Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні

Кафедра: Електроніки, інформаційних систем

та програмного забезпечення

Підсумкова контрольна робота №1

з __дисципліни **Цiфровi логiчнi автомати**___

Завдання варіанту № ____

____

____

Студента (ки) ______ курсу, групи ________________

____
(прізвище та ініціали)

Викладач ____

____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала ______________________________

Кількість балів: ____________ Оцінка: ECTS _______

м. Запоріжжя – 20___ рік

Методичні вказівки до виконання завдання № 1

Мультиплексор (або селектор даних) – це комбінаційна схема, яка комутує один з 2^m вхідних сигналів на один вихід. Вибір інформаційного входу, який комутується на вихід, здійснюється за допомогою m адресних входів. Умовні позначення мультиплексора показані на рисунку 1.1.

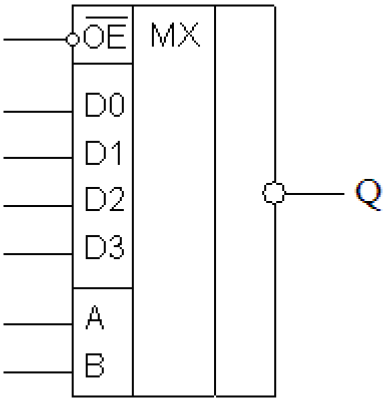


Рисунок 1.1 - Умовне позначення мультиплексора

Мультиплексори можуть бути використані як логічні елементи для синтезу комбінаційних схем.

Для реалізації комбінаційних схем з використанням мультиплексора потрібно представлення функції алгебри логіки (ФАЛ) таблицею істинності або в ДДНФ, або в ДКНФ. Синтез комбінаційних схем зводиться до наступного:

- визначаються десяткові номери кожного мінтерма ФАЛ і входи мультиплексора, відповідні цим номерам з'єднуються з логічною 1;

- всі останні входи з'єднуються з логічним 0.

- вхідні змінні ФАЛ подаються на адресні входи.

При реалізації логічних функцій (ЛФ) на базі мультиплексора можуть зустрічатися три випадки:

а) n = m;

б) n < m;

в) n > m.

де n - кількість змінних ЛФ, m - число адресних входів мультиплексора.

У першому випадку реалізація виконується просто. Набори змінних подаються на адресні входи мультиплексора з дотриманням ваги розрядів.

У другому випадку набори змінних подаються на адресні входи мультиплексора з дотриманням ваги розряду, при цьому залишаються вільними один або декілька адресних входів з великою вагою. Ці вільні адресні входи підключаються до логічного «0», як і незадіяні інформаційні входи.

Найбільш складним є третій випадок, коли $n > m$. В цьому випадку доводиться використовувати розкладання ЛФ на простіші ЛФ з меншим числом змінних. Для розкладання використовують два методи:

а) декомпозиція по методу Шенона;

б) машинно-орієнтований алгоритм.

У будь-якому з методів можлива реалізація пристрою лише на мультиплексорах або на мультиплексорах і логічних елементах.

Логічні елементи (ЛЕ) можуть бути з елементарного логічного базису, або з базису «І-НІ» («АБО-НІ»), залежно від завдання синтезу.

Якщо хоч би одна з простіших ЛФ в результаті використання одного з вказаних способів розкладання виходить нетривіальною, то розкладання продовжується. На другому етапі виробляється розкладання більш простих функцій першого етапу. Якщо і після другого етапу є хоч би одна ЛФ нетривіального вигляду, те розкладання необхідно продовжувати, і до тих пір, поки всі функції не матимуть тривіального вигляду.

Функція називається тривіальною, якщо має один з наступних виглядів:

а) $y = 0$;

б) $y = 1$;

в) $y = x$;

г) $y = \overline{x}$.

При реалізації ЛФ на мультиплексорах і ЛЕ розкладання вихідної ЛФ завершується після першого етапу.

Найчастіше на практиці застосовується розкладання булевих функцій по методу Шенона, який дозволяє з першого разу отримати мінімальну схему пристрою. Метод, який використовує декомпозицію заданої ЛФ по методу Шенона, включає наступні етапи:

а) знаходиться МДНФ логічної функції;

б) визначається кількість входжень в МДНФ кожної змінної, і виділяється m змінних, які входять в МДНФ максимальну кількість разів. Ці змінні подаються на адресні входи вихідного мультиплексора;

в) виконується декомпозиція МДНФ заданої логічної функції методом Шенона по виділених як адресні змінних і визначаються залишкові функції (ЗФ) першого ярусу. Метод Шенона має вигляд:

$$f(x_1, x_2 ... x_n) = \bar{x}_{t1}\bar{x}_{t2}...\bar{x}_{tk}f_0 + \bar{x}_{t1}\bar{x}_{t2}...\bar{x}_{tk-1}x_{tr}f_1 + ... + x_{t1}x_{t2}...x_{tk}f_{2^k-1}$$

де $f_0, f_1, ...f_{2^k-1}$ - залишкові функції розкладання, які виходять з функції f шляхом підстановки констант 0 і 1 замість змінної безлічі $(x_{t1}, x_{t2}, ...x_{tk})$.

Для f_0 маємо $x_{t1} = x_{t2} = ... = x_{tk} = 0$;

для f_1 маємо $x_{t1} = x_{t2} = ... = x_{tk-1} = 0, x_{tk} = 1$;

для f_{2^k-1} маємо $x_{t1} = x_{t2} = ...x_{tk} = 1$.

г) якщо отримані залишкові функції тривіальні, то пристрій є одноярусним і подальші дії полягають в побудові схеми на першому ярусі мультиплексорів;

д) у випадку якщо ЗФ першого ярусу не тривіальні, то після підрахунку кількості входжень в усі ЗФ першого ярусу по максимуму вибираються змінні, які подаються на адресні входи мультиплексорів другого ярусу;

е) виконується декомпозиція кожної ЗФ першого ярусу по виділеним m адресним змінним і визначаються ЗФ другого ярусу. Їх загальна кількість дорівнює 2^{2m}, по 2^m на кожен з 2^m мультиплексорів другого ярусу. Серед них можуть бути тривіальні і не тривіальні ЗФ. Тривіальні не вимагають подальшого розкладання і використання мультиплексорів третього ярусу для їх формування. Нетривіальні ЗФ другого ярусу реалізуються на мультиплексорах третього ярусу.

Розкладання і визначення залишкових функцій ярусів подальших порядків здійснюється до тих пір, поки всі отримані залишкові функції не стануть тривіальними.

Розкладання булевих функцій є одним з трудомістких етапів проектування логічних схем на мультиплексорах, оскільки здобуття оптимального рішення зв'язується з частковим або повним перебором варіантів розкладання булевих функцій, по певному числу змінних, причому залежно від складності булевих функцій, що реалізовуються на мультиплексорах, процес розкладання є багатоступінчастим виконанням до моменту повного зведення отримуваних залишкових функцій до простого вигляду.

Приклад 1. Розробка логічного пристрою управління на мультиплексорах з двохрозрядним адресним управлінням комутацією інформаційних входів.

Задана функція представлена у числовому вигляді

$$Q = \Pi(1,2,8,9,10,11,12,13,14,26,27,28,29,30,31)$$

Представимо цю функцію у вигляді таблиці істинності (таблиця 1.1)

Таблиця 1.1 – Таблиця істинності заданої функції

№	X4	X3	X2	X1	X0	Q	№	X4	X3	X2	X1	X0	Q
0	0	0	0	0	0	1	16	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	17	1	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	0	18	1	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	1	19	1	0	0	1	1	1
4	0	0	1	0	0	1	20	1	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	1	1	21	1	0	1	0	1	1
6	0	0	1	1	0	1	22	1	0	1	1	0	1
7	0	0	1	1	1	1	23	1	0	1	1	1	1
8	0	1	0	0	0	0	24	1	1	0	0	0	1
9	0	1	0	0	1	0	25	1	1	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	0	26	1	1	0	1	0	0
11	0	1	0	1	1	0	27	1	1	0	1	1	0
12	0	1	1	0	0	0	28	1	1	1	0	0	0
13	0	1	1	0	1	0	29	1	1	1	0	1	0
14	0	1	1	1	0	0	30	1	1	1	1	0	0
15	0	1	1	1	1	1	31	1	1	1	1	1	0

Мінімізуємо задану функцію по карті Карно (рис. 1.2).

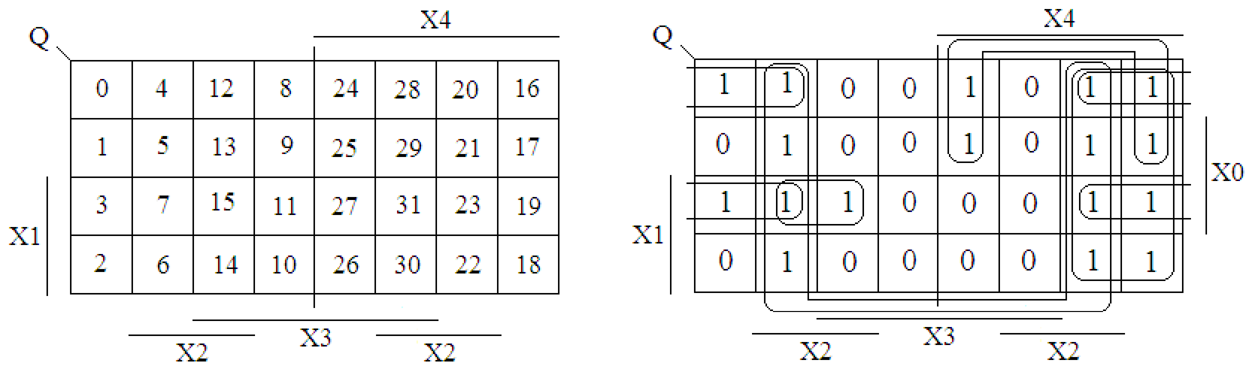


Рисунок 1.2 – Мінімізація логічної функції

Запишемо рівняння функції у вигляді МДНФ;

$$Q = X4\overline{X3} + \overline{X3}X2 + \overline{X3}\,\overline{X1}\,\overline{X0} + \overline{X3}X1X0 + X4\overline{X2}\,\overline{X1} + \overline{X4}X2X1X0$$

Оскільки число адресних входів у мультиплексора два, а змінних п'ять виконаємо декомпозицію логічної функції. Після декомпозиції отримаємо залишкові функції меншого числа змінних.

Виберемо дві змінні з МДНФ які подаватимуться на адресні входи результуючого мультиплексора.

X4 - 3 (зустрічається в МДНФ у прямому або інверсному вигляді 3 рази)

X3 - 4

X2 - 3

X1 - 4

X0 - 3

Обираємо X3 X1, як адресні входи (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Адресна комутація X3X1 управлінням інформаційними входами Y0… Y3

Адресні входи		Інформаційні входи			
X3	X1	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Використаємо декомпозицію отриманої МДНФ заданої функції за методом Шенона:

$$Q = \overline{X3}\,\overline{X1}Y0 + \overline{X3}X1Y1 + X3\overline{X1}Y2 + X3X1Y3;$$

Отримаємо рівняння вхідних інформаційних сигналів для Y0 =1, враховуючи, що в МДНФ X3 = 0, X1 = 0 (табл. 1.3), тоді $\overline{X3} = \overline{0} = 1$, $\overline{X1} = \overline{0} = 1$:

$$Y0 = X4\overline{X3} + \overline{X3}X2 + \overline{X3}\,\overline{X1}\,\overline{X0} + \overline{X3}X1X0 + X4\overline{X2}\,\overline{X1} + \overline{X4}X2X1X0 =$$
$$= (X4\cdot 1) + (1\cdot X2) + (1\cdot 1\cdot \overline{X0}) + (1\cdot 0\cdot X0) + (X4\cdot \overline{X2}\cdot 1) + (\overline{X4}\cdot X2\cdot 0\cdot X0) =$$
$$= X4 + X2 + \overline{X0} + 0 + X4\overline{X2} + 0 = X4 + X2 + \overline{X0} + X4\overline{X2} =$$
$$= X4(1+\overline{X2}) + X2 + \overline{X0} = X4\cdot 1 + X2 + \overline{X0} = X4 + X2 + \overline{X0}.$$

Аналогічно розмірковуючи:

$$Y1 = X4\overline{X3} + \overline{X3}X2 + \overline{X3}\,\overline{X1}\,\overline{X0} + \overline{X3}X1X0 + X4\overline{X2}\,\overline{X1} + \overline{X4}X2X1X0 =$$
$$= (X4\cdot 1) + (1\cdot X2) + (1\cdot 0\cdot \overline{X0}) + (1\cdot 1\cdot X0) + (X4\cdot \overline{X2}\cdot 0) + (\overline{X4}\cdot X2\cdot 1\cdot X0) =$$
$$= X4 + X2 + 0 + X0 + 0 + \overline{X4}X2X0 = X4 + X2 + X0 + \overline{X4}X2X0 =$$
$$= X4 + X2(1+\overline{X4}X0) + X0 = X4 + X2\cdot 1 + X0 = X4 + X2 + X0.$$

$$Y2 = X4\overline{X3} + \overline{X3}X2 + \overline{X3}\,\overline{X1}\,\overline{X0} + \overline{X3}X1X0 + X4\overline{X2}\,\overline{X1} + \overline{X4}X2X1X0 =$$
$$= (X4\cdot 0) + (0\cdot X2) + (0\cdot 1\cdot \overline{X0}) + (0\cdot 0\cdot X0) + (X4\cdot \overline{X2}\cdot 1) + (\overline{X4}\cdot X2\cdot 0\cdot X0) =$$
$$= 0 + 0 + 0 + 0 + X4\overline{X2} + 0 = X4\overline{X2}.$$

$$Y0 = X4\overline{X3} + \overline{X3}X2 + \overline{X3}\,\overline{X1}\,\overline{X0} + \overline{X3}X1X0 + X4\overline{X2}\,\overline{X1} + \overline{X4}X2X1X0 =$$
$$= (X4\cdot 0) + (0\cdot X2) + (0\cdot 0\cdot \overline{X0}) + (0\cdot 1\cdot X0) + (X4\cdot \overline{X2}\cdot 0) + (\overline{X4}\cdot X2\cdot 1\cdot X0) =$$
$$= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + \overline{X4}X2X0 = \overline{X4}X2X0.$$

1) За умовами завдання необхідно побудувати логічний пристрій управління на мультиплексорі та логічних елементах (МХ та ЛЕ).

Проведемо аналіз функціонування логічного пристрою управління у програмному забезпеченні EWB (рис. 1.3).

Діаграма функціонування (рис. 1.4) відповідає таблиці істинності заданої функції (табл. 1.1).

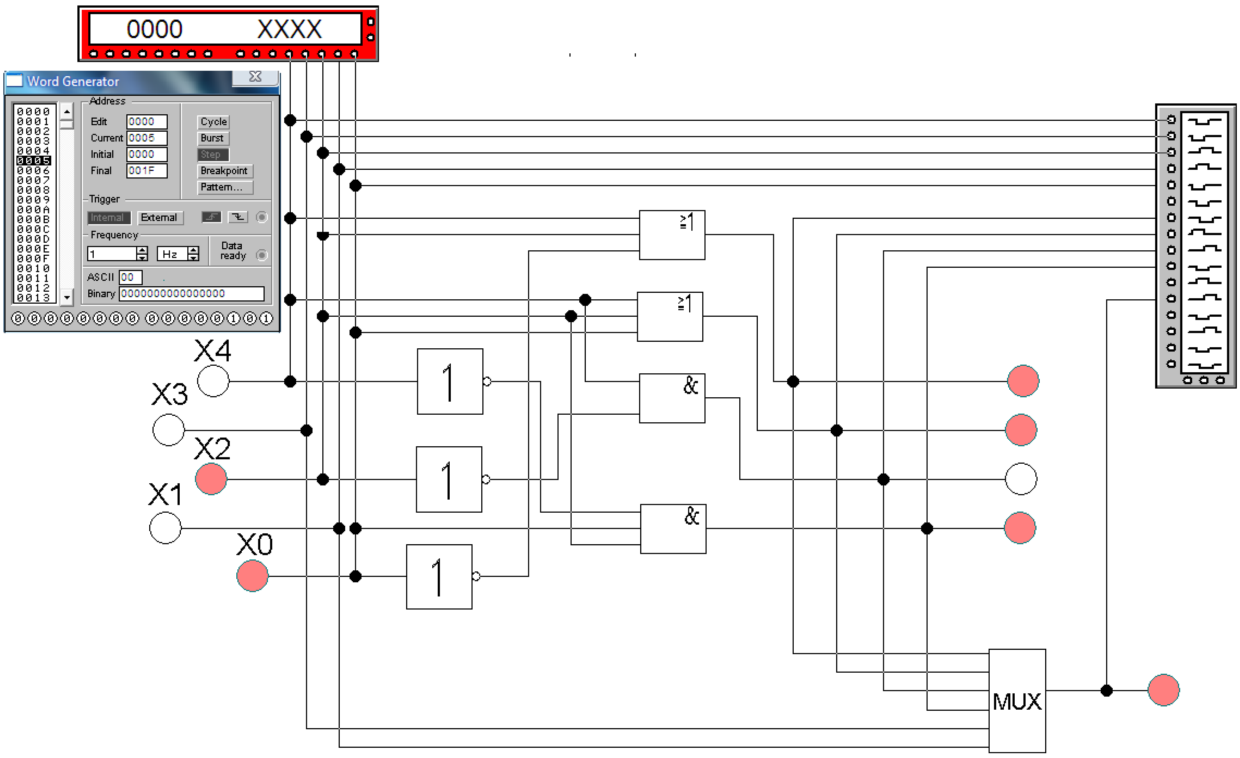


Рисунок 1.3 – Аналіз функціонування схеми логічного пристрою управління на мультиплексорі та логічних елементах (МХ та ЛЕ)

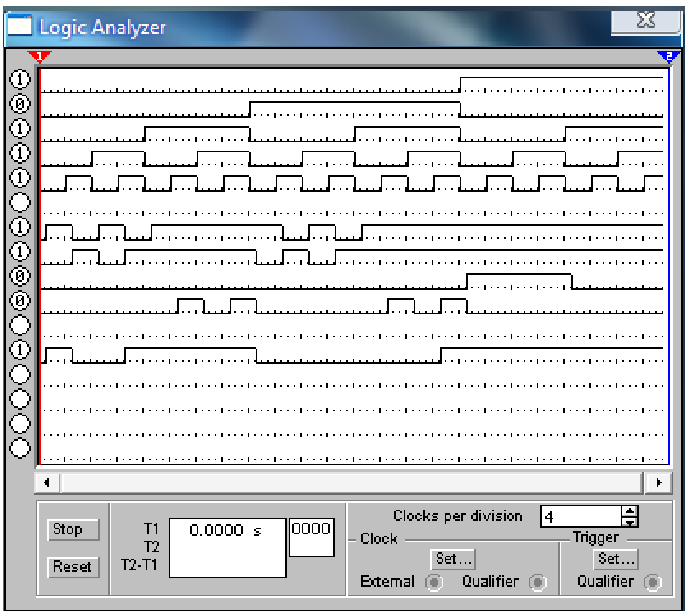


Рисунок 1.4 – Діаграма функціонування логічного пристрою управління на мультиплексорі та логічних елементах (МХ та ЛЕ)

Побудуємо схему логічного пристрою управління на реальній елементній базі (рис. 1.5).

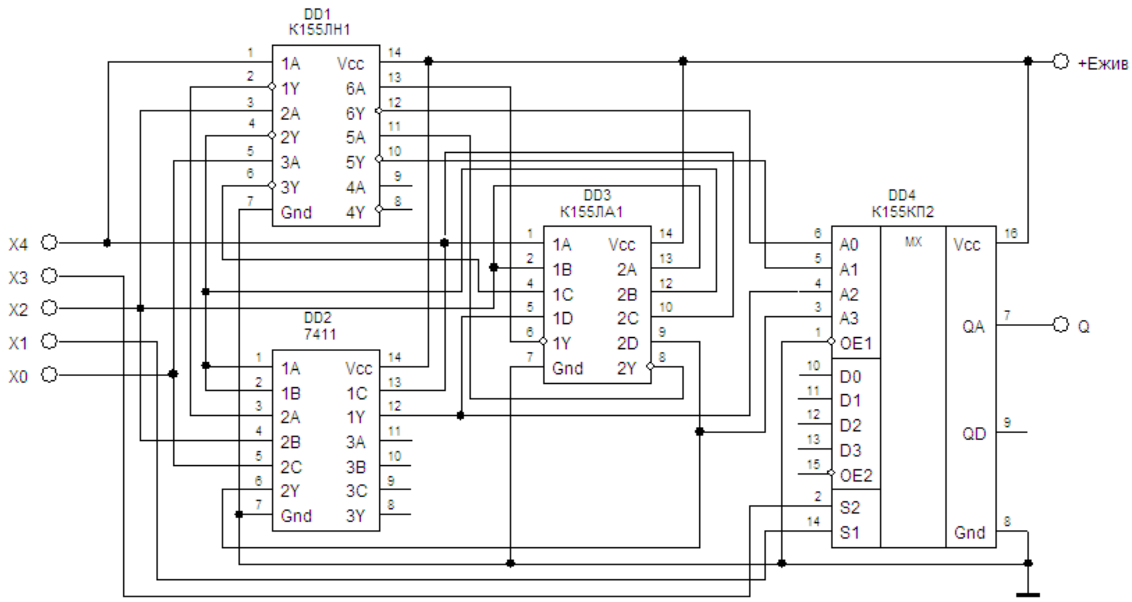


Рисунок 1.5 – Схема логічного пристрою управління на мультиплексорі та логічних елементах (МХ та ЛЕ)

2) За умовами завдання необхідно побудувати логічний пристрій управління тільки на мультиплексорах (МХ). Проаналізуємо отримані після першої декомпозиції рівняння.

Число змінних велике, виконаємо ще одну декомпозицію.

X4 - 4 (зустрічається у прямому або інверсному вигляді 6 разів в рівняннях Y0, Y1, Y2, Y3, першої декомпозиції).

X3 - ×

X2 - 4

X1 - ×

X0 - 3

Виконаємо декомпозицію відносно X4X2 .

$Y0 = \overline{X4}\,\overline{X2}Y0_0 + \overline{X4}X2Y1_0 + X4\overline{X2}Y2_0 + X4X2Y3_0$.

Для рівняння першої декомпозиції $Y0 = X4 + X2 + \overline{X0}$.

Ураховуючи що $\overline{X4} = 1$, $\overline{X2} = 1$:

$$Y0 = X4 + X2 + \overline{X0} = X4 + X2 + 1 \cdot 1 \cdot \overline{X0} = X4 + X2 + \overline{X4}\,\overline{X2}\,\overline{X0}$$

$Y0_0 = \overline{X0}$; $Y1_0 = 1$; $Y2_0 = 1$; $Y3_0 = 1$.

$$Y1 = \overline{X4}\,\overline{X2}Y0_1 + \overline{X4}X2Y1_1 + X4\overline{X2}Y2_1 + X4X2Y3_1.$$

Для рівняння першої декомпозиції $Y1 = X4 + X2 + X0$.

Ураховуючи що $\overline{X4} = 1,\ X2 = 1$:

$$Y1 = X4 + X2 + X0 = X4 + X2 + 1 \cdot 1 \cdot X0 = X4 + X2 + \overline{X4}X2X0$$

$$Y0_1 = X0;\ Y1_1 = 1;\ Y2_1 = 1;\ Y3_1 = 1.$$

$$Y2 = \overline{X4}\,\overline{X2}Y0_2 + \overline{X4}X2Y1_2 + X4\overline{X2}Y2_2 + X4X2Y3_2.$$

Для рівняння першої декомпозиції $Y2 = X4\overline{X2}$:

$$Y0_2 = 0;\ Y1_2 = 0;\ Y2_2 = 1;\ Y3_2 = 0.$$

$$Y3 = \overline{X4}\,\overline{X2}Y0_3 + \overline{X4}X2Y1_3 + X4\overline{X2}Y2_3 + X4X2Y3_3.$$

Для рівняння першої декомпозиції $Y3 = \overline{X4}X2X0$:

$$Y0_3 = 0;\ Y1_3 = X0;\ Y2_3 = 0;\ Y3_3 = 0.$$

За цими даними проведемо аналіз функціонування логічного пристрою управління у програмному забезпеченні EWB (рис. 1.6).

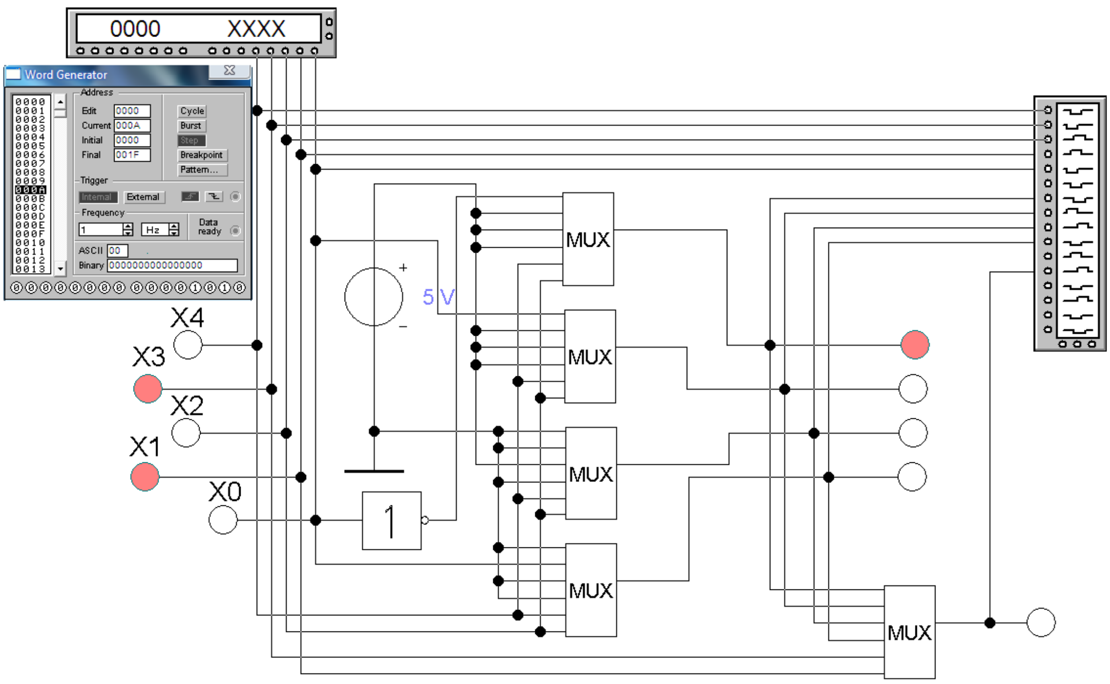


Рисунок 1.6 - Аналіз функціонування схеми логічного пристрою управління на мультиплексорах (MX)

Діаграма функціонування (рис. 1.7) відповідає таблиці істинності заданої функції (табл. 1.1).

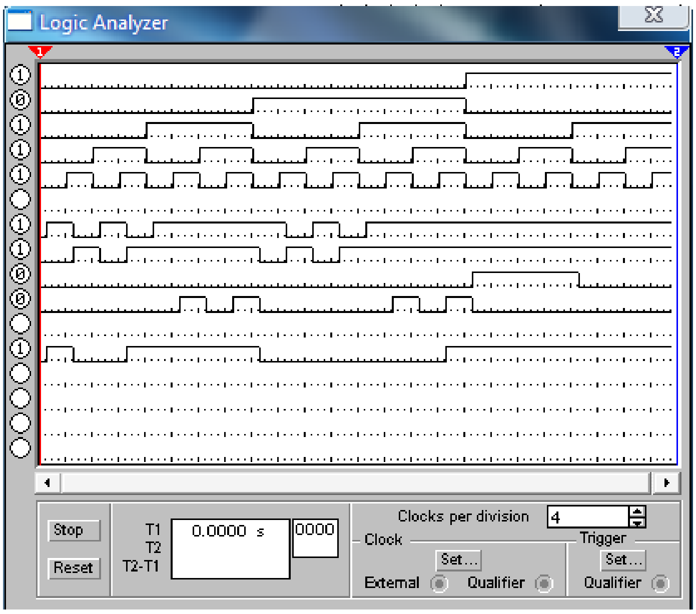


Рисунок 1.7 - Діаграма функціонування логічного пристрою управління на мультиплексорах (МХ)

Побудуємо схему логічного пристрою управління на реальній елементній базі (рис. 1.8).

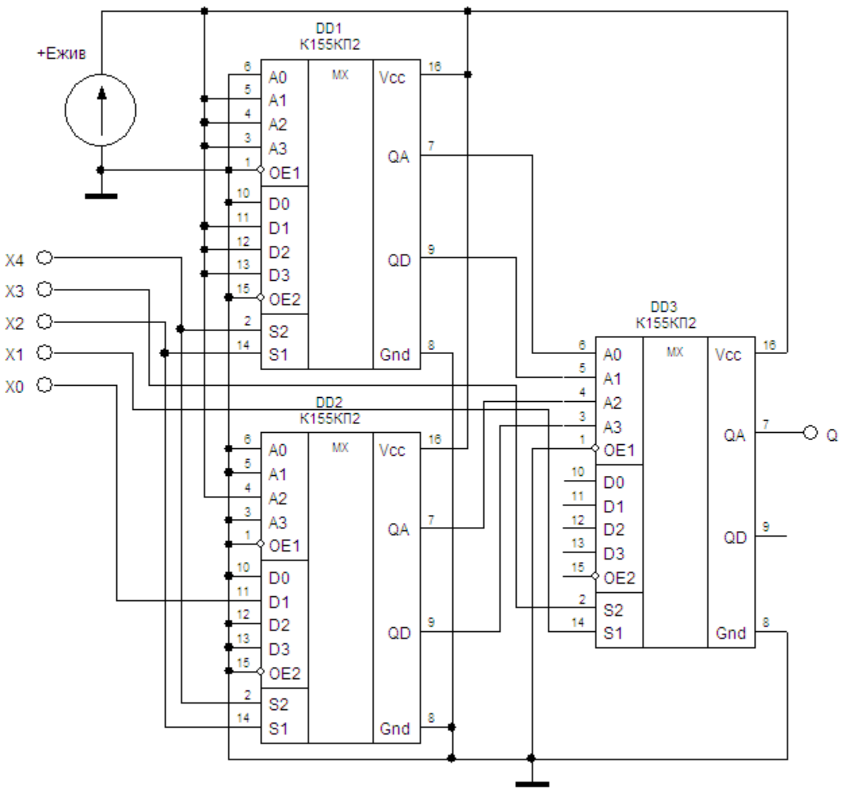


Рисунок 1.8 - Схема логічного пристрою управління на мультиплексорах (МХ)

Методичні вказівки до виконання завдання № 2

По своїй структурі перетворювачі коду є дешифраторами, але вони перетворюють двійковий код в сигнали не лише на одному, але і на декількох виходах. Вважатимемо, що перетворювачі кодів мають n входів і k виходів. Співвідношення між n і k можуть бути будь-якими: n = k, n < k і n > k. При перетворенні кодів чисел з ними можуть виконуватися різні додаткові операції, наприклад, множення на вагові коефіцієнти.

Перетворювачі кодів можуть бути ваговими і неваговими. Вагові ПК перетворюють інформацію з однієї системи числення в іншу. Основне призначення невагових - перетворення інформації для її подальшого відображення.

Приклад 2. Розробка логічного комбінаційного автомата перетворення чотирьохрозрядного двійкового коду чисел в додатковий код (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Алгоритм перетворення чотирьохрозрядного двійкового коду чисел в додатковий код

№	A	B	C	D	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{C}$	$\overline{D}$	F4	F3	F2	F1
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
4	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
5	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
8	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
9	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
11	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
12	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
14	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Складемо рівняння функціонування перетворювача коду:

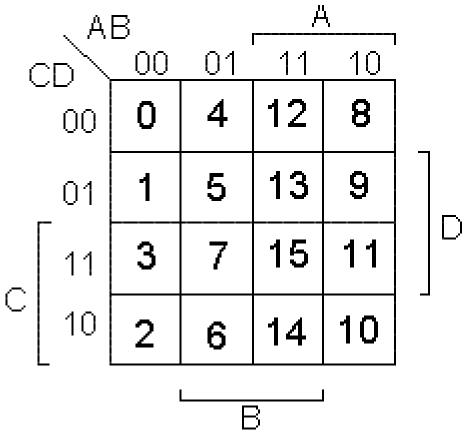
F1 = 1+3+5+7+9+11+13+15 = D;

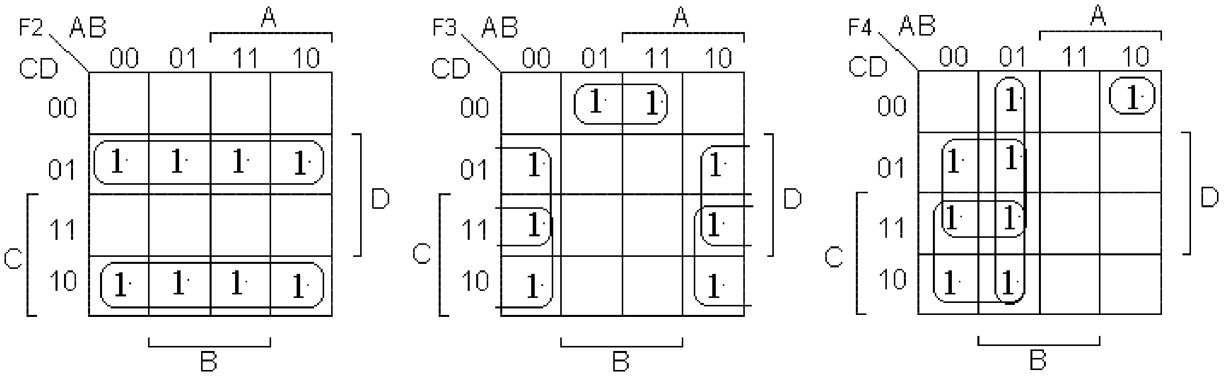
F2 = 1+2+5+6+9+10+13+14;

F3 = 1+2+3+4+9+10+11+12;

F4 = 1+2+3+4+5+6+7+8.

Спростимо рівняння методом карт Карно.





$$F1=D;\ F2=\bar{C}D+C\bar{D};\ F3=\bar{B}C+\bar{B}D+B\bar{C}\bar{D};\ F4=\bar{A}C+\bar{A}D+\bar{A}B+A\bar{B}\bar{C}\bar{D}.$$

1) Приведемо рівняння до єдиного логічного базисах 2-І-НІ.

$$F1=D;$$

$$F2=\bar{C}D+C\bar{D}=\overline{\overline{\bar{C}D+C\bar{D}}}=\overline{\overline{\bar{C}D}\cdot\overline{C\bar{D}}}\ ;$$

$$F3=\bar{B}C+\bar{B}D+B\bar{C}\bar{D}=\overline{\overline{\bar{B}C+\bar{B}D+B\bar{C}\bar{D}}}=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot\overline{B\bar{C}\bar{D}}}=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot(\bar{B}+C+D)}=$$

$$=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot[\bar{B}+(C+D)]}=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot\overline{\overline{[\bar{B}+(C+D)]}}}=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot\overline{[\bar{\bar{B}}\cdot\overline{(C+D)}]}}=$$

$$=\overline{\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D}\cdot\overline{[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]}}=\bar{B}C+\bar{B}D+[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]=\overline{\overline{(\bar{B}C+\bar{B}D)+[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]}}=$$

$$=\overline{\overline{(\bar{B}C+\bar{B}D)}\cdot\overline{[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]}}=\overline{(\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D})\cdot\overline{[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]}}=\overline{\overline{\overline{(\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{\bar{B}D})}}\cdot\overline{[B\cdot(\bar{\bar{C}}\bar{\bar{D}})]}};$$

$$F4=\overline{A}C+\overline{A}D+\overline{A}B+A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}=\overline{\overline{\overline{A}C+\overline{A}D+\overline{A}B+A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}}}=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}}}=$$

$$=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot(\overline{A}+B+C+D)}=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot(\overline{A}+C)+(B+D)}=$$

$$=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{(\overline{A}+C)+(B+D)}}}=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{\overline{\overline{(\overline{A}+C)}}+\overline{(B+D)}}}}=$$

$$=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot(A\overline{C})\cdot(\overline{B}\,\overline{D})}=\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{\overline{(A\overline{C})}}}\cdot\overline{\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}}}=$$

$$=\overline{\overline{\overline{A}C}}+\overline{\overline{\overline{A}D}}+\overline{\overline{\overline{A}B}}+\overline{\overline{\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}}}}=\overline{A}C+\overline{A}D+\overline{A}B+\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}=$$

$$=(\overline{A}C+\overline{A}D)+[\overline{A}B+\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}]=\overline{\overline{(\overline{A}C+\overline{A}D)+[\overline{A}B+\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}]}}=$$

$$=\overline{\overline{(\overline{A}C+\overline{A}D)}\cdot\overline{[\overline{A}B+\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}]}}=\overline{(\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D})\cdot[\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{(A\overline{C})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}]}=$$

$$=\overline{\overline{\overline{(\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{A}D})}}\cdot\overline{\overline{[\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{\overline{(A\overline{C})}}}\cdot\overline{\overline{\overline{(\overline{B}\,\overline{D})}}}]}}}$$

Побудуємо функціональну схему цифрового логічного комбінаційного автомата перетворювача чотирьохрозрядного двійкового коду чисел в додатковий код у заданому логічному базисі (рис. 1.9).

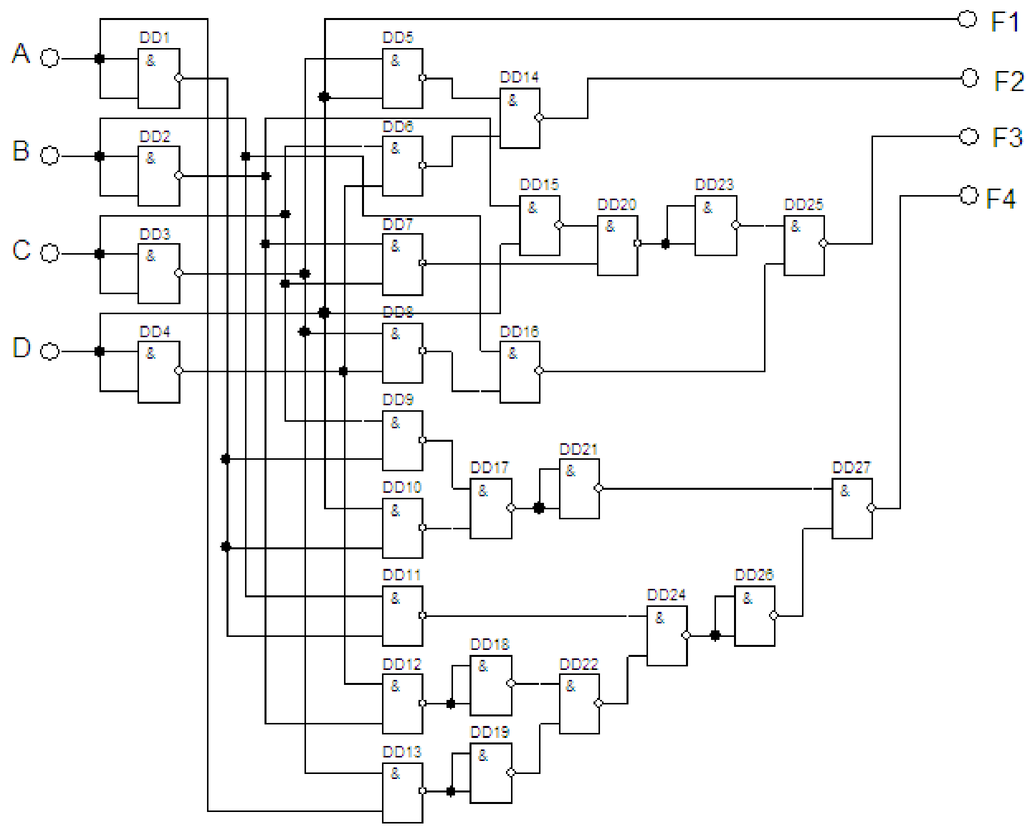


Рисунок 1.9 - Функціональна схема цифрового логічного перетворювача коду

Аналіз функціонування представлено на рисунку 1.10.

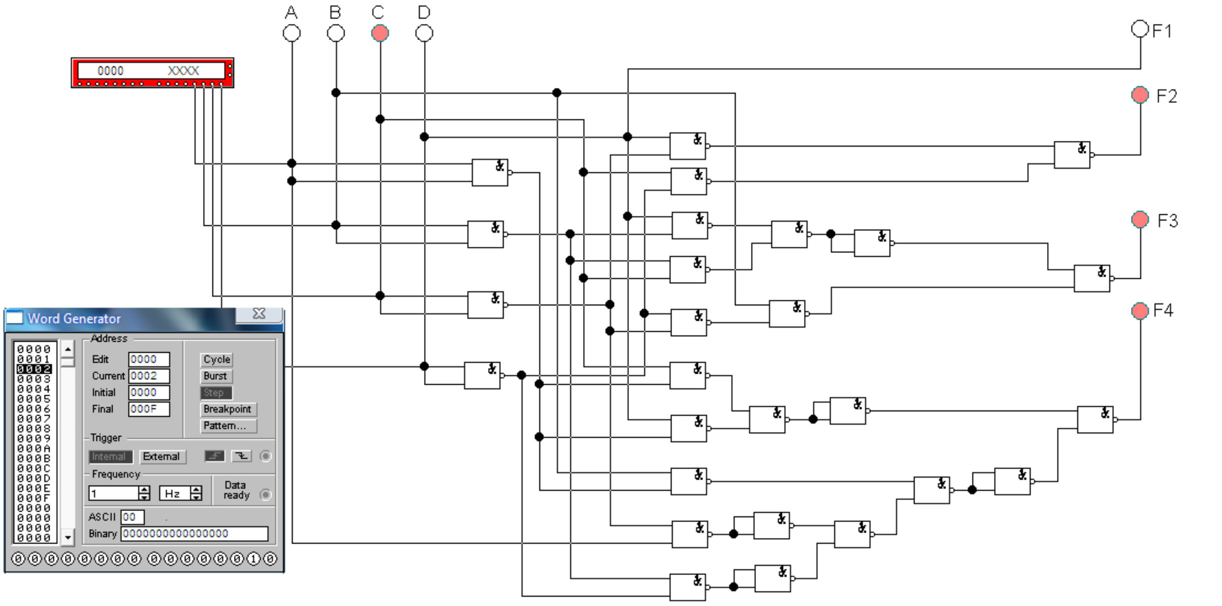


Рисунок 1.10 – Аналіз функціонування перетворювача коду

2) Приведемо рівняння до єдиного логічного базисах 2-І-НІ, 2-«Виключне АБО».

$$F2=\bar{C}D+C\bar{D}=C\oplus D;$$

$$F3=\bar{B}C+\bar{B}D+B\bar{C}\bar{D}=\bar{B}C+\bar{B}D+\underline{(B\cdot B)}\cdot\bar{C}\cdot\bar{D}=(\bar{B}C+\bar{B}D)+\underline{B\bar{C}\cdot B\bar{D}}=$$

$$=(\bar{B}C+\bar{B}D)+(\underline{B\bar{C}\cdot B\bar{D}+B\bar{C}\cdot B\bar{D}})=(\underline{\bar{B}C+B\bar{C}\cdot B\bar{D}})+(\underline{\bar{B}D+B\bar{C}\cdot B\bar{D}})=$$

$$=(\underline{\bar{B}C+B\bar{C}})\cdot(\bar{B}C+B\bar{D})+(\bar{B}D+B\bar{C})\cdot(\underline{\bar{B}D+B\bar{D}})=$$

$$=(\underline{B\oplus C})\cdot(\bar{B}C+B\bar{D})+(\bar{B}D+B\bar{C})\cdot(\underline{B\oplus D})=$$

$$=\overline{\overline{(B\oplus C)\cdot(\bar{B}C+B\bar{D})+(\bar{B}D+B\bar{C})\cdot(B\oplus D)}}=$$

$$=\overline{\overline{(B\oplus C)\cdot(\bar{B}C+B\bar{D})}\cdot\overline{(\bar{B}D+B\bar{C})\cdot(B\oplus D)}}=$$

$$=\overline{\overline{(B\oplus C)\cdot\overline{\overline{(\bar{B}C+B\bar{D})}}}\cdot\overline{\overline{\overline{(\bar{B}D+B\bar{C})}}\cdot(B\oplus D)}}=$$

$$=\overline{\overline{(B\oplus C)\cdot\overline{(\overline{\bar{B}C}\cdot\overline{B\bar{D}})}}\cdot\overline{\overline{(\overline{\bar{B}D}\cdot\overline{B\bar{C}})}\cdot(B\oplus D)}}$$

$$F4=\bar{A}C+\bar{A}D+\bar{A}B+\underline{A\bar{B}\bar{C}\bar{D}}=\bar{A}C+\bar{A}D+\bar{A}B+\underline{A\bar{B}\bar{C}\bar{D}+A\bar{B}\bar{C}\bar{D}+A\bar{B}\bar{C}\bar{D}}=$$

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

$$=(\underline{\bar{A}C+A\bar{C}\cdot\bar{B}\bar{D}})+(\underline{\bar{A}D+A\bar{D}\cdot\bar{B}\bar{C}})+(\underline{\bar{A}B+A\bar{B}\cdot\bar{C}\bar{D}})=$$

$$=(\underline{\bar{A}C+A\bar{C})\cdot(\bar{A}C+\bar{B}\bar{D}})+(\underline{\bar{A}D+A\bar{D})\cdot(\bar{A}D+\bar{B}\bar{C}})+(\underline{\bar{A}B+A\bar{B})\cdot(\bar{A}B+\bar{C}\bar{D}})=$$

$$=(A\oplus C)\cdot(\bar{A}C+\bar{B}\bar{D})+(A\oplus D)\cdot(\bar{A}D+\bar{B}\bar{C})+(A\oplus B)\cdot(\bar{A}B+\bar{C}\bar{D})$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\bar{A}C+\bar{B}\bar{D})+(A\oplus D)\cdot(\bar{A}D+\bar{B}\bar{C})+(A\oplus B)\cdot(\bar{A}B+\bar{C}\bar{D})}}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{A}C+\overline{B}\,\overline{D})}\cdot\overline{(A\oplus D)\cdot(\overline{A}D+\overline{B}\,\overline{C})}\cdot\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{A}B+\overline{C}\,\overline{D})}}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C+\overline{B}\,\overline{D}}})}\cdot\overline{(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D+\overline{B}\,\overline{C}}})}\cdot\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B+\overline{C}\,\overline{D}}})}}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})}\cdot\overline{(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})}\cdot\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})}}=$$

Позбавимось трьохвходового елемента І-НІ:

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})}}+\overline{\overline{(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})}}+\overline{\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})}}=$$

$$=(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})+(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})+(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})=$$

$$=(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})+[(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})+(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})]=$$

$$=\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})+[(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})+(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})]}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})}\cdot\overline{[(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})+(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})]}}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})}+\overline{[(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})}\cdot\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})]}}=$$

$$=\overline{\overline{(A\oplus C)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}C}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{D}}})}+\overline{\overline{\overline{[(A\oplus D)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}D}\cdot\overline{\overline{B}\,\overline{C}}})}\cdot\overline{(A\oplus B)\cdot(\overline{\overline{\overline{A}B}\cdot\overline{\overline{C}\,\overline{D}}})]}}}}$$

Функціональна схема перетворювача коду за заданими умовами представлена на рисунку 1.11.

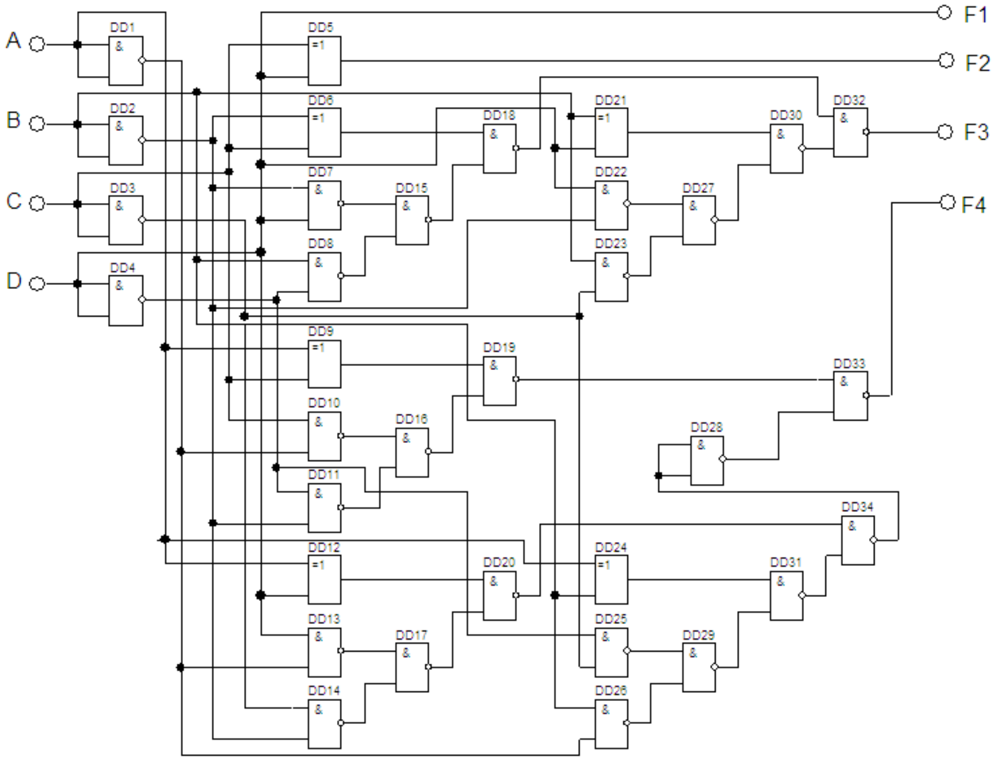


Рисунок 1.11 - Перетворювач чотирьохрозрядного двійкового коду чисел в додатковий код

Варианти завдання

Номер варіанта обирається згідно з порядковим номером студента в академічному журналі.

Робота оформлюється у паперовому вигляді з стандартним титульним листом.

Відповідь на запитання 1 контрольної роботи має розгорнутий вигляд і відповідає тематиці, яка розглянута у лекційному курсі.

Для позитивної оцінки розрахунки та схеми повинні бути виконані у повному обсязі.

Завдання 1
підсумкової контрольної роботи

Розробити логічний пристрій управління на мультиплексорах з двохрозрядним адресним управлінням комутацією інформаційних входів.

Номер варианту	Логічна функція	Число адресних входів	Реалізація
1	$f=\sum(2,7,12,17,22,27,30)$	3	МХ і ЛЕ
2	$f=\prod(0,1,7,8,9,10,11,12,13,20,21,22,23,24,25,27)$	4	МХ
3	$f=\sum(1,6,11,16,21,26,31)$	2	МХ і ЛЕ
4	$f=\prod(0,1,2,3,4,5,6,8,9,11,12,13,14,22,23,28,29)$	3	МХ
5	$f=\sum(0,5,10,15,20,25,30)$	4	МХ і ЛЕ
6	$f=\prod(0,1,3,4,5,6,8,9,10,12,13,17,18,19,22,23,24)$	2	МХ
7	$f=\sum(5,6,11,12,13,19,24,31)$	3	МХ і ЛЕ
8	$f=\prod(0,1,2,3,8,9,10,11,12,15,20,21,22,23,24,26,29)$	4	МХ
9	$f=\sum(3,9,11,17,19,25,27,30)$	2	МХ і ЛЕ
10	$f=\prod(1,2,3,5,7,8,9,11,12,13,16,17,21,22,25,28)$	3	МХ
11	$f=\sum(0,10,11,12,20,21,22,30,31)$	2	МХ і ЛЕ
12	$f=\prod(0,1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,22,27,28,29)$	3	МХ
13	$f=\sum(0,1,5,6,10,11,15,16,29,31)$	4	МХ і ЛЕ
14	$f=\prod(1,2,3,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21)$	2	МХ
15	$f=\sum(0,5,9,15,21,25,29,30,31)$	3	МХ і ЛЕ

Завдання 2
підсумкової контрольної роботи

Розробити логічний комбінаційний автомат перетворення чотирьохрозрядного двійкового коду чисел.

Номер варіанту	Код перетворення чотирьохрозрядного двійкового коду чисел
1	Код Грея
2	Код Айкена (2-4-2-1)
3	Код з надлишком 3
4	Код з надлишком 4
5	Код 5-2-1-1
6	Код Грея
7	Код Айкена (2-4-2-1)
8	Код з надлишком 3
9	Код з надлишком 4
10	Код 5-2-1-1
11	Код Грея
12	Код Айкена (2-4-2-1)
13	Код з надлишком 3
14	Код з надлишком 4
15	Код 5-2-1-1

Література

1. Верьовкін Л. Л., Світанько М. В., Кісельов Є. М., Хрипко С. Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с. ISBN 978-617-685-023-6

2. Рябенький В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д.. Цифрова схемотехніка: навчальний посібник. Львів :"Новий Світ-2000", 2019. 736 с. ISBN 978-966-418-067-9.