

Практическая работа №3. Логической основой компьютера

Тема: Изучение логических функций и их свойства.

Цель работы: познакомиться с основными логическими элементами: И, ИЛИ, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ; изучить режимы работы логических элементов; строить схемы из логических элементов по заданному аналитическому выражению функции.

Студент должен знать

- основные логические элементы;
- таблицы истинности логических элементов;

уметь

- объяснять режимы работы логических элементов;
- строить логические схемы.

Теоретическое обоснование

При построении логических схем будет использоваться программа моделирования электронных схем Electronics Workbench. (рис.3.1).

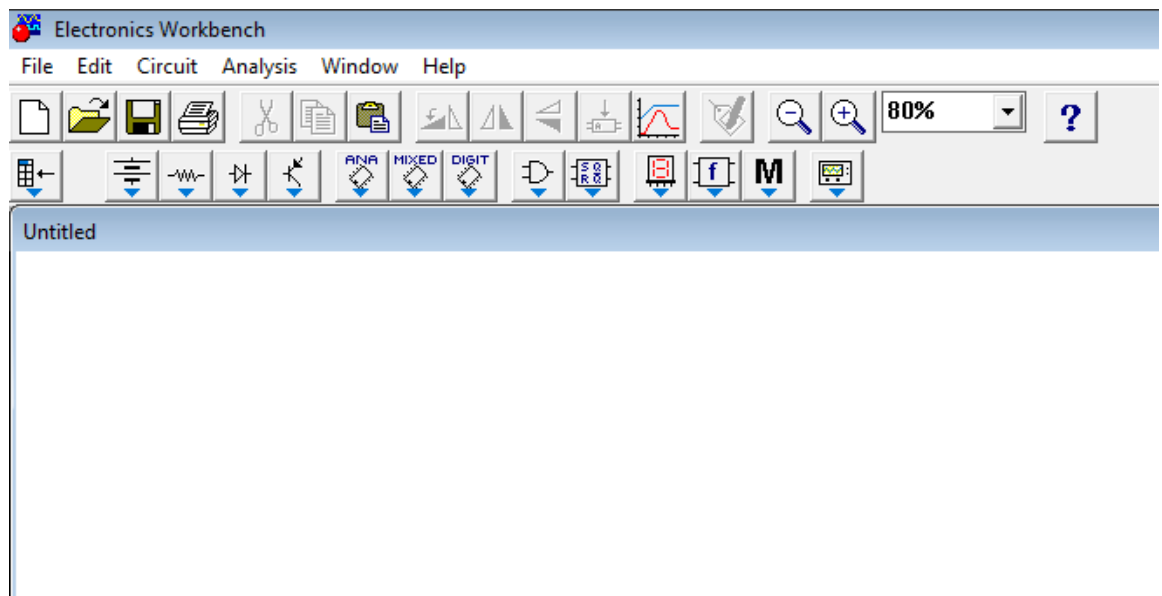



Рисунок 3.1 Программа Electronics Workbench.

При построении цифровых схем нам в первую очередь понадобятся следующие элементы:



Заземление, имеющее напряжение 0 В и представляющее нулевое значение двоичного сигнала для цифровых схем. Находится в наборе пассивных компонентов, выбираемом нажатием кнопки . В схеме, собранной с помощью Electronics Workbench, как и практически для любой реальной схемы, требуется указать точку нулевого потенциала, относительно которой определяются напряжения во всех других точках схемы. Именно для этой цели служит элемент заземление. Его единственный вывод подключается к той точке схемы, потенциал которой принимается равным нулю. Допускается и даже целесообразно, особенно для сложных схем, использовать несколько элементов заземления. При этом считается, что все точки, к которым подсоединены заземления, имеют один общий потенциал, равный нулю.



Источник напряжения 5 В, представляющий единичное значение двоичного сигнала для цифровых схем.



Переключатель. Находится в наборе переключательных компонентов, выбираемом нажа-



тием кнопки. Этот переключатель допускает два возможных положения, в которых один общий вход соединяется с одним из двух возможных выходов. По умолчанию переключение осуществляется клавишей [Space]. Чтобы назначить какому-либо переключателю другую клавишу, нужно дважды щелкнуть мышью на этом переключателе, ввести требуемый символ в появившемся диалоговом окне и нажатием кнопки "Ассерп" подтвердить сделанный выбор. После этого переключение данного переключателя будет осуществляться с помощью выбранной клавиши.



Индикатор, позволяющий определить значение цифрового сигнала в данной точке схемы. Индикатор загорается при единичном значении сигнала и гаснет при нулевом значении.

Для реализации входного двоичного сигнала, как правило, используется триада, состоящая из источника напряжения, заземления и переключателя, включенных по схеме, представленной на рисунке. Выбор того или иного значения двоичного сигнала в такой схеме осуществляется изменением положения переключателя, для чего нужно нажать соответствующую клавишу на клавиатуре. Индикатор показывает получаемое при этом значение двоичного сигнала, то есть индикатор горит при единичном значении двоичного сигнала и гаснет при нулевом значении. (рис. 3.2).

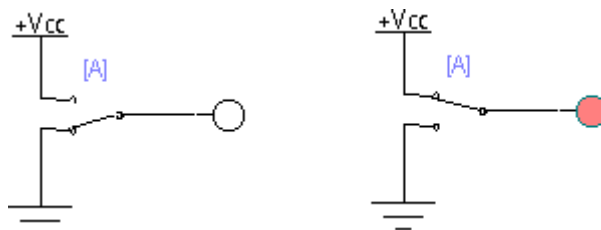


Рисунок 3.2 . Реализация двоичного сигнала и его индикация

Основой построения ЭВМ является алгебра логики, которая оперирует двумя понятиями: истинности и ложности высказывания. Условие истинности обозначают логической единицей "1", а ложности – логическим нулем "0". Логические переменные, принимающие значение 0 или 1, могут образовывать логические функции. Значения аргументов и логических функций удобно изображать в виде таблицы соответствия всех возможных комбинаций входных логических переменных и выходной логической функции, называемой таблицей истинности. Каждой логической функции соответствует свой логический элемент. Основные логические функции и соответствующие им логические элементы в САП "ELECTRONICS WORKBENCH V5.12" приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Логические элементы WorkBench

Функция	Название функции	X ₁	0	0	1	1	Элемент, соответствующий функции в EWB
		X ₂	0	1	0	1	
$x_1 \wedge x_2$	Конъюнкция – логическое умножение (И)		0	0	0	1	
$x_1 \vee x_2$	Дизъюнкция – логическое сложение (ИЛИ)		0	1	1	1	

$x_1 \sim x_2$	Эквивалентность	1	0	0	1	
$x_1 \neq x_2$	Неравнозначность (сложение по модулю два)	0	1	1	0	
$x_1 x_2$	Штрих Шеффера (И-НЕ)	1	1	1	0	
$x_1 \downarrow x_2$	Стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ)	1	0	0	0	
$\overline{x_1}$	Инверсия (НЕ)	1	1	0	0	

Последовательность выполнения логических операций определяется следующими правилами:

1. В первую очередь выполняется операция отрицания, поскольку она имеет наивысший приоритет.
2. Операция логического умножения имеет приоритет над операцией логического сложения.
3. Для задания требуемой последовательности действий могут использоваться скобки, при этом в первую очередь вычисляются выражения, стоящие в скобках.

Пример 1. Собрать схему для конъюнкции и заполнить таблицу истинности. (рис. 3.3).

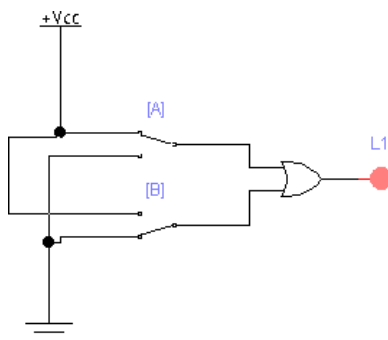


Рисунок 3.3 Схема для дизъюнкции.

Включив схему, поочередно переключаем A и B, наблюдаем за лампой L1: если на выходе лампа загорается, то на выходе 1, если лампа не горит, то на выходе 0. Таким образом заполняем таблицу истинности для логического элемента ИЛИ.

A	B	L1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Пример 2. Собрать схему для логического выражения NOT(A OR B) AND NOT C и заполнить таблицу истинности. (рис. 3.4).

Для удобства логическое выражение перепишем в более удобный для нас вид:

$$\overline{(A \vee B)} * \overline{C}$$

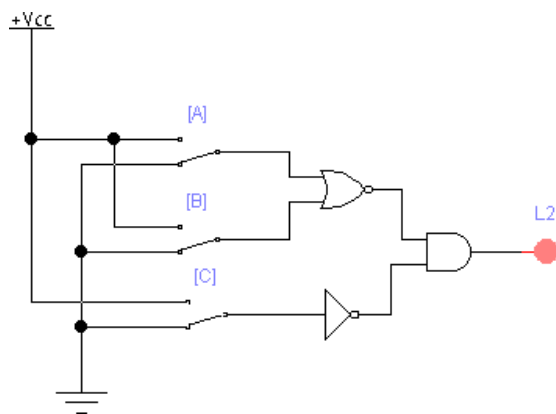


Рисунок 3.4 Схема для логического выражения примера 2

A	B	C	L2
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Из таблицы состояний для логической схемы делаем вывод, что на выходе будет 1, когда все три переключателя выключены. Во всех других случаях на выходе будет 0.

Практические задания

Задание 1. Собрать схемы для проведения анализа логических элементов (согласно варианту, табл.3.2.). Задать все возможные наборы аргументов x_1 , x_2 , и получить выходные значения сигналов в виде временной диаграммы на логическом анализаторе.

Таблица 3.2.

№ варианта	Элементы		
1	Сложение по модулю 2	Штрих Шеффера	Стрелка Пирса
2	Инверсия	Дизъюнкция	Эквивалентность
3	Стрелка Пирса	Инверсия	Сложение по модулю 2
4	Эквивалентность	Дизъюнкция	Стрелка Пирса
5	Эквивалентность	Сложение по модулю 2	Штрих Шеффера
6	Сложение по модулю 2	Штрих Шеффера	Стрелка Пирса
7	Инверсия	Дизъюнкция	Эквивалентность
8	Стрелка Пирса	Инверсия	Сложение по модулю 2
9	Эквивалентность	Дизъюнкция	Стрелка Пирса
10	Эквивалентность	Сложение по модулю 2	Штрих Шеффера

Задание 2

Построить логические схемы по формулам. Сделать минимизацию логических функций по возможности. Схемы реализовать на компьютере в программе и заполнить таблицу истинности.

1. $A \text{ AND } B \text{ OR NOT } C$;
2. $A \text{ AND NOT } B \text{ OR } C$;
3. $\text{NOT}(A \text{ AND NOT } B) \text{ OR } C$;
4. $A \text{ OR NOT } B \text{ AND } C$;
5. $A \text{ OR NOT}(\text{NOT } B \text{ AND } C)$;
6. $\text{NOT}(A \text{ OR } B) \text{ AND NOT } C$;
7. $\text{NOT}(A \text{ AND } B) \text{ OR NOT } C$;
8. $\text{NOT } A \text{ OR } B \text{ AND } C$;
9. $\text{NOT}(\text{NOT } A \text{ OR } B \text{ OR } C)$;
10. $\text{NOT}(\text{NOT } A \text{ OR } B \text{ AND NOT } C)$.