

Лабораторна робота №3

Опис та моделювання системи логічних функцій

Мета роботи: отримання базових знань про проектування пристроїв за допомогою мов опису апаратури, навичок створення модулів зі структурним описом поведінки схеми на мові Verilog .

Зміст:

Короткі теоретичні відомості	1
Завдання для виконання	3
Вимоги до оформлення звіту	3
Контрольні питання	3
Література	4

Короткі теоретичні відомості

Найчастіше економічно недоцільно безпосередньо будувати програму за логічним виразом (канонічною сумою чи канонічним добутком), який безпосередньо виходить із таблиці істинності. Тому перед початком проектування схеми, що реалізує логічний вираз, останній варто мінімізувати, скорочуючи тим самим кількість вентилів, необхідних для її побудови. Хоча сучасні синтезатори проводять оптимізацію, громіздкий опис може ускладнювати подальшу документацію та підтримку розробки.

Одним із способів мінімізації логічного виразу є використання т.зв. карт Карно. Карта Карно – це графічне відображення таблиці істинності. Розмітка рядків і стовпців карти Карно виконується таким чином, що для будь-якої клітини легко визначити відповідну комбінацію змінних за заголовками рядків і стовпців. Карно Карно дозволяє спростити мінімізацію функції.

Коли складається картка Карно для заданої функції, у кожену клітинку поміщається значення функції із рядка таблиці істинності з відповідним номером: 0, якщо функція дорівнює нулю при відповідній комбінації вхідних параметрів, і 1 – інакше. На рис. 1 наведено приклад таблиці істинності та відповідної їй карти Карно. Рядки та стовпці карти Карно організовані таким чином, що сусідні елементи таблиці (і по горизонталі, і по вертикалі) відрізняються лише однією змінною. Осередки, які знаходяться по краях таблиці мають ту ж властивість (наприклад, пари осередків 0 і 4, 1 і 5 на малюнку 1 (б)).

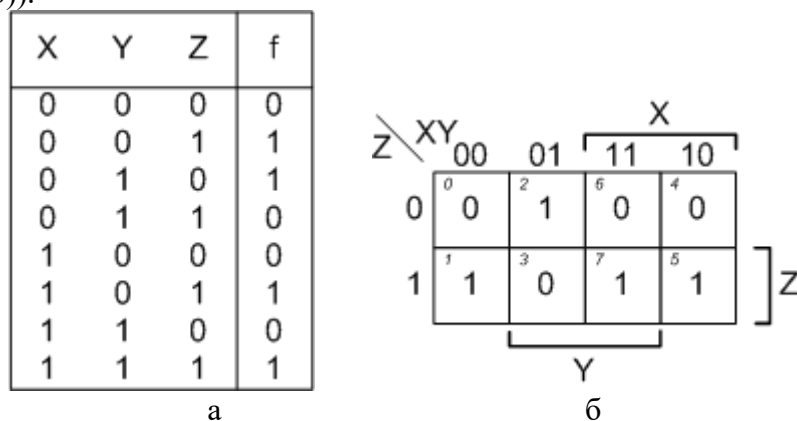


Рис. 1. Таблиця істинності та відповідна їй карта Карно.

Кожна комбінація змінних з одиничним значенням функції таблиці істинності відповідає мінтерму (рис. 2).

x	y	z	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$\bar{X}\bar{Y}Z$
 $\bar{X}Y\bar{Z}$
 $\bar{X}\bar{Y}\bar{Z} + \bar{X}Y\bar{Z} + X\bar{Y}\bar{Z} + XYZ$
 $X\bar{Y}Z$
 XYZ

Рис. 2.

Оскільки пара сусідніх клітин карти Карно, що містять одиниці, вказує на наявність мінтермів, що відрізняються значенням тільки однієї змінної, цю пару мінтермів можна об'єднати в один терм-добуток на підставі відомої теореми об'єднання ($x \cdot y + x \cdot \bar{y} = x$). У випадку x так само може складатися з кількох елементів.

Таким чином, логічний вираз для наведеного вище прикладу можна мінімізувати наступним чином:

$$X\bar{Y}Z + XYZ = XZ(\bar{Y} + Y) = XZ$$

$$\bar{X}\bar{Y}Z + X\bar{Y}Z = \bar{Y}Z(\bar{X} + X) = \bar{Y}Z$$

І остаточний мінімальний вираз матиме вигляд: $F = XZ + \bar{Y}Z + \bar{X}\bar{Y}\bar{Z}$, Що видно з рис. 3.

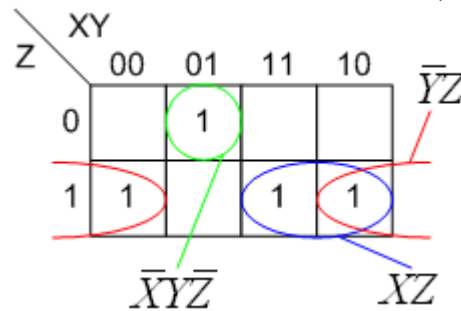


Рис. 3. Карно Карно і мінімальний вираз.

Схема реалізації цього логічного виразу матиме вигляд:

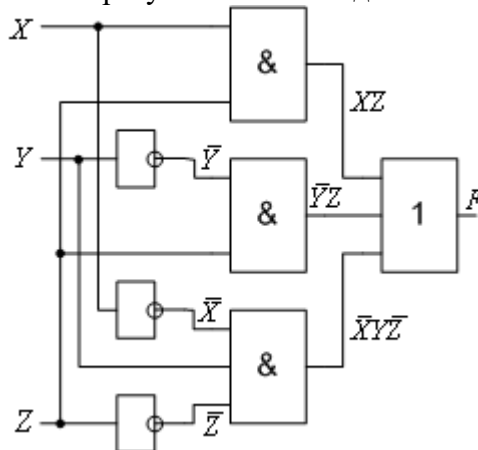


Рис. 4. Мінімізована схема в базисі І-АБО.

Аналогічно можна виконати «склеюку» макстермів по нулях, як це видно з рис. 5.

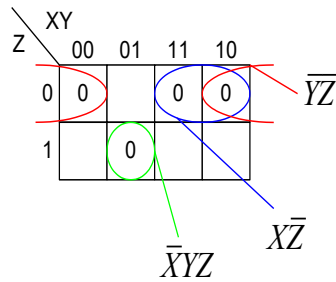


Рис. 5. Карно Карно і мінімальний вираз.

Оскільки ми розглядаємо нулі, то отримані макстерми є інверсованим значенням F :

$$\bar{F} = \bar{X}YZ + X\bar{Z} + \bar{Y}\bar{Z}.$$

Отже, безпосередньо значення F матиме вигляд:

$$F = \overline{\bar{X}YZ + X\bar{Z} + \bar{Y}\bar{Z}}.$$

Застосувавши теорему де Моргана двічі отримаємо

$$F = \overline{\bar{X}YZ} \cdot \overline{X\bar{Z}} \cdot \overline{\bar{Y}\bar{Z}} = (X + \bar{Y} + \bar{Z}) \cdot (\bar{X} + Z) \cdot (Y + Z).$$

Той самий вираз можна було записати, безпосередньо використавши карту Карно для нулів. По ньому легко побудувати мінімізовану схему в базисі АБО-І.

Завдання для виконання

1. За таблицею істинності (згідно з варіантом з лабораторної роботи 2) скласти кілька Verilog – моделей:
 - а. За допомогою карти Карно скласти мінімальну комбінаційну схему (з прямим та інверсним виходами) у базисі І-АБО-НЕ та написати модуль для її реалізації, вживши логічних операторів та операторів призначення сигналів.
 - б. За допомогою карти Карно скласти мінімальну комбінаційну схему (з прямим та інверсним виходами) у базисі АБО-І-НЕ та написати модуль для її реалізації, вживши логічних операторів та операторів призначення сигналів.
 2. Написати перевірочний стенд (test bench) для верифікації, який перебирає би всі можливі комбінації вхідних сигналів (можна використовувати з попередньої лабораторної роботи).
- Провести моделювання та переконається у працездатності написаних модулів.

Вимоги до оформлення звіту

1. Протокол оформляється кожним студентом групи окремо.
2. Протокол повинен містити:
 - а. Титульна сторінка.
 - б. Завдання згідно з варіантом.
 - в. Лістинги модуля та перевірочного стенду до нього.
 - г. Результати моделювання – результати виведення на екран та часові діаграми.
 - е. Висновки про виконану роботу. Висновки повинні містити порівняльний аналіз реалізацій з поточної роботи та з попередньої роботи.
3. Захист роботи проводиться кожним студентом персонально.

Контрольні питання

1. Що таке мінтерм?
2. Що таке картка Карно та як її отримати з таблиці істинності?
3. Сформулюйте теорему де Моргана.

Література

1. Дж.Ф. Вейкерлі. Проектування цифрових пристроїв.
2. В.І. Зубчук, В.П. Сігорський, О.М. Шкуро. Довідник з цифрової схемотехніки.