

## Комбінаційні цифрові пристрої. Дослідження дешифраторів.

### Мета роботи:

- ознайомлення з принципом роботи дешифраторів;
- дослідження впливу керуючих сигналів на роботу дешифраторів;
- реалізація та дослідження функціональних модулів на основі дешифраторів.

### Прилади та елементи:

|   | Поле приладів      |
|---|--------------------|
| джерело живлення TTL + 5 В;                                   | Source             |
| заземлення;   | Source             |
| двохпозиційні перемикачі;                                     | Basic              |
| логічні пробники;   | Indicators         |
| вольтметр;  | Indicators         |
| генератор тактових імпульсів;                                 | Instrument toolbar |
| генератор слів;   | Instrument toolbar |
| логічний аналізатор;  | Instrument toolbar |
| демультиплексор;  | Misc digital       |
| мікросхема 74LS138N – дешифратор 3х8 фірми Texas Instruments. | TTL 74LS           |

### Короткі теоретичні відомості.

#### 1. Комбінаційні схеми.

Комбінаційною схемою називається логічна схема, яка реалізує однозначну відповідність між значеннями вхідних та вихідних сигналів. Для реалізації комбінаційних схем використовують логічні елементи, що випускаються у вигляді інтегральних схем. До цього класу відносяться інтегральні схеми дешифраторів, шифраторів, мультиплексорів, демультиплексорів та суматорів.

#### 2. Дешифратори.

Дешифратор – логічна комбінаційна схема, яка має  $n$  інформаційних входів та  $2^n$  виходів. Кожній комбінації логічних рівнів на входах буде відповідати активний логічний рівень на одному з  $2^n$  виходів. Як правило,  $n$  дорівнює 2, 3

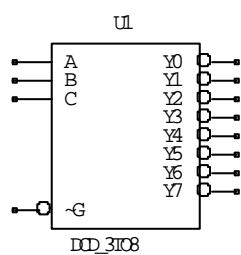


рис. 3.1

або 4. На рис. 3.1 зображено дешифратор<sup>1</sup> з  $n = 3$ , активним рівнем є рівень логічного нуля. На входи  $C, B, A$  можна подавати наступні комбінації логічних рівнів: 000, 001, 010,...,111, всього 8 комбінацій. Схема має 8 виходів, на одному з яких формується низький рівень потенціалу, на всіх інших – високий. Номер цього єдиного виходу, на якому

формується активний (нульовий) рівень, відповідає числу  $N$ , яке визначається станом входів  $C, B, A$  наступним чином:

$$N = C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0.$$

Наприклад, якщо на входи подано комбінацію логічних рівнів 011, то з восьми виходів мікросхеми ( $Y_0, \dots, Y_7$ ) на виході з номером  $N = 3$  встановиться нульовий рівень сигналу ( $Y_3 = 0$ ), а всі інші виходи матимуть сигнал рівня логічної одиниці. Цей принцип формування вихідного сигналу можна описати наступним чином:

$$\begin{aligned} &0, \text{ якщо } i = k; \\ &1, \text{ якщо } i \neq k; \\ &k = C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0 \end{aligned}$$

Видно, що рівень сигналу на виході  $Y_3$  описується виразом:

$$Y_3 = \overline{\overline{C} \cdot \overline{B} \cdot \overline{A}} = 0.$$

У такому ж вигляді можна записати вирази для кожного виходу дешифратора:

$$\begin{aligned} Y_0 &= \overline{\overline{C} \cdot \overline{B} \cdot \overline{A}}, & Y_1 &= \overline{\overline{C} \cdot \overline{B} \cdot A}, \\ Y_2 &= \overline{\overline{C} \cdot B \cdot \overline{A}}, & Y_3 &= \overline{\overline{C} \cdot B \cdot A}, \\ Y_4 &= \overline{C \cdot \overline{B} \cdot \overline{A}}, & Y_5 &= \overline{C \cdot \overline{B} \cdot A}, \\ Y_6 &= \overline{C \cdot B \cdot \overline{A}}, & Y_7 &= \overline{C \cdot B \cdot A}. \end{aligned}$$

Окрім інформаційних входів  $C, B, A$  дешифратори, як правило, мають додаткові входи керування  $G$ . Сигнали на цих входах, дозволяють функціонування дешифратора або переводять його в пасивний стан, коли

<sup>1</sup> В даній роботі для зручності замість схеми дешифратора використовується схем демультиплексора; це можливо завдяки подібності алгоритмів їх роботи.

незалежно від сигналів на інформаційних входах, на всіх виходах встановлюється рівень логічної одиниці. Можна сказати, що існує певна функція дозволу, значення якої визначається станами керуючих входів.

Дозволяючий вхід дешифратора може бути прямим або інверсним. У дешифраторів з прямим дозволяючим входом активним рівнем являється рівень логічної одиниці, а в дешифраторів з інверсним дозволяючим входом – рівень логічного нуля. На рис. 3.1 наведено дешифратор з одним інверсним дозволяючим входом. Принцип формування вихідного сигналу в цьому дешифраторі з урахуванням сигналу керування описується наступним чином:

$$\overline{1 \cdot \overline{G}}, \text{ якщо } i = k;$$

$$1, \text{ якщо } i \neq k;$$

$$k = C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0$$

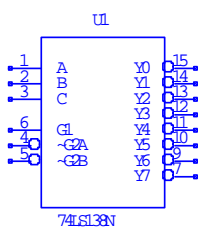


рис. 3.2

У дешифратора з декількома входами керування функція дозволу, як правило, є логічним добутком всіх дозволяючих сигналів керування. Наприклад, для дешифратора 74LS138N з одним прямим входом керування  $G_1$  та двома інверсними  $G_{2A}$  та  $G_{2B}$  (рис. 3.2), функції виходу  $Y_i$  та дозволу  $G$  мають вигляд:

$$\overline{1 \cdot \overline{G}}, \text{ якщо } i = k;$$

$$1, \text{ якщо } i \neq k;$$

$$k = C \cdot 2^2 + B \cdot 2^1 + A \cdot 2^0$$

$$G = G_1 \cdot \overline{G_{2A}} \cdot \overline{G_{2B}}$$

Як правило входи керування використовуються для каскадування (тобто збільшення розрядності) дешифраторів або при паралельній роботі декількох схем на загальні вихідні лінії.

### 3. Використання дешифратора в якості демультиплексора.

Дешифратор може бути використаний і як демультиплексор, тобто логічний комутатор, який з'єднує вхідний сигнал із одним із виходів. В цьому випадку функцію інформаційного входу виконує один з керуючих входів, а стан входів  $C, B, A$  задає номер виходу, на який й передається сигнал з керуючого входу.

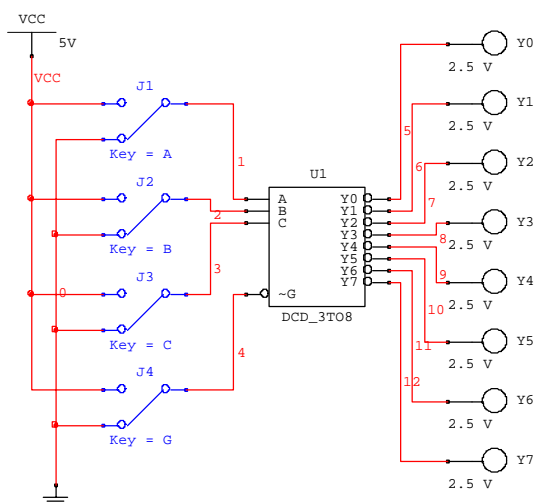


рис. 3.3

істинності при  $G = 1$ .

Подайте на вхід  $G$  сигнал рівня логічного нуля. Переконайтеся в тому, що дешифратор перейшов у робочий режим та на одному з його виходів установився рівень логічного нуля. Подаючи всі можливі комбінації рівнів логічних сигналів на входи  $C$ ,  $B$ ,  $A$  за допомогою відповідних ключів, та визначаючи за допомогою логічних пробників рівні логічних сигналів на виходах дешифратора, заповніть таблицю істинності для випадку  $G = 0$ .

## 2. Дослідження принципу роботи дешифратора 3х8 в режимі 2х4.

а) в схемі, зображений на рис. 3.3 з'єднайте вхід  $C$  з загальним провідником, задаючи тим самим рівень  $C = 0$ . Змінюючи рівні логічних сигналів на входах  $B$  та  $A$  та спостерігаючи за рівнями логічних сигналів на виходах схеми за допомогою логічних пробників, заповніть таблицю істинності дешифратора. Укажіть виходи, на яких рівень сигналу не змінюється.

б) виконайте пункт а) для випадку  $C = 1$ . Заповніть відповідну таблицю істинності.

в) виконайте п. а) з'єднавши з загальним провідником вхід  $B$  та подаючи на входи  $C$  і  $A$  всі можливі комбінації логічних рівнів. Заповніть відповідну таблицю істинності. Там же вкажіть номери виходів, на яких рівень логічного сигналу не змінюється.

## Порядок виконання роботи.

### 1. Дослідження принципу роботи дешифратора 3х8 в основному режимі.

Зберіть схему, зображену на рис. 3.3. Увімкніть схему. Подайте на вхід  $G$  сигнал рівня логічної одиниці. Визначте та занотуйте значення рівнів сигналу на виходах  $Y_0 \dots Y_7$  в таблицю

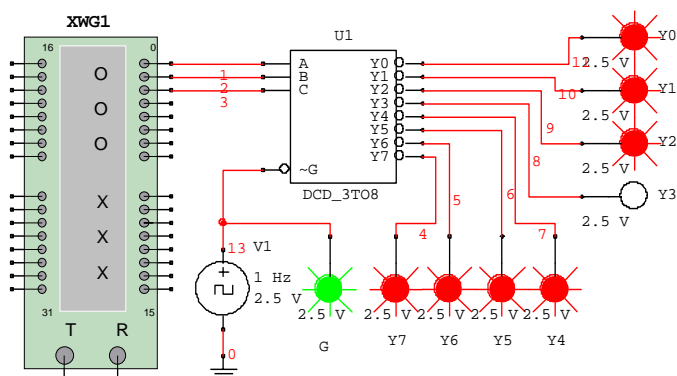


рис. 3.4

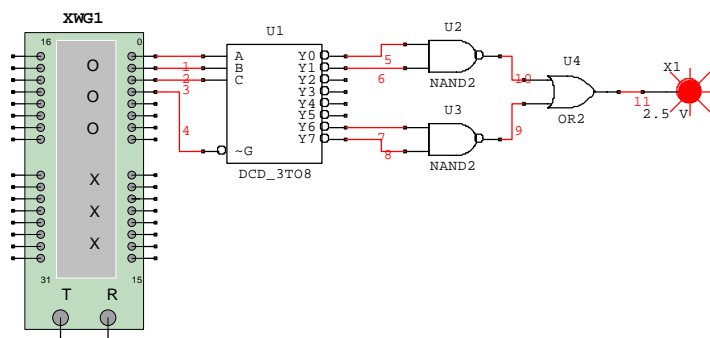


рис. 3.5

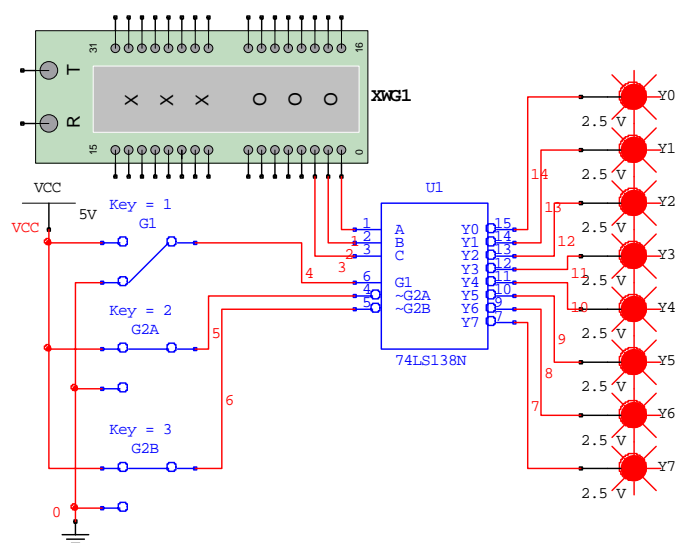


рис. 3.6

### 3. Дослідження роботи дешифратора в якості демультиплексора.

Зберіть схему, зображену на рис. 3.4. Увімкніть схему. В очікуючому режимі роботи генератора слів подайте на входи  $C$ ,  $B$ ,  $A$  демультиплексора слова, що еквівалентні десятковим числам від 0 до 7. Спостерігаючи за допомогою логічних пробників рівні сигналу а виходах мікросхеми, заповніть таблицю функціонування. Переконайтеся, що змінний сигнал на вході  $G$  по чергово з'являється на виходах дешифратора.

### 4. Дослідження дешифратора 3x8 з логічною схемою на виході.

Зберіть схему, зображену на рис. 3.5. Увімкніть схему. Встановіть генератор слів у очікуючий режим. Послідовно подаючи на входи схеми слова з генератора слів та спостерігаючи за рівнями логічних сигналів на виходах схеми за допомогою логічних пробників, складіть таблицю істинності функції  $F$ , яка реалізується схемою,

складеною з логічних елементів на виході дешифратора. За таблицею істинності спробуйте записати аналітичний вираз для функції  $F$ .

### 5. Дослідження мікросхеми 74LS138N.

а) зберіть схему, зображену на рис. 3.6. Увімкніть схему. За допомогою відповідних ключів установіть наступні стани керуючих входів:  $G_1 = 0$ ,  $G_{2A} = G_{2B} = 1$ . Подаючи на ходи схеми С, В, А слова з генератора слів та спостерігаючи за станами виходів мікросхеми за допомогою логічних пробників, заповніть таблицю функціонування дешифратора 74LS138N

б) повторіть операції п. а) при  $G_1 = G_{2A} = 1$ ,  $G_{2B} = 0$ . Заповніть відповідну таблицю функціонування.

в) повторіть операції п. а) при  $G_1 = 1$ ,  $G_{2A} = G_{2B} = 0$ . Заповніть відповідну таблицю функціонування.

### 6. Дослідження мікросхеми 74LS138N за допомогою логічного аналізатора.

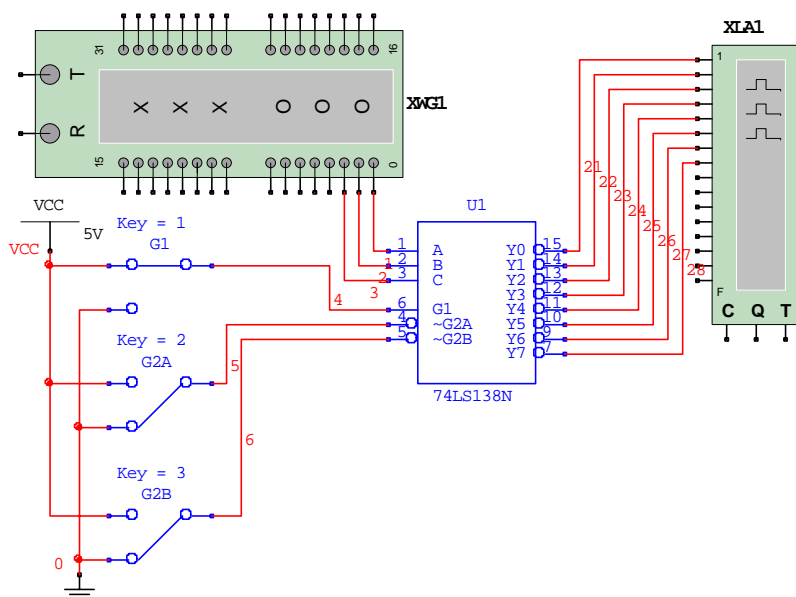


рис. 3.7

Зберіть схему, зображену на рис. 3.7. Увімкніть схему. Установіть генератор в очікуючий режим. За допомогою відповідних ключів установіть на керуючих виходах наступні рівні логічних сигналів:

$G_1 = 1$ ,  $G_{2A} = G_{2B} = 0$ . Подаючи слова з генератора слів, отримайте часові діаграми роботи дешифратора на екрані логічного аналізатора та за малюйте їх. Порівняйте отримані діаграми з результатами вимірів попереднього пункту завдання.

### **Оформлення звіту по роботі.**

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

### **Контрольні питання.**

- Які логічні функції виконує дешифратор?
- Для чого призначені входи керування в дешифраторі, як впливає рівень сигналу на вході керування на вихідні функції дешифратора?
- Які додаткові логічні елементи необхідні для реалізації логічних функцій  $n$  аргументів на основі дешифратора з прямими входами? А з інверсними?