

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ПЛАН

По дисциплине: Программирование встроенных систем

Тема занятия: Логические элементы

Цель занятия: изучение логических элементов НЕ, И, ИЛИ

Количество часов: 2

### Содержание работы

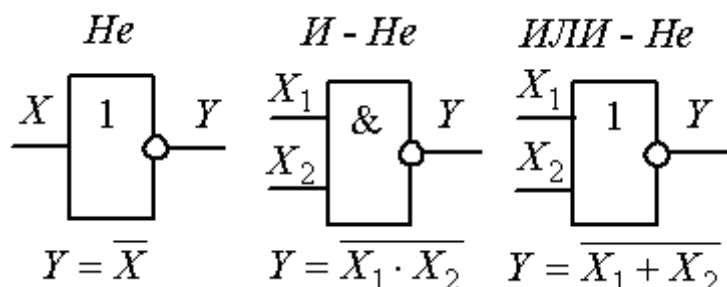



Рисунок 1. Логические элементы

В цифровой электронике используются три базовых логических элемента, это элемент NOT - логическое отрицание (инверсия), элемент AND - логическое умножение (И), и элемент OR - логическое сложение (ИЛИ).


**Рассмотрим самый простой элемент NOT.** Элемент имеет всего один вход и один выход. В исходном состоянии, когда на входе присутствует 0, то на выходе присутствует 1.

Логические элементы изображаются на схемах в виде прямоугольника, внутри которого указывается тип логического элемента, так для элемента NOT ставится цифра 1. Прямоугольник обозначения логического элемента располагается всегда таким образом, что входы элемента находятся слева, а выходы справа. Следует обратить внимание, что выход, имеющий в исходном состоянии логическую единицу, обозначается маленьким кружком.


Соберём простую электрическую схему с использованием элемента NOT. Некоторые элементы схемы, перед рисованием схемы, следует настроить. Так переключатель следует развернуть на 180 градусов. Для этого следует выделить

переключатель и нажать кнопку  или, нажав правую кнопку мыши выбрать в локальном меню опцию "Flip Horizontal".

Индикаторные светодиоды следует повернуть выводами вниз. Для этого

выделить светодиод и нажать несколько раз кнопку  или в локальном меню выбрать "Rotate".

Далее, способом, описанным в предыдущем разделе, следует произвести соединения проводниками, так как показано на рисунке.

Для проведения эксперимента следует включить выключатель питания электрической схемы  установив его в положение I.

Итак, мы видим что индикатор, подключенный к выходу элемента, загорелся (стал красного цвета). На выходе элемента присутствует значение 1. Вход элемента заземлён через контакты переключателя, то есть на входе присутствует 0 (Рисунок А). Надпись "Space" на переключателе означает, что переключать его нужно нажатием клавиши "Пробел" на клавиатуре. Переключим переключатель. Вход логического элемента соединится с источником напряжения, то есть на

входе элемента появится значение 1 (о чём свидетельствует зажигание индикатора подключенного к входу), а сам логический элемент выполнит свою прямую обязанность, переключится в состояние 0 (Рисунок Б).

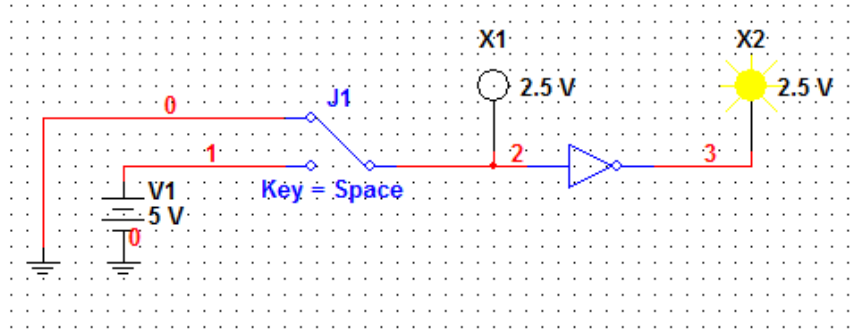


Рисунок А

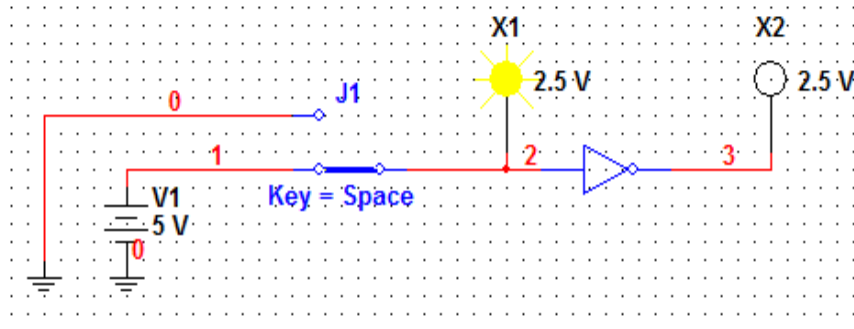


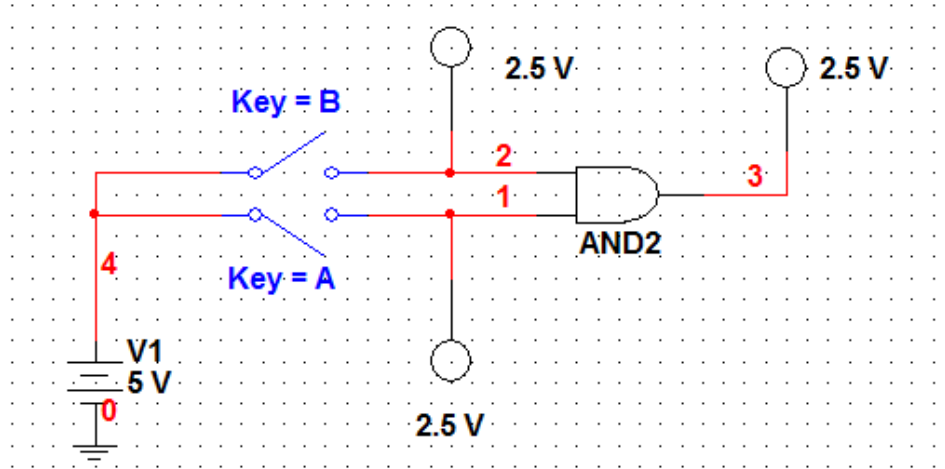
Рисунок Б

Такая работа логического элемента в логике называется **"Инверсия"**, а сам логический элемент - Инвертор.

### Логический элемент AND (И)

Логический элемент AND является многовходовым элементом, то есть у этого элемента должно быть число входов 2 и более. Название элемента описывает его функциональное назначение: если на входе 1 и на входе 2 и на входе N присутствует логическая единица, то на выходе элемента появляется логическая единица. Во всех остальных случаях, на выходе элемента присутствует ноль. Логический элемент "И" на схеме обозначается значком &.

Соберём, уже известным нам способом, схему, показанную на рисунке.



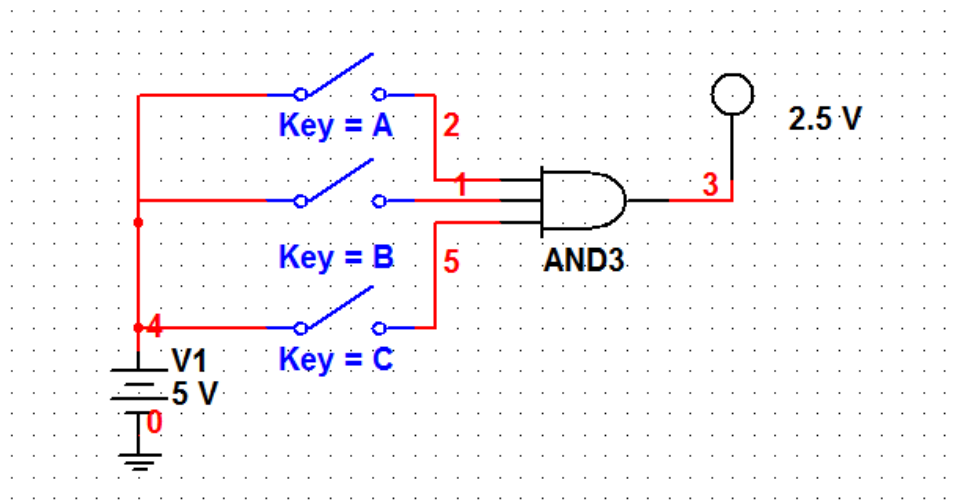
Сразу начать тестирование полученной схемы нельзя, так как оба переключателя будут включаться одновременно при нажатии клавиши Пробел. Изменим назначение клавиш для переключателей, назначим им цифровые клавиши

соответствующие входам элемента. Для этого следует выделить, например верхний переключатель, нажать правую кнопку мыши и в локальном меню выбрать опцию "Component properties" (Свойства компонента).

Теперь можно приступить к эксперименту - произвести все возможные переключения и убедиться, что элемент "И" срабатывает только тогда, когда оба переключателя включены. Переключать переключатели лучше согласно данным в представленной ниже таблице.

№ Перекл.	Входы / Переключатели		Выход
	1	2	
1	0	0	0
2	1	0	0
3	0	1	0
4	1	1	1

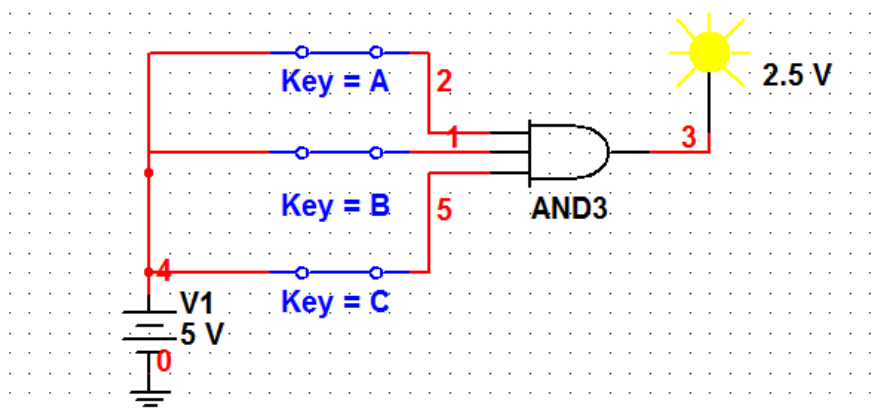
Добавим ещё один логический вход нашему элементу AND. Должна получиться схема, показанная на рисунке.



Для постановки эксперимента следует воспользоваться таблицей переключений:

№ Перекл.	Входы / Переключатели			Выход
	1	2	3	
1	0	0	0	0
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	1	0	0
5	0	0	1	0
6	1	0	1	0
7	0	1	1	0
8	1	1	1	1

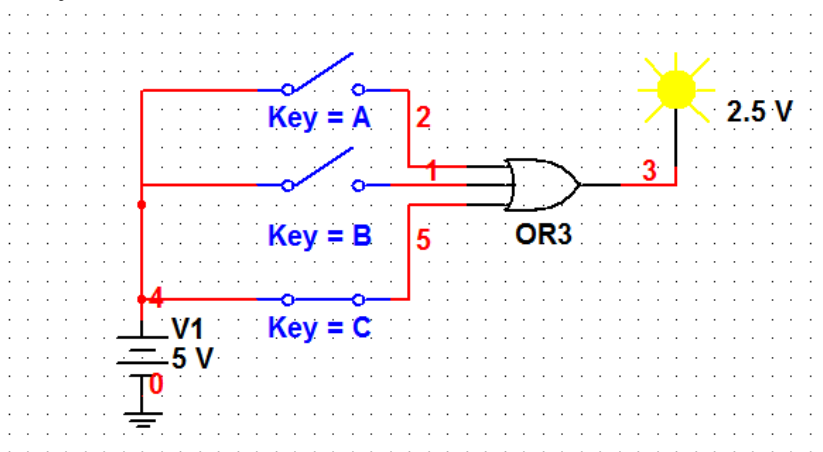
Очевидно, что число возможных переключений возросло с 4-х до 8, но логика работы схемы не изменилась - логическая единица появляется на выходе только тогда, когда на всех входах присутствует логическая единица. Элемент "И" выполняет операцию, которая в логике называется **Конъюнкция**.



### Логический элемент OR (ИЛИ).

Для исследования свойств логического элемента "ИЛИ", немного изменим предыдущую схему. Выделим и удалим элемент "И", и заменим его на элемент "ИЛИ". Элемент "ИЛИ" обозначается так же как и элемент "НЕ" - 1, только на выходе не рисуется кружок. Элемент "ИЛИ", так же как и элемент "И", является многовходовым элементом.

На поле чертежа создадим элемент "ИЛИ" с тремя входами, так, что бы получилась такая схема:



При проведении эксперимента воспользуемся таблицей переключений и убедимся, что 1 на выходе элемента присутствует тогда, когда хотя бы на одном из входов присутствует 1.

№ Перекл.	Входы / Переключатели			Выход
	1	2	3	
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	1
4	1	1	0	1
5	0	0	1	1
6	1	0	1	1
7	0	1	1	1
8	1	1	1	1

Такая логика работы элемента "ИЛИ" называется **Дизъюнкция**.

Все три перечисленных выше логических элемента AND, OR и NOT, являются базовыми для построения сложных логических схем, таких как сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и многие другие.

Схемные решения логических элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ представлены на рисунке 2.

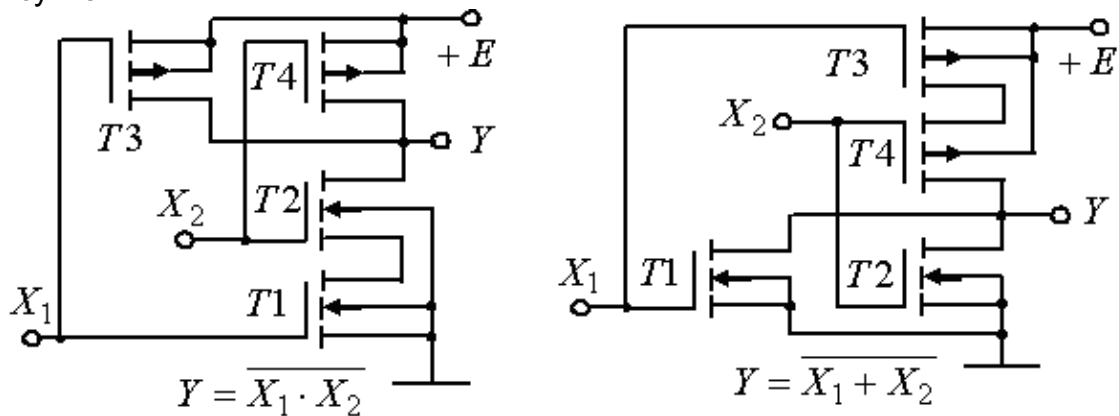


Рисунок 2. Схемные решения

В базовом элементе ИЛИ-НЕ (рис. 2) управляющие транзисторы T1 и T2 соединены параллельно, а нагрузочные T3 и T4 – последовательно. Когда на обоих входах присутствуют сигналы низкого уровня  $U_{вх}^0$ , управляющие транзисторы T1 и T2 закрыты, а нагрузочные T3 и T4 открыты, напряжение на выходе  $U_{вых}^1 = E$ . Если хотя бы на одном из входов устанавливается сигнал высокого уровня  $U_{вх}^1$ , один из управляющих транзисторов открыт, а парный с ним нагрузочный транзистор закрыт, напряжение на выходе имеет низкий уровень сигнала  $U_{вых}^0 = 0$ .

В базовом ЛЭ И-НЕ управляющие транзисторы T1 и T2 соединены последовательно, а нагрузочные T3 и T4 – параллельно. При подаче на все входы схемы сигналов  $U_{вх}^1$ , управляющие транзисторы T1 и T2 открыты, а нагрузочные T3 и T4 закрыты. На выходе ЛЭ устанавливается низкий уровень сигнала  $U_{вых}^0 = U_{осм1} + U_{осм2} \approx 0$ . При действии низкого уровня сигнала  $U_{вх}^0$  на входах схемы оба управляющих транзистора T1 и T2 закрыты, а транзисторы T3 и T4 открыты, и на выходе ЛЭ будем иметь высокий уровень сигнала  $U_{вых}^1 = E$ . Состояние схемы не изменится, если напряжение  $U_{вх}^0$  поступает только на один из входов, так как один из управляющих транзисторов остается закрытым, а один из нагрузочных транзисторов открыт.

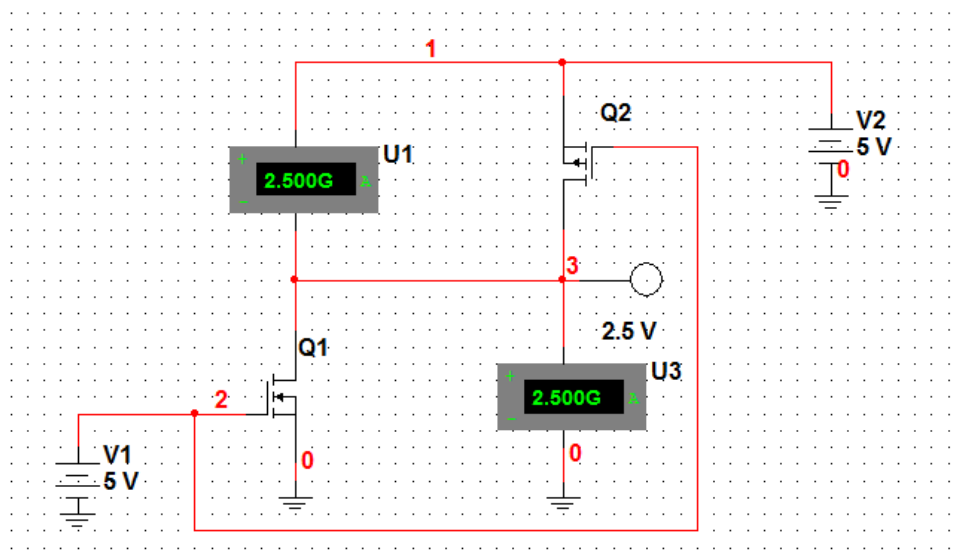


Рисунок 3. Схема из Multisim логического элемента НЕ

### Задание

1. Собрать представленные схемы логических элементов НЕ, И, ИЛИ
2. Собрать представленные схемные решения логических элементов НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.