

ЛАБОРАТОРНО УПРАЖНЕНИЕ № 4

СИНТЕЗ НА МНОГОИЗХОДНИ КОМБИНАЦИОННИ СХЕМИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОБЩИ ЧЛЕНОВЕ

ЦЕЛ НА УПРАЖНЕНИЕТО

Целта на упражнението е да се добият умения за практическо приложение на основни методи за синтез на многоизходни комбинационни схеми.

КРАТКА ТЕОРИЯ

За да се проектира и реализира дадено логическо устройство, е необходимо въз основа на логическите функции, които го описват да се състави съответната му структурна схема. При съставяне на схемата се започва от входовете, на които се подават логическите променливи, които реализират съответните членове на аналитичния запис на функциите. Чрез логически функции може да се опише и проектира логическа схема, чието поведение не зависи функционално от фактора време и се определя само от входните сигнали, т.е. от комбинациите от значения на променливите (входните набори). Такава логическа схема се нарича *комбинационна* (КЛС). За да се реализира една КЛС е необходимо да се състави съответната ѝ структурна схема.

Свършените нормални форми (СДНФ и СКНФ) се използват за изходно представяне на логическите функции. Функциите могат да бъдат зададени и в произволна нормална форма. От гледище на тяхната реализация, те не са удобни – излишен разход на оборудване. Затова за икономичен синтез трябва да се реализира минималното представяне т. е. минималните форми на логическите функции.

Когато е зададена една логическа функция, тя може да се минимизира по един от известните методи за минимизация. От получената минимална форма на функцията се синтезира комбинационна логическа схема, която я реализира. Получената схема сама по себе си е оптимална, има един изход, а броя на входовете ѝ се определя от броя на аргументите (двоичните променливи) на функцията.

В повечето практически случаи обаче, логическите схеми имат повече от един изход. Те реализират система от логически функции.

Между съвкупността от входни променливи x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) и изходни променливи f_j ($j = 1, 2, \dots, m$) на една многоизходна комбинационна логическа схема съществува функционална зависимост, която отразява начина на построяването ѝ. Тази функционална зависимост може да се представи в общия случай чрез система от логически функции, която има вида (4.1):

$$\begin{aligned}
 f_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\
 f_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\
 &\dots \\
 f_m &= f_m(x_1, x_2, \dots, x_n)
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Всяка една функция от системата може да се минимизира самостоятелно и от получената ѝ минимална форма се синтезира комбинационна логическа схема, която я реализира. По този начин ще се получат m на брой, напълно изолирани една от друга комбинационни логически схеми, всяка от които ще има по n входа. Този подход е правилен, но не води до оптимално решение.

Затова теорията на логическите схеми предлага методи, които са предназначени за синтез на многоизходни комбинационни схеми. Те имат за цел при минимизацията на всяка една функция от системата, да се получат при възможност повече еднакви части (елементарни конюнкции/дизюнкции) в минималните им форми, които да се реализират в схемата с общи логически елементи. По този начин се получава оптимална комбинационна логическа схема с n входа и m изхода.

Някои от методите за синтез на многоизходни комбинационни схеми са следните:

- Синтез чрез използване на общи членове;
- Систематичен метод за синтез;
- Синтез чрез използване на базова функция;
- Синтез чрез използване на обща подфункция.

Синтез чрез използване на общи членове

При този метод, всяка функция от системата се задава в отделна карта на Вейч/Карно, в зависимост от броя на аргументите ѝ. Ако минимизацията се извършва по единиците, ще се получат дизюнктивни нормални минимални форми на функциите от системата. Минимизацията на функциите се извършва според известните правила за работа с картите. Целта е да се намери пълно покритие на единиците от всяка карта. При обхождане и анализиране на единиците от отделните карти, стремежът е (като се спазват известните правила за работа с карти на Вейч/Карно) да се получат повече еднакви конюнкции в намерените минимални форми на функциите от системата, които в схемата да се реализират с общи логически елементи.

ЗАДАЧИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ

1. Да се намерят минималните форми на функциите от системата.

$$f_1(x_1, x_2, x_3, x_4) = Vmi(0, 1, 5, 8, 10, 11, 15);$$

$$f_2(x_1, x_2, x_3, x_4) = Vmi(2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15);$$

$$f_3(x_1, x_2, x_3, x_4) = Vmi(0, 3, 5, 12, 13, 14);$$

$$f_4(x_1, x_2, x_3, x_4) = Vmi(1, 2, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14).$$

3. Да се състави обща таблица на истинност на функциите от системата.

3. Да се приведе в аналитичен вид представената в т.1 система функции към СКНФ.

4. По аналитичния запис на намерените минимални форми на функциите от системата, да се състави структурната ѝ схема, която я реализира.

5. Да се направи оценка на получената структурна схема по отношение на брой логически елементи в схемата (А), брой входове на логическите елементи в схемата (В) и стъпалност (С).

НАЧИН НА РАБОТА

Упражнението се изпълнява на самостоятелно от всеки един студент, по указание на ръководителя на занятието.

Последователността на работа при реализация на метода за синтез на многоизходна комбинационна схема чрез използване на общи членове е следната:

1. Всяка аналитично зададена функция от системата се нанася в съответна карта на Вейч/Карно. Минимизацията се извършва по единиците, според правилата за работа с карти.

2. Намира се пълно покритие на единиците от всяка карта. Стремехът е, при обхождане и анализиране на единиците от отделните карти, да се получат повече еднакви конюнкции в намерените минимални форми на функциите от системата, които в схемата да се реализират с общи логически елементи

3. Въз основа на намерените минимални форми на функциите от системата се синтезира структурата на многоизходната комбинационна логическа схема. При синтеза на схемата да се използват елементи от основния базис И-ИЛИ-НЕ.

4. За съставената структурна схема се определя брой логически елементи в схемата (А), брой входове на логическите елементи в схемата (В) и стъпалност (С).

5. От съставената таблица на истинност на функциите от системата, последните се привеждат в СКНФ.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ПРОТОКОЛА

Структурна схема, аналитични форми на логическите функции от зададената система, таблица на истинност на функциите от системата и карти на графично зададени логически функции, оценки, изводи и заключения по изследванията, относно брой и входи на логическите елементи от синтезираната схема, а така също и на съгласността на схемата в точки 1, 2, 3, 4 и 5.

КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ И ЗАДАЧИ

1. Кой методи за синтез на многоизходни комбинационни схеми познавате?
2. Коя е основната идея, залегнала в методите за синтез на многоизходни комбинационни схеми?
3. В какво се състои методът за синтез чрез използване на общи членове?
4. Що е конституента на единицата? Как се записва аналитично?
5. Какво е СДНФ на логическа функция? Посочете пример.
6. Що е конституента на нулата? Как се записва аналитично?
7. Какво е СКНФ на логическа функция? Посочете пример.
8. Как се нанася една канонична И – ИЛИ (ИЛИ – И) форма в карта на Вейч?
9. Намерете каноничните И-ИЛИ и ИЛИ-И форми на логическата функция, като използвате в обратен ред закона за сцепване и като преминете през таблица на истинност.

$$f = (x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2) x_3 + \overline{(x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2)} x_4$$

Запишете каноничната И-ИЛИ форма в m-форма и съкратена m-форма.

Запишете каноничната ИЛИ-И форма в M-форма и съкратена M-форма.

10. Да се представи в СДНФ функцията:

$$f(x_1, x_2, x_3) = \overline{\overline{x_1 \bar{x}_2} + \bar{x}_1 (x_2 + x_3 \bar{x}_4)}$$

$$отг. f(x_1, x_2, x_3) = Vmi(8, 9, 10, 11)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Симеонов, И. С. Анализ и синтез на логически схеми. Габрово, В. Априлов, 2016.
2. Даковски, Л. Анализ и синтез на логически схеми. София., СИЕЛА, 1998.
3. Михов, Г. Цифрова схемотехника. ТУ-София, 2005.
4. Младенов, Д., Н. Покровнички. Логически синтез на схеми. София, ДВИ, 1973.
5. Димчев, М. И. Основи на цифровата техника. Част първа. Основи на логическия синтез. Варна, АГАДА, 1995.
6. Даковски, Л., Н. Николов. Ръководство по логика и програмируеми автомати. С., Техника, 1990.
7. Даковски, Л., Л. Балканджиев. Ръководство по логически основи на ЦЕИМ. С., Техника, 1980.
8. Mertinatsch, P., U. Knaak, H. C. Zeidler. Rechnerstrukturen I. Institut für Datenverarbeitungsanlagen, Technische Universität Braunschweig, März, 1988.
9. Ryan, R., L. A. Doyle, A. I. Pallas. Digital Electronics. Westerville, GTS, Macmillan/McGraw-Hill, New York, 1993.
10. Баранов С. И., В. А. Складов. Цифровые устройства на программируемых БИС с матричной структурой. М., Радио и связь, 1986.
11. Самофалов, К. Г., Х. З. Караилов, В. И. Корнейчук. Цифрови изчислителни машини. Габрово, Печатна база при КНТПВО, 1976.
12. Будинский, Я. Логические цепи в цифровой технике. Пер. с чешского. М., Связь, 1977.
13. Попов. А., Д. Манова, Б. Трайков, Р. Иларионов. Ръководство за лабораторни упражнения по цифрова схемотехника. София, Алма Матер Интернационал, 2000.