

*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 №2

з дисципліни Цифрова схемотехніка

Елементна база цифрової схемотехніки

Студента (ки) _____ курсу, групи _____

(прізвище та ініціали)

Викладач доц. Верьовкін Л. Л.

(оцінк, дата, підпис)

м. Запоріжжя – 20__ рік

Мета роботи: дослідження принципу функціонування, електричних параметрів, серій мікросхем, використання елементної бази цифрової схемотехніки.

2.1 Система параметрів цифрових мікросхем

До параметрів, що характеризують логічні і схемотехнічні можливості логічних елементів (ЛЕ) мікросхем і великих інтегральних схем, відносяться функціональні параметри:

- логічна функція, яка реалізується;
- здатність навантаження n , що характеризує можливість підключення певного числа ідентичних ЛЕ;
- коефіцієнт об'єднання по входу m (m_1 – для реалізації логічної функції І; $m_{\text{АБО}}$ – для реалізації логічної функції АБО);
- середня затримка передачі сигналу $\tau_{\text{ср}}$ (напівсума часу затримок передачі сигналів 1 і 0 з входу ЛЕ на його вихід);
- гранична робоча частота f_p (частота перемикання тригера, складеного з ЛЕ, що розглядаються);
- споживана потужність.

По вигляду логічної функції, яка реалізовується, ЛЕ умовно можуть бути розбиті на два класи. До першого класу відносяться функціональні елементи одноступінчатої логіки. Це прості ЛЕ, які реалізують функції І, АБО, НІ, І-НІ, АБО-НІ. До другого класу відносяться функціональні елементи двоступінчатої логіки, які реалізують складніші функції: І-АБО, АБО-І, НІ-І-АБО, І-АБО-НІ, І-АБО-І та ін.

Статичні параметри:

- вхідні і вихідні напруги логічного 0 і 1 ($U_{\text{вих}}^0$, $U_{\text{вих}}^1$, $U_{\text{вх}}^0$, $U_{\text{вх}}^1$);
- вхідні і вихідна порогові напруги логічного 0 і 1 ($U_{\text{вих. пор}}^0$, $U_{\text{вих. пор}}^1$, $U_{\text{вх. пор}}^0$, $U_{\text{вх. пор}}^1$);
- вхідні і вихідні струми логічного 0 і 1 ($I_{\text{вих}}^0$, $I_{\text{вих}}^1$, $I_{\text{вх}}^0$, $I_{\text{вх}}^1$);

- струми споживання в стані логічного 0 і 1 ($I_{\text{спож}}^0, I_{\text{спож}}^1$);
- потужність, що споживається ЛЕ від джерел живлення

$$P_{\text{спож}} = \sum_{i=1}^n U_i I_i,$$

де U_i – напруга i -го джерела живлення; I_i – струм у відповідному колі живлення.

Завадостійкість логічних елементів. Основною статичною характеристикою ЛЕ є передавальна характеристика $U_{\text{вих}} = f(U_{\text{вх}})$: залежність потенціалу на виході від потенціалу на одному з входів, при постійних значеннях потенціалу (U^0 або U^1) на останніх входах. За типом передавальної характеристики елементи діляться на: 1) інвертуючі - на виході яких утворюється інверсія вхідних сигналів; 2) неінвертуючі.

До основних динамічних параметрів логічного елементу відносяться: t_{ϕ}^{01} – фронт формування рівня логічної 1, t_{ϕ}^{10} – фронт формування рівня логічного 0, $t_{\text{затр}}^{10}$ – затримка перемикавання із стану 1 в стан 0, $t_{\text{затр}}^{01}$ – затримка перемикавання із стану 0 в стан 1, t_i – тривалість імпульсу, f_p – робоча частота. Визначення цих параметрів забезпечується при порівнянні сигналів на вході і виході ЛЕ,

Інтегральними параметрами відображають рівень розвитку технології, схемотехніки і якості цифрових ІС. Основними інтегральними параметрами ІС є енергія перемикавання P_t і рівень інтеграції N .

Енергія перемикавання: $P_t = P_{\text{спож. сер.}} \times t_{\text{затр. р. сер.}}$

По цьому параметру в даний час здійснюють оцінку рівня розвитку цифрової мікроелектроніки і порівняння різних типів ІС.

Міра інтеграції N логічних ІС визначається числом простих еквівалентних ЛЕ (зазвичай двохвходових вентилів) на кристалі. Функціонально складність ІС пристроїв, які є запам'ятовуваними і мають розмірну структуру, можна оцінювати числом біт пам'яті на кристалі.

2.2 Елементи ТЛБЗ логіки

У схемі елементу ТЛБЗ опір навантаження включений в коло сполучених колекторів двох транзисторів (рис. 2.1).

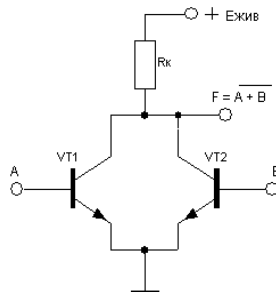


Рисунок 2.1 – Логічний елемент ТЛБЗ

2.3 Елементи діодно-транзисторної логіки (ДТЛ)

У цих елементах операції диз'юнкції і кон'юнкції реалізуються за допомогою діодних схем, а операцію заперечення виконує інвертор на основі транзисторного ключа.

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

Логіка роботи двохвходового елемента АБО-НІ

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

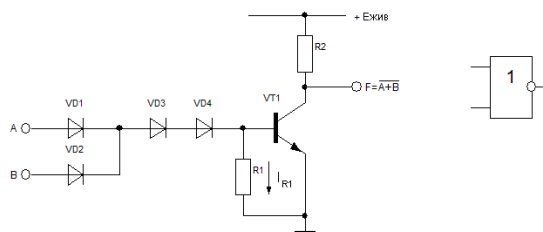


Рисунок 2.2 – Схема ДТЛ – елементу АБО-НІ

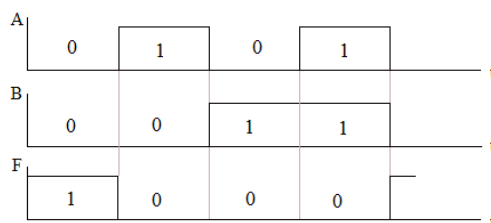


Рисунок 2.3 – Часова діаграма роботи елемента АБО-НІ

Питання до практичного заняття №2

Елементна база цифрової схемотехніки

Варіант 1

1. Елементи ДТЛ логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 2

1. Елементи ТТЛ логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 3

1. Елементи І²Л логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 4

1. Елементи ЕСЛ логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 5

1. Елементи МДН логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 6

1. Елементи КМДН логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 7

1. Елементи БЗТЛ логіки. Принцип функціонування. Електричні параметри. Серії мікросхем. Використання.

Варіант 8

1. Перешкодостійкість логічних елементів. Підвищення надійності цифрових

інтегральних мікросхем.

Література

1. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.
2. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Методичні рекомендації до самостійної роботи. Запоріжжя : ЗНУ, 2020|. 50 с.