

Лабораторная работа № 1.

Тема: Анализ и синтез комбинационных узлов ЭВМ. Дешифратор.

1. Цель работы:

Изучить принципы построения и функционирования дешифратора.

2. Программа работы.

- 2.1. Изучить приемы работы с “Electronic Workbench”, назначение и принцип действия используемых логических элементов.
- 2.2. Синтезировать и начертить схему дешифратора 3-разрядного числа.
- 2.3. Ввести схему дешифратора и проверить его работу.
- 2.4. Изучить принцип работы дешифратора K155ИД4 (SN74155).
- 2.5. Начертить схему исследования дешифратора.
- 2.6. Исследовать работу дешифратора K155ИД4.

3. Краткие теоретические сведения.

Логические схемы, входящие в состав любого цифрового устройства, строятся из логических элементов. Одним из основных требований к набору логических элементов является требование функциональной полноты. В алгебре логики показывается, что функционально полной системой являются наборы из элементов И, ИЛИ и НЕ (см рис. 1).

Задача построения схемы из такого набора логических элементов сводится прежде всего к её представлению в виде выражения алгебры логики.

Двоичная переменная (y), значения которой зависят от значений других двоичных переменных (x_1, x_2, \dots, x_n), именуемых аргументами, называется переключательной (двоичной, булевой) функцией.

Задание двоичной функции означает, что каждому из возможных сочетаний (наборов) аргументов x_1, x_2, \dots, x_n поставлено в соответствие определенное значение y .

При составлении выражений, описывающих произвольную переключательную функцию, важное значение имеют две простейшие переключательные функции: конститутенты единицы и нуля.

Конституентой единицы (минитермом) называется переключательная функция n переменных, равная единице только на одном наборе значений аргументов.

Конституентой нуля (макситермом) называется переключательная функция n переменных, равная нулю только на одном наборе значений переменных.

Рассмотрим способ выражения переключательной функции в аналитической форме.

Пусть имеется функция y , заданная своими значениями для всех наборов (см. табл.1)

Изображение логических элементов

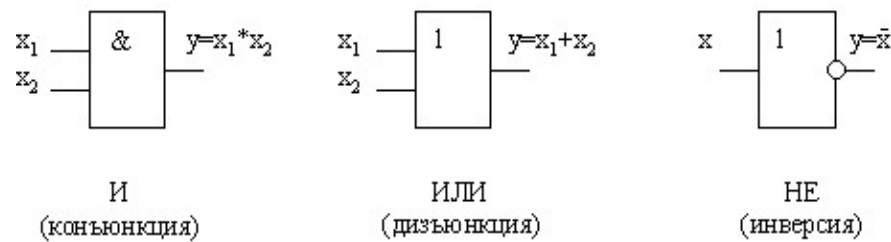


Рис.1.

Реализация функции

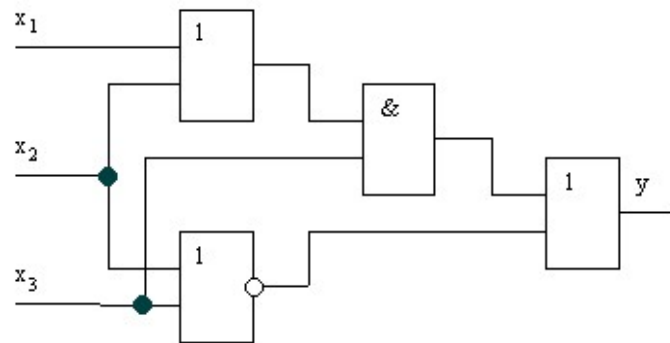


Рис.2.

Функциональная схема дешифратора

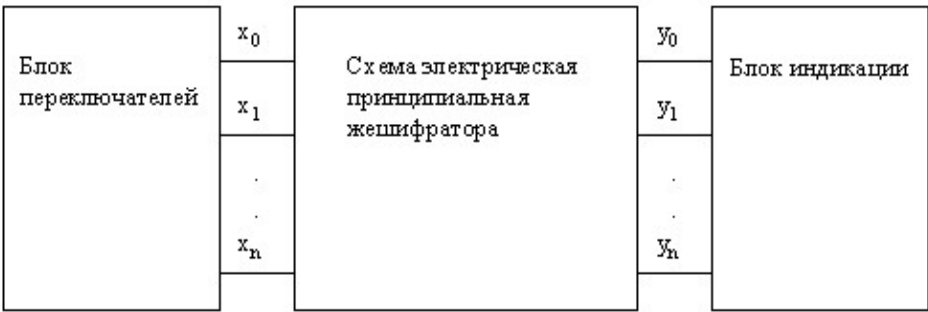


Рис.3.

Таблица 1.

№ набора	x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

Для представления данной переключательной функции в аналитической форме необходимо:

1. Записать сумму произведений всех аргументов, причем число таких произведений равно числу наборов, на которых данная функция равна единице.

2. Над аргументами, принимающими значения нуля в данном наборе аргументов, ставятся знаки инверсии.

Для переключательной функции, соответствующей табл. 1, получим:

$$y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Такое представление функций называется совершенной дизъюнктивной нормальной формой (СДНФ).

Переключательную функцию можно представить также в совершенной конъюнктивной нормальной форме (СКНФ):

$$f(x) = \text{conj}(j \in \sigma_\phi) M_j(x)$$

где j - совокупность номеров наборов, на которых функция равна нулю. Такое представление целесообразно применять, если число наборов, на которых функция равна нулю, меньше числа наборов, на которых функция равна единице.

Полученное аналитическое выражение служит основой для построения логической схемы.

Прежде чем строить логическую схему, реализующую требуемую переключательную функцию, целесообразно упростить выражение этой функции. Ниже приводится ряд возможных приемов упрощения:

1. Склеивание

$$\begin{aligned} Ax + A\overline{x} &= A; \\ (A + x) \cdot (A + \overline{x}) &= A. \end{aligned}$$

2. Поглощение

$$\begin{aligned} Ax + A &= A; \\ (A + x) \cdot A &= A. \end{aligned}$$

3. Вынесение за скобки

$$\begin{aligned} Ax_1 + Ax_2 &= A(x_1 + x_2); \\ (A + x_1)(A + x_2) &= A + (x_1x_2). \end{aligned}$$

4.Внесение за скобки

$$x + \bar{x}A = x + A;$$

$$x(\bar{x} + A) = A \cdot x.$$

Применив указанные приемы, получим:

$$y = \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_3(x_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2) = \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + x_3(x_2 + x_1)$$

Применив к первому минитерму закон де Моргана, согласно которому $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$; $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$, получим:

$$y = \overline{(x_2 + x_3)} + x_3(x_2 + x_1)$$

На рис. 2 приведена логическая схема, реализующая эту функцию.

4. Методические указания по выполнению работы.

4.1. Синтезировать дешифратор 3-х разрядного числа в соответствии с переключательной функцией, приведенной в табл. 2.

Дешифратором называется логическая схема, преобразующая поступающий на ее входы код числа в управляющий сигнал, формируемый только на том ее выходе, номер которого соответствует поступившему на входы коду сигнала.

Таблица 2.

№	x_2	x_1	x_0	y_0	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

4.1.1. Зарисовать в отчет схему электрическую принципиальную, в соответствии с полученным аналитическим выражением, по примеру функциональной схемы на рис. 3.

4.1.2. Ввести схему дешифратора и проверить его работу.

4.1.3. Продемонстрировать преподавателю правильность функционирования дешифратора.

4.2. Изучить принцип работы дешифратора К155ИД4 (SN74155). Дешифратор на микросхеме имеет следующее графическое представление (рис. 4.)

В этом представлении обозначение «DC» указывает на дешифратор. Кружочки на выводах $A0 - A3$ и $B0 - B3$ говорят о том, что этот дешифратор с инверсными выходами (активный уровень низкий).

Названная микросхема может выполнять следующие функции:

- двойного дешифратора 2 на 4, то есть в микросхеме содержится два дешифратора, каждый из которых имеет два входа и четыре выхода;
- дешифратор 3 на 8;
- двойного демультиплексора 1 на 4;
- демультиплексора 1 на 8;

Демультиплексор – это коммутатор, осуществляющий передачу информации из одного входного канала в тот выходной канал, номер которого задан на входе демультиплексора.

Микросхема К155ИД4 имеет два адресных входа с весами $2^0=1$ и $2^1=2$ (выводы 3 и 13), осуществляющими выбор одного из выходов группы A и B . Например, если на входы 2^0 и 2^1 поданы две единицы, то это означает, что будут выбраны выходы с номером 3, так как $2^0+2^1=1+2=3$. В дешифраторе с выходами группы A используется отдельный стробирующий вход EA (вывод 14), в дешифраторе с выходами B – вход EB (вывод 2). Для демультиплексирования на выходы A используется информационный вход DA (вывод 15), для демультиплексирования на выходы B – вход DB (вывод 1).

Если объединить входы DA (вывод 15) и DB (вывод 1), то микросхема будет работать как дешифратор 3 на 8, при этом объединенные входы будут рассматриваться как адресный вход с весом $2^2=4$.

4.2.1. Схему на рис. 5 занести в отчет.

4.2.2. Ввести схему дешифратора и проверить его работу для всех режимов (при проверке дешифратора 3 на 8 видоизменить схему, видоизменение отразить в отчете).

4.2.3. Продемонстрировать преподавателю знание работы микросхемы.

5. Содержание отчета.

- 5.1. Описание процедуры синтеза схемы.
- 5.2. Схема синтезируемого устройства.
- 5.3. Схема дешифратора на ИС К155ИД4.
- 5.4. Видоизмененная схема дешифратора (дешифратор 3 на 8).
- 5.5. Выводы.

6. Контрольные вопросы.

- 6.1. К чему сводится задача построения комбинационной схемы ?
- 6.2. Какими приемами упрощения вы пользовались при синтезе ?
- 6.3. Что такое дешифратор ?
- 6.4. Что такое демультиплексор ?

Условное обозначение ИС К155ИД4

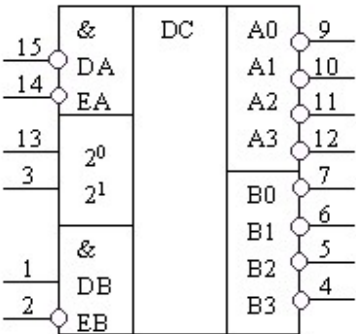


Рис.4.

Схема для исследования ИС К155ИД4

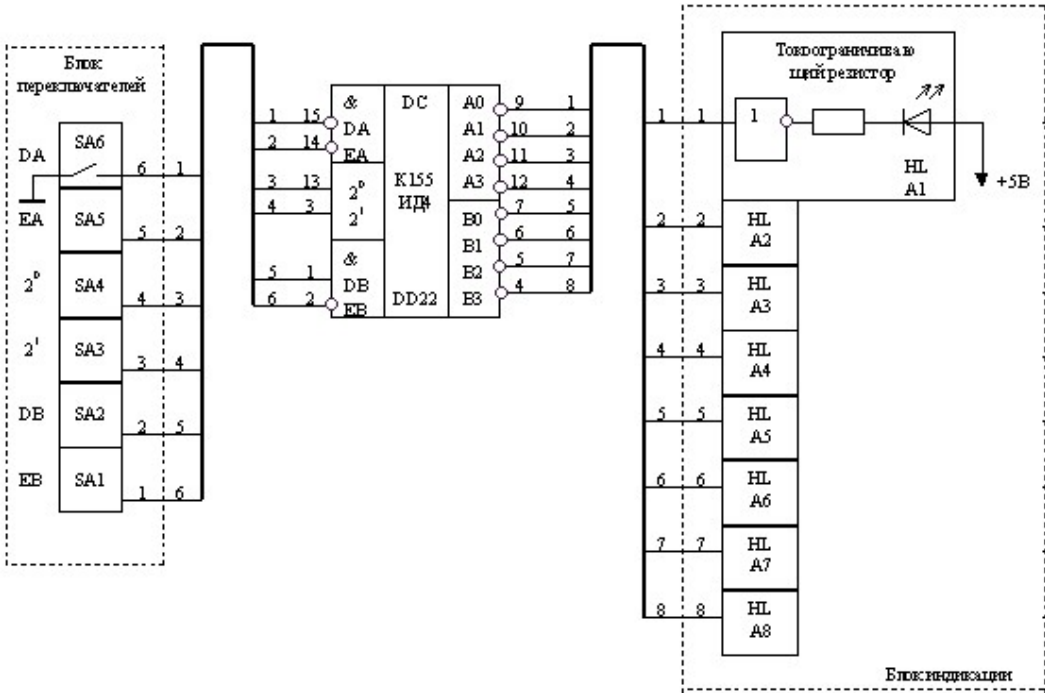


Рис.5.

Лабораторная работа № 2.

Тема: Синтез комбинационных суммирующих устройств. АЛУ.

1. Цель работы:

Изучить принципы работы суммирующих устройств.

2. Программа работы.

- 2.1. Синтезировать и начертить схему полусумматора и одноразрядного сумматора.
- 2.2. Ввести схему полусумматора и проверить его работу.
- 2.3. Ввести схему одноразрядного сумматора и проверить его работу.
- 2.4. Изучить принцип работы 4-х разрядного АЛУ K155ИПЗ (SN74181).
- 2.5. Начертить и ввести схему исследования АЛУ.
- 2.6. Исследовать работу АЛУ K155ИПЗ.

3. Краткие теоретические сведения.

Сумматор – схема, осуществляющая получение арифметической суммы двух одноразрядных двоичных чисел. Числа в двоичной системе складываются по тем же правилам, что и в десятичной системе счисления:

Например:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 2\ 1 \\ +\ 2\ 2 \\ \hline 4\ 3 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \overset{1}{\curvearrowright} \overset{1}{\curvearrowright} \overset{1}{\curvearrowright} \text{ — Перенос} \\ \begin{array}{r} 1\ 0\ 1\ 1 \\ +\ 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 1\ 0\ 0 \end{array} \end{array}$$

Основу сумматоров составляют либо элементарные одноразрядные комбинационные сумматоры, либо элементарные автоматы с памятью. Соответственно принято делить сумматоры на комбинационные и накапливающие.

Одноразрядные комбинационные сумматоры, осуществляют сложение двух двоичных разрядов X , Y и значения переноса Z из младшего разряда и осуществляют выработку значения суммы S и переноса P в старший разряд.

Одноразрядный сумматор с тремя входами строится в соответствии с таблицей 1 двоичного сложения.

Таблица. 1.

X	Y	Z	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1