

8.3. Реалізація складних логічних функцій

Складні логічні функції реалізують на ІМС простих логічних елементів.

Мінімальний набір логічних елементів, що реалізують деякі прості логічні функції і за наявності необмеженої кількості яких можна реалізувати наскільки завгодно складну логічну функцію, називають функціонально повною системою логічних елементів, або базисом.

Найбільш відомими функціонально повними системами є:

- 1) елементи, що реалізують функції алгебри Буля – *I, АБО, НЕ*;
- 2) елемент, що реалізує функцію штрих Шеффера – *I-НЕ*;
- 3) елемент, що реалізує функцію стрілка Пірса – *АБО-НЕ*.

Якщо уважно подивитися на таблицю істинності логічних елементів (див. рис. 8.2), то побачимо, що, наприклад, елемент *I* для одиниць є елементом *АБО* для нулів. Тобто, якщо для прямих значень

$$y = x_1 \cdot x_2, \quad (8.3)$$

то для інверсних

$$\overline{y} = \overline{x_1 + x_2}.$$

Для елемента *I-НЕ* можна записати

$$y = \overline{x_1 \cdot x_2} = \overline{x_1} + \overline{x_2}, \quad (8.4)$$

а для елемента *АБО-НЕ*

$$y = \overline{x_1 + x_2} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}. \quad (8.5)$$

Вирази (8.2) і (8.3) називають правилами де Моргана.

Якщо задати, наприклад, відповідно $x_2 = 1$ або $x_2 = 0$, то матимемо

$$y = \overline{x_1 \cdot x_2} = \overline{x_1 \cdot 1} = \overline{x_1} \quad (8.6)$$

або

$$y = \overline{x_1 + x_2} = \overline{x_1 + 0} = \overline{x_1}. \quad (8.7)$$

Тобто, ми можемо використовувати багатовходові логічні елементи з інверсією на виході як інвертори, задаючи на всіх, крім одного входов, сигнал 1 (const 1) або 0 (const 0).

Якщо на всі входи цих елементів подати одну й ту ж змінну, також матимемо інвертори:

$$\begin{aligned} y &= \overline{x_1 \cdot x_1} = \overline{x_1} \\ y &= \overline{x_1 + x_1} = \overline{x_1} \end{aligned} \quad (8.8)$$

Коли кількості входів конкретного логічного елемента не вистачає, можна вчинити так: якщо, наприклад, потрібен тривходовий елемент, а маємо тільки двовходові, то тривходовий можна реалізувати на основі таких співвідношень.

Оскільки очевидно, що

$$\overline{\overline{x}} = x, \quad (8.9)$$

то
$$y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3} = \overline{\overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3}}} = \overline{\overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot 1 \cdot x_3}}} \quad (8.10)$$

або
$$y = \overline{x_1 + x_2 + x_3} = \overline{\overline{\overline{x_1 + x_2 + x_3}}} = \overline{\overline{\overline{x_1 + x_2 + 1 + x_3}}}. \quad (8.11)$$

Отже, реалізувати тривходовий елемент можна на трьох двовходових, один з яких повинен працювати як інвертор.

З наведених прикладів видно, що елементи *I-НЕ* чи *АБО-НЕ* дійсно дозволяють реалізувати логічну функцію будь-якої складності.

Нехай треба реалізувати функцію

$$y = \overline{\overline{\overline{(x_1 + x_2 + x_3) \cdot x_4 + x_4 + x_5}}}. \quad (8.12)$$

У загальному випадку це можна зробити за допомогою схеми, наведеної на рис. 8.10.

Для забезпечення отримання простої (економічної в реалізації), швидкодіючої схеми, складні комбінаційні пристрої спочатку описують за допомогою логічних функцій (у вигляді математичних формул або таблиць істинності). Потім ці функції мінімізують на основі законів алгебри логіки з урахуванням специфіки логічної функції стандартних ІМС логічних елементів, що будуть використані для схемної реалізації. Це можна робити як вручну, що досить складно, так і з використанням спеціальних програм на ЕОМ.

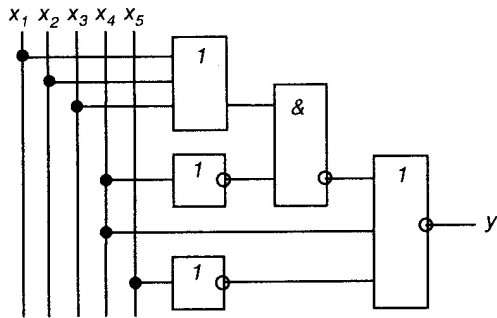


Рис. 8.10 – Приклад схемної реалізації логічної функції

Так, якщо, наприклад, вираз (8.12) необхідно реалізувати на двохходових елементах *I-HE*, то спочатку отримаємо еквівалентний мінімальний вираз у базисі *I-HE*:

$$y = (x_1 + x_2 + x_3) \cdot x_4 + x_4 + x_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 + x_4 + x_5 =$$

$$= x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_4 \cdot x_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 = x_1 \cdot 1 \cdot x_2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot x_3 \cdot 1 \cdot x_4 \cdot 1 \cdot x_5 \cdot 1$$

Отриманому виразу відповідає схема, наведена на рис. 8.11. Вона виконана на трьох ІМС К561ЛА7.

Зауважимо, що на таких схемах відносно кіл живлення ІМС на вільному полі в правій частині схеми у технічних вимогах дають

вказівки щодо підключення відповідних контактів або вказують відповідні контакти ІМС як не логічні виводи елементів і позначають місця їх підключення (див. рис. 8.11 – контакти 7 і 14). На не задіяні входи елементів подають сигнали const 1 або const 0, а їх виходи залишають вільними (див. рис. 8.11 – елементи DD3.2 і DD3.3).

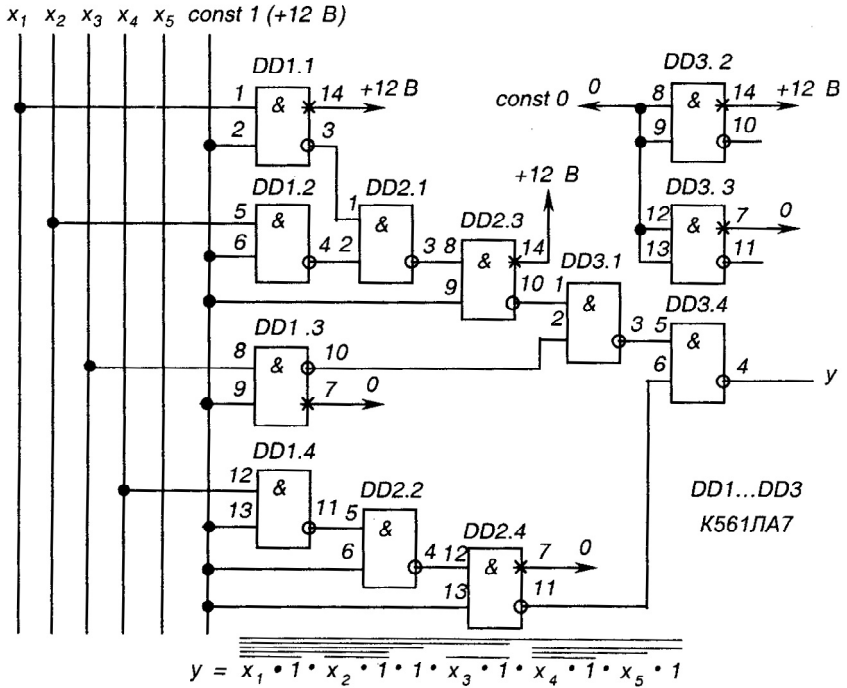


Рис. 8.11 – Схемна реалізація логічної функції на однотипних елементах