

*Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні*

*Кафедра: Електроніки, інформаційних систем та
програмного забезпечення*

Лабораторна робота №4

з дисципліни Цифрова схемотехніка

Логічний синтез цифрових пристроїв комбінаційного типу

Студента (ки) _____ курсу, групи _____

(прізвище та ініціали)

(Піжпис)

Викладач _____

(оцінка, дата, підпис)

м. Запоріжжя – 20__ рік

Мета роботи: вивчення методів синтезу складних практичних комбінаційних схем на підставі словесного опису їх роботи.

4.1 Структура типових комбінаційних блоків

Дискретні пристрої як складові частини входять в різні системи управління, які використовуються у всіх областях техніки.

В даний час складність дискретних пристроїв настільки велика, що для успішного їх синтезу доцільно ділити пристрій на частини (функціональні блоки). Розбиття на функціональні блоки ведеться з тим розрахунком, аби функції які реалізуються кожним блоком були нескладними, однозначно визначеними і по можливості легко контрольованими, що спрощує побудову всього пристрою в цілому, а також полегшує його експлуатацію (заміну блоків, виявлення несправностей, контроль функціонування і т. п.).

Необхідність розбиття на блоки витікає також з того факту, що в дискретних пристроях самого різного призначення деякі блоки часто повторюються і в 50 – 90% випадків це дозволяє зібрати довільний пристрій з декількох десятків так званих типових блоків із стандартними функціями.

Найбільш функціональними блоками комбінаційного типу, які часто повторюються в складних дискретних пристроях, є: перетворювачі кодів, комутатори, суматори, компаратори і різного роду контрольні схеми.

Кожен з цих блоків може бути реалізований в різних варіантах відповідно до різних завдань (описами роботи). Опис всіх вживаних схемних рішень неможливо виконати із-за великого числа варіантів, які відрізняються виглядом перетворюваної інформації, характером її представлення і використаною для реалізації елементною базою. Тому на практиці доцільно мати найбільш часто використовувані функціональні блоки, а їх модифікації отримувати шляхом вживання спеціальних методів синтезу.

4.2 Основи синтезу цифрових пристроїв

1. Послідовність операцій при синтезі цифрових пристроїв комбінаційного типу:

- складання таблиці істинності комбінаційного цифрового пристрою згідно його визначення, призначення, словесного опису принципу роботи;
- складання логічної формули згідно таблиці істинності;
- спрощення логічної формули;
- аналіз отриманої формули з метою побудови різних варіантів і знаходження найкращого з них по тих або інших критеріях;
- складання функціональної схеми комбінаційного цифрового пристрою з елементів І, АБО, НЕ.

2. Аналітичний запис логічної формули комбінаційного цифрового пристрою.

Запис у формі ДДНФ.

У ДДНФ логічна формула є логічною сумою декількох логічних виразів, в кожне з яких входять всі незалежні змінні із запереченням або без нього.

Формула виходить в два етапи.

а) Записується логічна сума множень, в кожне з яких входять всі незалежні змінні. Кількість доданків дорівнює числу наборів таблиці істинності, на яких логічна функція дорівнює «1».

б) Ставиться знак інверсії над тими незалежними змінними, які рівні «0» в даному наборі.

Запис у формі ДКНФ.

У ДКНФ формула є логічним множенням декількох логічних сум, в кожне з яких входять всі незалежні змінні із запереченням або без нього.

Формула виходить в два етапи.

а) Записується логічне множення всіх співмножників. Кількість співмножників дорівнює числу наборів таблиці істинності, на яких логічна функція рівна «0».

б) ставиться знак інверсії над тими незалежними змінними, які рівні «1» в даному наборі.

Структурні формули у вигляді ДДНФ і ДКНФ еквівалентні і, за допомогою законів алгебри логіки можуть бути перетворені одна в іншу.

4.2 Методика синтезу типових функціональних блоків

Лабораторний стенд для придбання практичних навиків логічного синтезу цифрових інтегральних схем збирається студентами в програмному застосуванні Electronics Workbench.

База даних включає комплект ІС, який містить логічні елементи основного функціонально повного набору (І, АБО, НЕ), а також елементи І – НЕ і АБО-НЕ. Програмне застосування оснащено віртуальними приладами які задають вхідні дії, подають напругу живлення, контролюють функціонування електронних схем.

Програмне застосування Electronics Workbench дозволяє реалізувати будь-яку із заданих для лабораторного дослідження логічних функцій. Реалізація логічних функцій здійснюється подачею вхідних сигналів (аргументів) А, В, С, D на входи вибраних логічних елементів і подальшим з'єднанням виходів цих логічних з іншими елементами відповідно до схеми, отриманої в результаті структурного синтезу.

Тип логіки використаних логічних елементів позитивний: логічній одиниці відповідає високий позитивний рівень сигналу.

Живлення всіх інтегральних схем використаних як логічні елементи здійснюється від загальних джерел живлення

На екрані логічного аналізатора контролюється рівні вхідних і вихідних сигналів даного логічного елемента або сигналів синтезованої схеми в цілому. Індикаторні пристрої в синтезованій схемі показують правильність проходження сигналів, згідно з таблицею функціонування.

4.3 Порядок проведення роботи

Приклад. Побудувати схему логічного апарата на 16 – програм, для управління чотирма ялинковими гірляндами. Схему побудувати в базисі І-НЕ.

1. З словесного описання логічного апарата виходить що чотири гірлянди F4, F3, F2, F1 спрацьовують згідно з програмою з 16 можливих кодів ($m = 2^n = 2^4 = 16$, де n число змінних) або наборів аргументів ABCD, так як схема реалізується в базисі І-НЕ. Для отримання кодів спрацювання гірлянд побудуємо табличну модель логічного апарата (табл.. 4.1).

Таблиця 4.1 – Алгоритм функціонування логічного автомату

№	Входи				Виходи			
	A	B	C	D	F4	F3	F2	F1
0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	1	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	1	1
9	1	0	0	1	0	1	1	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	0	0	1	1
13	1	1	0	1	0	0	0	1
14	1	1	1	0	0	0	1	0
15	1	1	1	1	0	1	0	0

2. Згідно з алгоритмом функціонування логічного апарата запишемо математичну модель спрацювання гірлянд у вигляді ДДНФ..

$$F1 = \sum(3,7,8,9,10,11,12,13);$$

$$F1 = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}.$$

$$F2 = \sum(2,4,8,9,10,11,12,14);$$

$$F2 = \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}.$$

$$F3 = \sum(1,5,9,10,11,15);$$

$$F3 = \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}.$$

$$F4 = \sum(0,6,10);$$

$$F4 = \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}.$$

3. Спростимо рівняння методом карт Карно.

F1		AB		A	
		00	01	11	10
C	CD	00	01	11	10
	00			1	1
	01			1	1
	11	1	1		1
	10				1

B

D

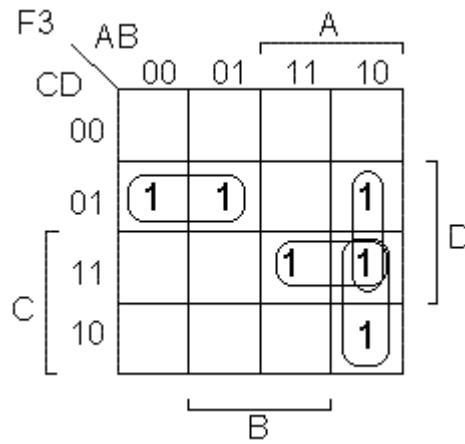
$$F1 = A\overline{C} + A\overline{B} + \overline{A}CD.$$

F2		AB		A	
		00	01	11	10
C	CD	00	01	11	10
	00		1	1	1
	01				1
	11				1
	10	1		1	1

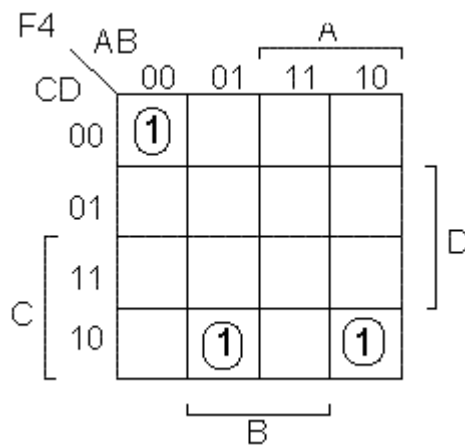
B

D

$$F2 = B\overline{C}\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + A\overline{D} + A\overline{B}.$$



$$F3 = \overline{A}\overline{C}D + A\overline{C}D + A\overline{B}D + A\overline{B}C.$$



$$F4 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}.$$

4. Приведемо рівняння до логічного базису І-НЕ.

$$F1 = A\overline{C} + A\overline{B} + \overline{A}CD = \overline{\overline{A\overline{C}} + \overline{A\overline{B}} + \overline{\overline{A}CD}} = \overline{\overline{A\overline{C}} \cdot \overline{A\overline{B}} \cdot \overline{\overline{A}CD}}$$

$$F2 = \overline{B}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}D + A\overline{B} = \overline{\overline{\overline{B}C\overline{D}} + \overline{\overline{B}C\overline{D}} + \overline{\overline{A}D} + \overline{A\overline{B}}} = \overline{\overline{\overline{B}C\overline{D}} \cdot \overline{\overline{B}C\overline{D}} \cdot \overline{\overline{A}D} \cdot \overline{A\overline{B}}}$$

$$F3 = \overline{A}\overline{C}D + A\overline{C}D + A\overline{B}D + A\overline{B}C = \overline{\overline{\overline{A}\overline{C}D} + \overline{A\overline{C}D} + \overline{A\overline{B}D} + \overline{A\overline{B}C}} = \\ = \overline{\overline{\overline{A}\overline{C}D} \cdot \overline{A\overline{C}D} \cdot \overline{A\overline{B}D} \cdot \overline{A\overline{B}C}}$$

$$F4 = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{\overline{\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}} + \overline{\overline{A}B\overline{C}\overline{D}} + \overline{A\overline{B}\overline{C}\overline{D}}} = \\ = \overline{\overline{\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}} \cdot \overline{\overline{A}B\overline{C}\overline{D}} \cdot \overline{A\overline{B}\overline{C}\overline{D}}}$$

5. Побудуємо схемну модель логічного апарата у вигляді структурної схеми використовуючи тільки елементи І-НЕ, згідно з завданням (рис. 4.1).

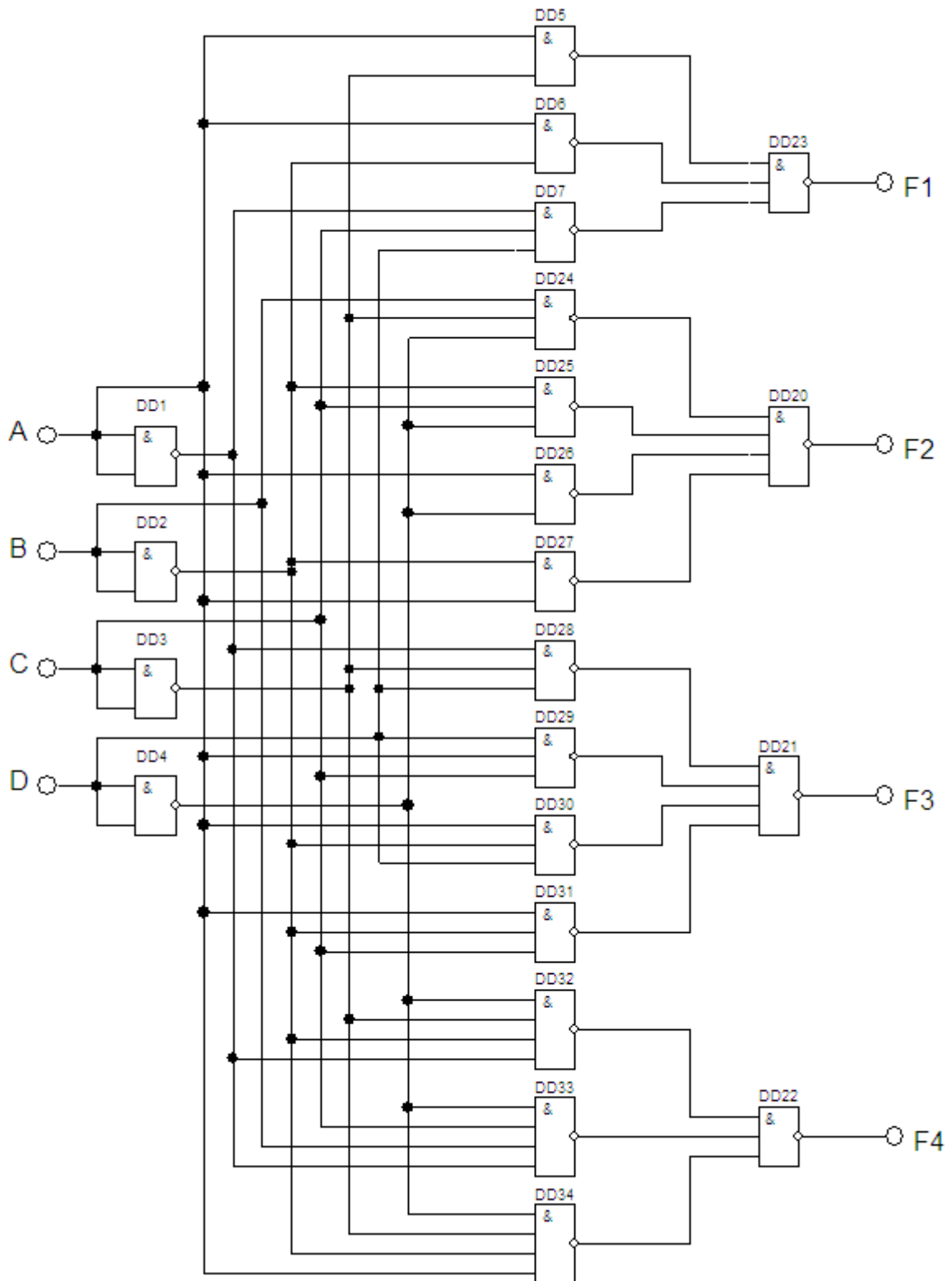


Рисунок 4.1 - Схемна модель логічного апарата на 16 – програм, для управління чотирма ялинковими гірляндами

6. Проведемо перевірку функціонування логічного автомата на відповідність таблиці функціонування в програмному застосуванні Electronics Workbench (рис. 4.2).

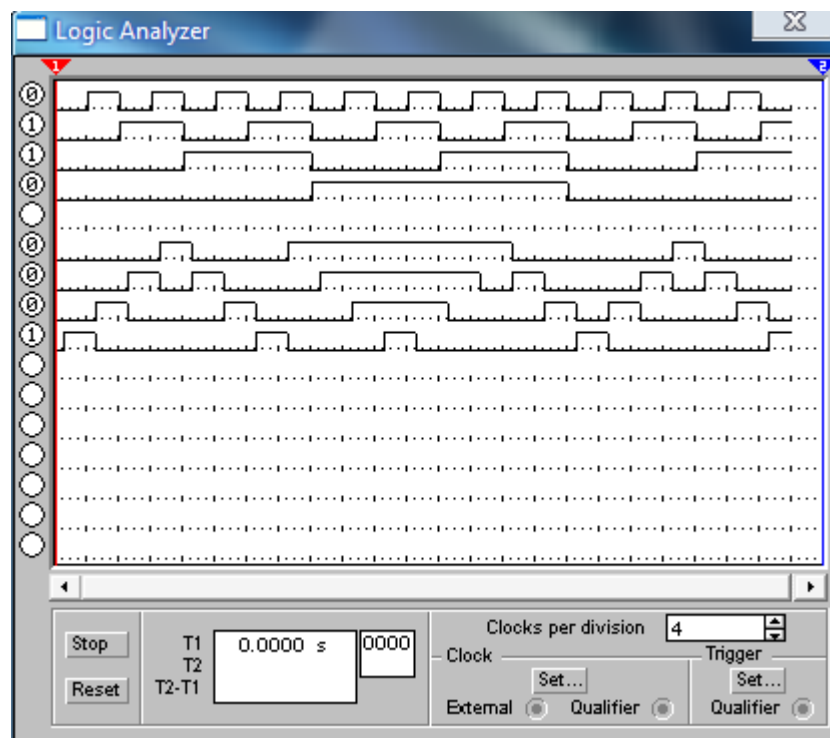
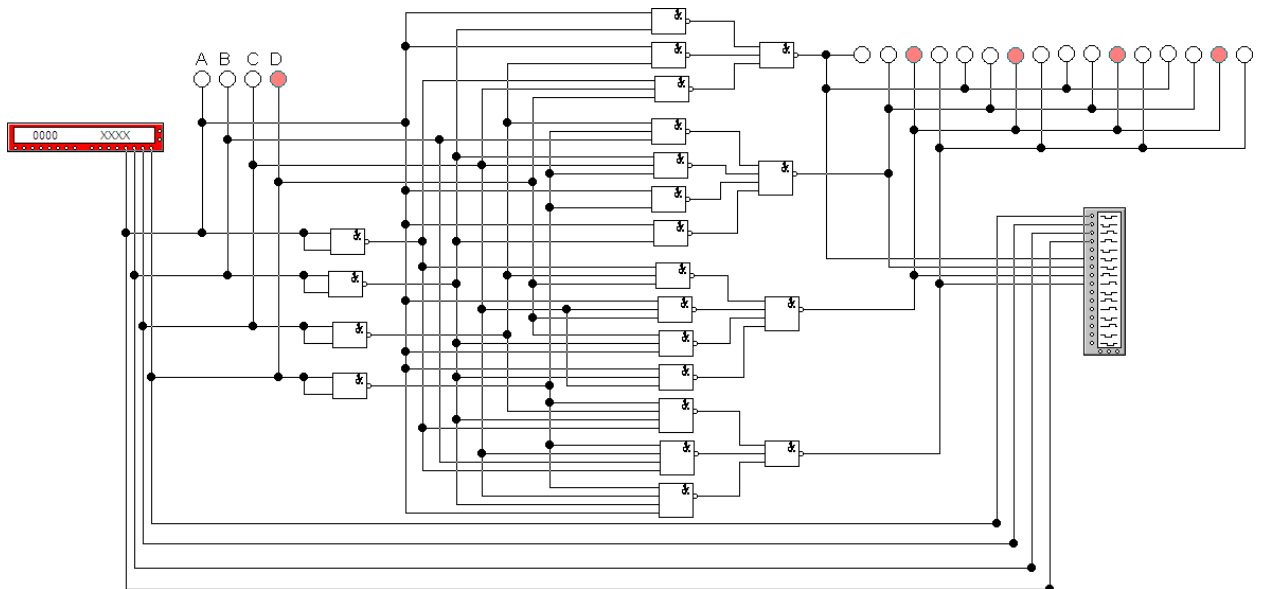


Рисунок 4.2 - Перевірка функціонування логічного апарата на відповідність таблиці функціонування

Висновок. Схема логічного апарата на 16 – програм, для управління чотирма ялинковими гірляндами функціонує згідно заданою табличною моделлю.

Завдання практичної роботи

Побудувати схему зведення в квадрат десяткових чисел 0 ... 9, з представленням інформації в двійковому коді. Схему побудувати в базисі I-НЕ.

Література

1. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с. ISBN 978-617-685-023-6.

2. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д.. Цифрова схемотехніка: навчальний посібник. Львів : "Новий Світ-2000", 2019. 736 с. ISBN 978-966-418-067-9.

3. Задерейко О.В., Логінова Н.І., Трофименко О.Г., Троянський О.В., Толокнов А.А. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів : навч. посіб. [Електронне видання]. Одеса : Фенікс, 2021. 163 с.