

## Лабораторне завдання № 1.

### Логічні схеми та функції.

#### Мета роботи:

- дослідження логічних схем;
- реалізація логічних функцій за допомогою логічних елементів.

#### Прилади та елементи:

	Поле приладів
джерело живлення TTL + 5 В	Source
заземлення	Source
двохпозиційні перемикачі	Basic
логічні пробники	Indicators
вольтметр	Indicators
генератор слів	Instrument toolbar
двохвходові елементи “І”, “І-НЕ”, ”АБО”, “АБО-НЕ”	Misc digital

#### Короткі теоретичні відомості.

##### 1. Аксиоми алгебри логіки.

Усі змінні, якими оперує алгебра логіки, можуть приймати тільки два значення – 0 або 1. В алгебрі логіки визначено відношення еквівалентності (позначається знаком “=”) та операції: додавання, або диз’юнкція (позначається знаком “ $\vee$ ”), множення, або кон’юнкція (позначається знаком “ $\&$ ”) та заперечення, або інверсія (позначається надкресленням “ $\bar{x}$ ”, або апострофом).

Алгебра логіки визначається наступною системою аксіом:

$$\begin{cases} x = 0, \text{ якщо } x \neq 1, \\ x = 1, \text{ якщо } x \neq 0; \end{cases} \quad \begin{cases} \bar{0} = 1, \\ \bar{1} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1 \vee 1 = 1, \\ 0 \vee 0 = 0, \\ 0 \vee 1 = 1 \vee 0 = 1; \end{cases} \quad \begin{cases} 0 \& 0 = 0, \\ 1 \& 1 = 1, \\ 0 \& 1 = 1 \& 0 = 0. \end{cases}$$

## 2. Логічні вирази.

Запис логічних виразів, як правило, здійснюють в кон'юнктивній або в диз'юнктивній нормальних формах. У кон'юнктивній формі логічний вираз записується як логічний добуток логічних сум, а в диз'юнктивній – як логічна сума логічних добутків. Порядок виконання дій такий же, як і в звичайних алгебраїчних виразах.

Логічні вирази зв'язують значення логічної функції зі значеннями логічних змінних.

## 3. Логічні тотожності.

При перетвореннях логічних виразів використовуються такі логічні тотожності:

$$\begin{aligned} \overline{\overline{x}} &= x; \quad x \vee 1 = 1; \quad x \vee 0 = x; \quad x \& 1 = x; \quad x \& 0 = 0; \quad x \vee x = x; \quad x \& x = x; \quad x \vee x \& y = x; \\ x \& y \vee x \& \overline{y} &= x; \quad (x \vee y)(x \vee \overline{y}) = x; \quad x \vee \overline{x \& y} = x \vee y; \quad \overline{x \& y} = \overline{x} \vee \overline{y}; \quad \overline{x} \vee \overline{y} = \overline{x \& y}. \end{aligned}$$

## 4. Логічні функції.

Будь-який логічний вираз, що складений з  $n$  змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$  за допомогою скінченної кількості операцій алгебри логіки, можна розглядати як певну функцію  $n$  змінних. Таку функцію називають логічною. У відповідності з аксіомами алгебри логіки така функція може набувати значення 0 чи 1 в залежності від значень змінних. Функція  $n$  логічних змінних може бути визначеною для  $2^n$  значень змінних, які відповідають всім можливим значенням  $n$ -розрядних двійкових чисел.

Найпоширенішими є такі функції двох змінних  $x$  та  $y$ :

$$\begin{aligned} f_1(x, y) &= x \& y - \text{логічне множення (кон'юнкція);} \\ f_2(x, y) &= x \vee y - \text{логічне додавання (диз'юнкція);} \\ f_3(x, y) &= \overline{x \& y} - \text{логічне множення з інверсією;} \\ f_4(x, y) &= \overline{x \vee y} - \text{логічне додавання з інверсією;} \\ f_5(x, y) &= x \oplus y = x\overline{y} \vee \overline{x}y - \text{додавання по модулю 2;} \\ f_6(x, y) &= \overline{x \oplus y} = xy \vee \overline{xy} - \text{рівнозначність.} \end{aligned}$$

## 5. Логічні схеми.

Фізичний пристрій, що реалізує одну з операцій алгебри логіки чи найпростішу логічну функцію, називають логічним елементом. Схему, що складена зі скінченної кількості логічних елементів у відповідності з певними правилами, називають логічною схемою.

Основним логічним функціям відповідають схемні елементи, які здатні їх виконувати.

## 6. Таблиця істинності.

Оскільки область визначення довільної функції  $n$  змінних скінченна ( $2^n$  значень), то така функція може бути задана таблицею значень  $f(v_i)$ , які вона приймає в точках  $v_i$ , де  $i=0, 1, \dots, 2^n-1$ . Такі таблиці називають таблицями істинності. У табл. 1.1 наведено таблиці істинності, які відповідають наведеним у п. 4 функціям.

Таблиця 1.1

$i$	Значення змінних		Значення функції					
	$x$	$y$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$
0	0	0	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	0	1	0
2	1	0	0	1	1	0	1	0
3	1	1	1	1	0	0	0	1

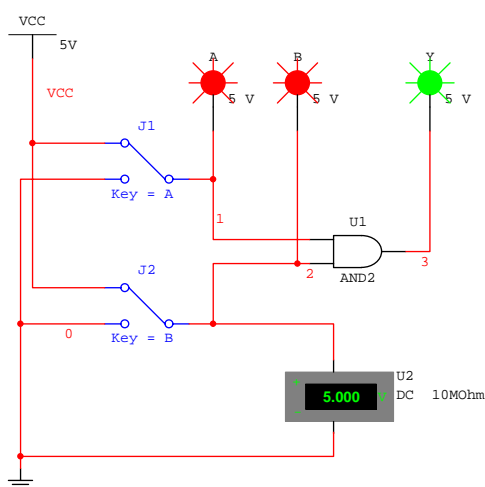


рис. 1.1

## Порядок проведення експерименту.

### 1. Дослідження логічної функції “І”.

а) визначення рівнів логічних сигналів:

зберіть схему, зображену на рис. 1.1. У цій схемі два двохпозиційних перемикачі “А” та “В” подають на входи логічної схеми “І” рівень “0” (контакт перемикача в нижньому положенні) або “1” (контакт перемикача у

верхньому положенні). Увімкніть схему. Установіть перемикач “В” у нижнє положення. Виміряйте вольтметром напругу на вході “В” та визначте за допомогою логічного пробника рівень логічного сигналу. Установіть перемикач “В” у верхнє положення. Визначте рівень логічного сигналу та запишіть покази вольтметра; вкажіть, який при цьому рівень логічного сигналу встановлюється на виході “У”.

*б) експериментальне отримання таблиці істинності логічного елементу “І”:*

подайте на входи схеми всі можливі комбінації рівнів сигналу “А” та “В” та для кожної комбінації зафіксуйте рівень вихідного сигналу “У”. Заповніть таблицю істинності логічної схеми “І”.

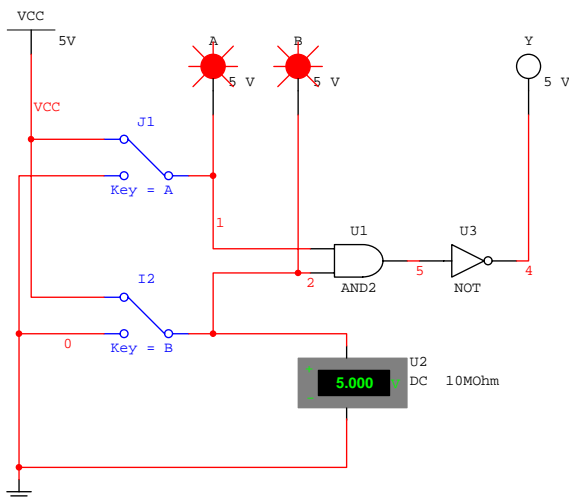


рис. 1.2

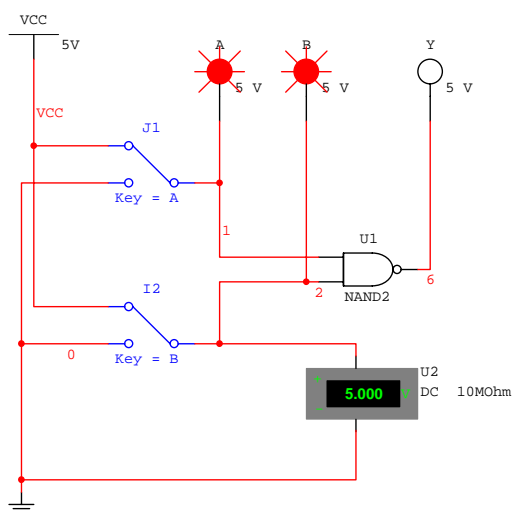


рис. 1.3

## 2. Дослідження логічної функції “І-НЕ”.

*а) експериментальне одержання таблиці істинності логічного елемента “І-НЕ”, складеного з елементів “І” та “НЕ”:*

зберіть схему, зображену на рис. 1.2. Увімкніть схему. Подайте на входи схеми усі можливі комбінації вхідних сигналів, та, спостерігаючи за рівнями сигналів на входах і виході за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності логічної схеми “І-НЕ”.

*б) експериментальне одержання таблиці істинності логічного елемента “І-НЕ”:*

зберіть схему, зображену на рис. 1.3. Увімкніть схему. Подайте на входи схеми усі можливі комбінації вхідних сигналів, та, спостерігаючи за рівнями сигналів на

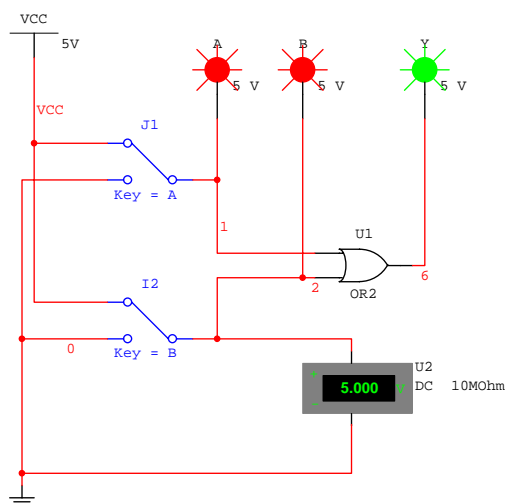


рис. 1.4

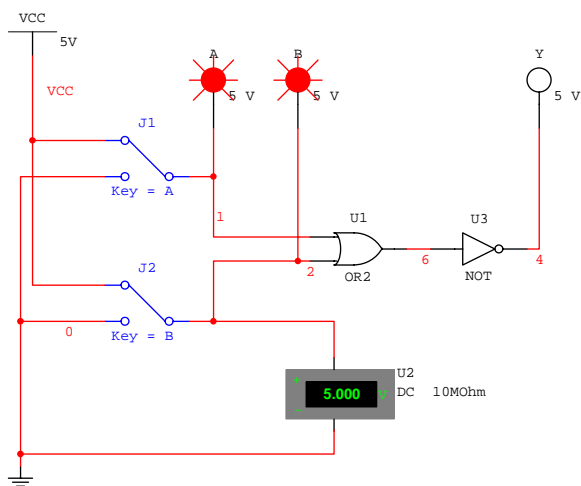


рис. 1.5

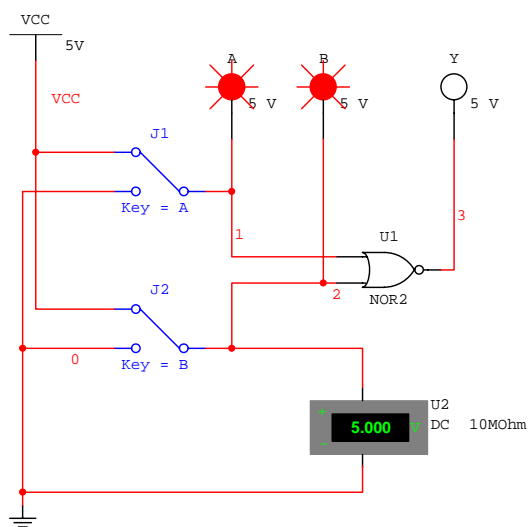


рис. 1.6

входах і виході за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності логічної схеми “І-НЕ”. Порівняйте результати з отриманими в п. а).

### 3. Дослідження логічної функції “АБО”.

а) експериментальне одержання таблиці істинності логічного елемента “АБО”:

зберіть схему, зображену на рис. 1.4. Увімкніть схему. Подайте на входи схеми усі можливі комбінації вхідних сигналів, та, спостерігаючи за рівнями сигналів на входах і виході за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності логічної схеми “АБО”.

### 4. Дослідження логічної функції “АБО-НЕ”.

а) експериментальне одержання таблиці істинності логічного елемента “АБО-НЕ”, складеного з елементів “АБО” та “НЕ”:

зберіть схему, зображену на рис. 1.5. Увімкніть схему. Подайте на входи схеми усі можливі комбінації вхідних сигналів, та, спостерігаючи за рівнями сигналів на входах і виході за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності логічної схеми “АБО-НЕ”.

б) експериментальне одержання таблиці істинності логічного елемента “АБО-НЕ”:

зберіть схему, зображену на рис. 1.6. Увімкніть схему. Подайте на входи схеми усі можливі комбінації вхідних сигналів, та, спостерігаючи за рівнями сигналів на входах і виході за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності логічної схеми “АБО-НЕ”. Порівняйте результати з отриманими в п. а).

## 5. Дослідження логічних схем за допомогою генератора слів.

а) експериментальне одержання таблиці істинності мікросхеми 7400N (чотири логічні елементи “І-НЕ”):

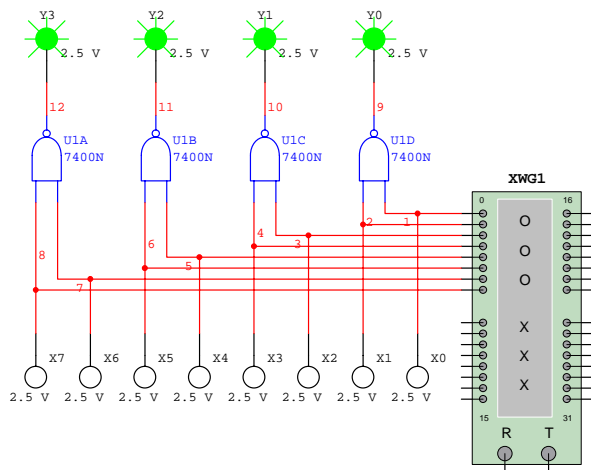


рис. 1.7

зберіть схему, зображену на рис. 1.7.

Запрограмуйте генератор слів так, щоб на його виході послідовно отримувати комбінації від 00000000 до 11111111.

Переведіть генератор в очікуючий режим роботи, натиснувши кнопку “STEP” на збільшеному зображенні генератора.

Кожне натискання кнопки “STEP” викликає перехід до наступного слова

заданої послідовності, яке потрапляє на

вихід генератора. Послідовно подаючи на мікросхему слова з заданої послідовності, складіть її таблицю істинності.<sup>1</sup>

## Оформлення звіту по роботі.

- Вказати назву роботи та її мету.
- Навести схеми для дослідження відповідних логічних елементів.
- Навести таблиці результатів вимірів по всім пунктам завдання та дати пояснення до них.
- Зробити висновки щодо результатів виконаної роботи.

<sup>1</sup> Вказівка: значення розрядів поточного слова на виході генератора відображені в круглих вікнах в нижній частині панелі генератора та дублюється логічними пробниками червоного кольору.

### Контрольні питання.

- Що таке логічна змінна та логічний сигнал? Яких значень вони можуть набувати?
- Що таке логічна функція?
- Чи може бути логічним сигналом рівень напруги? Стан контакту? Світіння світлодіода?
- Яка логічна функція могла б описати поведінку системи пуску трифазного двигуна? Двигун може бути запущений лише тоді, коли три датчики підтверджують наявність фазних напруг.
- Датчик температури складається з контакту, який замикається (розмикається) при перевищенні температурою заданого рівня. При замиканні контакту виробляється сигнал логічної одиниці, а при розмиканні – логічного нуля. Яку схему варто використовувати для виявлення спрацювання хоча б одного датчика пожежної сигналізації:
  - а) при підвищенні температури в датчику відбувається замикання контакту;
  - б) при підвищенні температури в датчику відбувається розмикання контакту.
- Як буде вести себе логічна схема “І”, якщо на одному з входів внаслідок внутрішньої несправності буде постійно присутня логічна одиниця? Логічний нуль? Складіть таблицю істинності для несправного логічного елемента “3-І”. Визначте поведінку логічної схеми “І-НЕ” за тих же умов.
- Як буде вести себе логічна схема “АБО”, якщо на одному з входів внаслідок внутрішньої несправності буде постійно присутня логічна одиниця? Логічний нуль? Складіть таблицю істинності для несправного логічного елемента “3-АБО”. Визначте поведінку логічної схеми “АБО-НЕ” за тих же умов.