

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НИЗОМИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ

«КАСБ ТАЪЛИМИ» ФАКУЛЬТЕТИ

“Sanoat elektronikasi” fanidan

KURS ISHI

Мавзу: Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси.

Бажарди: ТМ – 401 гуруҳ

талабаси *Маткосимов Н.*

Текширди: *Ш.А.Шарипов.*

Тошкент 2014 й.

Мундарижа

Кириш

Курс иши мавзусининг долзарблиги

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили

I-Боб. Асосий қисм.

1.1. Аррасимон генераторлар

1.2. Электрон калитлар

1.3. Мультивибраторлар

1.4. Мантикий алгебра асослари

1.5. Ҳисоблаш техникасининг мантикий элементлари.

Хулоса

Фойдаланилган адабиётлар руйҳати

Кириш

«Таълим-тўғрисида»ги Қонун ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» йўл-йўриқлари узлуксиз таълим-тарбия тизими, жумладан, умумий ўрта ва касб-хунар таълимидаги ислохотларнинг ижро механизми бўлиб хизмат қилмоқда. Мустақил мамлакатимизда касб-хунар таълими алоҳида босқич сифатида шакллантирилмоқда.

Республикамиз Президенти Ислом Каримов такидлаганидек «Биз олдимизга қандай вазифа қўймайлик, қандай муоммони ечиш зарурати туғилмасин гап охир-оқибат, бари бир кадрларга бориб тақалаверади. Шу жумладан айтиш мумкинки, бизнинг келажагимиз, мамлакатимизнинг келажаги, ўрнимизга ким келиши ёки бошқача қилиб айтганда, қандай малакали кадрлар тайёрлашимизга боғлиқ.

Ушбу муаммони ҳал қилиш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 4 октябрида қабул қилинган «Ўрта махсус, касб-хунар таҳлими муассасалари учун педагог кадрлар тайёрлаш тизимини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги № 400-сонли қарори қабул қилиниши мазкур муаммонинг долзарблилигини билдиради.

Тадқиқот мақсади: Ўқувчиларга “Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси” мавзусини ўқитишда янги педагогик технологияларни қўллаш ва уларнинг самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти: Касб хунар коллежларида махсус фанларни ўқитиш жараёни.

Тадқиқотнинг предмети: Касб хунар коллежларида Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси тўғрисида билим, кўникма ва малака ҳосил қилишда педагогик технологиялардан фойдаланиш шарт-шароитлари.

Тадқиқотнинг илмий фарази: Тадқиқотнинг мақсадидан келиб чиққан ҳолда қуйидаги фараз илгари сурилади; ўқувчиларда техник-технологик, конструкторлик ва Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси ҳақида маълумотлар беришда билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш

жараёни самарали бўлади. Агар:

- ўқувчиларнинг Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси тўғрисидаги билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш педогогик технологиялар асосида, олиб борилса.

- ўқитиш жараёнида ноанъанавий ўқитиш шакллари, методлари, воситаларидан самарали фойдаланилса.

Тадқиқот вазифалари: тадқиқот предмети ва фаразларига мувофик тадқиқот вазифалари этиб қуйидагилар белгиланди:

1. Илмий асослари ва ишларини аниқлаш.
2. Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси бўйича билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш мазмунини таҳлил қилиш.
3. Импульсли қурилмалар ва ҳисоблаш техникаси тўғрисида маълумотлар беришда дарс самарадорлигини оширишда замонавий педагогик технологияларни дарс жараёнида қўллаш.

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили

Курс ишнинг илмий-методик асосларини ёритишда бир нечта адабиётлардан фойдаландик.

Мавзуни ёритишда И.А. Каримовнинг “Баркамол авлод орзуси” асари ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»дан фойдаландим.

Н.А.Муслимовнинг ишларида бўлажак касб таҳлими ўқитувчисини касбий шакллантириш муаммосининг ижобий ечимини тахминловчи омиллар сифатида масофавий таҳлим тизими ва электрон дарсликлардан фойдаланиш борасидаги изланишлар келтирилган.

Ў.Қ.Толипов ишларида эса олий педагогик таҳлим тизимида бўлажак ўқитувчиларда умуммехнат ва касбий кўникма ҳамда малакаларни ривожлантириш жараёнида педагогик технологияларни самарали қўллашнинг мезонлари ва назарий асослари яратилган. Умуммехнат ва касбий кўникма ҳамда малакаларини ривожлантириш самарадорлиги ҳамда

сифатини назорат қилишнинг педагогик технологиялари асосидаги кўрсаткич ва мезонлари ишлаб чиқилган.

К.Давлатов, А.Варобҳев, И.Каримов «Меҳнат ва касб таҳлими , тарбияси ҳамда касб танлаш назарияси ва методикаси» номли ўқув адабиётида меҳнат ва касб таҳлими методологияси, тамойиллари, мазмуни , шакл ва методлари ёритилган.

Психология соҳасида республикамиз психолог-олимларидан М.Г.Давлетшин Э.Гозиев ва Р.И.Суннатовалар томонидан олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишлари ҳам эҳтиборга моликдир. Натижалардан маълум бўлишича, ўқувчиларнинг педагогика-психология ва ихтисослик фанларини ўзлаштиришлари таҳлим-тарбия самарадорлигини янада юксалтириш учун муҳим омил бўлади.

А.С.Каримов ва бошқалар. «Электротехника ва электроника асослари», А.А.Чунихин «Электрические аппараты», Д.А.Лепаев «Уй-рўзғор электр асбоблари ва машиналари ремонтчи слесари учун справочник» номли адабиётлардан фойдаланилди.

I-Боб. Асосий қисм.

1.1. Аррасимон генераторлар

Чекланган вақт оралиғида чиқиш кучланишининг даврий, бир текис ортиб сўнг бошланғич ҳолатига кескин қайтишига чизиқли ўзгарувчан (аррасимон) генераторлар дейилади.

Аррасимон тебранишнинг кўриниши 7.1-расмда ифодаланган бўлиб, у қуйидаги катталиклар билан характерланади: тебраниш даври T , иш йўлининг давомийлиги T_p , тескари иш йўлининг давомийлиги $T_{мес}$, амплитудаси U_m , чизиқсизлик коэффиценти ε .

Чизиқсизлик коэффиценти қуйидагича аниқланади:

$$\varepsilon = \frac{\left| \frac{du}{dt} \right|_{t=0} - \left| \frac{du}{dt} \right|_{t=T_p}}{\left| \frac{du}{dt} \right|_{t=0}} \quad (7.1)$$

Бунда $\left| \frac{du}{dt} \right|_{t=0}$ ва $\left| \frac{du}{dt} \right|_{t=T_p}$ - кучланиш иш йўлининг бошланғич ҳолатидаги ва иш йўлини охириги ҳолатидаги ўзгариш тезликлари.

Амалиётда ишлатиладиган аррасимон генератор (АГ) нинг T_p иш йўналишининг давомийлиги бир неча микросекунддан бир неча 100 секундгача бўлиши мумкин. U_m амплитудаси эса 1 дан 1000 В гача бўлиши мумкин. $T_{мес}$ эса T_p нинг 1 дан 50% гача бўлиши мумкин. Кўпчилик амалий схемаларда $\varepsilon < 1$ бўлади.

Кўпинча аррасимон кучланишни, конденсаторни зарядлаш ва разрядлаш йўли билан олинади. Бизга маълумки, конденсатордаги кучланишнинг қиймати U_c занжирдаги ток билан қуйидагича боғланади:

$$u_c = \frac{1}{C} \int i_c dt \quad (7.2)$$

U_c кучланишни қиймати чизикли ўзгариш ҳолати учун қуйидагига тенг:

$$\frac{du_c}{dt} = \text{const.} \quad (7.3)$$

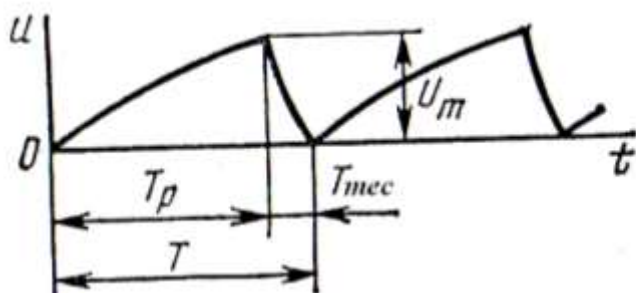
Бу икки формуладан қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{du_c}{dt} = \frac{i_c}{C} = \text{const}$$

Бундан кўринадики, кучланишнинг ўзгариши чизикли бўлиши учун конденсатор токининг қиймати ўзгармас бўлиши керак. Яъни

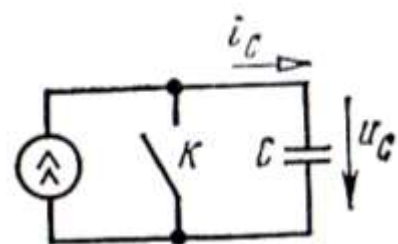
$$U_c = \frac{i_c \cdot t}{C}$$

Даврий аррасимон кўринишли импульс ҳосил қилиш учун конденсаторни даврий зарядлаш талаб қилинади. Яъни АГ нинг функционал схемаси 7.2-расмда кўрсатилганидек бўлиши керак. Бунда калит ўчирилганда конденсатор ўзгармас ток манбаи орқали ўзгармас қийматдаги i_c токи билан зарядланади. К калит уланган ҳолатда эса конденсаторнинг



разрядланиш жараёни бошланади.

7.1-расм. Аррасимон тебранишли кучланишнинг кўриниши



7.2-расм. Аррасимон генераторнинг функционал схемаси

7.3.а-расмда АГ нинг электр схемаси ифодаланган бўлиб, унда калит ўрнида транзистор ўрнатилган. Транзистор очилиб ёпилиши эса манфий ишорага эга бўлган $U_{кир}$ кириш импульси орқали бошқарилади (7.3.б-расм).

Бошланғич ҳолатда транзистор тўйинган (калит уланган). Бундай ҳолатни ҳосил қилиш учун R_B ва R_K қаршиликларнинг нисбатларини танлаш йўли билан эришилади. Транзисторнинг киришига T_p давомийликдаги импульс узатилса, у ёпилади (калит узилади) C конденсатор $+E_K$ манбадан R_K қаршилиги орқали зарядланади. Конденсатордаги кучланиш экспонента кўринишида ўзгариб, (7.3.б- расм) U_c нинг қиймати қуйидаги қонуният билан ифодаланади:

$$U_c = E_k \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

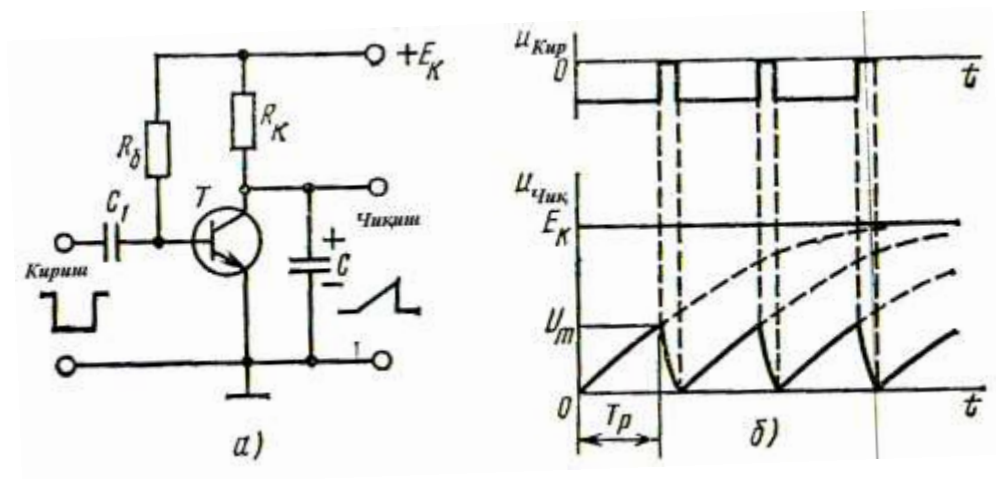
Транзистор киришидаги импульс тугаши билан, транзистор тўйинган (калитнинг уланган) ҳолатига ўтади. Конденсатор эса транзисторнинг коллектор –эмиттер оралиғи орқали разрядланади (7.3.б-расмга қаранг). U_c нинг бошланғич қисми чизикли бўлганлиги сабабли U_c нинг бошланғич қисмидан фойдаланилади. Бундай ҳолатда импульснинг чизиксизлик коэффициенти кичик бўлади, лекин $\frac{U_m}{E_k}$ нисбат кичик қийматга эга бўлади.

Шу сабабли бундай схема кам қўлланилади.

Юқори сифатли АГ лар операцион кучайтиргичларда ҳосил қилиниши мумкин. 7.4.а-расмда операцион кучайтиргичли микросхемалар (153УД2 маркали) дан аррасимон генератор ясалгандир. Бу схемада C ва R элементлари орқали операцион кучайтиргичларда манфий тескари боғланиш ҳосил қилинган бўлиб, чиқиш кучланиши $U_{чик}$ қуйидагига тенгдир:

$$U_{чик} = U_c = \frac{i_c}{C}$$

Чиқиш кучланишининг қиймати тиристорнинг таянч кучланишидан ортиши билан тиристор очилади ва конденсатор у орқали разрядланади ҳамда $U_c = U_{чик}$ камая бошлайди унинг қиймати тиристор ёпилиш қийматига етгунга қадар камаяди ва тиристор ёпилади. Сўнг яна конденсаторнинг зарядланиш жараёни бошланади. Бу

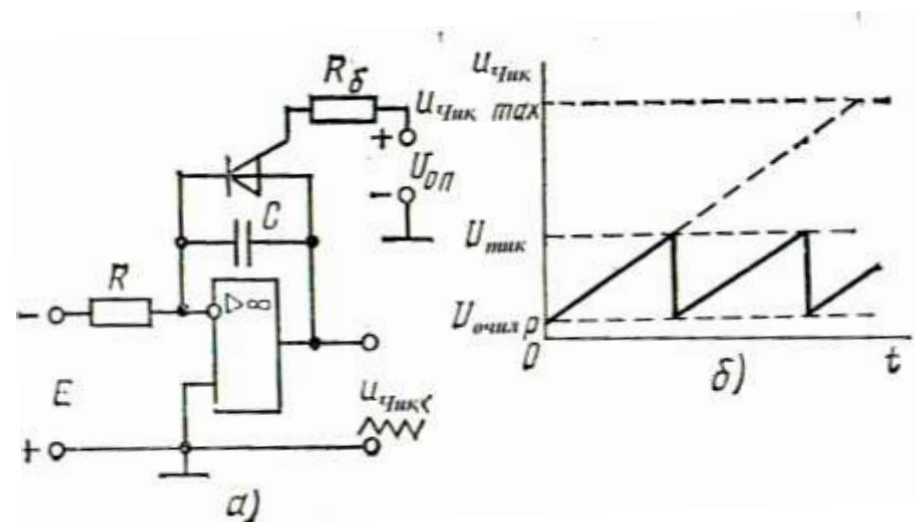


7.3-расм. Аррасимон генераторнинг электр схемаси (а) ва характеристикаси (б).

жараён даврий қайтарилади. Операцион кучайтиргич тўйиниш нуқтасига етмаслиги учун $U_{таянч} < U_{чик, max}$ тенгсизлик бажарилиши керак. Чикиш импульсининг қайтарилиш частотаси қуйидагича аниқланади:

$$f = \frac{E}{RC} \frac{1}{U_{май} - 1}. \quad (7.4)$$

53УД2 маркали микросхема (7.4.а-расм) да $E=1В$, $U_{таянч}=1-6В$, $R=100кОм$, $C=0,1мФ$, $R_Б=1,5 кОм$ қийматлари учун чиқиш импульснинг такрорланиш частотаси $f=20$ Гц, импульснинг максимал қиймати 6 В га тенг бўлади. (7.4) формуладан кўринадики, E ва $U_{таянч}$ ларнинг қийматларини ўзгартириб, чиқиш импульсининг такрорланиш частотасини ўзгартириш мумкин экан.



7.4-расм. Аррасимон генераторнинг ОК да йиғилган схемаси (а) ва харақтеристикаси (б)

1.2.Электрон калитлар

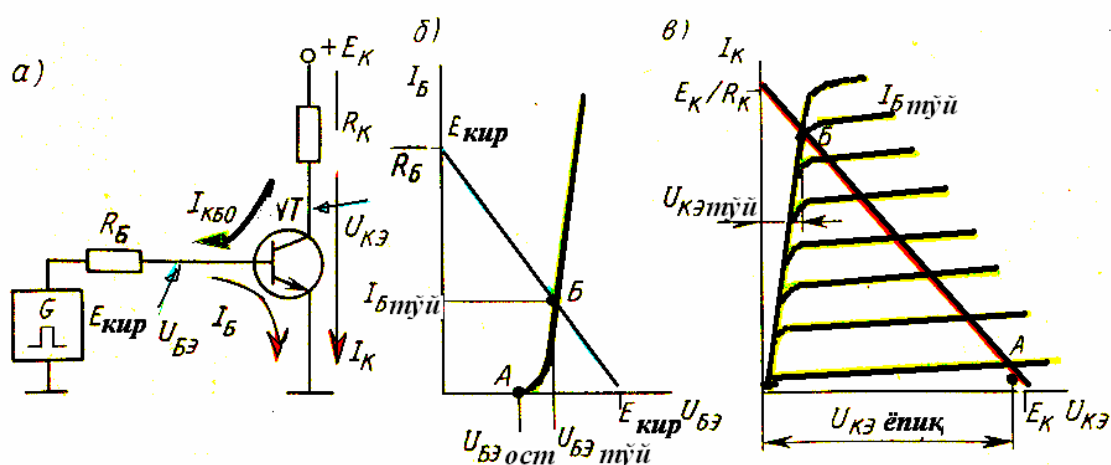
Электроникада калит ўрнида транзисторлар ишлатилади. Бундай калитларни транзистор калитлари деб юритилади. Транзистор калитлар электрон схемаларнинг электр занжирларини улаш ва узиш (коммутация) учун хизмат қилади.

Оддий релеларга қараганда транзисторли калитлар юқори узиб-улаш тезлигига эга бўлиб, узмасдан туриб турли занжирларни шу жумладан, катта қувватли занжирларда ток йўлини беркитади (транзистор ёпиқ ҳолатда транзистор қаршилиги кескин ортади, транзистор занжирга кетма-кет уланганлиги сабабли ток оқиб ўтаётган занжирнинг қаршилиги ҳам ортади натижада занжирдан ток оқиб ўтмайди). Транзистор электрон калит вазифасида ишлаганда тўлиқ очик ёки тўлиқ ёпиқ ҳолатда ишлайди. Бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш вақти жуда кичикдир.

Транзисторли калитларнинг камчилиги тўйиниш ҳолатида транзисторда қолдиқ кучланиш ва очик ҳолатда ишлаганда қолдиқ токнинг мавжудлиги яъни занжирнинг тўла уланмаслиги ёки узилмаслиги ҳисобланади.

УЭ схемада йиғилган транзисторли электрон калит схемаси (7.5.а-расм) кўрсатилган. Бошқарув кучланиш базага R_B резистори орқали G импульс генераторидан келаётган $U_{кир}$ узатилади. Транзистор базасида кучланиш $U_{БЭ} < U_{БЭ_{ост}}$ (7.5.б-расм) бўлганида унинг база ва коллектор токлари нольга тенг яъни транзистор ёпиқ ҳолатда ишлайди. Бу ҳолатда R_K резистори

орқали фақат $I_{КБ0}$ (коллекторни тескари ўтиш токи) кичик бошқарилмайдиган коллектор токи ўтиб, R_K да кичик кучланиш ҳосил қилади. Транзисторга тушаётган $U_{КЭ}$ кучланишининг қиймати E_K манба кучланишининг қийматидан бироз кичик бўлади, транзисторнинг бундай иш ҳолати юклама чизигининг А нуқтасига мос бўлади (7.5.в-расм). Транзисторнинг бундай ҳолати реле контактларининг узилган ҳолатига тўғри келади яъни юклама R_K манба кучланиши E_K дан узилган.



7.5-расм. Электрон калит схемаси (а) ва уни ишлашининг анафликларда тасвирланиши (б)

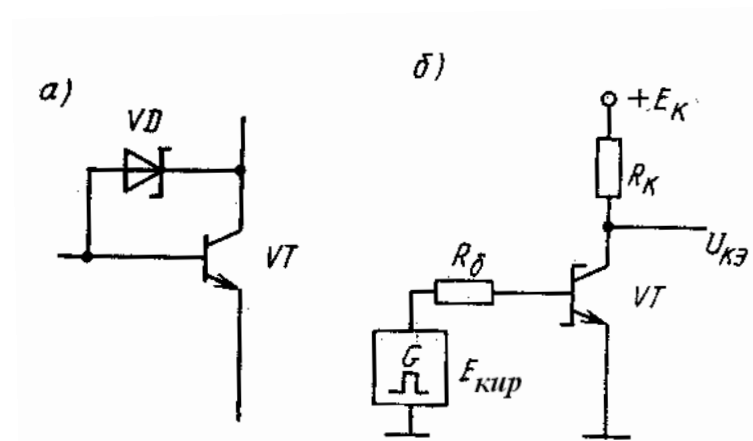
Транзисторни очик ҳолатга ўтказиш учун $U_{БЭ}$ кучланишини I_B тўйиниш қийматигача орттирилади. Бу ҳолатга юклама чизигидаги Б нуқта мос келади. Транзистор коллекторида кучланиш $U_{КЭтўй}$ даражасигача пасаяди яъни R_K очилган транзистор орқали E_K манбаига уланади.(транзисторнинг очик ҳолатининг қаршилиги нольга тенг, $R \rightarrow 0$)

Калит-транзисторнинг коллектор занжирининг уланиш лаҳзаси кириш сигнали пайдо бўлиш лаҳзасига нисбатан бир оз ортда қолади (кечикади), бу транзисторнинг хусусий сиғимларини зарядланиш жараёни ҳисобига содир бўлади.

Калит-транзисторнинг ўчирилиш лаҳзаси ҳам кечикади, бунга транзисторнинг тўйинган ҳолатдаги зарядларни базага сингиш жараёни сабаб бўлади. Калитни ишлаш тезлигини орттириш учун, юқори чегара частотали узатиш ток коэффицентли ва кичик хусусий сиғимга эга бўлган транзистор танланади. Шу билан бирга транзистор тўйиниш даражасини пасайтириш ёки

тўйиниш даражасига етмаган (тўйинмаган калитлар) ҳолатни танлаш орқали эришилади. Охирги эътироф этилган усул амалиётда кўпроқ ишлатилади.

Тўйинмаган калитлар шотки транзисторларида бажарилади, улар оддий транзистордан ташкил топган бўлиб, коллектор ўтиши шотки диоди билан қисқа туташтирилгандир (7.6.а-расм). Ундан оетаётган ток асосий заряд ташувчилардан ташкил топади. Шотки диодида заряд тўпланиши содир бўлмаганлиги сабабли уни ёпилиши учун жуда кам вақт (0,1нс) талаб этилади. Очик диодда тўғри кучланиш қиймати тахминан 0,4 В ни ташкил этади. Очик кремнийли транзисторнинг р-п ўтишида эса бу қиймат 0,5-0,6 В ни ташкил этади. Шу сабабли база токи Шотки диоди орқали ўтади. Коллектор ўтиш орқали ўтадиган ток эса жуда ҳам кичик бўлади. Шотки транзисторлари биполяр транзисторларга нисбатан бир неча ўн марта катта тезликка эгадир. Шотки транзисторида бажарилган калит схемаси 7.6.б-расмда кўрсатилган.



7.6-расм. Шотки транзистори (а) ва унда йиғилган электрон

1.3. Мультивибраторлар

Импульс қурилмаларида гармоник бўлмаган тебраниш генераторлари кўп ишлатилади. Уларнинг тебранишлари релаксацион тебранишлар деб аталади. Релаксацион генераторлар гармоник тебраниш генераторлари каби ўзгармас ток манбаи энергиясини махсус шаклдаги (тўғри тўртбурчак, учбурчак, аррасимон ва бошқалар) ўзгарувчан ток энергиясига айлантириб беради. Ана шундай релаксацион генераторлардан бири — мультивибратор бўлиб, у шакли тўғри тўртбурчакка яқин тебранишлар манбаидир. Тузилиши жиҳатидан у кучли мусбат тескари боғланишли икки каскадли резисторларда тузилган кучайтиргичдир.

Мультивибраторнинг уч хил асосий иш режими мавжуд: автоматик тебраниш, синхронизация ва кутиб туриш режимлари.

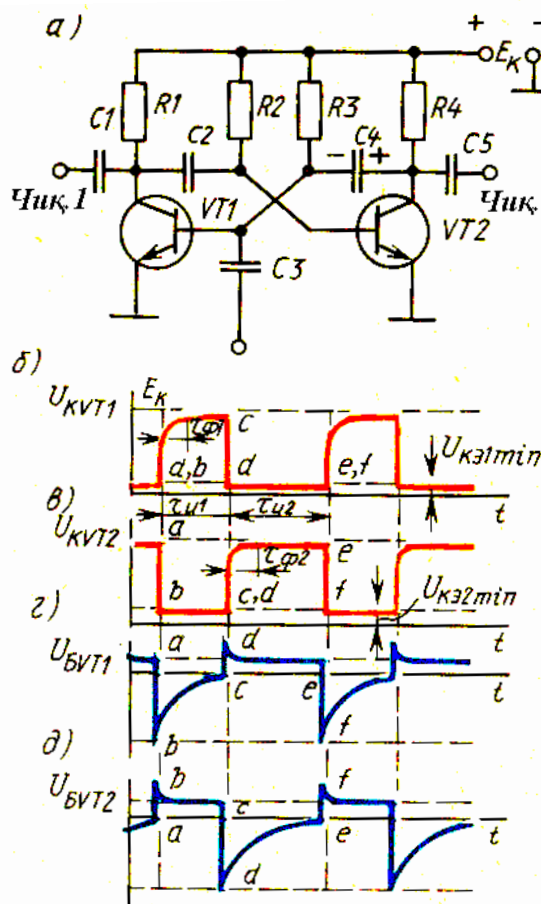
Автоматик тебраниш режимида мультивибратор ўз-ўзидан уйғонадиган генератор каби ишлайди, яъни тебраниш тизимнинг ички жараёнлари ҳисобига ҳосил бўлади. Шунинг учун импульсларнинг давом этиш вақти, такрорланиш частотаси ва бошқалар қурилманинг параметрларига боғлиқ бўлади. Уларни схемадаги элементларнинг қийматини ўзгартириш ҳисобига, маълум чегаравий қийматлар орасида ўзгартириш мумкин.

Мультивибратор синхронизация режимида ҳам ўз-ўзидан уйғонувчи генератор сингари ишлайди. Лекин ишлаб чиқариладиган тебранишларнинг такрорланиш частотаси ташқаридан таъсир этадиган синхронловчи (бир хилловчи) импульснинг частотаси билан бошқарилади. Умумий ҳолда синхронловчи импульснинг частотаси мультивибратор ишлаб чиқарадиган тебранишнинг частотасидан кичик бўлади. Лекин схема элементларини танлаш йўли билан уларни тенг қилиб олиш мумкин.

Мультивибратор кутиб туриш режимида ташқи туртки таъсирида ишловчи генератор ҳисобланади.

Шунинг учун у ҳар сафар ташқи махсус импульс таъсир этгандан кейингина ишлайди. 7.7.а-расмда автотебранувчи мультивибратор схемаси ифодаланган бўлиб, унда VT1 ва VT2 транзисторлари калит режимида ишлайди. Улар бир-бири билан резистив-сиғим занжири орқали мусбат тескари боғланиш ҳосил қилинган. Мультивибраторнинг автоматик тебранишда ишлаш режимини кўриб чиқамиз (7.7.б-расм).

а моментда VT1 транзистори очик (7.7.б-расм) R3 резистори орқали ўтадиган ток билан тўйинган ва унинг коллекторидаги $U_{KЭ1min}$ кучланиш қиймати кичикдир. C2 конденсатор кучланиши R2 резистори орқали разрядланиши натижасида нолга яқинлашади. VT2 транзистори базасидаги кучланиш U_{C2} ва $U_{KЭ1}$ кучланишлари йиғиндисидан иборат ва мусбат бўлиб қолади. VT2 транзистори очилади, унинг коллекторидаги кучланиш камаёди, U_{C4} ва $U_{KЭ2}$ кучланишлари йиғиндисидан иборат VT1 транзистори базасидаги кучланиши эса манфий бўлиб қолади ва унинг кескин ёпилишига олиб келади. VT1 транзистори ёпиқ коллектордаги кучланиш экспонент бўйича ошади. Чунки деярли нолгача разрядланган C2 конденсатори унга параллел уланган. Шу вақтда конденсатор C2 зарядлана бошлайди. Унинг заряд токи E_K манбанинг мусбат ишорали клеммасидан R1 резистор, C2 конденсатор ва VT2 транзисторнинг эмиттер ўтиши орқали E_K манбанинг манфий ишорали клеммасига оқиб ўтади.



7.7-расм. Мультивибратор
схемаси (а) ва унинг вақт
диаграммаси (б)

б моментда VT2 транзистор тўйиниш ҳолатига тўлиқ ўтади. VT1 транзисторининг эмиттерли ўтишига C4 зарядланган конденсатор уланади, унинг қутб ишоралари 7.7.а-расмда кўрсатилган.

Унинг очилиш вақти C4 конденсаторининг разряд вақти билан белгиланиб, C4 конденсатор очик VT2 транзистор ва R3 резистор орқали разрядланади.

с моментда конденсатор C4 тўлиқ разрядланади. Бунда VT1 транзисторининг базасидаги кучланиш мусбат қийматга эга бўлиб, у очила бошлайди, E_K манба кучланиши қийматигача зарядланган C2 конденсатори VT1 орқали VT2 транзисторининг базасига уланади ва ҳокозо.

7.7.а,д-расмда кўрсатилган импульсли кўринишдаги даврий жараён орасидаги вақт узинлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\tau_{u1} \approx 0,7 R3 C4; \quad \tau_{u2} \approx 0,7 R2 C2;$$

Схеманинг чиқишидаги импульсларнинг частотаси ва даврий кетма-кетлиги қуйидагича аниқланади:

$$f_u \approx \frac{1}{0,7(R3 C4 + R2 C2)}; \quad T_u \approx 0,7(R3 C4 + R2 C2);$$

Агарда схеманинг жараён вақтини ташкил этувчи асосий $R2$, $R3$ резисторлари ва $C2$, $C4$ конденсаторларнинг қийматлари тенг бўлса, мультивибратор симметрик дейилади ва генератор ишлаб чиқараётган импульс сигналининг тиклиги 2τ га тенг бўлади.

Симметрик мультивибратордан чиқётган импульсларнинг катталиклари қуйидагича аниқланади:

$$\tau_u \approx 0,7 RC; \quad T_u \approx 1,4 RC; \quad f_u \approx \frac{1}{0,7 RC}$$

бу ерда R - $R2$ ва $R3$ резисторларнинг қаршилиги, C - $C2$ ва $C4$ конденсаторларнинг сифими.

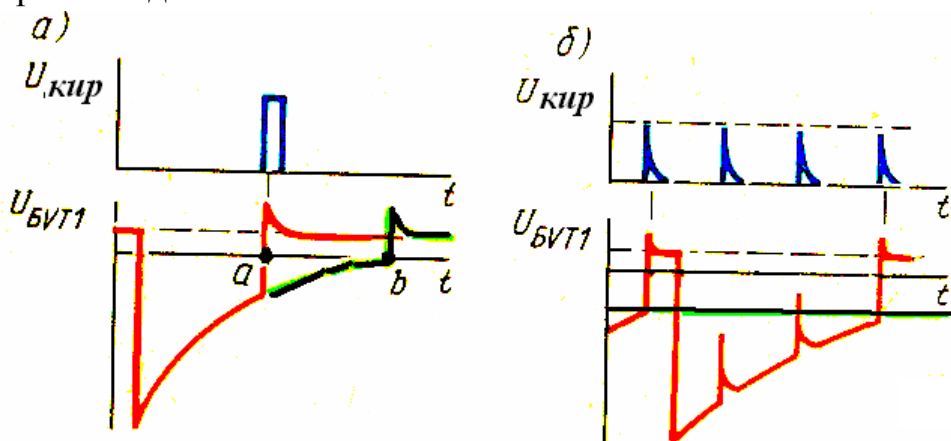
Транзисторлар коллекторларидаги импульслар фронтларининг давомийлиги қуйидагича аниқланади:

$$\tau_{\phi1} \approx 2,3 R1 C2; \quad \tau_{\phi2} \approx 2,3 R4 C4$$

Ўз-ўзини уйғотишнинг осонлиги мультивибраторларнинг асосий устунлиги ҳисобланади. Камчилиги эса чиқиш импульсининг олд фронтининг тик эмаслигидир (7.7.б,в-расм). Операцион кучайтиргичда бажарилган мультивибраторлар бундай камчиликка эга бўлмайдилар.

Синхронлаш режими генератор $U_{\text{кпр}}$ импульслари билан яхши синхронлашади (7.8.а-расм), уларнинг частотаси схемада ҳосил бўлаётган тебранишлар частотасидан бир неча марта катта бўлади. Агарда схема автотебраниш режимида ишлаганда эди VT1 транзистори b моментда очилган бўлар эди. Синхроимпульс транзисторни бир мунча илгарироқ a моментда очади. Схема VT1 транзистори очик VT2 транзистори эса ёпиқ бўлса, иккинчи даврий барқарор ҳолатига мажбурий ўтади. Бу ҳолатнинг давомийлиги $R2$ резистор орқали $C2$ конденсаторининг разрядланиш вақти билан аниқланади. Шундан кейин схема вақтинча биринчи даврий барқарор ҳолатига қайтади. Синхронлаштиришнинг навбатдаги импульсида бу жараён такрорланади. Шундай қилиб, мультивибратор тебраниш частотасининг барқарорлиги синхроимпульслар частотасининг барқарорлиги билан аниқланади.

Мультивибратор частотани бўлиш режимида ҳам ишлай олади (7.8.б- расм). Бундай ҳолатда VT1 транзистор базасига синхронловчи кетма-кет импульси $U_{\text{кпр}}$ узатилади, унинг частотаси мультивибратор ишлаб чиқараётган импульс частотасидан бир неча марта катта бўлади. Синхронловчи импульсларнинг амплитудалари шундай танлаб олинадики, бунда унинг 2 ёки 3 ва ҳокозо импульсларида мультивибраторнинг бир турғун ҳолатдан иккинчи турғун ҳолатга мажбурий ўтиши таъминлансин. Шунга мос равишда мультивибратор чиқиш кучланишининг частотаси синхронловчи кириш импульсли кетма-кетлик частотасидан 2 ёки 3 баробар кичик бўлади. Агарда бўлиш коэффициенти 10 дан ортмаса мультивибратор барқарор ишлайди.



7.8-расм. Синхронизация жараёнида ваџт диаграммаси
(а) ва мультивибратор ёрдамида частоталарни

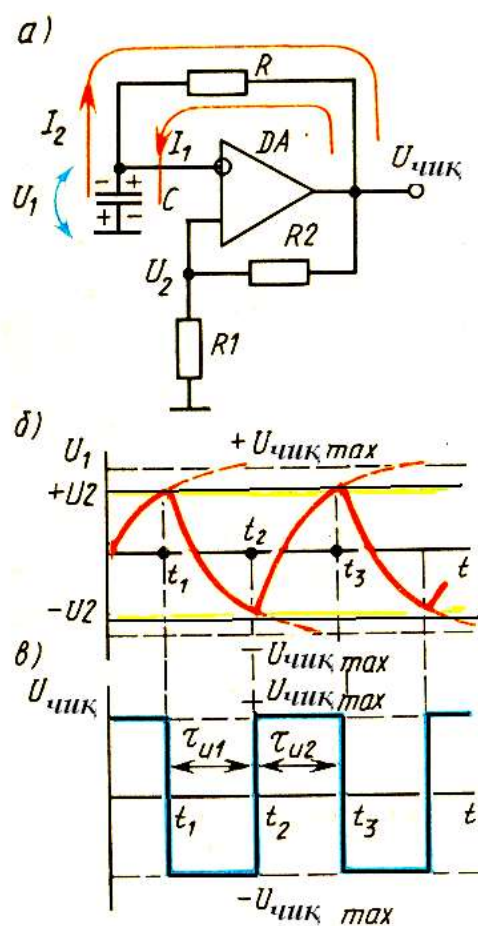
Сўнгги пайтларда мультивибраторларни яшашда операцион кучайтиргичлардан фойдаланилмоқда (7.9.а-расм). Операцион кучайтиргичнинг манбага уланган ҳолатида унинг инверсия киришига $U_1=0$ кучланиш узатилади, чунки C конденсатори зарядланишга улгурмайди. Тўғри киришига (инверсланмаган киришига) эса R_1, R_2 кучланишни бўлувчи қаршиликлар орқали U_2 кучланиш берилади, унинг қиймати қуйидагига тенг:

$$U_2 = U_{\text{чик max}} \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$

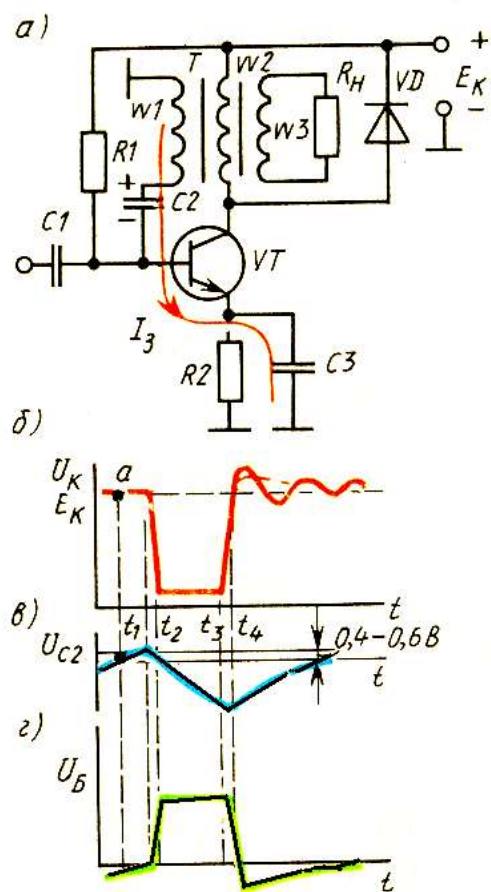
U_2 кучланишининг ишораси ОК чиқишидаги кучланишнинг ишораси билан аниқланади. (7.9, 7.10- расм).

Айтайлик, $U_{\text{чик max}} > 0$ бўлсин, унда $U_2 > 0$ бўлади. Бунда C конденсатор R резистори орқали (7.9.б-расмдаги $0-t_1$ вақт оралиғида) I_1 токи билан зарядланади. t_1 моментда конденсатордаги кучланиш + U_2 қиймат даражасига эришади, сўнг яна бир неча милливольтга кўтарилади яъни ОК нинг инверсияланган киришида тўғри киришга нисбатан бирор қийматга ортади. Шу пайт ОК нинг чиқиш кучланиши (7.9.в-расм) кескин ўз ишорасини ўзгартириб, $U_{\text{чик max}}$ қийматга тенг бўлади ва конденсатор C_2, I_2 токи билан разрядланиб, конденсатордаги кучланиш U_1 нинг қиймати U_2 га тенг бўлган вақтда (расмда t_2 момент) чиқиш кучланишининг ишораси Яна сизгариб + $U_{\text{чик max}}$ га тенг бўлади.

Шундан сўнг C конденсаторининг I_1 токи билан қайта зарядланиши бошланади ва жараён такрорланади. Шундай қилиб, бу схема импульс кетма-кетлигини тиклиги 2 га, чиқиш кучланиши $2U_{\text{чик max}}$ га, чиқиш импульсларининг кенглиги эса $\tau_{u1} = RC \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right) = \tau_{u2}$ га тенг.



7.9-расм. Операцион кучайтиргичда йиғилган мультивибратор схемаси (а) ва унинг вақт диаграммаси



7.10-расм. Блокинг-генератор схемаси (а) ва унинг вақт диаграммаси

1.4. Мантикий алгебра асослари

Замонавий электрон ҳисоблаш машиналари ва дискрет автоматика курилмаларида ахборотларни қайта ишлаш учун иккилик санок тизимси ишлатилади. Иккилик санок тизимси бўлмиш “1” ва “0” ларни электр занжирларда кучланишнинг потенциали бор ёки йўқ орқали ифодаланади. Одатда “1” юқори қийматдаги потенциалга мос келиши, “0” эса унинг йўқлигини (схема кириши ёки чиқишидаги кичик потенциални ҳисобга олмаслик мумкин). Ахборот сигналларини бундай ифодаланишини рақамли деб ҳам атайдилар. Рақамли техника схемасини куришда XIX аср ўрталарида инглиз математики Дж. Бул ишлаб чиққан, шу сабабли бу усулни бул алгебраси деб юритилади.

Бул алгебрасининг асосий қоидаларини кўриб чиқамиз. Бул алгебрасида фақатгина иккита тасдиқланган фикрдан фойдаланилади: ҳақиқий ва хато. Ҳақиқий фикрни тасдиқлашга мантикий 1, хатога эса мантикий 0 рақами берилади. Бундай ҳолатда мантикий алгебра қонунлари ҳар қандай мураккабликдаги мантикий схемани анализи ва синтез талабларига тўла жавоб беради.

1 ва 0 рақамлари кириш ўзгарувчини ёки уларнинг функциялари мантикий ҳолатини англатади. Агарда $Y=f(X_1X_2...X_n)$ функция ундаги Y ва мустақил ўзгарувчилари $X_1, X_2, ..., X_n$ мантикий 1 ёки 0 кўрсаткичларни қабул қилсалар мантикий функция деб аталади.

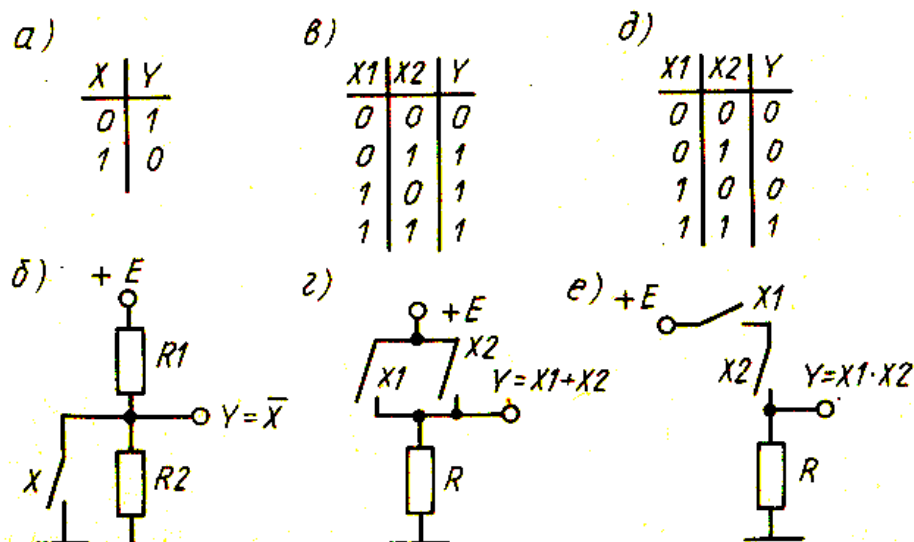
Ҳар бир X ўзгарувчига мантикий алгебрада $\overline{X}$ инверс ўзгарувчи мос келади. $\overline{\overline{X}}$ ўқилишида X йўқ деб ўқилади. Ўзгарувчи ва унинг инверсияси бир вақтнинг ўзида албатта қарама-қарши мантикий ҳолатларда ҳам мавжуд бўлади. Масалан, агарда $X=0$ бўлса, унда $\overline{X}=1$; агарда $X=1$ бўлса, унда $\overline{X}=0$ бўлади. Бу қоида функцияларга ҳам таллуқли. Ҳар бир Y мантикий функцияси $\overline{\overline{Y}}$ мантикий функцияси инверсиясига мос келади.

Мантикий алгебранинг асосий операциялари қуйидагилар ҳисобланади:

1. Мантикий рад этиш (инверсия) $Y=\overline{X}$; (а)
2. Мантикий кўшиш (дизъюнкция) $Y=X_1+X_2$; (б)
3. Мантикий кўпайтириш (конъюнкция) $Y=X_1 \cdot X_2$; (в)

Мантикий функцияни ҳақиқийлик жадвал кўринишида тўла ва кўргазмали тақдим этилади, унда кириш мантикий ўзгарувчиларнинг ҳар бир мумкин бўлган комбинациясига функциянинг кўрсаткичи мос келади, ҳақиқийлик жадвал рақамли схемаларнинг алгоритм иши орқали аниқланади.

Мантикий рад этиш операцияси учун ҳақиқийлик жадвали (а) ва бу операцияни амалга оширувчи электр схема 7.11.а,б-расмларда кўрсатилган. Ўзгарувчи X фақат иккита кўрсаткичга эга бўлиши мумкин 0 ва 1. Шунга мос равишда X ўзгарувчини инверсиясидан иборат Y функция 1 ва 0



7.11-расм. Мантикий рад этиш операцияси учун ҳақиқийлик жадвали (а), ўқиш (б) ва қўйиш (д) ва уларни ишлаб чиқариш схемалари (б,г,е).

кўрсаткичларига эга бўлади. Ўзгарувчи X нинг ҳолати контакт уланганда мантикий 1 га ва контакт узилганда мантикий 0 га тенг деб келишиб оламиз. Чиқишдаги кучланиш контакт узилганида ($X=0$) юқори қийматга эга бўлади, айти шу вақтда Y функцияси мантикий 1 кўрсаткичига эга бўлади. Уланган контакт ($X=1$) R2 резисторни шунтлайди ва натижада чиқиш кучланиши нольга тенг бўлади, яъни $Y=0$.

Мантикий қўйиш операцияси учун ҳақиқийлик жадвали (б) ва бу операцияни амалга оширувчи электр схема 7.11.в,г-расмларда келтирилган. Аналитик операция ёзувида “+” белги мантикий кўринишида ЁКИ ни ифодалайди. (б) шундай ўқилади: агарда X1 ёки X2 ёки бу иккала ўзгарувчилар бир вақтда мантикий 1 кўрсаткичига эга бўлсалар, Y функция ҳам мантикий 1 кўрсаткичига эга бўлади. Бундай мантикий талқиннинг электр схемаси X1 ва X2 параллел контактлар орқали ифодаланиб, улар орқали кириш кучланиши чиқишга узатилади. Схемада X1 контакти ёки X2 контакти ёки иккала контакт уланса схеманинг чиқишида катта қийматли кучланиш (мантикий 1) ҳосил бўлади. Агар иккала X1X2 контактлар узилса чиқишда кучланиш қиймати ноль (мантикий 0) ни беради.

Мантикий кўпайтириш операцияси учун ҳақиқийлик жадвали (е) ва бу операцияни амалга оширувчи электр схема 7.11.д,е-расмларда келтирилган аналитик ёзилишидаги “•” белгиси мантикий “ВА” ни англатади. (е) формула қуйидагича ўқилади: $X1$ ва $X2$ иккала ўзгарувчилар бир хил қийматга эга бўлган ҳолда Y функцияси мантикий 1 кўрсаткичига эга бўлади. Электр схемада иккита кетма-кет уланган контактлар билан ифодаланади. Фақат $X1$ ва $X2$ контактлари бир вақтда уланганда чиқишда юқори қийматли кучланиш пайдо бўлиши (мантикий 1), контактлардан фақатгина биттаси уланаганда эса чиқишида мантикий ноль бўлиши кўриниб турибди.

“0” ва “1” белгилар ўзгарувчилар ёки уларнинг функциялари ҳолатини англатади ва арифметик сонлар ҳисобланмайди. Мантикий алгебра сонлар эмас, балки ҳолатлар алгебраси ҳисобланади.

1.5. Ҳисоблаш техникасининг мантикий элементлари.

Замонавий ҳисоблаш техникасида ихтисослаштирилган интеграл микросхемалар (ИМС) кўринишида бажарилиши мумкин бўлган кўплаб турли хилдаги мантикий қурилмалардан фойдаланилади. Бироқ бу ҳар доим ҳам тежамли бўлмайди, чунки мураккаб бўлса ҳам барибир алоҳида операцияларни бажариш учун мўлжалланган ихтисослаштирилган ИМС лар ишлаб чиқарилмоқда лекин улар кўп эмас. Универсал таянч мантикий элементлар (МЭ) анча тежамлидир, улардан ҳар қандай мураккабликдаги ва турли вазифалар учун мантикий схемалар йиғилиши мумкин. Кўплаб мантикий элементлар орасидан функционал тўла деб аталадиган бир неча гуруҳларини кўрсатиш мумкин. Бундай гуруҳга кирувчи мантикий элементлар ёрдамида ҳар қандай мантикий функция амалга оширилади. Мантикий элементларнинг қуйидаги беш гуруҳ функционал тўлиқ ҳисобланади:

1. $Y = \overline{X}$ - рад этиш, ЙЎҚ
 $Y = X1 \cdot X2$ - конъюнкция, ҲА
 $Y = X1 + X2$ – дизъюнкция, ЁКИ
2. $Y = \overline{X} \cdot X$ - рад этиш, ЙЎҚ
 $Y = X1 \cdot X2$ - конъюнкция, ҲА
3. $Y = \overline{X}$ - рад этиш, ЙЎҚ
 $Y = X1 + X2$ - дизъюнкция, ЁКИ

4. $Y = \overline{X_1 \cdot X_2}$ - конъюнкцияни рад этиш ХА- ЙЎҚ (Шеффер штрихи);
5. $Y = \overline{X_1 + X_2}$ - дизъюнкцияни рад этиш, ЁКИ ЙЎҚ (Пирс стрелкаси)

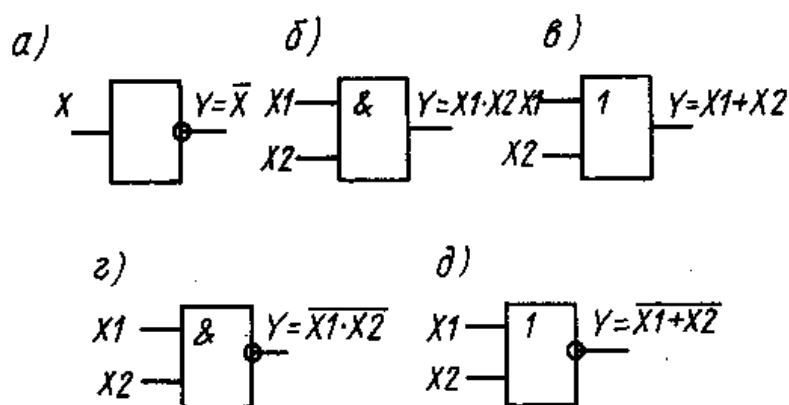
Бу мантикий элементлар (ЙЎҚ инвенторидан ташқари) X_1 ва X_2 икки ўзгарувчан функцияни амалга оширади, яъни икки юришли ҳисобланади (7.12.а,б-расм).

Саноатда кириши кўп сонли (саккизтагача) бўлган ва ундан мураккаброк схемали мантикий элементлар ишлаб чиқарилади, масалан икки босқичли 2 ХА-ЁКИ-ЙЎҚ (7.13.а-расм). Элементларнинг мантикий эквивалент шакли 2 ХА-ЁКИ-ЙЎҚ-2ЁКИ-ХА мантикий элементи 7.13.б-расмда кўрсатилган.

Мантикий элементлар, кириш ўзгарувчилари устида мантикий операцияларда иштирок этувчи қисмларини ташкил этувчилари тури бўйича, қисмларни уланиш усули ва мантикий элементларнинг ўртасидаги боғланиш тури бўйича турларга ажратилади.

Қисмлар тури бўйича мантикий элементларни биополяр ёки майдон транзисторларига, ёки қўшма турларга ажратадилар.

Қисмларини улаш усули бўйича статик ва динамик мантикий элементларга ажратилади. Статик ёки потенциал мантикий элементларнинг қисмлари бевосита боғланган (ажратиш конденсаторларисиз), динамик мантикий элементлар ажратиш конденсаторлари орқали уланган. Кўпчилик мантикий элементлар статик уланишда бажарилади.



7.12-расм. Оддий мантикий элементларнинг шартли график белгиланиши: а) ЙЎҚ, б) ВА, в) ЁКИ, г) ВА-ЙЎҚ, д) ЁКИ-ЙЎҚ.

Мантиқий элементлар ўртасидаги боғланиш кўпроқ потенциалли бўлади, бу уларнинг схемасини соддалаштиради ва ишлаш тезлигини оширади.

Саноатда ишлаб чиқариладиган биополяр транзисторли мантиқий элементлар схематехник ечимлари бўйича мантиқий турларга ажратилади:

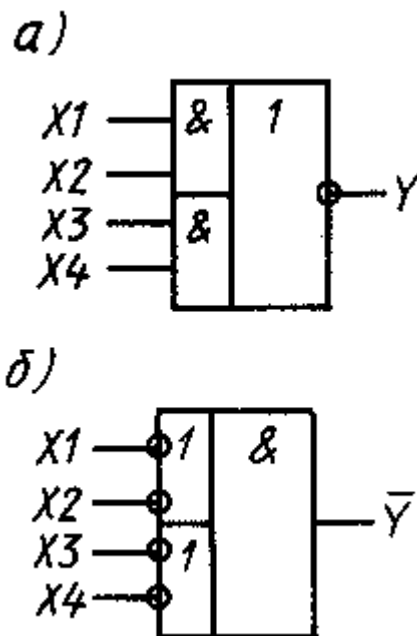
1. Резистив– транзисторли (РТЛ);
2. Резистив – сиғим транзисторли (РЭТЛ)
3. Диодли – транзисторли (ДТЛ)
4. Транзистор-транзисторли (ТТЛ)
5. Эмиттер- боғланишли (ЭБЛ)
6. Интеграл инжекционли (И²Л)

Улар билан бир қаторда МОП-таркибли ва комплементор МОП транзисторли мантиқий элементлар кенг тарқалган. РТЛ, РЭТЛ ва ДТЛ сериялари истиқболли эмас. Шунинг учун бундай мантиқий элементлар фақат фойдаланилаётган курилмалар учун ишлаб чиқарилган, янги маҳсулотларда қўлланилмайди.

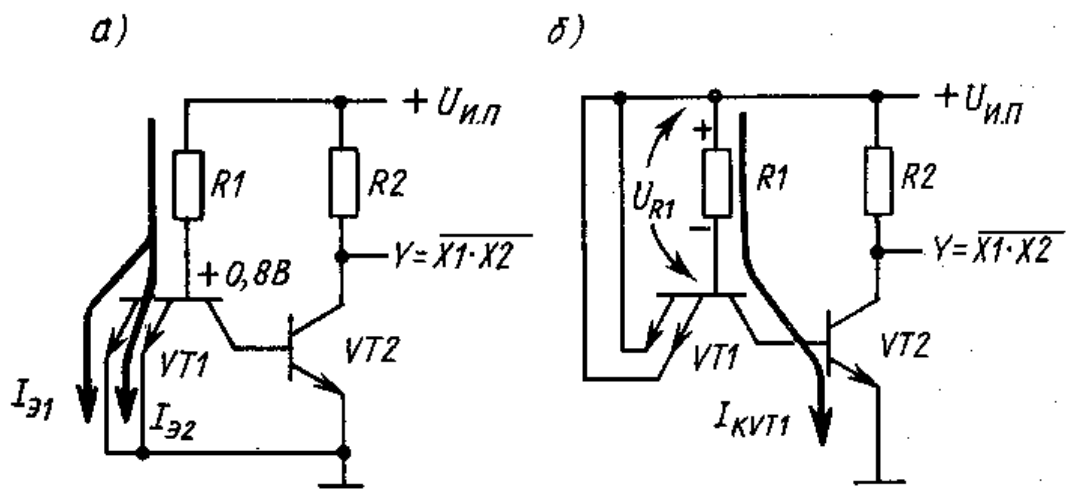
ТТЛ элементлар кўп эмиттерли транзисторлар ишлаб чиқарилгандан сўнг пайдо бўлди. У диод мантиқий элементлари хусусияти билан транзисторли кучайтиргич хусусиятларини умумлаштиради. Киришларда

мантиқий 0 ва 1 бўлишида $\bar{X}A$ -ЙЎҚ мантиқий элементларнинг соддалаштирилган схемаси 7.14.а,б-расмларда кўрсатилган. ТТЛ дан мантиқий 0 олиш учун VT1 транзисторининг эмиттерлари корпус билан уланган (7.14.а-рasm) VT1 транзисторнинг эмиттерлар тоқлари база занжиридаги R1 резисторида кучланишни ҳосил қилади, бунинг оқибатида унинг кучланиши 0,8 В гача пасаяди.

Бу кучланиш кетма- кет уланган VT1 транзисторининг база- коллектор ва VT2 транзисторининг база- эмиттер ўтишларида ток ҳосил қилиш учун етарли эмас. Шунинг учун VT2 транзистори ёпиқ ва унинг коллектор потенциали манба кучланишига яқин яъни схеманинг чиқишидаги



7.13-расм. Икки роҳонали логик элементларнинг шартли график

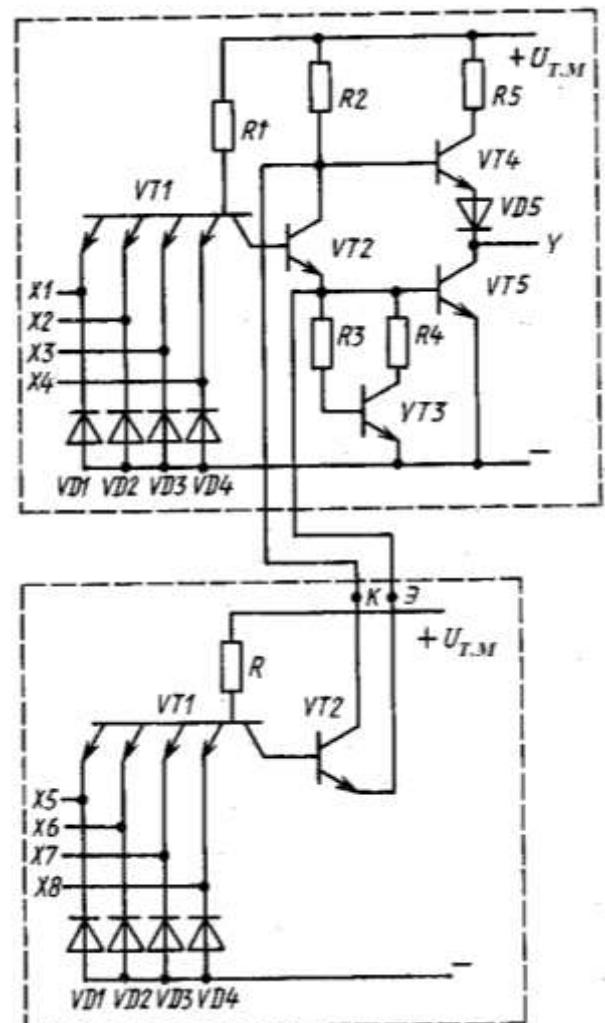


7.14-расм. ТТЛ серияли ВА-ЙЅ мантий элементларининг содда схемаси: чишида 0 бфлганида (а) ва 1 бфлганида (б).

VT1 транзисторининг эмиттерларига $+U$ манба кучланиш уланиши мантикий элементнинг киришига мантикий 1 ишора берилиши билан баробар (7.14.б-расм). Бу ҳолда VT1 транзисторнинг коллектор токи R1 резисторда потенциал тушуви натижасида VT1 транзисторнинг эмиттерли ўтишлари ёпилади, шу ток ҳисобига VT2 транзистор очилади ва тўйиниш режимига ўтади, шу билан бирга унинг коллекторидаги кучланиш нолгача пасаяди, бу схема чиқишида мантикий 0 га мос келади.

ТТЛ туркумига кирувчи деярли барча мантикий элементлар асосини ташкил этувчи ХА-ЙЅҚ, ЁКИ кенгайтирувчи ва очиқ коллекторли ХА-ЙЅҚ мантикий элементларидан ҳосил қилинади.

ХА- ЙЅҚ мантикий элементи



7.15-расм. ВА-ЙЅ логик элементларининг схемаси.

7.15-расмда кўрсатилган (схеманинг юқори қисми). X_1, X_2, X_3, X_4 киришларидан ҳеч бўлмаса биттасига мантикий 0 келса, VT1 транзисторининг эмиттерли ўтиши очилади ва унинг база кучланиши тахминан 0,8 В гача пасаяди. Бу қиймат кетма-кет уланган учта VT1 коллектор, VT2- VT5 эмиттер ўтишларни очиш учун етарли эмас. Шунинг учун VT5 транзистори ёпиқлигича қолади, унинг коллекторидаги кучланиш эса манба кучланиши $+U$ манба кучланишига яқин бўлади, бу эса схема чиқишида мантикий 1 га мос келади. Агарда барча киришларга мантикий 1 келса, VT1 транзисторининг коллектор ўтиши очилади, ҳамда VT2, VT3 ва VT5 транзисторлари очилиб у тўйинади, бунинг натижасида схеманинг чиқишида мантикий 0 пайдо бўлади.

VD1-VD4 диодлари демпфирловчи деб аталади, чунки улар монтаж (йиғув) схемаларида юзага келадиган паразит тебраниш жараёнларни йўқотиш учун мўлжалланган.

ЁКИ бўйича кенгайтирувчи (7.15- расмда кўрсатилган схеманинг пастки қисми). Унинг $\overline{X_A}$ - $\overline{Y}$ схемасига уланиши янги $\overline{X_A}$ - $\overline{Y}$ мантикий элементини ҳосил қилади. У $Y = \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8}$ мантикий функцияни амалга оширади (7.16-расм).

Чиқиш бўйича катта тармоқланиш коэффициентли мантикий элемент. Чиқиш бўйича катта тармоқланиш коэффициентли $\overline{X_A}$ - $\overline{Y}$ мантикий элементи юқорида кўриб чиқилган $\overline{X_A}$ - $\overline{Y}$ мантикий элементдан катта қувватли чиқиш каскади билан фарқланади (7.15-расмда кўрсатилган схеманинг юқори қисми). Бундай мантикий элементнинг чиқишига 30 тагача мантикий элементларни улаш мумкин.

Эмиттер боғланишли мантикий элемент (ЭБЛ). Транзисторли схемалар орқали занжирни улаб узиш учун хизмат қилади. Биполяр транзисторли мантикий элементлар бошқа турларга караганда катта тезкорлик ва катта қувват истеъмолига эга. Бу схемаларда транзисторлар актив режимда ишлайди. Эмиттер қайтаргичлар чиқишдаги сигнални кечириш вақтини камайтиради (тезкорлигини оширади). Тезкорликни оширилиши мантикий 0 ёки мантикий 1 ни ифодаловчи кучланишларнинг орасидаги фарқни камайтириш йўли билан ҳосил қилинади. Бу усул ташқи электр таъсирларга чидамсиз, чунки кичик амплитудали ташқи электр таъсири унинг ёлғон ишга тушиш эҳтимолини орттиради.

$\overline{Y}$ - $\overline{Y}$ ёки $\overline{Y}$ функциясини амалга оширувчи ЭБЛ серия асосини ташкил этувчи базали мантикий элемент 7.17-расмда кўрсатилган.

Дифференциал кучайтиргич VT4 ва VT5 транзисторларида бажарилган бўлиб уларнинг эмиттери умумий R6 резисторга эга. Бу транзисторларнинг коллектор занжирига R5 ва R7 резисторлар уланган, улардаги кучланишлар қарама- қарши фазалидир. VT5 транзисторининг базасига ҳарорат компенсацияловчи схеманинг VT6 транзистор чиқишидан ўзгармас ток кучланиши (таҳминан -2В) узатилади. VT6 нинг база потенциали VD1 ва VD2 диодлар ва R10 резистордаги кучланиш билан аниқланади.

Хулоса

Касб-ҳунар коллежлари ўқувчиларида махсус фанлардан билим, кўникма ва малакаларни шакллантириш ҳамда назорат қилиш масалаларини ўрганиш ушбу битирув малакавий иш мақсади ҳисобланади. Бу масалани ўрганишда ўқувчиларнинг мустақил ишларини ташкил этиш, фан ўқитувчисининг раҳбарлиги ва назорати остида ўқувчи умумтаълим ва касбий фанлар, касб ва ихтисосликлар бўйича назарий ва амалий ишларни мустақил равишда бажариш учун зарур бўлган билим ва кўникмаларни шакллантириш ва ривожлантириш, фикрлаш ва ижодкорлигини ошириш, ахборот коммуникацион технологиялар билан мустақил ишлаш қобилиятларини юксалтиришдир.

Касб-ҳунар коллежларида ўқувчиларнинг махсус фанлардан билим ва кўникмаларни ва касбий мутахассислик фанларига мос машғулотларни ташкил қилиш, уларнинг мустақил ҳолда бажаришлари мумкин бўлган касбий кўникма ва малакаларини кўриб чиқдик.

Касб-ҳунар коллежларида ўқувчиларнинг махсус фанлардан билим, кўникмаларини таркиб топтиришда назарий дарс ишланмалари кўриб чиқилди. Машғулотларни ташкил этиш, самарадорлигини ошириш мақсадида янги педагогик технология методларини жорий қилиш йўллари кўриб ўтдик.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. И.А.Каримов Баркамол авлод-Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори: Ўзбекистон Республикаси «Таълим тўғрисида»ги Қонуни. Кадрлар тайёрлаш миллий дастури. Т.; «Шарқ» 1997 йил.
2. Касб-хунар коллежларида мутахассислар тайёрлаш учун ўқув режа ва дастурлар. Тошкент. 1999 йил.
3. К.Давлатов, А.Воробёв, И.Каримов «Меҳнат ва касб таълими, тарбияси ҳамда Касб танлаш назарияси ва методикаси»
4. Н.А.Муслимов, О.А.Қуйсинов «Касб таълим методикаси», ТДПУ. Тошкент 2007 й
5. Нишоналиев У.Н. таҳрири остида «Касбий таълим педагогикаси» Т.: 2005 йил.
6. . Sh.A.Sharipov, Yu.K.Jo'raev "Sanoat elektronika asoslari", T.: Gio fan poligraf, 2009 y. U-7001
7. . X.Nig'matov, "Radioelektronika asoslari", T.: O'zbekiston, 1994 y. U-5006/1
8. . S.F.Amirov, "Elektronikaning nazariy asoslari", T.: Talqin, 2008 y. U-6833
9. . N.SH.Turdiyev. "Radioelektronika asoslari", T.: O'qituvchi, 1992 y. 905400
10. .A.S.Karimov va boshqalar. "Elektrotexnika va elektronika asoslari", T.: O'qituvchi, 1995 y. 464 b. U-5186/2
11. . F.E.Evdokimov "Umumiy elektrotexnika", T.: O'qituvchi, 1995 y. 388 b. U-5225/5
12. . A.I.Xonboboev, N.A.'alilov "Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari", T.: O'zbekiston, 2000 y. 445 b.U -5687.
13. WWW.refer.uz
14. WWW.ZiyoNet.uz