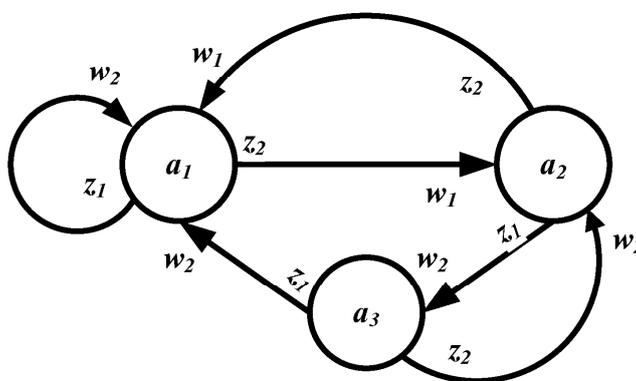


ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ

Материал для практических заданий, разработанный для самостоятельного освоения в условиях удаленной системы обучения

часть 6



Материал для проведения практических занятий по одному из основных разделов дисциплины “Теория автоматов” – “Логические основы цифровых автоматов”.

Целью занятий является практическое закрепление знаний о формах представления и методах преобразования логических функций, а также методике синтеза комбинационных схем.

Каждое практическое занятие включает в себя постановку цели занятия, краткий теоретический материал по теме, характерные примеры, контрольные вопросы и упражнения для самостоятельной работы.

До проведения занятия студент должен уяснить его цель и ответить на контрольные вопросы. Во время занятия разбираются примеры и выполняются упражнения по вариантам. Контроль знаний проводится по результатам ответов на контрольные вопросы и выполнения упражнений.

6. Практическое занятие № 6. Синтез комбинационных схем в базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ»

Комбинационной схемой (КС) называется устройство, имеющее один или несколько входов, один или несколько выходов и реализующее одну или несколько ЛФ

$$Y_i = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = \overline{1, \dots, m}$$

Принципиальной особенностью КС является возможность обработки только той информации, которая представлена на входах этих схем в один и тот же момент времени.

Выходные сигналы КС полностью определяются действующим набором (комбинацией) значений входных логических переменных.

Под базисом «И-НЕ» понимается логический элемент «И-НЕ», реализующий логическую функцию – «штрих Шеффера» $Y = \overline{x_1 x_2 \dots x_n}$, на основе которой синтезируется КС.

Аналогично, под базисом «ИЛИ-НЕ» понимается логический элемент «ИЛИ-НЕ», реализующий логическую функцию «стрелка Пирса» $Y = \overline{x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n}$.

В зависимости от условий задача синтеза КС может быть сформулирована по - разному:

- 1) синтезировать КС с минимальными затратами оборудования при заданном быстродействии;
- 2) построить КС с максимальным быстродействием при заданных ограничениях на число и тип используемых логических элементов.

Целью практического занятия является изучение способов построения КС в базисе логических элементов: «штрих Шеффера» (И-НЕ) и «стрелка Пирса» (ИЛИ-НЕ).

На рисунке 6.1 «а» и «б» представлены условные графические обозначения ЛЭ, реализующие ЛС «штрих Шеффера» и «стрелка Пирса» соответственно.

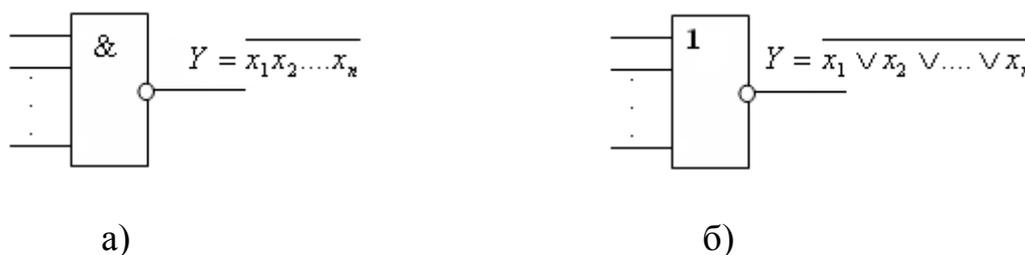


Рисунок 6.1 - Условное графическое обозначение ЛЭ:
а) «штрих Шеффера» (И-НЕ), б) «стрелка Пирса» (ИЛИ-НЕ)

В процессе синтеза КС в базисе «И-НЕ» и («ИЛИ-НЕ») обычно необходимо выполнить следующие преобразования:

- 1) получить МДНФ (МКНФ) ЛФ Y и \bar{Y} ;
- 2) получить двойное отрицание функции Y и \bar{Y} ;
- 3) раскрыть одно отрицание по закону де Моргана для базиса И-НЕ $\overline{x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \dots \cdot \overline{x_n}$, для базиса ИЛИ-НЕ: $\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \dots \vee \overline{x_n}$;
- 4) построить КС для функций Y и \bar{Y} по полученным формулам;
- 5) на выходе КС, реализующей обратную функцию \bar{Y} , поставить инвертор;
- 6) из двух построенных КС в соответствии с требованиями к синтезируемой схеме выбрать лучший вариант.

Лучший вариант выбирается с учетом заданного критерия оценки КС, например, минимальных затрат оборудования КС, либо максимального быстродействия КС.

Затраты на оборудование КС оцениваются на основе следующих показаний:

- 1) критерий Квайна, представляющий собой суммарное число входов всех ЛЭ схемы;
- 2) число ЛЭ в КС;
- 3) число корпусов интегральных микросхем, на которых собрана КС, или суммарный коэффициент оборудования $K_{об}$.

Для оценки быстродействия используют суммарную величину временной задержки появления выходного сигнала КС после подачи на ее вход входного сигнала. Задержка сигнала по i -ому входу равна сумме задержек ЛЭ, лежащих на самом длинном пути от i -ого входа к выходу КС.

В качестве примеров рассмотрим синтез КС в базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ» для ЛФ Y , представленной картой Карно на рисунке 6.2 «а» и «в» и ЛФ \bar{Y} , представленной картой Карно на рисунке 6.2 «б» и «г».

		X_3X_4			
		00	01	11	10
X_1X_2	00	1	0	0	1
	01	0	1	1	1
	11	0	1	1	0
	10	1	0	0	1

а)

		X_3X_4			
		00	01	11	10
X_1X_2	00	1	0	0	1
	01	0	1	1	1
	11	0	1	1	0
	10	1	0	0	1

б)

		X_3X_4			
		00	01	11	10
X_1X_2	00	0	1	1	0
	01	1	0	0	0
	11	1	0	0	1
	10	0	1	1	0

в)

		X_3X_4			
		00	01	11	10
X_1X_2	00	0	1	1	0
	01	1	0	0	0
	11	1	0	0	1
	10	0	1	1	0

г)

Рисунок 6.2 – Карты Карно: “а” и “в” для ЛФ Y и “б” и “г” ЛФ \bar{Y}

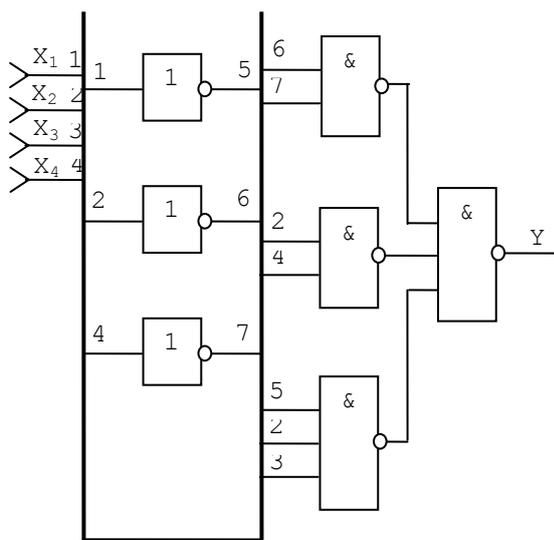
Для каждой карты Карно получены следующие минимальные формы:

- а) $Y = \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2x_4 \vee x_1x_2x_3$;
 б) $\bar{Y} = (x_2 \vee \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)$;
 в) $Y = x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2x_4$;
 г) $\bar{Y} = (x_2 \vee x_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_3)$.

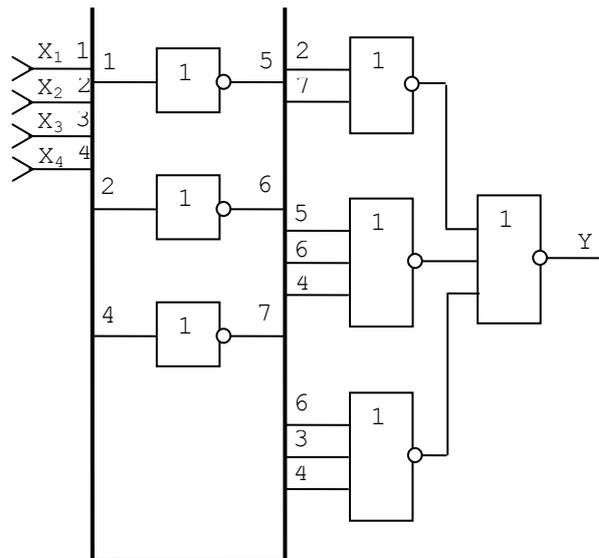
Получим двойное отрицание МДНФ и МКНФ:

- а) $Y = \overline{\overline{x_2 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2x_4 \vee x_1x_2x_3}} = \overline{\overline{x_2 \cdot \bar{x}_4} \cdot \overline{\overline{x_2x_4} \cdot \overline{\overline{x_1x_2x_3}}}}$;
 б) $\bar{Y} = \overline{\overline{(x_2 \vee \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)}} = \overline{\overline{(x_2 \vee \bar{x}_4)} \vee \overline{\overline{(x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_4)} \vee \overline{\overline{(x_2 \vee x_3 \vee x_4)}}}}$;
 в) $Y = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \vee x_2x_4}} = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_4} \cdot \overline{\overline{x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4} \vee \overline{\overline{x_2x_4}}}}$;
 г) $\bar{Y} = \overline{\overline{(x_2 \vee x_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_3)}} = \overline{\overline{(x_2 \vee x_4)} \vee \overline{\overline{(x_2 \vee \bar{x}_4)} \vee \overline{\overline{(x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_3)}}}}$

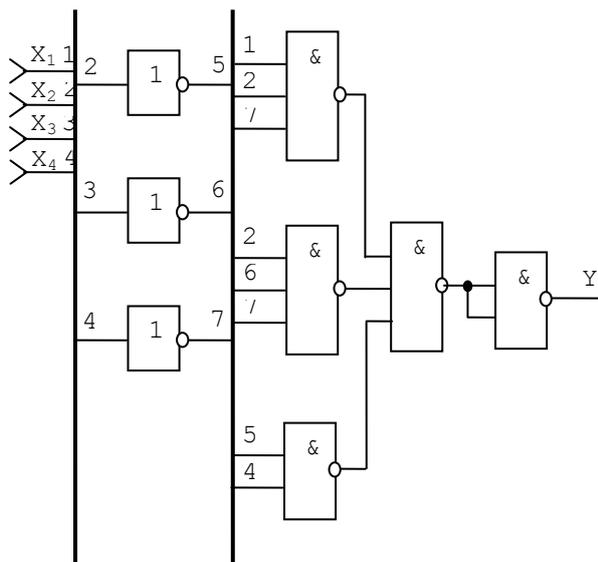
На рисунке 6.3 представлены комбинационные схемы, соответствующие выражениям “а”, “б”, “в”, “г”.



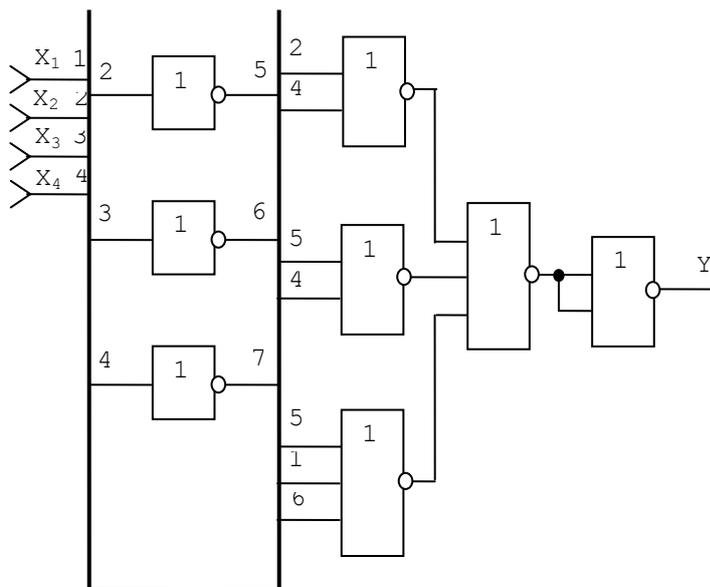
а)



б)



в)



г)

Рисунок 6.3 – Комбинационные схемы

В таблице 6.1 для составления синтезированных вариантов КС приведены показатели качества КС, в частности: по сложности и по быстродействию. На практике иногда, в случае, если время задержки логических элементов равны, величину быстродействия оценивают числом временных задержек – ярусов. Так, для схемы “а” число ярусов равно 3, для схемы “б” – 3, для схемы “в” – 4, для схемы “г” – 4.

Таблица 6.1 – Показатели качества КС

Вариант КС	Показатель качества КС	
	Сложность (критерий Квайна)	Быстродействие (число ярусов)
а) базис И-НЕ для Y	13	3
б) базис ИЛИ-НЕ для Y	14	3
в) базис И-НЕ для \bar{Y}	16	4
г) базис ИЛИ-НЕ для \bar{Y}	15	4

Сопоставление вариантов показывает, что реализация функции Y в базисах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ» имеет неодинаковые характеристики и предпочтительнее применение функции Y в базисе И-НЕ.

Контрольные вопросы

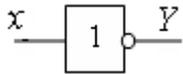
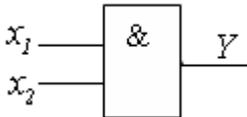
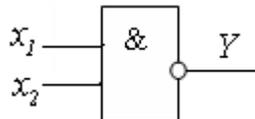
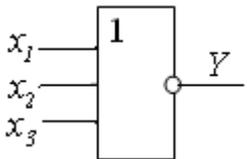
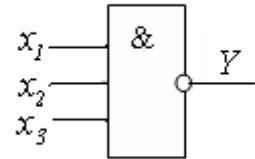
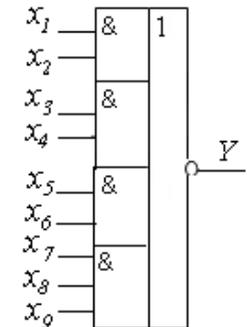
- 1 Сформулировать задачу синтеза КС.
- 2 Какие показатели оценки качества используют при синтезе КС.
- 3 Перечислить основные операции, выполняемые при синтезе КС.

Упражнение № 6

- 1 Синтезировать КС на элементах «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ» с неограниченным числом входов ЛЭ, реализующего ЛФ, приведенную в упражнение № 1. Дать оценку КС по сложности и по быстродействию.
- 2 Выполнить п.1 с числом входов ЛЭ, равным двум.

Приложение А
(справочное)

Таблица А.1 – Обозначение логических элементов в схемах

Наименов. ИМС		Функциональное назначение	Реализация ЛФ	Графическое изображение ЛЭ	K _{об}	t _{зад.ус.ед.}
K155	K561					
ЛН1	ЛН2	6 логических элементов НЕ (инвертор)	$Y = \bar{x}$		1/6	1
ЛИ1		4 логических элемента 2И (конъюнктор)	$Y = x_1 x_2$		1/4	1
ЛА3	ЛА7	4 логических элемента 2И-НЕ (конъюнктор с инвертором)	$Y = \overline{x_1 x_2}$		1/4	1
	ЛЕ10	3 логических элемента 3ИЛИ-НЕ (дизъюнктор с инвертором)	$Y = \overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3}$		1/3	1
ЛА4	ЛА9	3 логических элемента 3И-НЕ	$Y = \overline{x_1 x_2 x_3}$		1/3	1
ЛР3		Логический элемент 2-2-2-3И-4ИЛИ-НЕ	$Y = \overline{x_1 x_2 \vee x_3 x_4 \vee x_5 x_6 \vee x_7 x_8}$		1	1.53