

# СИНТЕЗ КОМБІНАЦІЙНОЇ СХЕМИ З ОДНИМ ВИХОДОМ

Карая Дато Демурович

Науковий керівник Бобрицька Г.С.

Харківський навчально-науковий інститут

Синтез комбінаційних схем дуже актуальне на сьогоднішній день, так як комбінаційні схеми використовуються в шифраторах, дешифраторах, суматорах, які в свою чергу потрібні в електроніці, радіотехніці і криптографії.

**Комбінаційна схема** – це технічний аналог булевої функції в обчислювальній техніці, на вхід якої надходять і з виходу знімаються електричні сигнали у вигляді одного з рівнів напруги, що відповідають значенням логічного 0 і логічної 1.

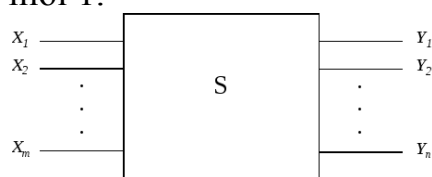


Рис. 1

Для з'ясування, що ж таке комбінаційна схема, розглянемо схему  $S$ , що має  $m$  входів і  $n$  виходів (малюнок 1). На її входи можуть бути подані набори значень входних змінних  $X_i \in \{0,1\}$ , а на виходах формуються вихідні змінні  $Y_j \in \{0,1\}$ . Схема  $S$  називається комбінаційною, якщо кожному з  $n$  функцій її виходів  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  можна уявити як булеву функцію входних змінних  $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Комбінаційна схема описується за допомогою системи рівнянь,

$$Y_1 = F_1(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

$$Y_2 = F_2(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

.....

$$Y_n = F_n(X_1, X_2, \dots, X_m)$$

де  $F_i$  – булева функція.

Як впливає з визначення комбінаційної схеми, значення вихідних змінних  $Y_j$  в довільний момент часу однозначно визначаються значеннями входних змінних  $X_i$ .

Структурно комбінаційна схема може бути представлена як сукупність елементарних логічних схем – логічних елементів (ЛЕ). ЛЕ виконують над входними змінними елементарні логічні операції типу І-НЕ, І, АБО, АБО-НЕ і т.д. Число входів логічного елемента відповідає числу аргументів булевої функції. Графічне зображення комбінаційної схеми, при якому показані зв'язки між різними елементами, а самі елементи представлені умовними позначеннями, називається функціональною схемою.

**Завдання синтезу** полягає в побудові із заданого набору логічних елементів комбінаційної схеми, яка реалізує задану систему булевих функцій.

Розв'язок завдання синтезу не є однозначним, можна запропонувати різні варіанти комбінаційних схем, що реалізують одну й ту ж систему булевих функцій, але відрізняються за тими чи іншими параметрами. Розробник

комбінаційних схем з безлічі варіантів вибирає один, виходячи з додаткових критеріїв: мінімальної кількості логічних елементів, необхідних для реалізації схеми, максимальної швидкодії і т.д. Існують різні методи синтезу комбінаційних схем, серед яких найбільш розроблений канонічний метод.

При проектуванні цифрового комбінаційного пристрою вихідне завдання зазвичай описується за допомогою таблиці істинності. За нею з використанням методу ДДНФ або ДКНФ записуються логічні вирази для вихідного сигналу. Потім проводиться мінімізація цих виразів і складається принципова схема розроблюваного пристрою.

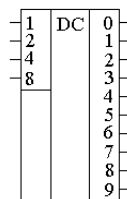
В даний час проектування цифрової схеми проводиться на одній з мов програмування схем (AHDL, VHDL або verilog). Наприклад, схема "виключне АБО" на мові програмування verilog буде виглядати наступним чином:

```
module ExclusiveOR (x1, x2, f);
input x1, x2;
output f;
assign f = (x1 & ~ x2) | (~ x1 & x2);
endmodule
```

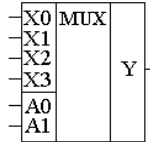
Найбільш поширеними комбінаційними пристроями є дешифратори, шифратори, семисегментні дешифратори, мультиплексори і демультиплексори, арифметичні суматори і арифметико-логічні пристрої (АЛП).

Дешифратори призначаються для перетворення двійкового або двійково-десятикового коду в будь-який інший код. Як окремі мікросхем зараз дешифратори практично не застосовуються. Навіть семисегментні дешифратори не знаходять застосування, тому що в даний час в основному використовуються матричні індикатори. В даний час виконавчі дешифратори разом з мультиплексорами використовуються в складі мікросхем пам'яті (ОЗУ і ПЗУ) для звернення до конкретної комірки пам'яті.

**Особливістю довічного дешифратора** є те, що логічний сигнал з'являється тільки на виході, що відповідає номеру двійковій комбінації. Умовно-графічне позначення дешифратора наведено на малюнку.

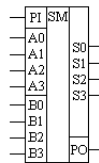


Мультиплексори і демультиплексори – це різні види комутаторів. У мультиплексора багато входів і один вихід. У демультиплексора один вхід і багато виходів. І те й інше комбінаційний пристрій будуються на основі дешифратора. Як ключ, що пропускає або що не пропускає на вихід логічний сигнал застосовується логічний елемент "2И". В даний час частіше застосовуються мікросхеми на КМОП-логіці. У них в якості ключа використовуються польові транзистори, які працюють подібно механічному ключу. Тому подібні схеми можна використовувати в якості електронного комутатора аналогових сигналів. Незалежно від внутрішнього устрою, мультиплексори мають однакове умовно-графічне позначення. Його приведено на малюнку



На даній схемі входи X служать в якості інформаційних, входи A – адресні. Двійковий код, поданий на адресні входи визначає, який з вхідних сигналів X пройде на вихід Y. Позначення у верхній частині мікросхеми MUX показує, що це мультиплексор.

Ще одним поширеним цифровим комбінаційною пристроєм є двійковий акумулятор. Він застосовується в складі арифметико-логічного пристрою (АЛП), яке є основним блоком мікропроцесора, входить до складу диспетчера пам'яті практично всіх сучасних комп'ютерів, працює всередині цифрових фільтрів. На наступному малюнку наведено умовно-графічне позначення мікросхеми K155IM3 – чотирирозрядного суматора.



Реалізація цифрових фільтрів була б неможлива без такого комбінаційного пристрою, як апаратний помножувач. Подібна схема реалізується на основі масиву логічних елементів "2И" і довічних сумматоров.

### *Література*

1. Мікушіних А.В., Сажнев А.М., Седінін В.І. Цифрові пристрої і мікропроцесори. СПб, БХВ-Петербург, 2010 року.
2. Угрюмов Е. П. Цифрова схемотехніка. СПб, БХВ-Петербург, 2004.
3. Дж. Ф. Уекерлі Проектування цифрових пристроїв. М, Постмаркет, 2002.