

Задание

Синтезировать логическую схему устройства и построить принципиальную схему на микросхемах серий 74хх. Микросхемы должны содержать в своем корпусе только элементы ИЛИ-НЕ или И-НЕ (в зависимости от заданного базиса) с любым числом входов.

Синтез включает в себя: построение таблицы истинности, упрощение (форма КНФ или ДНФ), перевод в заданный базис, запись результирующего уравнения. В работе, соответственно, должны отображаться все вышеперечисленные этапы.

Устройство, логика работы которого задается таблично. Функция от четырех входных переменных. Выходной сигнал принимает значение «1» для входных наборов с номерами (8, 9, 11, 12, 14). Значение выходного сигнала не определено (*) для входных наборов с номерами (2, 13, 15). Базис ИЛИ-НЕ.

Решение.

Обозначим входные переменные через x_1, x_2, x_3, x_4 . По условию задания имеем один выход, который описывается функцией $f(x)$.

Строим для функций $f(x)$ таблицу истинности в соответствии с условием задачи. Звездочкой обозначим номера входных наборов, в которых значение выходного сигнала не определено

№	Входы				Выход
	x_1	x_2	x_3	x_4	$f(x)$
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	*
3	0	0	1	0	0
4	0	0	1	1	0
5	0	1	0	0	0
6	0	1	0	1	0
7	0	1	1	0	0
8	0	1	1	1	1
9	1	0	0	0	1
10	1	0	0	1	0
11	1	0	1	0	1
12	1	0	1	1	1
13	1	1	0	0	*
14	1	1	0	1	1
15	1	1	1	0	*
16	1	1	1	1	0

Выпишем из таблицы истинности для функции $f(x)$ те комбинации ходов, которым на выходе соответствует логическая единица.

Если в таблице истинности входы x_1, x_2, x_3, x_4 равны логической единице, то в конъюнкцию они записываются без инверсии, если входы равны логическому нулю, то записываем их с инверсией $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4$.

Получим следующую таблицу

Входы				Выход	Конъюнкция
x_1	x_2	x_3	x_4	$f(x)$	
0	1	1	1	1	$\bar{x}_1x_2x_3x_4$
1	0	0	0	1	$x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4$
1	0	1	0	1	$x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4$
1	0	1	1	1	$x_1\bar{x}_2x_3x_4$
1	1	0	1	1	$x_1x_2\bar{x}_3x_4$

Тогда совершенная дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) для функции $f(x)$ имеет вид

$$f(x) = \bar{x}_1x_2x_3x_4 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 + x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4 + x_1\bar{x}_2x_3x_4 + x_1x_2\bar{x}_3x_4 \quad (1)$$

Для минимизации полученного логического выражения используем диаграмму Вейча, показанную на рисунке 1. Диаграмма Вейча с четырьмя входами x_1, x_2, x_3, x_4 допускает 16 комбинаций входов. Эти комбинации представлены соответственно 16 квадратами диаграммы. Нанесем на диаграмму 5 единиц, которые соответствуют 5 конъюнкциям в логическом выражении для $f(x)$. Также отметим три клетки, в которых значение функции $f(x)$ неопределено

	$\bar{x}_3\bar{x}_4$	\bar{x}_3x_4	x_3x_4	$x_3\bar{x}_4$
$\bar{x}_1\bar{x}_2$		*		
\bar{x}_1x_2			1	
x_1x_2	1*	1		*
$x_1\bar{x}_2$	1		1	1

Рис. 1. Минимизация функции $f(x)$.

Клетка с конъюнкцией $\bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3x_4$ не имеет соседних и не может быть использована для упрощения ДНФ. Помещение единицы в клетку с конъюнкцией $x_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4$ позволяет образовать два контура и упростить на одну переменную два слагаемых в (1). Клетка с конъюнкцией $x_1x_2x_3\bar{x}_4$ не приводит к образованию новых контуров и не может быть использована для упрощения ДНФ.

Записываем минимальную ДНФ функции $f(x)$

$$f(x) = \bar{x}_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4 + x_1 \bar{x}_2 x_3 \quad (2)$$

Перейдем в минимальной ДНФ функции $f(x)$ к базису ИЛИ-НЕ с помощью закона двойного отрицания и закона Моргана

$$\begin{aligned} f(x) &= \overline{x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4} + \overline{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + x_3} + \overline{\bar{x}_1 + x_3 + x_4} + \overline{\bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_3} = \\ &= \overline{\overline{x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4} + \overline{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + x_3} + \overline{\bar{x}_1 + x_3 + x_4} + \overline{\bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_3}} = \end{aligned}$$

Построим принципиальную схему устройства на микросхемах серии 74xx, содержащих в своем корпусе только элементы ИЛИ-НЕ.

Используем следующие микросхемы

SN7404 - 6 × НЕ

SN7427 - 3 × 3ИЛИ – НЕ

SN7425 - 2 × 4ИЛИ – НЕ (с входом разрешения)

Принципиальная электрическая схема представлена на рисунке 2.

Перечень элементов принципиальной электрической схемы имеет следующий вид.

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Количество</i>	<i>Примечание</i>
<i>D1</i>	<i>SN7404</i>	<i>1</i>	
<i>D2</i>	<i>SN7425</i>	<i>1</i>	
<i>D3</i>	<i>SN7427</i>	<i>1</i>	

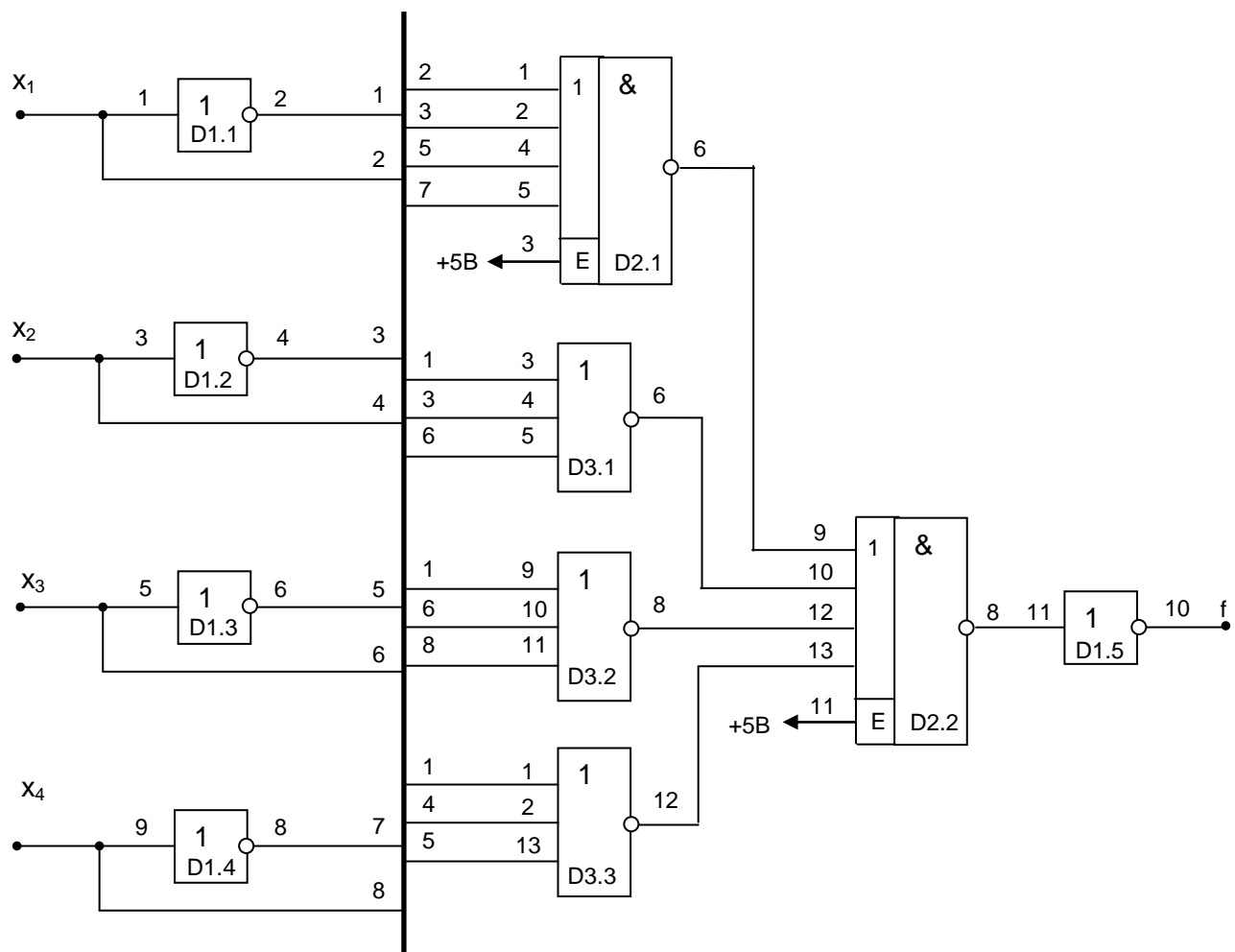


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема устройства.