



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғамы**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электр машиналары және
электр жетегі кафедрасы

ЦИФРЛЫҚ БАСҚАРЫЛАТЫН ЖҮЙЕНІҢ ЛОГИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған есептеу – сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Алматы 2019

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Мустафин М.А., М.Б., Жаркымбекова Д.М. Чныбаева. Цифрлық басқарылатын жүйенің логикалық негіздері. 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне есептеу – сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау. - Алматы: АЭЖБУ, 2019. – 18 бет.

Әдістемелік нұсқаулық 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттерінің оқу жоспарына сай жасалған.

Әдістемелік нұсқаулықта үш есептік - сызбалық жұмыстарға (ЕСЖ) арналған тапсырмалар берілген. Есептік - сызбалық жұмыс логикалық өрнектердің тепе-теңдігін түрлендіру жүргізуге және ауыстырып-қосу сұлбаларына арналады. Студенттерге ақиқат кестесін құру және логикалық функцияны жеңілдету, сәйкес ауыстырып-қосу сұлбасын құру ұсынылған.

Булдік алгебра арқылы берілген логикалық сұлбаларды іске асыратын элементтер құрамын азайту керек болады.

Технологиялық процеске логикалық функция және логикалық сұлба құру қажет. Булдік негізде сұлба құру және Карно картасы көмегімен логикалық функцияларды азайту жүргізу ұсынылған.

ЕСЖ барлығында орындалу жолдары келтірілген.

Суреттер - 7, кесте - 3, әдеб. көрсеткіші – 7 атау.

Пікір беруші: ЭТЖЖ кафедрасының доценті Б.К. Курпенев

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2019 жылғы баспа жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ, 2019 ж.

Мазмұны

№1 Есептеу – сызбалық жұмыс №1. Логикалық формулалардың теңдестірілген түрлендірулері мен ауыстырып-қосқыш сұлбалары.....	4
№2 Есептеу – сызбалық жұмыс №2. Логикалық функцияны жүзеге асыратын элементтер құрамын минимизациялау.....	7
№3 Есептік-сызбалық жұмыс №2. Логикалық сұлбаларды синтездеу	10
Әдебиеттер тізімі	16

1 Есептеу – сызбалық жұмыс №1. Логикалық формулалардың теңдестірілген түрлендірулері мен ауыстырып-қосқыш сұлбалары

1.1 Тапсырма

Тапсырманың нұсқасына сәйкес (1.1 кесте) FN булевалық функцияның ақиқат кестесін жазу, мұндағы N – нұсқа нөмірі. Бұл функция үшін $F(X,Y,Z)$ аналитикалық өрнегін жазыңыздар және ауыстырып қосу сұлбасын құрыңыздар.

Аналитикалық логикалық функцияны жеңілдету, сәйкесінше тиісті ауыстырып қосу сұлбасын құру.

Түрлендірілген сұлбаның ақиқаттық кестесін құру және бастапқы ақиқат кестемен салыстыру.

1.2 Әдістемелік нұсқаулар

1.2.1 Логикалық формулаларды оңайлату кезінде қолданылатын тәсілдер мен әдістер.

Логикалық формулаларды теңдестірілген түрлендірулері қарапайым алгебрада түрлендірулермен бірдей. Олар формулаларды оңайлату немесе логикалық алгебраның негізгі заңдарын қолдану арқылы оларды белгілі бір түрге келтіру үшін қызмет етеді.

Логикалық формулалардың кейбір түрленулері, әдеттегі, алгебрадағы формулалардың түрленуіне ұқсайды (жақшаның ішінде ортақ көбейткішті шығару, ауыстыру және үйлесімділік заңдарды қолдану және т.б.), ал әдеттегі алгебраның түрлендірулеріне ие емес (конъюнкция үшін тарату заңын пайдалану, жұтылу, біріктіру, де Морган және т. б.) басқа түрлендірулер белгілі бір қасиеттерге негізделген.

Логикалық формулаларды оңайлату кезінде қолданылатын кейбір тәсілдер мен тәсілдерді келесі мысалдарда көрсетеміз [1,3,4].

Логикалық алгебра заңдарын (1.1) өрнекті оңайлату үшін келесі ретпен қолданыламыз: де Морган ережесі, үйлесімділік заңы, оның инверсиясымен айнымалы операциялар ережесі және константалармен операциялар ережесі:

$$\overline{X + Y} \cdot (X \cdot \bar{Y}) = \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot (X \cdot \bar{Y}) = \bar{X} \cdot X \cdot \bar{Y} \cdot \bar{Y} = 0 \cdot \bar{Y} \cdot \bar{Y} = 0 \cdot \bar{Y} = 0. \quad (1.1)$$

(1.2) өрнекті оңайлату үшін де Морган ережесі қолданылады, жақша ішіндегі ортақ көбейткіш шығарылады, оның инверсиясы бар айнымалы операциялар ережесі пайдаланылады:

$$\bar{X} \cdot Y + \overline{X + Y} + X = \bar{X} \cdot Y + \bar{X} \cdot \bar{Y} + X = \bar{X} \cdot (Y + \bar{Y}) + X = \bar{X} + X = 1. \quad (1.2)$$

Өрнекті (1.3) оңайлату үшін екінші көбейткіш қайталанатын, бұл идемпотенция заңы бойынша рұқсат етіледі; содан кейін біріктіру Заңы

бойынша екі бірінші және соңғы екі көбейткіш біріктіріледі және пайдаланылады:

$$(X + Y) \cdot (\bar{X} + Y) \cdot (\bar{X} + \bar{Y}) = (X + Y) \cdot (\bar{X} + Y) \cdot (\bar{X} + Y) \cdot (\bar{X} + \bar{Y}) = Y \cdot \bar{X}. \quad (1.3)$$

Өрнекті (1.4) оңайлату үшін $(Y+Y)$ көмекші логикалық қосқыш енгізіледі, содан кейін екі шеткі және екі ортаңғы логикалық қосылыстар біріктіріледі және жұтылу заңы пайдаланылады:

$$\begin{aligned} X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y \cdot Z + X \cdot Z &= X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y \cdot Z + X \cdot Z \cdot (Y + \bar{Y}) = X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y \cdot Z + X \cdot Y \cdot Z + X \cdot \bar{Y} \cdot Z \\ &= (X \cdot \bar{Y} + X \cdot \bar{Y} \cdot Z) + (\bar{X} \cdot Y \cdot Z + X \cdot Y \cdot Z) = X \cdot \bar{Y} + Y \cdot Z. \end{aligned} \quad (1.4)$$

Өрнек (1.5) оңайлату үшін алдымен терістеу белгісі олардың комбинацияларының алдында емес, тек жекелеген айнымалылардың алдында тұратындай болуға қол жеткіземіз, бұл үшін де Морган ережесін екі рет қолданамыз; содан кейін екі есе терістеу Заңын қолданамыз:

$$\overline{X \cdot Y + Z} = \overline{X \cdot Y} \cdot \bar{Z} = (\bar{X} + \bar{Y}) \cdot Z. \quad (1.5)$$

Өрнек (1.6) оңайлату үшін ортақ көбейткіштерді жақшаның сыртына шығарамыз, константалармен операциялар ережесі қолданылады:

$$X \cdot Y + X \cdot Y \cdot Z + X \cdot Z \cdot P = X \cdot (Y \cdot (1 + Z) + Z \cdot P) = X \cdot (Y + Z \cdot P). \quad (1.6)$$

Өрнек (1.7) оңайлату үшін қарапайым емес формулалардың терістеуіне де Морган ережесі қолданылады, екі есе терістеу және біріктіру заңдары пайдаланылады:

$$\begin{aligned} X + \overline{Y \cdot Z} + \overline{\bar{X} + Y + Z} &= X + \bar{Y} + \bar{Z} + \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot \bar{Z} = X + \bar{Y} + Z + X \cdot \bar{Y} \cdot Z = \\ &= X + Z + (\bar{Y} + X \cdot \bar{Y} \cdot Z) = X + Z + \bar{Y}. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Өрнек (1.8) оңайлату үшін ортақ көбейткіш X жақшадан шығарылады, жақшада қосылатындар — біріншісі үшіншімен және екіншісі төртпен бастап біріктіріледі, дизъюнкцияға $Y \cdot Z + \bar{Y} \cdot \bar{Z}$ оның инверсиясымен айнымалы операциялар ережесі қолданылады:

$$\begin{aligned} X \cdot \bar{Y} + X \cdot Y \cdot Z + X \cdot \bar{Y} \cdot Z + X \cdot \overline{Y \cdot Z} &= X(\bar{Y} + Y \cdot Z + \bar{Y} \cdot Z + \overline{Y \cdot Z}) = X \cdot \\ &= ((\bar{Y} + \bar{Y} \cdot Z) + (Y \cdot Z + \overline{Y \cdot Z})) = X \cdot (\bar{Y} + \bar{Y} \cdot Z + 1) = X \cdot 1 = X. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Өрнек (1.9) оңайлату кезінде дизъюнкция үшін тарату Заңы, оның инверсиясымен айнымалы операциялар ережесі, константалармен операциялар ережесі, ауыстыру заңы және конъюнкция үшін тарату заңы қолданылады:

1.2.2 Ақиқат кестелерін құру.
 Логикалық функция берілсін:

$$Y = X1 \cdot \overline{X2} + \overline{X1} \cdot X2.$$

1.2.2.1 Ыңғайлы болу үшін бұл өрнек 2 бөлікке бөлінеді

$$\begin{aligned} Y &= Y1 + Y2; \\ Y1 &= X1 \cdot \overline{X2}; \\ Y2 &= \overline{X1} \cdot X2. \end{aligned}$$

Формуланың деректерін MS Excel тілінде жазамыз:

$$Y1 = \text{ЖӘНЕ}(X1;\text{ЕМЕС}(X2));$$

$$Y2 = \text{ЖӘНЕ}(\text{ЕМЕС}(X1);X2);$$

$$Y = \text{НЕМЕСЕ}(Y1;Y2)$$

және Excel бағдарламасында ұяшықтарға орналастырамыз. Осы функциялар үшін ақиқат кестесін құрайық.

1.2 сурет - Ақиқат кестесі

X1	X2	ЕМЕС X1	ЕМЕС X2	Y1	Y2	Y1	Y2	Y	Y
1	1	0	0	Жалған	Жалған	0	0	Жалған	0
1	0	0	1	Ақиқат	Жалған	1	0	Ақиқат	1
0	1	1	0	Жалған	Ақиқат	0	1	Ақиқат	1
0	0	1	1	Жалған	Өтірік	0	0	Жалған	0

Ескертулер

1 Жалпы, мұндай қарапайым логикалық функция үшін біз формуланы MS Excel тілінде жалпы түрде жаза аламыз:

$$Y1 = \text{немесе}(\text{және}(X1;\text{емес}(X2)); \text{және}(X1); X2));$$

бірақ бұл күрделі логикалық функция жағдайында алынған нәтижелерді тексеруді және талдауды қиындатады.

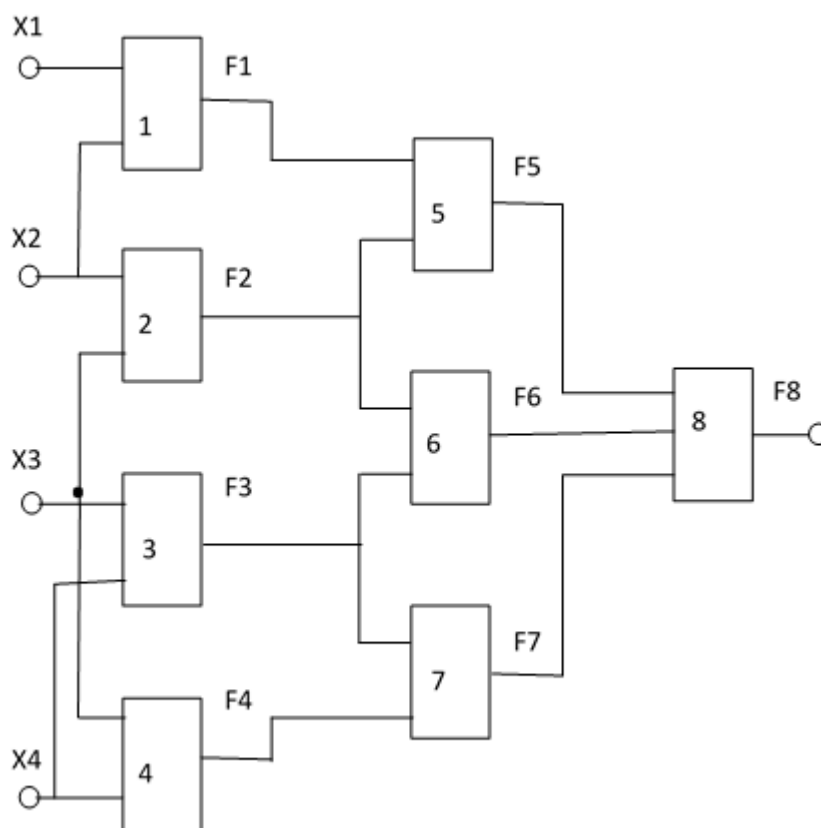
2 Логикалық тұрғызулар кезінде Excel пайдалану нұсқаулығымен «формулалар» → «логикалық» ашылмалы мәзірін пайдалану ыңғайлы.

2 Есептеу – сызбалық жұмыс №2. Логикалық функцияны жүзеге асыратын элементтер құрамын минимизациялау

2.1 Тапсырма

2.1 суретте 8 логикалық элементтен тұратын жүйенің сұлбасы көрсетілген. Әр логикалық элементпен орындалатын логикалық функция 2.1 кестеден таңдалады, нұсқаға сәйкес топ тізіміндегі студенттің АЖТ реттік номері арқылы алады.

Есептік – сызбалық жұмыста [1,3,7] берілген логикалық сұлбаны іске асыратын элементтер құрамын минимизациялау (азайту) керек.



2.1 сурет – Жүйенің құрылымдық сұлбасы

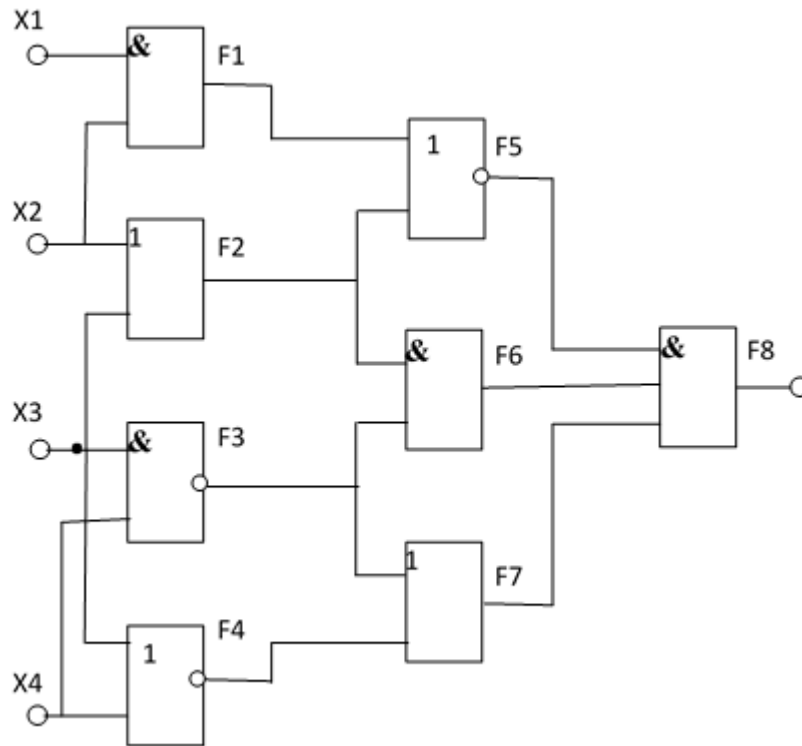
2.2 Әдістемелік нұсқаулық

Есептеу – сызбалық жұмыс келесі ретпен жүргізіледі.

2.2.1 Тапсырма нұсқасына сәйкес 1...8 логикалық элементтерін көрсету арқылы құрылымдық сұлбаны сызамыз (мысалы, 2.2 сурет).

2.2.2 Берілген жүйенің аналитикалық сипаты әр логикалық элемент үшін жазылған логикалық өрнекпен көрсетіледі. Мысалы, 1 элемент «НЕМЕСЕ-ЕМЕС» логикалық функция болса, онда сол элемент үшін:

$$F1 = \overline{X1 + X2}.$$



2.2 сурет – Жүйенің құрылымдық сұлбасы

Осылайша, логикалық функциялар F1... F8 дейінгі тәртіпте жазылады. F8 булдік функциясы F5, F6, F7 кіріс сигналдардың булдік функциясы болып табылады.

2.2.3 Берілген жүйенің одан әрі логикалық түрлендіру мақсатында берілген тапсырманың нұсқасы үшін X1...X4 логикалық айнымалыларынан F8 шығыс логикалық функцияның тәуелділігін алу болып табылады. Алынған тәуелділік кіріс логикалық айнымалылардың ең аз санын қамтуы керек. Түрлендіру процесінде аралық логикалық айнымалылар алынып тасталуы керек. Ол үшін №1 есептік-сызбалық жұмыста орындалғандай логикалық түрлендірулер жүзеге асырылады. Логикалық алгебраның заңдылықтарын қолдануға негізделген жеңілдету жолдары логикалық түрлендірулердің санын минимумға дейін азайтуға мүмкіндік береді.

Алынған математикалық жазылудың бастапқы жазылумен сәйкестігін ақиқат кестесін құру арқылы тексеру керек.

2.2.4 Алынған логикалық функция негізінде эквивалентті берілген жүйеде жеңілдетілген логикалық жүйенің сұлбасын сызу керек.

2.1 кесте - Тапсырмалар нұсқалары

ЛӘ реті	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	3	2	1	5	4	3	2	5	3	2	1	1	2	3
2	2	1	3	2	1	5	4	3	4	5	3	2	1	1	2
3	3	2	1	3	2	1	5	4	3	4	5	3	2	1	1
4	4	3	2	1	3	2	1	5	2	3	4	5	3	2	1
5	5	4	3	2	1	3	2	1	1	2	3	4	5	3	2
6	1	5	4	3	2	1	3	2	1	1	2	3	4	5	3
7	2	1	5	4	3	2	1	3	2	1	1	2	3	4	5
8	3	2	1	5	4	3	2	1	3	2	1	1	2	3	4

ЛӘ реті	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Логикалық элементтер	
1	4	3	3	5	4	1	4	1	2	1	5	3		
2	3	2	3	3	5	4	1	4	1	3	1	5	1	ЖӘНЕ
3	2	1	2	3	3	5	4	1	4	5	3	1	2	НЕМЕСЕ
4	1	4	1	2	3	3	5	4	1	2	5	3	3	ЖӘНЕ-ЕМЕС НЕМЕСЕ-ЕМЕС
5	1	1	4	1	2	3	3	5	4	4	2	5	4	ЖӘНЕ-ЕМЕС
6	2	4	1	4	1	2	3	3	5	1	4	2	5	НЕМЕСЕ-ЕМЕС
7	3	5	4	1	4	1	2	3	3	3	1	4		
8	5	3	5	4	1	4	1	2	3	5	3	1		

3 Есептік – сызбалық жұмыс №3. Логикалық сұлбаларды синтездеу

3.1 Тапсырма

Технологиялық процестің ауызша айтылған сипаттамасын қолдана отыра, аналитикалық сипаттама (логикалық функция) және логикалық сұлба құру керек. Карно картасының көмегімен логикалық функцияны азайтып, булдік негізде (тек ЖӘНЕ, НЕМЕСЕ, ЕМЕС элементтерін қолданумен) және ЖӘНЕ-ЕМЕС, НЕМЕСЕ-ЕМЕС негізде сұлбаны құру керек.

3.2 Есептеу-сызба жұмыстарына әдістемелік нұсқаулық

Аналитикалық сипаттамасына сәйкес логикалық тізбекті құру логикалық сұлбаны синтездеу тапсырмасы деп аталады [1,4,7].

3.2.1 Логикалық сұлбаны құру логикалық сұлбаның орындалуы қажет болатын логикалық функцияны анықтаудан басталады. Алдымен №1 есептік-сызбалық жұмыста қолданылған әдіс бойынша логикалық сұлбаның ақиқат кестесін құру керек.

3.2.2 Алынған ақиқат кестесі негізінде логикалық функцияны құрамыз. Карно әдісі бойынша логикалық функцияны азайтамыз.

Үш айнымалыдан тұратын логикалық функцияны минимизациялаймыз:

$$F = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C. \quad (3.1)$$

а) F функциясының ақиқат кестесін тұрғызамыз.

3.1 кесте – F функциясының ақиқат кестесі

A	B	C	F
0	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	0
1	0	0	1
0	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	0
1	0	1	1

б) Карно картасы көмегімен берілген функцияны көрсетеміз.

		<i>AB</i>			
		00	01	11	10
<i>C</i>	0	1	1		1
	1				1

3.1 сурет – Карно картасы

с) содан кейін 2,4 немесе 8 бірлік қосылады (3.1 сурет). Бұл жағдайда екі бірлікті горизонталь бойынша қосу біріктіру жұмысына сәйкес келеді, нәтижесінде B айнымалысы алынып тасталынады:

$$\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} = \bar{A}\bar{C}(B + \bar{B}) = \bar{A}\bar{C};$$

	AB	00	01	11	10
C	0	1	1		1
	1				1

3.2 сурет – Карно картасы

Тігінен екі бірлікті қосу біріктіру операциясына сәйкес келеді, нәтижесінде C айнымалысы алынып тасталады.

$$A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C = A\bar{B}(\bar{C} + C) = A\bar{B}; \quad (3.2)$$

d) нәтижесінде берілген функцияның минималды (ықшамдалған) түрі келесідей түрде болады:

$$F = A\bar{C} + A\bar{B}. \quad (3.3)$$

3.2.3 Бірінші сұлба Булдік логикалық негізде жасалған (ЖӘНЕ, НЕМЕСЕ, ЕМЕС). Әрбір дизъюнкция «НЕМЕСЕ» элементіне сәйкес келеді, оның кірістер саны дизъюнкциядағы айнымалылар санымен анықталады. Әр конъюнкция (логикалық көбейтінді) ЖӘНЕ элементіне сәйкес келеді, кірістер саны конъюнкциядағы айнымалылар санымен анықталады. Әрбір теріске шығару (инверсия) «ЖОҚ» элементіне сәйкес келеді.

Логикалық сұлбаны құру үшін, шығыс функциясында көрсетілген логикалық операцияларды орындайтын элементтерді осы функциямен белгіленген тәртіпте орналастыру қажет. Мысалы, өрнектен

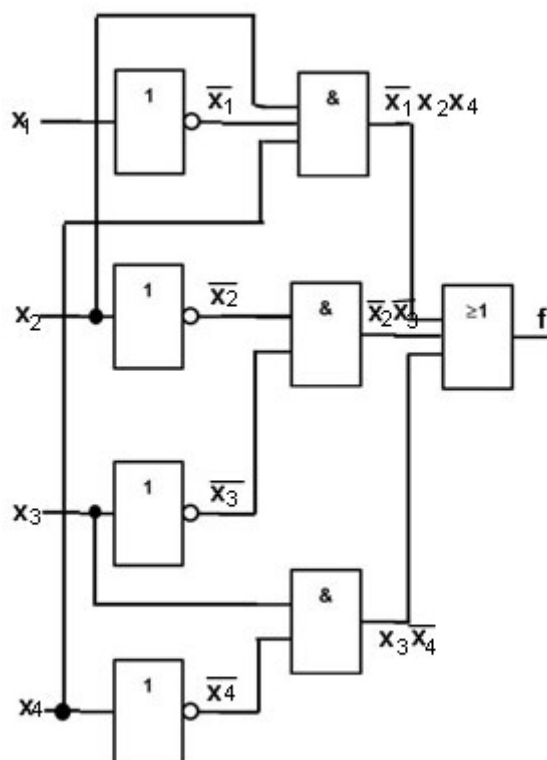
$$f = \bar{X}_1 \cdot X_2 \cdot X_4 + \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_3 + X_3 \cdot \bar{X}_4. \quad (3.4)$$

Байқағанымыздай, 4 «ЕМЕС» тізбегі, бір үш кірісті «ЖӘНЕ» тізбек және бір үш кірісті «НЕМЕСЕ» тізбегі қажет болады. Осыған сәйкес 3.3 суретте көрсетілген логикалық сұлбаны аламыз:

3.2.4 Көбінесе микросұлбалардың санын азайту үшін ЖӘНЕ-ЕМЕС немесе/және НЕМЕСЕ-ЖОҚ элементтері қолданылады. Бірдей функцияны (3) орындайтын, бірақ алдымен «ЖӘНЕ-ЕМЕС», содан кейін «НЕМЕСЕ-ЖОҚ» негізінде тізбекті қалай құруға болатынын қарастырайық [1,4,7].

«ЖӘНЕ-ЕМЕС» негізінде логикалық алгебрасы функциясын жүзеге асыратын логикалық сұлбаны тұрғызамыз.

$$f = \bar{X}_1 \cdot X_2 \cdot X_4 + \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_3 + X_3 \cdot \bar{X}_4.$$



3.3 сурет - Логикалық сұлба

Ол үшін логикалық функция тек логикалық көбейту (конъюнкция) және инверсия (терістеу) әрекеттерін қамтитын түрге дейін азайтылуы керек. Бұл функцияның бастапқы өрнегін екі есе аудару (инвертирлеу) және де Морган заңын қолдану арқылы жасалады:

$$\begin{aligned}
 f &= \overline{X1} \cdot X2 \cdot X4 + \overline{X2} \cdot \overline{X3} + X3 \cdot \overline{X4} \\
 &= \overline{\overline{\overline{X1} \cdot X2 \cdot X4 + \overline{X2} \cdot \overline{X3} + X3 \cdot \overline{X4}}} \\
 &= \overline{\overline{X1} \cdot X2 \cdot X4 + \overline{X2} \cdot \overline{X3} + X3 \cdot \overline{X4}}. \quad (3.5)
 \end{aligned}$$

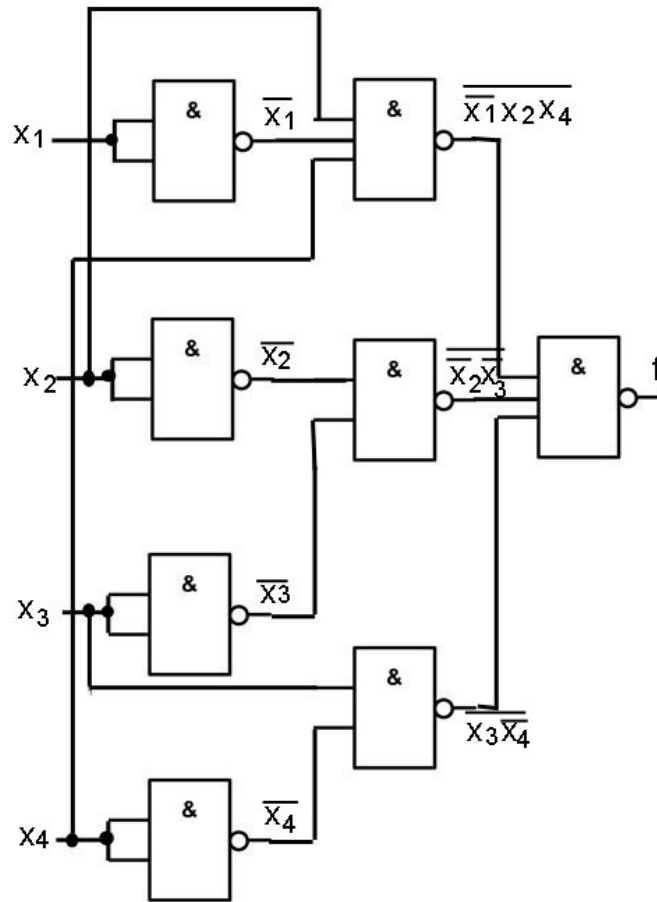
Логикалық сұлбаларды тұрғызу үшін 8 сұлба «ЖӘНЕ-ЕМЕС» керек. 3.4 суреттегі логикалық сұлбаны аламыз.

3.1.5 «ЖӘНЕ-ЕМЕС» негізінде логикалық алгебрасы функциясын жүзеге асыратын логикалық сұлбаны тұрғызамыз

$$f = \overline{X1} \cdot X2 \cdot X4 + \overline{X2} \cdot \overline{X3} + X3 \cdot \overline{X4}.$$

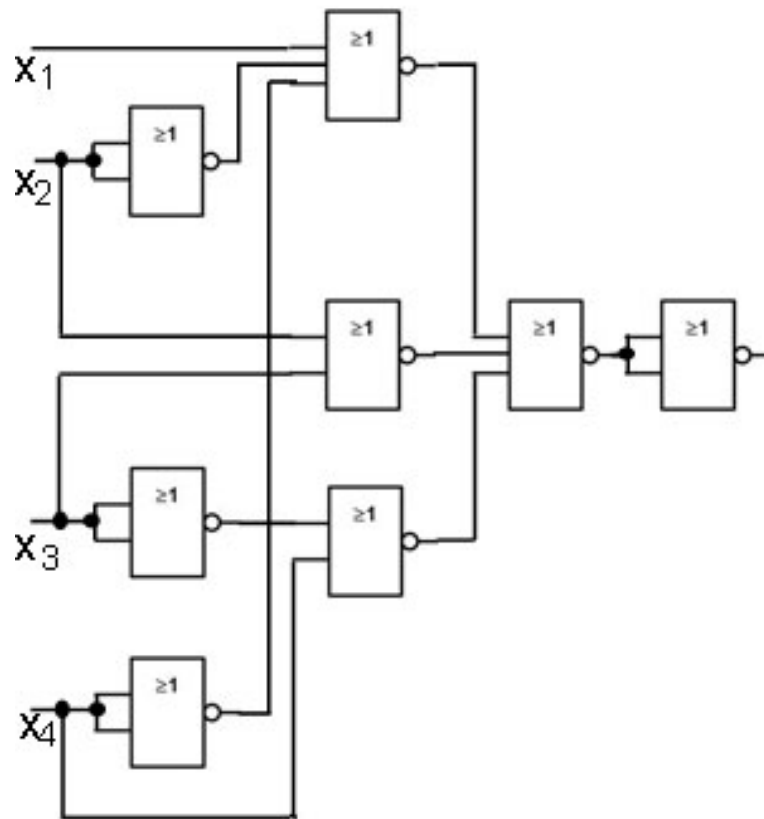
Логикалық функция тек қисынды қосу (ажырату) және инверсия (теріске шығару) әрекеттерін қамтитын түрге дейін азайтылуы керек. Бұл функцияның бастапқы өрнегін екі есе аудару (инвертирлеу) және де Морган заңын қолдану арқылы жасалады:

$$\begin{aligned}
 f &= \overline{X1} \cdot X2 \cdot X4 + \overline{X2} \cdot \overline{X3} + X3 \cdot \overline{X4} = \\
 &= \overline{\overline{\overline{X1} \cdot X2 \cdot X4} + \overline{\overline{\overline{X2} \cdot X3} + \overline{\overline{\overline{X3} \cdot X4}}}} = \\
 &= \overline{\overline{\overline{X1} \cdot X2 \cdot X4} + \overline{\overline{\overline{X2} \cdot X3} + \overline{\overline{\overline{X3} \cdot X4}}}}.
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$



3.4 сурет - 8 элементтен тұратын «ЖӘНЕ-ЕМЕС» логикалық сұлбасы

Логикалық сұлбаларды тұрғызу үшін 8 сұлба «ЖӘНЕ-ЕМЕС» керек. 3.5 суреттегі логикалық сұлбаны аламыз.



3.5 сурет - 8 элементтен тұратын «ЖӘНЕ-ЕМЕС» логикалық сұлбасы

Әдебиеттер тізімі

Негізгі

1 Серебряков А. С. Автоматика: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общ. ред. А. С. Серебрякова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 431 с.

2 Собакин Е.Л. Цифровая схемотехника. Учеб. пособие. Ч.І. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 160 с.

3 Б. Аладышкин. Статьи о булевой алгебре для электриков. <http://elektrik.info>.

4 Сборник задач по дискретной математике. Для практических занятий в группах: Ю. П. Шевелев, Л. А. Писаренко, М. Ю. Шевелев — Санкт-Петербург, Лань, 2013 г. - 528 с.

5 Савельев А. Я. Прикладная теория цифровых автоматов. М. : Высш. шк., 2007.- 272 с.

Қосымша

1 Горбатов В. А. Основы дискретной математики. - М.: Высш. шк., 1986.

2 Р. Токхейм. Основы цифровой электроники. М.: - Мир, 1988.

М.А. Мустафин
М.Б. Жаркымбекова
Д.М. Чныбаева

ЦИФРЛЫҚ БАСҚАРЫЛАТЫН ЖҮЙЕНІҢ ЛОГИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне есептеу –
сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Редактор Ж.Н. Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман Г.И. Мухаметсариева

___.___.___ басуға қол қойылды
Таралымы 150 дана.
Көлемі 1,0 оқу. – бас.ә.

Пішіні 60x84 1/16
№ 1 типографиялық қағаз
Тапсырыс ____. Бағасы 500 теңге.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі – көбейткіш бюросы
050013, Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1