

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**АБУ РАЙҲОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

ЭЛЕКТРОН ЗАНЖИРЛАР ВА МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

фанидан тажриба ишларини бажариш учун услубий кўрсатма

521700 – «Электроника ва микроэлектроника» бакалавриат
таълим йўналиши талабалари учун

Тошкент 2007

УДК 621.314

Электрон занжирлар ва микросхемотехника фанидан тажриба ишларини бажариш учун услубий кўрсатма./ Туз.: Халилова М.Р., Аминова Д.Н., – Тошкент, ТошДТУ, 2007, 34б.

Ушбу ишда операцион кучайтиргич асосидаги компаратор, интегратор, триггер, мультивибратор ва биполяр транзистор асосидаги автотебранувчи мультивибратор, ҳамда оптоэлектрон блокинг – генератор схемаларини ўрганишга оид 4 та тажриба ишларини бажариш учун зарур бўлган услубий кўрсатмалар берилган.

521700 «Электроника ва микроэлектроника» бакалаврият таълим йўналиши талабалари учун мўлжалланган.

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий – услубий кенгаши қарорига кўра чоп этилди.

Тақризчилар: Тошкент темир йўллари муҳандислари институти доценти

Каримов Р.К.

ТошДТУ «РТ ва РС» кафедраси доценти Умаров Ф.Ф.

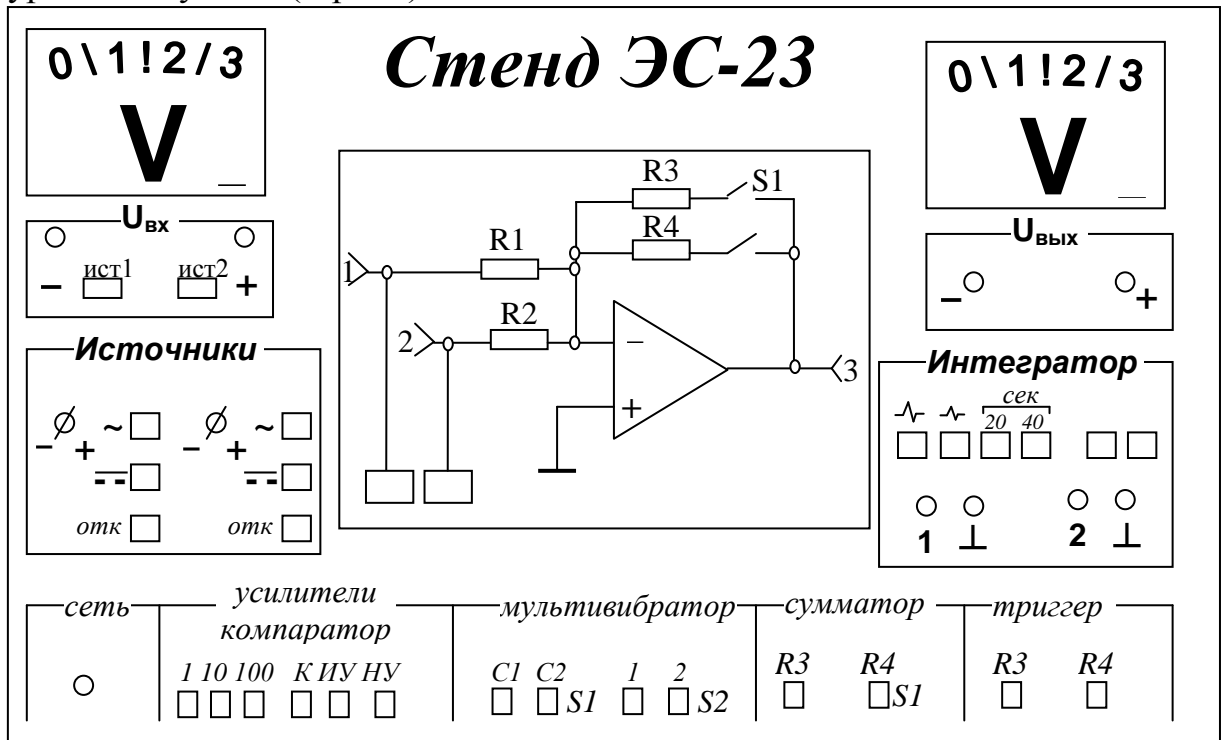
1 – ТАЖРИБА ИШИ

Операцион кучайтиргич асосидаги компаратор ва интегратор схемаларини текшириш

Ишдан мақсад: Операцион кучайтиргич асосидаги компаратор ва интеграторнинг ишлаш тамойилини ўрганиш. Импульс сигналларнинг параметрларини ўлчаш кўникмаларини ҳосил қилиш.

Тажриба стендининг тузилиши

ЭС – 23 туркумидаги тажриба стени ёрдамида операцион кучайтиргичнинг ўзининг тавсифларини ҳамда унинг қўлланиш схемаларини ўрганиш мумкин (1-расм).



1 – расм

Стендининг олд қисмида куйидагилар жойлашган: кириш ва чиқиш сигналларни ўлчашга мўлжалланган ўзгармас ток вольтметрлари; сигналнинг амплитудасини ва ишорасини ростлаш имкониятига эга бўлган иккита “Ист1” ва “Ист2” кучланиш манбаи; операцион кучайтиргични қўллаш схемаларига эга бўлган алмаштириладиган платалар; рақамли индексацияли секундомер.

Текширилаётган схема учун узатиш коэффициентининг (S_1 ёрдамида) сиғим қийматини (C_1, C_2) ўзгартириб, интеграллаш вақтини ўзгартириш

имконияти мавжуд. Сигнални ташки қурилмадан бериш ҳамда чиқиш сигнални кузатиш учун уячалар стендга жойлаштирилган.

Ўрганилаётган у ёки бу схема махсус болтлар ёрдамида маҳкамланади. Ўзгармас чиқиш кучланиши вольтметри текширилаётган схема чиқишига уланади ва автоматик равишда ўлчанаётган кучланишнинг ишорасини кўрсатади.

Ишни бажариш тартиби

Операцион кучайтиргич асосидаги компараторни ўрганиш.

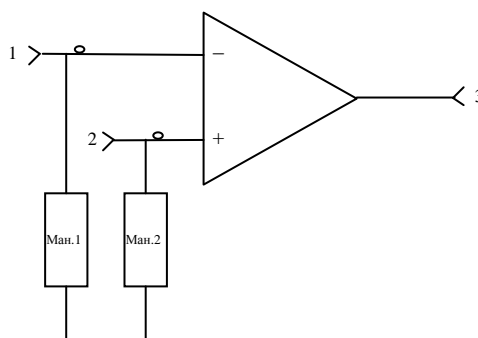
1. Операцион кучайтиргични инвертирловчи кириши бўйича $U_{чик} = f(U_{кир})$ боғланиши олинсин.
2. Операцион кучайтиргични ноинвертирловчи кириши бўйича $U_{чик} = f(U_{кир})$ боғланиши аниқлансин.
3. Ноинвертирловчи киришга синусоидал сигнал бериб, чиқишдаги мусбат ва манфий импульслар давомийлигини инвертирловчи киришдаги кучланишга боғлиқлиги аниқлансин.

Операцион кучайтиргич асосидаги интеграторни ўрганиш.

4. C_1 ва C_2 сиғимлар учун $U_{чик} = f(t)$ боғланиши 20 секундда аниқлансин. $U_{кир} = 0,8 В$.
5. Худди шу боғланиш 40 секундда аниқлансин.
6. Олинган натижалар ҳисобот натижалари билан солиштирилсин.
7. Интегратор киришига бир қутбли ва икки қутбли импульслар бериб чиқиш импульсларининг шакли чизиб олинсин. Тўғри юриш ва тескари юриш давомийлиги аниқлансин.

Ишни бажариш бўйича услубий кўрсатмалар

1-бандга 1.1 плата ўрнатилсин (2-расм)



2 – расм

Стенд озуқа манбаига улансин. Инвертирловчи кириш учун $U_{чик} = f(U_{кир})$ боғланишни олиш учун $U_{исм1}$ -3 В дан +3 В гача ва тескари йўналишда ўзгартирилади. Бунда

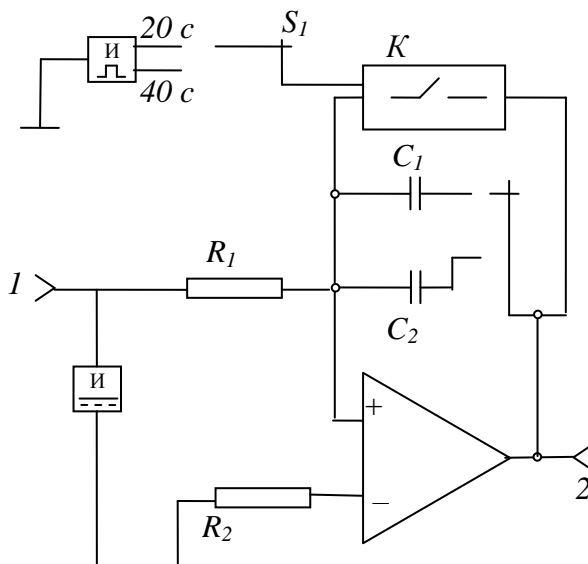
$$U_{ucm2} = 0, -1, -2, +1, +2 \text{ В} = const$$

2-бандга Ноинвертирловчи кириш учун $U_{чик} = f(U_{кир})$ боғланишни олиш учун U_{ucm2} -3 В дан +3 В гача ўзгартирилади

$$U_{ucm2} = 0, -1, -2, +1, +2 \text{ В} = const$$

3-бандга Импульслар давомийлиги осциллограф ёрдамида аниқланади. Синусоидал сигнал амплитудаси $U_{ucm2} \approx 0,785 \text{ В}$; частотаси 1000 Гц. $U_{кир.уст1}$ қиймати кириш вольтметри орқали аниқланади.

4-бандга 5.2 – плата ўрнатилсин (3–расм).



3 – расм

$S_2 \Rightarrow C_1$ (20 сек.) тугма босилсин. Секундомер $S_1 = 20$ см тугма ёрдамида уланади. $U_{чик}$ чиқиш вольтметри ёрдамида аниқланади, бир вақтнинг ўзида секундомер орқали вақт қайд этилади. C_2 конденсаторни улаб худди шу боғланиш яна аниқланади.

5-бандга 4-бандда олинган боғланиш 40 секунд учун ҳам аниқланади ($S_1 - 40$ секунд).

6-бандга $U_{чик}$ қуйидагича аниқланади:

$$U_{чик} = \frac{1}{RC} \int_0^t U_{кир} dt = \frac{U_{кир} \cdot t}{R \cdot C}$$

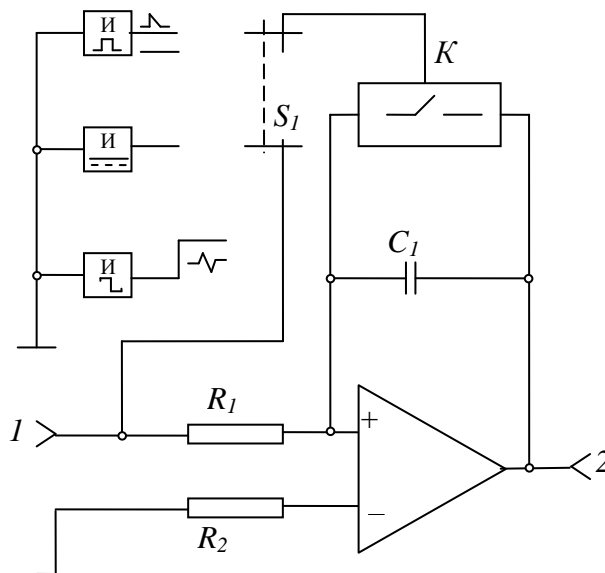
$$U_{кир} = 0,82 \text{ В}$$

$$R = 0,82 \text{ Мом}$$

$$C_1 = 20 \text{ мкФ}$$

$$C_2 = 40 \text{ мкФ}$$

7-бандга 5.1 плата ўрнатилсин (4 – расм).



4-расм

Чиқиш кучланиши шакли осциллограф ёрдамида чизиб олинсин. Импульслар давомийлиги осциллограф ёрдамида аниқланади.

Ҳисобот таркиби

Ҳисобот куйидагилардан ташкил топган бўлиши керак:

1. Текширилатган компаратор ва интеграторлар схемаларини ўз ичига олган тажриба ишининг баёни.
2. Компараторнинг инвертирловчи ва ноинвертирловчи киришлари учун $U_{чик} = f(U_{кир})$ тавсифлари.
3. Синусоидал кириш кучланиши учун мусбат ва манфий импульсларнинг давомийлигини $U_{кир}$ боғлиқлигини кўрсатувчи жадваллар ва буни акс эттирувчи вақт диаграммалари.
4. Интегратор учун $U_{чик} = f(t)$ тавсифи.
5. Кириш сигналнинг икки тури учун интегратор чиқишидаги импульслар осциллограммалари.

Қисқача назарий маълумотлар

Операцион кучайтиргичлар импульс техникасида ҳам кенг қўлланилади. Импульс режимидаги операцион кучайтиргич чиқиш сигналнинг сатҳи амплитуда тавсифининг чизиқли ҳудудига мос келувчи қийматлардан ошмайди. Шунга боғланган ҳолда операцион кучайтиргичнинг чиқиш кучланиши ишлаш жараёнида $U_{чикМАХ}^+$ ёки $U_{чикМАХ}^-$ кучланишлари билан аниқланади.

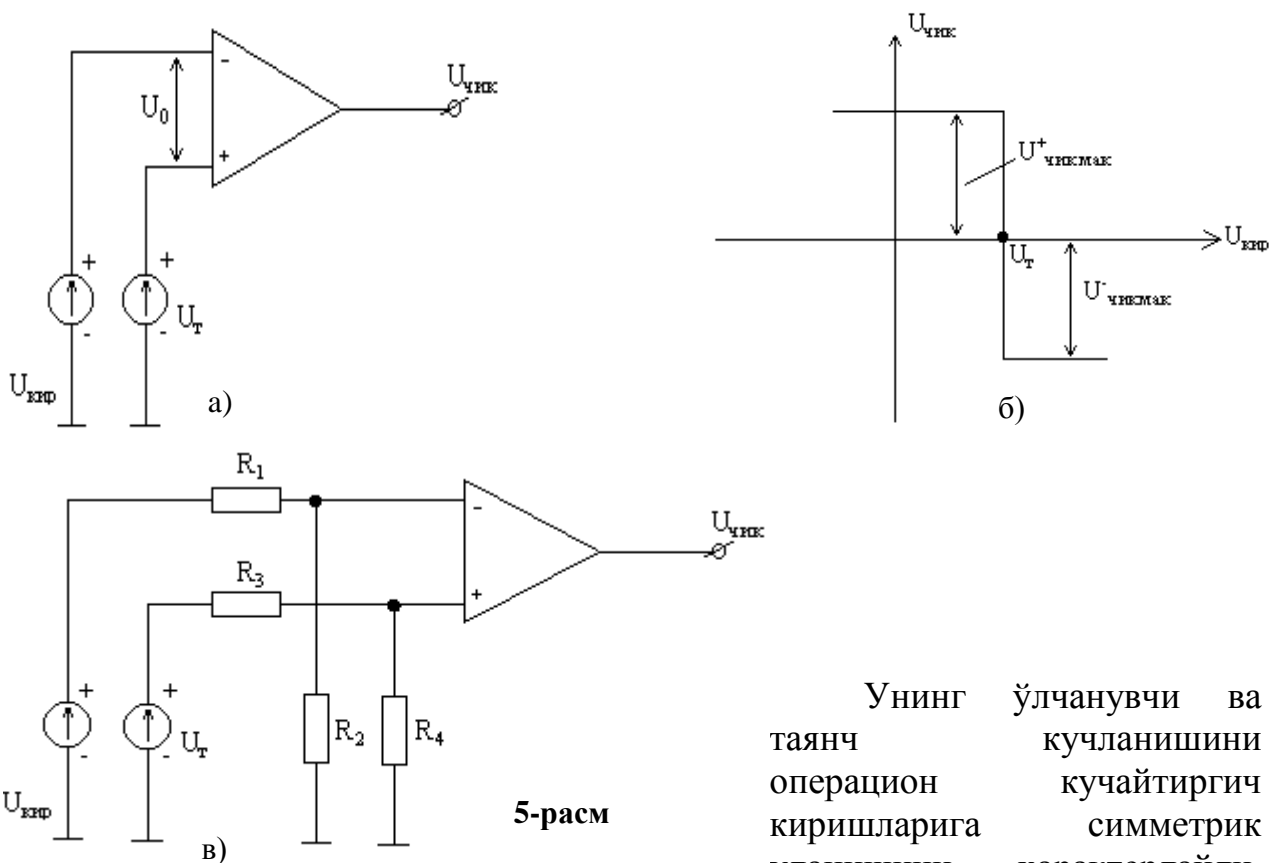
Операцион кучайтиргични импульс режимида ишлашини компаратор мисолида кўрамиз. Компаратор ўлчанувчи кириш сигнални ($U_{кир}$) таянч кучланиши билан солиштиради. Таянч кучланиши вазифасини қиймати бўйича ўзгармас мусбат ёки манфий қутбли кучланиш бажаради. Кириш кучланиши вақт ўқи бўйича ўзгаради. Кириш кучланиши таянч кучланиши

сатҳига етганида операцион кучайтиргич чиқишидаги кучланишининг кутби ўзгаради, масалан $U_{\text{чикМАХ}}^+$ дан $U_{\text{чикМАХ}}^-$ гача.

$U_T = 0$ бўлганида компаратор кириш кучланиши нолдан ўтиш вақтларини қайд этади. Компараторни кўпинча ноль орган ҳам деб аташади, чунки у $U_{\text{кир}} - U_T \approx 0$ бўлганида қайта уланади.

Компараторлар автоматик бошқариш тизимларида ва ҳисоблаш техникасида, бундан ташқари импульс ва рақамли қурилмаларнинг (хусусан, аналог-рақамли ва рақам-аналогли ўзгартиргичлар) турли тугунларини қуришда қўлланилади.

5-расмда операцион кучайтиргич асосидаги кампаратор келтирилган .



5-расм

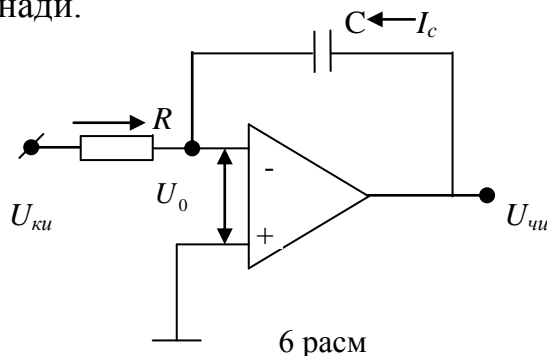
Унинг ўлчанувчи ва таянч кучланишини операцион кучайтиргич киришларига симметрик уланишини характерлайди. $(U_{\text{кир}} - U_T)$ кучланишлар айирмаси операцион кучайтиргични кириш кучланиш U_0 вазифасини бажаради, бу ўз навбатида компараторнинг ўтиш

тавсифини аниқлайди (5-расм, б). $U_{\text{кир}} < U_T$ бўлганида, $U_0 < 0$, бунга боғлиқ ҳолда $U_{\text{чик}} = U_{\text{чикМАХ}}^+$. $U_{\text{кир}} > U_T$ бўлганида, $U_0 > 0$ ва $U_{\text{чик}} = U_{\text{чикМАХ}}^-$. Чиқиш кучланиши кутбининг ўзгариши ўлчанувчи кириш кучланиши U_T қийматидан ўтганида амалга ошади. Агар 5 – а расмда кўрсатилган кириш ва таянч

кучланишларнинг ўрни алмаштирилса, ёки уларни улаш кутблари ўзгарса, компараторнинг ўтиш тавсифи инверсияланади.

$U_{\text{кир}} < U_{\text{Т}}$ шартига $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик макс}}$ тенглик жавоб беради, $U_{\text{кир}} > U_{\text{Т}}$ шартига эса - $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик макс}}^+$. Агар ўлчанувчи ва таянч кучланишлар қиймати операцион кучайтиргич кириш кучланишларининг паспорт қийматларидан ошмаса 5-а расмда кўрсатилган схема қўлланилади. Акс ҳолда улар операцион кучайтиргичга кучланиш бўлувчилари ёрдамида уланадилар (5-в расм).

Операцион кучайтиргич асосидаги интегратор схемаси инвертирловчи кучайтиргич асосида қурилади (6-расм). Тескари боғланиш занжирига конденсатор C уланади.



Маълумки,

$$U_c = \frac{1}{c} \int i_c dt$$

Операцион кучайтиргич учун $R_{\text{кир}} \approx \infty$ бўлганиги учун $i_c = -i_{\text{кир}} = -U_{\text{кир}} / R$

Операцион кучайтиргич киришлари оралиғидаги кучланиш $U_0 = 0$. Шунинг

учун $U_{\text{чик}} = U_c$, бундан $U_{\text{чик}} = -\frac{1}{c} \int \frac{U_{\text{кир}}(t)}{R} dt = -\frac{1}{RC} \int U_{\text{кир}}(t) dt$.

6 - расмда кўрсатилган схема интеграллаш математик амалиётни бажаради. Ноаниқ интеграллардан, аниқларига утсак, юқоридаги боғланиш қуйидагича бўлади,

$$U_{\text{чик}} = U_{\text{чик}}(0) - \frac{1}{RT} \int_0^t U_{\text{кир}}(t) dt$$

Чиқиш кучланишининг қиймати бошланғич шароитларга, яъни $t=0$ вақтда конденсатордаги кучланиш $U_{\text{чик}}(0)$ га боғлиқ. Интегратор киришига ўзгармас кучланиш берилса, чиқишда чизикли қонуният билан ўзгарувчи кучланиш ҳосил бўлади.

Тажриба ишини бажариш учун саволлар

1. Операцион кучайтиргич асосидаги компаратор нима? Схемасини чизиб кўрсатинг.
2. Компараторнинг қўллаш соҳаларини кўрсатинг.
3. Операцион кучайтиргич асосидаги интегратор нима? Схемасини чизиб кўрсатинг.

4. Интеграторнинг қўллаш соҳаларини кўрсатинг.

Тажриба ишидан олинган билимларни синаш учун саволлар

1. Операцион кучайтиргичнинг қайси хусусиятлари уларни импульс қурилмаларда қўллашга имконият беради?
2. Операцион кучайтиргич асосидаги компараторнинг ишлаш тамойилини ва $U_{чик}=f(U_{куп})$ тавсифини тушунтиринг.
3. Операцион кучайтиргич киришларининг бирига синусоидал сигнал берилганда ҳосил бўлган вақт диаграммаларини тушунтиринг.
4. Интеграторнинг ишлаш тамойилини тушунтиринг. Кириш сигнали ўзгармас бўлганида $U_{чик}$ ни аниқловчи формулани келтиринг.
5. Чизиқли ўзгарувчан кучланиш генераторида интеграторнинг ишлашини тушунтиринг. Схема ва ишлаш диаграммаларини тушунтиринг.
6. Уч бурчакли импульс лар генераторида интеграторнинг ишлашини тушунтиринг. Схема ва ишлаш диаграммаларини келтиринг.

2 – ТАЖРИБА ИШИ

Операцион кучайтиргич асосидаги триггер ва мультивибратор схемаларини ўрганиш

- Ишдан мақсад:
1. Операцион кучайтиргич асосидаги носимметрик триггер схемасининг ишлаш тамойилини ўрганиш
 2. Операцион кучайтиргич асосидаги мультивибратор схемасини ўрганиш

Тажриба стендининг тузилиши

ЭС – 23 туркумидаги тажриба стени ёрдамида бажарилади. Стенднинг тузилиши 1- тажриба ишида келтирилган.

Ишни бажариш тартиби.

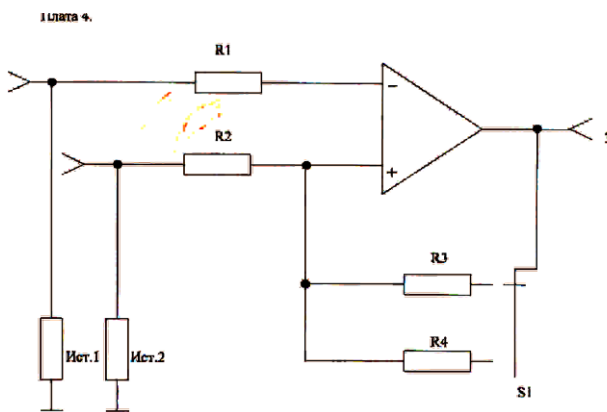
Операцион кучайтиргични триггер схемасида ўрганиш.

1. R_{OC} нинг икки қиймати учун (R_3 ва R_4) операцион кучайтиргичдаги триггернинг инвертерловчи кириши 1 ва ўзгармас сигнал учун узатиш тавсифи $U_{чик}=f(U_{куп})$ олинсин ва қурилсин.
2. R_{OC} нинг икки қиймати ва ноинвертерловчи кириш 2 учун ўзгармас сигналда узатиш тавсифи $U_{чик}=f(U_{куп})$ олинсин ва қурилсин.
3. $R_{OC}=R_4$ бўлганида ва 1 киришга синусоидал сигнал берилганида чиқиш сигналининг fronti ўлчансин.

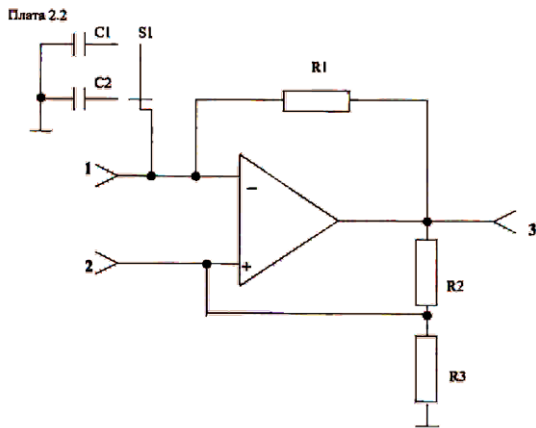
Операцион кучайтиргич асосидаги мультивибратор схемасини ўрганиш.

4. С сифимнинг икки қиймати учун (C_1 ва C_2) автотебранувчи мультивибратор чиқишидаги импульсларнинг частотаси аниқлансин.
5. С сифимнинг икки қиймати (C_1 ва C_2) ва кутувчи режим учун операцион кучайтиргич асосидаги мультивибратор чиқишидаги импульсларнинг вақт давомийлиги аниқлансин.
6. Операцион кучайтиргич асосидаги автотебранувчи мультивибратор учун чиқиш импульслар даври аниқлансин.

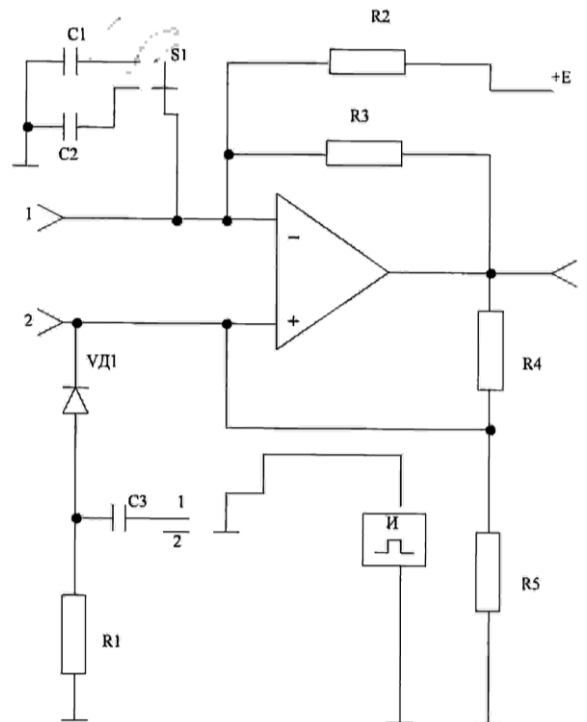
$$t_u = CR_{oc} \ln \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right)$$



2-расм



3-расм



4 - расм

Ишни бажариш бўйича услубий кўрсатмалар

1-бандга 4 – плата ўрнатилсин (2-расм). Стенд таъминлаш манбаига улансин.

а) S_1 тугма ёрдамида $R_{oc}=R_4$ улансин, ўзгармас «Ист-1», «---» улансин. $U_{кир}$ -3 В дан $+3$ В гача ўзгартирилсин. Чиқиш кучланиши стенднинг чиқиш вольтметри ёрдамида кузатилсин. $U_{ист2}=0$ В; 1В.

б) кўрсатилган амалиётлар $R_{OC}=R_4$ учун қайтарилсин. Бу амалиётлар икки кириш бўйича амалга оширилсин. $U_{ист2}=0В$; $2В$

2-бандга Кириш синусоидал сигнал $U_{ист1}$ дан берилсин. $U_{ист2}$ сигнал амплитудаси $U_{ист2}=0В$; $R_{OC}=R_4$ ўрнатилсин. Фронт вақти осциллограф ёрдамида ўлчансин.

3-бандга 2.2–плата ўрнатилсин (3-расм). Стенд таъминлаш манбаига улансин. Чиқиш 3 га осциллограф улансин, чиқиш сигналининг шакли 3 ва 2 нуқталар учун чизиб олинсин. S_1 ёрдамида C_1 уланади. Осциллограф ёрдамида импульс ва пауза давомийлиги аниқланади, кейин худди шу амалиётлар C_2 учун амалга оширилади.

4-бандга 2.1–плата (4-расм) ўрнатилсин. Стенд озуқа манбаига улансин. Чиқиш 3 га осциллограф улансин ва импульслар давомийлиги (мусбат ва манфий) схеманинг иккита қиймати учун аниқлансин (S_1 тугма) S_2 тугма ички генератордан ишга туширувчи импульсларни олишга хизмат қилади.

5-бандга Мусбат ва манфий импульслар давомийлиги қуйидаги ҳисоблаш формуласи ёрдамида аниқланади:

$$t_u = CR_0 \ln \left(1 + \frac{R_4}{R_5} \right)$$

Ҳисобот таркиби

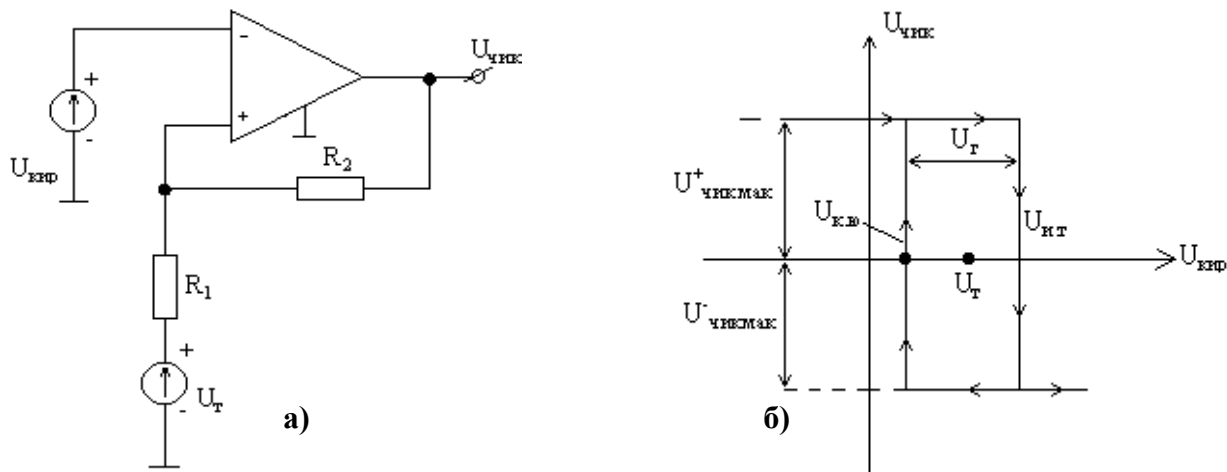
Ҳисобот қуйидагилардан ташкил топган бўлиши керак:

6. Ўтказилган тажрибалар ва ҳисобот натижалари тадқиқот схемалари.
7. Триггер тавсифлари.
8. Тескари боғланиш сигимининг икки қиймати учун чиқиш импульслар даврининг ҳисоботи.
9. Операцион кучайтиргич асосидаги триггер ва мультивибратор схемалари.

Қисқача назарий маълумотлар

Операцион кучайтиргичга ноинвертирловчи кириш бўйича R_1, R_2 резисторлар ёрдамида тескари боғланиши киритилган компаратор кенг қўлланилади (5–а расм)

Бундай компаратор гистерезисли ўтиш тавсифига эга (5–б расм).



Бу схема Шмитт триггери ёки поғона қурилмаси номи билан тарқалган. Кириш кучланиши $U_{квд}$ ишга тушиш $U_{и.т}$ қийматига эга бўлганида схема $U_{чикмак}^+$ ҳолатига қайта уланади, кириш кучланиши қўйиб юбориш кучланиши $U_{к.ю}$ гача камайганда схема бошланғич $U_{чикмак}^-$ ҳолатига қайтади. $U_0 = 0$ деб фараз қилиб, поғона кучланишлари аниқланади.

$$U_{и.т} = U_т + \frac{U_{чикмак}^+ - U_т}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

$$U_{к.ю} = U_т - \frac{U_{чикмак}^- + U_т}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

Бундан гистерезис кенглиги

$$U_Г = U_{и.т} - U_{к.ю} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{чикмак}^+ + U_{чикмак}^-)$$

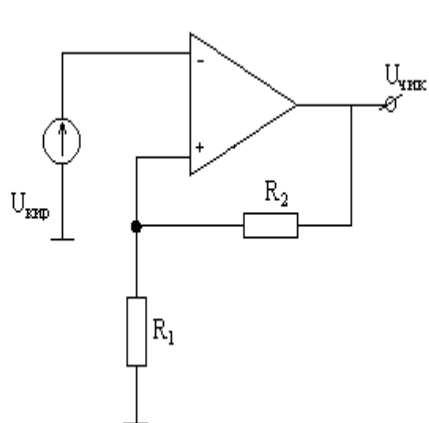
Агар $U_т = 0$ бўлса, триггер схемаси 6-расм а, кўринишига эга бўлади.

Унинг поғона кучланишлари ва гистерезис ҳудуди (6-б расм) қуйидагиларни ташкил этади:

$$\begin{aligned} U_{и.т} &= \chi U_{чикмак}^+ \\ U_{к.ю} &= -\chi U_{чикмак}^- \\ U_Г &= \chi (U_{чикмак}^+ + U_{чикмак}^-) \end{aligned}$$

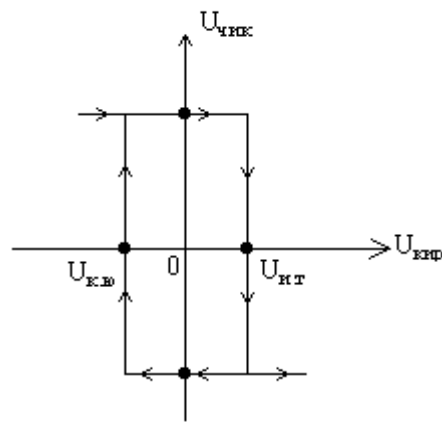
Бу ерда $\chi = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ тесқари боғланиш чуқурлиги. 6-расмда

кўрсатилган схема операцион кучайтиргич асосидаги генераторларни қуришга асос бўлади.



а)

б-расм



б)

Импульс режимида ишловчи операцион кучайтиргичнинг асосий кўрсаткичлари ишга тушишининг кечилиши билан баҳоланувчи тезкорлик ва чиқиш кучланишининг ўсиш вақти. Ишга тушишнинг кечикиши (чиқиш импульсининг кечикиш вақти) бир неча микросекундни ташкил этади, чиқиш кучланишининг ўсиш вақти эса - микросекунднинг бўлакларини ташкил этади.

Импульс режимида ишлашга мўлжалланган ва умумий «компаратор» номини олган махсус операцион кучайтиргичлар яхшироқ тезкорликка эга. Бундай микросхемаларнинг ишга тушишининг кечикиши 1 мкс дан кам, чиқиш кучланишининг ўсиш вақти эса микросекунднинг юздан бир қисмини ташкил этади.

Интеграл транзисторлардаги τ_B сини камайтириш ва операцион кучайтиргич схемасида уларнинг тўйинишининг олдини олиш ҳисобига юқорида тезкорликка эришилади.

Операцион кучайтиргич асосидаги симметрик ўз - ўзидан тебранувчи мультивибратор схемаси 7-расмда келтирилган. Унинг асосини операцион кучайтиргич асосидаги компаратор ташкил этади. Ўз - ўзидан тебранувчи режим инвертирловчи киришга C конденсатор ва R резисторлардан иборат вақт топширувчи занжирни киритиш билан амалга оширилади. Схеманинг ишлаш тамойилини 7-б расмда келтирилган вақт диаграммалари тушунтиради.

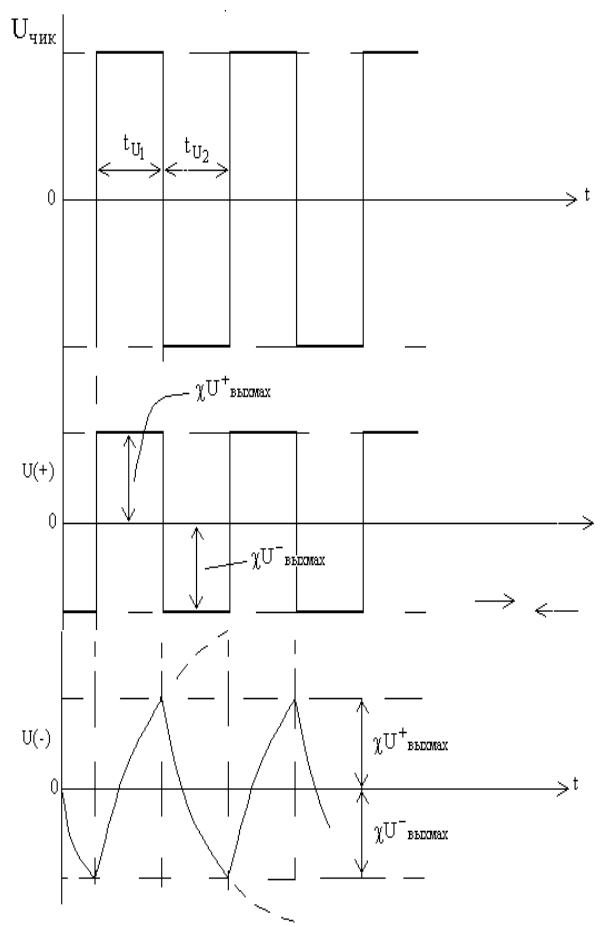
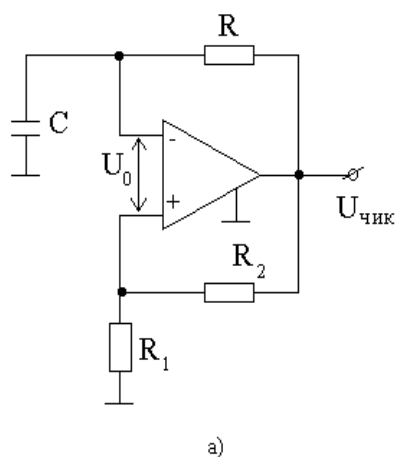
Фараз қилайлик, t_1 вақтигача операцион кучайтиргич киришлари ўртасидаги кучланиш $U_o > 0$. Бунга операцион кучайтиргич чиқишидаги кучланиш $U_{\text{чик}} = -U_{\text{чик макс}}$ ва унинг ноинвертирловчи киришидаги кучланиш $U(+)= -\chi U_{\text{чик макс}}$, бу ерда $\chi = R_1 / (R_1+R_2)$. - мусбат тескари боғланиш занжирининг чуқурлиги.

Схема чиқишида - $U_{\text{чик макс}}$ мавжудлиги C конденсатор R резистор орқали зарядланишини таъминлайди.

t_1 вақтида операцион кучайтиргичнинг инвертирловчи киришидаги экспоненциал ўзгарувчи кучланиши ноинвертирловчи киришдаги кучланиш

сатҳи - $\chi U_{\text{чик макс}}$ га етади. U_0 кучланиш нолга тенг бўлади, бу ўз навбатида операцион кучайтиргич чиқишидаги кучланишнинг кутбини ўзгартиради: $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик макс}}^+$. $U(+)$ кучланиш ишорасини ўзгартиради ва $\chi U_{\text{чик макс}}^+$ қийматга эга булади, бу $U_0 < 0$ ва $U_{\text{чик}} = U_{\text{чик макс}}^+$ га мос келади.

t_1 вақтидан бошлаб конденсатор - $\chi U_{\text{чик макс}}^-$ кучланиш сатҳидан қайта зарядланади. Конденсатор R резисторли занжирда $+U_{\text{чик макс}}^+$ сатҳгача зарядланишга интилади. t_2 вақтида конденсатор кучланиши $\chi U_{\text{чик макс}}^+$ қийматга етади. U_0 кучланиши нолга тенг бўлади, бу операцион кучайтиргични қарама – қарши ҳолатга қайта улайди. Кейин схемадаги жараён қайтарилади.



7-расм

б)

Симметрик мультивибратор частотаси

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_{u1} + t_{u2}}$$

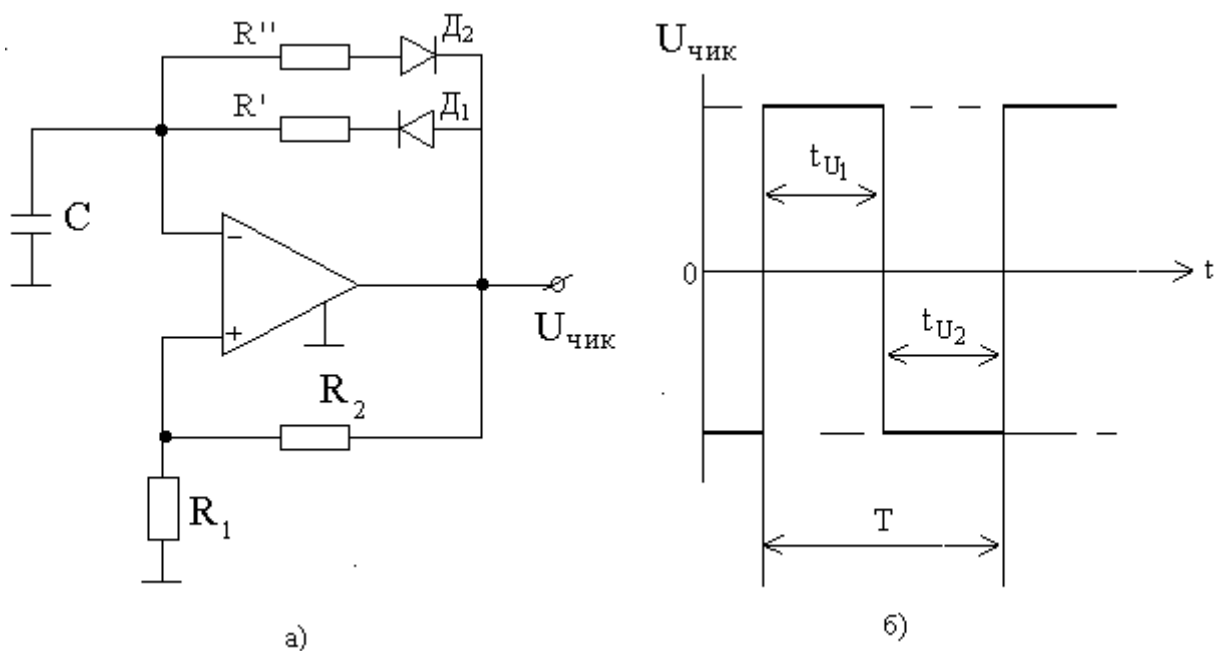
$$t_u = \tau \ln \frac{\chi U_{\text{чикмак}}^- + U_{\text{чикмак}}^+}{U_{\text{чикмак}}^+ - \chi U_{\text{чикмак}}^-} \quad \text{ва} \quad f = \frac{1}{2\tau \ln \frac{\chi U_{\text{чикмак}}^- + U_{\text{чикмак}}^+}{U_{\text{чикмак}}^+ - \chi U_{\text{чикмак}}^-}};$$

$U_{\text{чик макс}}^+ = U_{\text{чик макс}}^-$ деб қабул қилинса,

$$t_{\text{и}} = \tau \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

$$f = \frac{1}{2\tau \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)}$$

Операцион кучайтиргич асосидаги носимметрик мультивибратор схемаси 8-расмда келтирилган.



8-расм

Келтирилган схема учун $t_{u1} \neq t_{u2}$

Носимметрик ишлаш режимини ярим даврлар бўйича вақт белгиловчи занжирларнинг бир хил бўлмаган вақт доимийликлари таъминлайди.

Схемада R резистор ўрнига иккита резистор ва диоддан иборат бўлган параллел тармоқларни улаш билан эришилади. D_1 диоди чиқиш кучланишининг мусбат ярим тўлқинда очик, D_2 эса - манфий ярим тўлқинда. Биринчи ҳолатда $\tau_1 = CR'$, иккинчи ҳолатда $\tau_2 = CR''$. Импульслар вақт давомийлиги

$$t_{u1} = \tau_1 \ln\left(1 + 2R_1/R_2\right)$$

$$t_{u2} = \tau_2 \ln\left(1 + 2R_1/R_2\right)$$

Узатиш коэффициенти ва қаршилиқлар қийматларини танлашга операцион кучайтиргичнинг чегаравий мумкин бўлган ишлаш режимлари чеклаш киритади. Масалан, χ ни танлашда операцион кучайтиргичнинг дифференциал кириши бўйича мумкин бўлган максимал кучланиш қиймати $U_{o \text{ макс}}$ инобатга олинади. Операцион кучайтиргичнинг инвертирловчи ва

ноинвертирловчи киришларидаги кучланиш $\chi U_{\text{чик макс}}^{\pm}$ булган вақтда, дифференциал кириш бўйича максимал кучланиш $U_{\text{о макс}}$ қиймати $2U_{\text{чик макс}}^{\pm}$ га мос келади. Бундан келиб чиққан ҳолда.

$$\chi \leq U_{\text{о макс}} / (2U_{\text{чик макс}}^{\pm}).$$

Агар операцион кучайтиргични таъминлаш кучланиши $E_{\kappa 1} = E_{\kappa 2} = E_{\kappa}$ ва $U_{\text{чик макс}}^{+} = U_{\text{чик макс}}^{-} = E_{\kappa}$ бўлса, χ куйидаги шартдан келиб чиққан ҳолда танланади.

$$\chi \leq \frac{U_{\text{о макс}}}{2E_{\kappa}}$$

R , R_1 , R_2 қаршиликлар максимал мумкин бўлган $I_{\text{чик макс}}$ ток ҳисобига олган ҳолда танланади. Операцион кучайтиргичнинг чиқиш токи учта ташкил этувчилардан ҳосил бўлади: юклама токи $U_{\text{чик}} / R_{\text{ю}}$, ноинвертирловчи кириш бўйича тескари боғланиш токи $U_{\text{чик}} / (R_1 + R_2)$ ва инвертирловчи кириш бўйича тескари боғланиш токи $(U_{\text{чик}} - U_c) / R$

$$E_{\kappa} \left(\frac{1}{R_{\text{ю}}} + \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1 + \chi}{R} \right) \leq I_{\text{чик макс}}$$

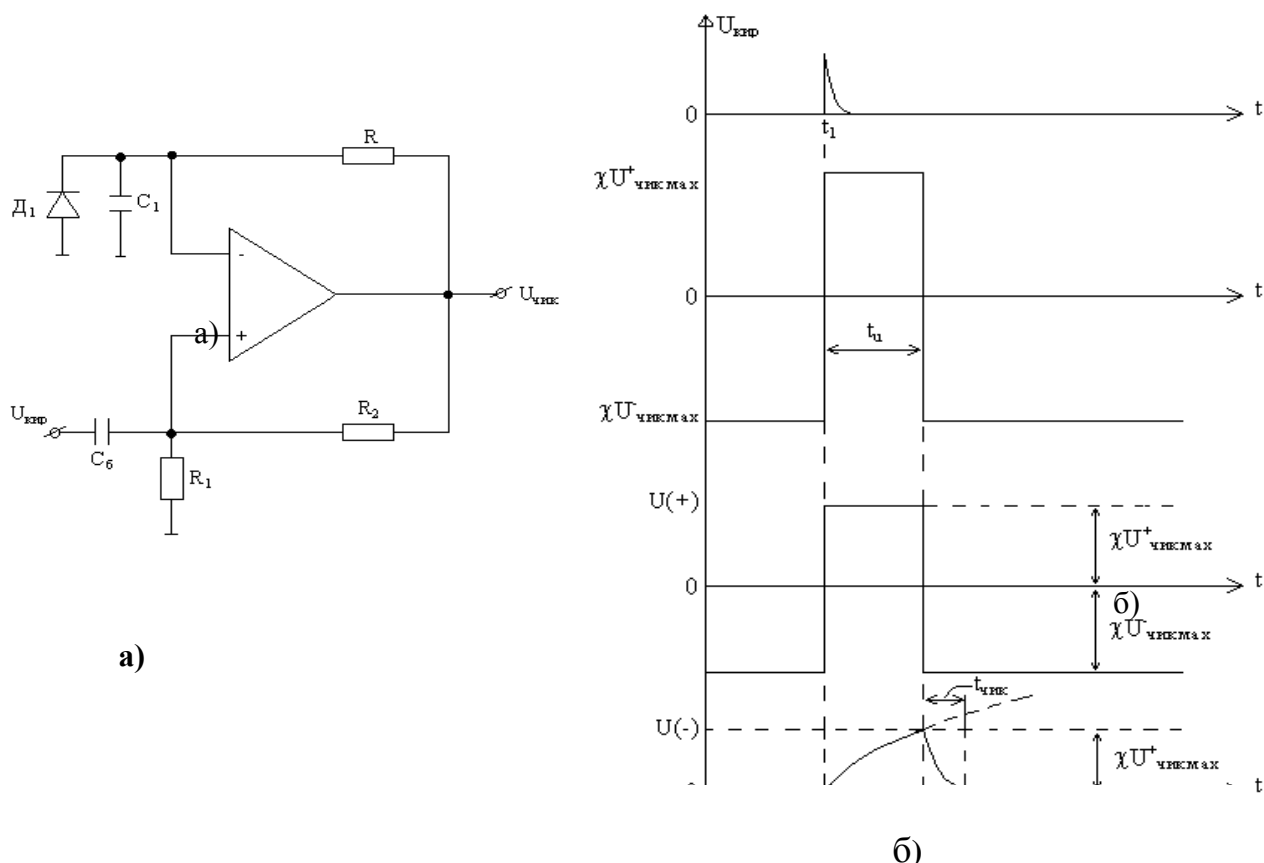
R , R_1 қаршиликларнинг максимал қиймати бўйича чеклаш операцион кучайтиргич $R_{\text{кир}}$ кириш қаршилиги ностабиллигини чиқиш импульслар давомийлигига ва мультивибратор частотасига таъсирини камайтириш учун киритилади. Бундан келиб чиққан ҳолда R ва R_1 қаршиликлар операцион кучайтиргичнинг кириш қаршилигидан 3-5 мартаба кам қилиб танланади.

Генерацияланаётган импульслар fronti давомийлиги кириш сигналининг юқори сатҳи билан бошқарилгандаги операцион кучайтиргичнинг қайта уланиш вақти билан аниқланади. Эришилаётган фронтлар давомийлиги қўлланилаётган операцион кучайтиргич турига боғлиқ ва 0.5 мксек.дан катта бўлмайди.

Ҳозирги вақтда кутувчи мультивибратор схемасини яратиш учун асосан интеграл операцион кучайтиргичлар қўлланилади.

Операцион кучайтиргич асосидаги кутувчи мультивибратор схемаси ва унинг вақт диаграммалари 9-расмда келтирилган.

Бошланғич ҳолатда бирвибратор чиқишидаги кучланиш $U_{\text{чик макс}}$ га тенг, бунинг натижасида операцион кучайтиргичнинг ноинвертирловчи киришидаги кучланиш $U(+)$ $= \chi U_{\text{чик макс}}$ инвертирловчи киришдаги кучланиш D_1 диоддаги кучланиш тушувига тенг. D_1 - очик, шунинг учун $U(-) \approx 0$. t_1 лаҳзасида ноинвертирловчи киришга берилган кириш импульси операцион кучайтиргични $U_{\text{чик макс}}^{+}$ ҳолатга ўтказди.



9-расм

Операцион кучайтиргичнинг инвертирловчи киришига $\chi U_{чик макс}^+$ кучланиши узатилади ва унинг ўзгарган ҳолатини ушлаб туради. Операцион кучайтиргич чиқишидаги мусбат кучланиш таъсирида C конденсатор резистор R орқали зарядланади. Конденсатор $U_{чик макс}^+$ кучланишигача зарядланишга ҳаракат қилади. Зарядланиш жараёнининг тавсифи қуйидагича бўлади.

$$U_c = U_{чик макс}^+ (1 - e^{-t/\tau})$$

Аммо зарядланиш жараёнида конденсатордаги кучланиш $U_{чик макс}^+$ қийматига етмайди, чунки t_2 лаҳзасида $U(-) = U_c = \chi U_{чик макс}^+$ ва операцион кучайтиргич бошланғич ҳолатга қайтади. $U_c(t_u) = \chi U_{чик макс}^+$ деб қабул қилиб импульс давомийлиги аниқланади.

$$t_u = \tau \ln \frac{1}{1 - \chi} = \tau \ln \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

t_2 лаҳзадан кейин схемада бошланғич ҳолат ($U_c = 0$) тиклана бошлайди. Бу операцион кучайтиргич чиқишидаги кучланишнинг кутби ўзгарганлиги билан аниқланади. Конденсаторни R резистордан иборат бўлган занжирда қайта зарядланиши қуйидаги боғланиш билан аниқланади.

$$U_c(t) = (\chi U_{чик макс}^+ + U_{чик макс}^-) e^{t/\tau} - U_{чик макс}^-$$

Конденсатор кучланиши D диод очилиш кучланишига тенг бўлганида қайта тикланиш жараёни бошланади. Бу кучланишни нолга тенг қилиб қабул қилиш мумкин. $t = t_{\text{микл}}$ бўлганида $U_c = 0$ деб қабул қилиб, тикланиш вақтини аниқлаймиз.

$$t_{\text{тикл}} = \tau \ln \frac{\chi U^+_{\text{чикмах}} + U^-_{\text{чикмах}}}{U^-_{\text{чикмах}}}$$

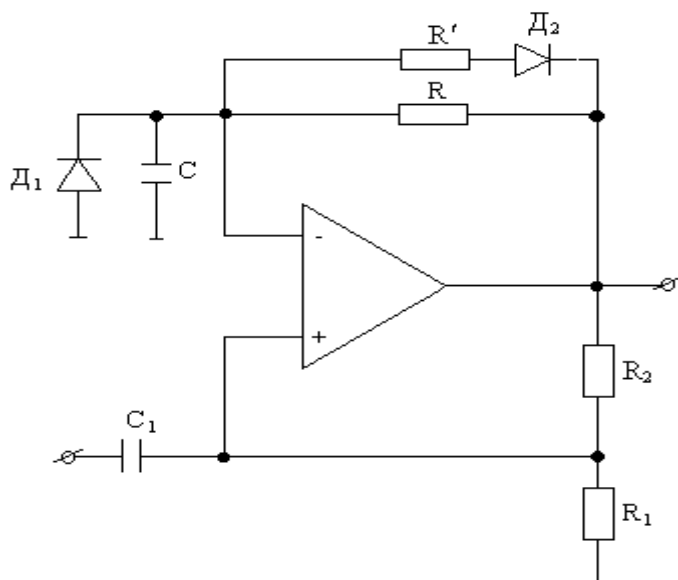
$$U^+_{\text{чикмах}} = U^-_{\text{чикмах}} \quad \text{бўлганида}$$

$$t_{\text{тикл}} = \tau \ln(1 + \chi) = \tau \ln \frac{2R_1 + R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\chi > 1 \quad \text{ва} \quad \frac{1}{(1 - \chi)} > 1 + \chi$$

бўлганлиги учун $t_u > t_{\text{микл}}$. Кейинги ишга туширувчи импульс келгунича қайта тикланиш жараёни тугаши керак. Чикиш импульсининг вақт давомийлиги ишга туширувчи импульсларнинг такрорланиш даврига яқин бўлса, қайта тикланиш вақтини камайтириш масаласи вужудга келади. Бу мақсадда R резисторига параллел D_2 диод ва R резистордан иборат бўлган тармоқ уланади (10-расм).

Натижада қайта ушланиш вақти камаяди. Бунда τ вақт давомийлиги $t_{\text{микл}}$ аниқланадиган боғланишда $C \cdot (R \parallel R')$ бўлади, t_u учун эса ўзгармайди.



10-расм

Тажриба ишини бажариш учун саволлар

1. Операцион кучайтиргич нима? Триггер нима?
2. Операцион кучайтиргич асосидаги триггер схемаси чизилсин.
3. Мультивибратор нима?
4. Операцион кучайтиргич асосидаги мультивибратор схемаси чизилсин.
5. Операцион кучайтиргич асосидаги кутувчи мультивибратор схемаси чизилсин.

Тажриба ишидан олинган билимларни синаш учун саволлар

1. Операцион кучайтиргичнинг импульс қурилмаларида қўлланилиш сабаблари.
2. Операцион кучайтиргич асосидаги триггернинг ишлаш тамойили, унинг ўтиш тавсифи тушунтирилсин.
3. Операцион кучайтиргич асосидаги мультивибраторнинг ишлаш тамойили, унинг ишлашининг вақт диаграммалари тушунтирилсин.
4. Мультивибраторнинг чиқиш импульслари учун Q қандай ўзгартирилади?
5. Операцион кучайтиргич асосидаги кутувчи мультивибратор схемасининг ишлаш тамойили тушунтирилсин. Вақт диаграммаси тушунтирилсин.
6. Автотебранувчи мультивибраторни кутувчи режимга ўтказишнинг бошқа усуллари келтирилсин.

3 – ТАЖРИБА ИШИ

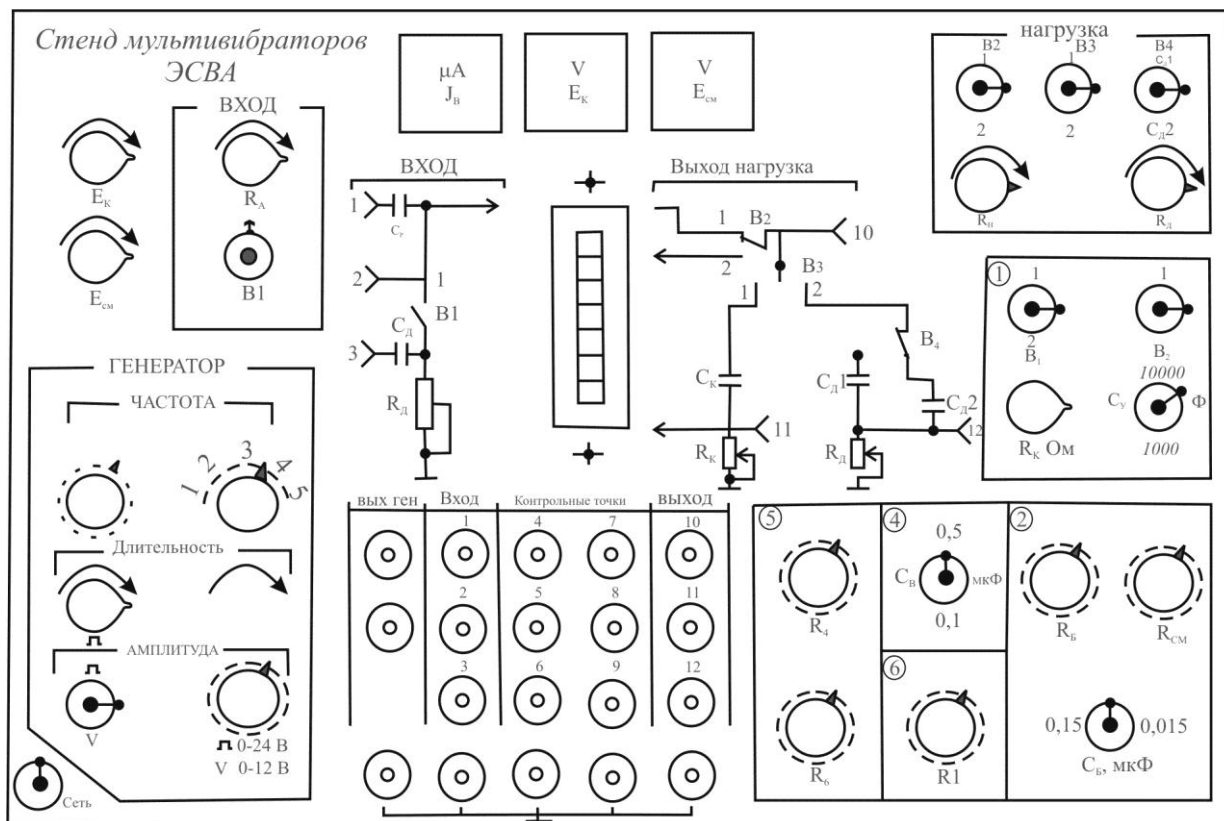
Автотебранувчи мультивибратор схемасини текшириш

Ишдан мақсад

1. Биполяр транзистор асосидаги автотебранувчи мультивибраторнинг ишлаш тамойилини ўрганиш.
2. Мультивибратор чиқишидаги импульсларнинг параметрларини яхшилаш усуллари билан танишиш

Тажриба стендининг тузилиши

ЭС8А тажриба стенди мультивибраторнинг турли схемаларини ўрганишга мўлжалланган. Ўрганилаётган мультивибратор схемаси стенднинг олд қисмига махсус болтлар ёрдамида маҳкамланади (1-расм). Бу ерда қуйидагилар жойлашган:

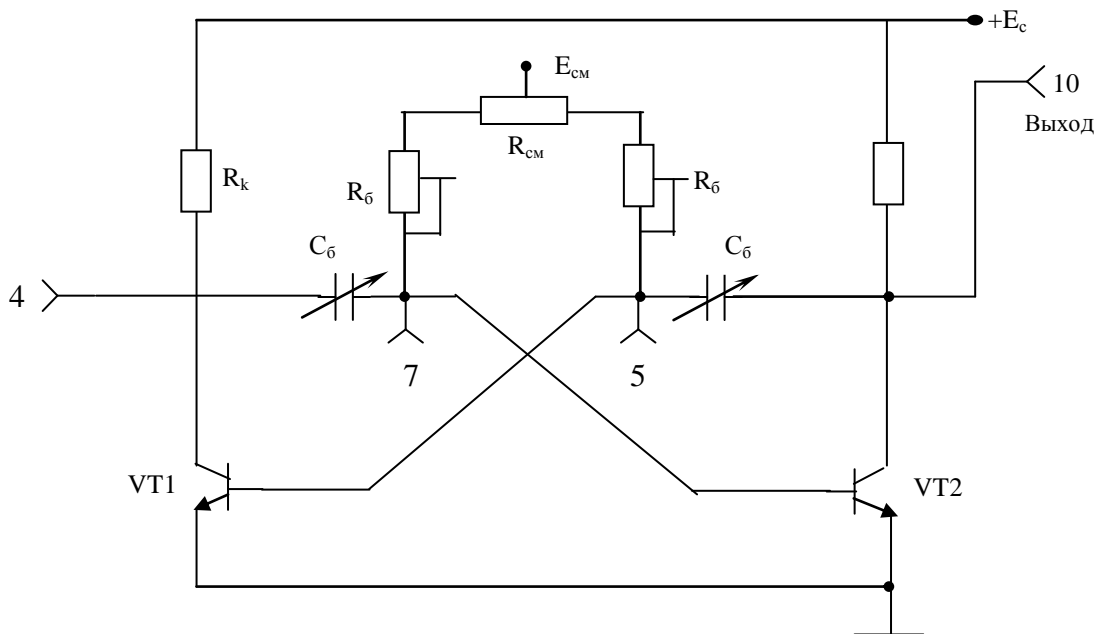


1-расм

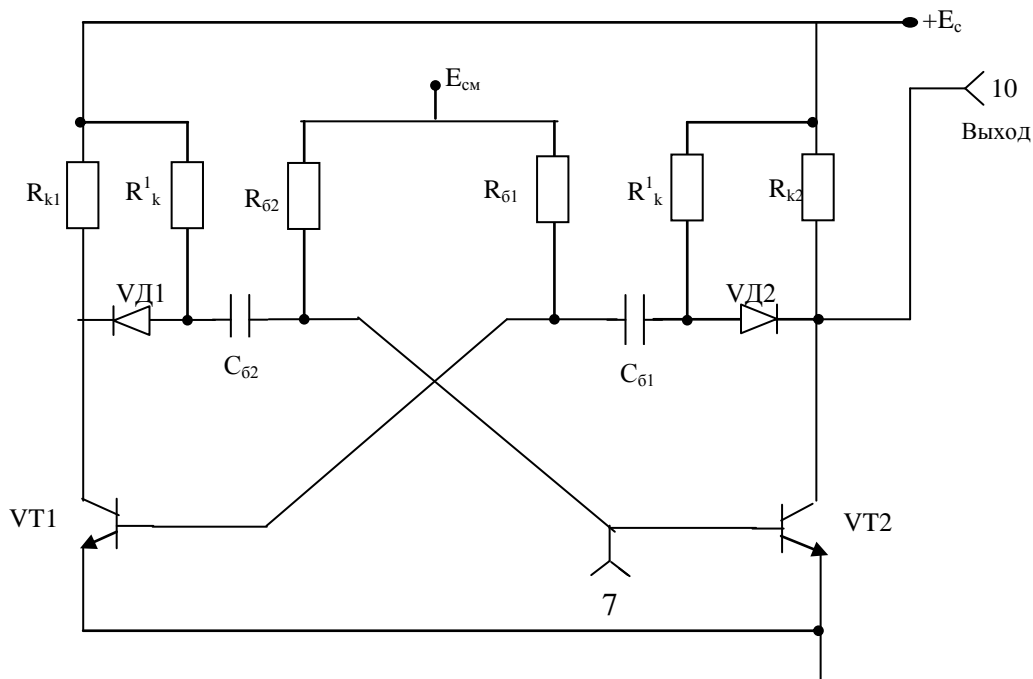
1. Стендни таъминлаш манбаига улайдиган тумблер («Сеть»).
2. Таъминлаш манбаи кучланиши E_K ва транзисторлар базаларидаги силжитиш кучланиши E_{CM} ни ростлашга мўлжалланган дастаклар.
3. Киришдаги бошқариш импульсини давомийлигининг ростлагичи. Бу импульслар дифференциалловчи занжир чиқишидан R_g резисторлардан берилади. Бу занжир B_1 тумблер ёрдамида уланади.
4. «Генератор» деб номланган мультивибратор схемаларини бошқариш гуруҳи. Бошқариш импульсларининг частотасини 1, 2, 3, 4, 5 диапазонларда сакраб ва аста-секин ўзгартирилиши мумкин. Мусбат «П» ва манфий « \surd » бошқариш импульсларининг давомийлиги «Длительность» дастаги ёрдамида ўзгартирилади. Бошқариш импульсларининг амплитудаси «Амплитуда» дастаги ёрдамида ўзгартирилади, бунда мусбат «П» импульслар амплитудаси Одан 24 В гача манфий импульслар амплитудаси Одан 12 В гача ўзгартирилиши мумкин.
5. База токи I_B , коллектор кучланиши E_K ва силжитиш кучланишини ўлчашга мўлжалланган ўлчов асбоблари.
6. Ўрганилаётган мультивибраторларнинг юкламалари гуруҳи. «Нагрузка» Унинг таркибига B_2 қайта улагич, юклама кўринишини аниқловчи ($R_H C_H$ ёки $R_g C_g$) B_3 қайта улагич кирган. B_4 қайта улагич ёрдамида дифференциалловчи занжирнинг сифими танланади. R_H резистори ёрдамида юклама қаршилиги аста-секин ростланади, R_g

ёрдамида дифференциалловчи занжирнинг вақт доимийлиги ростланади.

7. Автотебранувчи мультивибратор схемасини текшириш учун бошқариш гуруҳи хизмат қилади. Унинг таркибига ўзгарувчан R_{β} , R_{cm} резисторлари ҳамда C_{β} қайта улагичи киради. Булар ёрдамида мультивибратор чиқишидаги сигналларнинг частотасини ўзгартириш мумкин.
8. Ўрганилаётган схемалардаги жараёнларни осциллограф ёрдамида кузатиш учун «Контрольные точки» деб номланган уячалар хизмат қилади.



2-расм. Автотебранувчи мультивибратор схемаси



3-расм. Коррекцияловчи диодли автотебранувчи мультивибратор схемаси

Ишни бажариш тартиби

Автотебранувчи мультивибратор схемасини текшириш

1. $C_{\delta}=0,15$ мкф ва R_{δ} қаршилигининг бир нечта қиймати учун импульс давомийлиги t_u , пауза давомийлиги t_p , фронт давомийлиги t_f , импульс амплитудаси U_m аниқлансин.
2. R_{δ} қаршилигининг иккита қиймати учун чиқиш импульсларининг частотаси F аниқлансин.
3. Чиқиш импульсининг аниқланган давомийлигидан фойдаланиб R_{δ} қаршилигининг қиймати аниқлансин.
4. 1, 2, 3 бандлардаги тажрибалар $C_{\delta}=0,015$ мкф қиймат учун такрорлансин.
5. R_{δ} қаршилигининг битта қиймати ва $C_{\delta}=0,15$ мкф учун чиқиш импульсининг давомийлиги t_u силжитиш кучланиши $E_{см}$ қийматига боғлиқлиги аниқлансин.

$$t_u=f(E_{см})$$

6. $E_k=10$ В, $E_{см}=5$ В, $C_{\delta}=0,15$ мкф ва R_{δ} қаршилигининг иккита қиймати учун иккала транзистор учун $U_{кэ}$ ва $U_{\deltaэ}$ кучланишларининг осциллограммалари чизиб олинсин.

Коррекцияловчи диодли автотебранувчи мультивибратор схемасини текшириш

7. Мультивибратор чиқишидаги кучланиш шакли чизиб олинсин.
8. 7-бандда олинган осциллограммалар 6-банд натижалари билан солиштирилсин.

Ишни бажариш бўйича услубий кўрсатмалар

- 1-бандга** 2 плата ўрнатилсин (2-расм). V_2 қайта улагич 1 ҳолатида бўлсин. $R_{см}$ қаршилиги ўрта қийматга ўрнатилсин. $E_k=10$ В, $E_{см}=5$ В қилиб танлансин. Мультивибратор чиқишига (10 ва 13 – 17 уячалар оралиғига) осциллограф улансин.
- 2-бандга** Чиқиш импульслар частотаси $F=1/T$ боғланиш ёрдамида аниқланади.
- 3-бандга** Чиқиш импульсларининг давомийлиги $t_u=0,7 R_{\delta} \cdot C_{\delta}$ боғланиш ёрдамида аниқланади.
- 4-бандга** C_{δ} қайта улагич $C_{\delta}=0,015$ мкф ҳолатига ўрнатилади.
- 5-бандга** R_{δ} қаршилиги ихтиёрий ҳолатда бўлади. C_{δ} қайта улагич $C_{\delta}=0,15$ мкф ҳолатига ўрнатилади.
- 6-бандга** $U_{кэ}$ кучланишининг осциллограммасини чизиб олиш учун осциллограф 10-(13-17) ёки 4-(13-17) уячалар оралиғига, $U_{\deltaэ}$ кучланишининг осциллограммасини чизиб олиш учун осциллограф 5-(13-17) ёки 7-(13-17) уячалар оралиғига уланади.

7–бандга 3–плата ўрнатилсин (3-расм). Осциллограф 10-(13-17) ёки 4-(13-17) уячалар оралиғига уланади.

Ҳисобот таркиби

Ҳисобот қуйидагилардан ташкил топган бўлиши керак.

1. Текширилаётган мультивибратор схемаларини ўз ичига олган тажриба ишининг баёни.
2. Тажриба ишининг баёни бўйича олинган ҳисобот натижалари.
3. $t_u=f(E_{cm})$ тавсифи.
4. Автотебранувчи ва коррекцияловчи диодли мультивибраторларнинг чиқишидаги сигналларнинг осциллограммалари

Тажриба ишини бажариш учун саволлар

1. Мультивибратор нима?
2. Мультивибраторнинг қандай турларини биласиз?
3. Тажриба ишида қандай схемалар текширилади?
4. Мультивибратор чиқишидаги сигналларнинг параметрлари нималарга боғлиқ бўлади?

Тажриба ишидан олинган билимларни синаш учун саволлар

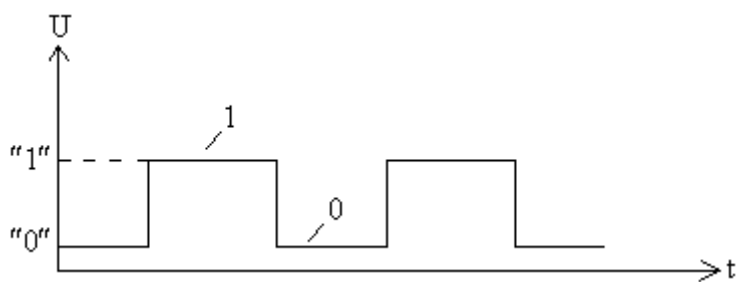
1. Автотебранувчи мультивибраторнинг ишлаш тамойилини тушунтиринг.
2. $C_{\delta 1}$ ва $C_{\delta 2}$ конденсаторларнинг зарядланиш ва разрядланиш контурларини кўрсатинг.
3. T_1 ва T_2 транзисторлар база ва коллекторларида кучланишнинг вақт диаграммаларини чизинг.
4. Автотебранувчи мультивибратор чиқишидаги импульсларнинг частотаси схеманинг қайси параметрларига боғлиқ бўлади?
5. Коррекцияловчи диодли мультивибратор схемаси нима учун ишлатилади?

Қисқча назарий маълумотлар

Импульс генератори деб ўзгармас кучланиш манбаи кучланишини электр импульслари энергиясига айлантирувчи қурилмага айтилади. Ҳосил қилинаётган импульслар шаклига боғланган ҳолда тўғри бурчакли импульслар генераторларини, махсус шакли импульслар генераторларини ажратиш мумкин.

Тўғри бурчакли импульс генераторлари шакли тўғри бурчакка яқин бўлган импульсларни шакллантиради. Бундай генераторларнинг чиқиш сигналлари кучланишнинг ўзгариш тезлиги бир - бирдан кескин фарқ қилувчи ҳудудларга эга: жуда кичик ("0" ва "1" сатҳлар 4-расмда) ва жуда

катта (кучланишни "0" сатҳдан "1" сатҳга ўтиши ва "1" сатҳдан "0" сатҳга ўтиши).



4-расм

Турғун ҳолатларнинг характериға қараб тўғрибурчакли импульслар генераторлари бистабиль, моностабиль ва астабилларға бўлинадилар.

Бистабил генераторлар иккала мувозанат ҳолатларнинг ҳар бири узок вақт ичида турғунлиги билан характерланади.

Таъминлаш манбаи уланганидан кейин бундай генератор бир хил эҳтимоллик билан иккала мумкин бўлган мувозанат ҳолатларнинг бириға тушиб қолиши мумкин.

Битта генераторнинг битта узок давом этувчи турғун мувозанат ҳолати квазитурғундир. Моностабил генераторларнинг бошқа номи - "кутувчи" ёки "тормозланган".

Астабил генератор узок давом этувчи турғун ҳолатға эға эмас. Иккала мумкин бўлган ҳолатларнинг ҳар бири квазитурғун. Таъминлаш манбаи уланганидан кейин бу ҳолатлар даврий равишда алмашилиб туради. Бундай генератор автотекланувчи текланувчи генератор дейилади. Унинг иши учун ташқаридан ишға туширувчи импульсларнинг берилиши талаб қилинмайди. Ташқи импульслар фақат махсус, синхронизация режими деб аталувчи режимда берилиши мумкин. Бунда ишға туширувчи импульс ҳар гал муддатидан олдин тўнтарилишиға олиб келади.

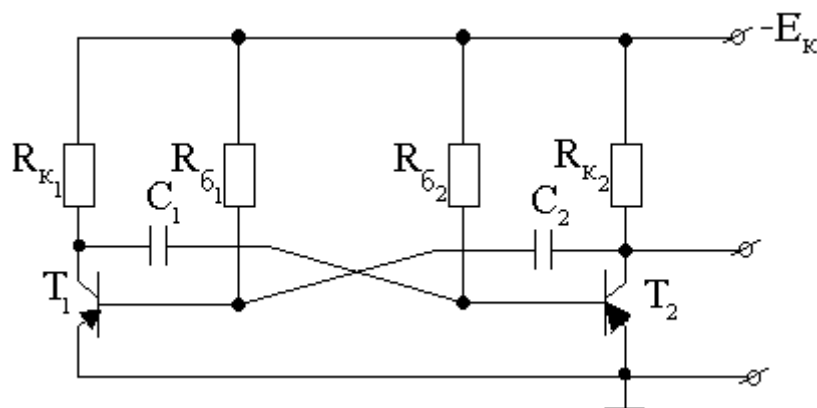
Тўғри бурчакли импульс генераторларида, худди бошқа турдаги генераторлардек мусбат тесқари боғланиш мавжуд.

Автотекланувчи мултивибраторнинг схемаси 5-расмда келтирилган. Мултивибратор схемаси икки касқадли қурилма бўлиб, биринчи касқаднинг чиқиши CR_6 занжир орқали иккинчи касқад кириши билан боғланган, иккинчи касқад чиқиши эса - худди шу тарзда биринчи касқад кириши билан уланган.

Иккала схеманинг транзисторлари конденсаторлари ва резисторлари бир хил бўлса, мултивибратор симметрик бўлади.

Фараз қилайликки, таъминлаш манбаи уланганидан кейин, схемада шундай режим ўрнатилдики, иккала транзистор актив режимда бўлсин, ва уларнинг коллектор тоқлари, электродлардаги кучланишлар ва боғланиш конденсаторлардаги кучланишлар бир хил қийматға эға бўлсинлар.

$$i_{K1} = i_{K2}; U_{K1} = U_{K2}; U_{61} = U_{62}; U_{c1} = U_{c2};$$



5-расм

Бундай ҳолат турғун эмас. Қандайдир сабабга кўра бирданига i_{k1} токи камайсин. Бунда R_{k1} қаршилиқдаги кучланиш тушуви камаяди ва натижада коллектор потенциали ($U_{k1} = -E_k + i_{k1} \cdot R_{k1}$) ΔU_{k1} қийматга камаяди. C_1 конденсатордаги кучланиш бирданига ўзгара олмайди, ва биринчи онда кучланишнинг манфий сакраши ΔU_{k1} бутунлай T_2 транзисторнинг база ва эмиттер оралиғига кўйилади ва натижада i_{k2} токи ортади. Шу сабабли T_2 коллектори потенциали ($U_{k2} = -E_k + i_{k2} \cdot R_{k2}$) ортади. Бу T_2 транзистор коллектори кучланишнинг ўзгариши C_2 конденсатор орқали T_1 транзисторнинг киришига берилади ва унинг коллектор токининг янада камайишига олиб келади ва ҳоказо. Транзистор базасидаги кучланишнинг ҳар бир кейинги сакраши олдингисидан катта бўлганлиги учун (транзисторни кучайтириш хусусиятлари ҳисобига) бу жараён кўчкисимон бўлади ва жуда кичик вақт ўтганидан кейин T_1 транзистор берк ҳолатда бўлиб қолади. Шу ондан мусбат тесқари боғланиш занжири узилади ва кўчкисимон жараён тугайди. Схема параметрлари шундай танланадики, очилган T_2 транзистор тўйиниш режимида бўлади.

Фараз қилайликки, иккала транзистор очик бўлган мувозанат ҳолати канчадир вақт давом этади ва бу вақт ичида иккала конденсатор бир хил қийматгача зарядланади (ҳар бири $+E_k -$ очик транзисторнинг эмиттер ўтиши $-C - R_k - (-E_k)$ занжири бўйича).

Тез кечувчи тўнтарилиш вақтида конденсаторлардаги кучланишлар деярли ўзгаришга улгурмайди. Бу ўзгаришлар кўчкисимон жараён тугаганидан кейин сезиларли бўлади.

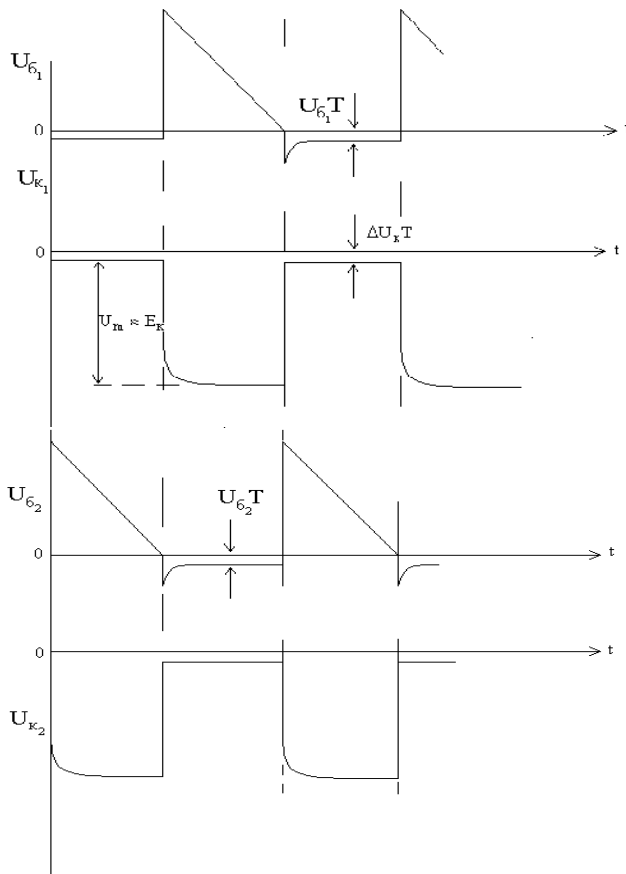
Масалан, транзистор T_1 беркилганидан кейин (U_{k1} коллектор потенциали манфийроқ қийматга эга бўлганида), C_1 конденсатори T_2 нинг эмиттер ўтиши ва R_{k1} орқали $\tau_{1.} = C_1 R_{k1}$ вақт доимийлиги билан тахминан E_k кучланишигача зарядланишни давом этади. Заряд токи R_{k1} қаршилигида кучланиш тушувини ҳосил қилади, шунинг учун заряд охирига келиб $U_{k1} = -E_k$.

C_2 конденсатори тўйинган T_2 транзисторнинг кичик қаршилиги орқали T_1 нинг база - эмиттер оралиғига уланган бўлиб қолади ва уни берк ҳолатда

ушлаб туради. T_1 берк бўлганлиги учун C_2 конденсатор зарядланишни давом эттира олмайди: C_2 ни T_1 орқали $+E_k$ қисқич билан боғловчи занжир узилган. Энди C_2 орқали ток бошқа занжир бўйича оқади: $+E_2 -$ очик $T_2 - C_2 - R_{\delta 1} - (-E_k)$, яъни олдингига қарама - қарши, $C_2 \tau_1 = C_2 R_{\delta 1}$ вақт доимийлиги билан разрядланади. Бу жараён узилмаган бўлганида эди конденсатор қайта зарядланиб, ундаги кучланиш кутбини ўзгартириб E_k га яқин қийматга эга бўлар эди. Аммо разрядланиш давомида C_2 конденсатордаги кучланиш ($U_{c2} \approx U_{\delta 1}$) нолга яқин бўлганда, T_1 транзистор очилади. Шу ондан бошлаб, схемада янги кўчкисимон жараён кечади. Бу жараён вақтида i_{k1} ортади, i_{k2} эса камаяди. Жараён T_2 беркилиши билан тугайди, яъни мусбат тескари боғланиш занжири узилади.

Энди $T_2 -$ берк, T_1 эса тўйинган - яъни тўнтарилиш содир бўлади. Энди C_2 конденсатор очик T_1 транзистори орқали $+E_k - T_1 - C_2 - R_{k2} - (-E_k)$ занжири орқали зарядланади C_1 конденсатори эса $+E_k - T_1 - C_1 - R_{\delta 2} - (-E_k)$ занжири орқали қайта зарядланади. Таъриф этилган жараёнлар қайтарилиб туради ва мультивибратор барқарор тебранишларни генерациялайди.

Кўрилган схемада бўлиб ўтувчи жараёнларнинг вақт диаграммасини кўриб чиқамиз: (6-расм)



6-расм

t_1 вақтгача транзистор T_2 берк, транзистор T_1 эса очик ва тўйинган.

Бу ҳолатга транзисторлар коллектор ва базаларининг кучланишлари куйидаги қийматлари мос келади:

$$U_{\delta n1} \approx 0; U_{kn1} \approx 0; U_{\delta 2} > 0; U_{k2} \approx -E_k.$$

Тўйинган транзистор T_1 орқали T_2 нинг киришига уланган C_1 конденсаторнинг разрядланиши натижасида $U_{\delta 2}$ камаяди. $t = t_1$ вақтида T_2 транзистор очилади ва схемада кўчкисимон жараён ривожланади. Бунда транзисторларнинг ҳамма электродларининг кучланиши сакрашсимо^н ўзгаради. T_2 транзисторнинг коллектори потенциали $U_{к2}$ деярли нолгача ўсади. Бунга мос равишда T_1 транзисторнинг база потенциали ўсади ва у беркилади. Беркилган T_1 транзисторнинг коллектори потенциали сакрашсимо^н равишда манфийроқ бўлади, худди шу қийматга T_2 транзисторининг база потенциали $U_{\delta 2}$ камаяди.

Сакрашлардан кейин секин кечувчи жараёнлар бошланади. Беркилган транзистор коллектор кучланиши максимал қийматга бирданига эришмайди, чунки $R_{к1}$ резистор орқали бир канча вақт ичида камаювчи C_1 конденсаторнинг разряд токи оқади. Тўйинган T_2 транзистор орқали C_2 конденсатор разрядланади, натижада T_1 транзисторнинг база потенциали $U_{\delta 1}$ камаяди. t_2 вақтда келиб, $U_{\delta 1}$ потенциали ноль сатҳга етади ва T_1 транзистор очилади. Шу ондан бошлаб схемадаги жараёнлар такрорланади. $U_{к1}$ ва $U_{к2}$ кучланишлари, $U_{\delta 1}$ ва $U_{\delta 2}$ кучланишлардек ярим даврга силжиган ва бир хил шаклга эга.

Тўйинган T_1 транзисторнинг база потенциали катта бўлмаган нолга яқин манфий қийматга эга.

$$U_{\delta 1} = i_{\delta} \cdot r_{\delta 3} = -\frac{E_{к} \cdot R_{\delta 3}}{R_{\delta 1} + R_{\delta 3}} \approx 0,$$

чунки $R_{\delta 1} \gg r_{\delta 3}$

Тўйинган T_1 транзисторнинг коллектор потенциали нолга яқин бўлган кичик манфий қийматга эга.

$$U_{к1} = -(E_{к} - i_{к1} \cdot R_{к1}) \approx 0$$

Чунки тўйинган транзисторнинг қаршилиги $R_{к}$ дан анча кичик.

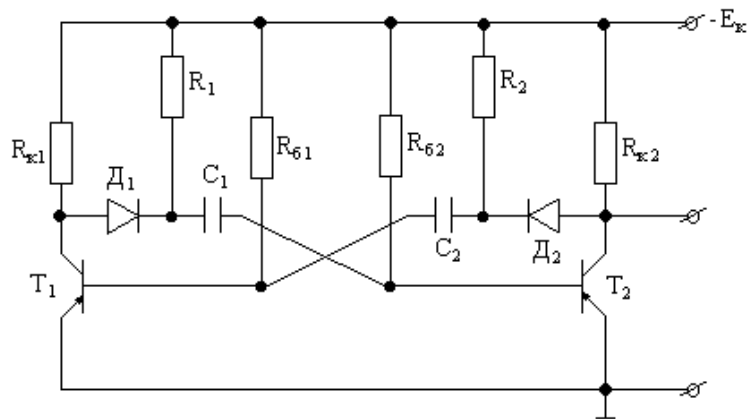
Ёпилган транзисторнинг коллектор потенциали максимал манфий қийматга эга.

$$U_{к2} = -(E_{к} - i_{к0} \cdot R_{к2}) \approx -E_{к}$$

Берк T_2 транзистор потенциали очик T_1 транзисторнинг коллекторига уланган C_1 конденсатордаги кучланиш билан аниқланади. Бу конденсатордаги бошланғич (максимал) кучланиш $E_{к}$ га тенг.

5-расмда келтирилган мультивибратор схемаси шакли тўғри бурчакликдан фарқ қилувчи импульслар шакллантиради: манфий импульснинг олд fronti ясси бўлади.

Бундай бузилишни сабаби C конденсатор $R_{к}$ қаршилик орқали зарядланишида, шунинг учун коллектор потенциали аста - секинлик билан $U_{к} \approx -E_{к}$ қийматга яқинлашади. Олд фронтнинг вақт давомийлиги $t_q \approx 3CR_{к}$.



7-расм.

Импульс шаклини яхшилаш учун C ва R_k қийматларини камайтириш керак. Аммо сиғим C камайиши билан чиқиш импульсининг вақт давомийлиги ҳам камаяди, чунки $t_u \approx 0.7CR_6$.

Уни сақлаб қолиш учун R_6 қаршилигини камайтириш керак, бу ўз навбатида схема термостабиллигининг ёмонлашувига олиб келади. R_k қаршилигини камайтириш транзистор тўйиниш токининг ошишига олиб келади ва коллектордаги кучланишнинг фарқини камайтиради, бу ўз - ўзидан кўзғатиш шартининг бузилишига олиб келади.

Чиқиш импульсининг шаклини сезиларли яхшилаш учун мультивибратор схемасига ўзгартириш киритиш керак. Коррекцияловчи диодли мультивибратор схемаси 7-расмда келтирилган.

$D_1(D_2)$ диодларнинг уланиши боғловчи $C_1(C_2)$ конденсаторнинг заряд токини коллектор резистори $R_{k1}(R_{k2})$ орқали эмас, балки $R_1(R_2)$ қаршилиқ орқали туташиши таъминланади.

Кучланиш сакрашлари битта транзистор коллекторидан иккинчисининг базасига узатилганда D_1 ва D_2 диодлар очик, чунки уларнинг катодларининг потенциали анодлариникидан манфийроқ бўлади.

Ҳақиқатан, тўнтарилиш вақтича тўйинган транзистор (масалан T_1) орқали D_1 анодига корпуснинг ноль потенциали, катодига эса (резистор R_1 орқали) $(-E_k)$ потенциали берилади. Тўнтарилиш вақтида T_1 нинг коллектор потенциали $U_{k1} (-E_k)$ сатҳгача тушмайди, шунинг учун диод D_1 очик ва у орқали T_1 коллекторидан сакрашлар қаршилиқсиз T_2 базасига узатилади.

Диод D_2 тўнтарилиш вақтига хиёл очик, чунки берк транзисторларнинг потенциали $U_{k2} = -(E_k - I_{ko} \cdot R_{k2}) (-E_k)$ дан бир - мунча юқори. Тўнтарилиш жараёнида U_{k2} манфий потенциали камаяди, демак D_2 диоди сакрашларнинг T_2 коллекторидан T_1 базасига узатилишига халақит бермайди.

Тўнтарилиш сакрашсимон тугаганидан кейин (T_1 беркилди, T_2 - очилди) T_2 эмиттер ўтиши орқали разрядланган C_1 конденсаторига ва R_1 қаршилигига R_1 қаршилигида ажралувчи, деярли E_k кучланиши қўйилади. Бунда D_1 катоди (корпусга нисбатан) потенциали ($U = U_{R1} - E_k$) га тенг бўлади ва нолга яқин бўлади, шу вақтда анод потенциали манфий ва ($\approx -E_k$) - диод D_1 берк ва C_1 конденсатори $+E_k$ - очик T_2 нинг эмиттер ўтиши - C_1 - R_1 - $(-E_k)$ контури бўйича зарядланади.

Бунинг натижасида тўнтарилишдан кейин берк транзистор коллекторидаги кучланиш асосий схемадан анча олдинроқ ($-E_k$) га яқин бўлади.

Заряд токи i_z камайиши билан U_{RI} кучланиши камаяди ва D_1 катода манфийроқ потенциалга эга бўлади. C_1 конденсатор бутунлай зарядланиб бўлганидан кейин ($i_z \approx 0$) диод D_1 очила бошлайди. Тўнтарилишдан кейин C_2 конденсатори $+E_k - T_2 - D_2 - C_2 - R_{\delta 1} - (-E_k)$ контур бўйича қайта зарядланади.

4 – ТАЖРИБА ИШИ

Оптоэлектрон блокинг-генератор схемасини текшириш

Ишдан мақсад:

1. Оптоэлектрон блокинг - генераторнинг ишлаш тамойилини ўрганиш.
2. Унинг тавсифларини ва параметрларини текшириш.
3. Схема параметрларининг ўзгаришини блокинг-генератор ишига таъсирини аниқлаш.
4. Тажрибада аниқланган натижаларни ҳисоблаш натижалари билан солиштириш.

Тажриба стендининг тузилиши.

Тажриба стендининг схемаси 1-расмда келтирилган. Барча тутқичлар ва бошқариш аъзолари стендининг олд панелига жойлашган. Шу ерга оптоэлектрон блокинг-генераторнинг схемаси туширилган.

Стенд кучланиши 220 В, частотаси 50 Гц бўлган бир фазали ўзгарувчан кучланиш манбаидан озиқлантирилади.

Тажриба ишини бажариш учун текширилаётган блокинг-генератор стендидан ташқари осциллограф ҳам керак.

Текширилаётган блокинг-генератор КТ 315 биполяр транзистор ва АОД 301 юқори частотали диодли оптрон асосида йиғилган. P_1 қайта улагич ёрдамида R қаршилиги ўзгартирилади. P_2 қайта улагич ёрдамида C конденсатор сиғими ўзгартирилади. Коллектор юкламасининг қаршилиги 510 Ом

Ишни бажариш тартиби

1. Транзистор база токининг ўзгариши асосида чиқиш импульси давомийлиги қуйидаги боғланиш ёрдамида аниқланади.

$$t_u = \frac{K \frac{E - U_{сид}}{R_k} - \frac{E - U_{э}}{R_1}}{\frac{E - U_{сид}}{\beta R_k} - I_{ко} - \frac{E - U_{э}}{R_1}} \quad (1)$$

Бу ерда:

E - таъминлаш манбаининг кучланиши $E \approx 15B$

$U_{э}$ - очик транзисторнинг кучланиши

$U_{сид}$ – светодиодадаги кучланиш тушуви.

$I_{ко}$ - танланган транзисторнинг иссиқлик токи

$K=0,2$ - оптроннинг узатиш коэффициенти

$E \gg U_{сид}$ бўлганда қуйидаги боғланиш ўринли:

$$t_U = RC \ln \frac{\beta K R_1 - \beta R_k}{R_1 - \beta R_k} \quad (2)$$

R_1 қаршилигининг қиймати катта бўлганда қуйидаги боғланишдан фойдаланиш мумкин:

$$t_U = RC \ln \beta K \quad (3)$$

Пауза давомийлиги боғланишдан аниқланади:

$$t_{II} = (R + R_1) \cdot C \ln \left[1 + \frac{R}{\beta R_k} (\beta K - 1) \right] \quad (4)$$

1-расмда келтирилган схема учун содда (2) ва (4) боғланишлардан фойдаланиш мумкин.

2. Юкламадаги импульс давомийлигини оптроннинг тескари боғланиш занжиридаги сигимининг қийматига боғлиқлиги графиги $t_U = f(C)$ олинсин ва қурилсин.

3. Юкламадаги импульс давомийлигининг R_1 қаршилиги қийматига боғлиқлиги графиги $t_U = f(R_1)$ олинсин ва қурилсин.

4. Қуйидаги нуқталардаги осциллограммалар чизиб олинсин: юклама қаршилигида транзисторнинг коллектор - эмиттер, база - эмиттер ўтишларида ва конденсатордаги ток шакли.

Ишни бажариш бўйича услубий кўрсатмалар

1-бандга Чиқиш импульси ва пауза давомийликларини ҳисоблаш учун (2) ва (4) боғланишлардан фойдаланилсин. Ҳисобот натижасини тажрибада олинган натижа билан солиштириш учун Π_1 ва Π_2

қайта улагичлар ёрдамида ўқитувчи томонидан берилган қаршилик ва сиғимнинг қийматлари ўрнатилади. Осциллограф ёрдамида импульс ва пауза давомийликлари аниқланади.

2-бандга Импульс давомийлигининг сиғим қийматига боғлиқлиги графигини аниқлаш учун P_1 қайта улагич ёрдамида қаршиликнинг ўқитувчи томонидан берилган қиймати ўрнатилади. P_2 қайта улагич ёрдамида сиғим ўзгартирилиб, осциллограф ёрдамида чиқиш импульси давомийлиги аниқланади.

3-бандга Импульс давомийлигининг қаршилик қийматига боғлиқлиги графигини аниқлаш учун P_2 қайта улагич ёрдамида сиғимнинг ўқитувчи томонидан берилган қиймати ўрнатилади. P_2 қайта улагич ёрдамида қаршилик қиймати ўзгартирилиб, осциллограф ёрдамида чиқиш импульси давомийлиги аниқланади.

4-бандга Конденсатордаги ток шаклини аниқлаш учун осциллограф конденсатор билан кетма-кет уланган 1 Ом қаршиликка уланади.

Ҳисобот таркиби

Ҳисобот қуйидагилардан иборат бўлиши керак

1. Текширилаётган блокинг-генератор схемасини ўз таркибига олган тажриба ишининг баёни;
2. Чиқиш импульси ва пауза давомийлигининг ҳисобланган қийматлари.
3. Олинган боғланишларнинг графиги.
4. Ҳисоблаш натижалари ва хулосалар.
5. Кўрсатилган нуқталардаги кучланишларнинг осциллограммалари.

Тажриба ишини бажариш учун саволлар

1. Қандай қурилма блокинг-генератор деб номланади?
2. Нима учун ўрганилаётган схемада импульс трансформатори ўрнига оптрон ишлатилади?
3. Оптрон нима ва унинг қандай турларини биласиз?

Тажриба ишидан олинган билимларни синаш учун саволлар

1. Оптоэлектрон блокинг-генераторнинг асосий элементларини кўрсатинг.
2. Оптоэлектрон блокинг-генератор чиқишдаги импульсларнинг давомийлиги ва пауза давомийликлари схеманинг қайси параметрларига боғлиқ?
3. Фотодиодли оптроннинг схемадаги вазифаси нимадан иборат?
4. Текширилаётган блокинг-генераторнинг ишлаш тамойилини тушунтиринг.
5. Блокинг-генератор схемасидаги конденсаторнинг вазифаси нимадан иборат?
6. Блокинг-генератор қўлланиши соҳалари тўғрисида маълумот беринг.

Қисқача назарий маълумотлар

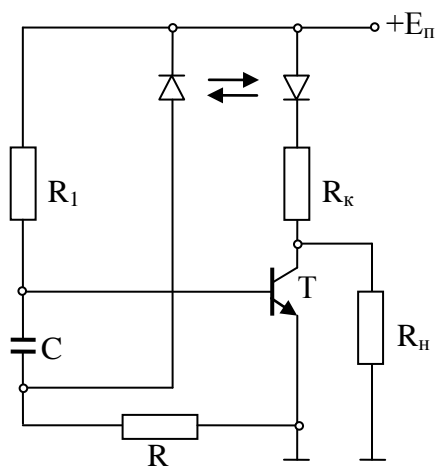
Оптронларнинг яратилиши ва кенг қўламда ишлаб чиқарилиши улар асосида қурилмалар яратишга имконият беради.

Оптронларнинг ўлчамлари кичик ва кириш ҳамда чиқиш ўртасида гальваник боғланиш мавжуд эмас. Уларнинг бу хусусиятлари анъанавий гальваник ажратиш учун импульс трансформаторлари қўлланган қурилмаларда қўллаш имкониятини яратади. Бунда блокинг генераторнинг куйидаги асосий афзалликлари сақланиб қолади: соддалиги; тезкорлиги ва катта фойдали иш коэффициентлари; юклагамага кам қувват бериш имконияти.

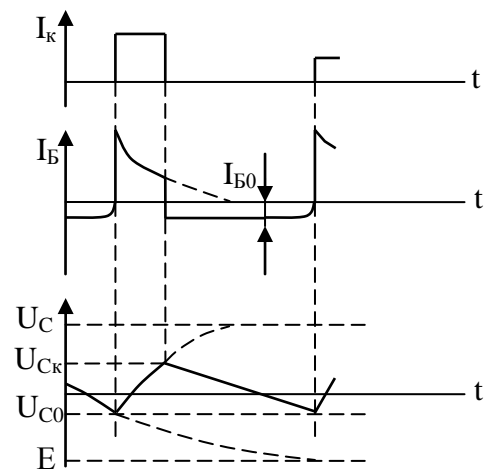
Оптоэлектрон блокинг генератор – бу мусбат тескари боғланиш билан камралган бир каскадли кучайтиргич. Мусбат тескари боғланиш диодли оптрон ёрдамида ҳосил қилинади. Агар транзистор базасининг потенциалининг ишораси транзисторнинг очиқ ҳолатига мос келса, блокинг-генератор ўз-ўзидан қўзғалиш режимда ишлайди, қолган ҳолларда – кутувчи режимда ишлайди.

Мусбат тескари боғланиш транзисторнинг ҳам очилиши, ҳам ёпилиши вақтида таъсир кўрсатади, бу эса чиқиш импульслари фронтларининг кичик қийматини таъминлайди.

Таъминлаш манбаи кучланиш уланганда ва R_1 қаршиликдаги кучланиш тушуви ҳосил қилувчи силжиш кучланиши таъсирида T транзистор очила бошлайди. Унинг коллектор токининг ортиши фотодиод орқали ўтувчи токни ҳосил қилади; бу токнинг бир қисми конденсатор орқали транзистор базаси занжирига тушади ва уни янада кўпроқ очади. Бу ўсувчи тезликка эга бўлган регенератив жараён T транзисторни бутунлай очади ва у чуқур тўйиниш режимига ўтади. Энди импульснинг чўққиси шакллана бошлайди.



1-расм



2-расм

2-расмда келтирилган вақт диаграммаларидан кўриниб турибдики, конденсатор зарядлангани сари транзисторларнинг база токи камаяди,

коллектор токи эса ўзгармас бўлиб туради, чунки транзистор тўйиниш ҳолатида бўлади.

Конденсатор зарядлангани сари, у орқали ўтувчи ток, демак база токи ҳам камаяди ва шундай вақт келадикки, бу ток транзисторни тўйинишда ушлаб тура олмайди. У актив режимга ўтади ва беркила бошлайди. Шу вақтда импульс чўққисининг шаклланиши тугайди.

Коллектор токининг камайиши фотодиод токини ва транзисторнинг токини камайтиради, яъни транзистор беркилиши вақтида ҳам диодли оптрон орқали мусбат тескари боғланишнинг таъсири намоён бўлади ва транзистор тез беркилади. Кейин кўчкисимон жараёнлар яна такрорланади. Чиқиш импульсларининг частотаси ва давомийлигини ўзгартириш учун таъминлаш манбаи кучланишининг ва схема элементларининг параметрларини ўзгартириш керак.

Адабиётлар

1. Чурбаков А.В. Импульсные устройства с диодными оптронами.–М.: Радио и связь, 1980
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М.: Энергия, 1992
3. Алексеенко А.Г., Шатурн И.И. Микросхематика.–М.: Радио и связь. 1982
4. Гершунский Б.С. Основы электроники и микроэлектроники.–Киев: Вища шк., 1989
5. Ушаков В.Н. Электротехника и электроника.– М.: Радио и связь, 1997
6. Прянишников В.А. Электроника. СП б. Корона, 2004
7. INTERNET: www.ire.krgtu.ru.

МУНДАРИЖА

1 – тажриба иши. Операцион кучайтиргич асосидаги компаратор ва интегратор схемаларини текшириш.....	– 3
2 – тажриба иши. Операцион кучайтиргич асосидаги триггер ва мультивибратор схемаларини ўрганиш.....	– 9
3–тажриба иши. Автотебранувчи мультивибратор схемасини текшириш.....	– 19
4 – тажриба иши. Оптоэлектрон блокинг-генератор схемасини текшириш.....	– 29
Адабиётлар	– 33