

Практична робота № 1

Розробка функціональної схеми логічної функції комбінаційного типу

Короткі теоретичні відомості

Алгоритм роботи функції задається у завершеній нормальній диз'юнктивній формі (ЗНДФ), тобто у вигляді логічної суми одиничних мінтермів, причому, самі мінтерми задаються десятковими еквівалентами [1].

Для вирішення такої задачі треба перш за все визначити кількість змінних в функції. Кількість змінних у функції дорівнює кількості двійкових розрядів, які необхідні для того, щоб зобразити максимальне число в заданій функції. Тому необхідно максимальне число в заданій функції перевести у двійковий код.

Якщо кількість змінних не перевищує чотирьох, то таку функцію можна зобразити у вигляді Карт Карно на 16 клітин, якою зручно користуватися при спрощенні функції. Якщо кількість дорівнює 5-ти, то функцію можна розкласти на дві частини за формулою:

$$f(x_1 \dots x_5) = \underline{x_1} f_1(0, x_2 \dots x_5) + x_1 f_2(1, x_2 \dots x_5) \quad (1.1)$$

В функцію f_1 входять мін терми, старший розряд яких дорівнює нулю. Це мін терми, десятичний еквівалент яких лежить в межах $0 \div 15$. В функцію f_2 входять мінтерми, старший розряд яких дорівнює одиниці. Тобто, їх десятичний еквівалент лежить в межах $16 \div 31$.

Розклад функції за формулою (1.1) є по суті винесення за дужки змінної x_1 . Тому значення мінтермів $0 \div 15$ залишаться незмінним (за дужки виноситься нуль), а значення мінтермів $16 \div 31$ зменшується на 16 (за дужки виноситься одиничний розряд, значення якого дорівнює 1).

Функції f_1 та f_2 є функціями від чотирьох змінних і їх можна зобразити у вигляді двох карт Карно. В результаті будемо мати:

$$Y = \underline{x_1} Y_1 + x_1 Y_2, \quad (1.2)$$

де Y_1 та Y_2 - результат спрощення функцій f_1 та f_2 .

Якщо в функції шість змінних, то її необхідно розкласти на чотири частини по двох старших змінних:

$$f(x_1 \dots x_6) = \underline{x_1} \underline{x_2} f_1(0, 0, x_3 \dots x_5) + \underline{x_1} x_2 f_1(0, 1, x_3 \dots x_5) + x_1 \underline{x_2} f_1(1, 0, x_3 \dots x_5) + x_1 x_2 f_1(1, 1, x_3 \dots x_5) \quad (1.3)$$

В функцію f_1 ввійдуть мінтерми $0 \div 15$. В функцію f_2 ввійдуть мінтерми $16 \div 31$, значення яких треба зменшити на 16. В функцію f_3 ввійдуть мінтерми $32 \div 47$, значення яких треба зменшити на 32. В функцію f_4 ввійдуть мінтерми $48 \div 63$, значення яких треба зменшити на 48.

Функції $f_1 \div f_4$ – це функції від чотирьох змінних, для яких можна побудувати відповідні карти Карно. Будемо мати:

$$Y = \underline{x_1} \underline{x_2} Y_1 + \underline{x_1} x_2 Y_2 + x_1 \underline{x_2} Y_3 + x_1 x_2 Y_4, \quad (1.4)$$

де Y_i - результат спрощення функцій f_i .

Не виключено, що деякі з функцій f_i будуть однакові, що дозволяє спростити вираз за рахунок об'єднання таких частин. Функції Y_i також можуть мати однакові вирази, що дозволяє виносити їх за дужки.

Завдання для задачі підібрані таким чином, що їх неможливо спростити за допомогою відомих методів мінімізації. Їх можна спростити за допомогою методів декомпозиції. Декомпозицією називається розклад функцій на частини, кожна з яких залежить від різних змінних. Ознакою можливості такого розкладу є наявність в картах Карно не більше двох різних типів стовпців та не більше двох різних типів рядків. Однаковий тип – це стовпчики (рядки) з однаковим розташуванням нулів та одиниць.

Детальне викладення методу декомпозиції наведено в навчальному посібнику [1].

Після спрощення окремих частин функції f самої функції необхідно вибрати елементи для розробки функціональної схеми, причому, кількість використаних корпусів мікросхем повинна бути мінімальною [2]. Для цього необхідно максимально використати елементи одного корпусу. Нагадаємо,

що кількість елементів в одному корпусу залежить від кількості входів елемента (табл.1.1).

Таблиця 1.1

Кількість входів	Кількість елементів в корпусі
1	6
2	4
3	3
4	2
8	1

Таким чином, зменшення кількості корпусів мікросхем досягається зменшенням кількості входів елемента і максимальним використанням елементів одного корпусу.

Для більш повного використання елементів корпусу необхідно, щоб вони могли виконувати не тільки свої основні функції але й додаткові. Наприклад, елементи «І-НІ» чи елементи «АБО-НІ» можна використати як інвертори, якщо об'єднати їх входи. Як інвертор може працювати елемент «Виключне АБО», якщо на один його вхід подати логічну одиницю (з'єднати цей вхід з джерелом живлення через резистор).

Елементи «І» та «АБО» можуть виконувати лише свої прямі функції, тому їх доцільно застосовувати тоді, коли є можливість використати всі (чи більшість) елементів одного корпусу.

Виходячи з цих міркувань, найбільш доцільно використовувати базис Шеффера (елементи «І-НІ») або базис Пірса (елементи «АБО-НІ»).

Рівняння (1.4) в базисі Шеффера має вигляд:

$$Y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot Y_1 \cdot \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot Y_2 \cdot x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot Y_3 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot Y_4 \quad (1.5)$$

Це ж рівняння в базисі Пірса має вигляд:

$$Y = \overline{(x_1 + x_2 + Y_1)} + \overline{(x_1 + \bar{x}_2 + Y_2)} + \overline{(\bar{x}_1 + x_2 + Y_3)} + \overline{(\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + Y_4)}$$

(1.6)

Постановка задачі

Розробити схему, яка працює за алгоритмом, згідно варіанта (табл.1.2).

Таблиця 1.2

Варіант	Набори, на яких функція Y приймає одиничне значення
1	0,3,12,15,16,19,28,31,32,35,44,47,51,60,63
2	1,2,13,14,17,18,29,30,33,34,45,46,49,50,61,62
3	4,7,8,11,20,23,24,27,36,39,40,43,52,55,56,59
4	5,6,9,10,21,22,25,26,37,38,41,42,53,54,58,67
5	0,3,5,6,9,10,12,15,16,19,21,22,25,26,28,37,31,32,35,38,41,42,44,47,48,51,53,54,57,58,60,63
6	1,2,4,7,8,11,13,14,17,18,20,23,34,29,30,33,34,36,39,40,43,45,46,49,50,52,55,59,61,62
7	0,3,12,15,16,19,28,31,33,34,45,46,49,50,61,62
8	4,7,8,11,20,23,24,27,37,38,41,42,53,54,57,58
9	0,3,5,6,9,10,12,15,16,19,21,22,25,26,31,49,50,52,55,56,61,62
10	0,3,12,15,16,19,28,31,36,39,40,43,52,55,56,59
11	1,2,12,15,16,19,28,31,32,35,44,47,49,50,61,62
12	0,3,5,6,9,10,12,15,16,19,21,22,25,26,28,31,41,42,47,49,50,52,55,56,59,61,62
13	5,6,9,10,21,22,25,26,36,39,40,43,52,55,56,59
14	1,2,3,9,12,14,20,21,26,32,33,34,38,41,42,52,53,54,59,60
15	0,4,5,8,11,12,13,18,22,23,24,29,30,36,37,38,41,42,51,55,56,61
16	0,3,12,13,14,15,16,19,28,31,32,35,44,47,51,60,63
17	0,1,2,3,13,14,17,18,29,30,33,34,45,46,49,50,61,62

18	0,1,4,7,8,11,20,23,24,27,36,39,40,43,52,55,56,59
19	5,6,9,10,14,15,21,22,25,26,37,38,41,42,53,54,58,67
20	0,3,5,6,9,10,12,19,21,22,25,26,28,37,31,32,35,38,41,42,44,47,48,51,53, 54,57,58,60,63
21	1,2,4,7,8,11,13,14,17,23,34,29,30,33,34,36,39,40,43,45,46,49,50,52,55, 59,61,62
22	0,3,4,5,12,15,16,19,28,31,33,34,45,46,49,50,61,62
23	4,5,6,7,8,11,20,23,24,27,37,38,41,42,53,54,57,58
24	0,3,5,6,9,10,12,15,16,19,25,26,31,49,50,52,55,56,61,62
25	0,3,6,7,12,15,16,19,28,31,36,39,40,43,52,55,56,59