

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

*Кафедра: Електроніки, інформаційних систем та програмного
забезпечення*

Практичне заняття №1

з дисципліни Цифрова схемотехніка

**Арифметичні та логічні основи
цифрової схемотехніки**

Студента (ки) _____ курсу, групи _____

(прізвище та ініціали)

Викладач доц. Верьовкін Л. Л.

(оцінк, дата, підпис)

м. Запоріжжя – 20__ рік

Цифрові пристрої виконують арифметичні і логічні операції, при цьому використовується два класи змінних: числа і логічні змінні. Числа несуть інформацію про кількісні характеристики системи; над ними виробляються арифметичні дії. Логічні змінні визначають стан системи або належність її до певного класу станів (комутація каналів, управління роботою ЕОМ за програмою і т. п.).

Для формального опису логічної сторони процесів в цифрових пристроях використовується алгебра логіки. Алгебра логіки має справу з логічними змінними, які можуть набувати лише два значення. У цифрових пристроях обробки інформації використовується двійкова система числення з основою 2 (A_2), в якій використовується два елементи позначення: 0 і 1.

$$A_{10} = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot (10^i) = A_2 = \sum_{j=0}^{n-1} a_j \cdot (2^j); a_i = 0, 1, 2, \dots, 9; a_j = 0, 1. \quad (1.1)$$

Вага розрядів справа наліво від молодших розрядів до старших збільшується в 2 рази, тобто має таку послідовність: 8421. У загальному вигляді ця послідовність має вигляд:

$$\dots 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3} \dots$$

$$(\dots 32 16 8 4 2 1 0,5 0,25 0,125 \dots)$$

Для представлення багаторозрядних чисел використовують різноманітні коди (таблиця 1.1).

1. Арифметичні операції.

Цілочисельне складання двох чисел A і B виконується в двійковій системі точно так, як і в десятковій системі – по розрядах. Як і там, в кожному розряді мають бути підсумовані обидві двійкової цифри a_n і b_n і перенесення з попереднього розряду P_{n-1} . При складанні виникають нова сума S_n і нове перенесення P_n (таблиця 1.2). Для того, щоб мати малі витрати на апаратурну частину (hard ware) комп'ютера, були зроблені зусилля за відомістю до одного алгоритму віднімання і складання.

Таблиця 1.2 – Складання в двійковій системі числення

A_n	B_n	P_{n-1}	S_n	P_n
-------	-------	-----------	-------	-------

0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

Завдання 1. Виконати арифметичні операції у двійковому коді:

$$63 + 22 = 85; 32 - 22 = 10.$$

2. Закони булевої алгебри.

Завдання 2. Провести аналітичне дослідження доведення законів булевої алгебри.

Довести закон дистрибутивності $A \cdot (B + C)$.

Закон дистрибутивності (розподільний): $A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$

а) Розрахунковий метод:

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

б) Схемний метод (рис. 1.1).

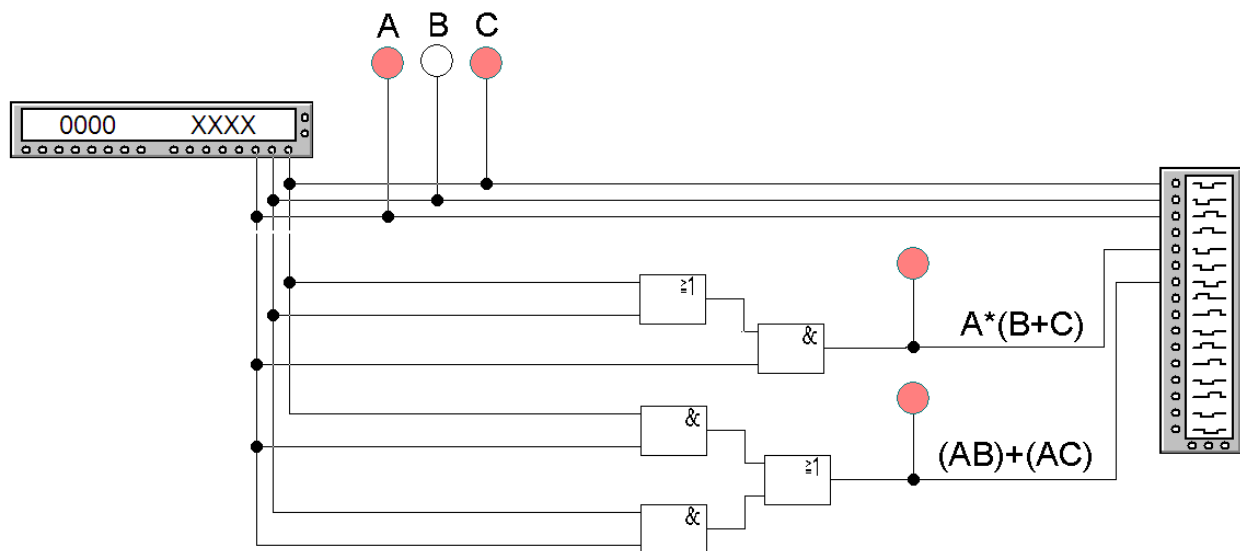


Рисунок 1.1 - Схемний метод доведення закону дистрибутивності $A \cdot (B + C)$

в) Графічний метод (рис. 1.2).

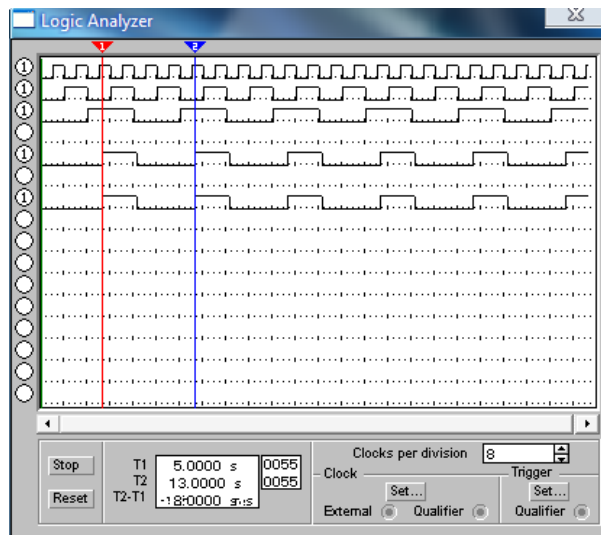


Рисунок 1.2 – Графічний метод доведення рівняння $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$

Довести закон дистрибутивності $A + (B \cdot C)$.

Закон дистрибутивності (розподільний): $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$

а) Розрахунковий метод:

$$\begin{aligned} (A + B) \cdot (A + C) &= A \cdot A + A \cdot C + A \cdot B + B \cdot C = A + A \cdot C + A \cdot B + B \cdot C = \\ &= A \cdot 1 + AC + AB + BC = A \cdot (1 + C) + AC + BC = A \cdot 1 + AC + BC = \\ &= A \cdot (1 + C) + BC = A \cdot 1 + BC = A + BC. \end{aligned}$$

б) Схемний метод (рис. 1.3).

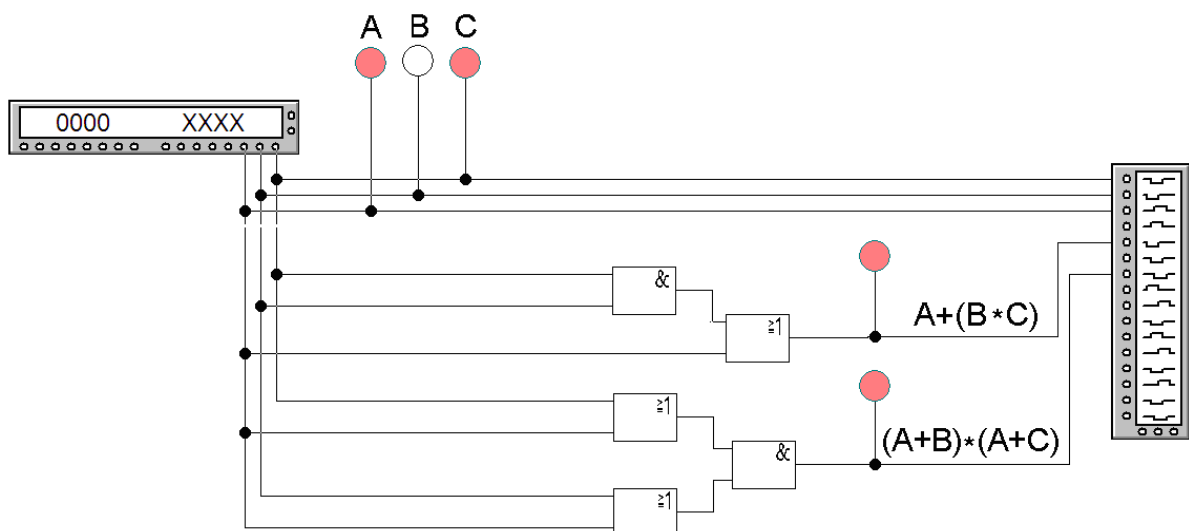


Рисунок 1.3 - Схемний метод доведення закону дистрибутивності $A \cdot (B + C)$

в) Графічний метод (рис. 1.4).

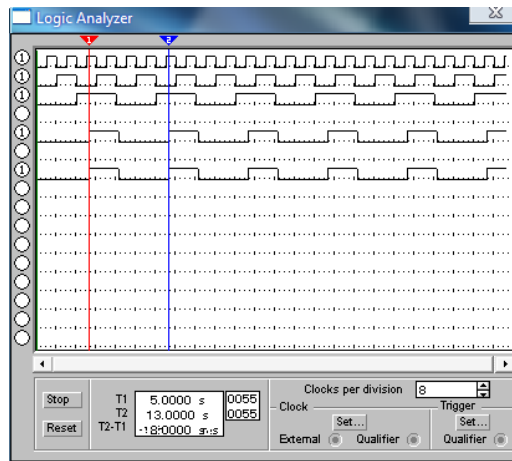


Рисунок 1.4 – Графічний метод доведення рівняння
 $A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$

Питання до практичного заняття №1

1. Довести закон поглинання.
2. Приведення функцій до логічного базису І - НІ. Приведення функцій до логічного базису АБО - НІ.
3. Мінімізація логічних функцій та побудова структурної логічної схеми.

Мінімізувати ДДНФ функції, розробити структурну логічну схему і побудувати її у програмному застосуванні sPlan, провести перевірку функціонування схеми у програмному застосуванні Electronics Workbench:

$$F = \bar{A} \cdot B \cdot C + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + B \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot D$$