

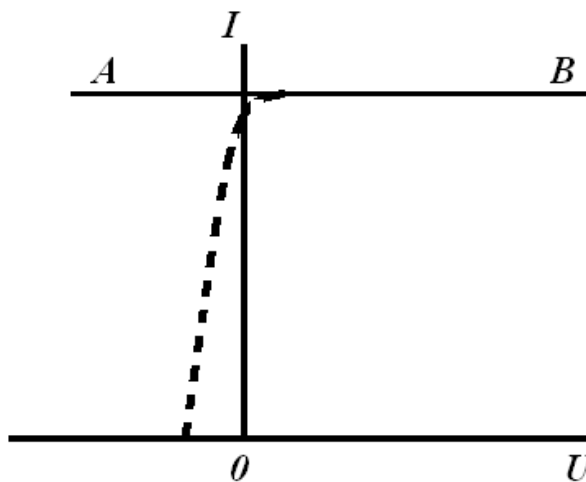
5- ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

БИПОЛЯР ТРАНЗИСТОР(БТ) ДА ЯСАЛГАН БАРҚАРОР ТОК ГЕНЕРАТОРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Ишдан мақсад: Биполяр транзистордан ясалган икки транзисторли ва уч транзисторли (Уилсон) барқарор ток генератори ишлашини тадқиқ этиш, характеристикалари ва параметрларини ўлчаш. NI Multisim датураий муҳитида симуляциялашни ўрганиш.

1. Қисқача назарий маълумотлар

Ихтиёрий занжирдан аввалдан белгиланган қийматли ток оқишини таъминловчи электрон қурилма *барқарор ток генератори (БТГ)* деб аталади. Юкламадан оқаётган токнинг қиймати кучланиш манбаи, занжир параметрлари ва тем-пература ўзгаришларига боғлиқ бўлмайди.



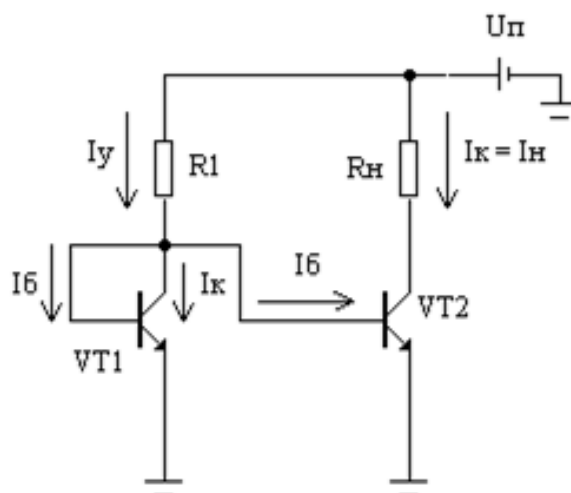
5.1- расм. Идеал БТГ ВАХи.

БТГнинг вазифаси кириш кучланиши ва юклама қиймати ўзгарганда чиқиш токи қийматини ўзгармас сақлашдан иборат бўлиб, улар турли функционал вазифаларни бажарувчи аналог ва рақамли микросхемаларда ишлатиладилар.

Ўзгармас ток қийматини фақат чексиз катта динамик қаршиликка эга бўлган идеал ток манбаи таъминлаши мумкин. Идеал ток манбаи ВАХи горизонтал АВ тўғри чизиқдан иборат (5.1-расм). УБ схемада уланган БТнинг чиқиш характеристикаси идеал ток генератори ВАХига яқин бўлади. Демак, УБ схемада уланган транзистор амалда ток генератори вазифасини бажариши мумкин. Лекин температуравий барқарорликни ва кенг динамик диапазонни таъминлаш учун амалда иккита ёки ундан кўп транзистор ишлатилади.

Энг содда БТГ схемаси 5.2-расмда кўрсатилган. Схемда I_1 ток занжирига тўғри силжитилган диод уланишли, таянч транзистор деб аталувчи VT1 транзистор уланган. У жуда кичик қаршиликка эга. Шунинг учун VT1 кучланиш генератори вазифасини ўтайди. У $R_{Ю}$ бошқарилувчи занжир билан кетма-кет уланган VT2 транзисторнинг эмиттер-база ўтишини кучланиш билан таъминлайди.

VT2 транзистор эмиттер-база кучланиши билан бошқарилгани муносабати билан унинг хусусиятлари УБ схеманинг хусусиятларига мос келади. Маълумки, УБ уланган схемада актив режимда коллектор токи коллектордаги кучланишга деярли боғлиқ бўл-майди (5.2-расм). Шунинг учун ихтиёрий $R_{Ю}$ дан ўтаётган ток I_2 таянч кучланиш $U_{ЭБ2}$ билан аниқланади. $I_2 = I_1$ эканлигини амалда кўрсатамиз.



5.2- расм. Икки транзисторли БТГ схемаси.

$I_{Э1}$ ва $I_{Э2}$ тоқлар юқори аниқликда

$$I_{Э} = I_0 \exp(U_{БЭ} / \varphi_T) \quad (5.1)$$

ифода билан аппроксимацияланади, бу ерда, I_0 – тескари силжи-тилган ЭЎнинг тўйиниш токи. Транзисторларнинг $I_{Э0}$ ва φ_T пара-метрлари айнан бир хил бўлгани учун $U_{БЭ1} = U_{БЭ2}$ шартдан

$$I_{Э1} = I_{Э2} \quad (5.2)$$

5.1-расмдан

$$I_1 = I_{Э1} + I_{Б2}, \quad I_2 = I_{К2} = I_{Э2} - I_{Б2} \quad (5.3)$$

5.1 ни эътиборга олган ҳолда

$$I_2 = I_1 - 2I_{Б2} \quad (5.4)$$

ёзиш мумкин. База токи коллектор токидан $50 \div 100$ марта кичик бўлади. Шунинг учун ҳисоблашларда $I_2 = I_1$ деб олиш мумкин. Бундаги хатолик $1 \div 2\%$ дан ошмайди. Демак, $R_{Ю}$ юклама занжи-ридаги чиқиш токи I_2 , занжир қандай бўлишидан қатъий назар, ки-риш токини ҳам қиймат, ҳам йўналиш бўйича такрорлайди. Кириш токи қийматига келсак, у етарли аниқлик билан $I_1 = (E_{М1} - 0.6) / R$ га тенг.

I_1 токнинг ўзгармаслиги барқарорлашган кучланиш манбаи $E_{М1}$ дан фойдаланиш ҳисобига эришилади. Натижада, I_2 токнинг занжир параметрлари $E_{М2}$ ва $R_{Ю}$ га боғлиқлиги йўқотилади.

Лекин бундай БТГда I_2 токнинг температура бўйича барқа-рорлиги таъминланмайди, чунки база токи $I_{Б2}$ температура ўзга-ришларига жуда боғлиқ. I_2 токнинг температура бўйича барқа-рорлигини таъминлаш учун мураккаброқ схемалардан фойдала-нилади.

Масалан, 5.3-расмда БТГнинг учта транзисторли схемаси (Уилсон ток кўзгуси) келтирилган. Унда бошқарувчи VT1 ва VT2 транзисторларнинг база токлари қарама-қарши йўналган.

Схемадан

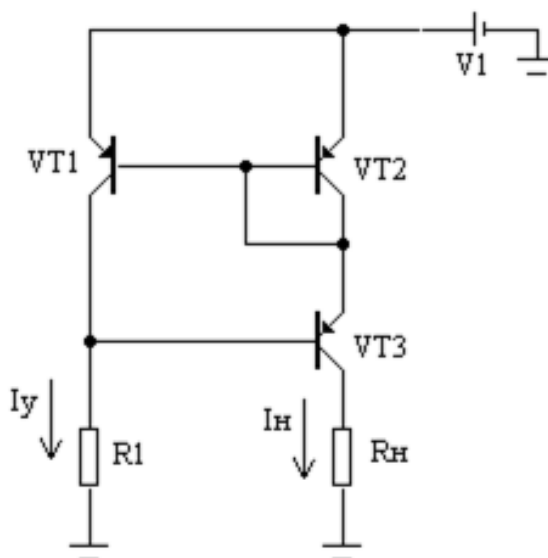
$$I_1 - I_{B2} + I_{B1} = I_{Э1}, \quad I_2 + I_{B2} - I_{B1} = I_{Э3} \quad (5.5)$$

кўриниб турибди.

VT1 ва VT2 транзисторлар эгизак. Уларнинг ишлаш режим-лари бир-бириникидан коллектор-база кучланиш бўйича фарқ қилади. VT1 транзисторнинг коллектор-база кучланиши VT2 транзисторнинг эмиттер-база кучланишига тенг, яъни қиймати кичик. VT2 транзисторнинг коллектор-база кучланиши эса R резистордаги ва $R_{Ю}$ занжирдаги кучланиш пасайишлари билан аниқланади ва сезиларли даражада катта бўлиши мумкин.

Лекин база токи коллектор-база кучланиши қийматига сустр боғланган, шунинг учун $I_{B1} = I_{B2}$. Эмиттер токлари ҳам 5.2- расмдаги ҳолат сабабларига кўра бир-бирига тенг $I_{Э1} = I_{Э3}$. Натижада,

$$I_2 = I_1 - 2(I_{B2} - I_{B1}) = I_1 \quad (5.5)$$



5.3- расм. Уилсон ток кўзгуси схемаси.

Қатор интеграл схемаларда таянч токи I_1 ($I_2 \ll I_1$) қиймати катта бўлган кичик токли БТГлар талаб этилади. Ушбу ҳолларда содда БТГнинг такомиллашган схемасидан фойдаланилади (5.3- расм).

Бу схема ток трансформатори схемаси деб аталади. Унинг учун

$$I_{Э2} R_Э = U_{БЭ1} - U_{БЭ2} ; \quad U_{БЭ1} = E_M - I_1 R \quad (5.5)$$

ифода ўринли.

Идеаллаштирилган ўтиш ВАХ (5.1) дан фойдаланиб,

$$U_{БЭ1} = \varphi_T \ln(I_1 / I_0) ; \quad U_{БЭ2} = \varphi_T \ln(I_2 / I_0) \quad (5.6)$$

ёзиш мумкин.

(5.5) ва (5.6) ифодалардан

$$I_2 = \frac{\varphi_T}{R_9} \ln \frac{E_M - U_{БЭ1}}{I_2 R} \quad (5.7)$$

ҳосил қиламиз.

I_2 токнинг берилган қиймати асосида (5.7)дан фойдаланган ҳолда, R_9 резисторнинг қаршилигини топиш мумкин:

$$R_9 = \frac{\varphi_T}{I_2} \ln \frac{E_M - U_{БЭ1}}{I_2 R} \quad (5.8)$$

Ушбу схема соддалигига қарамасдан, температура бўйича барқарорликни яхши таъминлайди, чунки R_9 резистор орқали манфий ТАга эга. Ҳисоблашлардан температура бир градусга ўзгарганда токнинг нобарқарорлиги $\Delta I_2 = 2,5$ мкАни ташкил этиши маълум. Бундан ташқари, $R_9 = 1$ кОм (статик қаршилик) бўлганда БТГнинг динамик қаршилиги 1 МОмга яқин бўлади.

1-қисм. Икки транзисторли БТГ ишлашини тадқиқ этиш.

2.Лаборатория ишини бажариш тартиби

– 5.1 - жадвалда берилган параметрлар асосида дастлабги ҳисоблашлар учун берилган формулалар ёрдамида ҳисоб-китоб қилинг;

– 5.2- расмда келтирилган схемани берилган параметрлар асосида NI Multisim датураий муҳитида йиғиб, олинган натижаларни 5.2 – жадвални тўлдилинг;

– 5.2 жадвал асосида олинган натижаларга ишлов беринг.

2.1. Берилган параметрлар.

1-қисм. Икки транзисторли БТГ ишлашини тадқиқ этишда NI Multisim датураий муҳитида фойдаланилиш тавсия этиладиган транзистор: **BC547A**;

2-қисм. Икки транзисторли БТГ ишлашини тадқиқ этишда NI Multisim датураий муҳитида фойдаланилиш тавсия этиладиган транзистор: **BC556AP**.

5.1 – жадвал.

Талаба т/р	1	2	3	4	5	6	7	8
Еп, В	10	11	12	13	14	15	16	10
Іу, мА	5	5.5	6	4	5	4	5	2
Талаба т/р	9	10	11	12	13	14	15	16
Еп, В	11	12	13	14	15	16	10	11
Іу, мА	3	4	5.5	5	3.5	4.5	4	5

2.2. Дастлабки ҳисоблашлар. Икки транзисторли БТГ учун R_1 қаршиликни ҳисоблаш.

Кремнийдан тайёрланган транзисторларда $U_{БЭ} = 0,6 \dots 0,8$ В гача бўлади. R_1 ни қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин.

$$R_1 = \frac{U_{манба} - U_{БЭ}}{I_{юк}};$$

2.3. Ишни бажариш.

5.2- расмда келтирилган схемани берилган параметрлар асосида NI Multisim датураий муҳитида йиғиб, $R_2=R_H$ қийматларини ўзгартирган ҳолда олинган натижаларни 5.2 – жадвални тўлдилинг:

5.2 – жадвал.

$R_H, \text{кОм}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$U_{RH}, \text{В}$																
$I_H, \text{мА}$																
δ																

2.4. Олинган натижаларга ишлов бериш.

Бошқарув ток қийматидан четлашишни ҳисоблаш: $\delta = \frac{I_y - I_H}{I_y} * 100\%$.

2.5. Олинган натижалар асосида қуйидаги графиклар чизилади:

$$1) I_H = f(R_H); \quad 2) I_H = f(U_{RH}); \quad 3) \delta = f(R_H).$$

2-қисм. Уч транзисторли (Уилсон) БТГ ишлашини тадқиқ этиш.

3. Лаборатория ишини бажариш тартиби

– 5.1 - жадвалда берилган параметрлар асосида дастлабги ҳисоблашлар учун берилган формулалар ёрдамида ҳисоб-китоб қилинг;

– 5.3- расмда келтирилган схемани берилган параметрлар асосида NI Multisim датураий муҳитида йиғиб, олинган натижаларни 5.2 – жадвални тўлдилинг;

– 5.3 - жадвал асосида олинган натижаларга ишлов беринг.

3.1. Дастлабки ҳисоблашлар. Уч транзисторли (Уилсон) БТГ учун R_1 қаршиликни ҳисоблаш.

Кремнийдан тайёрланган транзисторларда $U_{БЭ}=0,6 \dots 0,8 \text{ В}$ гача бўлади. R_1 ни қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин.

$$R_1 = U_{к VT1} / I_y$$

бу ерда, $U_{к VT1} = U_{п} - U_{БЭ VT2} - U_{БЭ VT3} = U_{п} - 2U_{БЭ}$

яъни $U_{к VT1} = U_{п} - 2U_{БЭ}$.

3.2. Ишни бажариш.

5.3- расмда келтирилган схемани берилган параметрлар асосида NI Multisim датураий муҳитида йиғиб, $R_2=R_H$ қийматларини ўзгартирган ҳолда олинган натижаларни 5.3 – жадвални тўлдилинг:

5.3 – жадвал.

$R_H, \text{кОм}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$U_{RH}, \text{В}$																
$I_H, \text{мА}$																
δ																

3.4. Олинган натижаларга ишлов бериш.

Бошқарув ток қийматидан четлашишни ҳисоблаш: $\delta = \frac{I_y - I_H}{I_y} * 100\%$.

3.5. Олинган натижалар асосида қуйидаги графиклар чизилади:

$$1) I_H = f(R_H); \quad 2) I_H = f(U_{RH}); \quad 3) \delta = f(R_H).$$

4. Ҳисобот мазмуни

1. Ишнинг мақсади.
2. Ўрганилган транзисторнинг параметрлари.
3. Лаборатория иши макетининг принципиал схемаси.
4. Бажарилаётган ишнинг ҳар бир босқичи учун – босқич номи ва олинган натижалар (жадвал, график ва осциллограммалар кўринишида).
5. Олинган натижалар бўйича қисқача хулоса.

5. Назорат саволлари