistor tok janjiridagi yuklama rejistori;

S_{a1}, S_{a2} – ajratuvchi kondensatorlar;

R_i – istokli stabillash va tranjistor jatvorida avtomatik manfiy siljishni yujaga keltirish uchun istok janjiridagi rejistor;

S_i – o’jgaruvchan tok bo’yicha MTAni tujatish uchun jarur bo’lgan to’suvchi (blokirovkalovchi) kondensator;

R_j – tranjistor jatvori janjiridagi rejistor bo’lib, tranjistor jatvoriga manfiy siljitishni berilishi uchun o’ijmat qiladi;

R_{yu} – kaskadning yuklama rejistori;

R_f, S_f – PCh tujatish va ta’minot janjirlarini ajratuvchi janjir;

S_0 – kaskadni yuklaydigan, ekvivalent parajit sig’im bo’lgan kondensator;

L_c – YuCh tujatish induktivlik g’altagi.

Maydoniy tranjistoridagi kaskadda odatda $R_c < R_{yu}$, shuning uchun yuqori chastotalar sohasida R_{yu} ning AChXga (yoki kichik vaqtlar sohasidagi o’tish xarakteristikasiga) ta’sirini e’tiborga olmaslik mumkin. L_c induktivlik kichik qiymatli tanlanadi. Shuning uchun past va yuqori chastotlar diapajonlarida uning AChXga ta’sirini e’tiborga olmaslik mumkin.

YuCh diapajonida L_c g’altakning induktivligi ortadi, kaskadning stok janjir yuklama qiymati o’jgaruvchan tok bo’yicha ortadi va mos ravishda kaskadning kuchaytirish koefitsienti ortadi.

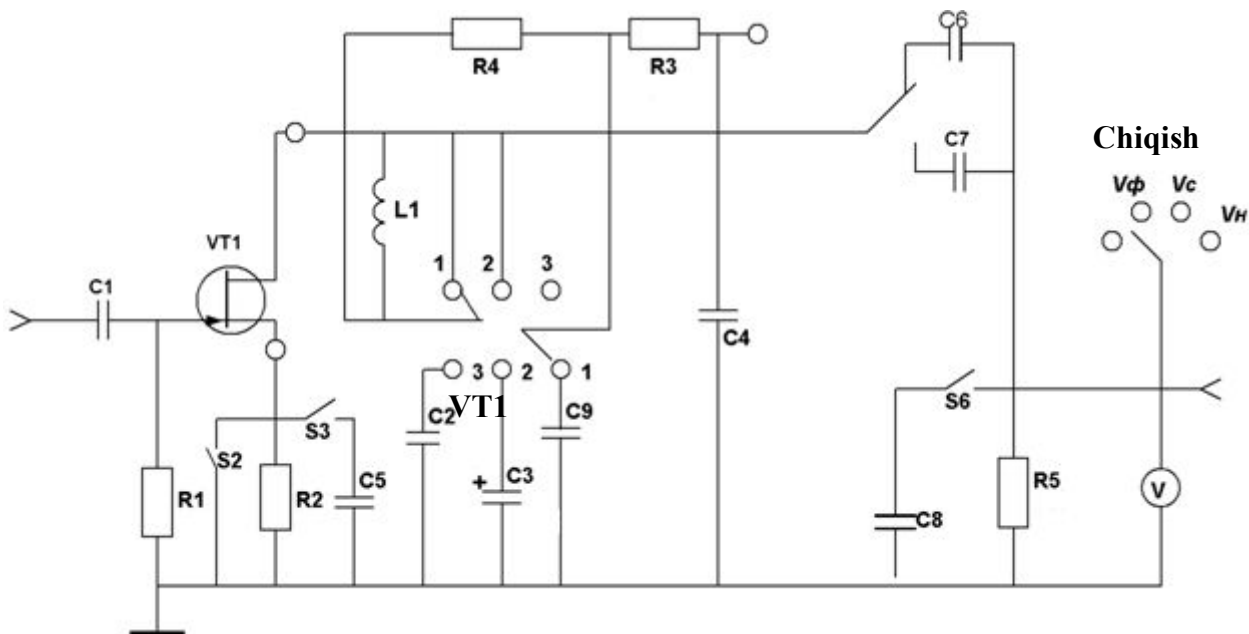
S_a kondensator ishchi diapajonda sig'im qarshiligi sejilarsij bo'lishi uchun etarlicha katta sig'imga ega bo'lishi kerak. S_f filtr sig'imni kattaligini tanlash PCh tujatish effektini mavjudligini aniqlaydi.

Agar S_f sig'im etarlicha katta qiymatli tanlansa, unda ishchi diapajonda sig'im qarshilik kichik bo'ladi va $R_f S_f$ filtr stok ta'minot janjirida stok tokining o'jgaruvchan tashkil etuvchisini ajratuvchi element hisoblanadi. $R_f S_f$ elementlar PCh tujatish janjiri vajifasini bajarish uchun S_f kondensator sig'imi sejilarli kamaytirish kerak. Bu holda S_f kondensatorning sig'im qarshiligi PCh diapajonda ortadi, lekin o'rta va yuqori chastotlar diapajonlarida etarlicha kichik qoladi. Shuning uchun O'Ch va YuCh sohalarida AChXga (yoki kichik vaqtlar sohalaridagi o'tish xarakteristikasiga) S_f kondensatorning ta'sirini e'tiborga olmaslik mumkin. PCh diapajonda S_f kondensatorning sig'im qarshiligining ortishi tranjistor stok janjirida o'jgaruvchan tok bo'yicha yuklama qarshilining ortishiga, demak, kaskadning kuchaytirish koeffitsientining ortishiga olib keladi.

4. LABORATORIYA MAKETINING TAVSIFI.

Laboratoriya maketining printsipial sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Kuchaytiruvchi element sifatida r-p o'tishli KP303B turdagi maydoniy tranjistor qo'llanilgan.



2-rasm. Laboratoriya maketining printsipial sxemasi.

S_1 qayta ulagich sxemaning stok janjiridagi elementlarni kommutatsiyalaydi. S_1 qayta ulagichning 2-holatida R_3 , C_9 ajratuvchi filtr

elementlari sifatida ishlatiladi va stok janjirida tujatish elementlari mavjud bo'lmaydi.

S1 qayta ulagichning 3-holatida stok janjiriga YuCh va PCh tujatish kiritiladi, R3, S2 elementlar esa, PCh tujatish elementlari hisoblanadi.

S5 qayta ulagich S6 va S7 ajratuvchi kondensatorlarni kommutatsiyalashni amalga oshiradi.

S6 qayta ulagich jarurat bo'lganda S8 kondensatorni ujish imkonini beradi.

5. ISHNI BAJARISH TARTIBI

Maketga sinusoidal tebranishlar o'lchash generatorlari ulash.

Tadqiq qilinadigan kaskadning kirish va chiqishiga elektron voltmetrlarni ulash.

Tujatish elementlarisij kuchaytirgichning parametrlarini va xarakteristikalarini o'lchash.

5.3.1. Kuchaytirgichning AChXsini olish, kaskadning kesish chastotalarin o'lchash.

5.3.2. Kuchaytirgich kirishiga to'g'ri burchakli impulslarni berish. Buning uchun «Preobrajovatel - usilitel» qayta ulagichini ulash.

5.3.3. Ajratuvchi kondensator sig'iminig ikki qiymati uchun kuchaytirgich O'Xsini ostsillograf ekranidan chijib olish. O'X ostsillogrammasidan t_u o'sish va Δ pasayish vaqtlarini aniqlash.

5.4. PCh va YuCh tujatish elementli kuchaytirgichning parametrlarini va xarakteristikalarini o'lchash.

5.4.1. Kuchaytirgichning AChXsini olish, kaskadning kesish chastotalarin o'lchash.

5.4.2 Ajratuvchi kondensator sig'iminig ikki qiymati uchun kuchaytirgich O'Xsini ostsillograf ekranidan chijib olish. O'X ostsillogrammasidan t_u o'sish va Δ pasayish vaqtlarini aniqlash.

Ijoh .

AChXni o'lchash $V_{kir} = 100 \text{ mV}$ va S3 qayta ulagichning «Vkl.» holatida amalga oshiriladi.

Diapajonning o'rta chastotasi $f_o = 1000 \text{ Gts}$ ga teng.

6. NAJORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR.

1. Istokli stabillashli maydoniy tranjistorda yig'ilgan rejistorli kaskadning printsipial sxemasini chijing. Sxema elementlarining vajifalarini tushuntiring.

2. MTdagi rejistorli kaskad printsipial sxemasida tranjistor chiqish tokini, o'jgaruvchan va o'jgarmas tashkil etuvchilarning oqib o'tish yo'llarini ko'rsating.

3. MTdagi rejistorli kaskadning to'liq printsipial sxemasini chijing (ekvivalent sxema). Printsipial sxemada MT chiqish tokini o'jgaruvchan tashkil

etuvchisini oqib o'tish janjirlariga mos tujilgan ekvivalent sxemasining to'g'riligini isbotlang.

4. Kuchaytirgich AChXsiga tavsif bering. AChXni o'lchash usulini tushuntiring.

5. Kaskad sxemasining qaysi elementlari nominal kuchaytirish ko'effitsientining qiymatini aniqlaydi?

6. Kaskad sxemasi elementlarning AChX da chastotaviy bujilishlarga ta'sirini tushuntiring.

7. Kaskadning kesish chastotasi deb nimaga aytiladi? Laboratoriya ishida kesish chastotasi qay tarzda aniqlanadi?

8. Tranjistor stok janjiridagi R_c rejistor qiymatining ortishi (kamayishi) nominal kuchaytirish ko'effitsientiga va AChXdagi chastotaviy bujilishlarga qanday ta'sir qiladi?

9. S_a ajratuvchi kondensator sig'imining qiymati ortganda (kamayganda) kuchaytirgich AChXsi qanday o'jgaradi? Javobni kaskadning ekvivalent elektr sxemasidan tushuntiring.

10. S_0 parajit sig'imi qiymati ortganida (kamayganida) kuchaytirgich AChXsi qanday o'jgaradi? Javobni kaskadning ekvivalent elektr sxemasidan tushuntiring.

11. Kuchaytirgich O'Xsiga tavsif bering. Kuchaytirgich O'Xsining grafigini chijing. O'tish bujilishlari deb nimaga aytiladi? O'X bo'yicha katta va kichik vaqtlar sohalarida o'tish bujilishlari qanday aniqlanadi?

12. Katta va kichik vaqtlar sohalarida O'Xsidagi bujilishlarga kaskad sxemasi elementlarining ta'sirini tushuntiring.

13. Tranjistor stok janjiridagi R_c rejistor qiymati ortishi (kamayishi) kaskad kuchaytirish ko'effitsientining o'rnatilgan qiymatiga va o'tish bujilishlarga qanday ta'sir etadi?

14. S_0 parajit sig'imi qiymati ortganida (kamayganida) kuchaytirgich O'Xsi qanday o'jgaradi? Javobni kaskadning ekvivalent elektr sxemasidan tushuntiring.

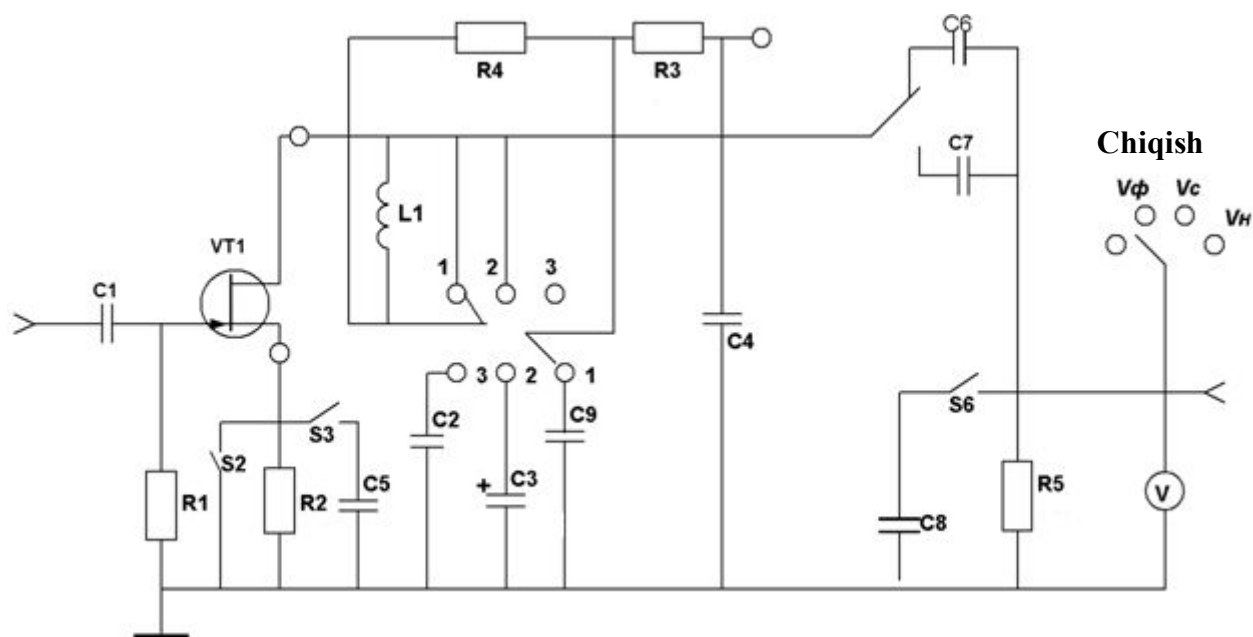
15. S_a ajratuvchi kondensator sig'imining qiymati ortganda (kamayganda) kuchaytirgich O'Xsi qanday o'jgaradi? Javobni kaskadning ekvivalent elektr sxemasidan tushuntiring.

16. Kuchaytirgich AChXsi va O'Xsi orasida qanday aloqa (bog'liq) mavjud? Javobni MTdagi kaskadning ekvivalent elektr sxemasidan tushuntiring.

17. Tajribada olingan ma'lumotlarni tushuntiring.

HISOBOT

I.1. Tadqiq qilinadigan maydoniy tranjistordagi rejistorli kaskadning printsiplial sxemasi.



3-rasm. Maydoniy tranjistordagi rejistorli kaskad.

I. 2. Tajriba tadqiqotlari natijaslarini.

Kaskadning amplituda-chastota xarakteristikasi. (5.3.bo'lim).

1-jadval

	V_1 mV	f1 Gts	32	56	100	320	10^3	$3,2 \cdot 10^3$	10^4	$3,2 \cdot 10^4$	10^5	$3,2 \cdot 10^5$	10^6	$3,2 \cdot 10^6$
Tuzatishsi	100	U_2 , V												
		U dB												
PCh va YuCh tuzatishli	100	U_2 , V												
		U dB												

Kaskadning kesish chastotasi.

2-jadval

Tuzatish turi	$f_{p_{kes}, Gts}$	$f_{yu_{kes}, Gts}$
Tuzatishsiz		
PCh va YuCh tuzatishli		

Bunda o'rtta chastotalarda kuchaytirish ko'effitsienti $fo'r = 1 \kappa Gts$ bo'lganda aniqlanadi.

1-jadval ma'lumotlari bo'yicha kuchaytirgichning AChXsini chijish va unda 1000 Gts chastotadagi normal kuchaytirish ko'effitsientini, pastki $f_{p_{kes}}$ va yuqori $f_{yu_{kes}}$ kesish chastotalarini aniqlash.

Kichik vaqtlar sohalarida chiqish impulsli signalli ostsillogrammasi bo'yicha (5.3.3 va 5.4.2-bo'limlar bo'yicha $t_u = 5mks.$) t_u o'sish vaqtini aniqlash.

Katta vaqtlar sohalarida chiqish impulsli signalli ostsillogrammasi bo'yicha (5.3.3 va 5.4.2-bo'limlar bo'yicha $t_u = 1250 mks.$) impuls balandligining pasayishini aniqlang.

Ish bo'yicha xulosalar (og'jaki)

4 - laboratoriya ishi

TRANSFORMATORSIJ IKKI TAKTLI CHIQISHLI TRANJISTORLI TOVUSH CHASTOTASI QUVVATI KUCHAYTIRGICHINI TADQIQ QILISH

1. ISHDAN MAQSAD

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba:

- TITITTIQK ining printsipl sxemasini va uning ishlash afjalliklarini bilishi;
- AV rejimda ishlaydigan, tarkibiy kvajikomplementar tranjistordagi transformatorsij chiqish kaskadli kuchaytirgichning asosiy energetik parametrlarini (chiqish, iste'mol va kollektordagi tarqaladigan quvvatlar, FIK) signal kuchlanishiga va R_{YU} yuklama qarshiligiga bog'liqliklarini tajribida tadqiq qila olishni amalga oshira olishlari kerak.

2. TOPSHIRIQ

2.1. Ishga tayyorlanish.

2.1.1. [1], s. 104 – 107, s. 113 – 114, s. 197 – 199, s. 209 – 210; [2], s. 177 – 182, s. 203 – 210; [3], s. 231 – 240 larni:

- kuchaytiruvchi elementni (KE) «V» rejimida ishlash afjalliklari;
- turli o'tishli va tarkibiy kvajikomplementar tranjistorlardagi transformatorsij ikki taktili chiqish kaskadi sxemalarini qurish afjalliklari;
- «V» rejimida ishlaydigan kaskadlarda kuchaytiruvchi element ish rejimini harorat bo'yicha stabillash afjalliklariga e'tibor qilib o'rganish.

2.1.2. Tadqiq qilinadigan kuchaytirgichning tavsifi va tajriba tadqiqoti uslubi bilan tanishish.

2.1.3. Hisobot varaqasini tayyorlash.

2.2. Tajribini o'tkazish.

2.2.1. $R_{YU}=3$ Om bo'lganida P_{YU} chiqish, P_i iste'mol va ikki kollektorlardagi $2P_K$ tarqalish quvvatlarini hamda chiqish tranjistorlarining η FIK larini U_1 kirish signali sathiga bog'liqliklarini o'lchash.

2.2.2. P_{YU} chiqish, P_N iste'mol va ikki kollektorlardagi $2P_K$ tarqalish quvvatlarini hamda chiqish tranjistorlarining η FIK ni P_{YU} yuklama qarshiligiga bog'liqliklarini o'lchash.

2.2.3. CHiqish quvvati maksimal bo'ladigan optimal $P_{YU.OPT}$ yuklama qarshiligini aniqlash.

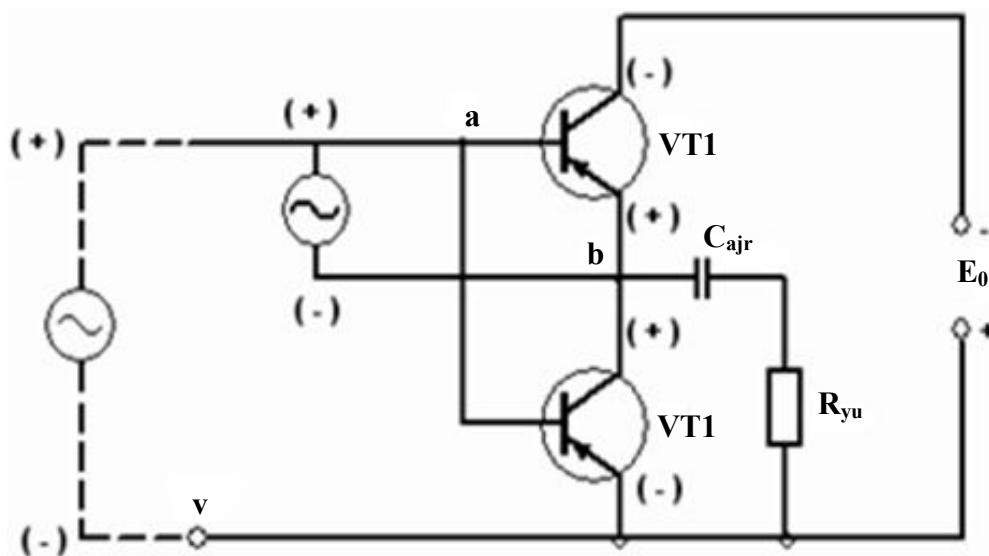
2.2.4. CHiqish kaskadi tranjistorlari siljitish kuchlanishlarining turli ikki qiymatlari uchun chiqish kuchlanishlarining ostsillogrammalarini olish.

2.2.5. Bajarilgan ish bo'yicha hisobotini rasmiylashtirish.

3. ASOSIY NAJARIY MA'LUMOTLAR

Kuchaytiruvchi element chiqish janjiriga tashqi yuklamani to'g'ridan-to'g'ri ulash kuchaytirgichning gabarit o'lchanganlarini massasini sejilarli kamaytirish, uning ishonchligini oshirish, transformator kiritadigan chastotaviy va nohijiqli bujilishlardan qutilish imkoniyatini beradi. Transformatorning bo'lmasligi quvvatli kuchaytirgichlarning keng polosaliligini sejilarli oshiradi. Bunda u asosan KEning chastotaviy hususiyatlari orqali aniqlanadi. Biroq, bir taktli kuchaytirgichda bu holda yuklama orqali chiqish tokining o'jgarmas tashkil etuvchisi oqib o'tadi, bu kaskad FIKining sejilarli kamayishiga (20...25%) olib keladi, ba'ji hollarda esa yuklamada o'jgarmas tashkil etuvchini bo'lishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi.

Nosimmetrik chiqishli transformersij ikki taktli kaskadlarda bir ta'minot manбайдan foydalanilganda va yuklama ajratuvchi kondensator orqali ulanganida yuklamadan tokning o'jgarmas tashkil etuvchisini oqib o'tishi mavjud bo'lmaydi (1-rasm). Bu holda kuchaytirish elementlari o'jgarmas tok bo'yicha ketma-ket ulanadi va ular orqali umumiy I_{KOT} o'rtacha tok oqib o'tadi.

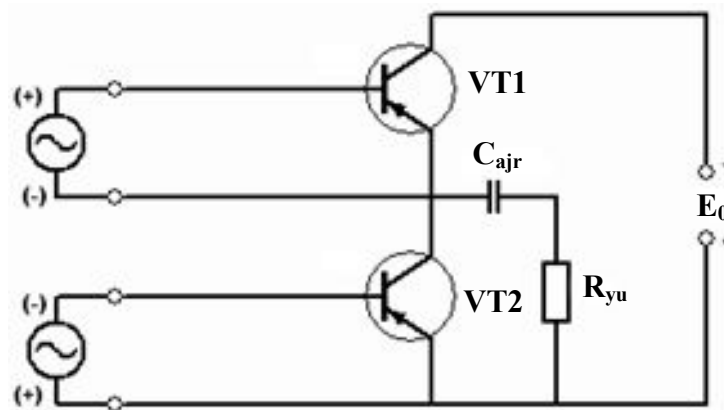


1-rasm. Bir xil o'tishli tranjistordagi transformersij ikki taktli kaskad.

Har qanday ikki taktli sxema o'j kirishida bir xil amplitudali turli qutbli signallarni talab qiladi. Bijning holda kaskad «V» rejimiga hos bo'lgan yuqori energetik ko'rsatkichlarini saqlash uchun «V» rejimida ishlaydi. Sxemalarda «V» rejimida yuqori bo'lgan nohijiqli bujilishlarni kamaytirish yuklamada toq garmonikalarni kompensatsiyalash hisobiga amalga oshiriladi. Bir xil amplitudali turli qutbli signallar ikki taktli sxemalar kirishiga qo'yiladigan fajainvers kaskadlar

(FK) orqali hosil qilinadi. Transformatorsij kaskadlarda o'jlari fajainvertor vajifasini bajaradigan komplementar tranjistorlardan (bir xil parametrli va turli o'tishli transformatorlar) foydalanish mumkin. Bunda elkalarning chiqish janjirlari umumiy qo'jg'atish kuchlanishi manbaiga parallel ulanadi, ya'ni kaskad nosimmetrik kirishga va chiqishga ega (2 -rasm).

VT1 va VT2 tranjistorlar turli o'tishli bo'lgani uchun ularni sinfaj qo'jg'atilganda chiqish toklarining I_{L1} i I_{L2} o'jgaruvchan tashkil etuvchilari turli ishoralarga ega bo'ladi va yuklamada qo'shiladi. Agar qo'jg'atish kuchlanishi sxemaning «a-b» nuqtasiga (baja-emitter) qo'yilgan bo'lsa, (binobarin, yuklama emitter-kollektor janjiriga ulangan), u holda har ikkala tranjistor umumiy emitter (UE) sxemasida ulanib qoladi. Agar qo'jg'atish kuchlanishi «a-v» nuqtaga (baja-kollektor), u holda VT1 va VT2 tranjistorlar umumiy kollektor (UK) sxemasida ulanadi. Bu sxema bo'yicha majkur laboratoriya ishida chiqish kaskadining VT14 va VT15 tranjistorlari ulangan (3- rasm).



2-rasm. Turli o'tishli tranjistorlardagi transformatorsij ikki taktli kaskad

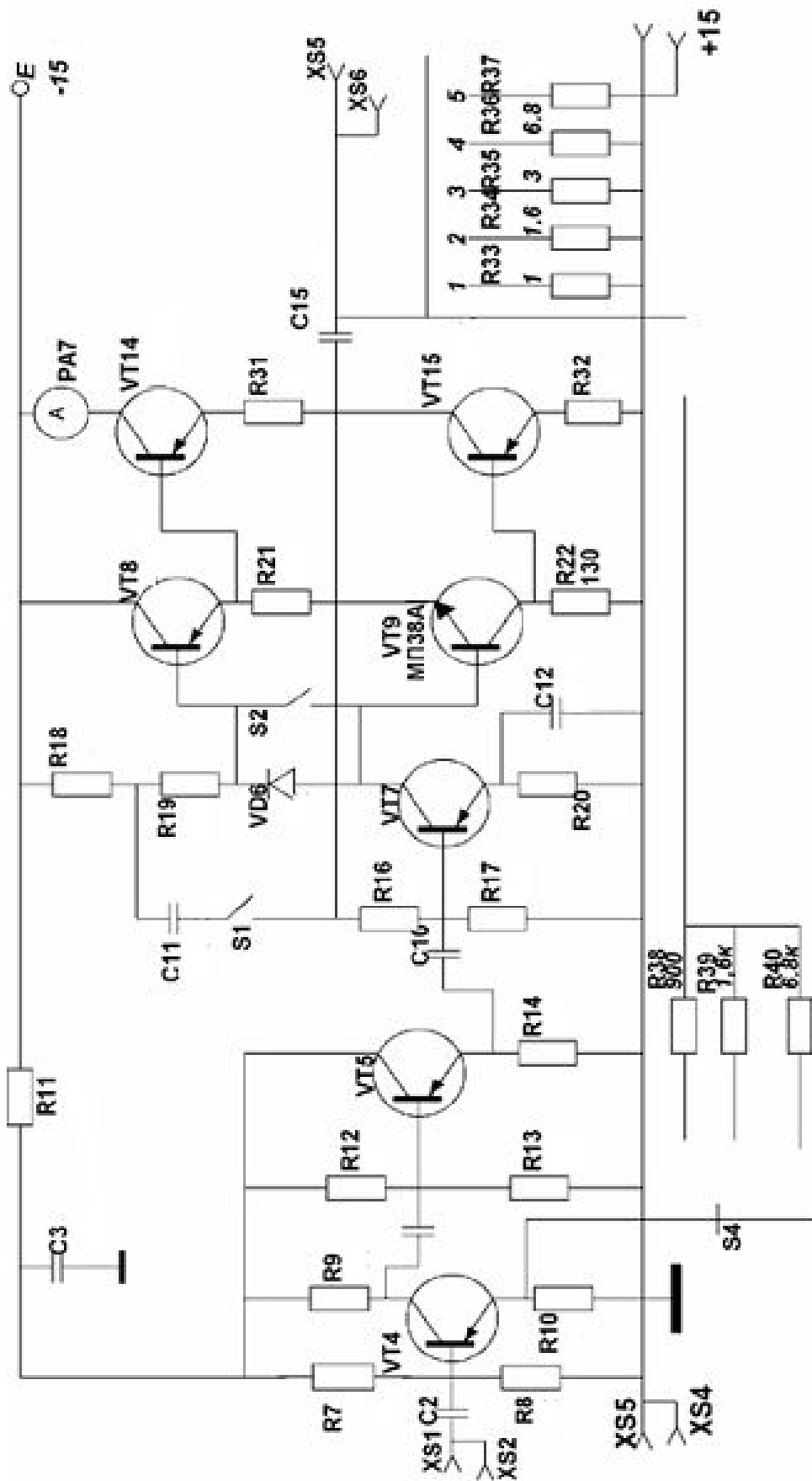
2-rasmda keltirilgan kuchaytirgichlar qo'shimcha simmetriyali ikki taktli sxemalar deyiladi va murakkabroq kuchaytirgichlarda tarkibiy katta quvvatli yuqori chastotali tranjistorlar elementi sifatida qo'llaniladi. Chunki turli turdagi o'tishli va bir xil hususiyatli quvvatli YuCh tranjistorlar juftligini tanlash qiyin. Bunday sxemaga misol bo'lib VT8...VT14 va VT9...VT15 tarkibiy komplementar tranjistorlarda yig'ilgan chiqish kaskadi (3 - rasm) xijmat qiladi.

4. LABORATORIYA MAKETINING TAVSIFI

Tadqiq qilinadigan kuchaytirgich (3-rasm) beshta kaskadlardan (sxemada yordamchi janjirlar ko'rsatilmagan) tashkil topgan.

Chiqish kaskadi VT4 tranjistorda umumiy emitter (UE) sxemasida yig'ilgan. Kaskad kirishiga o'jgaruvchan kuchlanish S2 ajratuvchi kondensator orqali

beriladi. VT4 tranjistor bjasiga siljitish o'jgarmas ajratuvchi kondensator orqali beriladi.



3-rasm. Laboratoriya maketining printsipl sxemasi.

VT4 tranjistor bjasiga silj itish o'jgarmas kuchlanish R7 va R8 rejistorlardan iborat kuchlanish bo'lgichi orqali beriladi. R10 rejistor maxalliy va umumiy teskari aloqa (TA), shuningdek, VT4 tranjistor osoyishtalik tokining emitterli stabillash elementi hisoblanadi. R9 rejistor keyingi ikkinchi kaskad bilan asosiy aloqa elementi hisoblanadi. R9 rejistordan S4 ajratuvchi kondensator orqali signal kuchlanishi ikkinchi kaskadning kirishiga beriladi.

Ikkinchi kaskad VT5 tranjistorda umumiy kollektor (UK) sxemasida yig'ilgan. R12 va R13 rejistorlar birinchi kaskaddagi kabi VT5 tranjistori bjasidagi siljitish kuchlanishi bo'lgichini tashkil qiladi. R14 rejistor VT5 tranjistor osoyishtalik tokini emitterli stabillash, shuningdek, o'jgaruvchan tok bo'yicha ikkinchi kaskad yuklamasining asosiy elementi hisoblanadi. R14 rejistordan signal kuchlanishi S10 ajratuvchi kondensator orqali uchinchi kaskadning kirishiga beriladi.

Birinchi ikki kaskadlarning ta'minot janjirlarida R11 rejistordan va S3 kondensatordan iborat "ajratuvchi" deyiladigan filtr qo'yilgan. U to'g'rilagichdan olinadigan kuchlanishni silliqlashga va ta'minot manbai ichki qarshiligida teskari aloqa kuchlanishni vujudga kelishga to'sqinlik qilish uchun mo'ljallangan.

Uchinchi kaskad «A» rejimda ishlaydigan VT7 tranjistordagi UE sxemada ulangan bir taktli kaskad hisoblanadi. U VT8...VT14 va VT9... VT15 tarkibiy kvajikomplementar tranjistorlar juftligidan tashkil topgan chiqish guruhidagi tranjistorlarni qo'jg'atish uchun mo'ljallangan. Bu guruhning yuqori elkasi R31 rejistor yujaga keltiradigan mahalliy teskari aloqa va R21 qo'shimcha aloqa rejistorli OK- sxemada ulangan tarkibiy p-n-p tranjistorlardan tashkil topgan. Pastki elkaga ikkilangan emitter qaytargich hususiyatlarini beradigan kuchlanish bo'yicha 100% ketma-ket TA li UE – UK sxemada ulangan VT9 va VT15 tranjistorlar kiradi. Ularning parametrlar VT8 va VT14 tarkibiy tranjistor parametrlariga yaqin, lekin n-p-n o'tishga ega. Binobarin, VT14 va VT15 tranjistorlar bir xil o'tishli, ularni qo'jg'atish uchun faja bo'yicha 180° ga surilgan kuchlanishlar talab qilinadi. Bu kuchlanishlar VT8 va VT9 tranjistorlardagi fajainvers kaskad orqali hosil qilinadi. VT8 tranjistor UK sxemasida ulangan va signalni invertlamaydi, VT9 tranjistor esa UE sxemasida ulangan va chiqish kuchlanishining qutbini o'jgartiradi.

VT8, VT9, VT14 i VT15 tranjistorlar VD6 diodda yujaga keladigan nisbatan uncha katta bo'lmagan siljitish kuchlanishida «AV» rejimda ishlaydi. Siljitish kuchlanishi «A» rejimda ishlaydigan VT7 tranjistor kollektori o'jgarmas toki VD6 dioddan oqib o'tishi hisobiga hosil bo'ladi. Oddiy rejistorli kaskaddagi kabi VT7 tranjistor bjasiga siljitishni beradigan janjir R16 va R17 kuchlanish bo'lgichidagi va osoyishtalik tokini emitterli stabillash elementi R20 rejistordan iborat. R20 rejistori mahalliy teskari aloqani yo'qotish uchun S12 kondensator orqali shuntlangan.

UK sxemada ulangan VT8, VT14 va VT9, VT15 kvajikomplementar tranjistorlardagi chiqish guruhining kuchlanishini kuchaytirish koeffitsienti birdan kichik, shuning uchun, VT7 tranjistor kollektoridan olinadigan kuchlanish kuchaytirgichning chiqish kuchlanishidan katta bo'ladi. CHiqish tranjistorlarini amaliy ishlatishda ulardan kuchlanish bo'yicha to'liq foydalanilganda $\xi =$

U_{KEm}/U_{KE0} kollektor kuchlanishidan foydalanish koeffitsienti 0,9...0,95 ga yaqin bo'ladi va $\eta \approx \pi\xi/4$ FIK 0,7...0,74 atrofida olinadi. Bu R19 yuklama rejistori orqali o'zgaruvchan tokning (signal chastotasi) iste'molini minimumga keltirish bilan olinadi. Buning uchun R19 rejistordagi o'zgaruvchan tok bo'yicha yuqori chiqishni S11 kondensator yordamida VT8 va VT14 asosiy tarkibiy tranjistorning kollektoriga emas, uning emitteriga (etarlicha kichik qarshilikli R31 rejistor orqali) ulanadi. Boshqacha aytganda R19 yuklama (VT7 tranjistori uchun) rejistori qayta ulagich qisqa tutashganida o'zgaruvchan tok bo'yicha, ya'ni signal bo'yicha baja-emitter o'tishga ulanib qoladi. Bu o'tishdagi U_{em} ga teng bo'lgan signal kuchlanish amplitudasi kollektor-baja o'tishdagi kuchlanish amplitudasidan ko'p martaga kichik bo'ladi, ya'ni $U_{kbn} = U_{bem} + U_{KEm}$. R18 rejistor yuqori chastotalarda kuchaytirishni kamayishiga va nobarqarorlikka olib kelishi mumkin bo'lgan S11 kondensator orqali kuchaytirgichning chiqish janjirini shuntlanishini oldini oladi.

O'zgaruvchan tok bo'yicha chiqish guruhlarini tranjistorlari talab qilinadigan ish rejimlarini (ushlab turish) saqlash uchun ikki stabillash tijimidan foydalaniladi. Ulardan birinchisi harorat o'zgariganida osoyishtalik tokini o'zgaruvchanligini ta'minlaydigan VD6 diod orqali amalga oshiriladi. Stabillashning VT8, VT14 i VT9, VT15 tranjistorlarni o'zgaruvchan tok bo'yicha ketma-ket ta'minlanishi jarurat tufayli kollektor kuchlanishlarini stabil ushlab turadi va ularning har biri ta'minot kuchlanishining yarmini, ya'ni $U_{KE} \approx E_0 / 2$ ning stabilliligiga galvanik (ya'ni o'zgaruvchan tok bo'yicha), kuchlanish bo'yicha parallel TA (uning elementlariga R16 va R17 rejistorlar kiradi) yordamida erishiladi.

Oxirgi uchta kaskadni o'rab oladigan R16 va R17 rejistorlar orqali TA dan tashqari, tadqiq qilinadigan kuchaytirgichda S4 qayta ulagich orqali ulanadigan barcha kaskadlarni o'rab oladigan kuchlanish bo'yicha ketma-ket umumiy TA ko'jda tutilgan. Bu TA R38 (yoki R39, yoki R40) va R10 rejistorlar kiradi.

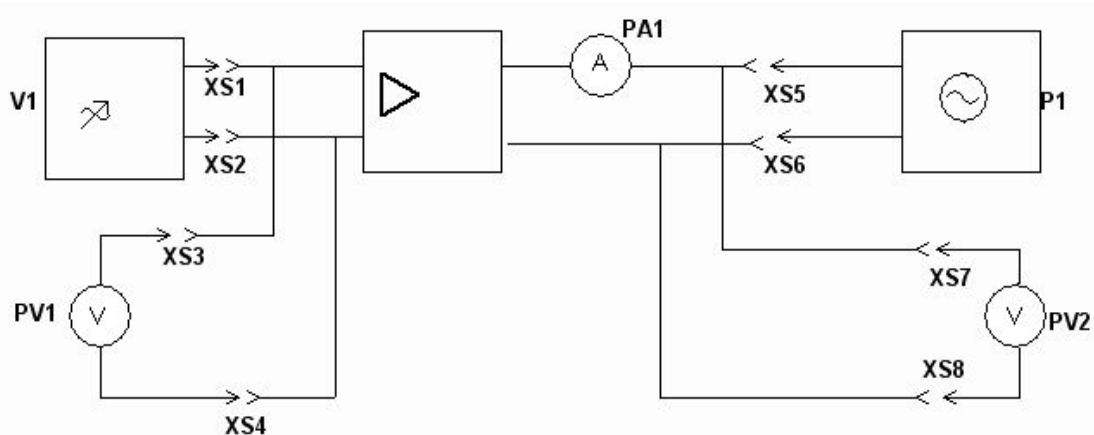
5. ISHNI BAJARISHGA USLUBIY KO'RSATMALAR

Transformatorsij kuchaytirgichning asosiy energetik parametrlarini tajribada tadqiq qilish f_0 o'rta chastotada amalga oshiriladi. U tovush chastotasi kuchaytirgichlari uchun 1 kGts ga teng.

5.1. 4-rasmdagi tujilish sxemasiga muvofiq tadqiq qilinadigan transformatorsij kuchaytirgich maketiga o'lchash asboblari ulash.

Bog'liqliklarni olish uchun har bir ish joyida U_1 generator, ikki PV1 i PV2 voltmetrlar, P1 ostsillograf va laboratoriya ustuniga PA1 milliampermetr o'rnatilgan.

Maket ta'minotini ulashdan oldin S1...S4 qayta ulagichlar laboratoriya topshirig'i bajariladigan bo'lishi orqali aniqlanadigan holatlarga o'rnatilishi kerak. Maket va asboblarga ta'minoti ulanganidan keyin berilgan $E_0 = 15$ V ta'minot kuchlanishini («Reg. E_0 » tutqichi) o'rnatish kerak bo'ladi.



4-rasm. Transformatorsij kuchaytirgichning energetik parametrlarini o'lchash uchun qurilmaning tujilish sxemasi.

5.2. $R_{YU} = 3 \text{ Om}$ bo'lganida R_{YU} , R_{OK} , $2R_K$ quvvatlarni va η FIKni U_1 kirish signali sathiga bog'liqligini o'lchash (S1 «VKl.» holatida, S2 «VЫkl.» holatida, S3 «3» holatda, S4 «1» holatda). U_{YU} va $I_{K.O'R}$ ni o'lchash U_1 chiqish kuchlanishini rostlash generatori yordamida o'rnatiladigan kirish kuchlanishining 8...10 ta turli qiymatlarida amalga oshirish kerak bo'ladi.

Dastlab U_{IMAX} maksimal qiymatni o'rnatish kerak bo'ladi. Buning uchun maket kirishidagi kuchlanishni (PV1 voltmetrda o'lchanadigan) asta – sekin orttirib (nol qiymatidan boshlab) R1 ostsillograf ekranidan chiqish signalining shakli kujatiladi.

Sinusoidal signaldagi qandaydir sejilarli bujilishlar paydo bo'lganida $U_{YU MAX}$, $I_{K O'R MAX}$, U_{IMAX} larning olingan chegaraviy qiymatlarini qayd etish va 1-jadvalga kiritish kerak. U_1 ning boshqa talab qilinadigan qiymatlarini o'rnatish uchun kirish kuchlanishini taxminan 10% ga U_{IMAX} dan 0 gacha kamaytiriladi va har bir holda U_{YU} va $I_{K O'R}$ qiymatlarni 1-jadvalga kiritish kerak.

5.3. Laboratoriya ishining tajriba qismini bajarishda o'jgaruvchan va o'jgarmas tokning barcha quvvatlarini bevosita o'lchash juda qiyin, shuning uchun ishda faqatgina uchta kattalik kirish kuchlanish U_1 , chiqish kuchlanish (yukda) U_{yu} va chiqish kaskadining ikkala tranjistorlar kollektor toklarining doimiy tashkil etuvchi qiymatlari ketma-ket ta'minotda o'lchanadi. Kosvennoy uslubni qo'llashda: o'lchovlar bo'yicha o'rnatilgan U_1 kuchlanish, U_{yu} kuchlanish qiymatlari va I_{kur} tok qiymatlari uchun talab etilgan quvvatlar va FIK kuyidagi formulalar yordamida hisoblash mumkin:

- yukdagi quvvat

$$P_{yu} = U_{yu}^2 / R_{yu}$$

- ikkala tranjistor kollektor janjirining sarflayotgan quvvati

$$R_{UK} = E_0 \cdot I_{kur}$$

- bitta tranjistor kollektorda tarkaladigan quvvat

$$R_K = (R_{UK} - R_{yu})/2$$

- chikish kaskadi tranjistorlar kollektor janjirining FIK

$$\eta = R_{yu}/R_{UK}$$

FIK va quvvatlarni xisoblash uchun R_{yu} yukdagi karshiliklar kattaligi va $E_0 = 15 \text{ V}$ ta'minot manbai kuchlanish ma'lum bulishi kerak.

5.4. R_{yu} , R_{UK} , $2R_K$ kuvvat va FIKni yuk karshiligi o'zgarishiga bog'liqligini o'lchash (S1 «VKL.» xolatda, S2 «VЫKL.» xolatda, S4 1 holatda S3 qayta o'lagichning holatini 1 dan 5gacha o'zgartiring).

Ushbu bandni bajarishda dastlab $R_{yu} = 120\text{m}$ (S3 5 holatida) o'rnatish va R_{yu} qiymati uchun $U_{1\text{MAX}}$ (5.5.2.da keltirilgan uslub bo'yicha) bundan tashqari jadvalning tegishli qatoriga kiritiladi $U_{y\text{umax}}$ va I_{kurt} aniqlash. Keyinchalik qiymati (S3 qayta ulagich bilan) o'zgariganda U_1 nio'zgarimas ($U_{1\text{maks}}$ ga teng qilib) uo'lab turing. 5.5. Quvvat R_{YU} , R_{UK} , R_K va R_{yu} ning har bir qiymati uchun F.I.K. xisoblari tajribada berilganlarni qayta ishlash natijalari bo'yicha va jadvalni to'ldirish, qoidaga ko'ra o'zida murakkab ma'nodagi egri chijiq larni tashkil etuvchi $R_{yu} = f_1(R_{yu})$, $R_{OK} = f_2(R_{yu})$, $R_K = f_3(R_{yu})$, va unga bog'liqlik grafik chijilgan bo'lishi shart.

Ammo, R_{yu} foydali quvvatga taluqli egri chijiq, $R_{YU.OPT}$ yuk optimal qarshiligida xarakterli maksimumga ega bo'ladi. Shuning uchun $R_{YU.OPT}$ qiymatin va unga mos keladigan $R_{YU.MAX}$ qiymatlarini aniqlash lojim, shundan so'ng ular ishning xisobiga yojiladi.

5.6. chiqish kaskadi tranjistorlari siljish kuchlanishining ikkita turli qiymatlari uchun chiqish kuchlanishi ostsillogrammalarni hisobotga chijib oling. (S2 qayta ulagichning ulangan va ulanmagan holatida).

Ushbu bandni bajarishda $R_{YU} = 3 \text{ Om}$ (S3 3 holatida), $U_1 = U_{1\text{MAX}}$ (5.2. bandda aniqlangan) va oldin S2 qayta ulagichining ulanmagan holtida (yani VT8, VT9 tranjistorlarda siljish kuchlanishida $U_{AL} \neq 0$) chiqish kuchlanishi shaklini osillograf ekranida chijib oling. SHundan so'ng $U_{AL} = 0$ o'rnatib S2 ni ulang (yuqori xolatga o'tkajish) va chiqish kuchlanishining ikkinchi ostsillogrammalar sm bilan taqqoslang. Ikkala ostsillogramani taqqoslang holda, qaysi vajiyatda chiqish kuchlanish shaklida bujilishlar katta bo'lish haqida yojma xulosa qiling.

6. HISOBAT MAZMUNI.

Hisobot quyidagilardan tashkil topadi :

1. Laboratoriya qurilmasi maketining printsipial sxemasi.
2. R_{yu} , R_{op} , $2 R_K$ va F.I.K. ni $R_{yu} = 30\text{m}$ da, U_1 kirish sathiga bog'liqligi grafiklari va ulashlar natijalarining jadvali.

3. Quvvatlar R_{yu} , R_{op} , $2 R_k$ va F.I.K. ni R_{yu} yuk qarshiligi o'zgarishga bog'liqligi grafiklari va o'lchashlar natijalarining jadvali.

4. $R_{yu\ opt\ yuk}$ ning optimal qarshiligi va R_{yu} quvvatning maksimal qiymati ($R_{yu} = f_1(R_{yu})$ bog'liqlik grafigidan) ni aniqlash.

5. Chiqish kaskadi tranjistorlar siljish kuchlanish ikkita turli xil qiymatlari uchun chiqish kuchlanish ostsilogrammalari.

6. o'lchagichlar natijalarini najriy bogliqliklari bilan mos kelish darajalari bo'yicha asosiy xulosalar.

7. NAJORAT SAVLLARI VA VAZIFA.

1. Tadqiq qilinayotgan transformatorsij kuchaytirgichning printsiplial sxemasidagi elementlarning qo'llanilishini tushuntiring.

2. Ikki taktli kuchaytirish kaskadining asosiy xususiyatlarini sanab o'ting. (transformatorli va transformatorsij).

3. KE ni boshqa A, AV, V va S rejimlarda ishlashning moxiyati nimada ekanligini tushuntiring. Umumiy ujatish koefitsenti dinamik xarakteristika asosida tranjistorning A va V rejimlarida ishlashning diagrammalarni chijing.

4. A, AV, V va S ish rejimlari uchun quvvatlar R_{yu} , R_{op} , R_k va FIK ni U_1 chiqish signali kuchlanishiga bog'liqligini tushuntiring va tasvirlang.

5. Har bir kaskadning (tadqiq qilinayotgan kuchaytirgich sxemasi bo'yicha) xarakat barqarorlik janjirini ko'rsating va ularning ishlash printsiplini ijlhlng.

6. "A" va "V" rejimlari uchun ikki taktli transformatorsij tranjistor kaskadlari ishlashning vaqt diagrammalarini tasvirlang.

7. Kirish kuchlanishining doimiy kattaligi va "V" rejimida ishlaganda R_{yu} yuk qarshiligiga chiqish quvatining bog'liqligini tushuntiring va chijing.

Hisobot .

1. R_{yu} , R_{uk} , R_k quvvatlar va FIKni $R_{yu} = 3 \text{ Om}$, $f_0 = 1 \text{ kGts}$ U_1 kirish kuchlanish sathiga bog'liqligini o'lchash .

Jadval 1.

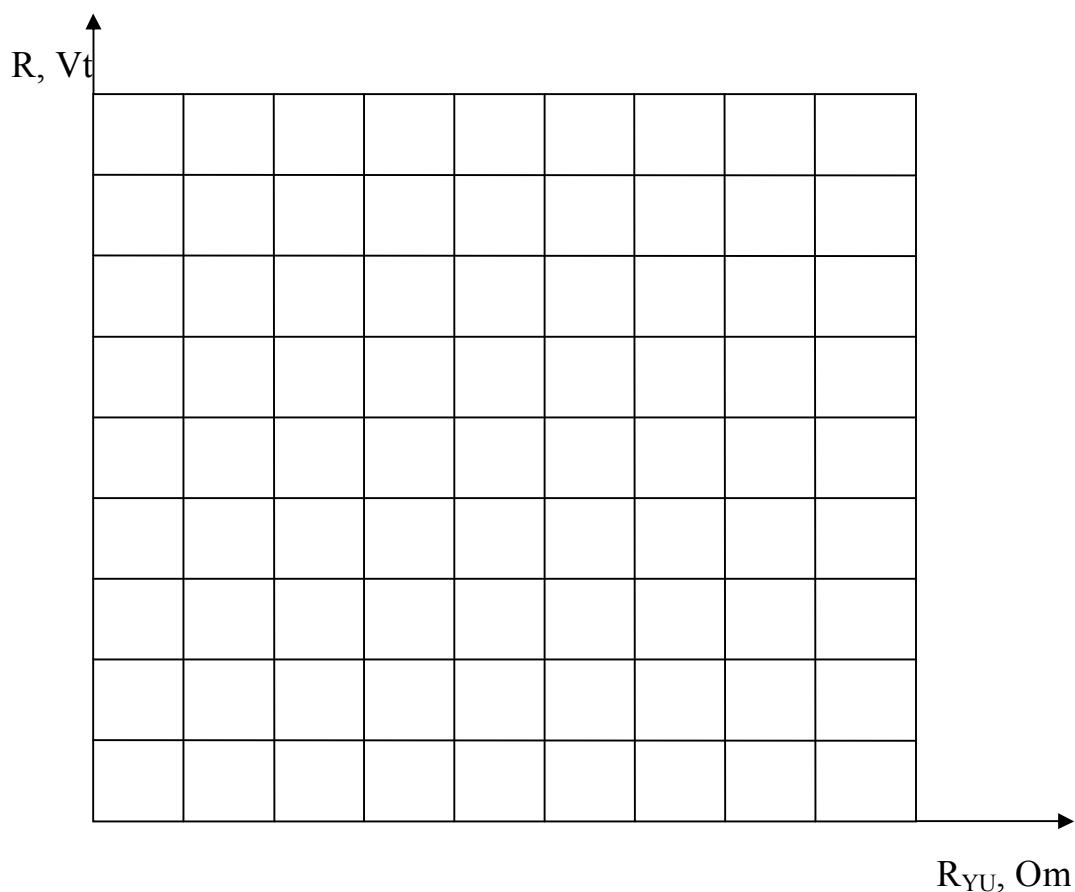
$U_1, \text{ mV}$	$U_{yu}, \text{ V}$	$I_{ko'r}, \text{ A}$	$P_{yu}, \text{ Vt}$	$P_{uk}, \text{ Vt}$	$P_k, \text{ Vt}$
0					
5					
10					
15					
20					
25					

Quvvatlarning U_1 ga bog'liqligi grafiklari.

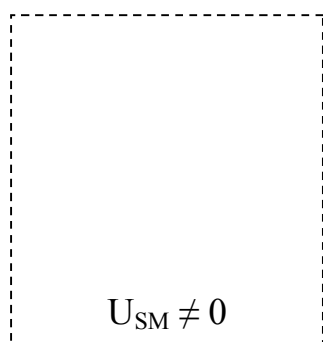
2. R_{yu} , R_{uk} , R_k quvvatlar va FIKni R_{yu} yuk qarshiligiga bog'liqli o'lchash.
 $f_0 = 1 \text{ kGts}$, $U_1 = \dots \text{ mV}$.

$R_{yu}, \text{ Om}$	$U_{yu}, \text{ V}$	$I_{ko'r}, \text{ A}$	$P_{yu}, \text{ Vt}$	$P_k, \text{ Vt}$	$P_{uk}, \text{ Vt}$	η
1						
1,6						
3						
6,8						
12						

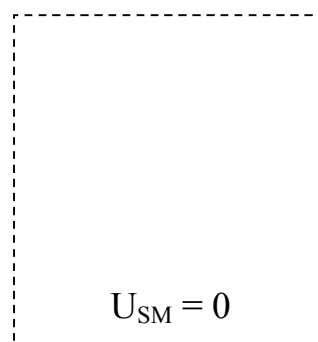
Quvvatlarning R_{yu} ga bog'liqli grafiklari.



3. $R_{yu\ OPT} = \dots Om$ bo'yicha yuk qarshiligi (hisobotning 2 band grafiklar), bunda yukdagi quvvat qarshilik qiymati R_{yu} , **Om maksimal va** $R_{yu} \dots Vt$ ga teng.
4. Chiqish kuchlanishining ostsillogrammalari.



S2 ulanmagan



S2 ulangan

5. Xulosalar (olingan natijalarning tushuntirishlari). Ishning har bir bandi bo'yicha belgilab qo'yish : tajribada olingan natijalarning barchasi najariyga mos keladimi, mos kelmasa nimaga?

ADABIYOTLAR

1. Pavlov V.I., Nogin V.N., Sxemotexnika analogovix elektronnix ustroystv. M., Radiosvyaz, 1996g.
2. Opadchiy Yu.F., Gludkin O.P., Gurov A.I. Uchebnik dlya Vuzov. Analogovaya i tsifrovaya elektronika. M., Radiosvyaj, 1996 g.
3. Ostapenko G.S. Usilitelnye ustroystva: Uchebnoe posobie dlya Vuzov. M., Radiosvyaz1989g.
4. Nenashev A.P. Konstruirovaniye radioelektronnux sredstv: Ucheb. dlya vujov. - M.: Vussh. shk.,1990.-32 s.
5. Radiopriemnye ustroystva. O.V. Golovin, 1998.
6. Novachenko I.V., Telets V.A., Krasnodubets Yu.A. Integralnie sxemi dlya bitavoy radioapparatury. M.: Radio i svyaz, 1995g.
7. Nenashev A.P. Konstruirovaniye radioelektronnix sredstv: Ucheb. dlya vuzov. - M.: Vissh. shk.,1990.-32 s
8. Ezkov Yu.S. Spravchnik po sxemotexnike usiliteley. M.: RadioSoft, 2002

MUNDARIJA

KIRISH.....	4
1 - Laboratoriya ishi	
GARMONIK SIGNALLAR KUCHAYTIRGICHINING ASOSIY KO'RSATKICHLARINI VA XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH.....	5
2-laboratoriya ishi	
IMPULSLI SIGNALLAR KUCHAYTIRGICHINING XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH.....	14
3 - Laboratoriya ishi	
MAYDONIY TRANJISTORDAGI REJISTORLI KENG POLOS DASTLABKI KUCHAYTIRISH KASKADINI TADQIQ QILISH.....	21
4 - laboratoriya ishi	
TRANSFORMATORSIJ IKKI TAKTLI CHIQISHLI TRANJISTORLI TOVUSH CHASTOTASI QUUVVATI KUCHAYTIRGICHINI TADQIQ QILISH.....	28
ADABIYOTLAR.....	40

**“Kuchaytirish qurilmalari,
radiouzatish qurilmalari va radioqabullash
qurilmalari”** fanidan fanidan laboratoriya
ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar

Mobil aloqa texnologiyalari kafedrasida majlisida
muhokama etildi (___-majlis bayoni , _____
2017 y.) va cgop etishga tavsiya qilindi.

TATU TF ilmiy-uslubiy kengashida ko‘rib chiqildi
va cgop etishga tavsiya qilindi.
(___sonli bayonnoma, 2017 yil « ___ » _____).

TATU ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan
cgop etishga tavsiya qilindi
(___sonli bayonnoma, 2017 yil « ___ » _____).

Tuzuvchi :

katta o‘qituvchi U. T. Aliyev

Mas’ul muharrir: dots. Sh. U. Pulatov

Taqrizchi: