

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

«ЭЛЕКТРОНИКА ВА АСБОБСОЗЛИК»

КАФЕДРАСИ

**РАҚАМЛИ МИКРОСХЕМОТЕХНИКА ВА
МИКРОПРОЦЕССОР ТЕХНИКАСИ**

фанидан виртуал лаборатория ишларини бажариш учун

У С Л У Б И Й К Ў Р С А Т М А

ФАРҒОНА 2013 ЙИЛ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

«ЭЛЕКТРОНИКА ВА АСБОБСОЗЛИК»

КАФЕДРАСИ

**РАҚАМЛИ МИКРОСХЕМОТЕХНИКА ВА
МИКРОПРОЦЕССОР ТЕХНИКАСИ**

фанидан виртуал лаборатория ишларини бажариш учун

У С Л У Б И Й К Ў Р С А Т М А

ФарПИИ услубий
кенгашида тасдиқланган.
Баён № “_____” “_____” 2013 й

ФАРҒОНА 2013 ЙИЛ

«Рақамли микросхемотехника ва микропроцессор тизимлари» фани бўйича ушбу услубий кўрсатма Давлат таълим стандарти талаблари асосида тузилди. Услубий кўрсатмада рақамли микросхемотехника асосларини, рақамли электрон қурилмалар ва микропроцессор тизимларининг аппарат ҳамда дастур воситаларини билиш, хизмат кўрсатиш ва лойиҳалаш усулларини ўргатиш масалалари ёритилган. Услубий кўрсатма фан тарихи ва ривожининг тенденцияси, истиқболи ҳамда мамлакатимизда оширилаётган ижтимоий-иқтисодий ислохатларни рақамли микросхемотехника ва микропроцессор тизимлари ривожига таъсири масалаларини ўз ичига олади

Ушбу услубий кўрсатма 5521700-“Электроника ва микроэлектроника”, 5524800-“Ноанъанавий тикланувчан энергия манбаалари” ва “Электроника ва асбобсозлик” таълим йўналиши талабалари учун мўлжалланган. Бошқа йўналиш талабалари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Тузувчилар:

Дадажонов Т.

Йўлдашев Х.Т.

Такризчи:

Т.К.Жабборов

Услубий кўрсатма кафедранинг илмий услубий семинарида кўриб чиқилган ва институтнинг илмий – услубий кенгашида кўриб чиқиш учун тавсия этилган.

(Баён №1/11 “21”11.2012)

Услубий кўрсатма институтнинг илмий услубий кенгашида кўриб чиқилган ва фойдаланишга тавсия этилган.

Баён № “___” “___” _____ 2013 йил.

1-лаборатория иши

КМОП-серияли ИМС ларнинг таянч элементларини Multisim-2001 дастурида текшириш

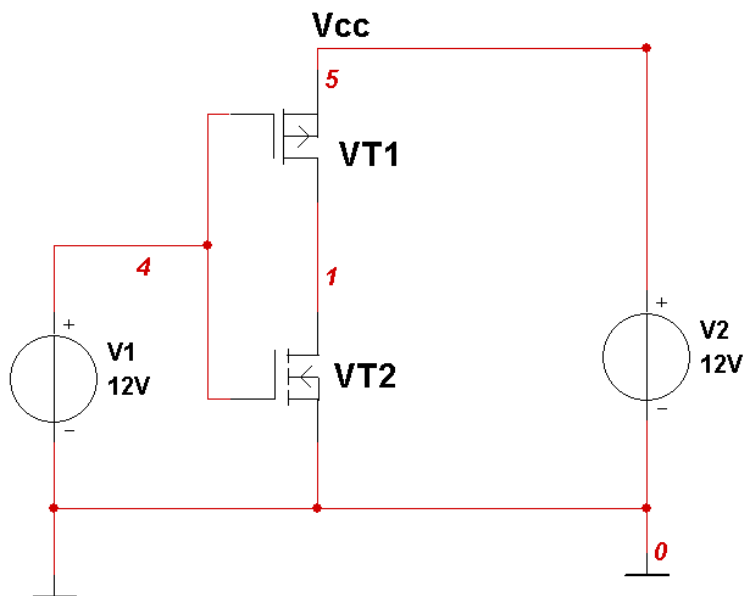
Ишни бажаришдан мақсад: КМОП-серияли ИМС ларнинг таянч элементларининг ишлаш принципларини ўрганиш ва уларни Multisim-2001 дастури ёрдамида текшириш.

Бошланғич маълумотлар

КМОП-серияли ИМС ларнинг таянч элементларини кўриб чиқайлик. КМОП-инвертор бундай элементларнинг энг соддаси бўлиб ҳисобланади. КМОП-инвертор ҳар хил турдаги ўтказувчанликка эга бўлган иккита КМОП-транзистордан ташкил топган, n-турдаги транзисторнинг истоки нол потенциалга эга бўлган шинага ва p-турдаги транзисторнинг истоки эса таъминлаш манбасининг мусбат шинасига уланади. Схема ЭМАС мантикий амалини амалга оширади.

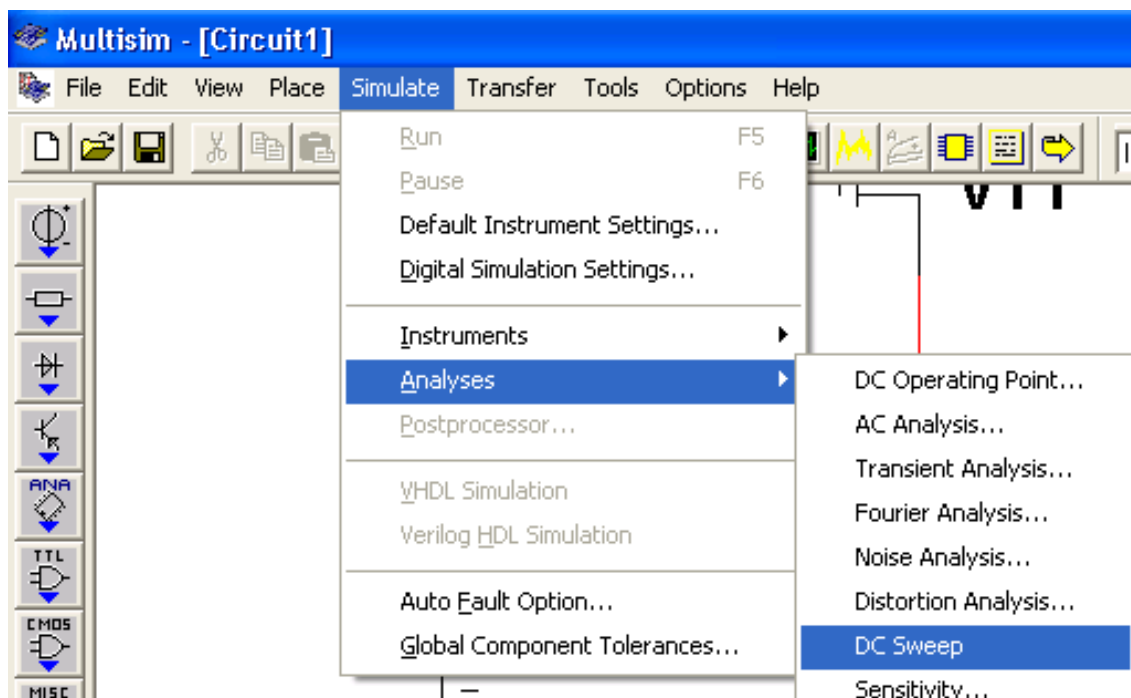
Ишни бажариш тартиби

1. Multisim-2001 дастурида КМОП-инверторнинг ўтказиш характеристикасини олиш схемасини тузинг (1-расм).



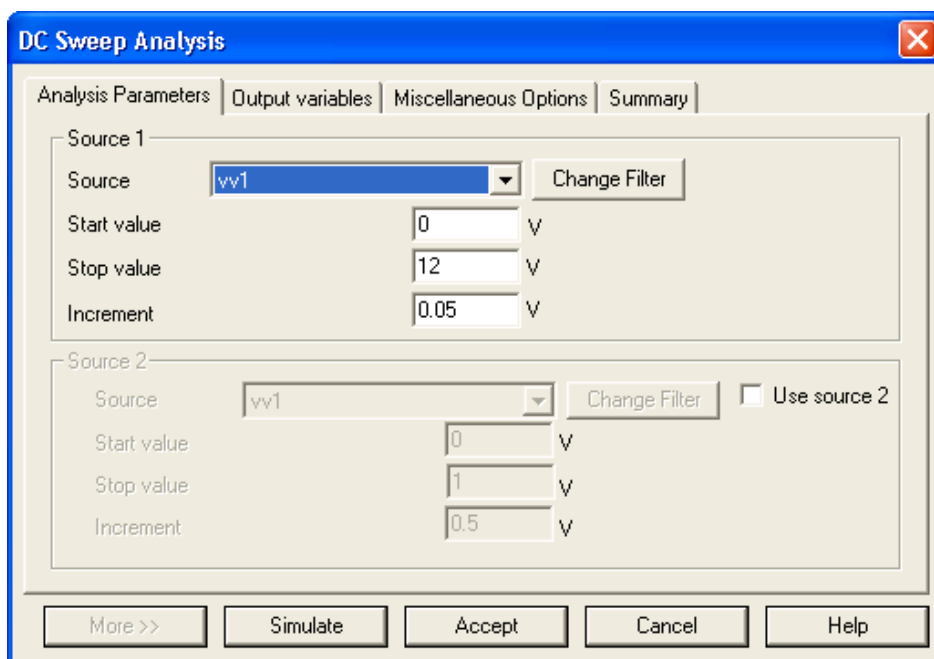
1-расм. КМОП-инверторнинг ўтказиш характеристикасини олиш схемаси

2. Характеристикасини олиш учун Multisim-2001 дастурининг Simulate менюсидан аввал Analyses ва кейин DC Sweep бўлимлари танланади (2-расм).



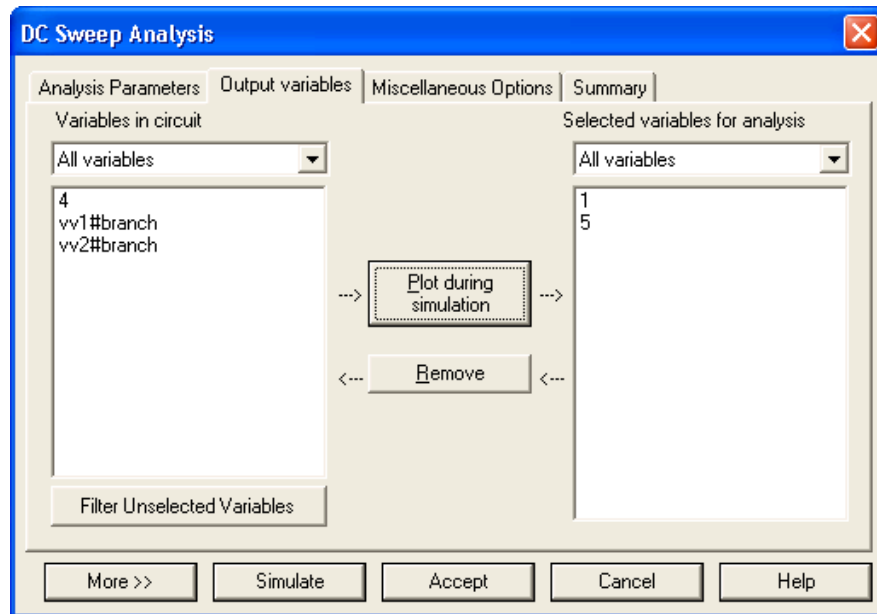
2-расм. Multisim-2001 дастурининг Simulate менюси

3. Ҳосил бўладиган ойнанинг Analysis Parameters бўлимида ўзгартирилиши зарур бўлган параметрнинг (масалан, кириш кучланишининг) бошланғич Start value ва сўнгги Stop value қийматлари ҳамда ўзгариш қадами Increment кўрсатинг (3-расм).



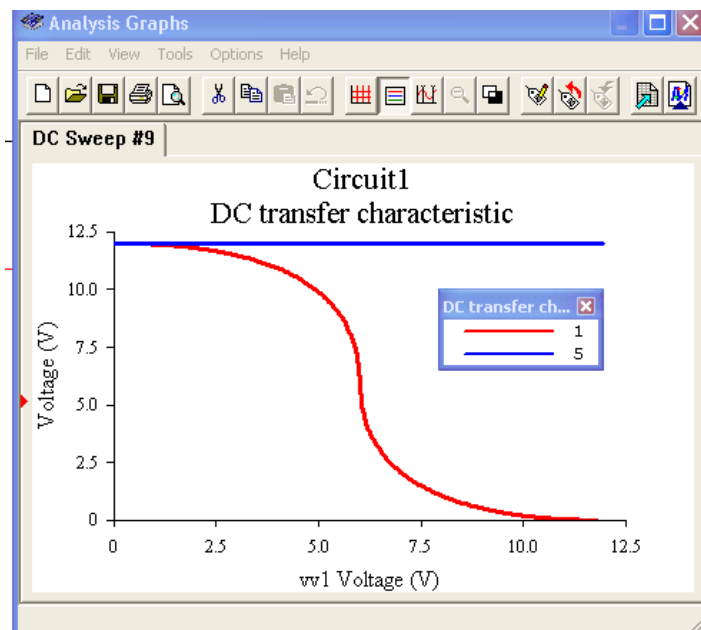
3-расм. Multisim-2001 дастурининг Analysis Parameters бўлими

4. Ойнанинг Output variables бўлими танланг ва унинг занжирдаги ўзгарувчилар Variables in circuit бўлимида характеристикани куришда зарур бўладиган ўзгарувчилар белгилаб моделлаш давомидаги графиклар Plot during simulation кнопкасини босиш йўли билан ойнанинг таҳлил учун танланган ўзгарувчилар Selected variables for analysis бўлимига ўтказинг (4-расм).



4-расм. Хarakterистикани қуришда зарур бўладиган ўзгарувчиларни танлаш

5. Хarakterистикани олиш учун ойнадаги Simulate кнопки босинг. Экранда 5-расмдагига ўхшаш хarakterистика ҳосил бўлади.



5-расм. КМОП-инверторнинг ўтказиш хarakterистикаси

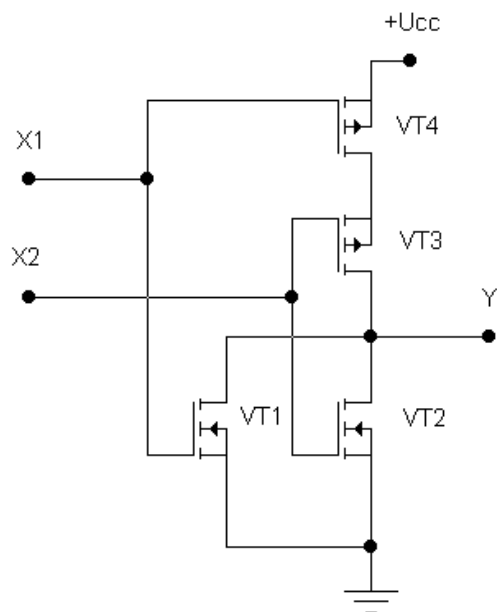
6. ЁКИ-ЭМАС функциясини амалга ошириш учун n-турдаги МОП-транзисторларни параллел ва p-турдаги МОП-транзисторларни кетма-кет уланг (6-расм). Бундан ташқари ҳар бир киришда n-турдаги ва p-турдаги транзисторларнинг затворлари мос равишда ўзаро бирлаштиринг.

7. ЁКИ-ЭМАС схеманинг X1 киришига юқори сатҳли сигнал беринг ва VT1 транзисторнинг очилиши ҳамда VT4 транзисторнинг ёпилишига эътибор беринг.

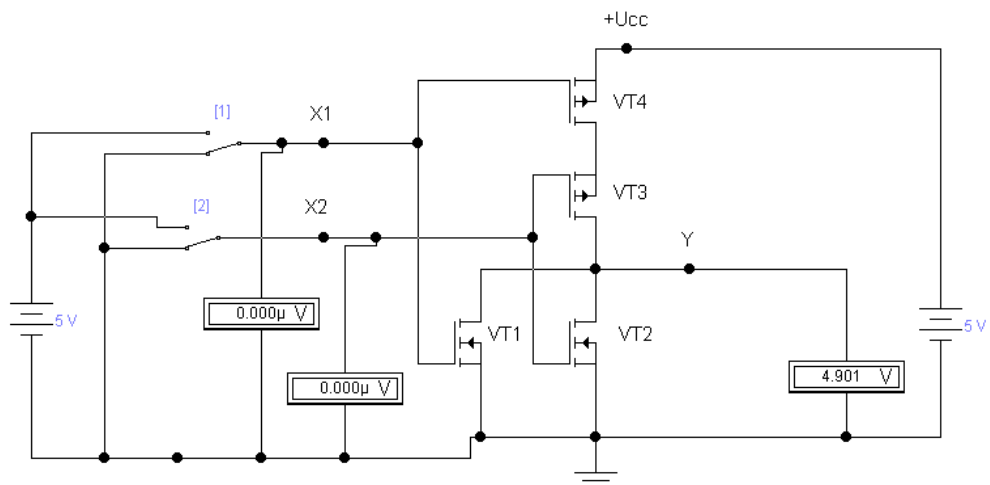
8. Схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.

9. Схеманинг иккала киришига ҳам (X1 ва X2) паст сатҳли сигнал беринг (7-расм) ва схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.

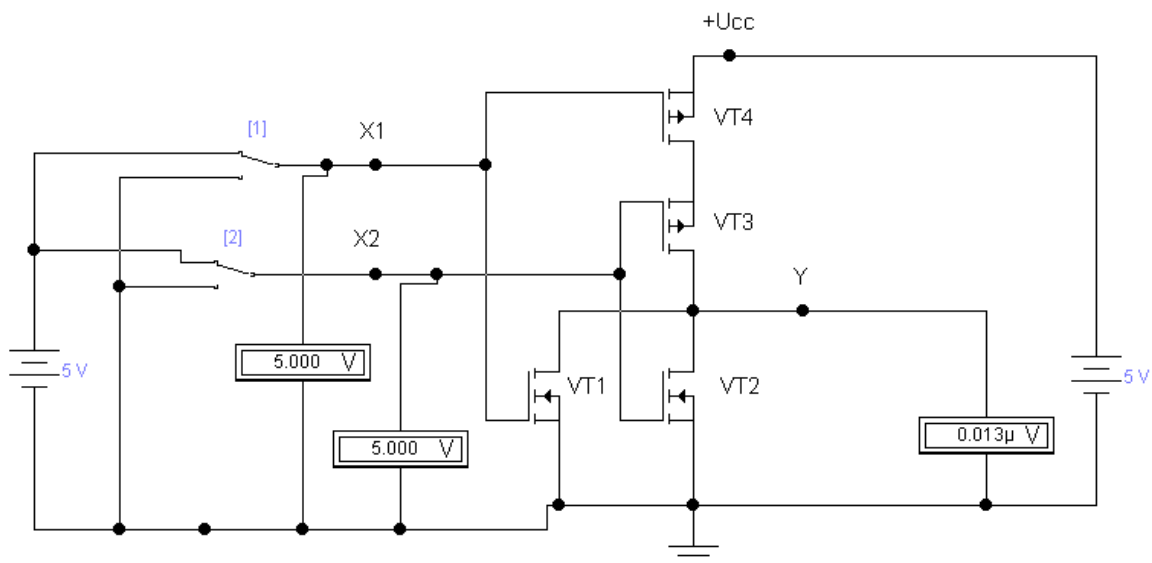
10. Схеманинг иккала киришига ҳам юқори сатҳли сигнал беринг (8-расм) ва схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.



6-расм. ЁКИ-ЭМАС функциясини амалга ошириш



7-расм. ЁКИ-ЭМАС схеманинг ишлаши



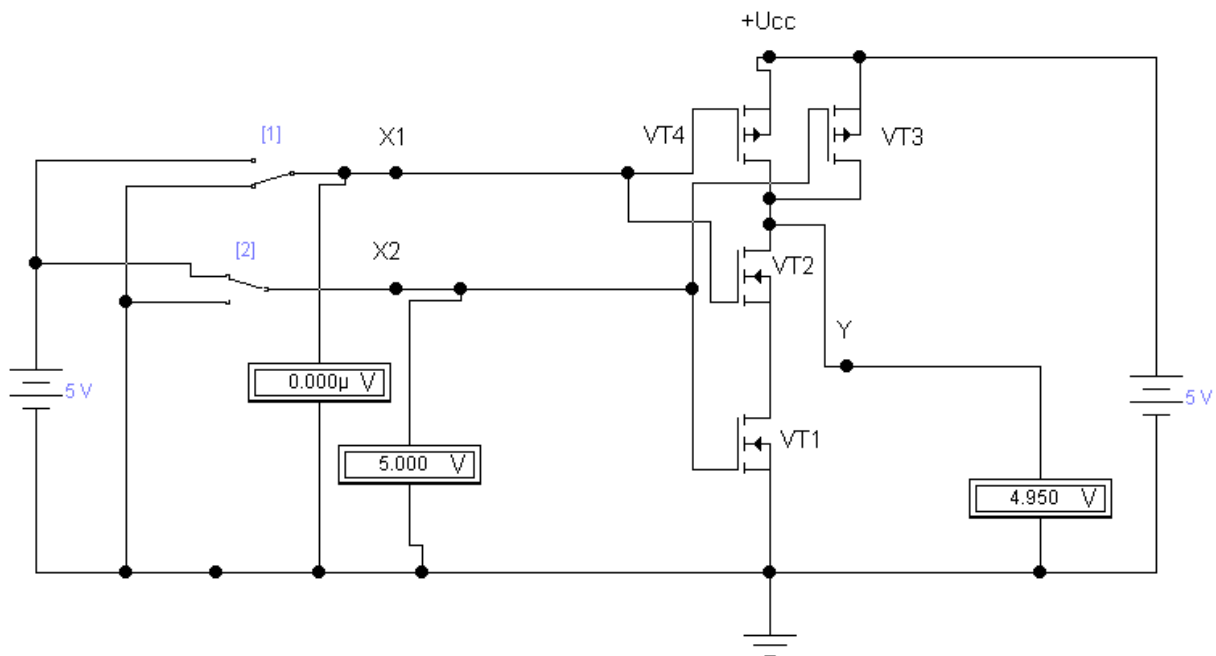
8-расм. ЁКИ-ЭМАС схеманинг ишлаши

11. ВА-ЭМАС функциясини амалга ошириш учун (9-расм) n-турдаги МОП-транзисторларни кетма-кет ва р-турдаги МОП-транзисторларни параллел уланг.

12. Схеманинг киришларидан бирига паст ва иккинчисига юқори сатҳли сигнал беринг ва схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.

13. Схеманинг иккала киришига ҳам (X1 ва X2) паст сатҳли сигнал беринг ва схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.

14. Схеманинг иккала киришига ҳам юқори сатҳли сигнал беринг ва схеманинг чиқишидаги сигнални ёзиб олинг.



9-расм. ВА-ЭМАС функциясини амалга ошириш

Бажарилган иш бўйича ҳисобот

Ҳисоботда қуйидагилар келтирилади.

1. Ишни бажаришдан мақсад.
2. Тажрибаларни ўтказишда фойдаланилган схемалар.
3. Олинган натижалар жадвал ва графиклар кўринишида.
4. Олинган натижаларнинг таҳлили.
4. Бажарилган иш бўйича хулосалар.

Назорат учун саволлар.

1. Инвертор нима ва қўлланилиш соҳаларини айтиб беринг.
2. ВА – ЭМАС мантикий элементидан фойдаланиб қандай мантикий функциялар тузиш мумкин.
3. Мантикий элементлардан фойдаланиб мантикий функциялар тузинг ва схемасини чизиб чиқинг.

2-лаборатория иши

Сигналларнинг дискретлаш частотасини аниқлаш

Ишни бажаришдан мақсад: Импульс сигналларнинг частотавий спектрини аниқлаш ва дискретлаш частотасини Кательников теоремасига асосан танлашни ўрганиш.

Бошланғич маълумотлар

Электрон бошқариш ва назорат қилиш қурилмалари информацияни ўзгартириш ва қайта ишлаш билан узвий боғлиқ. Информация деб ўрганилаётган объект ёки жараён тўғрисидаги маълумотлар тўпламига айтилади. Информационинг манбаси бўлиб термопаранинг ЭЮК си, химоя аппаратидаги байроқчанинг ҳолати, сигнал лампасининг ёниши ва бошқалар хизмат қилиши мумкин. Манбанинг ҳолати тўғрисидаги маълумотлар *ахборотлар* деб айтилади. Уларни узатиш учун сигналлардан фойдаланилади. Сигналлар мавжуд каналлар орқали ахборотларни қабул қилувчига узатилади.

Битта ахборот бир неча хил сигналлар ёрдамида узатилиши мумкин. Масалан, сигнал электр, акустик ёки оптик бўлиши мумкин. Сигналлар детерминирланган ва эҳтимолийга бўлинади. Детерминирланган сигналларнинг қабул қиладиган қийматларини етарли аниқликда олдиндан айтиб бериш мумкин. Масалан, генератор чиқишдаги кучланиш ҳар фандай вақт моментиди $U(t)=U_0\cos(\omega_0 t+\varphi_0)$ га тенг. Эҳтимолий сигналларнинг қабул қиладиган қийматларини етарли даражадаги кичик хатолик билан олдиндан айтиб бериш мумкин эмас.

Частотавий хоссаларини билиш сигналлар характеристикаларини идентификациялаш (энг информатив параметрларини аниқлаш), филтрлаш (халақитлар фонида фойдали сигнални ажратиш), узлуксиз сигнални дискретлаш частотасини танлаш имконини беради. Сигналнинг частотавий хоссаларини ўрганиш учун унинг частотавий спектри Фурье ўзгартиришларининг математик аппарати асосида олинади.

Фараз қилайлик, ўрганилаётган $x(t)$ даврий функция Дирихле шартларини қониқтиради, яъни ўзрагиш даври T мобайнида бўлакчи - узлуксиз ва бўлакчи – монотон ўзгаради, узулиш нуқталарида эса чекланган қийматларни қабул қиладди. Бундай ҳолда $x(t)$ функцияни Фурье қатори кўринишида келтириш мумкин:

$$x(t)=a_0+\sum a_k\cos kw_1t + \sum b_k\sin kw_1k, \quad (1)$$

унинг коэффициентлари фуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{T} \int_0^T x(t)dt; & a_k &= \frac{2}{T} \int_0^T x(t)\cos kw_1t dt; \\ b_k &= \frac{2}{T} \int_0^T x(t)\sin kw_1t dt, & (k=1, 2, 3, \dots) \end{aligned} \quad (2)$$

Физик нуқтаи назардан бундай кўриниш ўзнармас ташкил этувчи a_0 , частотаси $w_1=2\pi/T$ бўлган биринчи гармоника ва частоталари $2w_1, 3w_1$ ва хоказо бўлган юқори гармоникаларни ажратишга мос келади. Фурье қатори (1.1)нинг a_k ва b_k ($k=1, 2, 3, \dots$) коэффициентлари сигналнинг частотавий спектрини ташкил этади.

Фурье қаторини бошқача кўринишда ҳам ёзиш мумкин:

$$x(t)=d_0+\sum d_k\cos (kw_1t+\theta_k), \quad (3)$$

бу ерда ўзгармас ташкил этувчи d_0 , амплитуда d_k ва фаза θ_k лар қуйидагича топилади:

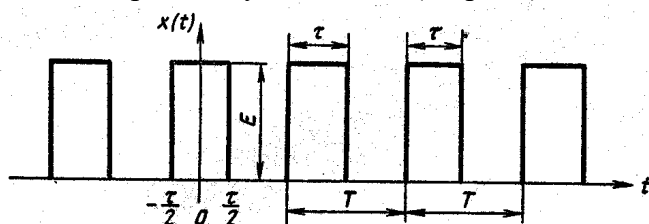
$$d_0=a_0; \quad d_k=\sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad \theta_k=\arctg (- b_k/a_k) \quad (4)$$

Сигналнинг амплитудавий ва фазавий частота спектрлари деб d_k ва θ_k ($k=1, 2, 3, \dots$) нинг қийматлари мажмуига айтилади.

Юкламанинг бирлик қаршилигида даврий сигналнинг ўртача қуввати:

$$P_{\text{ур}} = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt = d_0^2 + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} d_k^2 \quad (5)$$

Мисол . Даврий импульс сигнал (1 - расм)



1 – расм. Даврий импульс сигнал

$$x(t) = \begin{cases} E & \text{агар } -\tau/2 \leq t \leq \tau/2; \\ 0 & \text{агар } \tau/2 < t < T - \tau/2, \end{cases}$$

унинг частотавий спектрини кўрайлик:

Берилган импульс сигнални (1.2) га асосан Фурье қаторига ёйиб

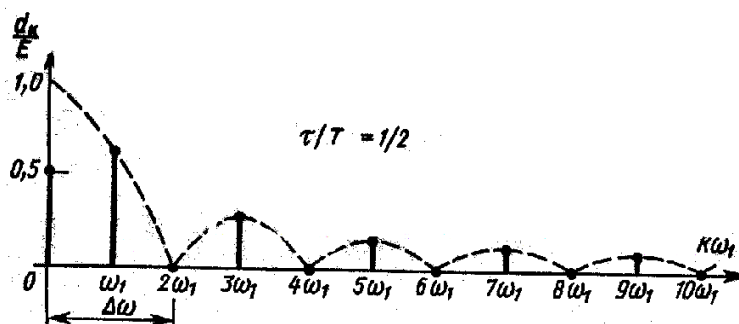
коэффициентларини аниқлаймиз:

$$a_0 = \frac{E\tau}{T}; a_k = \frac{2E}{K\pi} \sin \frac{K\pi\tau}{T}; b_k = 0 \quad (K=1, 2, 3, \dots)$$

Амплитудавий частота спектри учун ифода:

$$d_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} = |a_k| = \frac{2E}{K\pi} \left| \sin \frac{K\pi\tau}{T} \right| \quad (K=1, 2, 3, \dots), \quad d_0 = a_0$$

d_k нинг қийматларини графикда $k\omega_1$ нинг қийматлари келтирилган абцисса ўқиға перпендикуляр кесмалар кўринишида жойлаштирамиз.



2– расм. Даврий импульс сигналнинг спектри ($\tau/T = 1/2$)

Сигнал ўртача қувватининг гармоникалар орасида тақсимланишини (3) га асосан ҳисоблаб қуйидагиларни аниқлашимиз мумкин: ўзгармас ташкил этувчи 50%; биринчи гармоника 40%; учинчи гармоника 5%; бешинчи гармоника 1% ва ҳоказо. Шундай қилиб, $0 \dots 2\omega_1$ частоталар диапазониға ўртача қувватнинг 90% тўғри келади, $0 \dots 4\omega_1$ частоталар диапазониға эса импульс сигнал ўртача қувватининг 95% тўғри келади.

Дискретлаш деганда узлуксиз сигналдан унга яқин бўлган дискрет сигналға ўтиш тушунилади (2-расм). Дискрет сигналлар узатиш ва сақлаш жараёнида камроқ бузилади (ўзгаради), уларни иккилик рақамли кодға осонроқ айлантирилади ва рақамли ҳисоблаш қурилмалари ёрдамида қайта ишланади.

Дискретлаш частотасини танлашда Кательников теоремасидан фойдаланиш мумкин. Унга асосан чекланган частота спектриға эға бўлган ҳар қандай узлуксиз сигнал бир – биридан $\Delta t = 1/(2F_{\text{мух}})$ га фарқланувчи (бу ерда $F_{\text{мух}}$ – сигнал спектридаги максимал частота) вақт интервалларидаги дискрет қийматлари билан тўла аниқланади. Бошқача айтганда, агар дискретлаш частотаси $f_{\text{дискр}} = 1/\Delta t$ сигналнинг юқори частотаси $F_{\text{мух}}$ дан

икки марта катта бўлса вақт бўйича дискретлаш информациянинг йўқолиши (камайтилиши) билан боғлиқ бўлмайди.

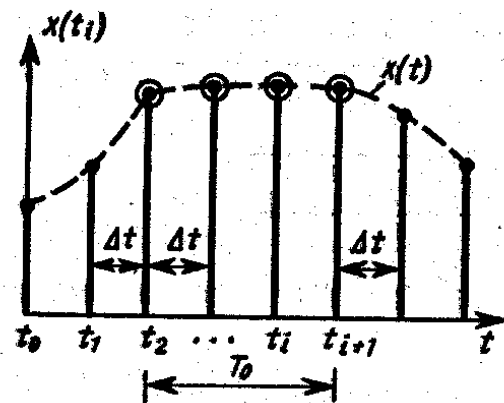
Кательников теоремасига асосан узлуксиз $x(t)$ сигналнинг чексиз кўп қийматларини узатиш шарт эмас, фақатгина бир – биридан $\Delta t = 1/(2F_{max})$ масофада жойлашган қийматларинигина узатиш етарли. Узлуксиз $x(t)$ сигнални тиклаш учун частоталарни ўтказиш полосаси 0 дан F_{max} гача бўлган идеал паст частоталар филътрининг киришига $t_i = i\Delta t$ вақт моментларига мос келувчи сигналнинг $x(t_i)$ дискрет қийматлари берилади.

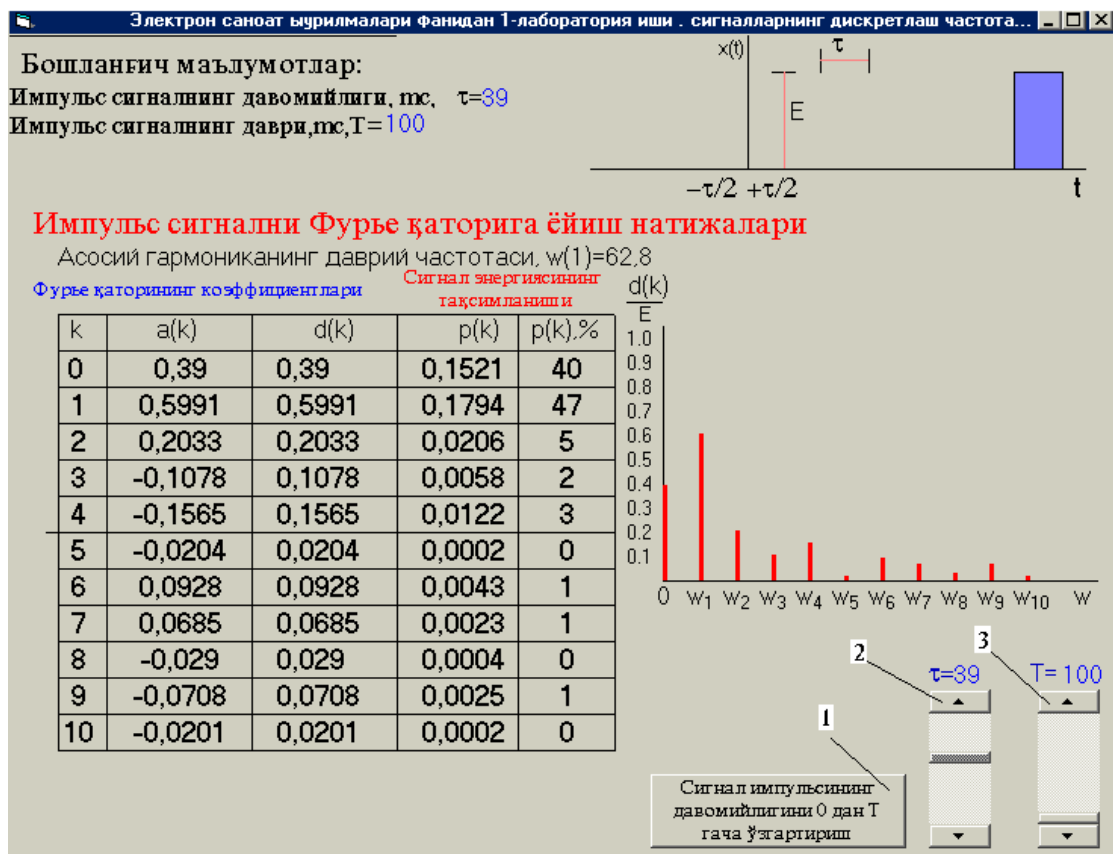
Кательников теоремасидан фойдаланишда айрим қийинчиликлар келиб чиқиши мумкин. Масалан, реал сигналнинг частоталар спектри чекланмаган бўлиши мумкин. Вақт бўйича чекланган даврий бўлмаган сигнал чексиз спектрга эга бўлади. Шунинг учун частота спектрининг юқори чегараси тахминан олинади (масалан, сигнал ўртача қувватининг 90% га эга бўлиши критерийси бўйича). Бундан ташқари сигнални тиклаш учун зарур бўладиган идеал паст частоталар филътрини физик нуқтаи назардан бажариб бўлмайди.

Юқоридагиларни ҳисобга олиб, вақт бўйича дискретлаш частотасини Кательников теоремаси бўйича аниқланганга нисбатан 1,5 – 2,5 марта катта қилиб олинади, яъни $f_{дискр} = (3 - 5)F_{max}$.

Виртуал стенднинг тузилиши

Виртуал стенднинг тузилиши 4-расмда келтирилган. Расмдаги жадвалда қуйидаги белгиланишлар қабул қилинган: k - Фурье қаторига ёйилган сигналнинг ўзгармас ташкил этувчиси ва гармоникалари, яъни $k=0$ - ўзгармас ташкил этувчи, $k=1$ - асосий(биринчи) гармоника, $k=2$ - иккинчи гармоника ва ҳоказо; $a(k)$ ва $d(k)$ - 1 ва 2 ифодаларга асосан аниқланган Фурье қаторининг коэффициентлари; $p(k)$ - сигнал энергиясининг гармоникалар орасида тақсимланиши. Сигнал амплитудасининг қиймати нисбий бирликларда $E=1$ деб олинган.





4-расм. Виртуал стенднинг тузилиши

Импульс сигналнинг давомийлиги ва даврини ўзгартириш учун виртуал стенднинг пастки ўнг бурчагида жойлашган 1,2 ва 3 бошқариш элементларидан фойдаланилади. Сигнал импульсининг давомийлигини автоматик равишда 0 дан унинг даври T га тенг бўлган қийматгача ўзгартириш учун 1 буйруқ тугмаси босилади. Импульс сигналнинг давомийлиги ва даврининг аниқ қийматлари 2 ва 3 бошқариш элементлари (айлантириш полосаси-ScrollBar) ёрдамида қўйилади.

Ишни бажариш тартиби

1. Бошланғич маълумотлар ва виртуал стенднинг тузилиши билан танишинг.
2. Виртуал стендни ишга туширинг.
3. Виртуал стенддаги 1 тугмани босиб бошланғич маълумотларнинг ва диаграмманинг ўзгаришини кузатинг.
4. Виртуал стенддаги 2 ва 3 бошқариш элементларининг юқори ва пастки қисмидаги ҳамда ўрта қисмидаги бегунок полосасини суриб стендни ишлатиб кўринг.
5. Импульс сигналнинг давомийлигини ва даврини 2 бошқариш элементи ёрдамида $\tau=10\text{мс}$ ва даврини 3 бошқариш элементи ёрдамида $T=20\text{мс}$ қўйиб натижаларни 1-жадвалга ёзинг.

1-жадвал

k	a(k)	d(k)	p(k)	p(k), %
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

8				
9				
1				
0				

6. Тажрибани τ ва T нинг ҳар хил қийматлари учун қайтаринг ва натижаларни жадвалга ёзинг.

7. Частота спектрининг юқори чегараси $F_{\max} = w_{\max} / (2\pi)$ ни сигнал ўртача қувватининг 90% га эга бўлиши критерийси бўйича аниқланг (масалан 4-расмда келтирилган жадвалдаги қийматлар учун $w_{\max} = w_2 = 2 \cdot 62,8 = 125,6$, чунки $w_0 + w_1 + w_2 = 40 + 47 + 5 = 92 > 90$).

8. Кательников теоремаси бўйича дискретлаш частотаси $f_{\text{дискр}} = F_{\max} / (2\pi)$ ни ва дискретлаш қадами $\Delta t = 1 / (2F_{\max})$ ни τ ва T нинг ҳар хил қийматлари учун 2-жадвалнинг олтинчи устунда кўрсатилган 90% ли ва 95% ли критерийга асосан аниқланг. Олинган натижаларни 2-жадвалда келтиринг.

2-жадвал

n	τ , мс	T, мс	k	$w_{\max}$	$\Sigma p(k)$, %	$F_{\max}$	$f_{\text{дискр}}$, Гц	Δt , мс
1	50	100			>90			
2	30	100			>90			
3	10	100			>95			
4	25	100			>95			
5	100	100			>90			
6	10	50			>90			
7	20	50			>95			
8	40	50			>95			
9	50	50			>95			

Бажарилган иш бўйича ҳисобот

Ҳисоботда қуйидагилар келтирилади:

1. Ишни бажаришдан мақсад ;
2. Виртуал стенднинг тузилиши ;
3. Ишни бажариш тартиби ;
4. Олинган натижалар жадваллар (1-жадвал ва 2-жадвал) кўринишида;
5. Бажарилган иш бўйича хулосалар.

Назорат саволлари

1. Объект ёки жараён тўғрисидаги маълумотлар тўпламига нима деб айтилади?
2. Ахборот деганда нимани тушунасиз?
3. Сигналлар нима учун хизмат қилади?
4. Қандай сигналларни биласиз?
5. Сигналнинг частотавий спектрини қандай йўл билан аниқлаш мумкин?
6. Узлуксиз сигналдан унга яқин бўлган дискрет сигналга ўтиш деганда нимани тушунасиз?
7. Дискретлаш частотасини қандай танлаш мумкин?
8. Кательников теоремасига асосан сигналларни дискретлаш частотаси қандай аниқланади?

3-лаборатория иши

Мантикий элементларни текшириш

Ишни бажаришдан мақсад: Интеграция даражаси кичик бўлган элементларни ўрганиш ва ЭМАС, ВА – ЭМАС ва ЁКИ – ЭМАС мантикий элементларини текшириш.

Бошланғич маълумотлар

Мантикий функцияларни аппаратлар шаклида амалга оширишнинг ҳар хил имкониятлари мавжуд. Улардан бири талаб қилинадиган мантикий боғланишларни ҳосил қилиш учун интеграл технология усулларида фойдаланиб махсус интеграл схемаларни (ИМС) тайёрлаш. Махсус ИМСлар қалайлаб ўзаро боғланишларни ҳосил қилишни талаб қилмайди, яъни ишончликка эга бўлади. Лекин улар жуда катта миқдорда ишлаб чиқарилгандагина ўзларини иқтисодий жиҳатдан оқлайди. Бунга мисол сифатида электрон соатлар ва микроколлекторлар учун ишлаб чиқариладиган катта интеграл схемалар (КИС)ни кўрсатиш мумкин.

Иккинчи имконият, ҳар қандай мантикий функцияни аппарат шаклида амалга ошириш имконини берадиган ИМСларнинг номенклатураси бўйича минимал универсал тўпламини ҳосил қилиш. Бундай имкониятлар ўртасида жуда кўп оралиқ ечимлар ҳам мавжуд.

Интеграция даражаси кичик бўлган элементлар ёрдамида мантикий схемаларни амалга ошириш имкониятларини кўриб чиқайлик. Маълумки, ҳар қандай мантикий функцияни ВА, ЁКИ, ЭМАСдан иборат бўлган учта функциянинг тўплами сифатида ёзиш мумкин. Шундай қилиб, бундай функцияларни амалга оширувчи элементлар мавжуд бўлса, улар тўла тўпламни ҳосил қилади. Лекин бундай тўплам минимал эмас. Минимал тўла тўплам Де Морган теоремасини ҳисобга оладиган бўлсак, фақат битта функция ВА – ЭМАС ёки ЁКИ – ЭМАСдан иборат бўлиши мумкин. Агар улардан бири ёрдамида ВА, ЁКИ, ЭМАС функцияларини олиш мумкин бўлса, бундай системанинг тўлалиги исботланган бўлади. ЁКИ – ЭМАС элемент $f = x + y$, агар $x=0$ ёки $x=y$ бўлса инкор (ЭМАС) операциясини амалга оширади, $f = \bar{y}$. ЁКИ функциясини 1 – расм а)даги схема бажаради:

$$f_1 = \overline{x + y} = \bar{x} + \bar{y},$$

ВА функцияси 1 – расм б)да кўрсатилган схема ёрдамида ҳосил қилинади

$$f_2 = \overline{\bar{a} + \bar{b}} = \overline{\bar{a}b} = ab.$$

Худди шунингдек ВА – ЭМАС элементи

$$f = \overline{uw}$$

ёрдамида, агар $u=1$ ёки $u=w$ бўлса, ЭМАС элементи

$$f_2 = \bar{w}$$

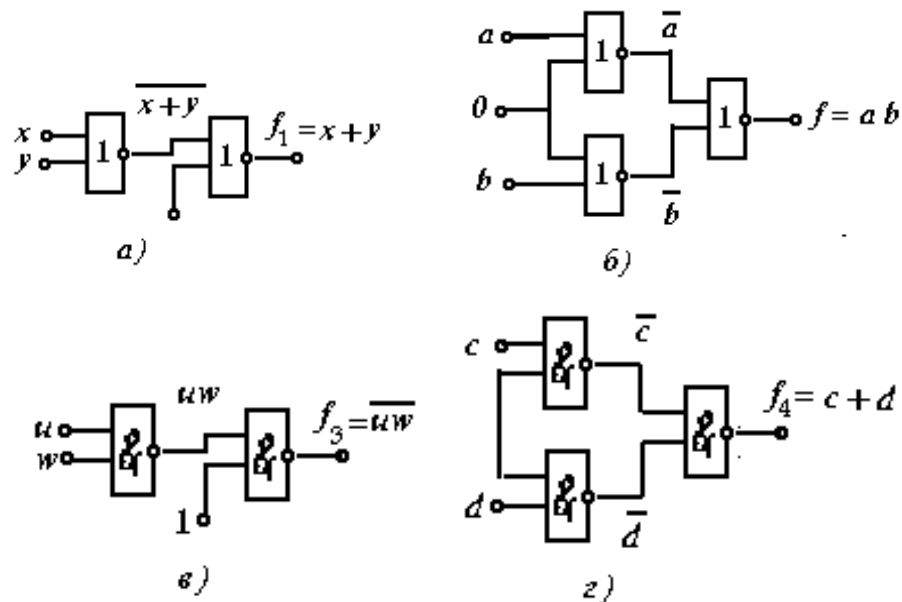
ҳосил қилинади. ВА элементи 1 – расм, в ёрдамида:

$$f = \overline{uw} = \overline{uw}$$

ва ЁКИ элементи 1 – расм, г ёрдамида:

$$f_4 = \overline{\bar{c}d} = \overline{\bar{c}} + \bar{d} = c + d$$

олинади.



1 – расм. Мантикий схемалар: а, з – ЁКИ; б, в – ВА

ВА – ЭМАС базисда МКНФда ёзилган функциялар осонроқ амалга оширилади, масалан:

1-мисол.

$$f_1 = x_1 x_3 + x_2 x_3 = \overline{x_2 x_3} + x_2 x_3 = \overline{x_2 x_3 x_1 x_3}$$

2-мисол.

$$f_2 = x_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3 = \overline{x_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3} = \overline{x_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3}$$

3-мисол.

$$f_3 = x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3 = \overline{x_1 x_2 x_2 x_3 x_1 x_3}$$

ЁКИ – ЭМАС базисда амалга ошириш учун функцияни МДНФ базисда ёзиш кулайроқ:

$$f_1 = x_1 x_3 + x_2 x_3 = x_3 (x_1 + x_2) = x_3 + x_1 + x_2,$$

$$f_2 = (x_1 + x_2 + x_3)(x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3) = \overline{x_1 + x_2 + x_3 + x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3}$$

Кенг тарқалган К155 ва К561 сериядаги микросхемаларда мантикий нол сифатида потенциалнинг пастки сатҳи қабул қилинган (К155 серия учун 0дан 0,4Вгача, К561 серия учун 0дан 0,01Вгача), мантикий 1 сифатида эса – таъминлаш манбасининг мусбат кучланишига яқин бўлган кучланиш (мусбат мантик). К108 ва К120 сериядаги микросхемаларда мантикий 1 сифатида –10Вдан катта бўлмаган кучланиш, мантикий 0 сифатида эса 0,7Вдан кичик бўлмаган кучланиш қабул қилинган (манфий мантик).

Мантикий элементлар интеграция даражаси билан характерланади. Интеграция даражаси кичик (КИС), ўртача (ЎИС) ва (КИС) схемаларга бўлиш қабул қилинган. Кичик интеграл схемалар лойихачилар учун универсал материал бўлиб ҳисобланади. Лекин улар ёрдамида мураккаб функцияларни амалга ошириш кўп миқдордаги корпусларни ва ўзаро боғланишларни қалайлаб бажаришни талаб қилади. ЎИС микросхемалари мураккаброқ функцияларни амалга ошириш мумкин. Улар функционал характеристикалари бажарилиши керак бўлган топшириққа мос бўлганда қўлланилади. Айрим ЎИСлар кўпфункционал элементлар бўлиб, улар ёрдамида ҳар хил турдаги функционал қисмларни бажариш мумкин. Бунда ЎИСларга дешифраторлар, мультиплексорлар ва сумматорлар киради.

Юқори даражадаги интеграцияга эга бўлган (КИС) схемалар, одатда, кўп функционал бўлади. Уларга айрим хотира қурилмалари (ХҚ) ва микропроцессор

комплектлари киради. Микропроцессорлар мантиқий ва арифметик боғланишни дастурий равишда амалга ошириш учун хизмат қилади.

Интеграл микросхемалар бирлаштириш коэффиценти (элементнинг киришига нечта мантиқий ўзгарувчини улаш (бериш) мумкинлигини кўрсатади) ва чиқишининг тарқатиш коэффиценти (чиқишга шу сериядаги элементларнинг қанча миқдордаги киришларини улаш мумкинлигини кўрсатади, одатда ўнтагача). Мантиқий элементларнинг кириш ва чиқиш бўйича имкониятларини ошириш учун махсус микросхемалар хизмат қилади. Бундай имкониятларни асосий турдаги мантиқий элементлардан фойдаланиб ҳам кенгайтириш мумкин.

3 – мисол. Иккита, учта ва тўртта киришга эга бўлган ВА – ЭМАС элементлардан фойдаланиб $f=x_1x_2\dots x_{10}$ функцияни амалга ошириш керак.

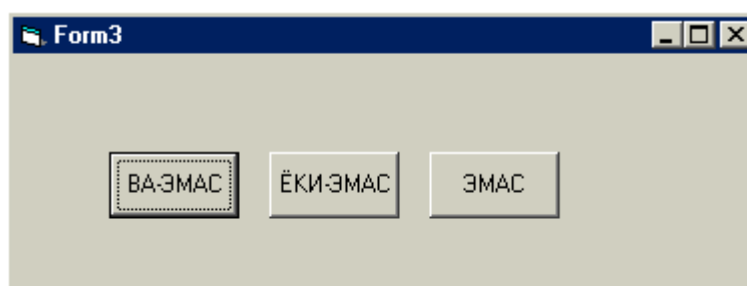
Ечиш: Қуйидаги мантиқий кўпайтиришларни амалга оширамиз:

$$a=x_1x_2x_3x_4; \quad b=x_5x_6x_7x_8; \quad c=x_9x_{10}; \quad f=abc.$$

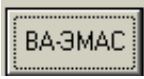
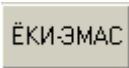
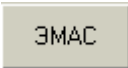
Мантиқий кўпайтиришларни 1-расм,в даги схемага ўхшаш схемалар ёрдамида амалга оширамиз.

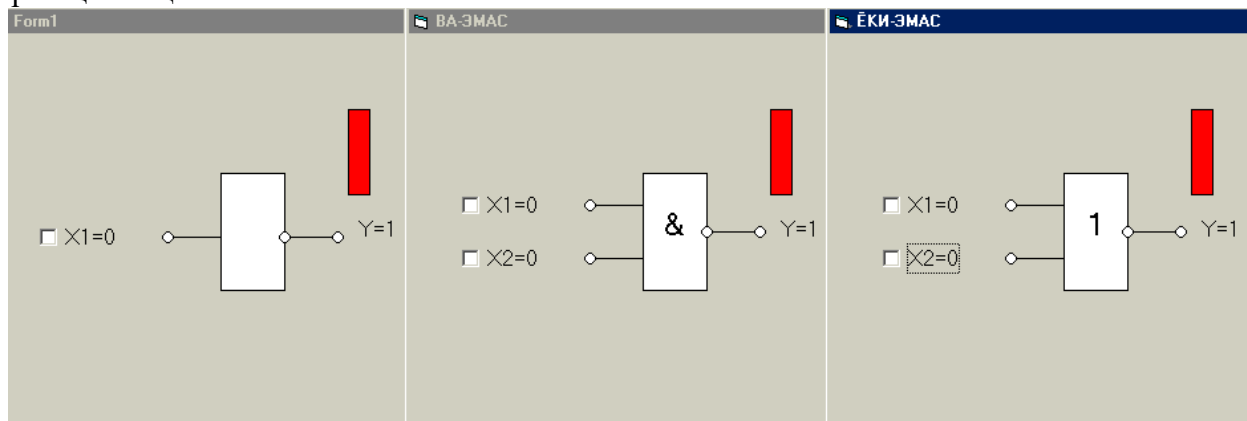
Ишни бажариш тартиби

1. [Бошланғич маълумотлар](#) билан танишинг.
2. [Виртуал лаборатория стендини](#) ишга тушинг. Экранда 2-расмда кўрсатилган тасвир (виртуал стенд) ҳосил бўлади.



2-расм. Виртуал стенд

3. Виртуал стенддаги ,  ва  тугмаларни навбат билан босиб мантиқий элементларни ишга тушинг ва экранда 3-расмда кўрсатилган тасвирни ҳосил қилинг.



2-расм. Виртуал стенддаги мантиқий элементларни ишга тушири

4. ЭМАС, ВА – ЭМАС ва ЁКИ – ЭМАС мантиқий элементларининг киришларидаги сигналларни сичқончанинг кўрсаткичини байроқчаларнинг (□) устига олиб келиб чап тугмасини босиш йўли билан ўзгартириб чиқиш сигналларини ёзиб олинг. Олинган натижаларни 1-жадвалга ёзинг.

1-жадвал

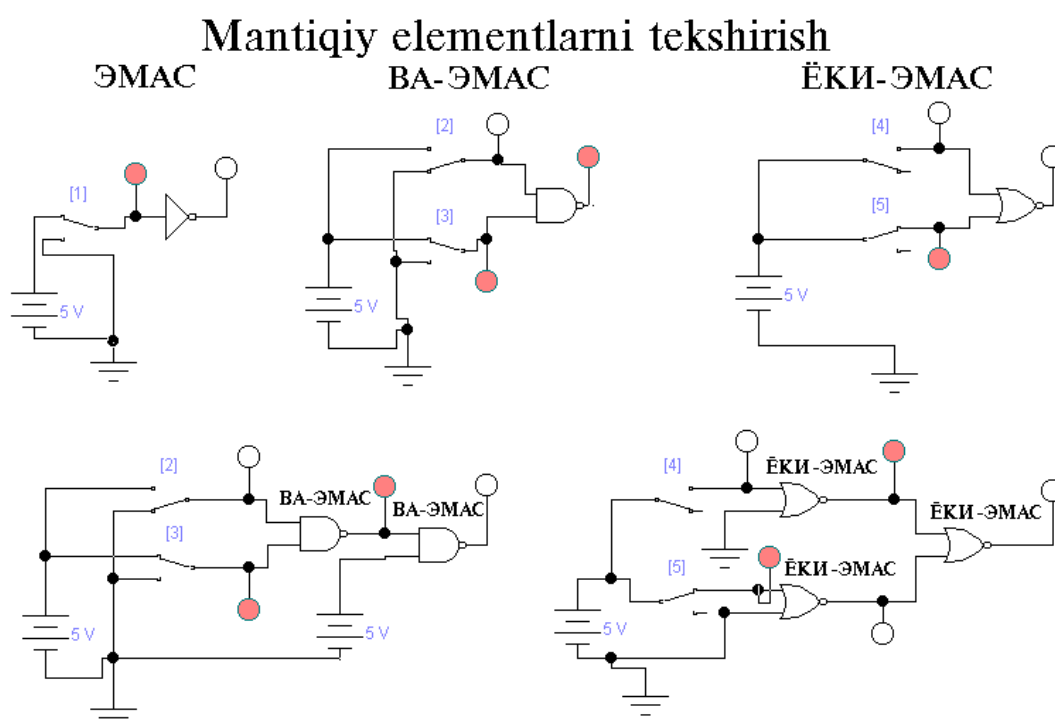
Мантиқий элементлар							
ЭМАС		ВА-ЭМАС			ЁКИ-ЭМАС		
X	Y	X1	X2	Y	X1	X2	Y

5. Electronics Workbench дастурини ишга тушириш учун экраннинг пастки чап бурчагидаги Пуск(Start) тугмасини босинг. Қалқиб чиқувчи менюдан Electronics Workbench сатрини танланг ва унинг устида сичқончининг чап тугмасини босинг.

6. Очилган Electronics Workbench дастурининг чап юқори бурчагидаги File (Файл) менюсидан Open (Очиш) сатрини танланг. Қалқиб чиқувчи менюдан “Электрон саноат қурилмалари” сатрининг устида сичқончининг чап тугмасини босинг.

7. Қалқиб чиқувчи менюдан “Мантиқий элементларни текшириш” сатрини танланг.

8. Мантиқий элементларни текшириш схемаси очилади (4-расм).



4-расм. Мантиқий элементларни текшириш схемаси

9. Экраннинг ўнг юқори бурчагидаги  тугмани босиб схемаларни ишга тушинг.

10. Мантиқий элементларнинг киришларига [1], [2], [3], [4] ва [5] калитлар ёрдамида сигналлар беринг (калитларни мос равишда клавиатурадаги 1,2,3,4 ва 5 рақамларини босиш йўли бошқариш мумкин, бунда калитнинг юқори ҳолатига мантиқий «1» тўғри келади). Мантиқий элементларнинг чиқишларидаги сигналларнинг ўзгаришини кузатинг.

11. Мантикий элементларнинг ҳақиқийлик жадвалларини тузинг. Бунинг учун мантикий элементларнинг киришларига мантикий 0 ва 1 сигналлар бериб чиқишларидаги сигналларни ёзиб олинг ва 2 ва 3-жадвалларни тўлдиринг.

2-жадвал

Мантикий элементлар							
ЭМАС		ВА-ЭМАС			ЁКИ-ЭМАС		
Кириш	Чиқиш	1-кириш	2-кириш	Чиқиш	1-кириш	2-кириш	Чиқиш

3-жадвал

Ўзаро уланган мантикий элементлар					
Иккита ВА-ЭМАС			Учта ЁКИ-ЭМАС		
1-кириш	2-кириш	Чиқиш	1-кириш	2-кириш	Чиқиш

Бажарилган иш бўйича ҳисобот

Ҳисоботда қуйидагилар келтирилади:

1. Лаборатория ишининг номи;
2. Ишни бажаришдан мақсад;
3. Ишни бажариш тартиби;
4. Виртуал стенд ёрдамида олинган мантикий элементларнинг ҳақиқийлик жадваллари;
5. Electronics Workbench дастури ёрдамида олинган мантикий элементларнинг ва улар асосида тузилган схемаларнинг ҳақиқийлик жадваллари;
6. Бажарилган иш бўйича хулосалар.

Назорат саволлари

1. Мантикий функцияларни аппаратлар шаклида амалга оширишнинг қандай имкониятлари мавжуд?
2. Минимал тўплам деганда нимани тушунасиш?
3. Минимал тўла тўплам фақатгина ВА-ЭМАС элементдан иборат бўлиши мумкинми?
4. Мантикий нол сифатида потенциалнинг қандай сатҳини қабул қилиш мумкин?
5. Кичик интеграл схемалар ёрдамида мураккаб функцияларни амалга ошириш қандай камчиликларга эга?
6. Интеграция даражаси ўртача микросхемаларга қандай функционал қисмлар киради?
7. Интеграл микросхемаларнинг бирлаштириш коэффициенти деганда нимани тушунасиш?

4-лаборатория иши

Дешифраторни текшириш

Ишни бажаришдан мақсад: дешифраторларнинг ишлаш принципи билан танишиш ва уларни текшириш.

Бошланғич маълумотлар

Дешифратор код ўзгарткич вазифасини бажаради, яъни киришига иккилик системадаги n -разрядли сигнал берилганда чиқишларидан бирида мантикий «1»га (ёки агар инверс дешифратор бўлса мантикий «0» га) тенг сигнал ҳосил бўлади. Дешифраторлар асосан рақамли қурилмаларнинг ижро этувчи қисмида жойлашиб кириш қисмига бериладиган сигналга асосан бошқарувчи сигнални шакллантиради.

Киришлари сони n ва чиқишлари сони 2^n бўлган схемага тўлиқ дешифратор дейилади. Бундай дешифраторнинг киришига мумкин бўлган ҳамма тўпламлар берилиши мумкин, масалан: $n=4$ учун (1 – расм а) тўпламлар сони 16 га тенг: $\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}$ дан $abcd$ гача. Мантикий бир 16 та чиқишдан (f_0 – f_{15}) бирида ҳосил бўлади, қолган чиқишларда эса сигнал нолга тенг. Умумий ҳолда $f_i = \tilde{a}\tilde{b}\tilde{c}\tilde{d}$, бу ерда $\tilde{a}$ белгиси a ёки $\bar{a}$ бўлиши мумкинлигини кўрсатади.

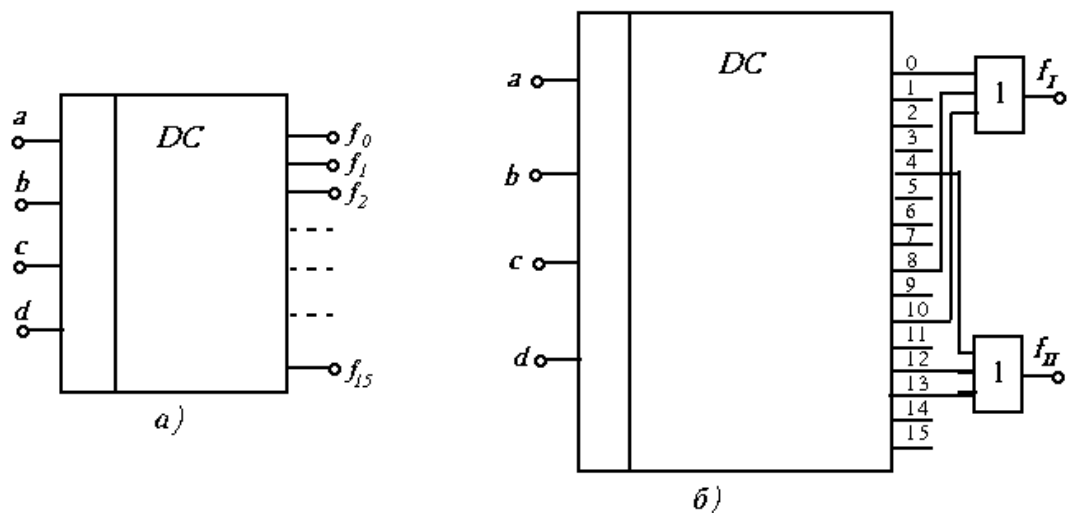
Тўлиқ бўлмаган дешифраторда чиқишлар сони кам бўлади, масалан, 4028 турдаги дешифратор тўртта киришга ва ўн та (ўн олтига эмас) чиқишга эга.

Айрим ҳолларда инверс дешифраторлардан фойдаланилади. Уларнинг чиқишларидан бирида ягона нол сигнал, қолганларида эса мантикий бир ҳосил бўлади. Бундай дешифраторлар учун умумий ҳолда $\tilde{f}_i = \tilde{a}\tilde{b}\tilde{c}\tilde{d}$, яъни $f_0 = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}$, $\bar{f}_7 = \bar{a}bcd$, $\bar{f}_{15} = abcd$.

Кўпчилик ҳолларда дешифраторлар рухсат этиш (стробирлаш) кириши p га эга бўлади. Бундай дешифраторлар учун $f_i = p\tilde{a}\tilde{b}\tilde{c}\tilde{d}$.

Стробирлаш кириши код масофа бирдан катта бўлганда, киришдаги тўпламлар ўзгараётган вақтда чиқишда нотўғри сигнал ҳосил бўлишининг олдини олади. Масалан: 0011 – 3 тўпламдан 0100 – 4 тўпламга ўтилаётган бўлсин. Ўтиш жараёнида қуйидаги тўпламлар ҳосил бўлиши мумкин: 0010=2, 0000=0 ва уларга мос равишда f_2 ва f_0 чиқишларда ҳалақитлар импульслари юзага келиши мумкин. Ўтиш жараёнида чиқишда бирлик сигнал ҳосил бўлиши p – кириш ёрдамида тасдиқланади.

Страбирлаш кириши p – кириш ўзгарувчиларининг сонини ва чиқишлар сонини ҳам ортириш имконини беради. Масалан: 5та a, b, c, d, e ўзгарувчилар бўлганда: 4, a – расмда кўрсатилган дешифраторлардан икkitаси ёрдамида тўла дешифраторни тайёрлаш мумкин. Улардан биринчиси $p=e$ бўлганда, иккинчиси эса $p = \bar{e}$ бўлганда ишга тушади.



1 – расм. Дешифратор (а) ва уни мантиқий функцияларни амалга ошириш учун қўллаш (б)

Дешифратор тўлиқ бўлмаслиги, яъни чиқишда кириш ўзгарувчиларининг тўлиқ бўлмаган конъюнкциялар тўпламини ҳосил қилиши ҳам мумкин. Масалан: ўнлик индикаторни бошқариш учун сигнал ҳосил қилишда 0000=0 дан 1001=9 гача бўлган чиқишлар етарли.

Дешифраторлардан n та ўзгарувчининг функциясини амалга ошириш учун фойдаланиш мумкин. Қуйидаги $f_I = ab\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}\bar{d}$ ва $f_{II} = a\bar{b}\bar{d} + \bar{b}\bar{c}\bar{d}$ функцияларни 1-расм, а да кўрсатилган дешифратор ёрдамида амалга оширишни кўрайлик.

Тенгламаларни конъюнкциялар ҳамма ўзгарувчиларни ўз ичига оладиган мукаммал шаклда ёзамиз:

$$f_I = ab\bar{c}d + ab\bar{c}\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}\bar{d} = f_{13} + f_{12} + f_4; .$$

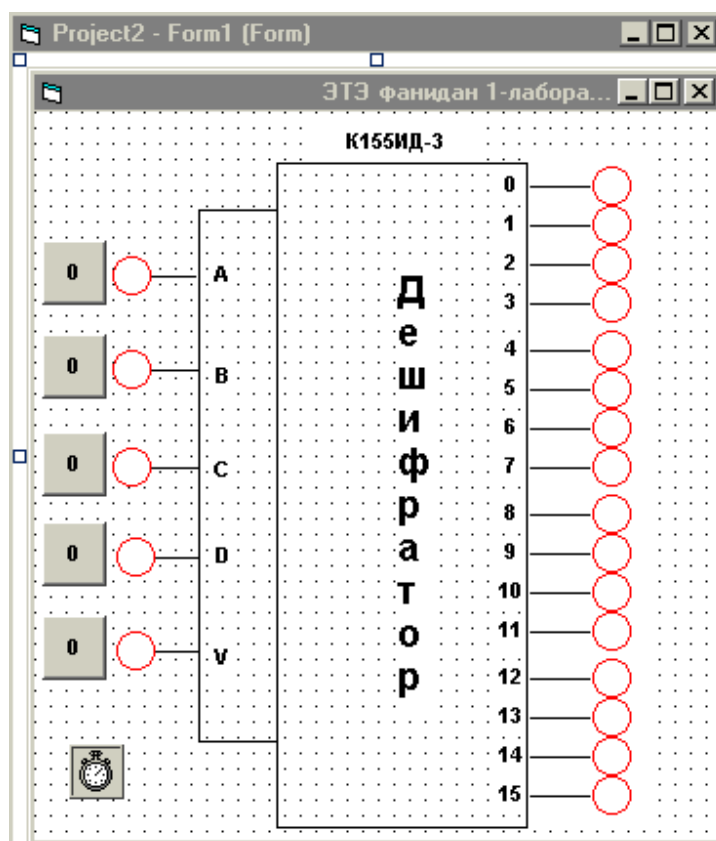
$$f_{II} = a\bar{b}\bar{c}d + a\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d} = f_{10} + f_8 + f_0.$$

Дешифраторнинг чиқишларини юқоридаги тенгламаларга асосан ЁКИ схемаси ёрдамида бирлаштириб (1 – расм б)) кичик ИМСларда бажарилганига нисбатан ихчамроқ ечимга эга бўламиз.

1-жадвалда тўлиқ бўлмаган 4028 турдаги дешифраторнинг ҳақиқийлик жадвали келтирилган. Бундай дешифраторнинг 0 дан 9 гача бўлган ўнта чиқишидан фойдаланиш мумкин.

**1-жадвал. 4028 турдаги дешифраторнинг
ҳақиқийлик жадвали**

№	Киришлар				Чиқишлар									
	A3	A2	A1	A0	o0	o1	o2	o3	o4	o5	o6	o7	o8	o9
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



2-расм. Виртуал стенд

8	1	0	0	0															
9	1	0	0	1															
10	1	0	1	0															
11	1	0	1	1															
12	1	1	0	0															
13	1	1	0	1															
14	1	1	1	0															
15	1	1	1	1															

Назорат саволлари

1. Дешифраторлар асосан рақамли курилмаларнинг қандай қисмида жойлаштирилади?
2. Дешифратор қандай вазифани бажаради?
3. Тўртта кириш ва 16та чиқишга эга бўлган дешифратор қандай дешифратор дейилали?
4. Тўртта кириш ва ўн та чиқишга эга бўлган дешифратор қандай дешифратор дейилали?
5. К155ИД-3 дешифраторнинг А,В,С,D киришларига мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал берилса унинг чиқишларидан қайси бирида мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал ҳосил бўлади?
6. К155ИД-3 дешифраторнинг А,В,С,D ва стробирлаш киришларига мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал берилса унинг чиқишларидан қайси бирида мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал ҳосил бўлади?
7. К155ИД-3 дешифраторнинг ўнинчи чиқишида мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал ҳосил бўлиши учун унинг қайси киришларига мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал бериш керак?
8. 4028 ва К155ИД-3 турдаги дешифраторлар бир-биридан нима билан фарқ қилади?
9. Дешифраторлар интеграция даражаси қандай микросхема ҳисобланади?
10. 4028 турдаги дешифраторнинг 07 чиқишида мантиқий «1»га тенг бўлган сигнал ҳосил бўлиши учун унинг киришларига қандай сигнал бериш керак?

Бажарилган иш бўйича ҳисобот

Ҳисоботда қуйидагилар келтирилади:

1. Лаборатория ишининг номи;
2. Ишни бажаришдан иақсад;
3. Ишни бажариш тартиби;
4. Виртуал стенд ёрдамида олинган К155ИД-3 турдаги дешифраторнинг ҳақиқийлик жадвали;
5. Бажарилган иш бўйича хулосалар.

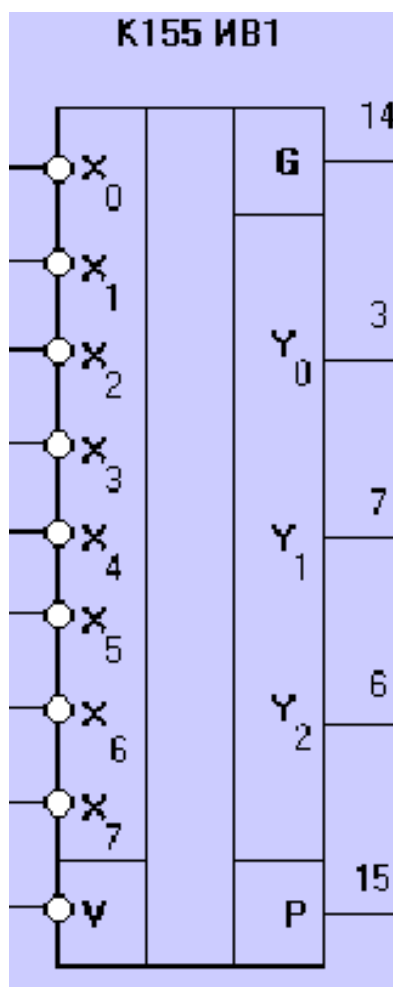
5-лаборатория иши

Ишни бажаришдан мақсад: шифраторнинг ишлаш принципи билан танишиш ва уни текширишни ўрганиш.

Бошланғич маълумотлар

Шифратор киришларидан биридаги сигнални иккилик кодга айлантириб бериш учун хизмат қилади. Шифратор киришларининг сони m ва чиқишларининг сони n орасида қуйидагича боғланиш мавжуд $m = 2^n$. Айрим шифраторларда (масалан К155ИБ1 шифраторда), кодланувчи кириш сигнали паст сатҳли бўлиши мумкин (1-расм). Паст сатҳли кодланувчи сигнал X_0-X_7 киришлардан бирига берилади. Қолган киришларда юқори сатҳли сигнал бўлиши керак (1-жадвал). Кириш сигнаliga мос келувчи иккилик код шифраторнинг Y_2, Y_1, Y_0 чиқишларида шаклланади.

Шифратор бошқарувчи (стробирловчи) кириш V ва иккита қўшимча G, P чиқишларга эга бўлади. Бошқарувчи киришдаги сигнал $V=0$ бўлганда шифратор кодлаш режимида ишлашига рухсат берилади ёки $V=1$ бўлганда тақиқланади. Стробирловчи киришдаги сигнал $V=1$ бўлганда киришдаги сигналлар қандай бўлишидан қатъий назар шифраторнинг чиқишидаги сигналлар юқори сатҳга эга бўлади.



1-расм. Шифратор

Пастки сатҳдаги кодлаштирилган сигнал X_0, X_7 киришни бирортасига берилсин. X_0, X_7 киришларнинг бошқаларига юқори сатҳли сигнал берилса, Y_2, Y_1, Y_0 чиқишда ушбу берилган сигналга мос равишда унинг иккилик коди ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган иккилик код киришдаги паст сатҳли сигнал берилган киришга тегишли бўлади (1-жадвал)

1-жадвал

X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	Y_2	Y_1	Y_0	P	G
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Шу усул билан 8 та кириш қисмидаги ҳар ҳил энг паст сатҳли кучланиш чиқишда ўзига мос равишда 8та иккилик тўпламни (комбинациясини) ташкил қилади.

Шифратор микросхемаси бошқарувчи (стробирловчи) V киришга ва иккита қўшимча G ва P чиқишга эга. V = 0 сигнал шифраторни ишлашига рухсат беради. V= 1 эса тақиқлайди. Агар интеграл схемада тақиқланган иш ҳолати жорий қилинса, кириш сигналидан қатъий назар ҳамма чиқишда юқори сатҳли кучланиш ҳосил бўлади. P чиқишда маълумотни кўчириш сигнали P = 1 ҳосил бўлади. P = 0 эса кўчиришни тақиқловчи сигнал бўлиб, у шифраторнинг ҳамма киришига юқори сатҳли кучланиш берилганда ҳосил бўлади. P=0 да G=1 бўлади. G ва P чиқиш шифраторнинг бошқа қурилмаларни бошқариши учун мўлжалланган.

Қуйида (2-жадвал) ҳар ҳил типдаги шифраторларнинг параметрлари берилган.

2-жадвал

МС тури	Чиқиш-киришлар сони	U, манба кучланиши, В	Истеъмол қуввати, мВт	Стробирловчи киришнинг мавжудлиги
K500ИВ 165	8-3	-5,2	730	+
K155ИВ 1	8-3	5	300	+
K 555ИВ 1	8-3	5	100	+
K555ИВ 3	8-3	5	95	-

Шифратор ва дешифраторлар комбинациясидан фойдаланиб бир турдаги коддан иккинчи турдаги кодга ўтиш учун код ўзгартгич тайёрлаш мумкин.

Виртуал стенднинг тузилиши

Шифраторларни текшириш бўйича виртуал стенд Visual Basic нинг лойиҳалаш воситалари ёрдамида бажарилган (2-расм) ва у буйруқ тугмалари- Command Button (1), белгилар- Label (2), шакллар-Shape (3) ва бошқа бошқариш элементларидан ташкил топган. Буйруқ тугмаларини босиш йўли билан шифраторнинг киришига бериладиган сигналларни ўзгартириш мумкин. Сичқончанинг чап тугмаси навбатдаги марта босилганда агар сигнал мантиқий 0 га тенг бўлса мантиқий 1 га ёки мантиқий 1 га тенг бўлса мантиқий 0 га ўзгаради.

Шифраторнинг чиқишларидаги сигналларнинг қийматлари доира кўринишидаги шаклларнинг рангига асосан аниқланади. Доираларнинг оқ рангга кириши мантиқий 0 га ва қизил рангга кириши мантиқий 1 га мос келади.

6-лаборатория иши

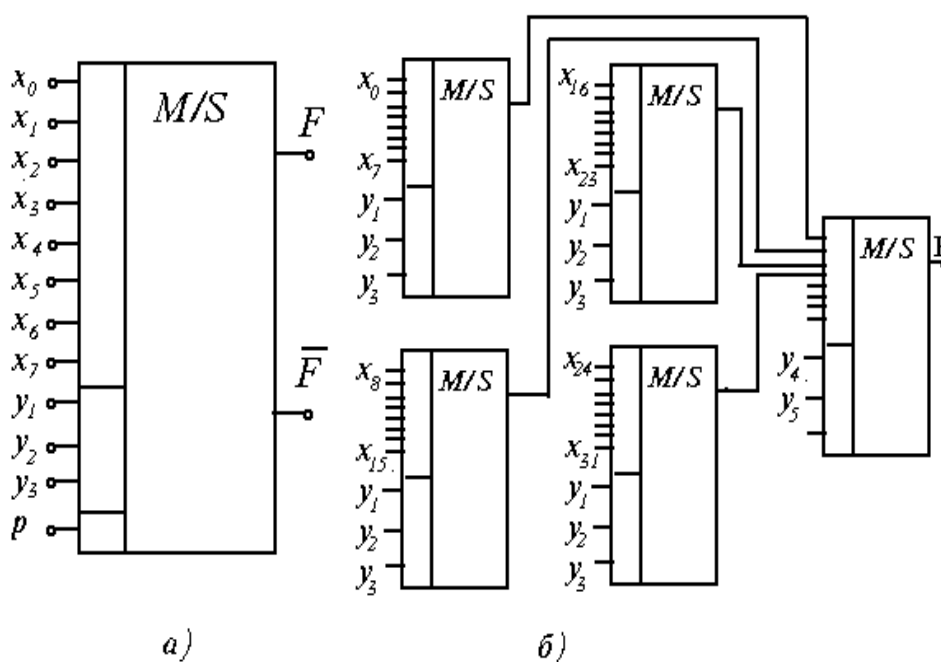
Мультиплексор

Ишни бажаришдан мақсад: мультиплексорнинг ишлаш принципи билан танишиш ва уни текшириш.

Бошланғич маълумотлар

Мультиплексорлар ЭХМ элементларидан бири бўлиб, ундан қуйидаги қурилмаларни тайёрлаш учун кенг фойдаланилади:

- 1) рақамли сигналларнинг коммутатор-селекторларини;
- 2) доимий сақловчи қурилмаларни;
- 3) мантикий функцияларни амалга оширувчи, комбинацион схемаларни;
- 4) кодларни айлантирувчиларни(мисол учун, параллел кодни кетма-кет кодга) ва бошқа тармоқларни қуриш учун кенг ишлатилади.



1-расм.Мультиплексор

Мультиплексор деб, ягона чиқишни мавжуд киришлардан бирига улайдиган схемага айтилади. Чиқиш F даги (1,a - расм) мантикий сигнал киришдаги x_i сигналнинг қийматини қабул қилади. Чиқиш киришларнинг қайси бирига уланиш бошқарувчи сигнал y_1, y_2, y_3 га боғлиқ бўлади. Масалан: бошқарувчи сигнал 000 бўлганда чиқишга x_0 кириш уланади, 001 бўлганда эса x_1 уланади. Одатда, мультиплексор стробирлаш кириши p га эга бўлади, $p = 1$ бўлганда мультиплексорнинг ишлашига рухсат берилади.

Мультиплексорнинг мантикий тенгламаси

$$F = p(x_0 \bar{y}_2 \bar{y}_3 + x_1 \bar{y}_2 \bar{y}_3 + \dots x_7 y_1 y_2 y_3).$$

Бошқарувчи киришлар ($y_1, y_2, \dots, y_n$) сони n та бўлган мультиплексор 2^n та кириш сигналларини ($x_0, x_1, x_2, \dots$) улаб узиши мумкин. Одатда $n=2,3,4$ бўлган мультиплексорлар ишлаб чиқарилади. Кириш сигналлари кўп бўлганда, бир нечта мультиплексорлардан фойдаланиш мумкин.

1— мисол: Бошқарувчи киришлар сони $n=3$ бўлган мультиплексорлардан фойдаланиб, 32та киришдан ҳар қандай биттасини ягона чиқишга улаш талаб қилинади.

Ечиш. Битта мультиплексордаги киришлар сони $2^n=2^3=8$ та бўлганлиги сабабли 32 та киришни тўртта мультиплексор орасида тақсимлаймиз. Киришни танлашни беш разрядли бошқариш сигнали $y_1 y_2 y_3 y_4 y_5$ ёрдамида амалга оширамиз. Учта $y_1 y_2 y_3$

бошқариш сигнали бир вақтнинг ўзида тўрттала мультимплексорга берилади. Уларнинг чиқишлари $y_4 y_5$ разрядлар билан бошқарилувчи 5-мультимплексорнинг киришига уланади (1,б-расм).

Мультимплексордан ҳар хил мантикий функцияларни амалга ошириш учун кўп функционал элемент сифатида фойдаланиш мумкин. Энг осон n та ўзгарувчили функция амалга оширилади.

2– мисол: МДНШда ёзилган

$$F = y_1 \bar{y}_2 y_3 + \bar{y}_1 y_2 y_3 + y_1 \bar{y}_2 \bar{y}_3$$

функцияни амалга ошириш талаб қилинади.

Ечиш. Бошқарувчи сигналлар 101, 011 ва 100 ёрдамида x_5, x_3 ва x_4 киришлар активлантирилишини ҳисобга олиб, уларга 1 константани берамиз, қолган киришларга эса 0. Стробирловчи киришда $p=1$ бўлиши керак.

Мультимплексор ёрдамида $n+1$ ўзгарувчили функцияни ҳам амалга ошириш мумкин.

3– мисол. 1– расмда кўрсатилган мультимплексордан фойдаланиб, тўртта ўзгарувчининг функциясини ҳосил қилинг.

$$z = ab\bar{c} + \bar{a}b + acd.$$

Ечиш. Тенгламада кўпроқ учрайдиган ўзгарувчилар учун бошқарувчи киришлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ, $y_1=a$, $y_2=b$, $y_3=c$ деб қабул қиламиз. Бу ҳолда $ab\bar{c}$ конъюнкция кириш x_6 ни активлаштиради, яъни $x_6=1$ бўлиши керак. Иккинчи

$$\bar{a}b = \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc$$

конъюнкция x_2 ва x_3 киришларни активлаштиради. Шунинг учун $x_2=x_3=1$ ни қабул қиламиз. Ва ниҳоят,

$$ab = \bar{a}b\bar{c} + abc$$

конъюнкция x_5 ва x_7 киришларни активлаштиради. Бу киришларга d ўзгарувчини берамиз: $x_5=x_7=d$. Қолган киришларда $x_0=x_1=x_4=0$, $p=1$ бўлиши керак. Шундай қилиб, мультимплексордан фойдаланилганда унинг x киришли гуруҳига 0,1 константалар ёки кириш ўзгарувчилари (ёки уларнинг инверциялари) берилиши керак.

Бундай усулни ўзгарувчилар сони янада кўпроқ бўлганда ҳам қўллаш мумкин.

4–мисол: Иккита бошқарувчи ва тўртта сигнал киришларга эга бўлган мультимплексорда

$$z = \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bd + \bar{a}b\bar{e} + abf$$

функцияларни амалга ошириш талаб қилинади.

Ечиш. $y_1=a$, $y_2=b$ деб қабул қиламиз. Мультимплексорнинг тенгламаси

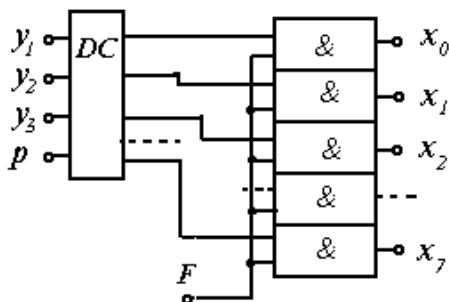
$$F = p(x_0 \bar{y}_2 \bar{y}_3 + x_1 \bar{y}_2 \bar{y}_3 + \dots x_7 y_1 y_2 y_3)$$

ва z боғланишни таққослаб

$$x_0=e, x_1=d, x_2=c, x_3=f$$

бўлиши кераклигини аниқлаймиз.

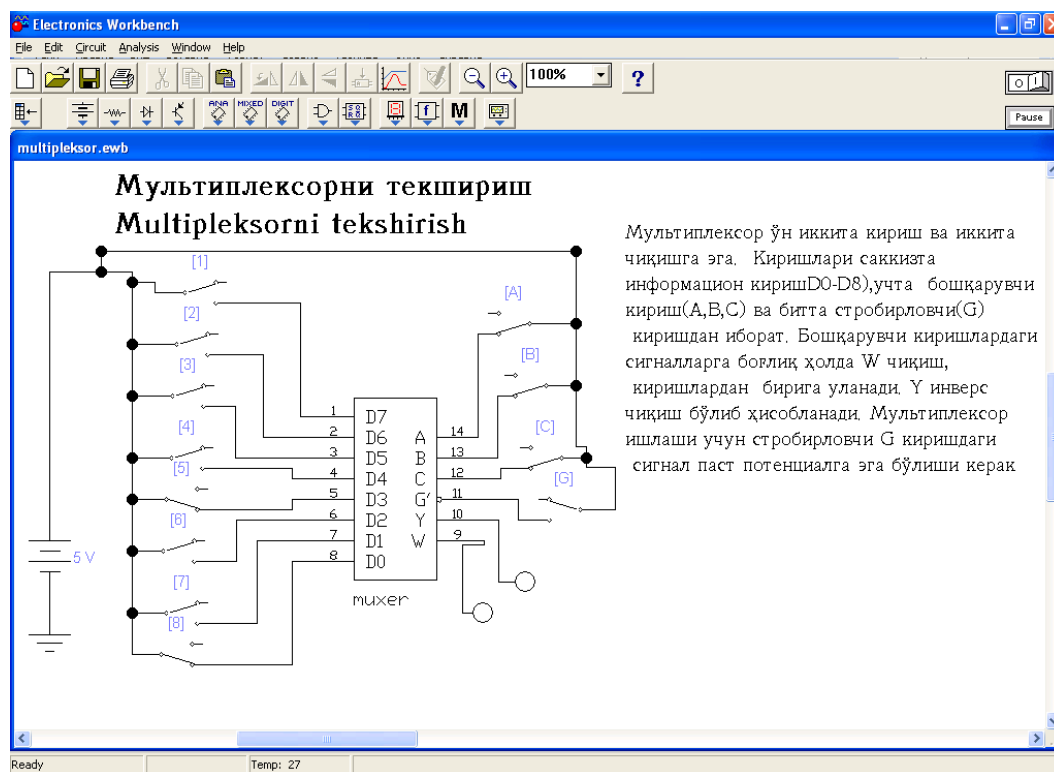
Демультимплексор мультимплексорга нисбатан тескари функцияни бажаради, яъни киришга келувчи сигнал чиқишда бир неча каналларга тақсимланади. Демультимплексорнинг вариантларидан бири 2–расмда келтирилган. Кириш сигнали F ВА элементларнинг киришларидан бирига берилади. Уларнинг иккинчи киришларига дешифраторнинг чиқишларидан навбат билан мантикий 1 сатҳдаги бошқарувчи сигналлар келади.



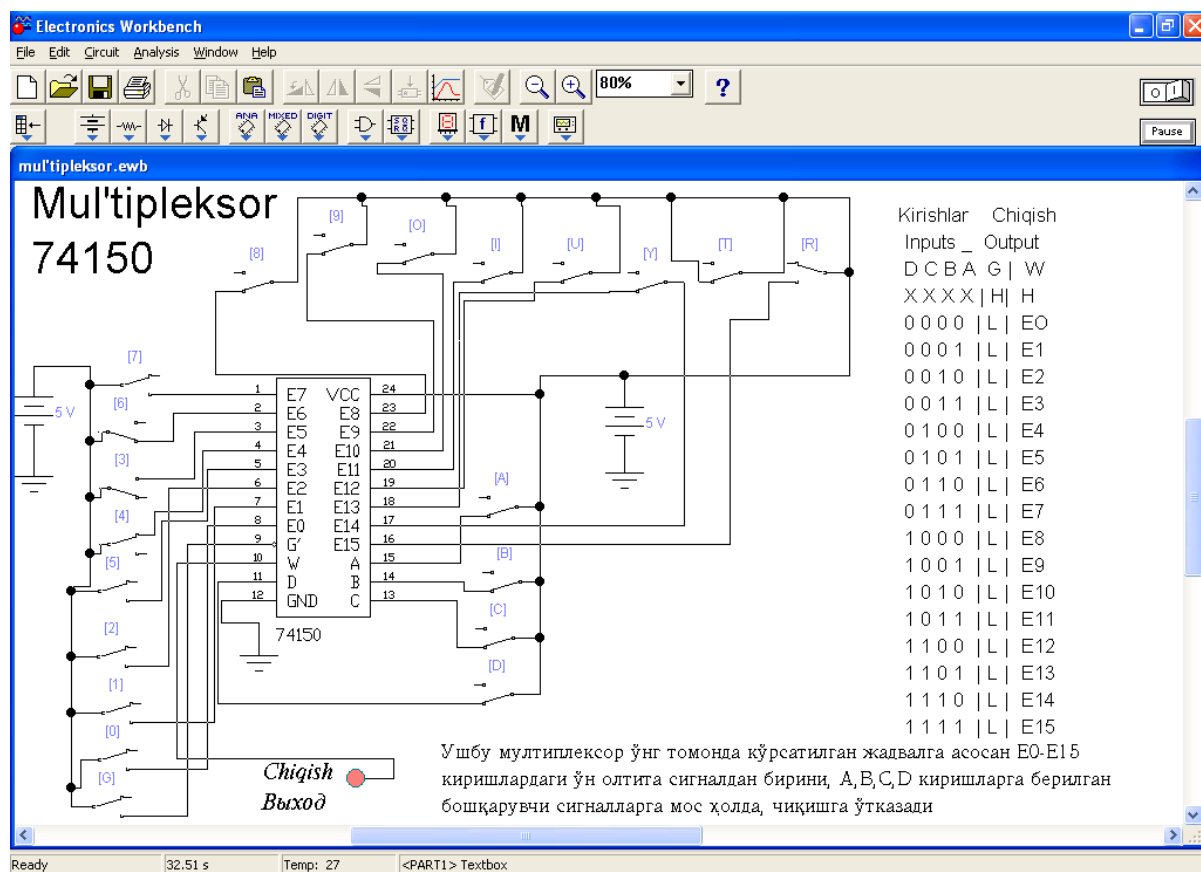
2– расм. Демультимплексор

Виртуал стенднинг тузлиши

Виртуал стенднинг кўриниши 3-расмда келтирилган.



3-расм. Ўн иккита кириш ва иккита чиқишга эга бўлган мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида текшириш учун виртуал стенд.



4-расм. 74150 турдаги мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида текшириш бўйича виртуал стенднинг тузилиши

Ишни бажариш тартиби

1. Electronics Workbench дастурини ишга туширинг.
2. 3-расмда кўрсатилган ўн иккита кириш ва иккита чиқишга эга бўлган мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида текширинг ва олинган натижаларни ёзиб олинг.
3. 4-расмда кўрсатилган 74150 турдаги мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида текширинг ва олинган натижаларни ёзиб олинг.

Назорат учун саволлар:

1. Шифратор нима ва уни схемадаги белгиланиш қандай?
2. Дешифратор нима ва уни схемадаги шартли белгиланишин кўрсатинг?
3. Мултиплексор ва Демултиплекторлар фарқларини тушунтиринг?
4. Комбинацион схемаларга нималар киради?
5. Ўн иккита кириш ва иккита чиқишга эга бўлган мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида схемасини тузиб чиқинг.
6. 74150 турдаги мултиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида тузиб чиқинг?

7-лаборатория иши

Ҳисоблагичлар

Ишни бажаришдан мақсад: триггерлар асосида бажарилган ҳисоблагичларнинг ишлаш принципи билан танишиш ва уларни текшириш.

Бошланғич маълумотлар

Киришга бериладиган сигналлар таъсирида бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга даврий равишда ўтиб турадиган **рақамли автомат ҳисоблагич** деб аталади. Ҳисоблагич ҳалқасимон ўтишлар графига эга бўлади. Графдаги ўтишлар сони ҳисоблагичдаги ўтишлар сонига тенг. Ҳисоблагични бошланғич ҳолатга қайтариш учун зарур бўлган кириш сигналларининг сони **ҳисоблаш коэффициенти** деб аталади ва **K** харфи билан белгиланади. Иккилик ҳисоблагичда $K=2^m$ бўлади, бу ерда **M** – бутун сон. $m>0$. Ўнли ҳисоблагич учун $K=10^l$, бу ерда **l** – бутун сон, $l>0$.

Ҳисоблагичлар жамловчи, айирувчи ёки реверсив бўлиши мумкин. Бундан ташқари, улар кетма – кет, параллел ва аралаш турларга ажратилади. Одатда ҳисоблагичлар триггерлардан фойдаланиб бажарилади.

Жамловчи **m** – разрядли иккилик ҳисоблагичнинг ишлаш қондаси (алгоритми) қуйидаги қўринишга эга:

$$Q_n = \begin{cases} Q_{n-1} + 1 & \text{агар } Q_{n-1} \neq 2^m - 1 \text{ булса} \\ 0 & \text{агар } Q_{n-1} = 2^m - 1 \text{ булса} \end{cases}$$

Уч разрядли ($m=3$) ҳисоблагичнинг ўтишлар жадвали 2–жадвалда келтирилган. Ҳисоблагични учта бир хил триггердан ташкил топган деб ҳисоблаб, синтез қиламиз. Жадвалнинг $Q_{1,n}$ устуни, яъни биринчи триггер учун ўтишлар жадвалини тузамиз (1 - жадвал)

1 - жадвал

x	Q_{n-1}	Q_n
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ва структура формуласини ҳосил қиламиз.

$$Q_n = xQ_{n-1} + \overline{x}Q_{n-1} = xQ_{n-1} + \overline{x}\overline{Q_{n-1}} = \overline{\overline{x}\overline{Q_{n-1}}}$$

Ҳосил қилинган формулани Т – триггернинг структура формуласи

$$Q_{n+1} = T_n \overline{Q_n} + \overline{T_n} Q_n$$

билан таққослаб, $x=T_n$ да улар бир хил эканлигини қўришимиз мумкин.

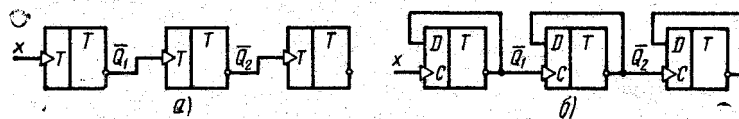
Триггерларни кетма – кет улашимиз сабабли ҳар бир триггер ўзидан кейинги триггер учун ўтиш сигналини ҳосил қилади. Ҳар бир триггер ўзидан олдинги триггер 1 ҳолатдан 0 ҳолатга ўтганида ўз ҳолатини ўзгартиради (2- жадвал).

2 - жадвал

Q_n			
$Q_{3,n}$	$Q_{2,n}$	$Q_{1,n}$	n
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6

1	1	1	7
0	0	0	8

Шу сабабли ҳар бир триггернинг инверс чиқишини кейинги триггернинг Т – киришига улаш зарур (1 а - расм). Худди шундай ҳисоблагични D – триггер ёрдамида ҳам бажариш мумкин. Бунда D – триггернинг инверс чиқишига D – киришига уланади ҳамда кириш сигнали С киришига берилади (1 б) - расм).



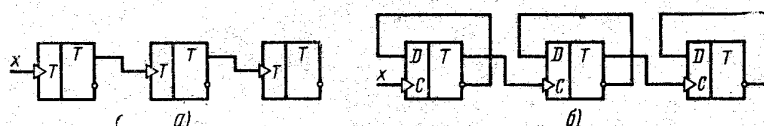
1 – расм. Уч разрядли жамловчи кетма – кет ҳисоблагичлар

Айирувчи ҳисоблагич

Айирувчи m – разрядли иккилик ҳисоблагичнинг ишлаш қоидаси қуйидагича:

$$Q_n = \begin{cases} Q_{n-1} - 1 & \text{агар } Q_{n-1} \neq 0 \text{ бўлса} \\ 2^b - 1 & \text{агар } Q_{n-1} = 0 \text{ бўлса} \end{cases}$$

Айирувчи ҳисоблагичнинг ўтишлар жадвали жамловчи ҳисоблагичнинг ўтишлар жадвалига нисбатан тескари бўлади, яъни кириш сигналларининг сони ортиши билан иккилик чиқиш сигнали камайиб боради. Айирувчи уч разрядли ҳисоблагични учта бир хил Т – триггерни кетма – кет улаб ҳосил қилишимиз мумкин. Ҳар бир триггер ўз ҳолатини олдинги триггер 0 ҳолатдан 1 ҳолатга ўтганида ўзгартиради. Шу сабабли ҳар бир триггернинг чиқишини кейинги триггернинг Т - киришига уланади (2, а - расм). Айирувчи ҳисоблагични D – триггерларда ҳам бажариш мумкин (2,б - расм).



2 – расм. Уч разрядли айирувчи ҳисоблагичлар

Реверсив ҳисоблагич

Кетма – кет кўчиришга эга бўлган иккилик реверсив ҳисоблагични синтез қилишни кўрайлик. Бундай ҳисоблагич информатсион х киришдан ташқари қўшимча бошқариш А киришига эга бўлади. Бошқариш сигнали $F_n=0$ бўлганда жамловчи ва $F_n=1$ бўлганда айирувчи ҳисоблагич каби ишлайди.

Биринчи қарашда реверсив ҳисоблагич коммутациялар схемасининг ишлаш қоидаси қуйидагича бўлиши мумкин:

$$T = \begin{cases} \overline{Q}_{i-1} - 1 & \text{агар } F = 0 \text{ бўлса} \\ Q_{i-1} & \text{агар } F = 1 \text{ бўлса} \end{cases}$$

Лекин, бошқариш сигнали F ўзгарганда кириш сигнали ўзгармаганлигига қарамасдан ҳисоблагичнинг ҳолати ўзгариши мумкин. Бунинг олдини олиш учун

бошқариш сигнали F фақат кириш сигнали $x=0$ бўлганда ўзгариши мумкин. Коммутация схемасининг ишлаш қоидаcини қуйидагича ўзгартирамиз:

$$T_i = \begin{cases} 0 & \text{агар } x=0 \text{ бўлса} \\ \overline{Q_{i-1}} & \text{агар } x=1 \text{ ва } F=0 \text{ бўлса} \\ Q_{i-1} & \text{агар } x=1 \text{ ва } F=1 \text{ бўлса} \end{cases}$$

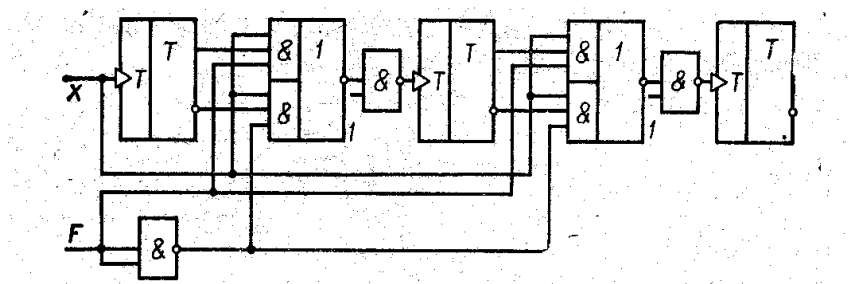
Реверсив ҳисоблагичнинг ҳақиқийлик жадвалига (3- жадвал) асосан структура формуласини ҳосил қиламиз:

$$T_i = x\overline{F}\overline{Q_{i-1}} + xFQ_{i-1}$$

3 - жадвал

x	F	Q_{i-1}	T_i
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

ва унга асосан тузилган структура схемаси 3 – расмда келтирилган



3 – расм. Реверсив ҳисоблагич

Виртуал стенднинг тузилиши

Виртуал стенд LogicWorks4 дастури асосида бажарилган. Унинг схемаси 4-расмда келтирилган. Ҳисоблагич учта JK-триггер асосида бажарилган. Виртуал стенднинг пастки қисмида схеманинг айрим нукталаридаги осциллограммаларни кўриш мумкин.

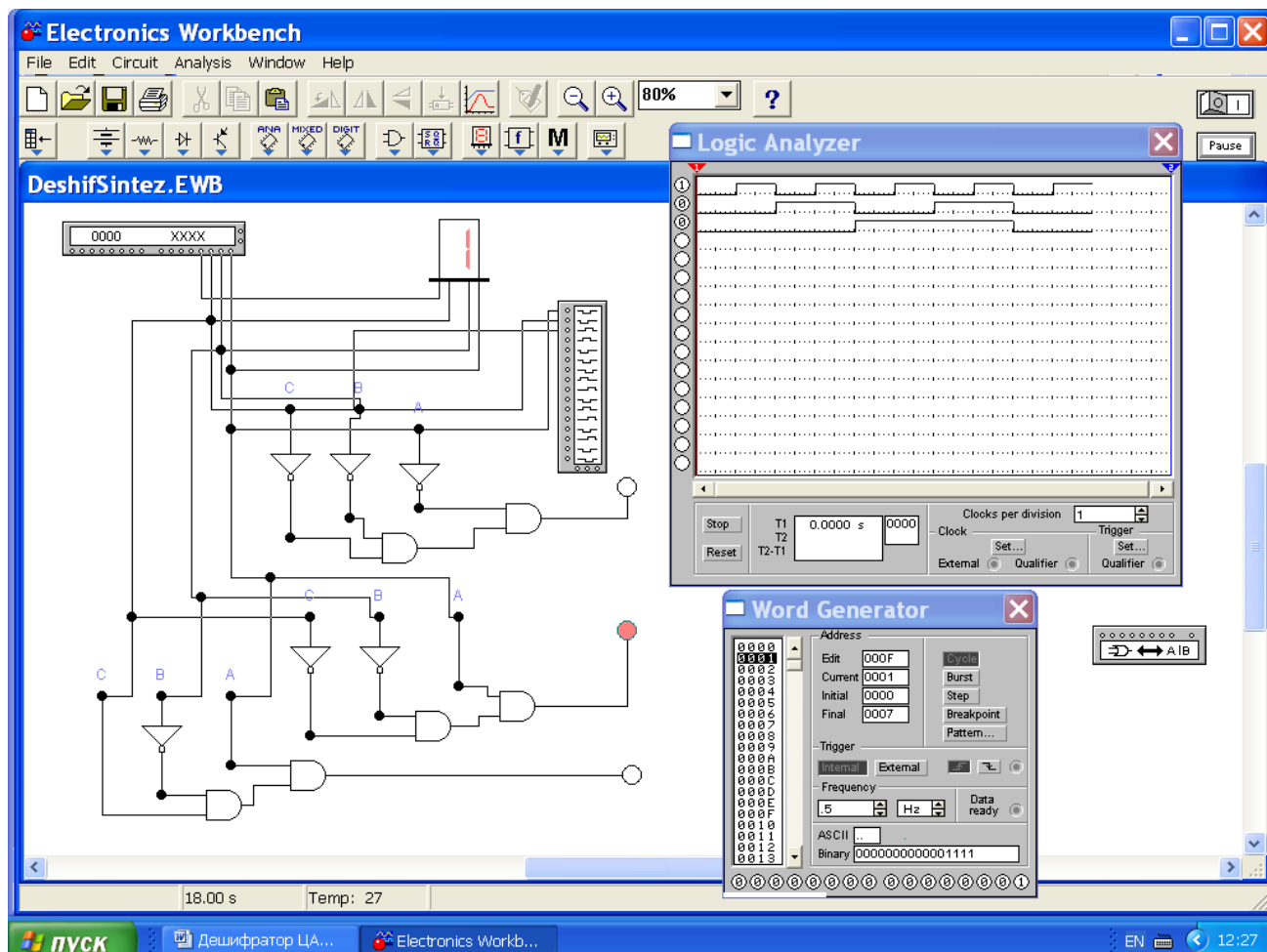
8-лаборатория иши

Дешифраторни синтез қилиш

Ишни бажаришдан мақсад: EWB дастури ёрдамида дешифраторни синтез қилишни ўрганиш.

Ишни бажариш тартиби

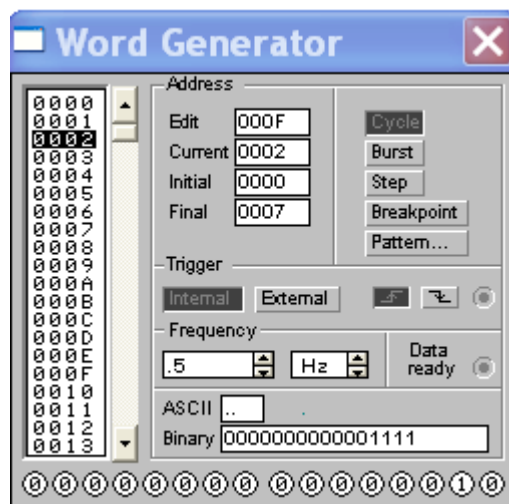
1. Дешифраторни учта кириш ва битта чиқишга эга бўлган комбинацион схема (КС) асосида синтез қилинг.



1-расм. Дешифраторни синтез қилиш

Учта А, В ва С киришларга эга бўлган дешифраторнинг схемаси 1-расмда кўрсатилган. Комбинацион схеманинг киришларига сигналлар мантикий сатҳлар генераторидан берилади. Схеманинг киришидаги иккилик кодга мос келувчи ўнлик сонни етти сигментли индикатор кўрсатади. Комбинацион схеманинг чиқишига мантикий ҳолат индикатори (Red Probe) уланган. У фақат киришдаги иккилик код ўнли 0, 1, 5 сонларга мос келганда ёнади

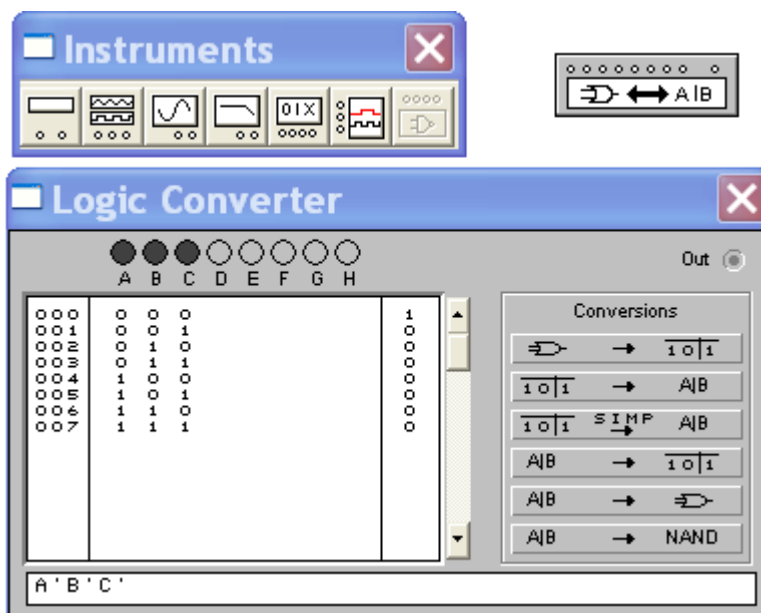
2. Моделлашни бошлашдан аввал мантикий сигналлар генераторини (Word Generator) маълумотлар билан тўлдириш ва параметрларини ўрнатиш зарур (2-расм). Кузатиш қулай бўлиши учун чиқиш кодларининг алмашилиш частотасини 0.5 Гц олиш мақсадга мувофиқ. Чиқиш мантикий сигналларини ўрнатиш ойнасида 0000 дан 001F гача бўлган ўн олтилик сонлар ёзилади (2-расм). Бу ҳолда генератор ишлаётган вақтда КС нинг киришига 0 дан 31 гача бўлган ўнли сонларга мос келувчи иккилик сигналлар ҳосил бўлади.



2-расм. Мантикий сигналлар генератори

Циклик режимда (Cycle) ёки код пачкалари режимда (Burst) генераторнинг чиқишида фақат киритилган маълумотлар ҳосил бўлиши учун маълумотларнинг бошланғич (Initial = 0000) ва сўнгги (Final = 0007) адресларини киритиш зарур. Генераторнинг чиқишидаги иккилик кодга сонга мос келувчи ўнли сонни акс эттириш учун схемага рақамли индикатор улаш мақсадга мувофиқ (1-расм).

3. Дешифраторнинг схемасини ҳосил қилиш учун EWB дастуридаги мантикий ўзгарткичдан (Logic Converter) фойдаланиш мумкин. Бунинг учун аввал КС нинг мантикий функцияси нормал дизъюнктив шаклда Logic Converter нинг пастки ойнасига ёзилади (3-расм). Ўзгарувчининг мантикий инкори Shift клавишаси ва ўнгга стрелкани бир вақтда босиш йўли билан киритилади. Расмда дешифраторнинг киришдаги иккилик сигнал ўнли нолга мос келганда ишлайдиган қисмининг схемасини ҳосил қилиш кўрсатилган.



3-расм. Logic Converter

КС нинг мантикий функциясини дешифраторнинг схемасига айлантиририш учун $A|B \rightarrow$ белгиси босилади. Бунда ЁКИ ва ЭМАС элементлардан ташкил топган схема ҳосил бўлади (4-расм). Худди шунингдек ВА-ЭМАС элементлардан тузилган

схемани олиш учун

$A|B \rightarrow \text{NAND}$

белгиси босилади.

Схемада

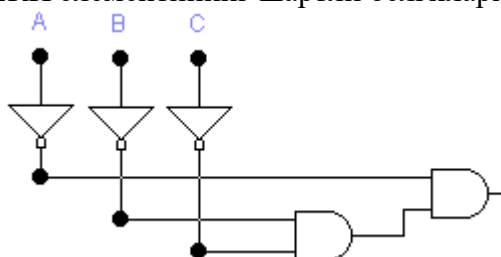


ЭМАС

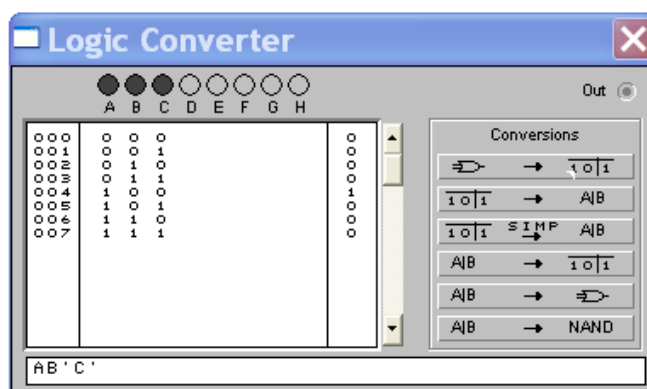
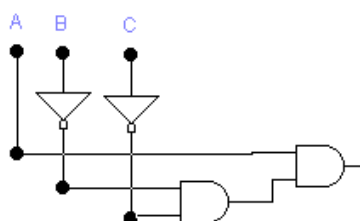
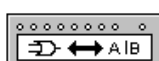
элементининг ва



ЁКИ элементининг шартли белгиларидир.

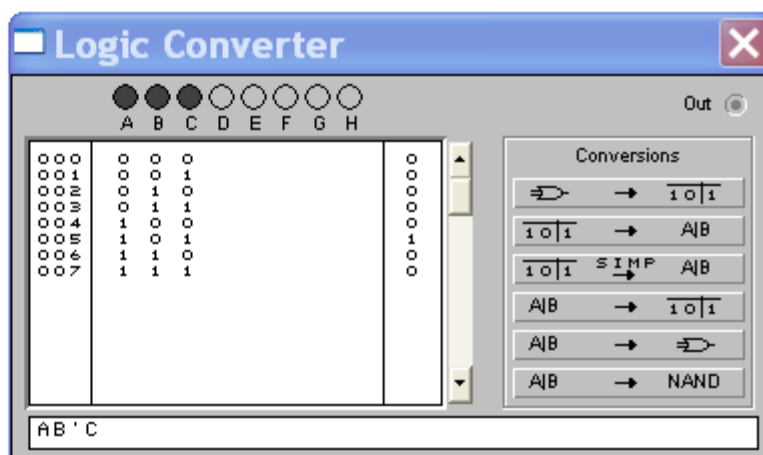
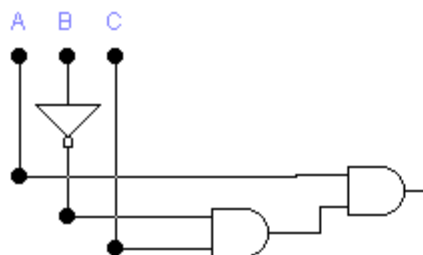
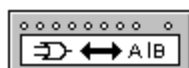


4-расм. ЁКИ ва ЭМАС элементлардан ташиқил топган схема



5-расм. Схемаларни ҳосил қилиш

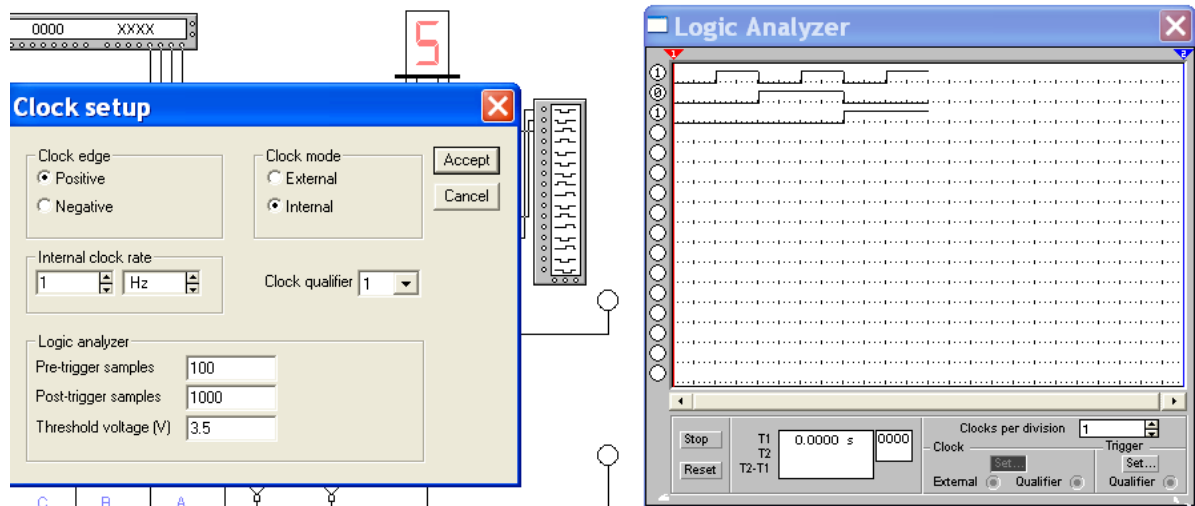
4. Юқоридагига ўхшаш тарзда дешифраторнинг киришидаги иккилик сигнал ўнли бир ва бешга мос келганда ишлайдиган қисмларининг схемалари ҳам ҳосил қилинади (5 ва 6-расмлар).



6-расм.. Схемалари ҳосил қилиш

Ҳосил қилинган схемалар ўзаро бирлаштирилиб дешифраторнинг 1-расмда кўрсатилган схемаси тузилади.

Киришдаги иккилик сигналларни кузатиш учун схемага мантиқий анализатор (Logic Analyzer) ҳам киритилган. Унинг параметрларини 7-расмда кўрсатилгандек олиш мақсадга мувофиқ.



7-расм. Мантикий анализатор (Logic Analyzer)

5. Дешифраторнинг схемасининг қолган қисмларини ҳам EWB дастуридаги мантикий ўзгарткичдан (Logic Converter) фойдаланиб синтез қилиш мумкин.

6. Синтез қилинган комбинацион схема (дешифратор) киришига мантикий сигналлар генератори (Word Generator) дан иккилик сигналлар бериб текшириб кўрилади.

Назорат учун саволлар:

1. Шифратор нима ва уни схемадаги белгиланиш қандай?
2. Дешифратор нима ва уни схемадаги шартли белгиланишин кўрсатинг?
3. Мультиплексор ва Демультиплексорлар фарқларини тушунтиринг?
4. Комбинацион схемаларга нималар киради?
5. Ўн иккита кириш ва иккита чиқишга эга бўлган мультиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида схемасини тузиб чиқинг.
6. 74150 турдаги мультиплексорни Electronics Workbench дастури ёрдамида тузиб чиқинг?
7. Дешифраторни синтез қилиш деганда нимани тушунасиз?
8. ЁКИ ва ЭМАС элементлардан ташкил топган схемаларни кўрсатинг.

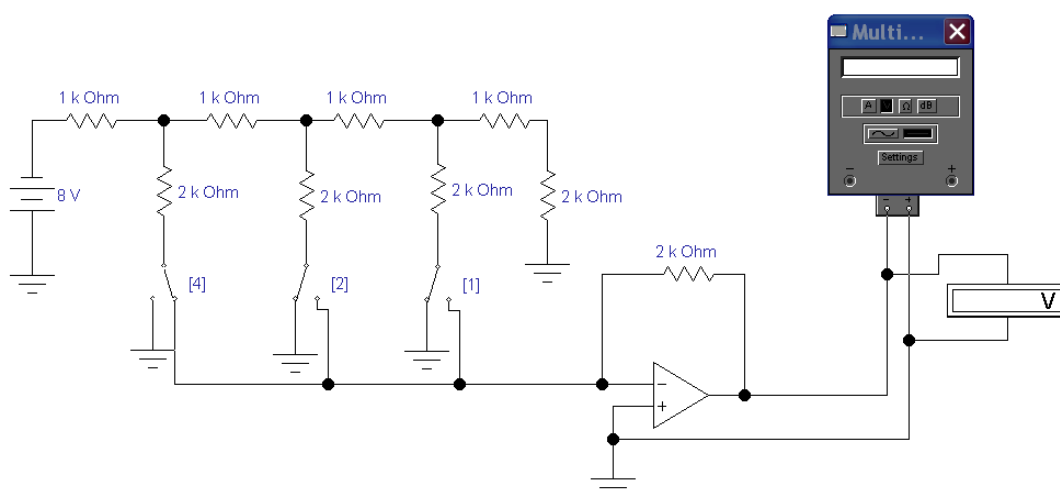
9-лаборатория иши

Рақамли-аналог ўзгарткич

Ишни бажаришдан мақсад: рақамли-аналог ўзгарткичнинг ишлаш принципи билан танишиш ва уни текшириш.

Ишни бажариш тартиби

1. Electronics Workbench дастурини ишга туширинг ва унинг схема ойнасида уч разрядли рақамли-аналог ўзгарткичнинг (РАЎ) схемасини йиғинг (1-расм). Схемада учта кириш иккилик сигналлари 1, 2, 4 улаб-узгичларни бошқаради. Операцион кучайтиргичнинг (ОК) тескари боғланиш занжиридаги қаршилиқ 2 кОм бўлиб $R-2R$ занжирнинг умумий қаршилигига тенг. Шу сабабли ОК нинг ўтказиш коэффициентини бирга тенг бўлади. Квантлаш қадамининг (Δ) қиймати таянч кучланиш E_0 ва $R-2R$ занжирдаги звенолар сонига боғлиқ. Масалан, таянч кучланиш $E_0 = 8\text{В}$ ва $R-2R$ занжирдаги звенолар сони учта бўлганда квантлаш қадамининг қиймати $\Delta = 1\text{В}$ бўлади.



1-расм. Уч разрядли рақамли-аналог ўзгарткичнинг схемаси

2. РАЎ нинг чиқишига мультиметр (ёки вольтметр) улаб ва улаб–узгичларни ишлатиб квантлаш қадами ΔE ва $U_{\max}$ ўлчанг.

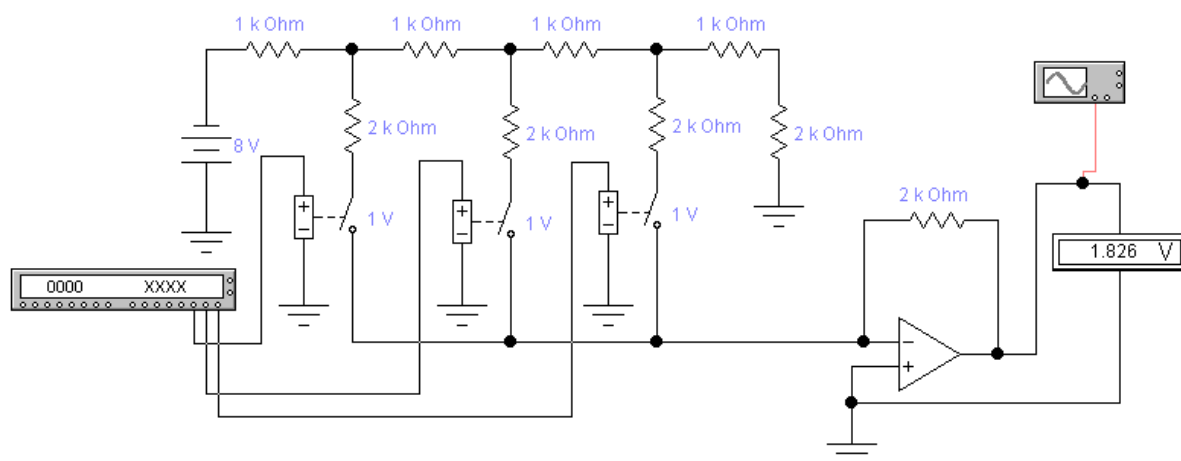
3. Ўлчаш натижалари бўйича $\Delta = \Delta E$, ва $U_{\max} = (2^3 - 1)\Delta$ тенгликлар ўринли бўлиши текшириб кўринг.

4. Киришдаги иккилик сигналларнинг ҳамма комбинациялари учун чиқишдаги кучланишларнинг қийматларини ёзиб олинг ва натижаларни 1-жадвалга киритинг.

1-жадвал

Киришдаги иккилик сигналлар			Чиқишдаги ўнли сигнал, $U_{\text{чик}}$, В
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

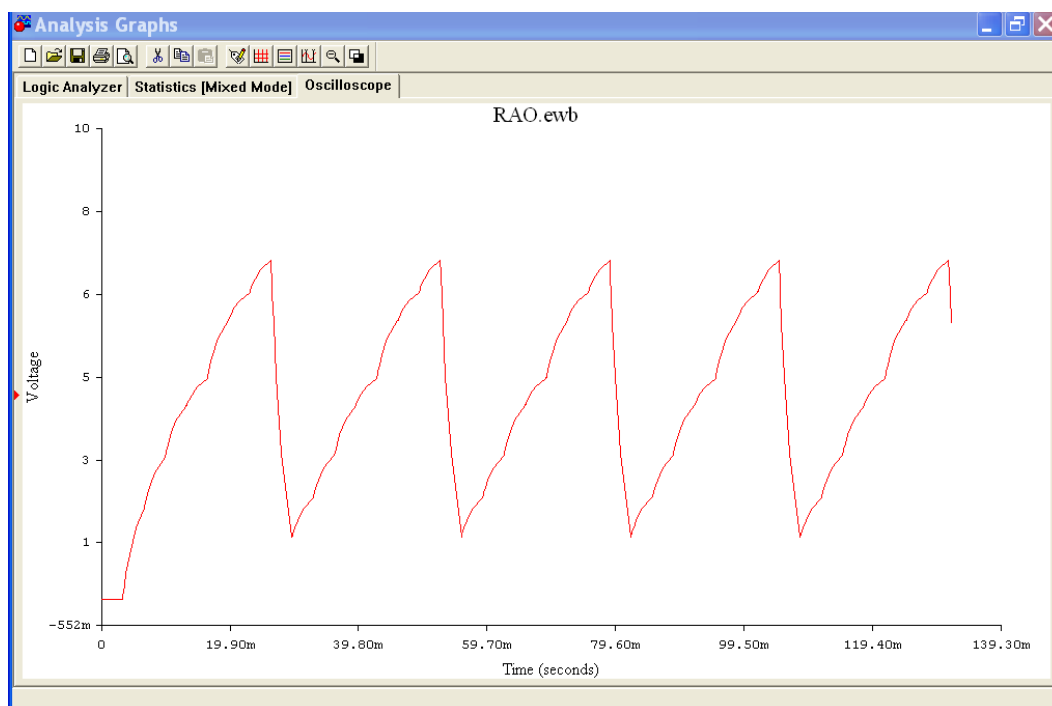
-
- The screenshot displays a Proteus simulation environment with the following components:
- Circuit Diagram:** A circuit with a 16C45 microcontroller (labeled '0000' and 'XXXX') connected to a series of four 1 kΩ resistors. Each resistor is followed by a 2 kΩ resistor connected to ground. A 1V source is connected to the junction between the 1 kΩ and 2 kΩ resistors. The output of the circuit is connected to an op-amp configured as a buffer, which is then connected to a 2 kΩ resistor and ground.
 - Word Generator:** A window showing a sequence of addresses (0000 to 000F) and their corresponding data values (0000 to 000F). The 'Trigger' section is set to 'Internal' and 'Frequency' is 305 Hz.
 - Oscilloscope:** A window showing a waveform of a square wave. The 'Time base' is set to 0.01 s/div, and the 'Y position' is 0.00. The 'Trigger' section is set to 'Edge' and 'Level' is 0.00.
 - Analysis Graphs:** A window titled 'RAO.ewb' showing a plot of 'Voltage' versus 'Time (seconds)'. The plot shows a series of square waves with a period of approximately 0.01 seconds.



6. Схемани ишга тушириб натижаларни осциллограф ва график анализаторнинг экранда кўринг (3-расм).

3-расм. Моделлаш натижалари

7. ОК нинг тескари боғланиш занжиридаги резисторга параллел конденсатор улаб паст частоталарнинг актив филътрини ҳосил қилинг. Конденсаторнинг сиғимини ўзгартириш йўли билан унинг чиқиш кучланишида поғоналар бўлмайдиган қийматини аниқланг (4-расм).



4-расм

Бажарилган иш бўйича ҳисобот

Ҳисоботда қуйидагилар келтирилади.

1. Ишни бажаришдан мақсад.
2. Таҷрибаларни ўтказишда фойдаланилган схемалар.
3. Олинган натижалар жадвал ва графиклар кўринишида.
4. Олинган натижаларнинг таҳлили.
4. Бажарилган иш бўйича хулосалар.

Назорат учун саволлар:

1. Рақамли аналог ўзгартиргичнинг асосини нима ташкил қилади?
2. Уч разрядли рақамли-аналог ўзгарткичнинг схемасини кўрсатинг?
3. Рақамли аналог ўзгартиргичнинг ишлаш принципини тушунтиринг.

