

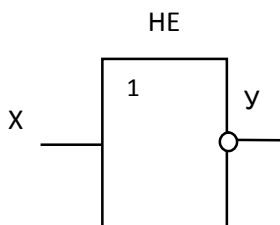
8.2. Реалізація простих логічних функцій. Логічні елементи

Однією з найпростіших логічних функцій є функція заперечення *НЕ*, яку ще називають операцією інверсії і записується у вигляді:

$$y = \bar{x} \quad (8.2)$$

(читається: *y* дорівнює не *x*).

Графічне позначення елемента, що реалізує таку функцію наведено на рис. 8.1, а.



а)

X	Y
0	1
1	0

б)

Рис. 8.1 – Елемент *НЕ*: умовне позначення (а), таблиця істинності (б)

У якості такого елемента може бути використано, наприклад, транзисторний ключ – підсилювач з СЕ, що працює у ключовому режимі: при високому рівні напруги на вході на виході матимемо низький і навпаки.

Функцію, що її виконує комбінаційний пристрій, для полегшення сприйняття часто представляють у вигляді таблиці, яку називають таблицею істинності. Кількість стовбців цієї таблиці дорівнює числу змінних, що входять до функції і є ще один стовбець, в якому вказують значення функції для кожної з можливих комбінацій вхідних

змінних, а їх числу відповідає кількість рядків таблиці. У загальному випадку кількість рядків дорівнює 2^n , де n – число змінних.

Об'єднану таблицю істинності деяких основних логічних функцій, що залежать від двох змінних (всього таких функцій шістнадцять), наведено на рис. 8.2. На рисунку також представлено інформацію про математичний запис функцій, їх назву, графічне позначення, можливу реалізацію.

З таблиці видно, що, наприклад, функція *АБО* істинна, якщо істинною є хоча б одна із змінних, що до неї входять, а функція *I* – тільки у випадку істинності обох змінних.

Якщо вхідні сигнали логічних елементів змінювати з часом, як це показано на рис. 8.3, можна отримати часові діаграми роботи, що відповідають динамічному режиму роботи елементів.

У загальному випадку кількість вхідних змінних (кількість входів) логічних елементів, необхідних для реалізації складних логічних функцій, може бути будь-якою. Частіше це елементи *I-НЕ*, *АБО-НЕ*.

За елементною базою, на якій виконано логічні елементи, їх підрозділяють на резисторно-діодні (РДЛ – резисторно-діодна логіка), резисторно-транзисторні (РТЛ), резисторно-діодно-транзисторні (РДТЛ), транзисторно-транзисторні (ТТЛ), на К-МОН комплементарних транзисторах (К-МОН-логіка) і деякі інші.

Вхідні змінні		Функція y			
x_1	x_2	АБО	АБО-НІ	I	I-НІ
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0
Математичний запис (формула)		$y = x_1 + x_2 = x_1 \vee x_2$	$y = \overline{x_1 + x_2}$	$y = x_1 \cdot x_2 = x_1 \wedge x_2$	$y = \overline{x_1 \cdot x_2}$
Назва функції		Логічне додавання (диз'юнкція) – функція АБО	Заперечення логічного додавання (стрілка Пірса) – функція АБО-НІ	Логічне множення (кон'юнкція) – функція I	Заперечення логічного множення (штрих Шеффера) – функція I-НІ
Графічне позначення елемента, що реалізує функцію					
Можлива реалізація					
		Резисторно-діодна логіка (РДЛ)	Резисторно-транзисторна логіка (РТЛ)	Резисторно-діодна логіка (РДЛ)	Резисторно-діодно-транзисторна логіка (РДТЛ)

Рис. 8.2 – Деякі логічні функції двох змінних

Схеми двохходових резисторно-діодних елементів *2АБО* та *2І* наведені на рис. 8.4, а і рис. 8.4, б відповідно.

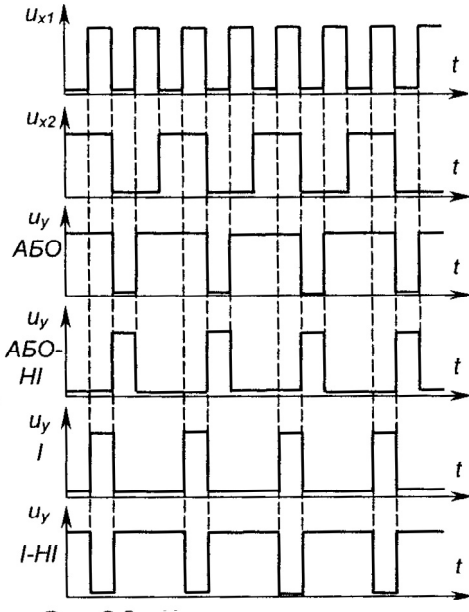


Рис. 8.3 – Часові діаграми роботи деяких двохходових логічних елементів

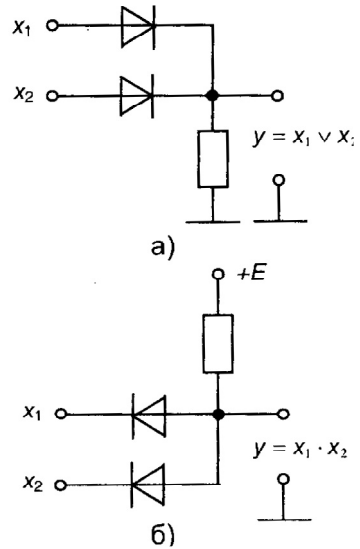


Рис. 8.4 – Резисторно-діодні елементи *2АБО* (а) та *2І* (б)

За своєю схемною простотою вони мають суттєвий недолік: падіння напруги на діодних ключах не дозволяє реалізовувати складні логічні функції з послідовним вмиканням великого числа елементів за прийнятних значень напруги джерела живлення. Необхідно забезпечити проміжне підсилення сигналів.

Підсилення забезпечують елементи, побудовані на основі транзисторних ключів. Наприклад, це інвертор, схема якого наведена на рис. 8.5.

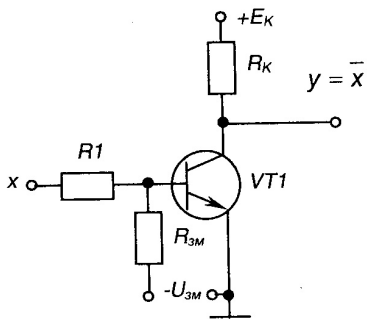


Рис. 8.5 – Інвертор (елемент *HE*)

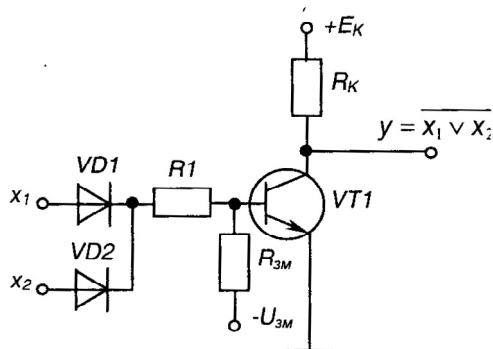


Рис. 8.6 – РДТЛ елемент *2ABO-HE*

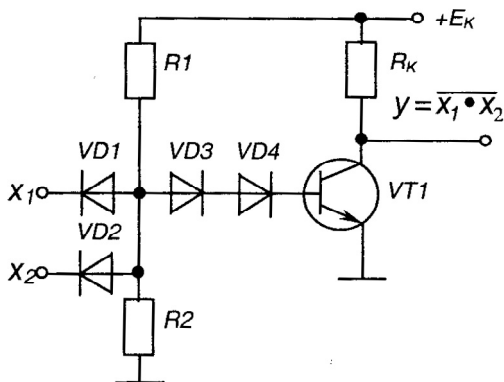


Рис. 8.7 – РДТЛ елемент *2I-HE*

Подача невеликої негативної напруги зміщення U_{3M} забезпечує надійне вимикання транзистора – збільшує завадостійкість елемента.

Схеми резисторно-діодно-транзисторних елементів *2ABO-HE* та *2I-HE* наведені на рис. 8.6 і рис. 8.7 відповідно.

Діоди *VD3* і *VD4* у елемента *I-HE* забезпечують виключення відкриваючої дії на транзистор напруги, що спадає на діодах *VD1* або *VD2* (заміняють U_{3M}). Широке розповсюдження знайшли елементи ТТЛ. Схема двоходового ТТЛ елемента *2I-HE* наведена на рис. 8.8.

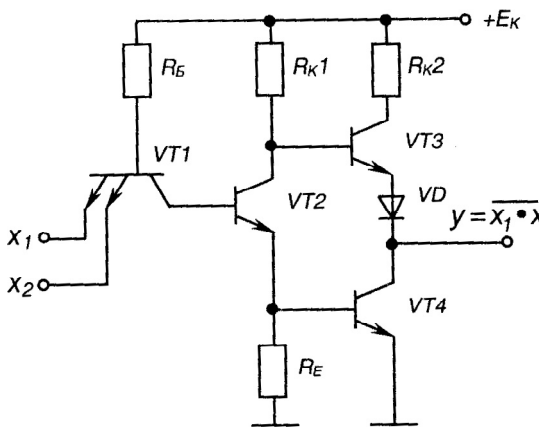
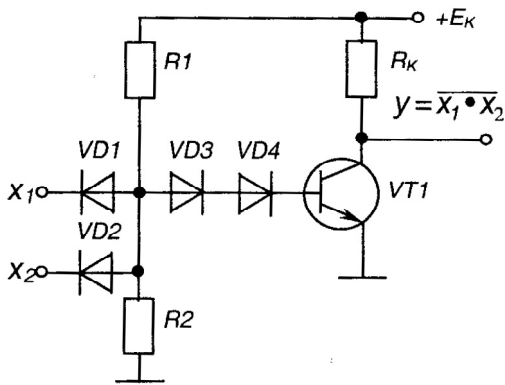


Рис. 8.8 – ТТЛ елемент 2I-HE

Діод VD (як пороговий елемент із напругою відкриття близько 0,6 В) надійно забезпечує вимкнений стан транзистора $VT3$ при відкритому $VT2$ (падіння на якому складає $0,2 \div 0,4$ В).

На рис. 8.9 наведена схема двовходового елемента $I-HE$, виконаного на комплементарних К-МОН транзисторах. Як видно з рисунку, він складається тільки з чотирьох МОН-транзисторів, які одночасно

Відмінною його рисою є наявність на вході багато емітерного транзистора $VT1$, що є здобутком інтегральної технології і замінює вхідний діодний вузол елементів РДТЛ.

Елемент ТТЛ має складний двотактний вихідний каскад, що дозволяє збільшити навантажувальну здатність елемента – знижує вплив опору колекторного резистора на величину вихідного сигналу, що відповідає 1.

виконують і роль резисторів, бо опір їх каналу становить від десятків до сотень Ом.

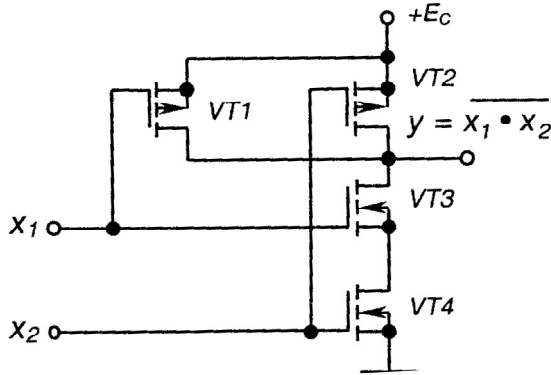


Рис. 8.9 – Елемент 2I-HE К-МОН-логіки

Вихід елемента транзисторними ключами $VT1$ або $VT2$ підмикається до шини живлення, а $VT3$ і $VT4$ до нульової шини.

Елементи К-МОН прості у виготовленні (а значить дешеві), мають більшу завадостійкість, ніж елементи ТТЛ, а за частотними властивостями наближаються до них.

Перевагою К-МОН логіки є ще й те, що вона працездатна у широкому діапазоні змін напруги живлення. Так, якщо для ІМС ТТЛ типове значення напруги живлення становить $5В \pm 5\%$, то для ІМС К-МОН вона може становити від 3 до 15В.