

## Лабораторная работа 1. Логические схемы и функции

### Цель работы

1. Исследование логических схем.
2. Реализация логических функций при помощи логических элементов.
3. Синтез логических схем, выполняющих заданные логические функции.

### Приборы и элементы Electronic Workbench

1. Логический преобразователь
2. Генератор слов
3. Вольтметр
4. Логические пробники
5. Источник напряжения 5 В
6. Заземление
7. Двухпозиционный переключатель
8. Двухходовые элементы И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ
9. Микросхемы серии 74.

### 1. Ход проведения работы

#### 1.1. Исследование логической функции И

##### а). Задание уровней логических сигналов

Соберем в программной среде схему, изображенную на рис. 1.1. В этой схеме два двухпозиционных переключателя **A** и **B** подают на входы логической схемы **И** уровни **0** (контакт переключателя в нижнем положении) или **1** (контакт переключателя **B** в верхнем положении).

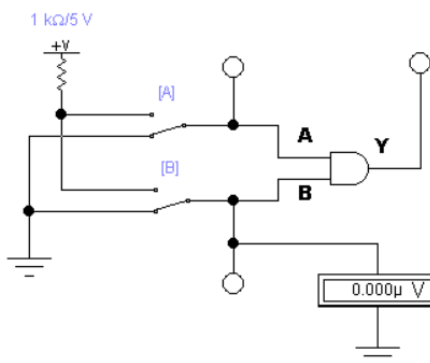


Рис. 1.1

Включим схему. Установим переключатель **B** в нижнее положение. Измерим вольтметром напряжение на входе **B** и определим с помощью логического пробника уровень логического сигнала. Установим переключатель **B** в верхнее положение. Определим уровень логического сигнала и запишем показания вольтметра; укажем, какой логический сигнал формируется на выходе **Y**. Результаты занесем в раздел «Результаты экспериментов».

##### б). Экспериментальное получение таблицы истинности элемента И

Подадим на входы схемы все возможные комбинации уровней сигналов **A** и **B** и для каждой комбинации зафиксируем уровень выходного сигнала **Y**. Заполним таблицу истинности логической схемы **И** (табл. 2.1 в разделе «Результаты экспериментов»).

## 1.2. Исследование логической функции И-НЕ

*а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ, составленного из элементов 2И и НЕ*

Соберем схему, изображенную на рис. 1.2.

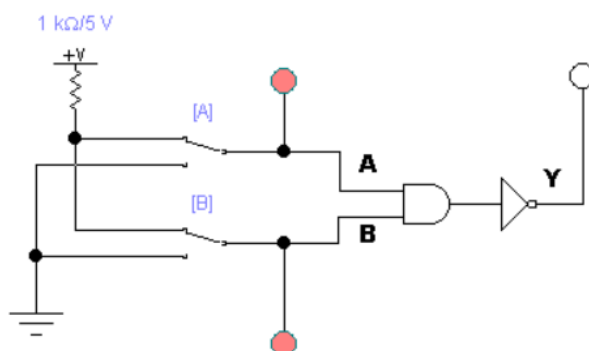


Рис. 1.2

Включим схему. Подадим на входы схемы все возможные комбинации входных сигналов и, наблюдая уровни сигналов на входах и выходе с помощью логических пробников, заполним таблицу истинности логической схемы 2И-НЕ (табл. 2.2 в разделе «Результаты экспериментов»).

*б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ*

Соберем схему, изображенную на рис. 1.3.

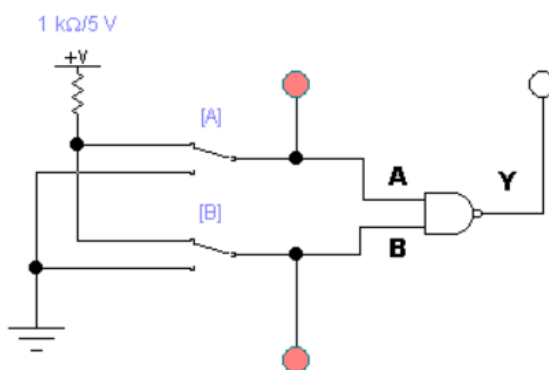


Рис. 1.3

Включим схему. Подадим на входы схемы все возможные комбинации входных сигналов и, наблюдая уровни сигналов на входах и выходе с помощью логических пробников, заполним таблицу истинности логической схемы 2И-НЕ (табл. 2.3 в разделе «Результаты экспериментов»). Сравняя таблицы 2.2 и 2.3 между собой, видим, что логический сигнал на выходе Y в обоих случаях совпадает (при одинаковых комбинациях входных сигналов).

### 1.3. Исследование логической функции ИЛИ

*а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента ИЛИ*  
Соберем схему, изображенную на рис. 1.4.

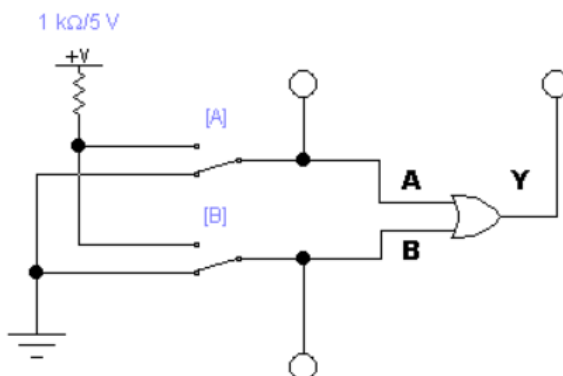


Рис. 1.4

Включим схему. Подадим на входы схемы все возможные комбинации входных сигналов и, наблюдая уровни сигналов на входах и выходе с помощью логических пробников, заполним таблицу истинности логической схемы ИЛИ (табл. 2.4 в разделе «Результаты экспериментов»).

### 1.4. Исследование логической функции ИЛИ-НЕ.

*а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2ИЛИ-НЕ, составленного из элементов ИЛИ и НЕ.*

Соберем схему, изображенную на рис. 1.5.

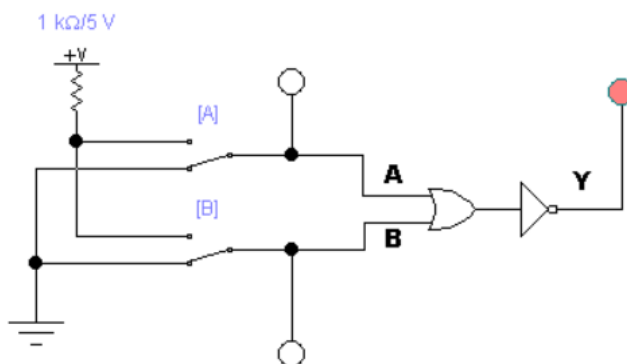
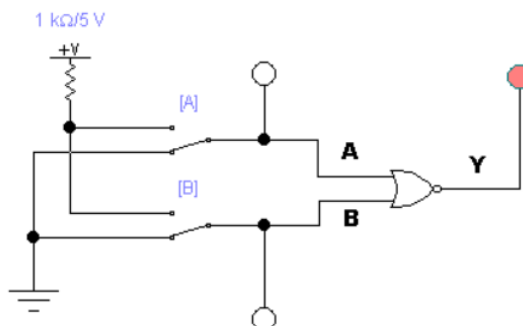


Рис. 1.5

Включим схему. Подадим на входы схемы все возможные комбинации входных сигналов и, наблюдая уровни сигналов на входах и выходе с помощью логических пробников, заполним таблицу истинности логической схемы 2ИЛИ-НЕ (табл. 2.5 в разделе «Результаты экспериментов»).

**б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2ИЛИ-НЕ.**

Соберем схему, изображенную на рис. 1.6.



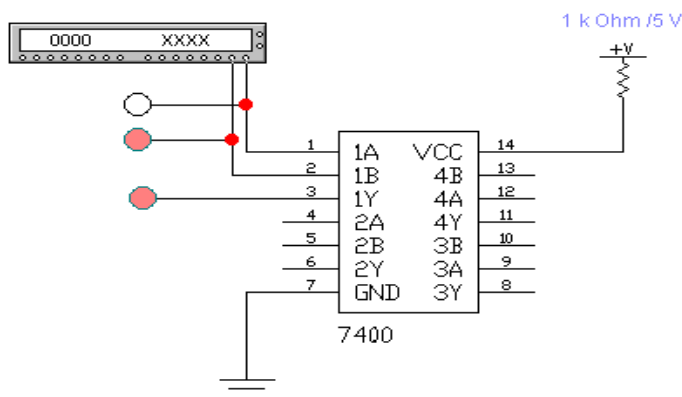
**Рис. 1.6**

Включим схему. Подадим на входы схемы все возможные комбинации входных сигналов и, наблюдая уровни сигналов на входах и выходе с помощью логических пробников, заполним таблицу истинности логической схемы 2ИЛИ-НЕ (табл. 2.6 в разделе «Результаты экспериментов»). Сравнивая таблицы 2.5 и 2.6 между собой, видим, что логический сигнал на выходе Y в обоих случаях совпадает (при одинаковых комбинациях входных сигналов).

**1.5. Исследование логических схем с помощью генератора слов**

**а). Сведения об исследуемой схеме**

Соберем схему, изображенную на рис. 1.7.



**Рис. 1.7.**

Включим схему. Укажем, к каким выводам микросхемы 7400 подключается источник питания, сколько элементов 2И-НЕ содержит микросхема, сколько элементов используется в данном эксперименте и как обозначены на схеме используемые входы и выходы. Заполним таблицу сведений о микросхеме (табл. 2.7 в разделе «Результаты экспериментов»).

**б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ микросхемы 7400**

Запрограммируем генератор слов так, чтобы на выходе генератора получать последовательно следующие комбинации: 00, 01, 10, 11. Переведем генератор в режим пошаговой работы нажатием кнопки "Step" на увеличенном изображении генератора. Каждое

нажатие кнопки "Step" вызывает переход к очередному слову заданной последовательности, которое подается на выход генератора. Последовательно подавая на микросхему слова из заданной последовательности, заполним таблицу истинности элемента 2И-НЕ (табл. 2.8 в разделе "Результаты экспериментов").

## 1.6. Реализация логической функции 3-х переменных.

### а). Синтез схемы, реализующей заданную логическую функцию

Реализуем функцию  $f = (ab)' \vee (b'c)'$  на элементах 2И-НЕ. Для этого выполним преобразование выражения, так чтобы присутствовала только операция И-НЕ:

$$f = (ab)' \vee (b'c)' = ((ab)''(b'c)'')'$$

Соберем в Electronics Workbench схему на элементах 2И-НЕ (рис. 1.8), соответствующую полученному выражению. Подключим к входам схемы генератор слов, к выходу – логический пробник. Генератор слов запрограммируем на формирование последовательности из восьми слов, соответствующих числам от 0 до 7: 0=000; 1=001; 2=010; 3=011; 4=100; 5=101; 6=110; 7=111.

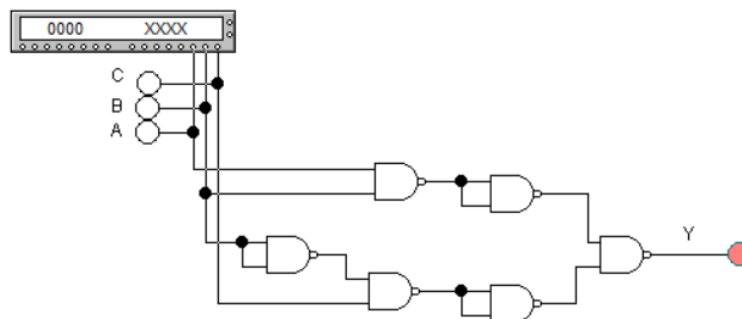


Рис. 1.8.

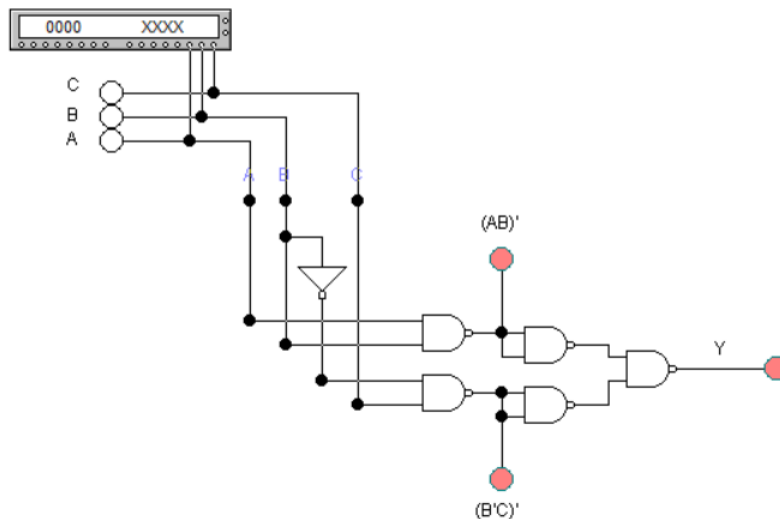
В пошаговом режиме, последовательно подавая на вход полученной схемы все слова последовательности, определим при помощи логического пробника уровень сигнала на выходе схемы. По полученным результатам заполним таблицу 2.9 в разделе "Результаты экспериментов".

### б). Синтез схемы, реализующей заданную функцию при помощи логического преобразователя.

Для получения схемы, реализующей функцию, описываемую логическим выражением, можно воспользоваться логическим преобразователем. Для этого выполним следующее:

- вызовем логический преобразователь;
- введем в нижнее окно панели преобразователя логическое выражение  $(ab)' \vee (b'c)'$  с клавиатуры (операции ИЛИ соответствует знак +, инверсия обозначается апострофом);
- для реализации схемы на элементах И-НЕ нажмите клавишу **AB** → **NAND** на панели логического преобразователя.

Логический преобразователь выводит на рабочее поле схему, реализующую функцию, описываемую введенным логическим выражением. Зарисуем схему (рис. 1.9).



**Рис. 1.9.**

К схеме подключим генератор слов, запрограммированный на формирование восьми слов, соответствующих числам от 0 до 7: 0=000; 1=001; 2=010; 3=011; 4=100; 5=101; 6=110; 7=111.

Переведем генератор слов в пошаговый режим. Включим схему. Последовательно подавая на входы схемы указанные слова и определяя уровень сигнала на выходе схемы логическим пробником, заполним таблицу истинности (табл. 2.10 в разделе "Результаты экспериментов"). Вычислим промежуточные значения и занесем их в таблицу истинности (табл. 2.10 в разделе "Результаты экспериментов").

## 2. Оформление результатов экспериментов

### 2.1. Исследование логической функции И

#### а). Задание уровней логических сигналов

|   |         |
|---|---------|
| Напряжение на входе В (ключ В в нижнем положении),        | 0 В     |
| Логический сигнал на входе В (ключ В в нижнем положении)  | 0       |
| Напряжение на входе В (ключ В в верхнем положении),       | 4.985 В |
| Логический сигнал на входе В (ключ В в верхнем положении) | 1       |
| Логический сигнал на выходе Y                             | 0       |

#### б). Экспериментальное получение таблицы истинности элемента И

Таблица 2.1

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | Y     |
| 0     | 0 | 0     |
| 0     | 1 | 0     |
| 1     | 0 | 0     |
| 1     | 1 | 1     |

### 2.2. Исследование логической функции И-НЕ

#### а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ, составленного из элементов 2И и НЕ (табл. 2.2)

#### б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ (табл. 2.3)

Таблица 2.2

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | Y     |
| 0     | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 1     |
| 1     | 0 | 1     |
| 1     | 1 | 0     |

Таблица 2.3

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | Y     |
| 0     | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 1     |
| 1     | 0 | 1     |
| 1     | 1 | 0     |

Сравняя таблицы 2.2 и 2.3 между собой, видим, что логический сигнал на выходе Y в обоих случаях совпадает (при одинаковых комбинациях входных сигналов).

### 2.3. Исследование логической функции ИЛИ

а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента ИЛИ

Таблица 2.4

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | У     |
| 0     | 0 | 0     |
| 0     | 1 | 1     |
| 1     | 0 | 1     |
| 1     | 1 | 1     |

### 2.4. Исследование логической функции ИЛИ-НЕ.

а). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2ИЛИ-НЕ, составленного из элементов 2ИЛИ и НЕ.

б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2ИЛИ-НЕ.

Таблица 2.5

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | У     |
| 0     | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 0     |
| 1     | 0 | 0     |
| 1     | 1 | 0     |

Таблица 2.6

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | У     |
| 0     | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 0     |
| 1     | 0 | 0     |
| 1     | 1 | 0     |

Сравнивая таблицы 2.5 и 2.6 между собой, видим, что логический сигнал на выходе У в обоих случаях совпадает (при одинаковых комбинациях входных сигналов).

### 2.5. Исследование логических схем с помощью генератора слов

а). Сведения об исследуемой схеме

Таблица 2.7

|   |              |
|---|--------------|
| Число элементов И-НЕ в микросхеме                     | 4            |
| Число исследуемых элементов 2И-НЕ                     | 1            |
| Обозначение выводов для подключения источника питания | VCC (14)     |
| Обозначения используемых входов                       | 1А(1), 1В(2) |
| Обозначение используемого выхода                      | 1У(3)        |

б). Экспериментальное получение таблицы истинности логического элемента 2И-НЕ микросхемы 7400

Таблица 2.8

| Входы |   | Выход |
|-------|---|-------|
| А     | В | У     |
| 0     | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 1     |
| 1     | 0 | 1     |
| 1     | 1 | 0     |



## 2.6. Реализация логической функции трёх переменных.

*а). Синтез схемы, реализующей заданную логическую функцию*

Аналитическое выражение для функции в базисе И-НЕ

$$f = (ab)' \vee (b'c)' = ((ab)''(b'c)'')$$

Таблица 2.9

| Входы |   |   | Выход |
|-------|---|---|-------|
| A     | B | C | Y     |
| 0     | 0 | 0 | 1     |
| 0     | 0 | 1 | 1     |
| 0     | 1 | 0 | 1     |
| 0     | 1 | 1 | 1     |
| 1     | 0 | 0 | 1     |
| 1     | 0 | 1 | 1     |
| 1     | 1 | 0 | 1     |
| 1     | 1 | 1 | 1     |

*б). Синтез схемы, реализующей заданную функцию при помощи логического преобразователя.*

Таблица 2.10

| Входы |   |   |         |          | Выход |
|-------|---|---|---------|----------|-------|
| A     | B | C | $(AB)'$ | $(B'C)'$ | Y     |
| 0     | 0 | 0 | 1       | 1        | 1     |
| 0     | 0 | 1 | 1       | 0        | 1     |
| 0     | 1 | 0 | 1       | 1        | 1     |
| 0     | 1 | 1 | 1       | 1        | 1     |
| 1     | 0 | 0 | 1       | 1        | 1     |
| 1     | 0 | 1 | 1       | 0        | 1     |
| 1     | 1 | 0 | 0       | 1        | 1     |
| 1     | 1 | 1 | 0       | 1        | 1     |