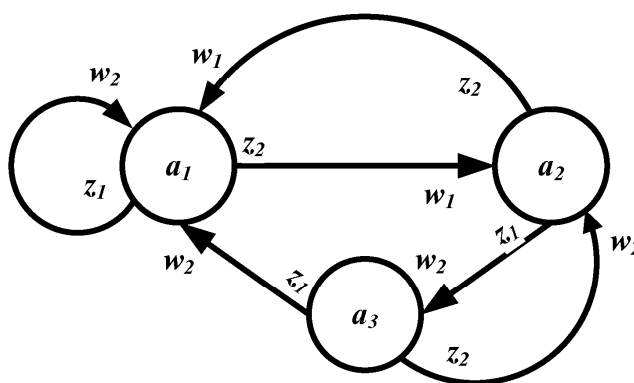


ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ

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

часть 7



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.

7. Практическое занятие № 7. Синтез комбинационных схем в базисе логических элементов серий К155 и К561

Наиболее широкое распространение в современной аппаратуре получили серии ИС ТТЛ (транзисторно-транзисторная логика), ЭСЛ (эмиттерно-связанная логика) и схемы на МОП структурах (металл-окисел-полупроводник), так как эти ЦИС отличаются лучшими электрическими параметрами, удобны в применении, имеют более высокий уровень интеграции и обладают большим функциональным разнообразием.

ИС на ТТЛ (например, серии К155, К133) изготавливаются на пластинах кремния по планарно-эпитаксиальной технологии. Функционально полную основу комплекса таких интегральных схем составляют универсальные элементы типа И-НЕ. Они являются логическими базовыми схемами. Разновидности элементов И-НЕ имеют дополнительные входы, позволяющие строить логические схемы И-ИЛИ-НЕ, расширяемые по входу ИЛИ.

Большие выходные и сравнительно невысокие выходные токи способствуют хорошему согласованию схем между собой.

Особенности ТТЛ ИС, в частности применение в выходном каскаде сложного инвертора, увеличивают ток потребления при переключении. Это увеличивает динамическую мощность потребления с ростом частоты переключения и ограничивает время нарастания и спада выходных импульсов до 150 нс (кроме схем с открытым коллекторным входом, для которых это время не ограничивается).

Микросхемы КМОП-технологии (например, серии К561, К564, К176) имеют малую потребляемую мощность при высокой помехоустойчивости и нагрузочной способности. Так как МОП-транзисторы по сравнению с биполярными имеют меньшие размеры, то это позволяет разместить на единице площади кристалла большее число элементов при более простой технологии.

Рассмотрим синтез КС на элементах ИМС К155, К561, который выполняется по методике, рассмотренной на предыдущем занятии.

При реализации КС на конкретных ИМС необходимо учесть следующие особенности:

1 Интегральные микросхемы, реализующие логические функции, имеют строго определенное число входов, поэтому для обеспечения надежной работы неиспользуемые входы либо подключают к используемому, либо, в зависимости от условий, на эти входы подают постоянно сигнал с уровнем «0» и «1» (см. рисунок 7.2, «а»).

2 Если ранг ЭК или ЭД больше количества входов ЛЭ ИМС, то он набирается из нескольких ЛЭ (рисунок 7.2 «г»).

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

Рассмотрим пример синтеза КС на базе ЛЭ серии ИМС К155. Пусть ЛФ Y и \bar{Y} заданы картами Карно, представленными на рисунке 7.1 “а” и “б”.

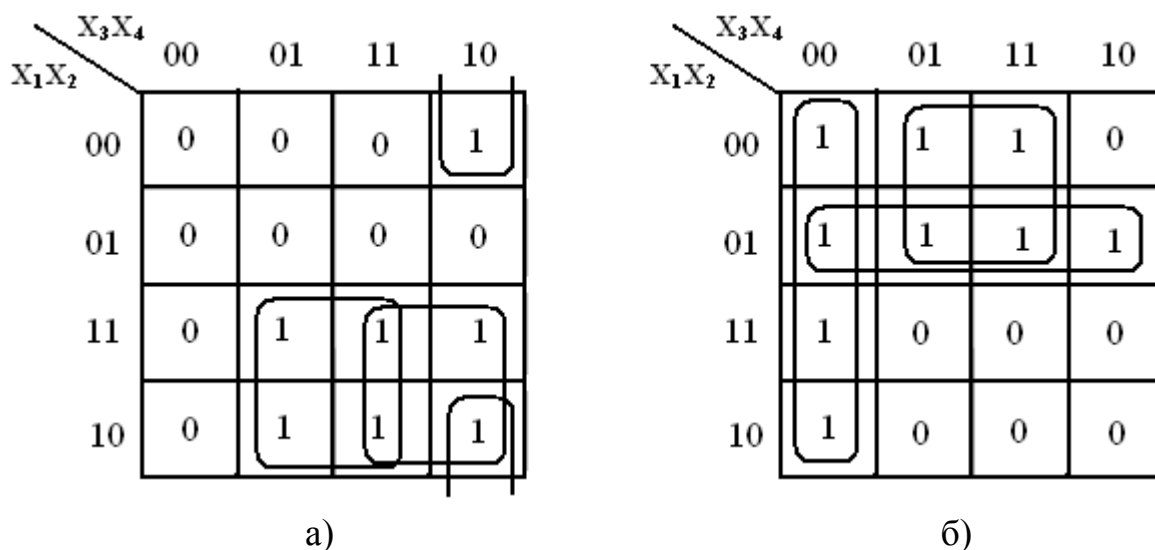


Рисунок 7.1 – Карты Карно для ЛФ Y и \bar{Y}

МДНФ ЛФ Y и \bar{Y} имеет следующий вид:

$$Y = x_1x_4 \vee x_1x_3 \vee x_2x_3x_4 \quad (7.1)$$

$$\bar{Y} = \overline{x_3x_4} \vee \overline{x_1x_2} \vee \overline{x_1x_4} \quad (7.2)$$

Преобразуем, эти формулы в базис «И-НЕ»:

$$Y = \bar{\bar{Y}} = \overline{\overline{x_1x_4 \vee x_1x_3 \vee x_2x_3x_4}} = \overline{\overline{x_1x_4} \cdot \overline{x_1x_3} \cdot \overline{x_2x_3x_4}}; \quad (7.3)$$

$$Y = \bar{(\bar{Y})} = \overline{\overline{x_3x_4} \vee \overline{x_1x_2} \vee \overline{x_1x_4}} = \overline{\overline{x_3x_4} \cdot \overline{x_1x_2} \cdot \overline{x_1x_4}}. \quad (7.4)$$

На рисунке 7.2, “а”, “б”, “в”, “г” представлены варианты КС, соответствующие формулам (7.1)-(7.4) на базе ЛЭ серии ИМС К155. Обозначение логических элементов в схемах представлено в приложении А.

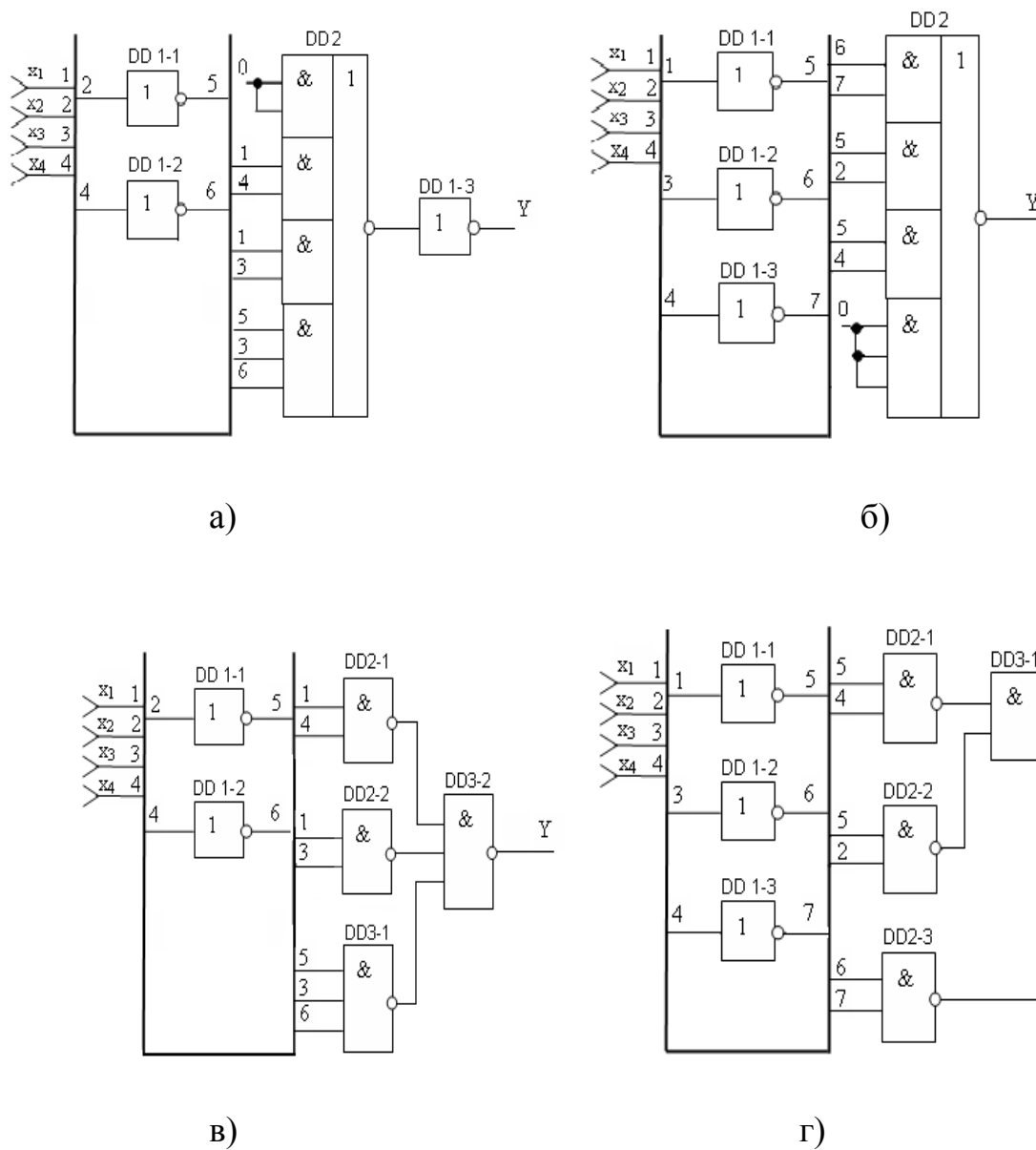
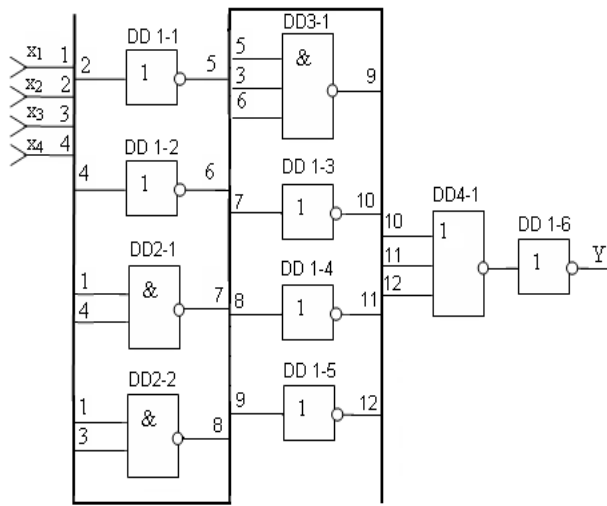


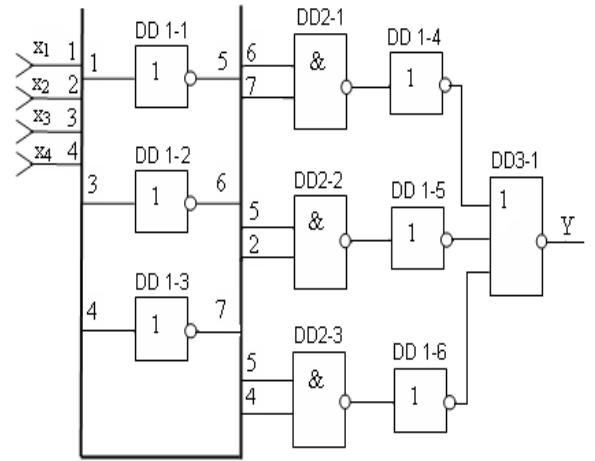
Рисунок 7.2 - Варианты КС, соответствующие формулам (7.1)-(7.4) на базе ЛЭ серии ИМС К155

Рассмотрим пример синтеза КС на базе ЛЭ серии ИМС К561.

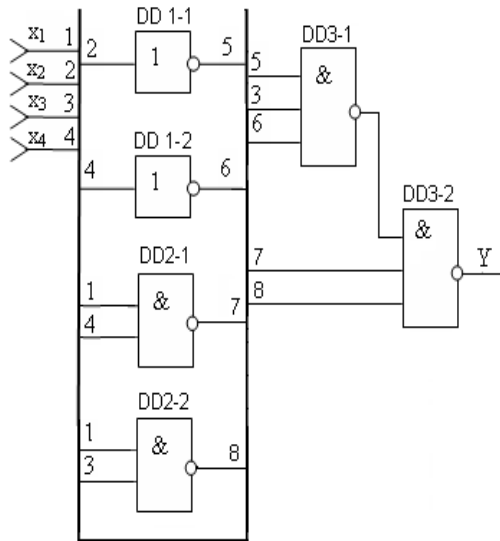
На рисунке 7.3, “а”, “б”, “в”, “г” представлены варианты КС, соответствующие формулам (7.1)-(7.4) на базе ЛЭ серии ИМС К561. Обозначение логических элементов в схемах представлено в приложении А.



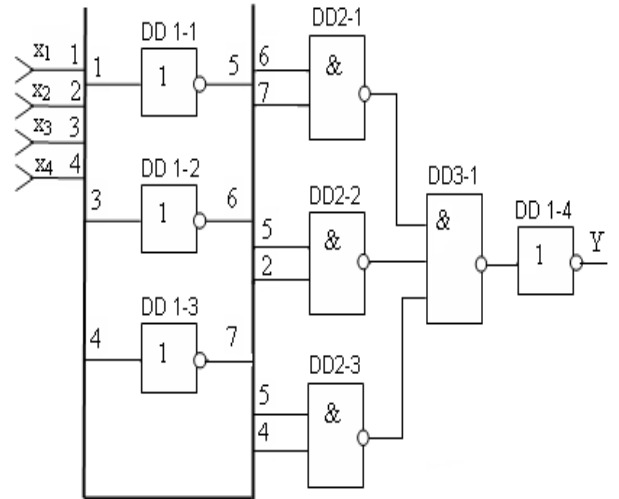
а)



б)



в)



г)

Рисунок 7.3 - Варианты КС, соответствующие формулам (7.1)-(7.4) на базе ЛЭ серии ИМС К561

Сравним полученные КС, построенные по МДНФ ЛФ и в базисе «И-НЕ»: КС «а» и «б» с КС «в» и «г».

Для сопоставления полученных КС в таблице 7.1 и 7.2 приведены показатели качества.

Таблица 7.1 - Показатели качества для серии ИМС К155

Вариант КС		Показатель качества КС			
		Сложность		Быстродействие	
		по критерию Квайна (числу входов ЛЭ)	по количеству корпусов ИМС	по числу ярусов КС	по задержке (условная временная единица)
по МДНФ	а)	10	2	3	2,53
	б)	9	2	2	2,53
в базисе «И-НЕ»	в)	12	3	3	3
	г)	13	3	4	3

Данные таблицы показывают, что варианты “а” и “б”, т.е. КС, построенные по МДНФ, экономичнее и имеют большее быстродействие.

Таблица 7.2 - Показатели качества для серии ИМС К561

Вариант КС		Показатель качества КС			
		Сложность		Быстродействие	
		по критерию Квайна (числу входов ЛЭ)	по количеству корпусов ИМС	по числу ярусов КС	по задержке (условная временная единица)
по МДНФ	а)	16	4	5	4
	б)	15	3	4	3
в базисе «И-НЕ»	в)	12	3	3	3
	г)	13	3	4	3

Данные таблицы показывают, что вариант “в” и “г”, т.е. КС, построенные в базисе «И-НЕ», экономичнее и имеют большее быстродействие.

Контрольные вопросы

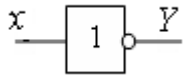
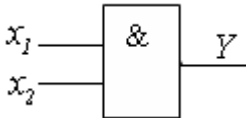
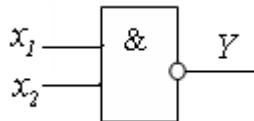
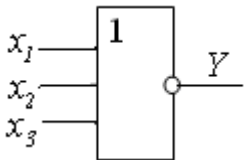
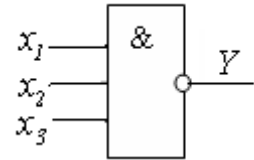
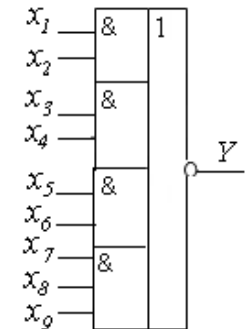
- 1 Изложите порядок синтеза КС на базе конкретной серии ИМС.
- 2 Сколько вариантов КС могут быть синтезированы для конкретной серии ИМС?

Упражнение № 7

- 1 Синтезировать КС на элементах серии ИМС К155 и К561 реализующую ЛФ, приведенную в упражнение № 1.
- 2 Оценить КС по сложности и по быстродействию.

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