

*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 9**

з дисципліни Аналогова та оптоелектроніка

### **Оптоелектронні логічні елементи**

Студента (ки) 2 курсу, групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Викладач \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

м. Запоріжжя – 202\_ рік

Метою вивчення теми є засвоєння принципів побудови цифрових схем комбінаційного типу на оптоелектронних логічних компонентах.

Ключові терміни та поняття: інтегральна мікросхема, логічна функція, логічна операція, комутатор, штрих Шеффера, стрілка Пірса.

План самостійного опрацювання теми.

1. Застосування оптоелектронних інтегральних мікросхем.
2. Класифікація та види оптопар.
3. Оптоелектронні аналогові мікросхеми.
4. Оптоелектронні цифрові мікросхеми.

Методичні вказівки до вивчення питань та виконання завдань.

Числа несуть інформацію про кількісні характеристики системи; над ними здійснюються арифметичні дії.

Логічні змінні визначають стан системи або приналежність 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 (1 і 0). При цьому 1 і 0 не можна трактувати як числа, над ними не можна виробляти арифметичні дії.

Логічні змінні добре описують стани таких об'єктів, як оптичні реле, тумблери, кнопки, тобто об'єктів, які можуть знаходитися в двох чітко помітних станах: включено – вимкнено. До таких об'єктів відносяться і напівпровідникові логічні елементи, на виході яких може бути лише один з двох чітко помітних рівнів напруги. Частіше ВИСОКИЙ (HIGH) рівень береться за логічну одиницю, а НИЗЬКИЙ (LOW) – за логічний нуль.

В оптоелектронних функціональних пристроях управління може здійснюватися як оптичними, так і електричними сигналами. Оскільки електричний сигнал може бути легко перетворений в оптичний за допомогою світлодіода, то оптоелектронні логічні елементи з електричним та оптичним управлінням будуть розрізнятися тільки вхідним колом: логічні вентиля з електричним управлінням будуть містити на вході світлодіод, оптично зв'язаний оптично керованим комутуючим елементом, наприклад з фотодіодом.

На рисунку 9.1 зображені діодні оптоелектронні компоненти, які дозволяють реалізовувати основні логічні операції в цифрових оптоелектронних пристроях. Схема наведена на рисунку 9.1 а реалізує операцію НІ, на рисунку 9.1 б – операції І / І-НЕ, на рисунку 9.1 в – операції АБО / АБО-НЕ г – «Виключне» АБО / «Виключне» АБО-НЕ.

Типові схеми включення транзисторних оптопар представлені на рисунку 9.2. Резистор навантаження оптопар може бути підключений як до колектора так і до емітера. При підключенні до колектора вихідний сигнал оптопар і інвертується, при підключенні до емітера не інвертується.

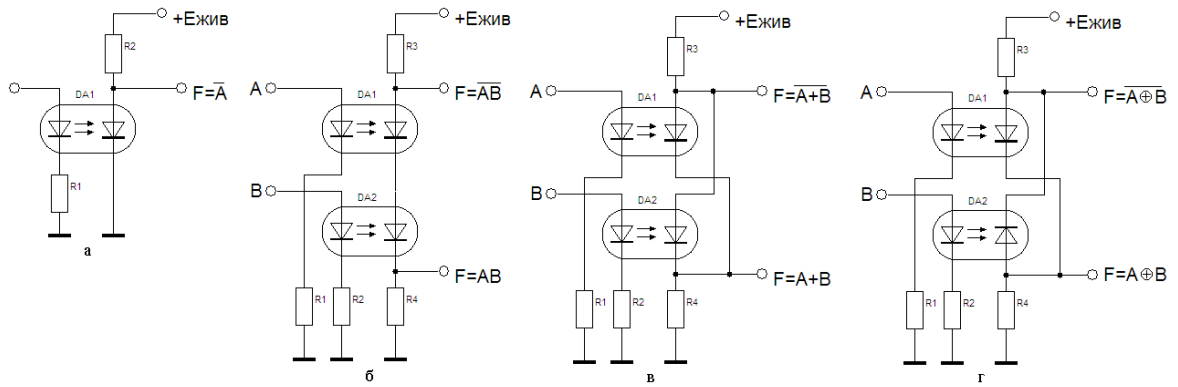


Рисунок 9.1 – Оптоелектронні логічні елементи: а – НЕ, б – І / І-НЕ, в – АБО / АБО-НЕ, г – «Виключне» АБО / «Виключне» АБО-НЕ

З використанням даних схем можна передавати як цифровий, так і аналоговий сигнал. Швидкодія визначається перш за все типом використовуваних оптопар і величинами резисторів в об'язуванні. Із зменшенням їх опору швидкість перемикання зростає за рахунок зменшення постійною часу утвореною паразитними ємкостями світлодіода і фототранзистора і резисторами зовнішнього кола.

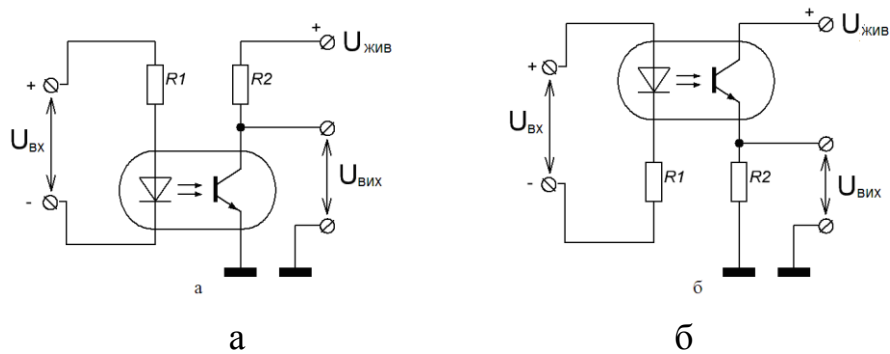


Рисунок 9.2 - Схема цифрового інвертора (а) та повторювача вхідної напруги з гальванічною розв'язкою (б) на оптотранзисторах

За допомогою декількох оптопар можна реалізувати схему логічного «І» або аналогового суматора (рис. 9.3).

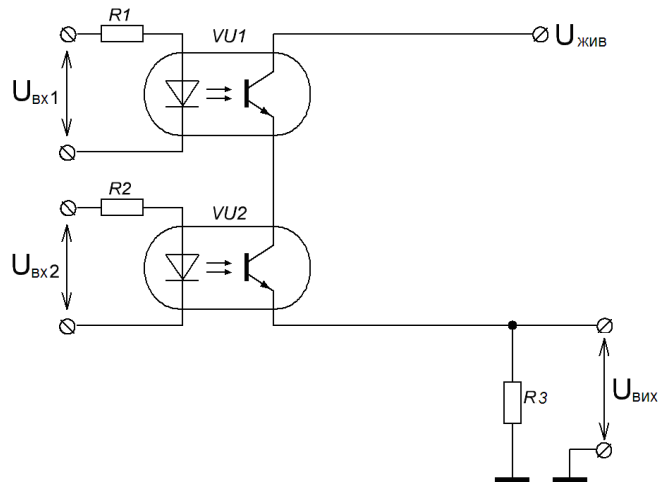


Рисунок 9.3 – Схема логічного елемента І

Ця схема може знайти застосування при побудові кіл зворотного зв'язку джерел живлення, коли необхідно забезпечити зворотний зв'язок (причому аналоговий) по декількох параметрах одночасно – наприклад, по струму і по напрузі.

Вихідна напруга  $U_{\text{вих}}$  підтримується на високому рівні, близькому до напруги  $U_{\text{жив}}$ , лише якщо обидва фототранзистора оптопар VU1 і VU2 включено і через них йде струм, близький до насичення. Паралельне включення оптопар реалізує логічний елемент АБО (рис. 9.4). Вихідна напруга  $U_{\text{вих}}$  підтримується на високому рівні, близькому до напруги  $U_{\text{жив}}$ , при виході на насичення вольт-амперної характеристики будь-якого з фототранзисторів VU1 або VU2.

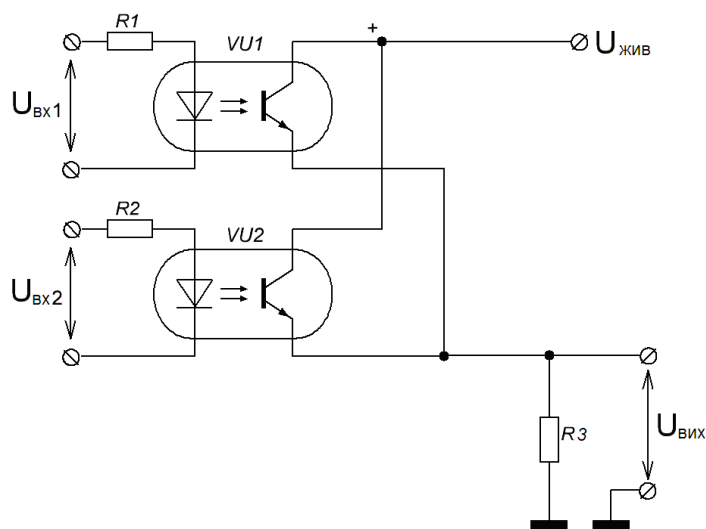


Рисунок 9.4 - Схема логічного елемента АБО

#### Питання для закріплення вивченого матеріалу та самоконтролю.

1. В чому полягає принцип дії фоторезистора?
2. Які матеріали використовуються для виготовлення фоторезисторів?
3. Перелічіть основні характеристики фоторезисторів.

#### Практичне завдання.

Логічні функції можуть мати різні форми представлення: словесне, табличне, алгебраїчне, графічне.

1. Словесне описання – найскладніший, але дуже поширений на практиці спосіб завдання схеми. Це пояснення її роботи на понятійному рівні у вигляді набору фраз звичайної мови. Складність етапу пов'язана з тим, що завдання описується неформальними термінами, які допускають неоднозначне його тлумачення. Основна мета етапу – формалізація завдання, у процесі якого потрібно проаналізувати значення функції для кожної комбінації значень аргументів. Результат етапу – таблиця істинності.

**Завдання** Функція F приймає значення логічної «1», якщо змінні A і B відрізняються між собою і приймає значення логічного «0», якщо змінні A і B однакові між собою.

Укладання таблиці істинності – це вже завдання, неоднозначне тлумачення якого неможливе. Тільки якщо таблиця через значне число змінних виявляється занадто громіздкою або якщо функція проста і зміст її абсолютно зрозумілий, можна починати безпосередньо з написання аналітичної формули.

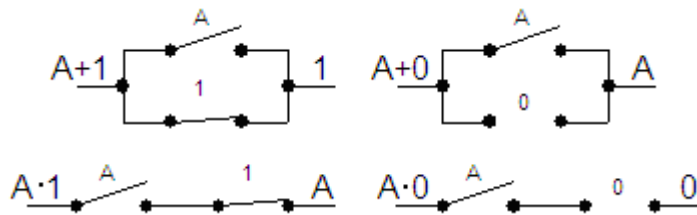
Функція F у вигляді табличного представлення:

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

У загальному випадку алгебраїчний вираз логічної функції можна представити в наступній формі:

$$F = \bar{A}B + A\bar{B}$$

Пояснення:



Реалізувати знайдену форму на логічному базисі.

Графічне представлення у вигляді структурної схеми дає можливість попередньо провести аналіз функціонування схеми (рис. 9.5 – 9.6).

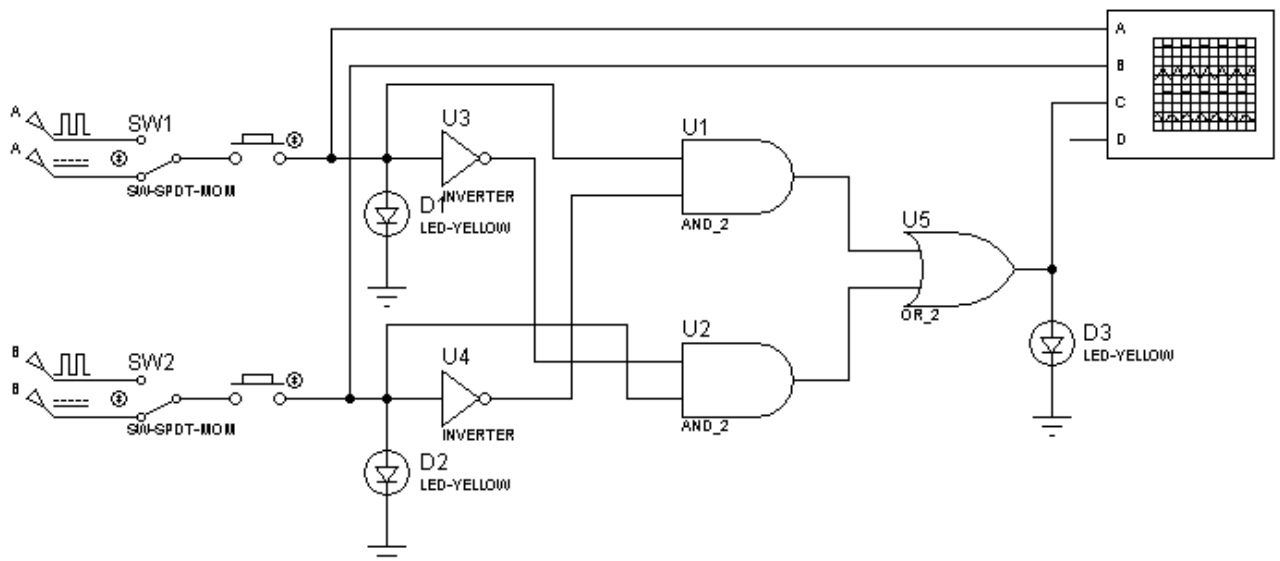


Рисунок 9.5 – Графічне представлення заданої функції (Proteus)

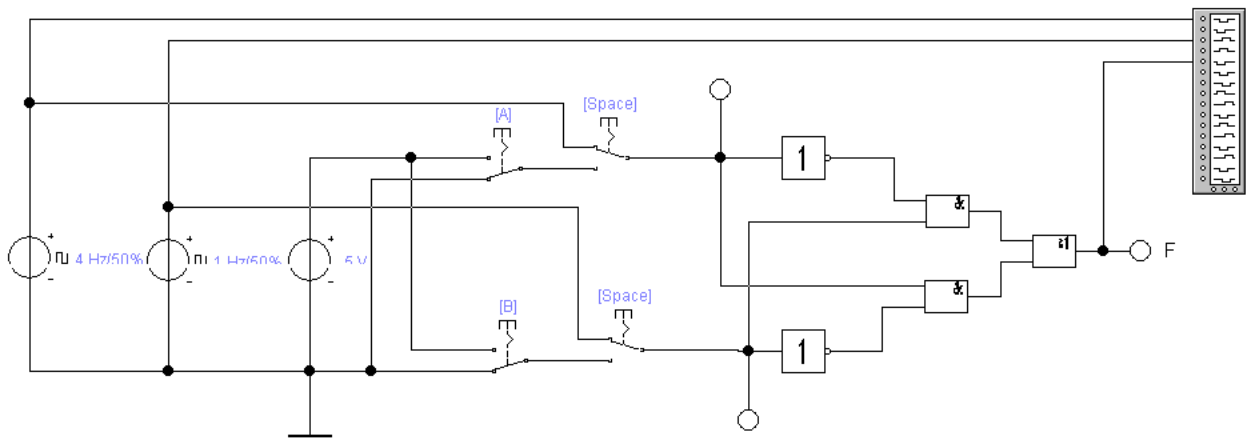


Рисунок 9.6 – Графічне представлення заданої функції (EWB)

Аналіз функціонування схеми виконується на логічному аналізаторі (рис. 9.7).

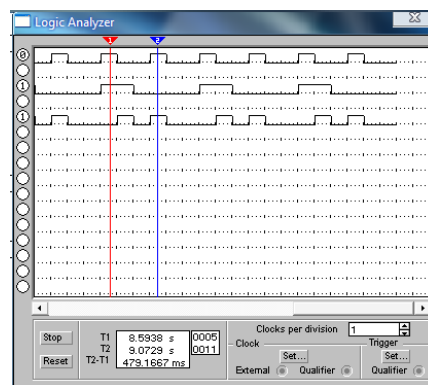


Рисунок 9.7 - Аналіз функціонування схеми

Функціонування схеми аналізується за допомогою індикаторів осцилографа та логічного аналізатора. На входи А і В подаються статичні та динамічні сигнали відповідною комутацією перемикачів.

### Контрольні питання

1. Схемна модель операції інверсії.
2. Схемна модель операції логічного додавання.
3. Схемна модель операції логічного множення.

### 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. Медяний Л. П. Аналогова схемотехніка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 177 с.

2. Бойко В.І., Жуйков В.Я., Співак В.М. та ін. Основи технічної електроніки: Підручник. Київ : Вища школа., 2007. 510 с.