

Липецкий государственный технический университет

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра электропривода

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Элементы систем автоматики»

**Разработка печатной платы преобразователя на ИС малой степени
интеграции**

Студент

Группа ЭП-18-1

Руководитель

Музылёва И. В.

к.т.н., доцент кафедры электропривода

Липецк 2020 г.

Липецкий государственный технический университет

Кафедра электропривода

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

по дисциплине «Элементы систем автоматики»

Студенту группы МР-19-1

Направление 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Профиль «Приводы робототехнических и мехатронных систем»

ФИО Пупкин Александр Родионович

Тема курсовой работы: «Разработка печатной платы преобразователя на ИС малой степени интеграции».

Руководитель работы: Музылёва Инна Васильевна

1. Для заданной формулы (согласно варианту):
 - 1.1. Построить функциональную и предварительную принципиальную без цоколёвки схемы преобразователя.
 - 1.2. Построить топологическую и принципиальную схемы преобразователя.
 - 1.3. Построить функциональную и предварительную принципиальную без цоколевки схемы преобразователя на основе дешифратора.
 - 1.4. Построить топологическую и принципиальную схемы преобразователя на основе дешифратора.
2. Построить каскад дешифраторов.
3. Построить каскад мультиплексоров.

Руководитель работы

(Музылёва И. В.)

Студент

(Пупкин А.Р.)

Аннотация

С.28. Ил.24. Табл.1. Библ.2.

Данная курсовая работа содержит расчётно-пояснительную записку. Расчётно-пояснительная записка включает в себя 28 страниц печатного текста. Имеется 24 иллюстрации, показывающие схемы разных видов, а также расчёт с помощью карт Карно. Присутствует 1 таблица, являющаяся таблицей истинности для 2-входовой схемы. Использованная литература состоит из 2 источников.

В представленной курсовой работе я минимизировал логические выражения с помощью карт Карно, ознакомился с интегральными схемами К155ЛН1, К155ЛИ1, К155ЛЛ1, К555ИД7, К155КП1, К155ЛЕ4, КР1561ИД6, строил на их основе схемы разных видов, изучил принцип работы каскадов дешифратора и мультиплексора. Отчёт по данной курсовой работе выполнен согласно требованиям.

Данная курсовая работа позволяет приобрести студентам навыки минимизации логических выражений, моделирования и построения схем в средах MS Visio, MATLAB, SprintLayout 6.0.

Оглавление

1 Разработка печатной платы преобразователя на ИС малой степени интеграции.....	5
1.1 Построение функциональной и предварительной принципиальной схем без цоколёвки преобразователя.....	5
1.2 Построение топологической и принципиальной схем преобразователя.....	16
1.3 Построение функциональной и предварительной принципиальной без цоколёвки схем преобразователя на основе дешифратора.....	19
1.4 Построение топологической и принципиальной схем преобразователя на основе дешифратора.....	22
2 Построение каскада дешифраторов.....	24
3 Построение каскада мультиплексоров.....	26
Список источников.....	28

1 Разработка печатной платы преобразователя на ИС малой степени интеграции

1.1 Построение функциональной и предварительной принципиальной без цоколёвки схем преобразователя

Задание: синтезировать логическую схему преобразователя на 2 входа, реализующего формулу:

$$x_{\text{ВЫХ}} = 10x_{\text{ВХ}}^2 + x_{\text{ВХ}} + 18.$$

Решение:

Максимальное значение $x_{\text{ВХ}}$ в двоичном коде представляет из себя 11_2 , что в десятичном выражении соответствует 3_{10} . Поэтому $x_{\text{ВЫХ.мах}}$ будет равно:

$$x_{\text{ВЫХ.мах}} = 10 \cdot 3^2 + 3 + 18 = 111_{10} = 1101111_2.$$

Следовательно, количество выходов схемы будет равно 7.

Найдем остальные значения $x_{\text{ВЫХ.мах}}$:

$$x_{\text{ВЫХ.мах}}(0) = 10 \cdot 0^2 + 0 + 18 = 18_{10} = 0010010_2,$$

$$x_{\text{ВЫХ.мах}}(1) = 10 \cdot 1^2 + 1 + 18 = 29_{10} = 0011101_2,$$

$$x_{\text{ВЫХ.мах}}(2) = 10 \cdot 2^2 + 2 + 18 = 60_{10} = 0111100_2.$$

На основании этих расчетов составлена таблица 1.

Таблица 1 – Таблица истинности для 2 – входовой схемы

Входной код			Выходной код							
В десятичном выражении	В двоичном коде		В десятичном выражении	В двоичном коде						
	a	b		Q ₆	Q ₅	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
	2 ¹	2 ⁰		2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
0	0	0	18	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	29	0	0	1	1	1	0	1
2	1	0	60	0	1	1	1	1	0	0
3	1	1	111	1	1	0	1	1	1	1

По данным таблицы составим логическое выражение для каждого выхода (1):

$$\begin{aligned} Q_6 &= ab, \\ Q_5 &= a\bar{b} + ab, \\ Q_4 &=\bar{a}\bar{b} + \bar{a}b + a\bar{b}, \\ Q_3 &=\bar{a}b + a\bar{b} + ab, \\ Q_2 &= \bar{a}b + a\bar{b} + ab, \\ Q_1 &= \bar{a}\bar{b} + ab, \\ Q_0 &= \bar{a}b + ab. \end{aligned}$$

Теперь необходимо проверить соответствие выходных сигналов входным, иными словами – таблицу истинности. Для этого смоделируем данную схему в пакете MATLAB (рисунки 1 – 4).

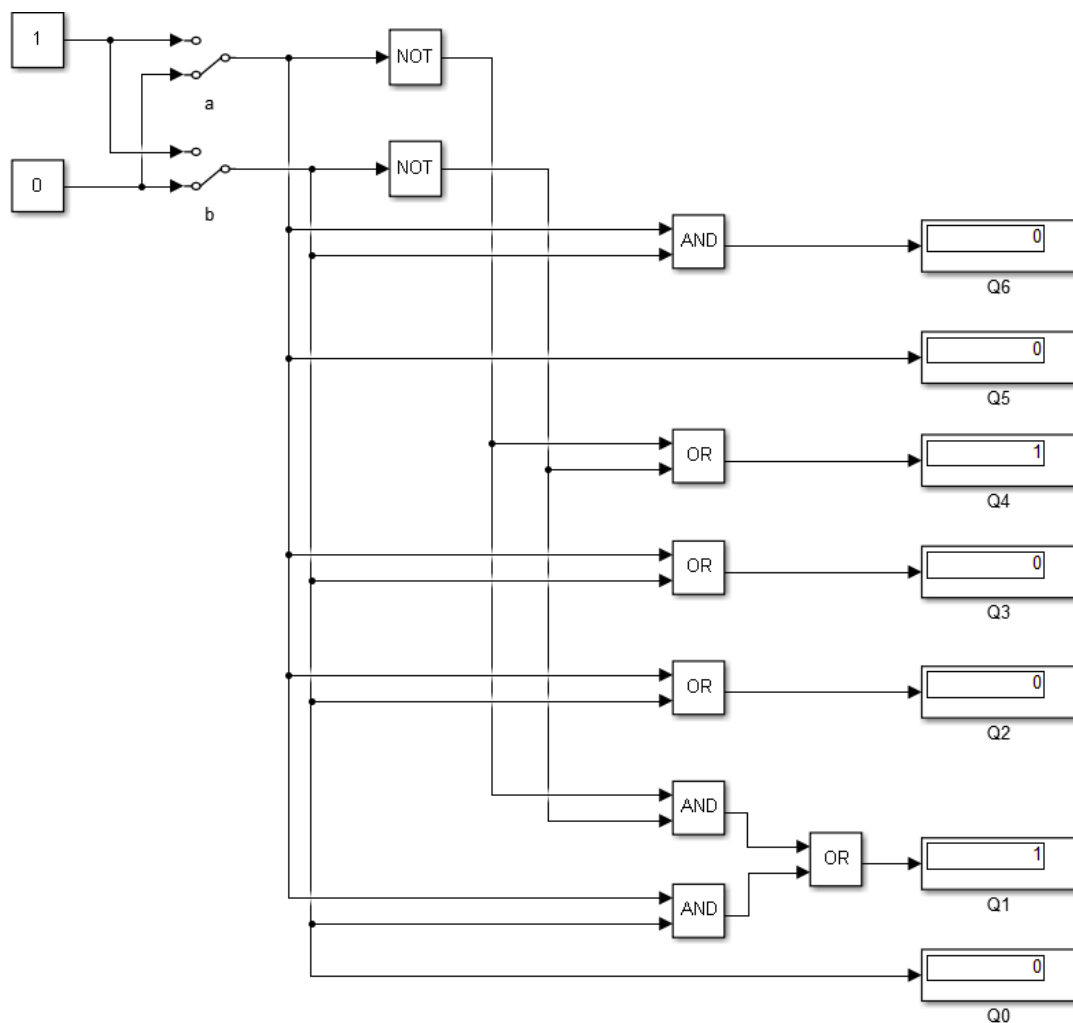


Рисунок 1 – Выходной код для входных $a = 0, b = 0$

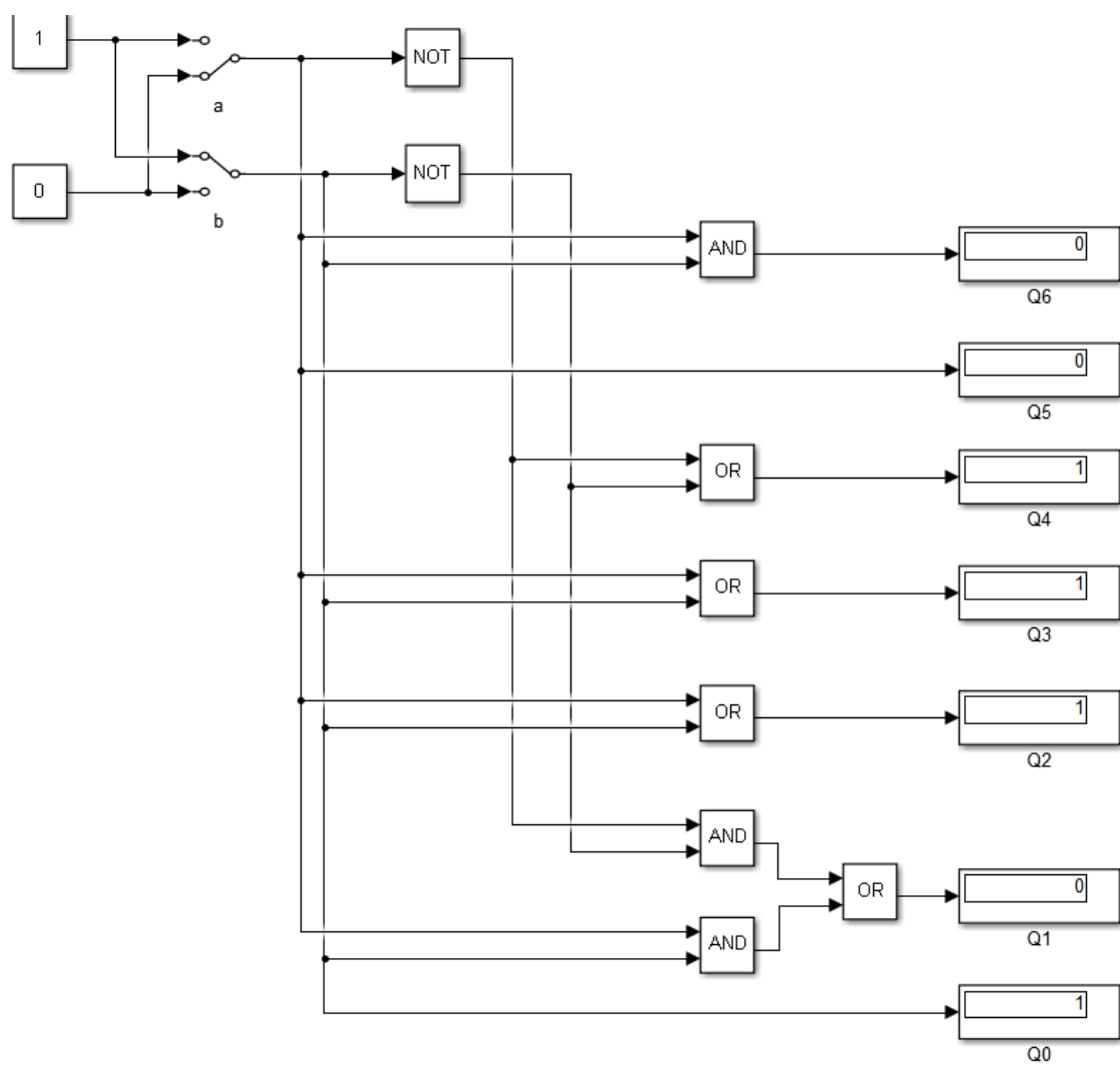


Рисунок 2 – Выходной код для входных $a = 0$, $b = 1$

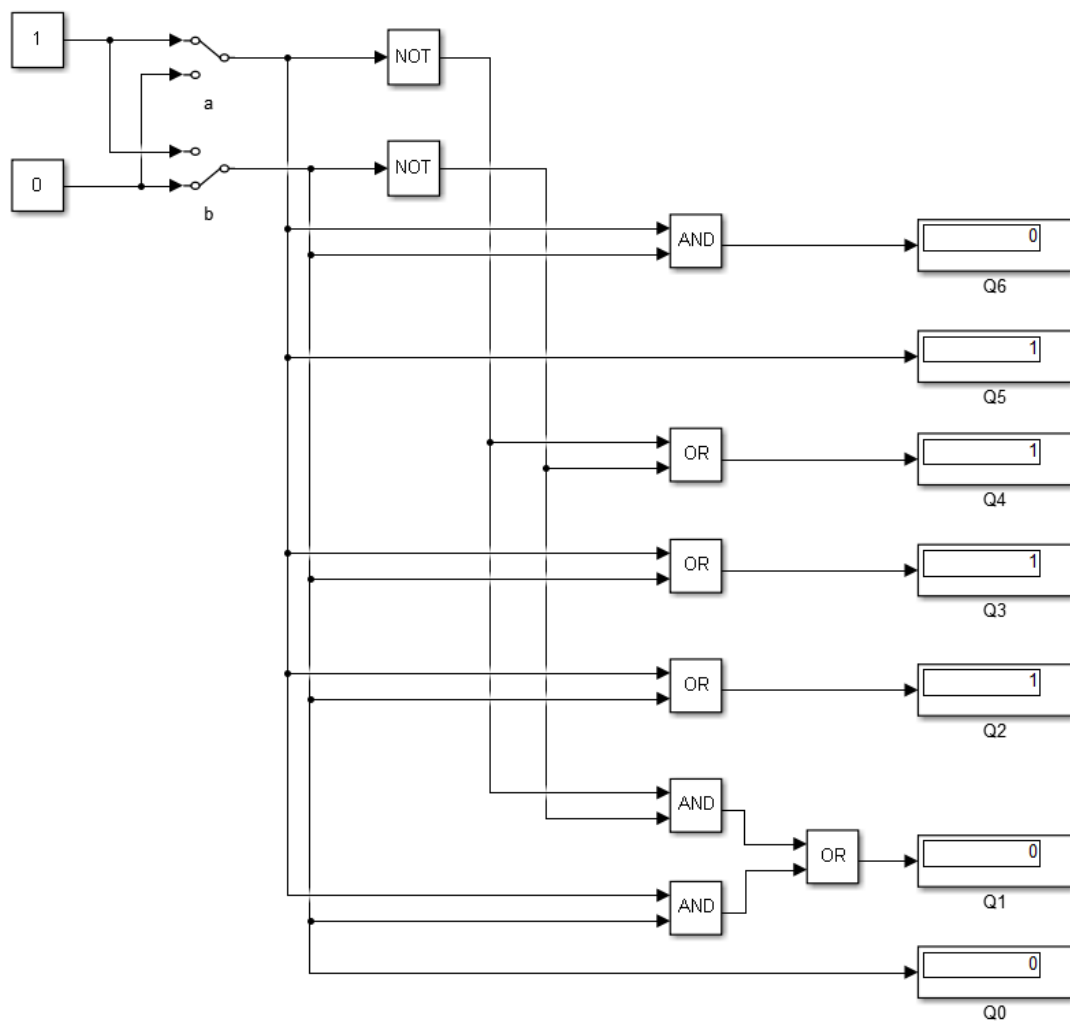


Рисунок 3 – Выходной код для входных $a = 1$, $b = 0$

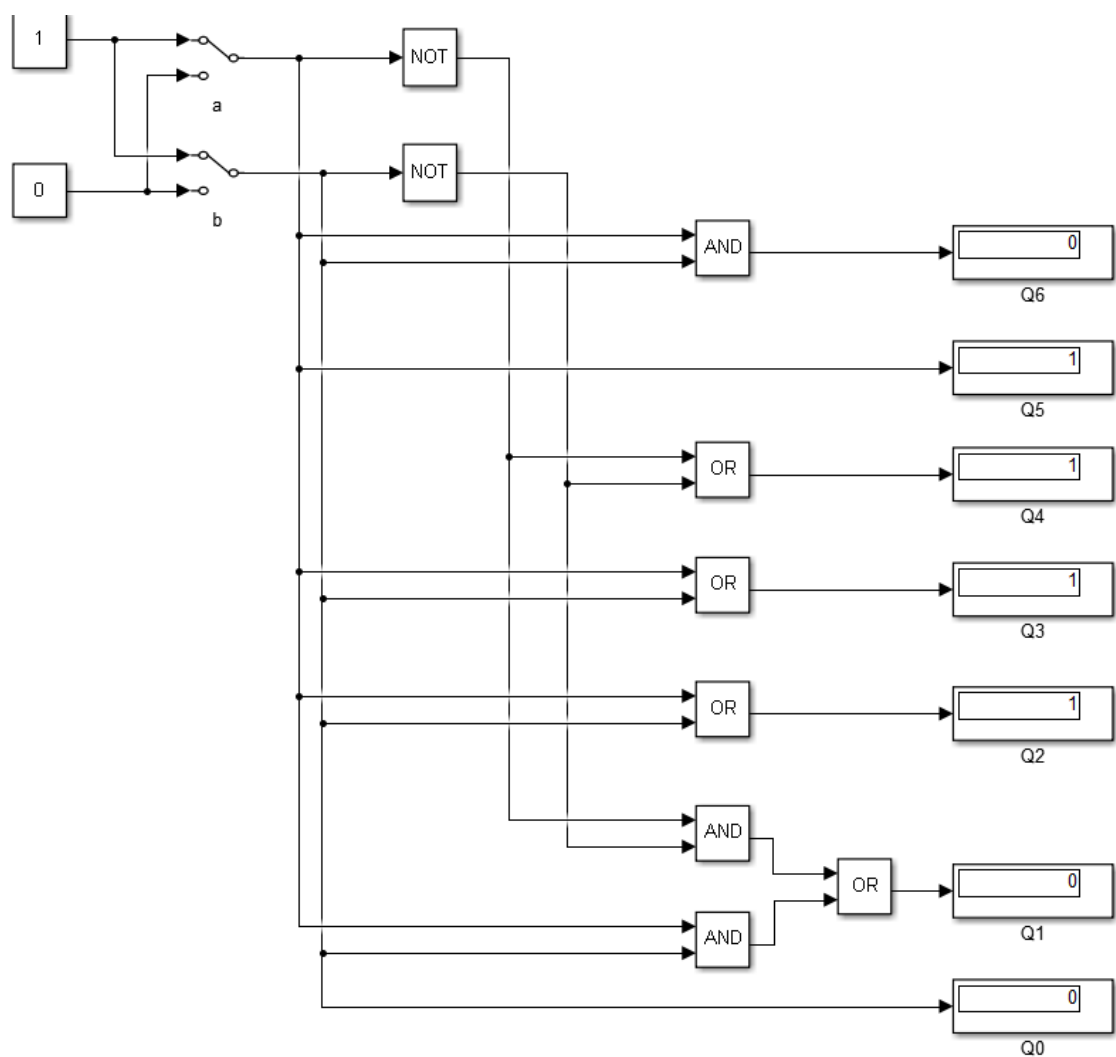


Рисунок 4 – Выходной код для входных $a = 1, b = 1$

Видим, что таблица истинности соответствует полученным выходным кодам при соответствующих входных значениях, следовательно, все верно.

Проведем минимизацию полученных логических выражений, составив для каждого выхода карту Карно. Полученные карты для каждого выхода представлены на рисунках 5 - 11.

		b	
		0	1
a	0	0	0
	1	0	1

Рисунок 5 – Карта Карно для Q_6

		b	
		0	1
a	0	0	0
	1	1	1

Рисунок 6 – Карта Карно для Q_5

		b	
		0	1
a	0	1	1
	1	1	0

Рисунок 7 – Карта Карно для Q_4

		b	
		0	1
a	0	0	1
	1	1	1

Рисунок 8 – Карта Карно для Q_3

		b	
		0	1
a	0	0	1
	1	1	1

Рисунок 9 – Карта Карно для Q_2

		b	
		0	1
a	0	1	0
	1	0	1

Рисунок 10 – Карта Карно для Q_1

		b	
		0	1
a	0	0	1
	1	0	1

Рисунок 11 – Карта Карно для Q_0

Анализ карт Карно показал, что минимизация для выходов Q_6 и Q_1 невозможна. Для остальных выражений минимизация будет следующая:

$$\begin{aligned}
 Q_5 &= a, \\
 Q_4 &= \bar{a} + \bar{b}, \\
 Q_3 &= a + b, \\
 Q_2 &= a + b, \\
 Q_0 &= b.
 \end{aligned}$$

Функциональная схема на семь выходов, каждый из которых соответствует двоичному разряду вычисляемого по заданной формуле числа, показана на рисунке 13. Данная схема может быть реализована на интегральных схемах К155ЛН1, К155ЛИ1, К155ЛЛ1. При этом из шести инверторов используются только два, из четырёх элементов «И» используются три, из четырёх элементов «ИЛИ» используются все четыре. Подача информации на входы «а» и «b» осуществляется с помощью 3-позиционных переключателей. Индикация состояния выходов реализована на резисторах R1 – R7 и светодиодах VD1 – VD7.

Функциональная схема, реализующая выражение $x_{\text{ВЫХ}} = 10x_{\text{ВХ}}^2 + x_{\text{ВХ}} + 18$ приведена на рисунке 12.

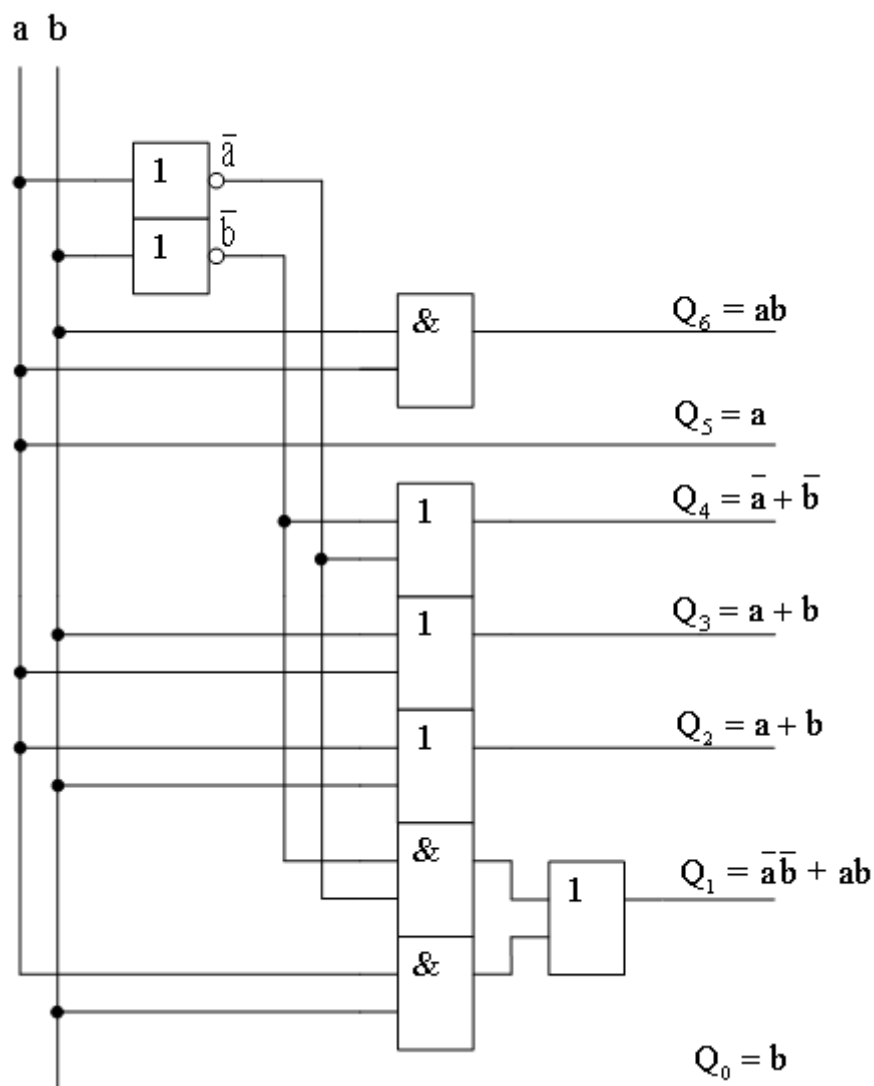


Рисунок 12 – Функциональная схема преобразователя, реализующего формулу $x_{\text{ВЫХ}} = 10x_{\text{ВХ}}^2 + x_{\text{ВХ}} + 18$ на элементах малой степени интеграции

Составим для полученной функциональной схемы предварительную принципиальную схему без цоколёвки с учетом выбранных интегральных схем. Полученная схема представлена на рисунке 13.

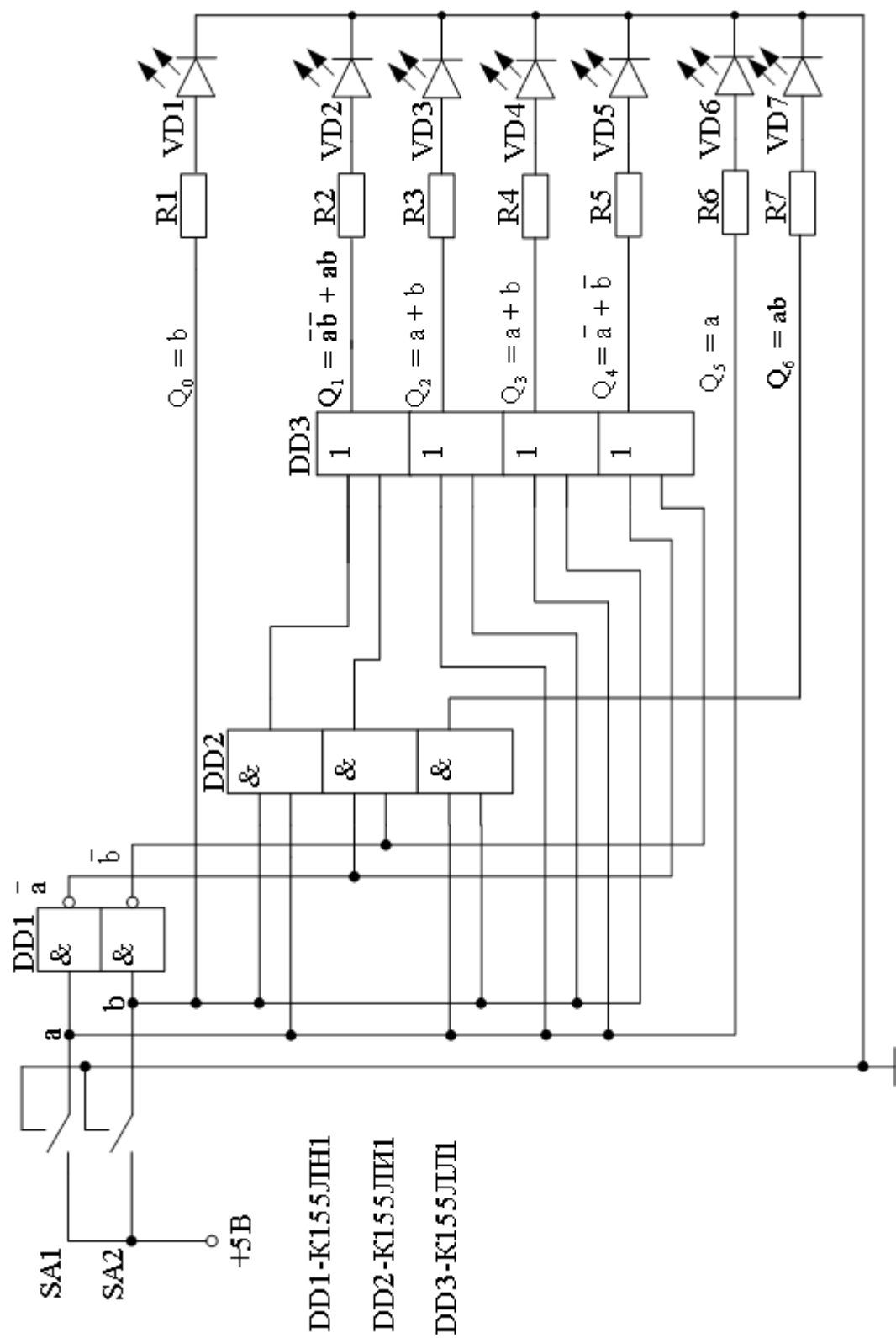


Рисунок 13 - Предварительная принципиальная схема преобразователя без цоколёвки

1.2 Построение топологической и принципиальной схем преобразователя

Трассировка осуществлена вручную в программной среде SprintLayout 6.0. Здесь зеленым цветом обозначены перемычки между контактными площадками. На рисунке 14 приведены пояснения к областям печатной платы: 1 - контакты кнопок для подачи входных сигналов а и б, 2 - площадки, подключаемые к источнику питания +5 В, 3 - площадки, подключаемые к общей точке (земле), 4 - контактная площадка под выводы ИС К155ЛН1, 5 – под К155ЛИ1, 6 – под К155ЛЛ1. Принципиальная схема с учётом трассировки приведена на рисунке 15. При разработке печатной платы учтены физические размеры корпусов и выводов всех элементов: корпусов микросхем, переключателей, резисторов R и светодиодов VD.

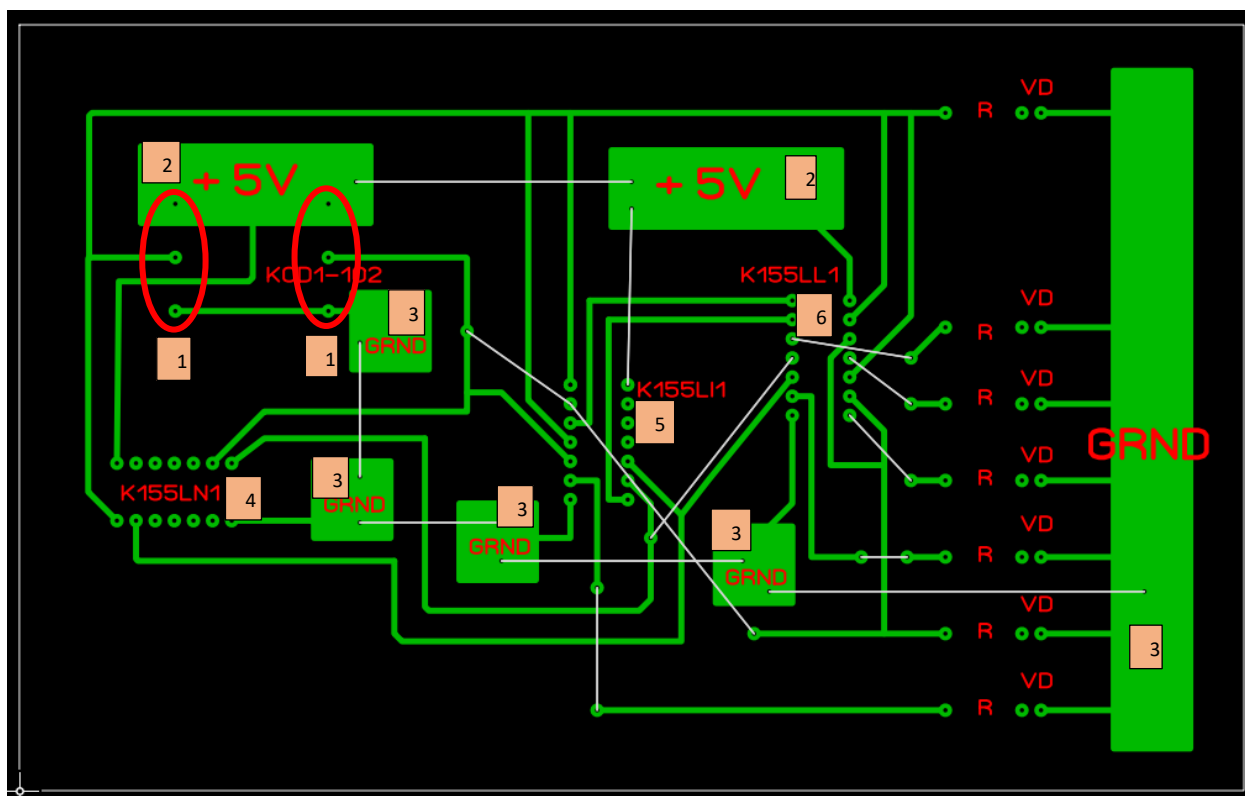


Рисунок 14 - Контактные площадки печатной платы преобразователя на базе малых интегральных схем

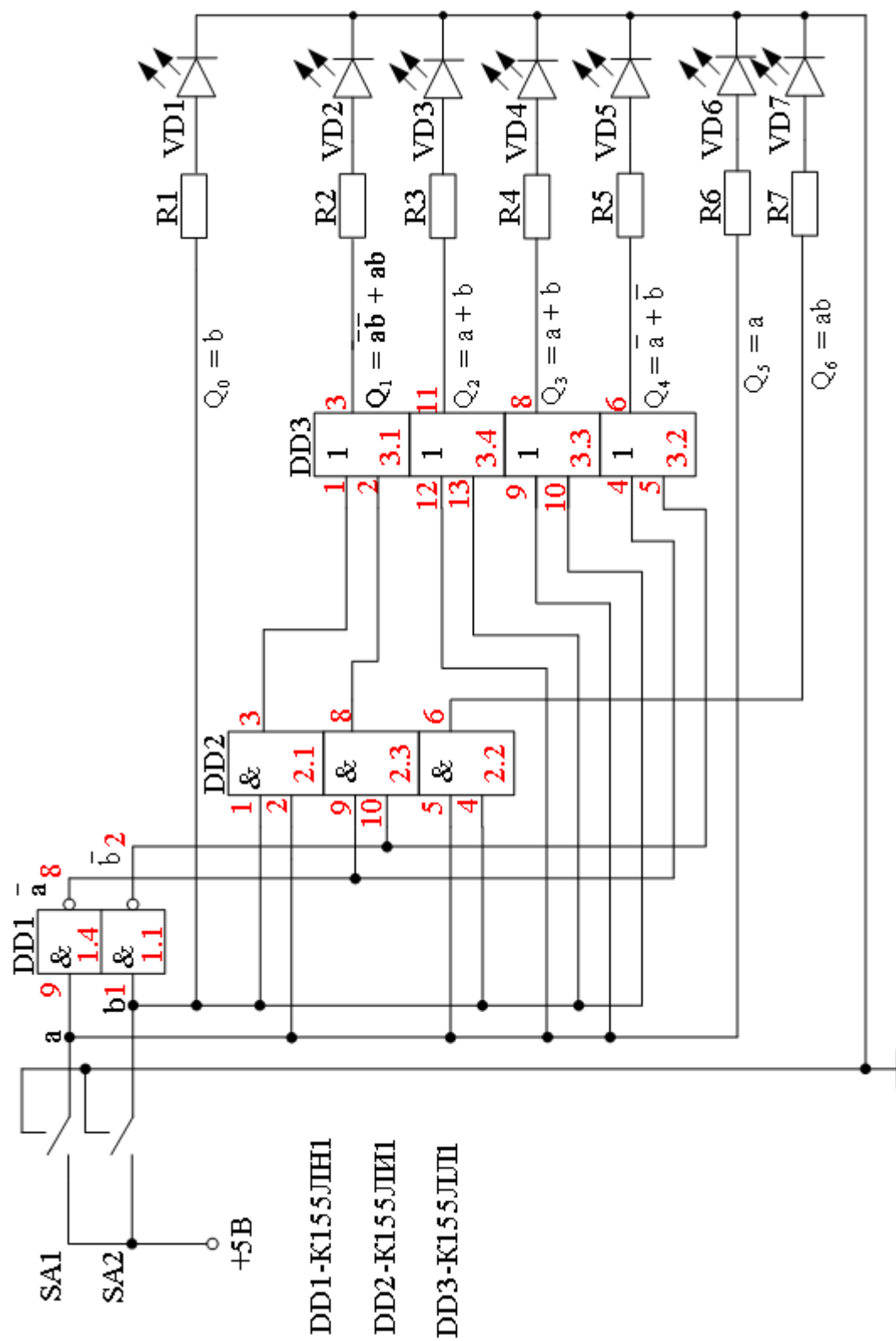


Рисунок 15 - Принципиальная схема преобразователя на МИС с учётом трассировки

Расчёт резисторов для красных светодиодов производился на онлайн калькуляторе, результаты приведены на рисунке 16. Выбраны резисторы на 220 Ом из стандартного ряда значений.

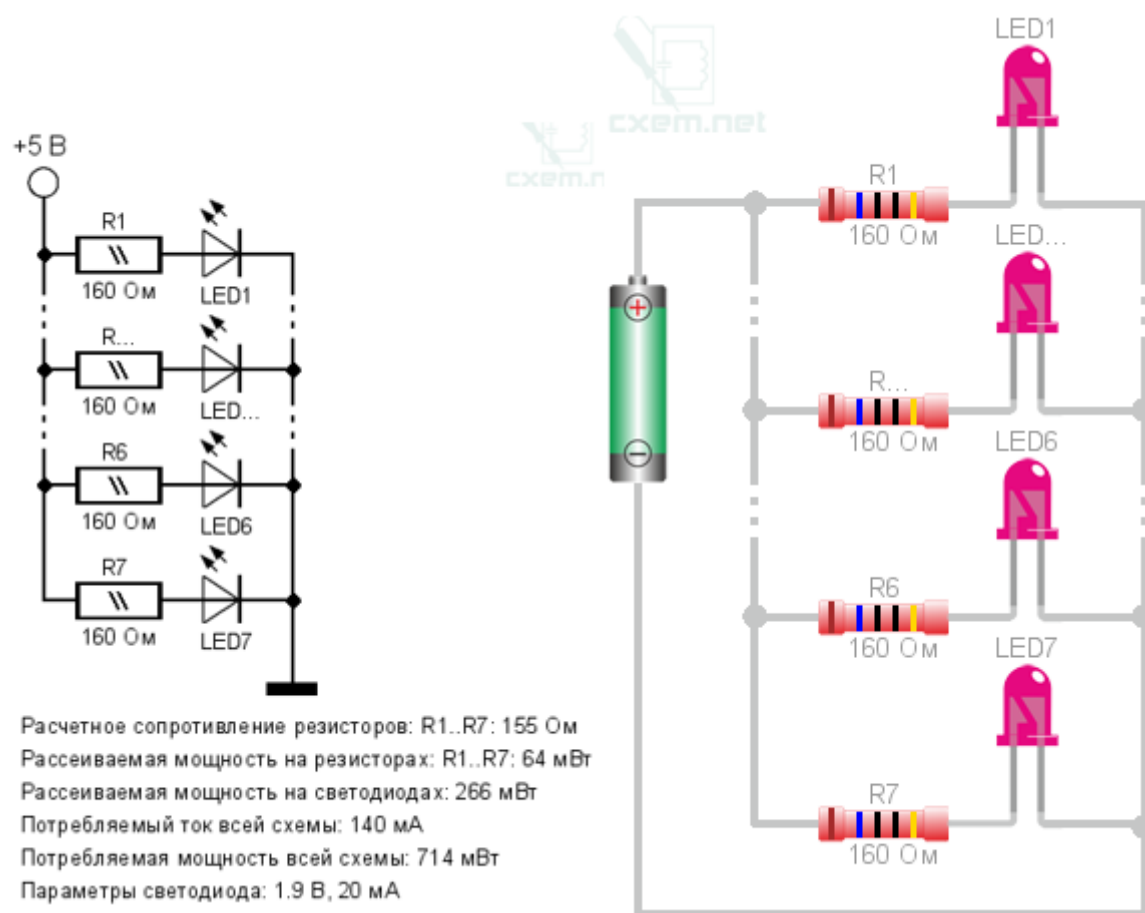


Рисунок 16 - Результаты расчётов цепи индикации выходных сигналов

1.3 Построение функциональной и предварительной принципиальной без цоколёвки схем преобразователя на основе дешифратора

Функциональная схема на основе дешифратора представлена на рисунке 17. Логические произведения переменных для выражений (1) получаются на выходах дешифратора.

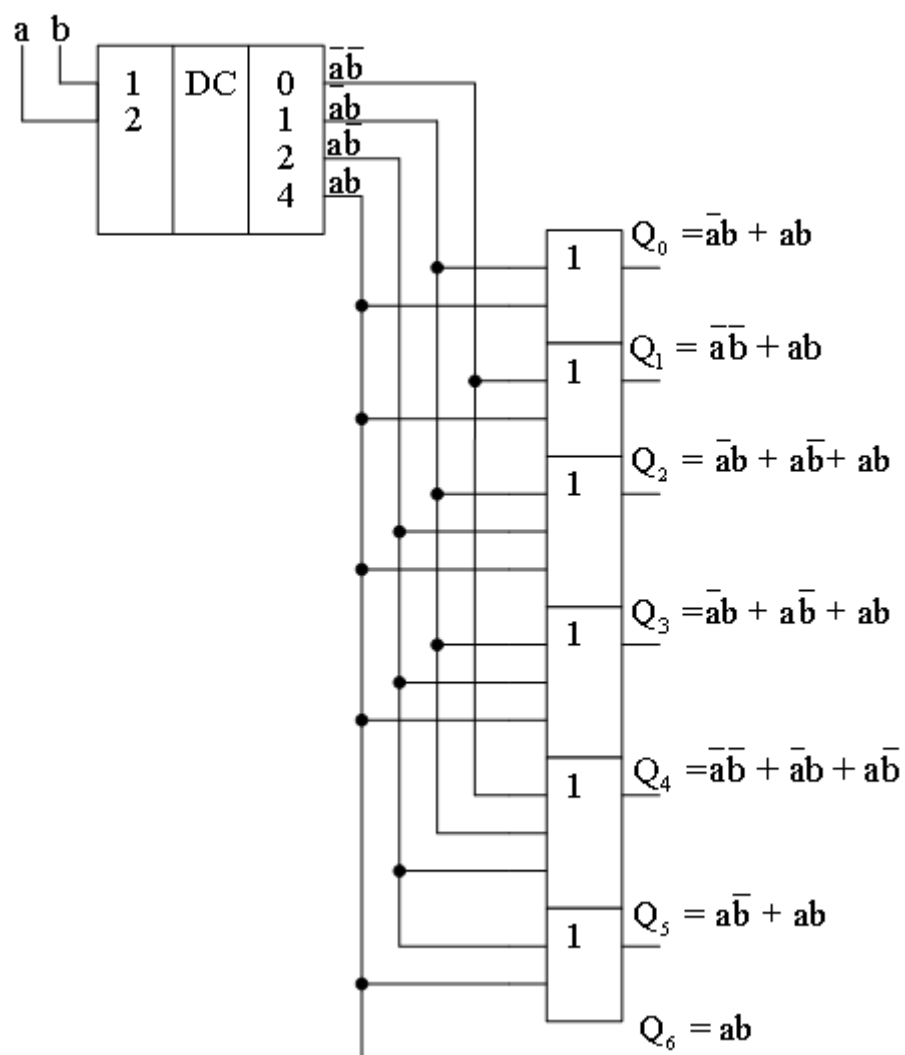


Рисунок 17 - Функциональная схема на основе дешифратора

Составим для полученной функциональной схемы предварительную принципиальную схему без цоколёвки с учетом выбранных интегральных схем. В качестве дешифратора возьму микросхему КР1561ИД6, УГО на рисунке 18. В качестве элемента ЗИЛИ возьму микросхему К155ЛЕ4, представляющую собой 3 трёхвходовых элемента ИЛИ-НЕ, УГО на рисунке 19. Полученная схема представлена на рисунке 20.

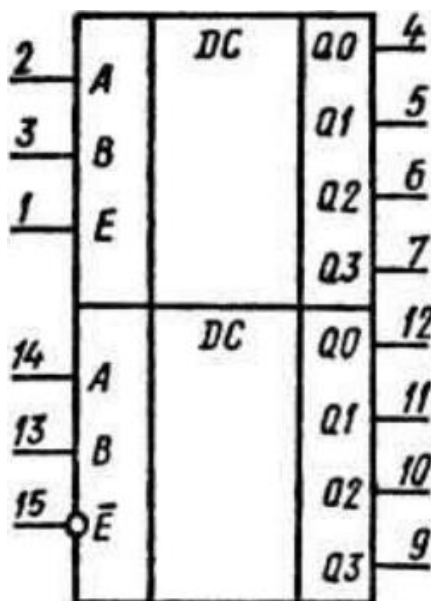


Рисунок 18 – УГО КР1561ИД6

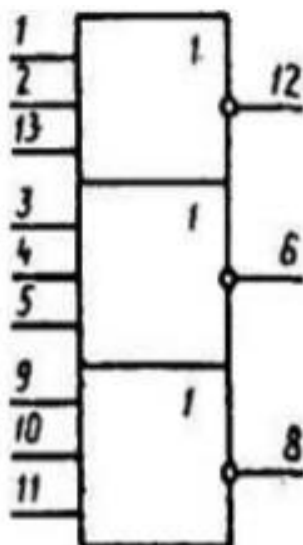


Рисунок 19 – УГО К155ЛЕ4

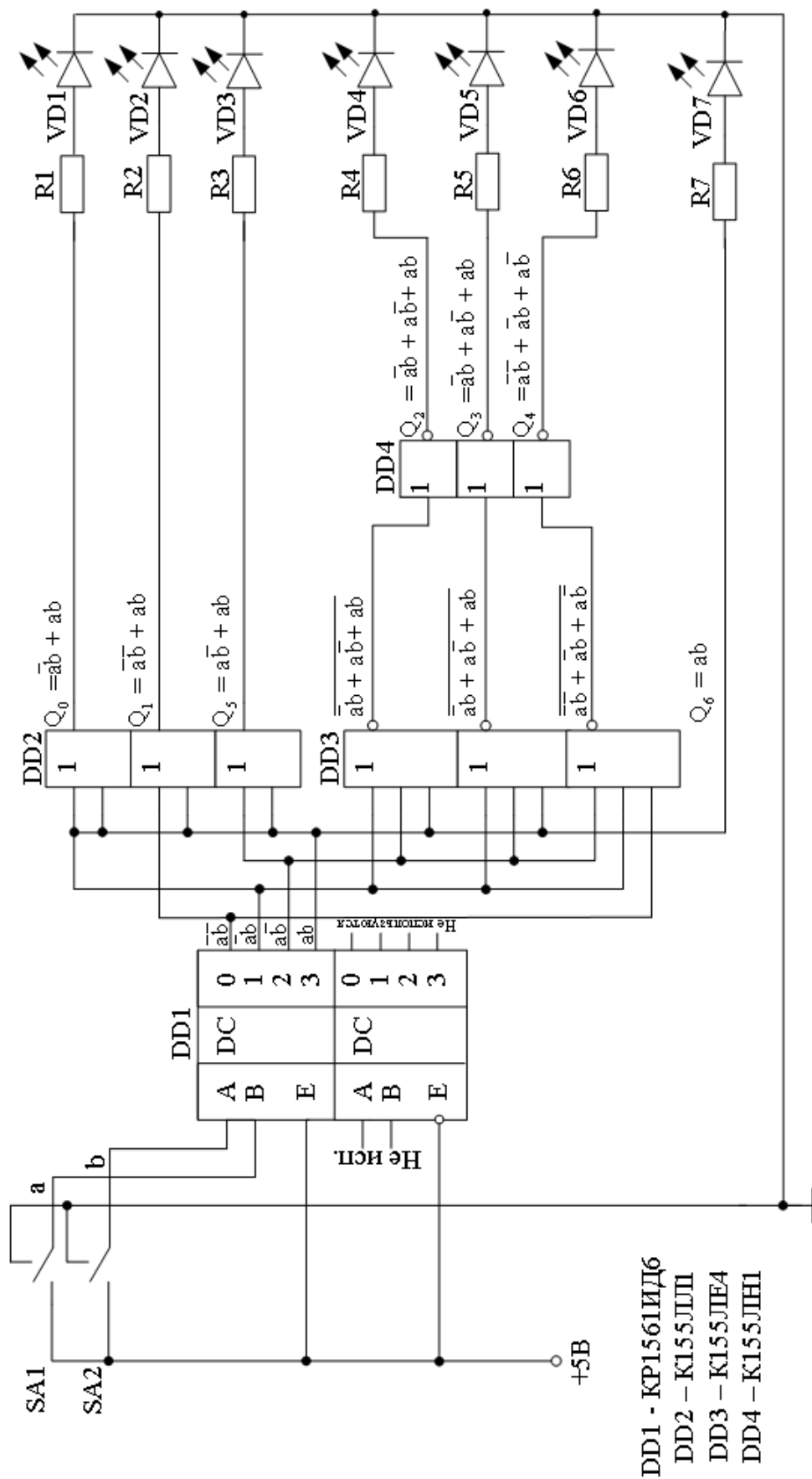


Рисунок 20 - Предварительная принципиальная схема преобразователя без цоколёвки с использованием дешифратора

1.4 Построение топологической и принципиальной схем преобразователя на основе дешифратора

Трассировка осуществлена вручную в программной среде SprintLayout 6.0. Здесь зеленым цветом обозначены перемычки между контактными площадками. На рисунке 21 приведены пояснения к областям печатной платы: 1 - контакты кнопок для подачи входных сигналов а и б, 2 – площадки, подключаемые к источнику питания +5 В, 3 – площадки, подключаемые к общей точке (земле), 4 - контактная площадка под выводы ИС K155ЛН1, 5 – под K155ЛЕ4, 6 – под K155ЛЛ1, 7 – под КР1561ИД6. Принципиальная схема с учётом трассировки приведена на рисунке 22. При разработке печатной платы учтены физические размеры корпусов и выводов всех элементов: корпусов микросхем, переключателей, резисторов R и светодиодов VD.

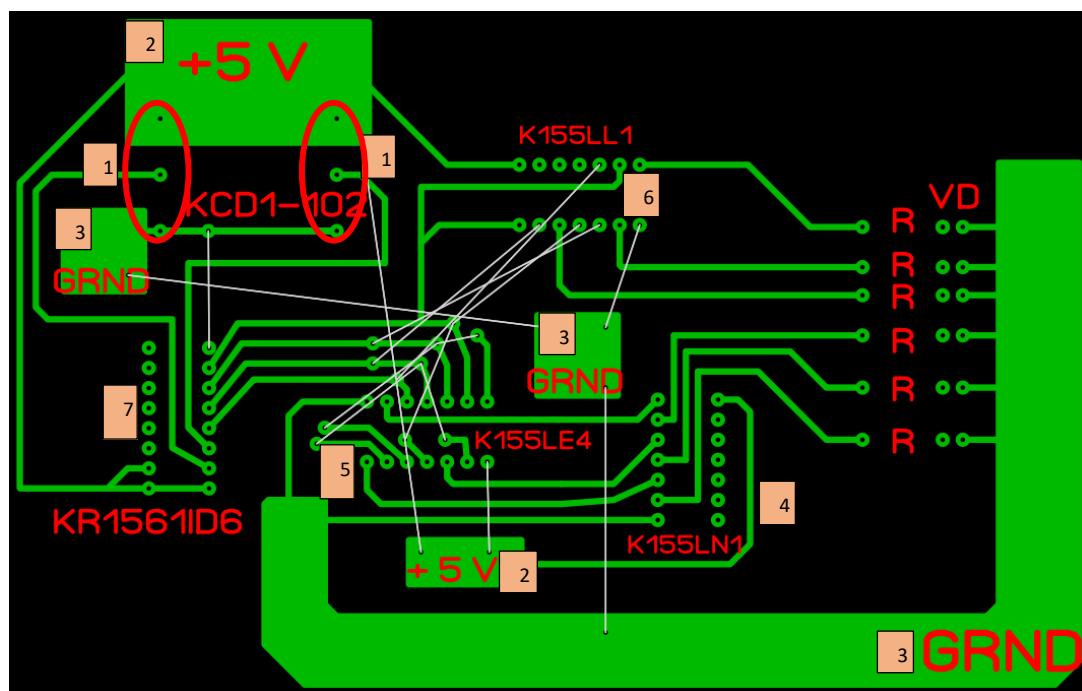


Рисунок 21 - Контактные площадки печатной платы преобразователя на базе малых интегральных схем (на основе дешифратора)

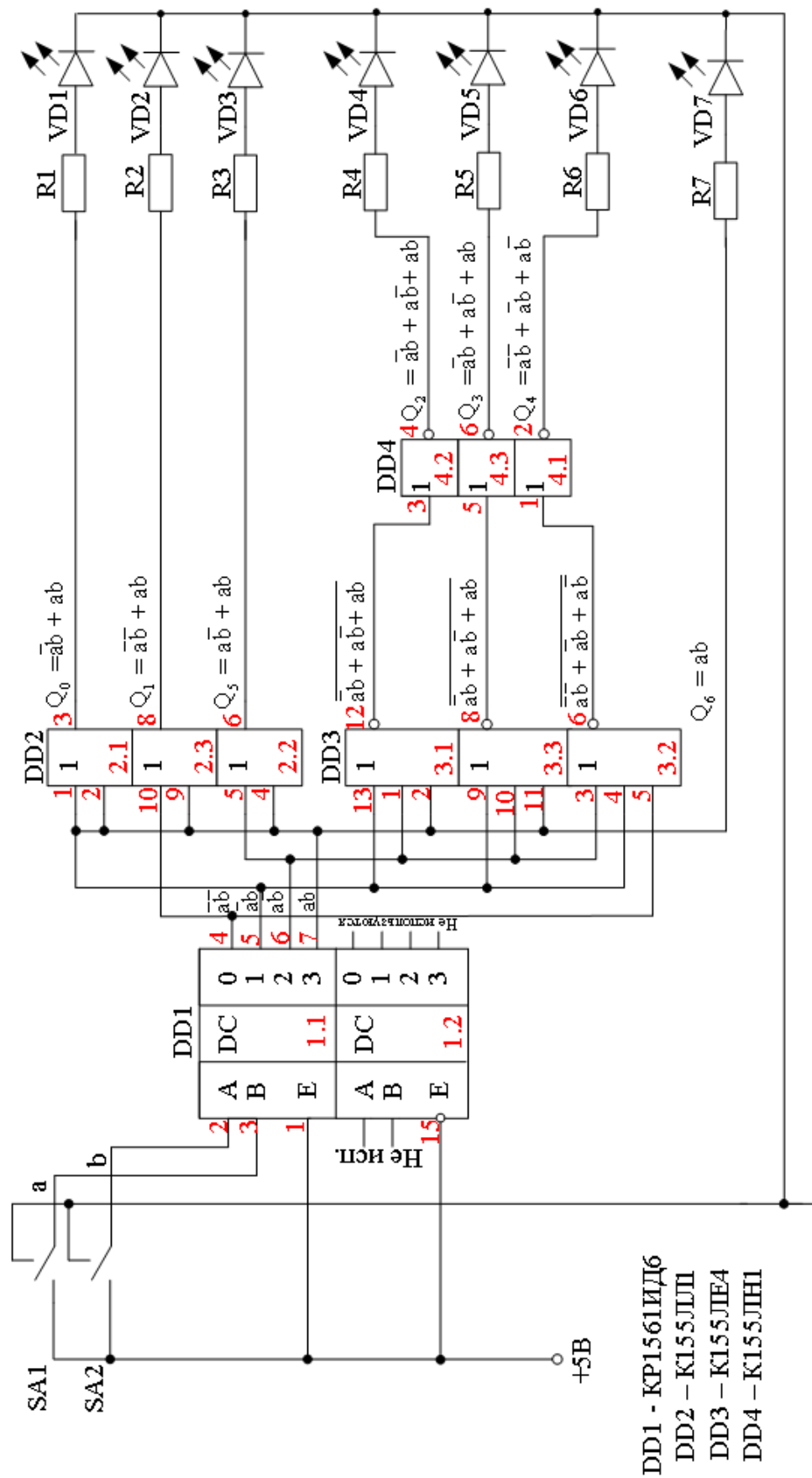


Рисунок 22 - Принципиальная схема преобразователя на МИС (с использованием дешифратора) с учётом трассировки

2 Построение каскада дешифраторов

В соответствии с заданием необходимо построить каскад из дешифраторов, реализующий 128 выходов. За базовый дешифратор, на основе которого будем собирать каскад, берем микросхему К555ИД7. Это двоичный дешифратор на восемь направлений, имеющий три информационных входа и три входа стробирования, два из которых являются инверсными. Полученный каскад представлен на рисунке 23.

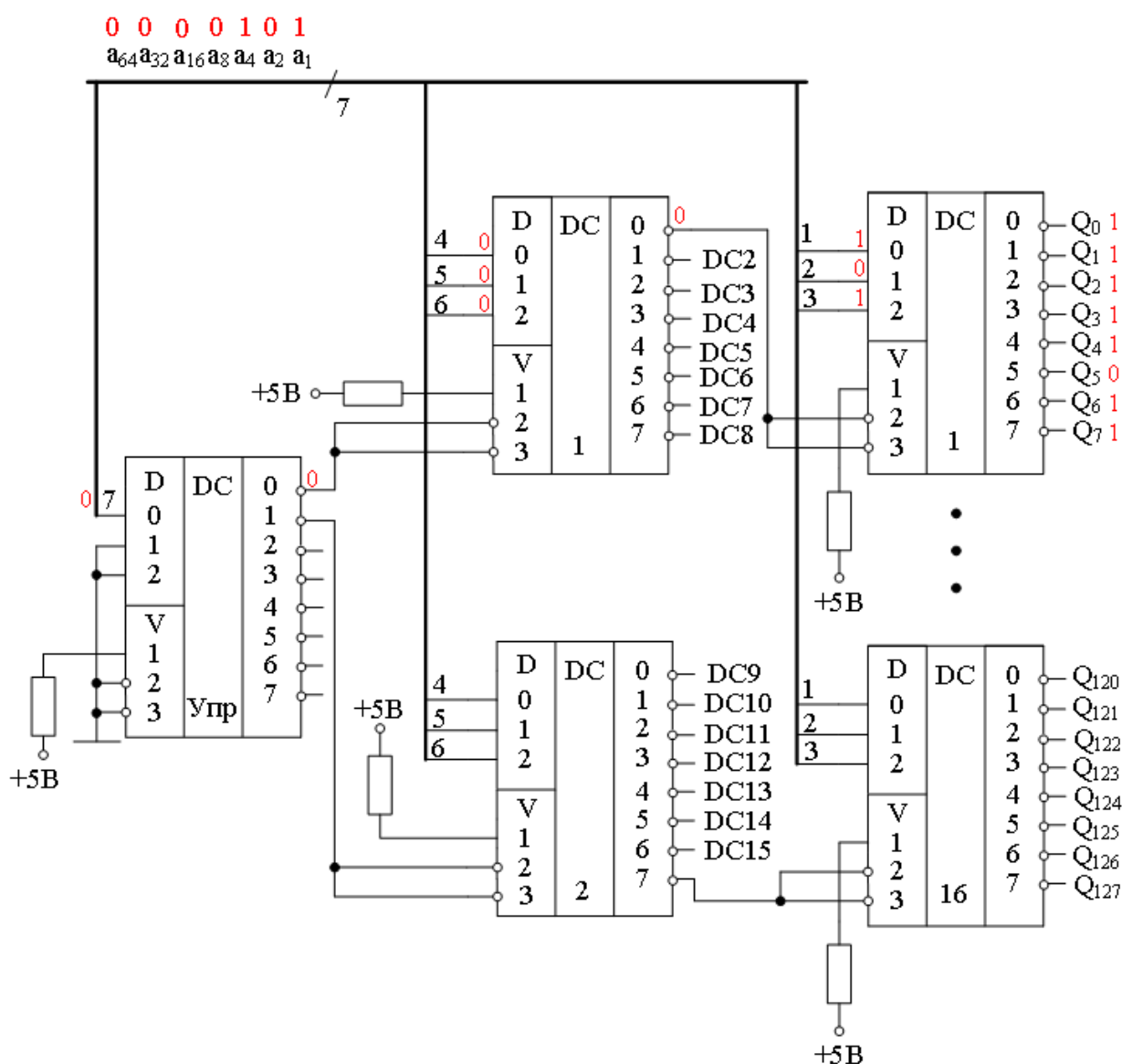


Рисунок 23 – Каскад дешифраторов на 128 выходов на базе К555ИД7

Отмечу, что инверсные входы стробирования управляющего дешифратора заземлены, в то время как прямые разрешающие входы подключены к источнику питания +5В. В результате имеем сигнал, постоянно дающий разрешение на работу дешифратора. На рисунке 23 красным цветом задано число 5_{10} в двоичном коде, это значит, что пятый выход (Q_5) должен быть активен. Как видно из рисунка, каскад дешифраторов верно отрабатывает заданный двоичный код.

3 Построение каскада мультиплексоров

В соответствии с заданием необходимо построить каскад мультиплексоров с разрядностью данных, равной 64, в качестве базового мультиплексора будем использовать микросхему K155КП1. В составе схемы – вход стробирования Е, адресные входы – А3-А0, информационные входы – D0-D15. Разрешающий вход каждого мультиплексора заземлён. Каскад изображён на рисунке 24.

Для того, чтобы удостовериться в правильности построенного каскада, зададим число 13_{10} в двоичном коде – 001101 (красным цветом). Так как базовый мультиплексор обладает инверсными входами адреса, инвертируем наш код – 110010. Подаём данную комбинацию на адресные входы. На выходе мультиплексора последней линии появляется активный сигнал D13.

Список источников

1. Аристов Е.В., Основы микропроцессорной и преобразовательной техники: учеб. пособие/ Е.В. Аристов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 115 с.
2. Сажин Р.А., Элементы систем автоматики: конспект лекции / Р.А. Сажин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. - 99 с.