

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTR TA‘MINOTI QURILMALARI**

*laboratoriya ishlari uchun  
o‘quv-uslubiy qo‘llanma*

**TOSHKENT – 2019**

UDK 621.372

Xudoyberganov Sh.K., Baymatova N.T., Jabborov A.B. Elektr ta'minot qurilmalari: O'quv-uslubiy qo'llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2019.32 b.

O'quv-uslubiy qo'llanmada “Elektr ta'minot qurilmalari” fanidan laboratoriya ishlarini texnik stend yordamida bajarish uslublari bayon qilingan, ularni talabalar bajarishi natijasida “Elektr ta'minot qurilmalari” fanidan yetarlicha yuqori bilimlarga ega bo'ladilar.

O'quv-uslubiy qo'llanma 5350700 – “Radioelektron qurilmalar va tizimlar” (tarmoqlar bo'yicha) ta'lim yo'nalishida tahsil oluvchi talabalar uchun mo'ljallangan.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi*

Taqrizchilar: Faziljonov I.R. –TATU, “Elektronika va radiotexnika” kafedrası dotsenti, t.f.n.;  
Axrorov X.S. – ToshDTU, “Radiotexnik qurilmalar va tizimlar” kafedrası dotsenti, t.f.n.

## KIRISH

Radiotexnika va radioelektronika sohasi bo'yicha zamonaviy muhandislarni tayyorlashda "Elektr ta'minot qurilmalari" fani asosiy fanlardan biri hisoblanadi. Bu fanning asosiy maqsadi signallarni qanday qilib hosil qilish, ularni aloqa kanallari bo'yicha uzatish, radiotexnik zanjirlarda signallarni qayta ishlash va o'zgartirishlar bilan bog'liq bo'lgan fundamental qonuniyatlarni o'rganishdan iborat. "Matematika", "Fizika" va "Elektrotexnika nazariyalari asoslari" fanlariga tayanuvchi "Elektr ta'minot qurilmalari" fani talabalarni yangi tushunchalar va terminlar doirasiga olib kiradi va ularni chuqur bilish va o'zlashtirish navbatdagi yo'nalish fanlarini o'rganishda katta omil hisoblanadi.

Hozirgi kunda O'zbekistonda telekommunikatsiya sohasi jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda, yangidan-yangi zamonaviy tizimlar yaratilmoqda. Telekommunikatsiya tizimlarining zamonaviy elektron qurilmalari elektr ta'minoti manbalariga qat'iy talablarni qo'ymoqda. Bunda elektr energiyasi sifatiga o'rnatilgan me'yorlar statsionar rejimlardan tashqari, o'tish rejimlarida, shuningdek, avariya rejimlarida ham bajarilishi kerak. Kuch elektronikasi o'zgartirish texnikasi bilan birgalikda zamonaviy aloqa qurilmalarining elektr ta'minoti tarkibini aniqlaydi. Ko'p hollarda ishlab chiqarish elektr tarmog'i, akkumulyator, elektr generatori va boshqalar kabi birlamchi elektr energiyasi manbalari telekommunikatsiya apparaturalarining ishlashi uchun qo'yilgan talablarga javob bermaydi. Natijada, turli telekommunikatsiya apparaturalarini to'g'ridan-to'g'ri ta'minlash uchun birlamchi elektr ta'minoti manbalari energiyasini talab qilinadigan ko'rinishda va sifatda o'zgartirib beradigan ikkilamchi elektr ta'minoti manbalari qo'llaniladi.

Elektr energiyasini ishlab chiqarish ko'lamining kengayishi, elektr tarmoqlarining umumiy an'alariga qaramasdan, joylardagi iste'mol qilinadigan elektr energiyasining sifatiga ta'sir ko'rsatib, ayrim hollarda kuchlanishlarning keskin o'zgarishiga olib kelmoqda. Shu sababli, zamonaviy ikkilamchi elektr ta'minoti manbalari elektr tarmog'ining kuchlanishlarining katta o'zgarishlarida chiqish kuchlanishlarining stabilliligini ta'minlashi zarur bo'lmoqda. Bunga, o'z navbatida foydali ish koeffitsiyentini kamaytirmasdan, elektr energiyasini o'zgartirish va rostdashning impulsli uslublarini qo'llanilishi natijasida erishish mumkin bo'ladi.

Keyingi yillarda ikkilamchi elektr ta'minoti manbalari tuzilishi va xususiyatlari jixatidan sezilarli o'zgardi. Ularda elektr energiyasini o'zgartirish, birinchi avlod transformatorisiz kirishli elektr ta'minoti

manbalari chastotalaridan farqli o'laroq, nisbatan yuqori chastotalarda amalga oshirilmoqda. Energiyani yuqori chastotalarda va katta kuchlanishlarda o'zgartirish foydali ish koeffitsiyentini oshirish va elektr ta'minoti qurilmasining hajm va massa ko'rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatlarini yaratmoqda.

## 1 – LABORATORIYA ISHI

### BITTA YARIM DAVRLI TO‘G‘RILAGICHNI O‘RGANISH

**Ishdan maqsad:** Bitta yarim davrlı to‘g‘rilagichning ish jarayonini o‘rganish hamda tashqi xarakteristikasi bilan tanishish.

#### Qisqacha nazariy tushunchalar

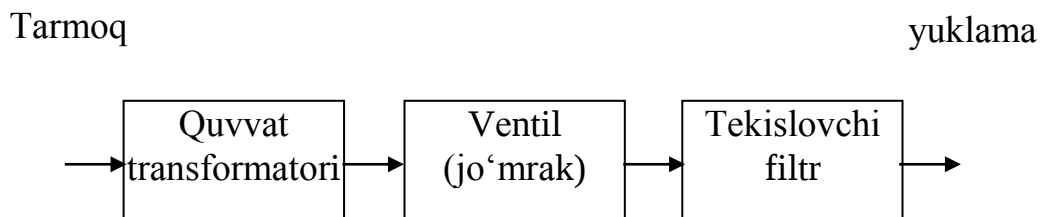
Elektr energiya boshqa turdagi energiyalarga nisbatan katta yutuqqa ega, u oson yo‘l bilan hosil qilinadi, uzoq masofalarga uzatiladi va o‘zgartiriladi. Sanoat, xalq xo‘jaligi, aloqa, qishloq xo‘jaligi va harbiy sohalarning energosistemalari hudud elektrostantsiyasi orqali elektr energiya bilan ta‘minlanadi.

Aksariyat elektron qurilmalar o‘zgarmas elektr manbaida ishlaydi. Elektron qurilmalarning 9Vdan kam kuchlanishda ishlaydigani galvanik elementlar, akkumulyatorlar va batareyalar yordamida ishlashi maqsadga muvofiqdir (albatta tok kuchiga va xizmat qilish vaqtiga qarab).

Qurilmaning 9V o‘zgarmas kuchlanishdan yuqori kuchlanishda ishlaydiganlari sanoat tarmog‘idagi o‘zgaruvchan kuchlanishni o‘zgarmas kuchlanishga o‘zgartirib, manba sifatida qo‘llaniladi.

Elektr energiyaning bir shakldan ikkinchi shaklga o‘zgartirib berilishi ikkilamchi elektr manbalarida amalga oshiriladi.

O‘zgaruvchan kuchlanishni o‘zgarmas kuchlanishga aylantirib beruvchi qurilmalar to‘g‘rilagichlar deyiladi.



1.1-rasm. To‘g‘rilagichlarning struktura sxemasi

To‘g‘rilagichlar quyidagi elementlardan tuzilgan (1.1-rasm): quvvat transformatori (yoki avtotransformator) tarmoqdan olgan kuchlanishni kerakli kattalikda pasaytirib yoki oshirib beruvchi element hisoblanadi.

Ventil (jo'mrak) o'zgaruvchan tokni bir tomonga o'tkazish uchun xizmat qiladi. Tekislovchi filtrlar – to'g'rilangan kuchlanishning pulsatsiyasini tekislash uchun ishlatiladi.

Yuqori aniqlikda ishlaydigan o'zgarmas manbalarda chiqish kuchlanishini stabillab turish uchun o'zgaruvchan kuchlanishni yoki o'zgarmas kuchlanishni stabilizatsiya qiluvchi elementlar ishlatiladi.

Hozirda to'g'rilagichlarning xillari ko'p bo'lganligi uchun ular quyidagicha klassifikatsiyalanadi: fazalar soni bo'yicha, ventillarning xili bo'yicha, ulanish sxemasi bo'yicha va boshqalar. Elektron qurilmalarda manba sifatida yuqori bo'lmagan quvvatda ishlovchi bir fazali to'g'rilagichdan foydalanilmoqda. Bular bitta yarim davrli va ikkita yarim davrli to'g'rilagichlardir.

Bitta yarim davrli to'g'rilagichlarda tarmoqdan oqadigan o'zgaruvchan tokning bitta yarim davrida ventildan tok o'tadi. Ikkita yarim davrli to'g'rilagichda esa tarmoqdan oqadigan o'zgaruvchan tokning ikkala yarim davrida ventildan tok o'tadi. Ventil sifatida yarim o'tkazgichli diod ishlatiladi.

To'g'rilagich quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi:

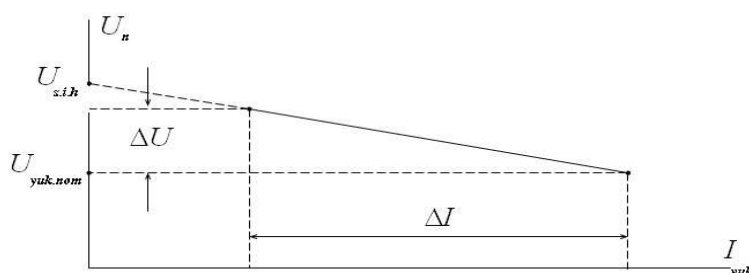
$U_{kir. nom.}$  – nominal kirish kuchlanishi;

$I_{chiq. nom.}$  – chiqishdagi nominal tok;

$U_{chiq. nom.}$  - chiqishdagi nominal kuchlanish;

$U_{salt. holat}$  – to'g'rilagichning salt holatdagi kuchlanishi.

Chiqishdagi kuchlanish yuklamadan oqayotgan tokka bog'liq. Yuklamadagi chiqish kuchlanishi bilan yuklamadan oqayotgan tok orasidagi munosabat chiqish xarakteristikasi orqali aniqlanadi (1.2-rasm).



1.2 – rasm. To'g'rilagichning tashqi xarakteristikasi

Bular bir-biri bilan to'g'ri chiziqli bog'lanishda, ya'ni

$$U_{yuk} = U_{salt} - k I_{yuk}$$

Bu yerda:

$U_{yuk}$ - yuklamadagi chiqish kuchlanishi;

$U_{salt}$ - to'g'rilagichning salt ishlagandagi kuchlanishi;

$I_{yuk}$ - yuklamadagi tok;

k- xarakteristikaning og'ishini ko'rsatuvchi koeffitsiyent.

Xarakteristikadan ko'rinib turibdiki, yuklamadagi tok oshgan sari chiqish kuchlanishi kamayadi.

Bu shuni ko'rsatadiki, yuklamadagi tok oshgan sari transformatorning aktiv qarshiligidagi kuchlanishning pasayishi, tekislovchi filtrlardagi aktiv qarshiliklar, ventillardagi ichki kuchlanishning oshishiga olib keladi. Shunday qilib, k koeffitsiyent to'g'rilagichning chiqish qarshiligi hisoblanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$r_{chiq} = \frac{\Delta U_{yuk}}{\Delta I_{yuk}}$$

Bu yerda  $\Delta U_{yuk}$  – to'g'rilagichning chiqishdagi kuchlanish o'zgarishi;  $\Delta I_{yuk}$  – chiqishdagi tokning o'zgarishi.

Agar to'g'rilagichga filtr ulangan bo'lsa, tabiiyki chiqish qarshiligi oshadi, chunki filtrning aktiv qarshiligi hisobiga qo'shimcha qarshilik qo'shiladi.

Chiqish kuchlanishi pulsatsiyasi chiqishdagi tokka bog'liq. Shuning uchun chiqishdagi yuklama toki qancha ko'p bo'lsa, chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi shuncha ko'p bo'ladi.

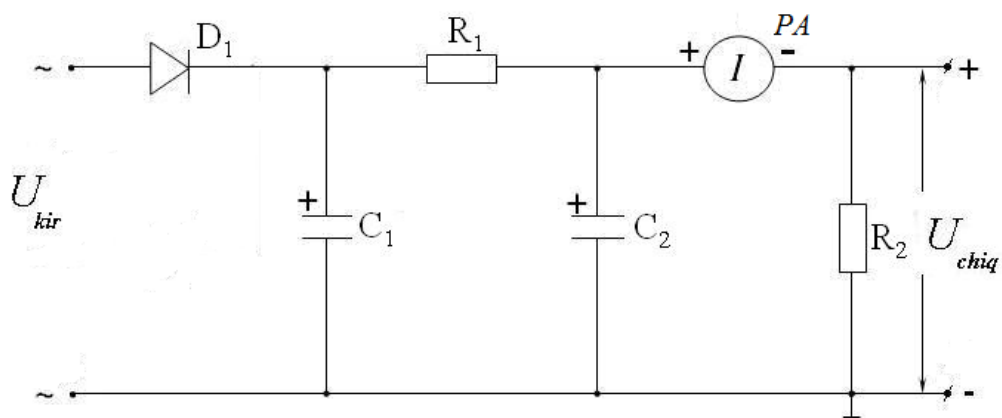
Shunga asoslanib yuklama toki bilan chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi orasidagi bog'lanish munosabatini aniqlash mumkin.

### **Ishni bajarish jarayonida quyidagilar ishlatiladi:**

IP, AV1, MV, AVM2, ossillograf, suqib qo'yiladigan elementar: diodlar- KD103A (D223),  $R_1$ - 200 Om, 1 kOm, 1,5 kOm,  $C_1=C_2$  20 mkF,  $R_2=510$  Om.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. 1.3-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar suqib qo'yiladi, manba va o'lchov asboblari ulanadi.



1.3–rasm. Bir fazali bitta yarim davrli to‘g‘rilagichning prinsipial sxemasi

2. Bitta yarim davrli to‘g‘rilagichning filtrsiz va filtr orqali tashqi xarakteristikasi olinadi. Buning uchun yuklamadagi tokni o‘zgartirib, chiqishdagi kuchlanishning o‘zgarishi 1.1-jadvalga yoziladi. Yuklamadagi tokning o‘zgarishi  $R_2$  qarshilik orqali amalga oshiriladi.

Bitta yarim davrli to‘g‘rilagichning tashqi xarakteristikasi 1.1-jadvalda yozilgan.

1.1-jadval

| Parametrlar   | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtrli |  |  |  |  |
|---------------|----------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|
| $U_{yuk}, V$  |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, mA$ |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |

3. Ossillografdan, yuklamadan maksimal tok oqqandagi chiqish kuchlanishining shakli kalkaga ko‘chirib olinadi. Buning uchun ossillograf ekranidagi kuchlanish shakli to‘xtatib qo‘yilib, kalkaga ko‘chiriladi.

4. Chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklama toki orasidagi munosabat filtrli va filtrsiz to‘g‘rilagichdan olinadi va 1.2-jadvalga yoziladi. Yuklamadan oqadigan tok 3 mA oraliqda o‘zgartiriladi. Pulsatsiya amplitudasi esa ossillograf orqali o‘lchanadi. Buning uchun ossillograf tebranishining vertikal o‘qi kattalashtirib olinadi.

Chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklamadagi tok orasidagi munosabat 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval

| Parametrlar   | Bitta yarim davrli to'g'rilagich |  |  |  |  |
|---------------|----------------------------------|--|--|--|--|
| $U_{pul.}, V$ |                                  |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, mA$ |                                  |  |  |  |  |

5. 1.1-jadvaldan foydalanib, to'g'rilagichning filtrsiz va filtrli varianti uchun tashqi xarakteristikasi chiziladi.

6. To'g'rilagichning tashqi xarakteristikasidan foydalanib, filtrsiz va filtrli to'g'rilagichning chiqish qarshiligi aniqlanadi va 1.3-jadvalga yoziladi.

1.3-jadval

| Parametrlar        | Bitta yarim davrli to'g'rilagich |         |
|--------------------|----------------------------------|---------|
| $r_{chiq}, \Omega$ | Filtrsiz                         | Filtrli |
|                    |                                  |         |

**Bajarilgan ish bo'yicha hisobot** tekshirish uchun o'qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo'yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

### Nazorat savollar

1. Yuklama toki oshganda yuklama kuchlanishi oshadimi yoki kamayadi?
2. To'g'rilagichning qaysi variantida tok dioddan ko'p oqadi?
3. Bitta yarim davrli to'g'rilagichda yuklamada tok o'zgarganda kuchlanish pulsatsiyasi qanday o'zgaradi?
4. Bitta yarim davrli to'g'rilagichning filtrsiz yoki filtrli variantida chiqish qarshiligi qanday bo'ladi?

## 2 – LABORATORIYA ISHI

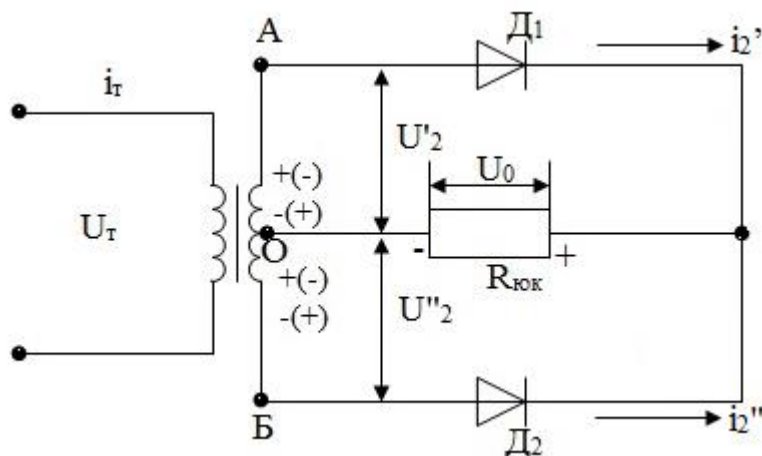
### IKKI YARIM DAVRLI TO'G'RILAGICHNI O'RGANISH

**Ishdan maqsad:** Ikki yarim davrli to'g'rilagichning ish jarayonini o'rganish hamda tashqi xarakteristikasi bilan tanishish.

## Qisqacha nazariy tushunchalar

Ikki yarim davrli to'g'rilagich ikkiga bo'linadi: nol chiqishli to'g'rilagich va ko'priksimon ulangan to'g'rilagichga. 2.1 rasmda nol chiqishli to'g'rilagichning prinsipial sxemasi, 2.2 rasmda vaqt diagrammasi keltirilgan. Sxemada kirishdagi transformatorning ikkilamchi chulg'amida uchta nuqta bo'lib (A, B, O), A va B chulg'amlarning oxiriga nol chulg'amning o'rtasiga ulangan.

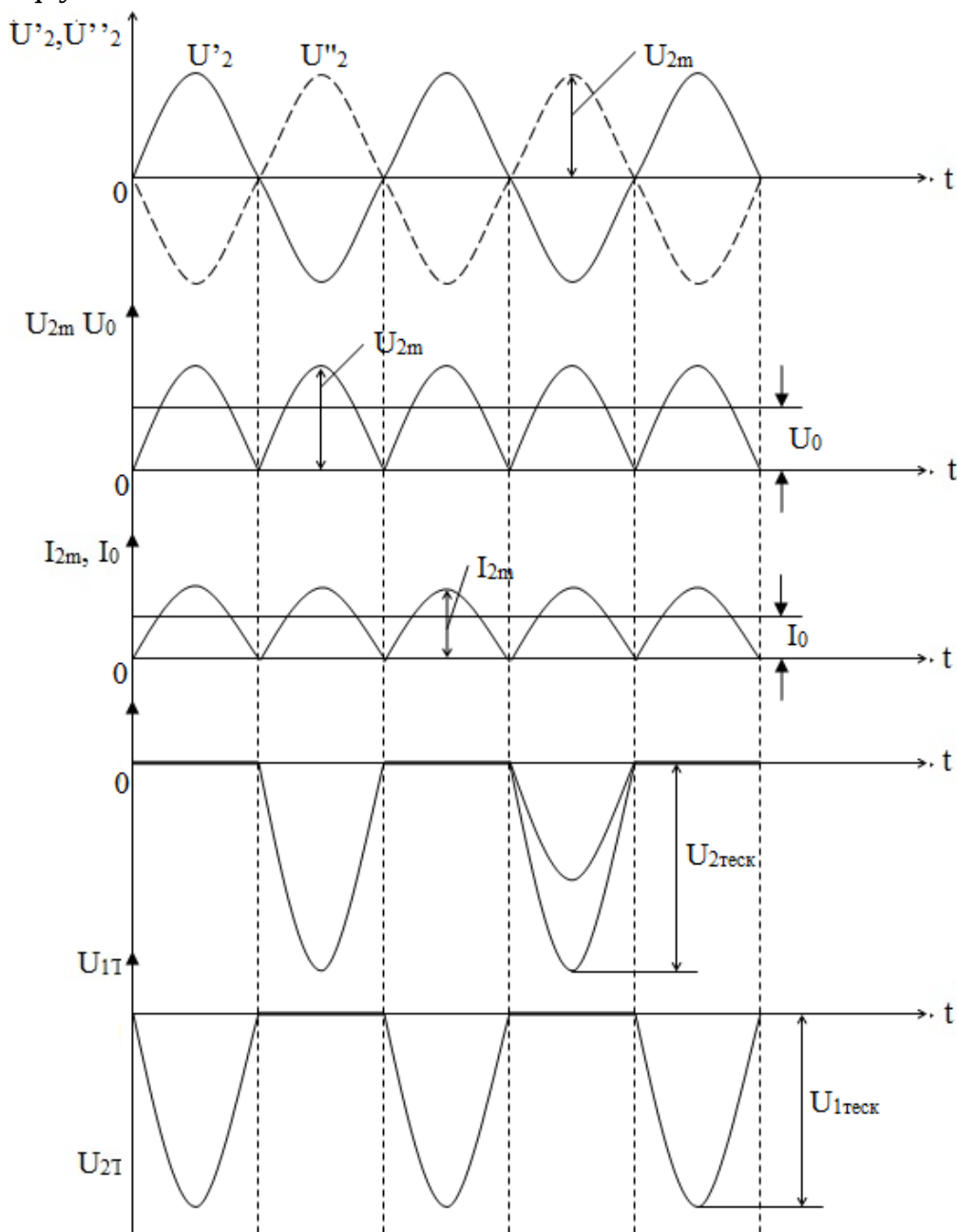
Bu sxemani yuklamaga ishlaydigan ikkita, bitta yarim davrli to'g'rilagichni birlashganligidan tashkil topgan deb qarash mumkin. Shu bilan bir qatorda ikki fazali to'g'rilagich deb ham qarash mumkin. Chunki  $U'_2$  va  $U''_2$  kuchlanishlar teng, fazalari  $180^\circ$  ga farqlanadi.



2.1 rasm. Nol chiqishli ikki yarim davrli to'g'rilagichning prinsipial sxemasi

Bu sxemada  $U_2$  ta'sir etuvchi kuchlanishni bitta yarim davrida A nuqta musbat potensial bo'lganda (O nuqtaga nisbatan)  $i'_2$  tok A chiqishdan diod  $D_1$ , diod orqali yuklama qarshiligi  $R_{yuk}$  dan o'tadi va OA orqali berk zanjir hosil qiladi. Bu davrda  $D_2$  diodni anodida manfiy potensial bo'ladi va dioddan tok o'tmaydi, diod yopiq holatda bo'ladi.  $U_2$  ta'sir etuvchi kuchlanishni ikkinchi yarim davrida B nuqtada musbat potensial bo'lganda (O nuqtaga nisbatan)  $i''_2$  tok B chiqishdan diod  $D_2$  diod orqali yuklama qarshiligi  $R_{yuk}$  dan o'tadi va OB orqali bekiq zanjir hosil qiladi. Bu davrda  $D_1$  diodni anodida manfiy potensial bo'ladi va dioddan tok o'tmaydi, diod yopiq holatda bo'ladi. Yuklama qarshiligidan ikkala davrda ham  $i'_2$  va  $i''_2$  tok bitta yo'nalishda o'tadi va yuklamada  $U_0$  to'g'ri kuchlanishni hosil qiladi.

2.2-rasmda to'g'rilangan kuchlanish va tok ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki to'g'rilangan tok va kuchlanish impuls ko'rinishida har yarim davrda qaytariladi.



2.2 rasm. Vaqt diagrammasi

Bir xil amplituda qiymatida  $U_{2m}$  tok va kuchlanishning o'zgarmas tashkil etuvchisi bitta yarim davrli to'g'rilagichdagiga nisbatan ikki barobar ko'p bo'ladi, ya'ni

$$I_0 = 0,636 \cdot I_{2m}$$

$$U_0 = 0,636 \cdot U_{2m}$$

$U_{2m}$  ni ta'sir etuvchi bilan almashtirilsa  $U_0 = 0,9U_2$

Sxemadagi teskari kuchlanish

$$U_{obr} = 2 \cdot U_{2m} \text{ yoki } U_{tesk} = 3,14U_0$$

Ikki yarim davrli to'g'rilagichdagi teskari kuchlanish to'g'rilangan kuchlanishdan 3 barobardan ko'proq.

Har bitta dioddan o'tgan tok

$$I_{ort} = 0,5I_0$$

Ikki yarim davrli to'g'rilagichda diodlardan o'tadigan tok yuklamadan o'tadigan tokni yarmiga teng.

Yuklamadagi kuchlanish pulsatsiyasi tarmoq chastotasiga nisbatan ikki barobar ko'p bo'ladi.

$$f_t = 2f_{tar}$$

Ikki yarim davrli to'g'rilagichda kuchlanishni o'zgaruvchan tashkil etuvchilarining birinchi garmonikasi fazalar farqi natijasida bir birini kompensatsiyalaydi va nolga teng bo'ladi.

Sxemada ikkinchi garmonikasining ta'siri sezilarli darajada bo'lmaydi. Shuning uchun sxema aktiv yuklamada ishlaganda pulsatsiya koeffitsiyenti

$$K_p=0,67$$

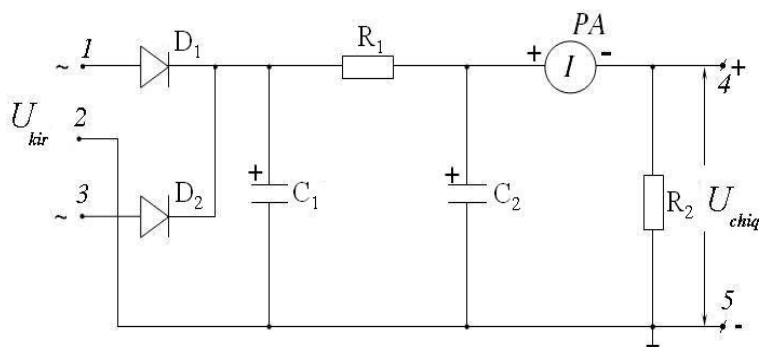
Ikki yarim davrli to'g'rilagichning chiqishidagi kuchlanish bitta yarim davrli to'g'rilagichdagi kuchlanishga nisbatan ancha tekislangan bo'ladi. Kamchiligi esa transformatorning murakkablashishi.

### **Ishni bajarish jarayonida quyidagilar ishlatiladi:**

IP, AV1, MV, AVM2, ossillograf, suqib qo'yiladigan elementlar: diodlar-KD103A (D223),  $R_1$ - 200 Om, 1 kOm, 1,5 kOm,  $C_1=C_2$  20 mkF,  $R_2=510$  Om.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. 2.3-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar suqib qo'yiladi, manba va o'lchov asboblari ulanadi.



2.3–rasm. Bir fazali ikki yarim davrli to'g'rilagichning prinsipial sxemasi

2. Ikki yarim davrli to'g'rilagichning filtrsiz va filtr orqali tashqi xarakteristikasi olinadi. Buning uchun yuklamadagi tokni o'zgartirib, chiqishdagi kuchlanish o'zgarishi 2.1-jadvalga yoziladi. Yuklamadagi tokning o'zgarishi  $R_2$  qarshilik orqali amalga oshiriladi.

Ikki yarim davrli to'g'rilagichning tashqi xarakteristikasi 2.1-jadvalda yozilgan.

2.1-jadval

| Parametrlar   | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtrli |  |  |  |  |
|---------------|----------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|
| $U_{yuk}, V$  |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, mA$ |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |

3. Ossillografdan yuklamadagi maksimal tok oqqanda chiqish kuchlanishining shakli kalkaga ko'chirib olinadi. Buning uchun ossillograf ekranidagi kuchlanish shakli to'xtatilib qo'yib, kalkaga ko'chiriladi.

4. Chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklama toki orasidagi munosabat filtrli va filtrsiz to'g'rilagichdan olinadi va 2.2-jadvalga yoziladi. Yuklamadan oqadigan tok 3 mA oraliqda o'zgartiriladi. Pulsatsiya amplitudasi esa ossillograf orqali o'lchanadi. Buning uchun ossillograf tebranishining vertikal o'qi kattalashtirib olinadi.

Chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklamadagi tok orasidagi munosabat 1.3-jadvalda keltirilgan.

2.2-jadval

| Parametrlar   | Ikki yarim davrli to'g'rilagich |  |  |  |  |
|---------------|---------------------------------|--|--|--|--|
| $U_{pul.}, V$ |                                 |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, mA$ |                                 |  |  |  |  |

5. 2.1-jadvaldan foydalanib, to'g'rilagichning filtrsiz va filtrli varianti uchun tashqi xarakteristikasi chiziladi.

6. To'g'rilagichning tashqi xarakteristikasidan foydalanib, filtrsiz va filtrli to'g'rilagichning chiqish qarshiligi aniqlanadi va 2.3-jadvalga yoziladi.

2.3-jadval

| Parametrlar       | Ikki yarim davrli to'g'rilagich |         |
|-------------------|---------------------------------|---------|
| $r_{chiq}$ , $Om$ | Filtrsiz                        | Filtrli |
|                   |                                 |         |

**Bajarilgan ish bo'yicha hisobot** tekshirish uchun o'qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo'yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

### Nazorat savollar

1. Yuklama toki oshganda yuklama kuchlanishi oshadimi yoki kamayadi?
2. To'g'rilagichning qaysi variantida tok dioddan ko'p oqadi?
3. Ikki yarim davrli to'g'rilagichda yuklamada tok o'zgarganda kuchlanish pulsatsiyasi qanday o'zgaradi?
4. Ikki yarim davrli to'g'rilagichning filtrsiz yoki filtrli variantida chiqish qarshiligi qanday bo'ladi?

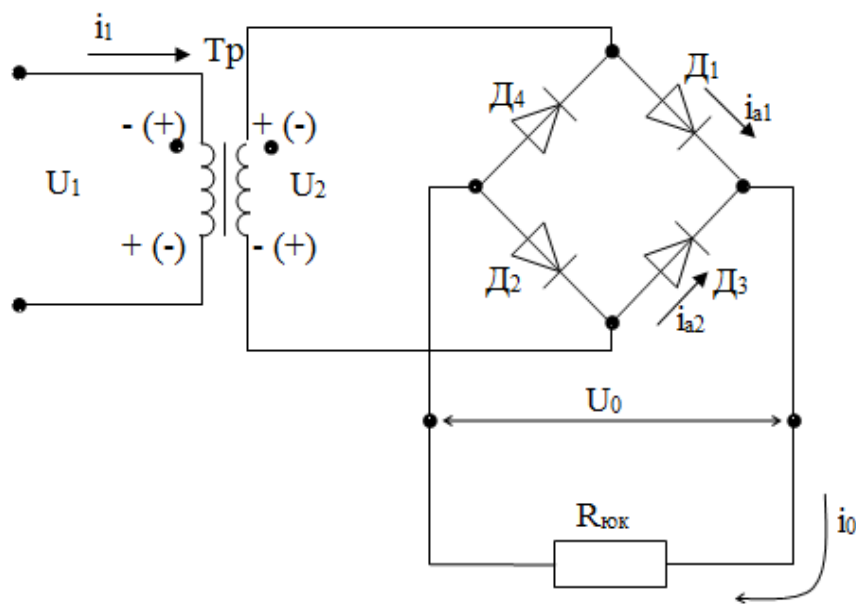
## 3 – LABORATORIYA ISHI

### IKKI YARIM DAVRLI KO'PRIKSIMON ULANGAN TO'G'RILAGICHNI O'RGANISH

**Ishdan maqsad:** Ikki yarim davrli ko'priksimon ulangan to'g'rilagichning ish jarayonini o'rganish va tashqi xarakteristikasi bilan tanishish.

### Qisqacha nazariy tushunchalar

To'g'rilagichning bir fazali ko'priksimon ulangan sxemasi transformator va to'rtta dioddan tashkil topgan (3.1- rasm)



3.1- rasm. Transformator va to'rtta dioddan iborat bir fazali ko'priksimon ulangan to'g'rilagich sxemasi.

Yuklamani aktiv qarshilikdan iborat deb qaraymiz va ishlash prinsipini o'rganamiz. Chiqishdagi kuchlanish  $U_0$  xuddi to'g'rilagichning nol chiqishli ikki yarim davrli sxemasidan chiqadigan kuchlanishga o'xshab bir tomonli kuchlanishdan iboratdir. (3.2 rasm).

$D_1$ ,  $D_2$  diodlar  $0 - t_1$  vaqt orasida ochiq, chunki  $U_2$  kuchlanish musbat yarim davrli kuchlanishdan iborat. Shuning uchun xuddi shu davrda musbat yarim davrli kuchlanish  $U_0$  chiqishda hosil bo'ladi.  $D_1$ ,  $D_2$  ochiq diodlar transformatorning ikkilamchi chulg'amini  $R_{yuk}$  yuklama bilan bog'laydi va chiqishdagi  $U_0$  kuchlanishning kattaligi va qutbi  $U_2$  kuchlanish bilan mos keladi.  $U_1$  kuchlanishda manfiy yarim davr kelganda transformatorning ikkilamchi chulg'amida  $U_2$  teskariga o'zgaradi ( $t_1 - t_2$  vaqt oralig'ida). Bu kuchlanishning ta'sirida  $D_3$ ,  $D_4$  diodlar ochiq, tok o'tadi, natijada to'g'rilagichning chiqishida xuddi avvalgiga o'xshagan bir tomonli kuchlanish hosil bo'ladi.

Avvalgi yarim davrdagi kuchlanish amplitudasi, shakli navbatdagiga o'xshagan bo'lganligi uchun chiqish kuchlanishining o'rtacha qiymatini  $U_0$  orqali aniqlanadi.

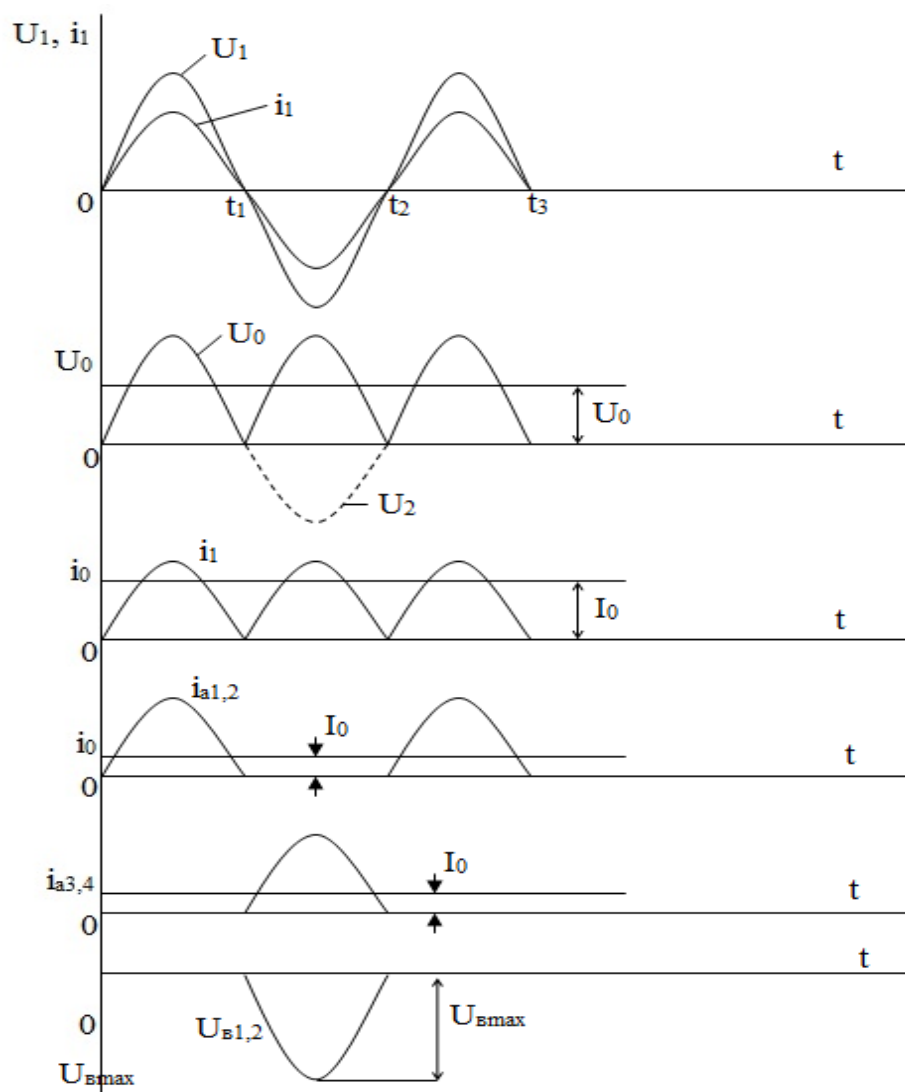
To'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati  $U_0$  bilan transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi ta'sir etuvchi kuchlanish orasidagi munosabat ikki yarim davrli nol chiqishli to'g'rilagichdagiga o'xshagan bo'ladi, ya'ni  $U_0 = 0,9 \cdot U_2$

Yuklamadan oqayotgan  $I_0$  tok navbatma – navbat  $D_1, D_2$  va  $D_3, D_4$  diodlardan oqadi, shuning uchun har bir dioddan oqadigan o‘rtacha tokning qiymati

$$I_{orr.d} = \frac{I_0}{2}$$

Yopiq dioddagi teskari kuchlanishning maksimal qiymati

$$U_{vmax} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \frac{\pi}{2} \cdot U_0$$



3.2 rasm. Transformator va to‘rtta dioddan iborat bir fazali ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagich vaqt diagrammasi

Teskari  $U_{chiq,max}$  kuchlanish nol chiqishli ikki yarim davrli to‘g‘rilagichnikidan ikki barobar kichkina. Bu sxemada diodlari soni ko‘pligiga qaramasdan avvalgi sxemaga nisbatan sodda tuzilgan va teskari kuchlanishning

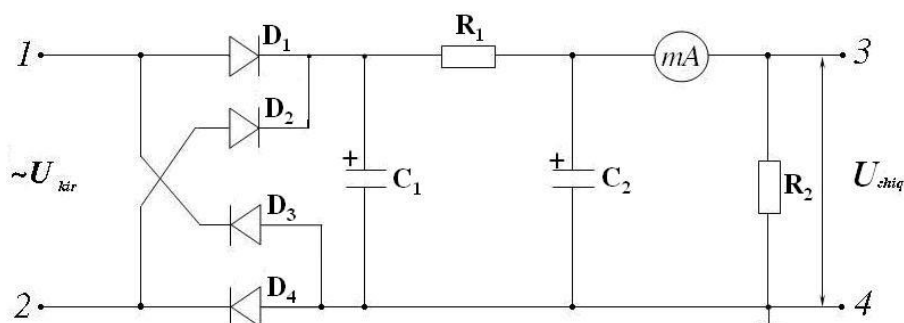
maksimal qiymati kichkina bo'lganligi uchun bular kichik va o'rta quvvatli to'g'rilagichlarda ishlatiladi.

### Ishni bajarish jarayonida quyidagilar ishlatiladi:

IP, AVM1, MV, AVM2, ossillograf, suqib qo'yiladigan elementlar: diodlar - KD103A (D223)- 4 ta,  $R_1=200\text{ Om}$ ,  $1\text{ kOm}$ ,  $C_1=C_2=20\text{ mkF}$  va  $50\text{ mkF}$ .

### Ishni bajarish tartibi

1. 3.3-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar kirgizib qo'yiladi, manba va o'lchov asboblari ulanadi.



3.3-rasm. Ikki yarim davrli ko'priksimon ulangan to'g'rilagichning prinsipial sxemasi

2. Ikki yarim davrli to'g'rilagichning filtrsiz va filtrli holatdagi tashqi xarakteristikasi olinadi.

Buning uchun yuklamadagi tokni o'zgartirib, chiqishdagi tokning o'zgarishi 3.1-jadvalga yozilsin. Yuklamadagi tok chiqishdagi  $R_2$  qarshilik orqali o'zgartiriladi.

3.1-jadval

| Parametrlar          | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtrli |  |  |  |  |
|----------------------|----------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|
| $U_{yuk}, \text{V}$  |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, \text{mA}$ |          |  |  |  |  |         |  |  |  |  |

3. Ossillografdan yuklamadagi maksimal tok oqqandagi chiqish kuchlanishining shakli kalkaga ko'chirib olinadi. Buning uchun, ossillograf ekranidagi kuchlanish shakli to'xtatib qo'yilib, kalkaga ko'chiriladi.

4. Chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklama toki orasidagi munosabat filtrli va filtrsiz to'g'rilagichdan olinadi va 3.2-jadvalga yoziladi. Yuklamadan oqadigan tok 3mA oraliqda o'zgartiriladi. Pulsatsiya amplitudasi esa ossillograf orqali o'lchanadi. Buning uchun ossillograf tebranishining vertikal o'qi kattalashtirilib olinadi.

3.2- jadvalda chiqishdagi kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi bilan yuklamadagi tok orasidagi munosabat keltirilgan.

3.2-jadval

| Parametr       | Ikki yarim davrli to'g'rilagich |  |  |  |  |  |
|----------------|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| $U_{pul.}, mV$ |                                 |  |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, mA$  |                                 |  |  |  |  |  |

5. 3.2-jadvaldan foydalanib, to'g'rilagichning tashqi xarakteristikasi chiziladi.

6. To'g'rilagichning tashqi xarakteristikasidan foydalanib, filtrsiz va filtrli variant uchun chiqish qarshiligi aniqlanadi.

**Bajarilgan ish bo'yicha hisobot** tekshirish uchun o'qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo'yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

### **Nazorat savollar**

1. Ko'priksimon ulangan ikki yarim davrli to'g'rilagich boshqa to'g'rilagichlarga nisbatan qanday yutuqqa ega?
2. Chiqish kuchlanishining o'rta qiymati yuklama toki o'zgarganda qanday o'zgaradi, oshadimi yoki kamayadi?
3. Filr to'g'rilagichga ulanganda chiqish kuchlanishi qanday o'zgaradi?

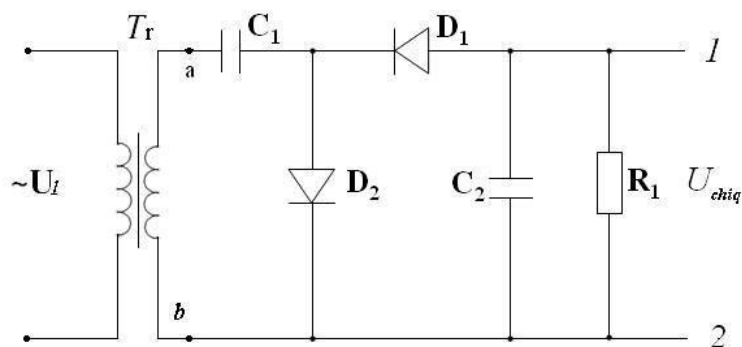
## **4 – LABORATORIYA ISHI**

### **KUCHLANISHNI OSHIRUVCHI TO'G'RILAGICHNI O'RGANISH**

**Ishdan maqsad:** Kirishdagi kuchlanish o'zgarmagan holda chiqishdagi kuchlanishni oshiruvchi to'g'rilagichni o'rganish.

## Qisqacha nazariy tushunchalar

To'g'rilagichda chiqishdagi kuchlanishning oshishi davriy ravishda zaryadlanib turuvchi sig'im hisobiga bo'ladi, ya'ni zanjirning o'zida qo'shimcha elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. 4.1-rasmda shunday to'g'rilagichning prinsipial sxemasi berilgan.



4.1-rasm. Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi to'g'rilagichning prinsipial sxemasi.

Transformatorning ikkinchi chulg'amida kuchlanishning yarim davri kelganda "a" nuqtadagi potensial "b" nuqtadagi potensialga nisbatan musbat bo'ladi va  $C_1$  sig'im dan  $D_1$  diod orqali tok o'tadi va zaryadlanadi. Buning qiymati transformatorning ikkinchi chulg'amidagi kuchlanish amplitudasiga teng bo'ladi, ya'ni  $U_{2m}$ . Ikkinchi yarim davrida "a" nuqta potentsiali manfiy, "b" nuqta potentsiali musbat bo'ladi. Ikkinchi yarim davrda transformatorning ikkinchi chulg'ami  $C_1$  sig'im bilan shunday bog'langan bo'ladiki, ulardagi kuchlanish bir-biri bilan qo'shilgan holatda bo'ladi. Bu kuchlanish  $C_2$  sig'imni  $D_2$  diod orqali zaryadlaydi. Bu kuchlanishning amplitudasi transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish amplitudasiga nisbatan ikki barobar katta, ya'ni  $2U_{2m}$  bo'ladi.  $C_2$  sig'im zaryadlanish jarayonida  $C_1$  sig'im razryadlanadi. Bu jarayon yana qaytariladi,  $R_1$  yuklamadagi chiqish kuchlanishining pulsatsiyasi tarmoq chastotasiga mos keladi.

### Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi:

AVM2,  $C_1=C_2=20$  mkF, 30 mkF, 50 mkF,  $D_1=D_2=KD103A$  (D223):  $R_1=400$  Om.

### Ishni bajarish tartibi

1. 4.1-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar kirgiziladi va manba, o'lchov asboblari ulanadi.

2.  $C_1$ ,  $C_2$  sig'implarni o'zgartirib, chiqishdagi kuchlanishning o'zgarishi 4.1-jadvalga yoziladi.

4.1-jadval

| $C_1 = C_2$ , mkF | 20 | 30 | 50 |
|-------------------|----|----|----|
| $U_{kir}$ , V     |    |    |    |
| $U_{chiq}$ , V    |    |    |    |

3. Ossilloqafning ekranidan  $C_1 = C_2 = 30$  mkF bo'lganda chiqish kuchlanishining shakli ko'chirib yoziladi.

**Bajarilgan ish bo'yicha hisobot** tekshirish uchun o'qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo'yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

#### Nazorat savollar

1. To'g'rilagichning chiqishidagi kuchlanish nimaga oshadi?
2. Chiqishdagi kuchlanish oshganda tok qanday o'zgaradi?
3. Chiqish kuchlanishining 3 barobar oshishi uchun sxemaga qanday o'zgartirish kiritish kerak?

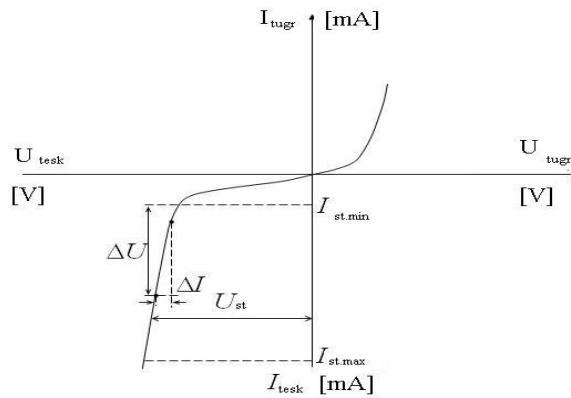
## 5 – LABORATORIYA ISHI

### STABILITRON ORQALI TUZILGAN PARAMETRIK STABILIZATOR

**Ishdan maqsad:** Stabilitronning ishlash prinsipi, xarakteristikasi, parametri va parametrik stabilizatorning xarakteristikasini o'rganish.

#### Qisqacha nazariy tushunchalar

Yarimo'tkazgichli stabilitron yarimo'tkazgichli diod bo'lib, dioddagi elektrik o'pirilish jarayoni tok bilan kuchsiz bog'langan, shu xususiyat kuchlanishni stabilizatsiya qilishga olib keladi. Ya'ni yarimo'tkazgichli stabilitron p-n o'tkazuvchanlikning elektrik o'pirilish uchastkasida ishlaydi. 5.1-rasmda stabilitronning volt-amper xarakteristikasi keltirilgan.



### 5.1- rasm. Stabilitronning volt–amper xarakteristikasi

5.1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, xarakteristikada elektrik o‘pirilish natijasida kuchlanish stabilizatsiyasi kam o‘zgarganda stabilizatsiya toki ko‘p o‘zgaryapti. Stabilitronning bunday xarakteristikasi stabilitron parametrik stabilizatorlar yordamida o‘zgarmas kuchlanish olish uchun ishlatiladi.

Kremniyli stabilitronning asosiy parametrlari quyidagilar:

Stabillashgan kuchlanish -  $U_{st}$ ;

Minimal stabillashgan tok –  $I_{st.min}$ ;

Maksimal stabillashgan tok –  $I_{st.max}$ ;

Dinamik qarshilik –  $R_d = \frac{\Delta U_{st}}{\Delta I_{st}}$ ;

Maksimal sochiluvchi quvvat–  $P_{sq.max}$ .

Kuchlanish stabilizatsiyasining harorat koeffitsiyenti

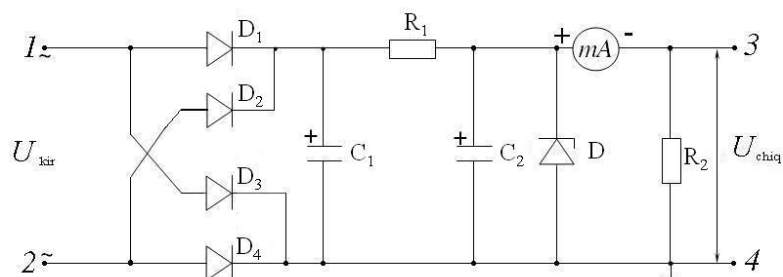
$$TKI = \frac{\Delta U_{st}}{\Delta U \cdot T}$$

**Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi:**

AVM1, MV, ossillograf, suqiladigan elementlar: diodlar KD103A (D220) – 4ta;  $R_1=510 \text{ Om}$ ,  $R_2=510 \text{ Om}$ ,  $1,6 \text{ kOm}$ ,  $C_1=C_2=50 \text{ mkFx25V}$ , stabilitron D814A.

**Ishni bajarilish tartibi**

1. 5.2-rasmdagi parametrik stabilizator sxemasiga kerakli elementlar kirgiziladi va manba, o‘lchov asboblari ulanadi.



5.2-rasm. Parametrik stabilizatorning prinsipial sxemasi.

2. Berilgan  $U_{st}=8V$ ,  $U_{kir}=15V$ ,  $R_d=10\text{ Om}$  parametrlari orqali kuchlanish stabilizatsiya ko'effitsiyenti aniqlanadi.

3. Kirishdagi kuchlanishni 10 dan 15V gacha o'zgartirib, stabilizatsiya ko'effitsiyenti 5.1-jadvalga yoziladi.

Buning uchun har bir kirish kuchlanishining qiymati chiqish kuchlanishining qiymatiga qancha kelayotganini jadvalga yozish lozim, so'ngra stabilizatsiya ko'effitsiyentini aniqlab, jadvalga yoziladi.

Tajriba yo'li orqali aniqlangan stabilizatsiya ko'effitsiyenti nazariy natija bilan solishtiriladi. Ularning farqi 20-30% bo'lishi mumkin.

5.1-jadval

| $R_{yukl}=510\text{Om}$ |              | $R_{yukl}=1,6k\text{Om}$ |              |
|-------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| $U_{kir}, V$            | $U_{yuk}, V$ | $U_{kir}, V$             | $U_{yuk}, V$ |
|                         |              |                          |              |
| $K_{st} =$              |              | $K_{st} =$               |              |

Bu yerda: 
$$K_{st} = \frac{\Delta U_{kir} / U_{kir}}{\Delta U_{chiq} / U_{chiq}}$$

$R_{yuk} = \text{const}$

**Bajarilgan ish bo'yicha hisobot** tekshirish uchun o'qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo'yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

#### Nazorat savollar

1. Stabilitronning dinamik qarshiligi deb nimaga aytiladi?
2. Yarimo'tkazgichli diodda elektrik o'pirilish deb nimaga aytiladi?
3. Yuklama qarshiligi oshganda stabilitrondan o'tadigan tok qanday o'zgaradi?

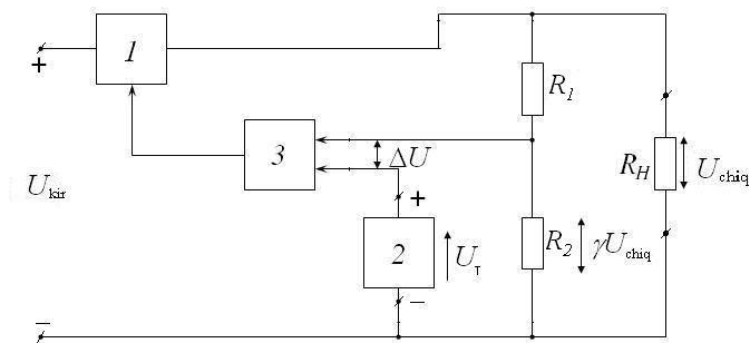
## 6 – LABORATORIYA ISHI

### KOMPENSATSION KUCHLANISH STABILIZATORI

**Ishdan maqsad:** Stabilatron va tranzistorlardan tuzilgan yuklama bilan ketma-ket ulangan kompensatsion kuchlanish, stabilizatorning asosiy parametrlari va xarakteristikasi bilan tanishish.

#### Qisqacha nazariy tushunchalar

Kompensatsion kuchlanish stabilizatori o'z nomiga muvofiq chiqishdagi stabillangan kuchlanish etalon kuchlanishi bilan solishtirilib, hosil bo'lgan kuchlanish farqi boshqaruvchi element qarshiligi orqali yo'qotiladi, ya'ni boshqaruvchi elementning qarshiligi orqali kuchlanish farqi kompensatsiyalanadi. 6.1-rasmda kompensatsion kuchlanish stabilizatorining struktura sxemasi keltirilgan.



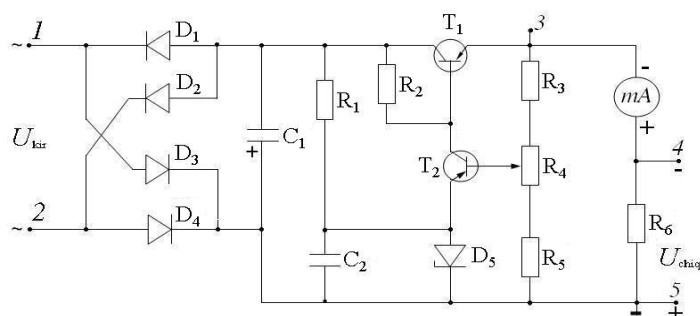
6.1-rasm. Kompensatsion stabilizatorning struktura sxemasi

Kirish kuchlanishi  $U_{kir}$  1 boshqaruvchi elementga keladi, bu yerda aktiv holatda ishlovchi tranzistor mavjud. Boshqaruvchi element yuklama  $R_{yuk}$  bilan ketma-ket ulangan. Chiqish kuchlanishini o'lchash uchun  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  qarshiliklar va 2 blokdan tashkil topgan tayanch kuchlanishi xizmat qiladi (6.2-rasm).

Bo'luvchi koeffitsiyent  $\gamma = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$  chiqishdagi kuchlanish bilan tayanch kuchlanishi orasidagi tafovutga bog'liq. Agar  $U_t = 8V$  bo'lsa, chiqishdagi kuchlanish 40V, bo'luvchi koeffitsiyent  $\frac{1}{5}$  bo'lishi lozim. Ya'ni chiqish kuchlanishi  $U_{chiq1}$  va tayanch kuchlanishi  $U_{t1}$  berilgan bo'lsa, bo'luvchi koeffitsiyent quyidagicha aniqlanadi:  $\gamma = \frac{U_{m1}}{U_{chiq1}}$ ;

Kuchlanishlar farqi  $\Delta U = \gamma U_{chiq1} - U_{m1}$  o'zgarmas tok kuchaytirgichi 3 ning kirishiga berilayotgan kuchlanish bo'lib, uning chiqishdagi signali  $\Delta U$  kuchlanishga proporsionaldir.

Sxema shunday qurilganki, kuchlanish  $\Delta U$  ning  $U_{chiq}$  ga nisbatan farqi manfiy bo'lsa (chiqishdagi kuchlanishning kamayganligini ko'rsatadi), boshqaruvchi elementning qarshiligi kamayadi, bu o'z navbatida chiqish kuchlanishi  $U_{chiq1}$  ning oshishiga olib keladi. Shunday qilib, kuchlanish stabilizatori kirishdagi o'zgarmas kuchlanishning o'zgarishi yoki yuklamadagi tokning o'zgarishi (yuklama qarshiligi o'zgarganda) chiqishdagi kuchlanishning kattaligiga ta'sir o'tkazmaydi, ya'ni har doim  $U_{chiq1}$  ga teng bo'ladi. 9-rasmdagi prinsipial sxemada ko'rsatilgan boshqaruvchi element vazifasini tranzistor  $T_1$  bajaradi, tayanch kuchlanishi bo'lib xizmat qiluvchi stabilitron  $D$  ning ish holati muvozanatlovchi qarshilik  $R_1$  orqali o'tayotgan tok orqali belgilanadi.  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  qarshiliklar esa chiqishdagi kuchlanishni bo'luvchi bo'lib xizmat qiladi. Tranzistor  $T_2$  va  $R_2$  qarshilik orqali o'zgarmas tok kuchaytirgichi tuzilgan. Tayanch kuchlanishi va chiqish kuchlanishini solishtirish  $T_2$  tranzistorning emitter – bazasi oralig'ida bo'ladi.



6.2-rasm. Kompensatsion stabilizatorning prinsipial sxemasi

**Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi:** AVM1, AVM2, MV, ossillograf, suqiladigan elementlar; diodlar KD105A (D220) – 4 ta, tranzistor MP40 – 2ta, stabilitron D814A, qarshiliklar  $R_1=12$  kOm,  $R_2=7,5$  kOm,  $R_3=200$  Om,  $R_4=2,4$  kOm (o'zgaruvchan),  $R_5=1$  kOm,  $R_6=620$  Om (1,2 kOm, 1,8 kOm),  $C_1=50$  mkFx25V,  $C_2=20$  mkFx25V.

#### Ishni bajarilish tartibi

1.Paneldagi prinsipial sxemaga elementlar kirgiziladi hamda manba va o'lchov asboblari ulanadi.

2.Yuklamadagi qarshilik  $R_6$  ning qiymatlarida kirishdagi kuchlanishni o'zgartirib, chiqishdagi kuchlanish, kirishdagi va chiqishdagi toklarning o'zgarishi 6.1-jadvalga yoziladi.

6.1-jadval

| $U_{kir}, V$ | $U_{chiq}, V$ | $I_{yuk}, mA$    | $I_{kir}, mA$ |
|--------------|---------------|------------------|---------------|
|              |               | $I_{yuk\ min} =$ |               |
|              |               | $I_{yuk\ max} =$ |               |
|              |               | $I_{yuk\ min} =$ |               |
|              |               | $I_{yuk\ max} =$ |               |

3. Maksimal va minimal yuklamadagi tokda kirishdagi kuchlanish 25V bo‘lganda stabilizatsiya koeffitsiyentini aniqlang.

( $I_{yuk\ min}$  va  $I_{yuk\ max}$  qiymatlarini 6.1-jadvalga yozing).

4. 6.1-jadval yordamida chiqish qarshiligi  $r_{chiq}$  ni aniqlang.

5. Har bir olingan o‘lchov qiymatlari uchun stabilizatorning F.I.K ini toping.

Kompensatsion kuchlanish stabilizatorining asosiy parametrlari:

$$K_{st} = \frac{\Delta U_{kir} / U_{kir}}{\Delta U_{chiq} / U_{chiq}} ;$$

$R_{yuk} = \text{const}$ ;  $K_{st}$  – stabilizatsiya koeffitsiyenti.

$$r_{chiq} = \frac{\Delta U_{chiq}}{\Delta I_{yuk}} ; R_{kir} = \text{const} ;$$

$r_{chiq}$  – stabilizatorning chiqish qarshiligi.

$$\eta = \frac{U_{chiq} \cdot I_{chiq}}{U_{kir} \cdot I_{kir}} ;$$

$I_{kir} = \text{const}$ ;  $\eta$  – stabilizatorning F.I.K.

**Bajarilgan ish bo‘yicha hisobot** tekshirish uchun o‘qituvchiga yozma ravishda topshiriladi. Hisobot mazmuni quyidagilardan iborat bo‘lishi kerak:

1. Ish mavzusi.
2. Ishdan maqsad.
3. Topshiriq bo‘yicha nazariy hisoblashlar va natijalar.
4. Natijalarni solishtirish tahlili.
5. Xulosalar.

### Nazorat savollar

1. Kompensatsion stabilizator deb nimaga aytiladi?
2. Kuchlanish  $\Delta U$  ning  $U_{chiq}$  ga nisbatan farqi qanday bo‘ladi?
3. Kompensatsion kuchlanish stabilizatorining asosiy parametrlari qaysilar?

## 7-LABORATORIYA ISHI

### KUCHLANISHNI IKKI BAROBAR OSHIRUVCHI SIMMETRIK TO'G'IRLAGICH

**Ishdan maqsad:** Kirishdagi kuchlanish o'zgarmagan holda chiqishdagi kuchlanishni oshirib o'zgarmas kuchlanish oluvchi simmetrik to'g'irilagichni o'rganish.

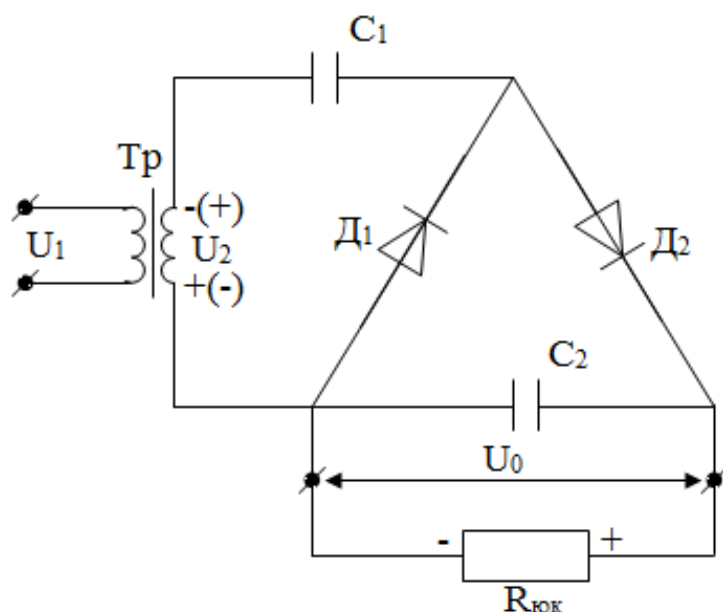
#### Qisqacha nazariy tushunchalar

Bu xildagi to'g'irilagichlar yuqori kuchlanish va kichik tokda ishlaydigan yuklamalarga manba sifatida xizmat qiladi hamda yuklamaga 1 kV gacha kuchlanish kerak bo'lganda ishlatiladi.

Bu xildagi to'g'irilagichlarning ishlash prinsipi quyidagicha: to'g'irilagichga ulangan chiqish sig'imi bir yoki bir nechta bo'lib, ishlash jarayonida sig'imga yig'ilgan kuchlanish yuklamaga beriladi, ya'ni elektr energiya yuklamaga razryadlanadi.

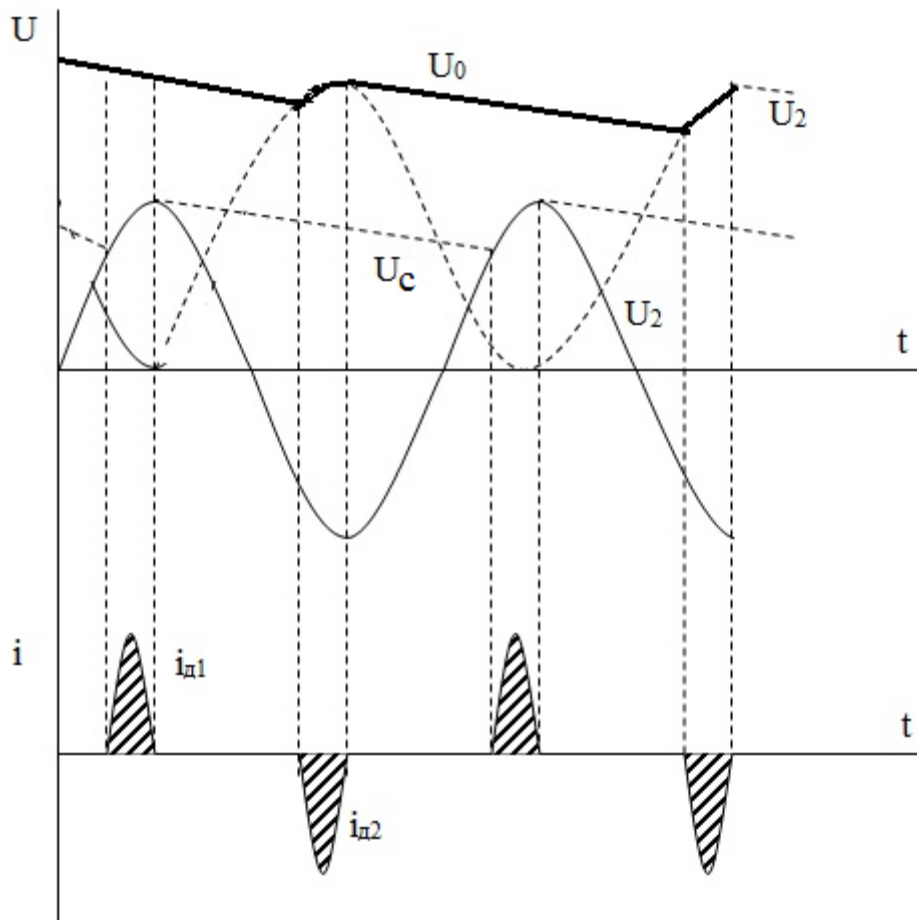
Kuchlanishni oshiruvchi to'g'irilagichlar simmetrik va nosimmetrik guruxlarga bo'linadi. Kuchaytirishni karrali ko'paytirish cheklangan emas, ammo amaliy jihatdan  $2 \div 10$  barobar bo'lishi mumkin. Xususiylarda xollarda yuklama kam tok iste'mol qilganda ( $I_{yuk} = 0,5 \div 2 \text{ mA}$ ,  $U_0 = 10 \div 100 \text{ kV}$ ) karrali oshirish 100 gacha borishi mumkin.

7.1 – rasmda kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi nosimmetrik to'g'irilagichning prinsipial sxemasi, 7.2 – rasmda tok va kuchlanishlar vaqt diagrammasi keltirilgan.



7.1- rasm. Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi nosimmetrik to'g'rilagichning prinsipial sxemasi.

Sxemaning ishlash prinsipi quyidagicha. Birinchi yarim davrda kuchlanish  $U_2$  bo'lganda tok  $D_1$  diod orqali o'tib  $C_1$  sig'imni zaryadlaydi. Bu jarayon tok uzulguncha davom etadi. Ikkinchi yarim davrda  $U_2$  teskari yarim davrga o'zgarganda kuchlanish  $U_{C1}$  va  $U_2$  qo'shiladi va  $D_2$  orqali  $C_2$  sig'im maksimal  $U_0 \approx 2U_{2m}$  kuchlanish yig'indisi bilan zaryadlanadi. Diod  $D_2$  yopilganda sig'im  $C_2$  yuklamaga razryadlanadi. Bu jarayon har yarim davrda qaytariladi va yuklamadagi  $I_{yuk}$  toki  $I_{zar}$  – zaryad tokidan kichkina bo'ladi.



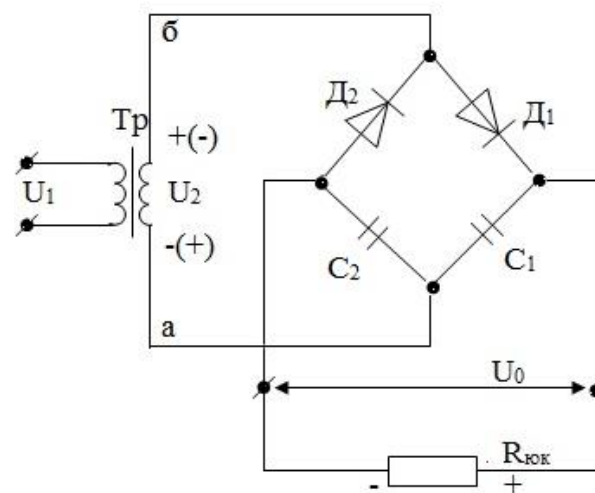
7.2 rasm. Tok va kuchlanishlar vaqt diagrammasi

Diodlarning teskari kuchlanishi  $U_{\text{tesk}} = 2 U_{2m}$  Sig'imdagi kuchlanish  $2U_{2m}$  dan oshmaydi.

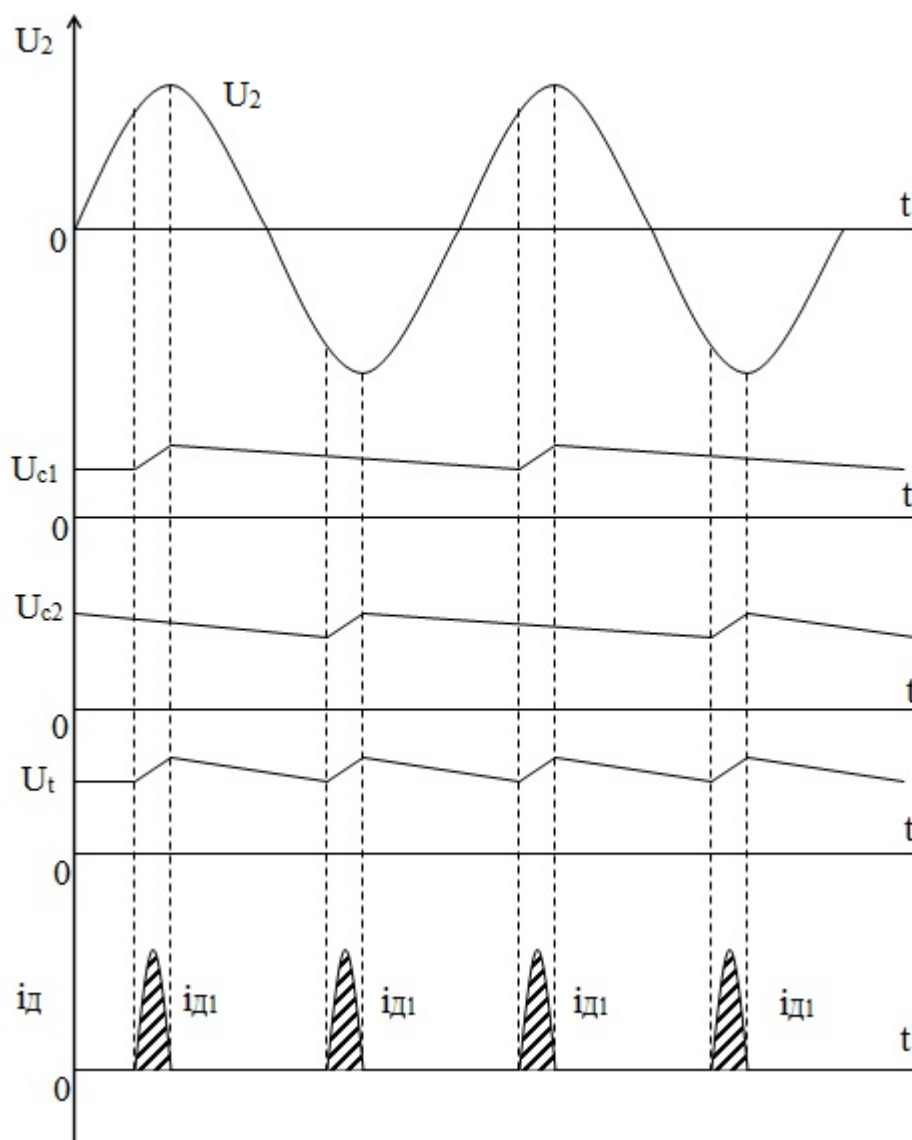
Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi simmetrik to'g'rilagich sxemasi

7.3-rasmda, tok va kuchlanish diagrammasi 7.4-rasmda keltirilgan.

Birinchi yarim davrda  $D_1$  diod ochiq va  $C_1$  sig'im zaryadlanadi. Ikkinchi yarim davrda  $C_2$  sig'im  $D_2$  diod orqali zaryadlanadi. Yuklamadagi kuchlanish  $U_0$  birinchi va ikkinchi sig'imdagi kuchlanishlar yig'indisiga teng:  $U_0 = U_{C1} + U_{C2} = 2U_{m2}$  Yuklamadagi to'g'rilangan kuchlanish pullanish chastotasi tarmoqdagiga nisbatan ikki barobar ko'p bo'ladi:  $f_p = 2f_t$



7.3- rasm. Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi simmetrik to'g'rilagich sxemasi

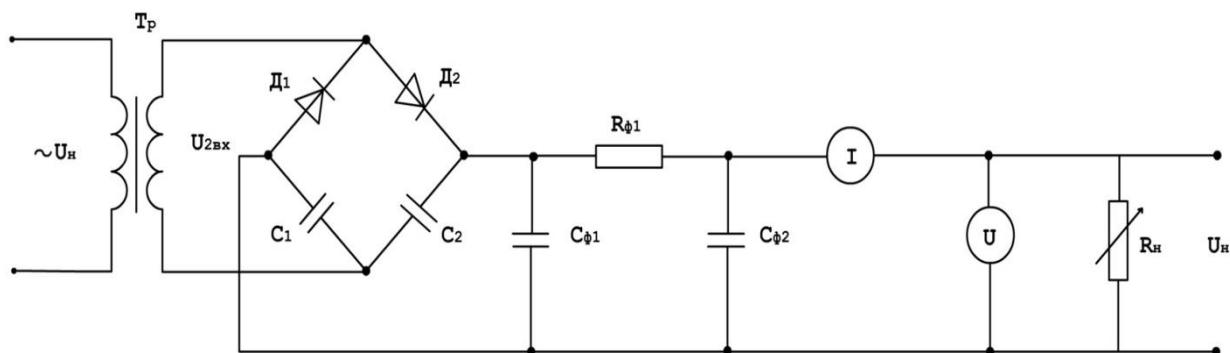


7.4- rasm. Tok va kuchlanish diagrammasi/

**Ishni bajarishni davomida quyidagilar ishlatiladi:** ABM1, ABM2, IP,  $C_1=C_2=20\text{ mkF}$ ,  $30\text{ mkF}$ ,  $50\text{ mkF}$ ,  $C_{f1}=C_{f2}=50\text{ mkF}$ ,  $D_1,D_2=KD103A(D223)$ ,  $R_{f1}=510\text{ Om}$ ,  $R_{yuk}=1kOm$  (o'zgaruvchan qarshilik).

### Ishni bajarish tartibi

1. 7.5-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar kirgiziladi va 12 V li o'zgaruvchan manba kirishiga ulanadi.



7.5-rasm .Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi simetrik to'g'irlagichning prinsipial sxemasi

2.  $C_1$   $C_2$  sig'imlarini o'zgartirib chiqishdagi kuchlanishning o'zgarishi 7.1 jadvalga yoziladi.

7.1- jadval.

|                          |    |    |    |
|--------------------------|----|----|----|
| $C_1=C_2, \text{mkF}$    | 20 | 30 | 50 |
| $U_{kir}, \text{V}$      |    |    |    |
| $U_{chiq}=U_n, \text{V}$ |    |    |    |

3. Ikki yarim davrli to'g'irlagichning filtrsiz va filtr orqali tashqi xarakteristikasi olinadi. Buning uchun yuklamadan o'tadigan tokni o'zgartirib chiqishdagi kuchlanishning o'zgarishi 7.2 jadvalga yoziladi. Yuklamadagi tokning o'zgarishi  $R_{yuk}$  orqali amalga oshiriladi. Filtr sifatida  $C_{f1}=C_{f2}=20mkF$ ,  $R_{f1}=500\text{ Om}$  ishlatiladi.

7.2- jadval.

| Parametrlari         | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtr bilan |  |  |  |  |  |
|----------------------|----------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--|
| $U_{yuk}, \text{V}$  |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |
| $I_{yuk}, \text{mA}$ |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |

4. Ossillograf orqali yuklamadan maksimal tok oqqanda chiqish kuchlanishi shakli kalkaga ko'chirib olinadi. Buning uchun ossillograf

ekranidan to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan sxemasidagi chiqish kuchlanishi shakli to'xtatib ko'chiriladi.

5. 7/2-jadvaldan foydalanib to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan variantini tashqi xarakteristikasi chiziladi.

### **Tayyorlovchi savollar**

1. Simmetrik va nosimmetrik to'g'rilagichlar nimasi bilan farqlanadi?
2. To'g'rilagichdagi chiqish kuchlanishi qaysi element hisobiga oshadi?
3. Chiqishdagi oshgan kuchlanish bilan tok kuchi orasida qanday munosabat bor?
4. To'g'rilagichni nol chiqishli ulanish sxemasi yordamida simmetrik kuchlanishni oshiruvchi to'g'rilagich hosil qilish mumkinmi?

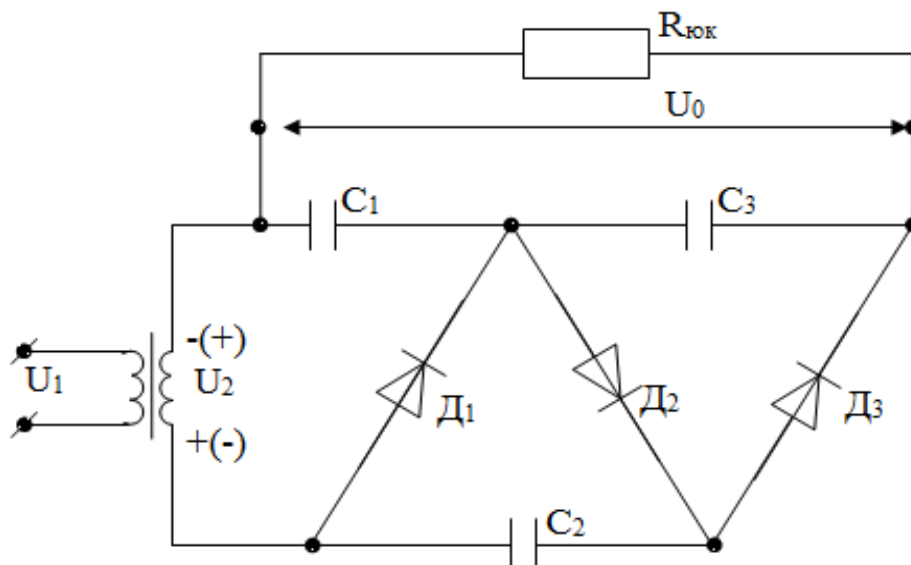
## **8-LABORATORIYA ISHI**

### **KUCHLANISHNI UCH BAROBAR OSHIRUVCHI TO'G'RILAGICH**

**Ishdan maqsad:** Kirishdagi kuchlanish o'zgarmagan holda chiqishdagi kuchlanishni o'zgarishi quyidagi to'g'rilagich orqali o'rganiladi.

### **Qisqacha nazariy tushunchalar**

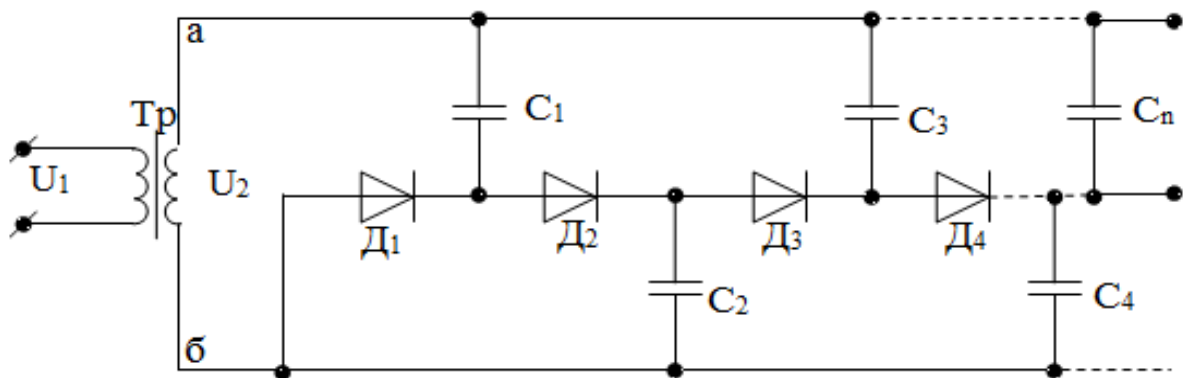
Quyidagi 8.1-rasmda kuchlanishni uch barobar oshiruvchi to'g'rilagichning prinsipial sxemasi keltirilgan.



8.1-rasm. Kuchlanishni uch barobar oshiruvchi to'g'rilagich.

Birinchi yarim davrda  $C_1$  sig‘im  $D_1$  diod orqali  $U_{C1}=U_{2m}$  qiymatgacha zaryadlanadi. Ikkinchi yarim davrda  $C_2$  – sig‘im  $D_2$  orqali  $U_{C2}=U_{2m}+U_{C1}$  qiymatgacha zaryadlanadi. Uchinchi yarim davrda  $C_1$  sig‘im  $D_1$  diod orqali yana zaryadlanadi,  $D_2$  diod esa yopiq va  $C_2$  sig‘im  $D_3$  diod orqali  $C_3$  sig‘imga  $U_{C3}=U_{2m}+U_{C2}$  kattalikkacha razryadlanadi.  $C_1$  sig‘imning razryadlanishi tamom bo‘lgandan so‘ng yuklamadagi kuchlanish kuchlanishlar yig‘indisiga  $U_{C1}+U_{C3}$  ga yoki  $3U_{2m}$  ga teng bo‘ladi. Kuchaytiruvchi zvenoning soni  $n$  ga teng bo‘lsa, u vaqtda  $U_n=n \cdot U_{2m}$  Yuklamadagi kuchlanish  $n$  yarim davrdan tashkil topgan bo‘ladi. Bu sxema 8.2- rasmda keltirilgan.

Sxemaning ishlash prinsipi quyidagicha: birinchi yarim davrda musbat potensial transformatorning ikkilamchi chulg‘amining “b” nuqtasida bo‘lsa,  $D_1$  diod orqali  $C_1$  sig‘im  $U_{C1}=U_{2m}$  gacha zaryadlanadi,  $D_2$  esa bu holda yopiq. Keyingi yarim davrda “a” nuqta musbat ishorali potensialda bo‘ladi. Transformatorning ikkinchi chulg‘amidagi kuchlanish  $S_1$  sig‘imdagi kuchlanish bilan qo‘shiladi va  $C_2$  sig‘im  $U_{C2}=U_{2m}+U_{C1}$  kuchlanishga  $D_2$  orqali zaryadlanadi.



8.2-rasm. Kuchlanishni  $n$  barobar oshiruvchi to‘g‘rilagich.

Keyingi yarim davrda “b” nuqta musbat bo‘lganda  $D_3$  diod ochiladi va  $C_3$  sig‘im  $U_{C3}=U_{2m}+U_{C2}\approx 3U_{2m}$  kattalikda zaryadlanadi. Shu bilan bir vaqtda  $C_1$  sig‘im  $n$  yarim davr oralig‘ida  $U_{cn} \approx n \cdot U_{2m}$  kattalikka zaryadlanadi.

Amalda sig‘im bir xil tanlanadi va pulsatsiya koeffitsiyenti  $K_p=6\%$  bo‘lishi sharti bilan sig‘imning mutloq qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$S = \frac{I_0}{f_0 \cdot U_0} \cdot 2n(n+2) \cdot 10^6$$

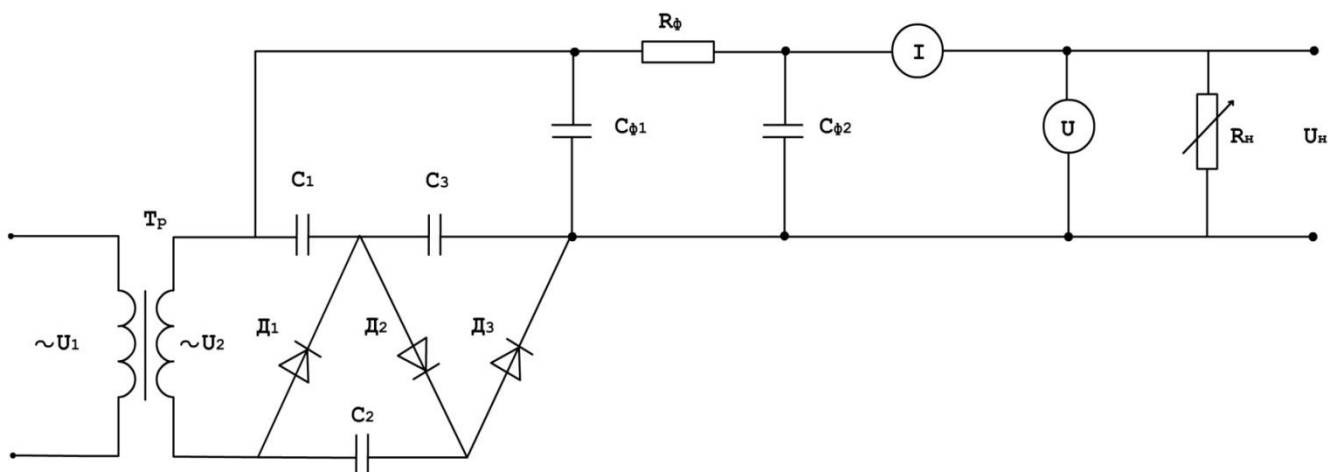
$f_n$  - chiqish kuchlanishining chastota pulsatsiyasi,  $n$  – kaskadlar soni.

### Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi:

ABM1, ABM2, IP,  $C_1=C_2=C_3=20$  mkF, 30 mkF,  $C_{f1}=C_{f2}=50$  mkF,  $D_1, D_2, D_3=KD103A(D223)$ ,  $R_{f1}=510$  Om,  $R_{yuk}=1kOm$  (o‘zgaruvchan qarshilik).

### Ishni bajarish tartibi

1. 8.3 rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar kirgiziladi va 12 V li o‘zgaruvchan manba kirishga ulanadi.



8.3-rasm Kuchlanishni uch barobar oshiruvchi to‘g‘rilagichning prinsipial sxemasi

2.  $C_1, C_2, C_3$  sig‘imlarni  $D_1, D_2, D_3$  diodlarni II shaklli  $C_f, R_f, C_f$  filtrlarni ulab kuchlanishni o‘zgarishi yoziladi.

8.1 jadval

|                                  |    |    |
|----------------------------------|----|----|
| $C_1=C_2=C_3, \text{ mkF}$       | 20 | 30 |
| $U_{\text{kir}}, \text{ V}$      |    |    |
| $U_{\text{chik}}=U_n, \text{ V}$ |    |    |

3. To'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali tashqi xarakteristikasi olinadi. Buning uchun yuklamadan o'tadigan tokni o'zgartirib chiqishdagi kuchlanishning o'zgarishi 8.2-jadvalga yoziladi. Yuklamadagi tokni o'zgarishi  $R_{\text{yuk}}$  orqali amalga oshiriladi. Filtr sifatida  $C_{f1}=C_{f2}=20 \text{ mkF}$ ,  $R_{f1}=500 \text{ Om}$  ishlatiladi.

8.2 jadval

| Parametrlari                 | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtr bilan |  |  |  |  |  |
|------------------------------|----------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|--|
| $U_{\text{yuk}}, \text{ V}$  |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |
| $I_{\text{yuk}}, \text{ mA}$ |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |  |

- Ossillograf orqali yuklamadan maksimal tok oqqanda chiqish kuchlanishi shakli kalkaga ko'chirib olinadi. Buning uchun ossillograf ekranidan to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan sxemasidagi chiqish kuchlanishi shakli to'xtatib ko'chiriladi.
- 8.2-jadvaldan foydalanib to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan variantini tashqi xarakteristikasi chiziladi.

### Tayyorlov chi savollar

- Kuchlanishni oshiruvchi to'g'rilagichlarni qanday tiplari mavjud?
- Sig'implarning kattaligi oshgan sari chiqishdagi kuchlanish qanday o'zgaradi?
- Bu qurilmalar qayerlarda ishlatiladi?
- Boshqa tipdagi kuchlanishni oshiruvchi to'g'rilagichlarni hosil qilish uchun nima qilish kerak?

## 9 – LABORATORIYA ISHI

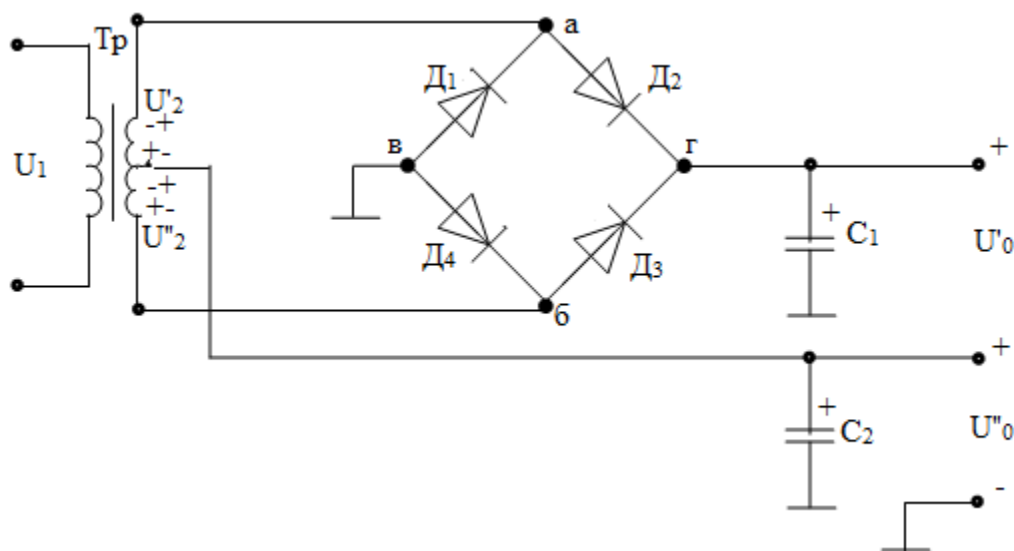
### IKKITA CHIQISHLI TO‘G‘RILAGICH

Ishdan maqsad: Bitta kirish kuchlanishi orqali chiqishda ikkita o‘zgarmas kuchlanish olish mumkin bo‘lgan to‘g‘rilagichni o‘rganish.

#### Qisqacha nazariy tushunchalar

Bir nechta har xil kattalikli kuchlanishga ega bo‘lgan manbalarni amaliyotda ishlatish zaruriyati tug‘ilgan vaziyatda, ularni yakka holda yig‘ib ishlatishga nisbatan umumlashgan, bir butun qurilmada hosil qilib ishlatish maqsadga muvofiqdir. Chunki yakka holda ishlatiladigan manbalar tarkibidagi elementlarning ko‘pligi qurilmaning puxtaligini kamaytirish bilan bir qatorda, uning hajmini sarf xarajatning oshishiga olib keladi. Bu kamchiliklardan qutilish uchun bitta qurilmadagi elementlarni har xil kattalikli kuchlanish olishda ishlatish maqsadga muvofiqdir.

9.1- rasmda ikki kanalli bir xil qutbli va har xil kattalikli kuchlanish ishlab chiquvchi to‘g‘rilagichning prinsipial sxemasi keltirilgan.



9.1- rasm. Ikkita kanalli bir xil qutbli manba

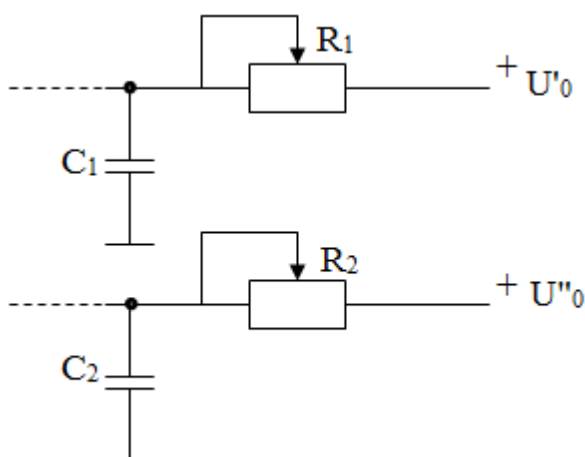
Transformator  $\sim U_1$  kuchlanishni pasaytirib  $U'_2$  va  $U''_2$  o‘zgartiradi. Hamma diodlar bir tipli tanlangan. Shu bilan bir qatorda  $C_1, C_2$  sig‘imlar (elektrolitik) bir xil tipli. Bu sxemada ham ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagich va ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagichlar mujassamlangan.

Birinchi ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagichda  $D_1, D_2, D_3, D_4$  va sig‘im  $C_1$  orqali ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagichni hosil qiladi va  $U'_0$  kuchlanish chiqadi.

Ikkinchi to‘g‘rilagichda  $D_1, D_4$  va  $C_2$  sig‘im ishtirok etadi va  $U''_0$  kuchlanish chiqadi.

Chiqishdagi kuchlanishlar quyidagicha ifodada bo‘ladi  $U'_0 = 2U''_0$

Bir kanaldagi tokning oshishi ikkinchi kanalda tokning kamayishiga olib keladi va shu bilan bir qatorda kanallarning chiqishidagi kuchlanishning kamayishiga olib keladi. Chiqishdagi kuchlanishni muvozatanda saqlash uchun yuklamalardan biri o‘zgarganda chiqishlarga muvozanatlovchi qarshilik ulanadi. (9.2- rasm)

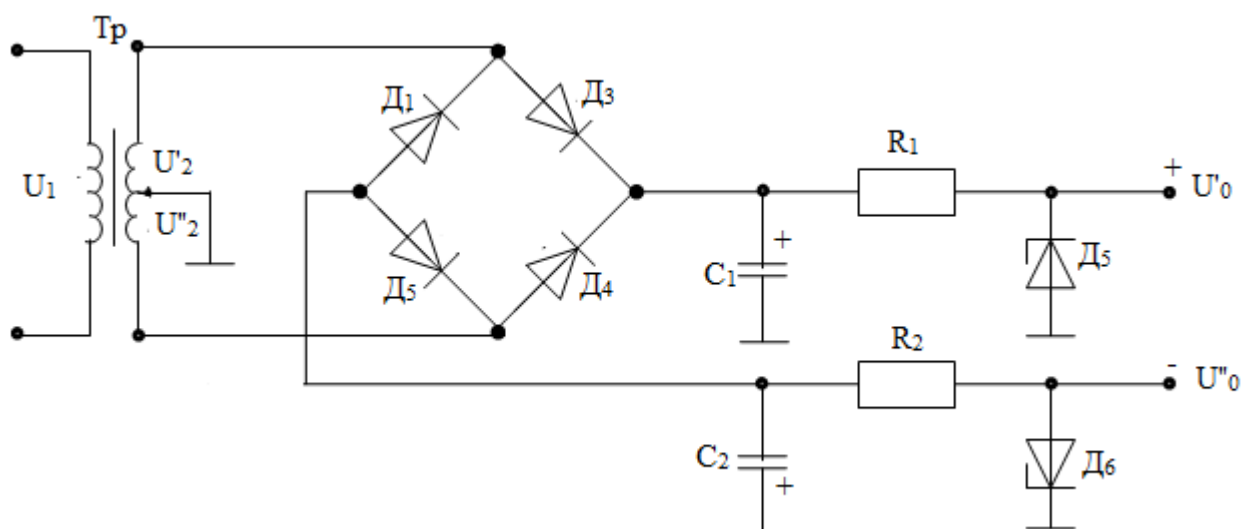


9.2- rasm. Chiqish kuchlanishini muvozanatlovchi sxema

Agarda kuchlanishni stabillash kerak bo‘lsa parametrik stabilizator yordamida sxemani stabilizatsiya qilish mumkin.

#### *Ikkita kanalli va ikkita qutbli elektr manba*

Ikkita qutbli, ikkita kanalli manbalar ko‘p ishlatilmoqda. Bunday manbalarda chiqishdagi kuchlanish stabil bo‘lishi shart va ularning qiymatlari xam teng bo‘lishi kerak. Bunday sxemalarni odatda avvallari alohida alohida qurilgan. Hozirda bu ikki qurilmani mujassamlab bitta sxemada hosil qilindi. 9.3 – rasmda bunday sxemaning prinsipial sxemasi keltirilgan.



9.3- rasm. Ikki kanalli va ikkita qutbli manba

Kuchlanishlarning kattaligi bir xil bo‘lib, nol nuqtaga nisbatan qutblari har xil ishorali.

Tekshirilayotgan sxema ko‘priksimon ulangan sxemaga o‘xshasa xam ammo ikkita ikki yarim davrli nol chiqishli sxemani birlashganidir. Agarda  $D_1$ ,  $D_2$  va ikki ishorali elementlarni sxemadan olib tashlansa, birinchi ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagichni hosil qilamiz, ya’ni  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $S_1$ ,  $R_1$ ,  $D_5$  elementlardan tuzilgan va chiqish kuchlanishi  $+U'_0$  bo‘lgan to‘g‘rilagich hosil qilamiz.

Keyingi amalda  $D_3$ ,  $D_4$ , va 1 ishorali elementlarni olib tashlansa ikkinchi ikki yarim davrli nol chiqishli to‘g‘rilagich hosil bo‘ladi.

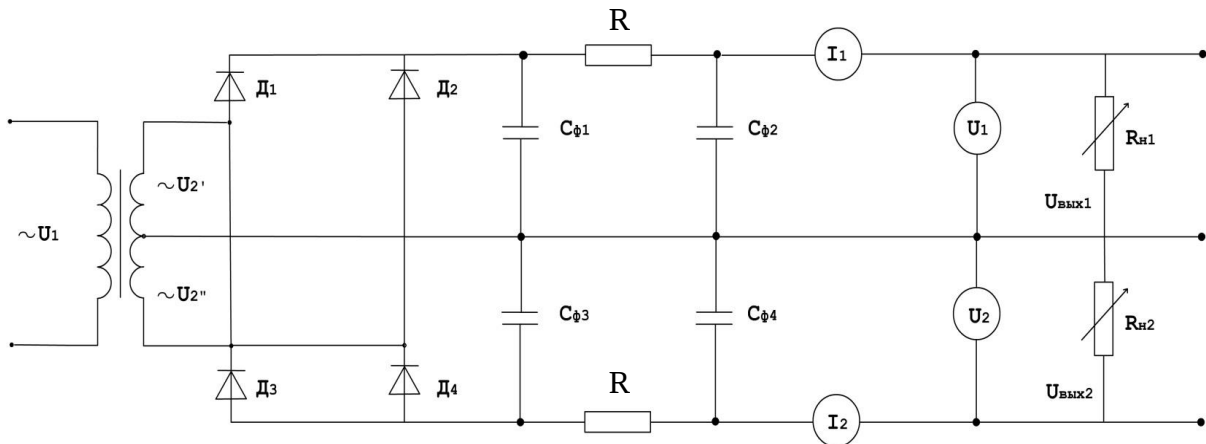
Agarda transformatorning ikkilamchi chulg‘amidagi nol nuqtani  $C_2$  sig‘im bilan ulansa  $D_1$ ,  $D_2$  larni olib tashlansa va  $C_2$  sig‘imni “yer” bilan ulansa bitta qutbli ikkita chiqish kuchlanish olinadi va qiymatlari esa biri ikkinchisidan ikki barobar katta bo‘ladi, ya’ni  $U'_0 = 2U''_0$

**Ishni bajarish davomida quyidagilar ishlatiladi.**

ABM1, ABM2, ABM3, ABM4,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ , = KD103A (D223),  $R_{f1}=R_{f2}=400 \text{ Om}$ ,  $C_{f1}=C_{f2}=C_{f3}=C_{f4}=50 \text{ mkF}$ ,  $R_1=R_{yuk}=1kOm$  (peremennoye soprotivleniye).

### Ishning bajarish tartibi:

1. 9.4-rasmdagi prinsipial sxemaga kerakli elementlar kirgiziladi va manba (12V) o'lchov asboblari ulanadi.



9.4-rasm Ikkita chiqish kuchlanishli to'g'rilagichning prinsipial sxemasi

2. To'g'rilagichni birinchi chiqishidan  $U_{chiq}$   $R_{yuk1}$  orqali o'zgartirilib  $I_{chiq1}$
3. ni o'zgarishi filtrsiz va filtr orqali o'zgarishi 9.1-jadvalga yoziladi.

9.1- jadval

| Parametrlar    | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtr bilan |  |  |  |  |
|----------------|----------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|
| $U_{yuk1}, V$  |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
| $I_{yuk1}, mA$ |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |

4. To'g'rilagichni ikkinchi chiqishidagi  $U_{chiq2}$  ni  $R_{yuk2}$  orqali o'zgartirilib  $I_{chiq2}$  tokni o'zgarishi filtrsiz va filtr orqali bo'lgandagi natija 9.2 jadvalga yoziladi.

9.2-jadval

| Parametrlar    | Filtrsiz |  |  |  |  | Filtr bilan |  |  |  |  |
|----------------|----------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|
| $U_{yuk2}, V$  |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
| $I_{yuk2}, mA$ |          |  |  |  |  |             |  |  |  |  |

5. Ossillograf orqali yuklamadan maksimal tok oqqanda chiqish kuchlanishi shakli kalkaga ko'chirib olinadi. Buning uchun ossillograf

ekranida to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan sxemasidagi chiqish kuchlanishi shakli to'xtatib ko'chiriladi.

6. 9.1,9.2-jadvaldan foydalanib to'g'rilagichni filtrsiz va filtr orqali ulangan variantini tashqi xarakteristikasi chiziladi.

**Tayyorlov savollari:**

1. Bu sxemang qaysi to'g'rilagichni ikkitasini o'z tarkibida mujassamlashtirgan?
2. Chiqishlarida har xil kattalikli to'g'rilagich hosil qilish uchun sxemadagi elementlarni qaysi birini o'zgartirish kerak?
3. Bu sxemani qanday afzalligi bor?

## ADABIYOTLAR

1.Мавлонов Ш.А. «Радиоэлектрон асбобларнинг электр ўзгартиргич қурилмалари» курсидан 5522000 бакалаврлар йўналиши учун маърузалар тўплами. – Тошкент: ТошДТУ, 2001.

2. Telekomunikatsiya uskunalari elektr ta'minotiga oid terminlarning ruscha-o'zbekcha izohli lug'ati. t.f.d. M.Muxiddinovning taxriri ostida.-T.: Fan, 2009.

3. Электропитания устройств связи. Учебное пособие./ Б.М.Махкамджанов, М.Э.Яскова, У.Т.Алиев; Под ред. Х.Соатова.- Ташкент: ТУИТ, 2005.-129 с.

4.Битюков В.К. Электропреобразовательные устройства РЭС. Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Москва, 1997.

5.Толкачев Г.В. Лабораторные работы радиоэлектроники. – Москва, Высшая школа, 1987.

7. <http://www.radio.ru/>

8. <http://www.twirpx.com>

9. [www.radiolab.ru](http://www.radiolab.ru)

10.<http://www.toehelp.ru/>

11.<http://fismat.ru/elect/ozonov/>

12.<http://electrofaq.com/TOE.htm>

13.<http://electcsys.chat.ru/>

| <b>MUNDARIJA</b>                                                                           | <b>bet</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| KIRISH.....                                                                                | 3          |
| 1-laboratoriya ishi. Bitta yarim davrli to‘g‘rilagichni o‘rganish.....                     | 5          |
| 2-laboratoriya ishi. Ikki yarim davrli to‘g‘rilagichni o‘rganish.....                      | 9          |
| 3-laboratoriya ishi. Ikki yarim davrli ko‘priksimon ulangan to‘g‘rilagichni o‘rganish..... | 14         |
| 4-laboratoriya ishi. Kuchlanishni oshiruvchi to‘g‘rilagichni o‘rganish.....                | 18         |
| 5-laboratoriya ishi. Stabilitron orqali tuzilgan parametrik stabilizator.....              | 20         |
| 6-laboratoriya ishi. Kompensatsion kuchlanish stabilizatori.....                           | 23         |
| 7-laboratoriya ishi. Kuchlanishni ikki barobar oshiruvchi simmetrik to‘g‘rilagich .....    | 26         |
| 8-laboratoriya ishi. Kuchlanishni uch barobar oshiruvchi to‘g‘rilagich.....                | 31         |
| 9-laboratoriya ishi. Ikkita chiqishli to‘g‘rilagich.....                                   | 34         |
| ADABIYOTLAR.....                                                                           | 40         |

## *Elektr ta'minoti qurilmalari*

Tuzuvchilar: Xudoyberganov Sh.K.  
Baymatova N.T.  
Jabborov A.B.

Muharrir: Sidikova K.A.