

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРА И ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ (2 часа)

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В настоящей лабораторной работе ставится цель выяснения студентами функциональных возможностей мультиплексора в цифровых устройствах, закрепления в процессе проводимых исследований навыков контроля работы мультиплексоров в разных режимах их функционирования.

### 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

2.1. Изучить принципиальную схему, принцип действия, режимы работы и цоколевку ИМС КР1533КП2 и КР1533КП7.

2.2. Знать принципы наращивания разрядности мультиплексоров.

2.3. Знать принцип реализации логических функций с помощью мультиплексоров.

2.4. Знать принципиальное отличие мультиплексоров ТТЛ и КМОП.

### 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Изучить работу мультиплексора в качестве преобразователя параллельного двоичного кода в последовательный. Для этого по заданию преподавателя установить соответствующий код на информационных входах мультиплексора КР1533КП7, а на адресные входы подать поразрядно код со счетчика импульсов КР1533ИЕ7, работающего в режиме суммирования. Снять осциллограммы напряжений на входах и выходах мультиплексора. Убедиться в преобразовании кода.

3.2. Реализовать на базе мультиплексора КР1533КП2 функцию 4-х переменных, заданную в лабораторной работе № 1 и реализованную там на базе элементарной логики. Предварительно составить схему реализации функции на основе КР1533КП2 и дополнительной логики. В качестве источника логических переменных использовать счетчик КР1533ИЕ7, работающий в режиме суммирования. Снять осциллограммы напряжений на адресных входах и выходе мультиплексора. Убедиться в том, что мультиплексор в этом случае выступает как генератор логических функций.

Сравнить полученную осциллограмму с результатами лабораторной работы №1.

Сделать соответствующие выводы.

### 4. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Мультиплексоры – цифровые многопозиционные переключатели (коммутаторы). Мультиплексоры способны выбирать, селективировать определенный канал. Поэтому их иногда называют селекторами. Используется и двойное название: селекторы-мультиплексоры.

Мультиплексоры ТТЛ различаются по числу входов, по способам адресации, наличию входов разрешения и инверсных выходов.

Рассмотрим ИМС КР1533КП2 и КР1533КП7, функциональные возможности которых предлагается исследовать в данной лабораторной работе.

**ИМС КР1533КП2** представляет собой два 4-х входовых мультиплексора, имеющих два адресных входа  $A$  и  $B$ , являющихся общими для обоих мультиплексоров;  $\bar{V}1$  и  $\bar{V}2$  – входы разрешения (активный уровень – низкий). Два независимых выхода отображают тот уровень сигнала, который присутствует на выбираемом с помощью адреса информационном входе мультиплексора. На рис.2.1. приведено УГО ИМС КР1533КП2 и ее цоколевка. Зарубежный аналог – 74ALS153 (74153).

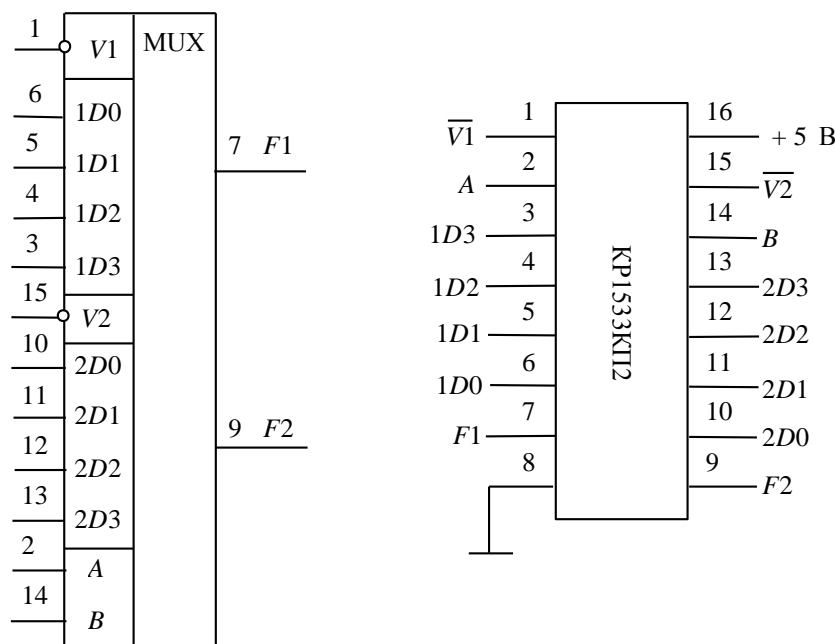


Рис.2.1. УГО ИМС КР1533КП2 и ее цоколевка.

Логическая функция, реализуемая каждой секцией ИМС КР1533КП2 имеет вид:

$$F = \bar{V}(\bar{A}\bar{B}D_0 + \bar{A}BD_1 + A\bar{B}D_2 + ABD_3). \quad (2.1)$$

Нормальное функционирование происходит тогда, когда потенциал разрешающего входа  $\bar{V}_1 = \bar{V}_2 = 0$ .

При  $\bar{V}_1 = 1$  или  $\bar{V}_2 = 1$  происходит блокирование соответствующей секции мультиплексора и на его выходе устанавливается уровень "логического 0", независимо от состояния его информационных входов  $D_0 - D_3$ . Работу ИМС КР1533КП2 характеризует таблица 2.1.

В данной лабораторной работе требуется реализовать БФ на базе ИМС КР1533КП2. Для этого заданную функцию  $F$  нужно представить в табличной форме и связать с одной из четырех переменных:  $A$ ,  $B$ ,  $C$  или  $D$ . В таблицах 2.2, 2.3 показано, как можно связать функцию  $F$ , значения которой взяты из лабораторной работы №1 (см. табл. 1.1), с переменной  $A$ . В таблицах 2.4, 2.5 показано, как можно связать функцию  $F$  с переменной  $B$ . В таблицах 2.6, 2.7 показано, как можно связать функцию  $F$  с переменной  $C$ . В таблицах 2.8, 2.9 показано, как можно связать функцию  $F$  с переменной  $D$ .

Таблица 2.1.

Входы							Выход
$\bar{V}$	$A$	$B$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$F$
0	0	0	1/0	X	X	X	1/0
0	0	1	X	1/0	X	X	1/0
0	1	0	X	X	1/0	X	1/0
0	1	1	X	X	X	1/0	1/0
1	X	X	X	X	X	X	0

Таблица 2.2.

Дес. число	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	
0	0	0	0	0	0	} 0
8	0	0	0	1	0	
1	0	0	1	0	0	} A
9	0	0	1	1	1	
2	0	1	0	0	0	} 0
10	0	1	0	1	0	
3	0	1	1	0	0	} 0
11	0	1	1	1	0	
4	1	0	0	0	0	} 0
12	1	0	0	1	0	
5	1	0	1	0	0	} A
13	1	0	1	1	1	
6	1	1	0	0	1	} 1
14	1	1	0	1	1	
7	1	1	1	0	0	} A
15	1	1	1	1	1	



Таблица 2.3.

Дес. число	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>F</i>
0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	<i>A</i>
9	0	0	1	1	<i>A</i>
2	0	1	0	0	0
10	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	0
11	0	1	1	1	0
4	1	0	0	0	0
12	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	<i>A</i>
13	1	0	1	1	<i>A</i>
6	1	1	0	0	1
14	1	1	0	1	1
7	1	1	1	0	<i>A</i>
15	1	1	1	1	<i>A</i>

Таблица 2.4.

Дес. число	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	
0	0	0	0	0	0	} 0
4	0	0	0	1	0	
1	0	0	1	0	0	} B
5	0	0	1	1	1	
2	0	1	0	0	0	} 0
6	0	1	0	1	0	
3	0	1	1	0	0	} 0
7	0	1	1	1	0	
8	1	0	0	0	0	} 0
12	1	0	0	1	0	
9	1	0	1	0	0	} B
13	1	0	1	1	1	
10	1	1	0	0	1	} 1
14	1	1	0	1	1	
11	1	1	1	0	0	} B
15	1	1	1	1	1	



Таблица 2.5.

Дес. число	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>F</i>
0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	<i>B</i>
5	0	0	1	1	<i>B</i>
2	0	1	0	0	0
6	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
12	1	0	0	1	0
9	1	0	1	0	<i>B</i>
13	1	0	1	1	<i>B</i>
10	1	1	0	0	1
14	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	<i>B</i>
15	1	1	1	1	<i>B</i>

Таблица 2.6.

Дес. число	A	B	D	C	F
0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
2	0	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
1	0	0	1	<b>0</b>	<b>0</b>
3	0	0	1	<b>1</b>	<b>1</b>
4	0	1	0	<b>0</b>	<b>0</b>
6	0	1	0	<b>1</b>	<b>0</b>
5	0	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
7	0	1	1	<b>1</b>	<b>0</b>
8	1	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
10	1	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
9	1	0	1	<b>0</b>	<b>0</b>
11	1	0	1	<b>1</b>	<b>1</b>
12	1	1	0	<b>0</b>	<b>1</b>
14	1	1	0	<b>1</b>	<b>1</b>
13	1	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
15	1	1	1	<b>1</b>	<b>1</b>



Таблица 2.7.

Дес. число	A	B	D	C	F
0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
2	0	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
1	0	0	1	<b>0</b>	<i>C</i>
3	0	0	1	<b>1</b>	<i>C</i>
4	0	1	0	<b>0</b>	<b>0</b>
6	0	1	0	<b>1</b>	<b>0</b>
5	0	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
7	0	1	1	<b>1</b>	<b>0</b>
8	1	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
10	1	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
9	1	0	1	<b>0</b>	<i>C</i>
11	1	0	1	<b>1</b>	<i>C</i>
12	1	1	0	<b>0</b>	<b>1</b>
14	1	1	0	<b>1</b>	<b>1</b>
13	1	1	1	<b>0</b>	<i>C</i>
15	1	1	1	<b>1</b>	<i>C</i>

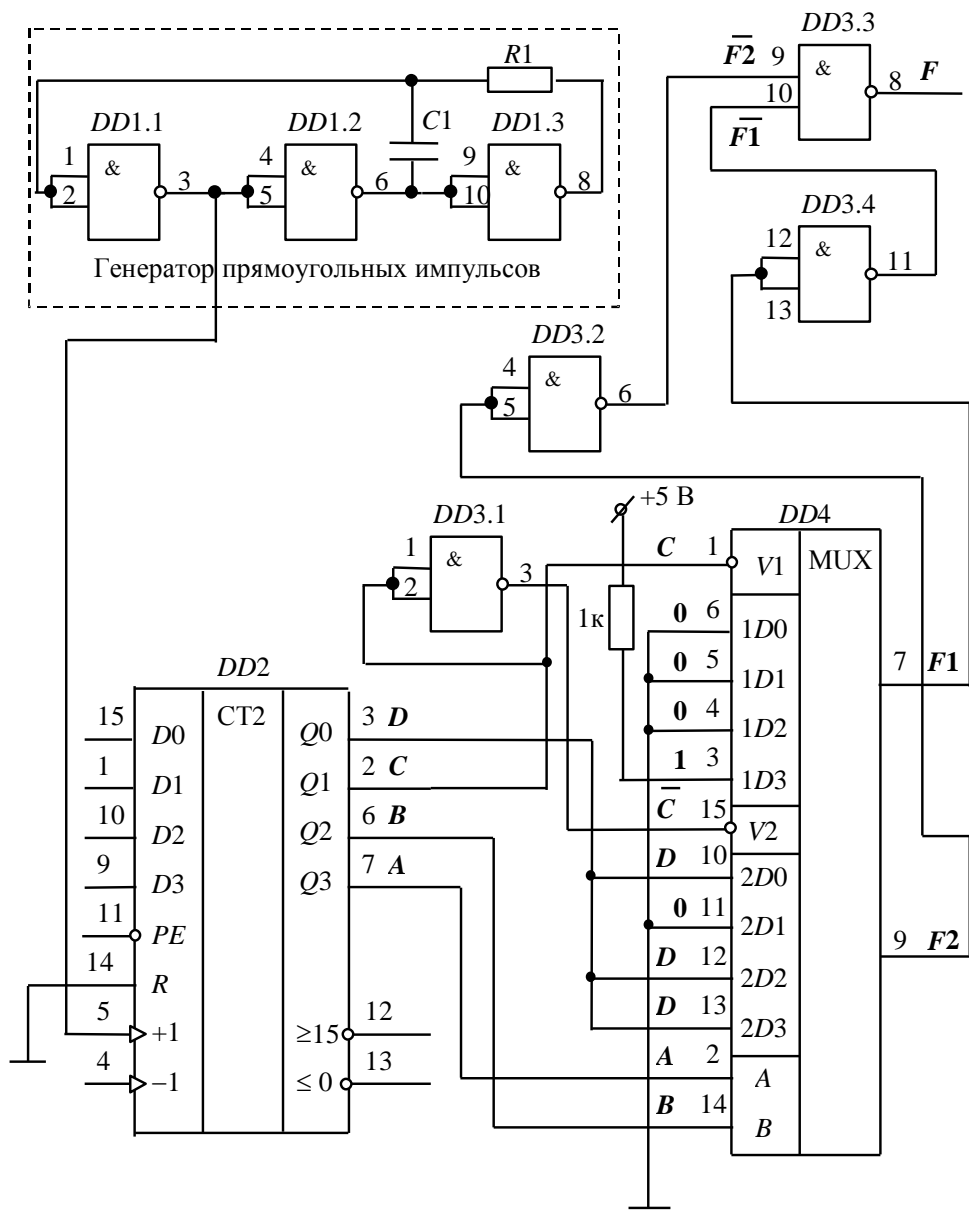
Таблица 2.8.

Дес. число	A	B	C	D	F
0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
1	0	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
2	0	0	1	<b>0</b>	<b>0</b>
3	0	0	1	<b>1</b>	<b>1</b>
4	0	1	0	<b>0</b>	<b>0</b>
5	0	1	0	<b>1</b>	<b>0</b>
6	0	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
7	0	1	1	<b>1</b>	<b>0</b>
8	1	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
9	1	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
10	1	0	1	<b>0</b>	<b>0</b>
11	1	0	1	<b>1</b>	<b>1</b>
12	1	1	0	<b>0</b>	<b>1</b>
13	1	1	0	<b>1</b>	<b>1</b>
14	1	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
15	1	1	1	<b>1</b>	<b>1</b>



Таблица 2.9.

Дес. число	A	B	C	D	F
0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
1	0	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
2	0	0	1	<b>0</b>	<i>D</i>
3	0	0	1	<b>1</b>	<i>D</i>
4	0	1	0	<b>0</b>	<b>0</b>
5	0	1	0	<b>1</b>	<b>0</b>
6	0	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>
7	0	1	1	<b>1</b>	<b>0</b>
8	1	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
9	1	0	0	<b>1</b>	<b>0</b>
10	1	0	1	<b>0</b>	<i>D</i>
11	1	0	1	<b>1</b>	<i>D</i>
12	1	1	0	<b>0</b>	<b>1</b>
13	1	1	0	<b>1</b>	<b>1</b>
14	1	1	1	<b>0</b>	<i>D</i>
15	1	1	1	<b>1</b>	<i>D</i>



Тип ИМС	КР1533ЛА3	КР1533ИЕ7	КР1533КП2
Обозначение на схеме	DD1, DD3	DD2	DD4
Общий	7	8	8
+ 5 В	14	16	16

Рис.2.2. Реализация БФ на базе ИМС КР1533КП2.

На рис.2.2 приведена схема реализации БФ  $F = \overline{B}CD + ACD + ABC + ABD$  на базе ИМС КР1533КП2, где данная функция связана с переменной  $D$ . На рис.2.3 приведены диаграммы напряжений для схемы, представленной на рис.2.2. Как видно из диаграмм функция  $F$  получилась такой же, как в лабораторной работе №1.

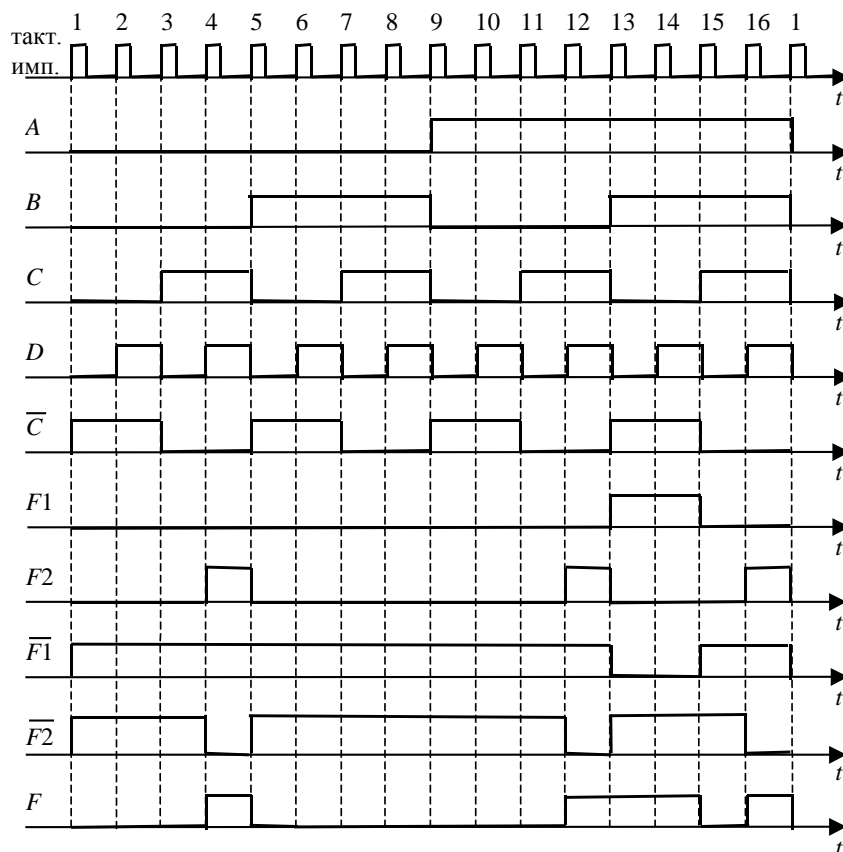


Рис.2.3. Диаграммы напряжений в схеме на рис.2.2.

**ИМС КР1533КП7** – мультиплексор, позволяющий коммутировать данные от 8 входов на общую выходную шину, которая представлена в прямом и инверсном виде. На рис. 2.4 представлены УГО и цоколевка данной ИМС. Зарубежный аналог – 74ALS151 (74151).

Логическая функция, реализуемая ИМС КР1533КП7, имеет вид (по прямому выходу):

$$F = \bar{V}(\bar{C}\bar{B}\bar{A}D_0 + \bar{C}B\bar{A}D_1 + \bar{C}B\bar{A}D_2 + \dots + \bar{C}B\bar{A}D_7). \quad (2.2)$$

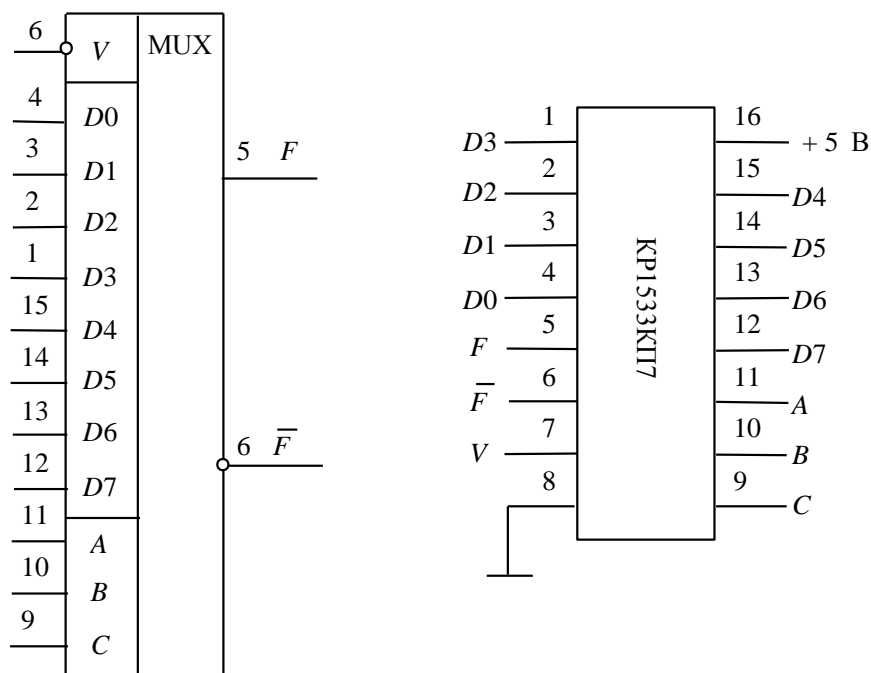


Рис.2.4. УГО ИМС КР1533КП7 и ее цоколевка.

Цифровая комбинация на адресных входах ( $A, B, C$ ) определяет, с какого из информационных входов сигналы на выходы будут переданы в прямом виде (вывод 5) и с какого – в инверсном виде (вывод 6). Разрешающий вход  $\bar{V}$  (вывод 7) должен при этом находиться в состоянии "логического 0".

Уровень "логической 1" на разрешающем входе  $\bar{V}$  запрещает коммутацию. При этом на прямом выходе  $F$  возникает уровень "логического 0", а на инверсном выходе  $\bar{F}$  – уровень "логической 1", вне зависимости от состояния информационных входов. Таблица 2.10 характеризует принцип действия ИМС КР1533КП7.

На рис.2.5 приведена схема реализации БФ  $F = \bar{B}CD + ACD + ABC\bar{C} + ABD$  на базе ИМС КР1533КП7. В данном случае функцию  $F$  не нужно связывать с переменными:  $A, B, C$  и  $D$ . На рис.2.6 приведены диаграммы напряжений в схеме на рис.2.5. Как видно из диаграмм функция  $F$  получилась такой же, как в лабораторной работе №1.

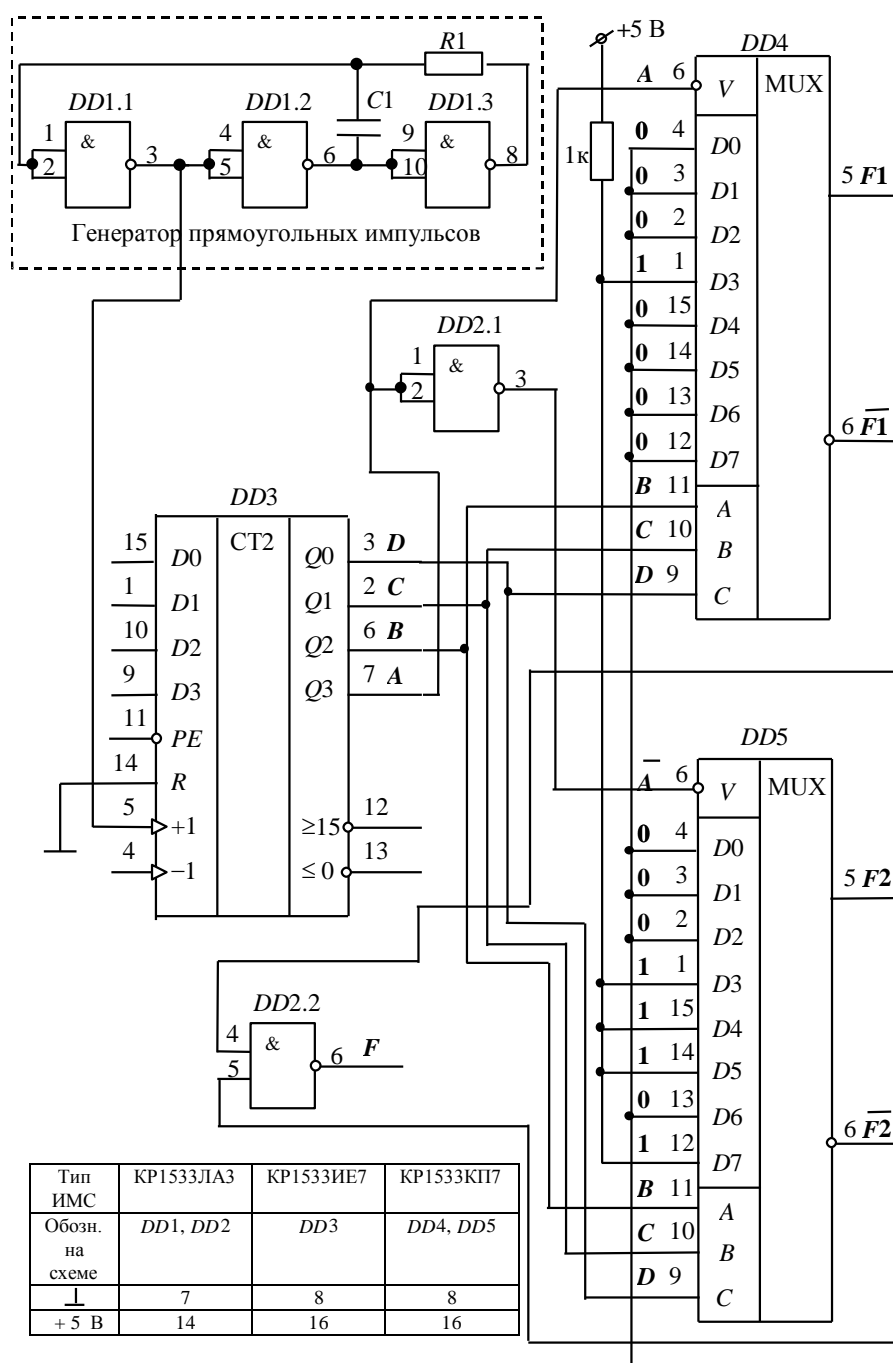


Рис.2.5. Реализация БФ на базе ИМС КР1533КП7.

Таблица 2.10.

Входы				Выходы	
$A$	$B$	$C$	$\bar{V}$	$F$	$\bar{F}$
X	X	X	1	0	1
0	0	0	0	$D0$	$\overline{D0}$
0	0	1	0	$D1$	$\overline{D1}$
0	1	0	0	$D2$	$\overline{D2}$
0	1	1	0	$D3$	$\overline{D3}$
1	0	0	0	$D4$	$\overline{D4}$
1	0	1	0	$D5$	$\overline{D5}$
1	1	0	0	$D6$	$\overline{D6}$
1	1	1	0	$D7$	$\overline{D7}$

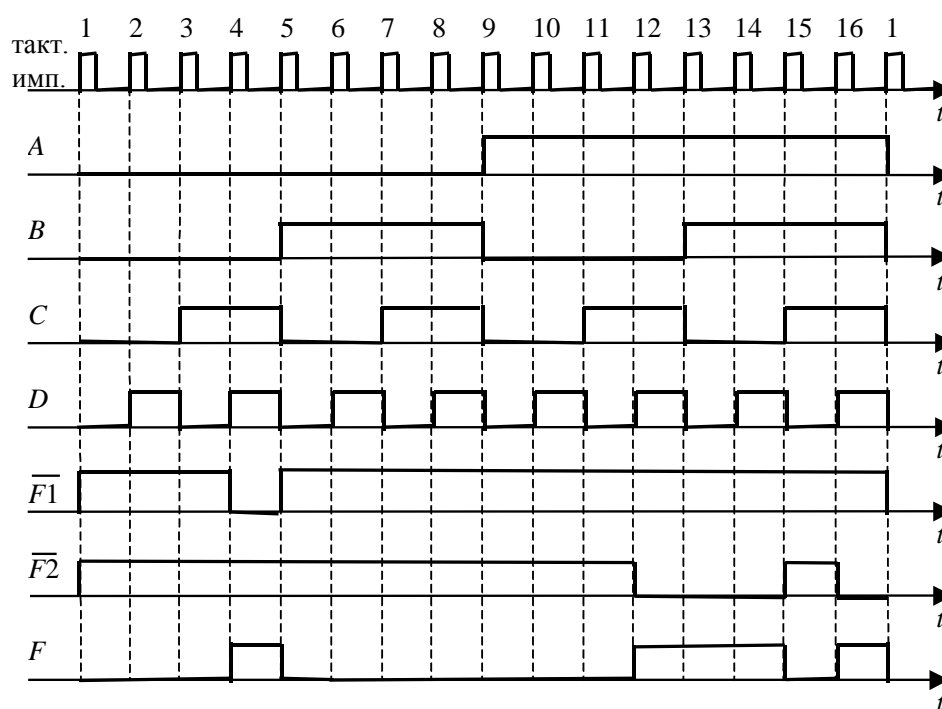


Рис.2.6. Диаграммы напряжений в схеме на рис.2.5.

В среде Multisim по умолчанию ножки (pins) питания микросхем скрыты, подключение их к шине питания не требуется. В качестве генератора прямоугольных импульсов целесообразно использовать элемент DIGITAL\_CLOCK (в меню SOURCE → DIGITAL\_SOURCE). Генератор прямоугольных импульсов и счетчик DD1 представляют собой схему формирования последовательностей двоичных импульсов (сигналов), аналог которой представлен на рис. 2.7.



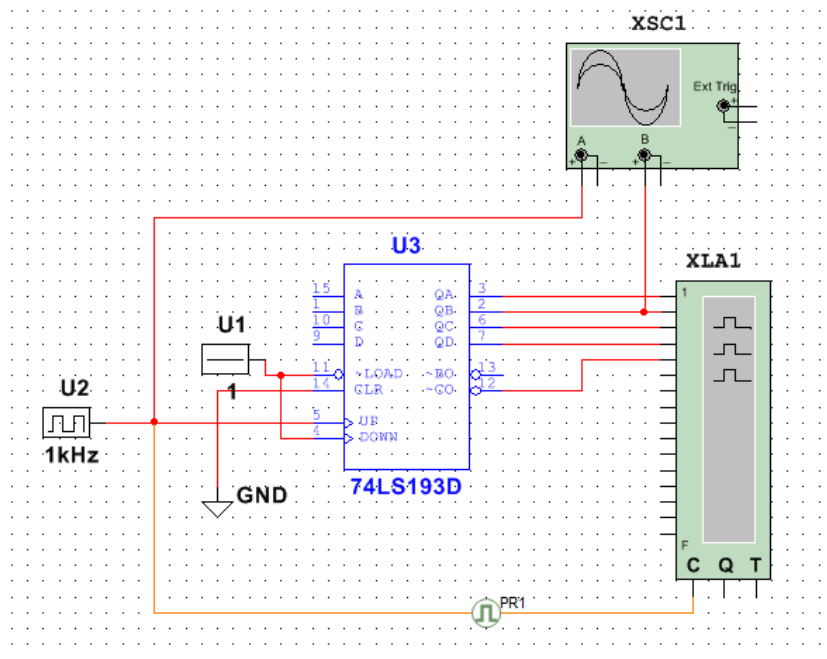


Рис. 2.7. Схема формирователя двоичных сигналов.

Элементы схемы формирователя двоичных сигналов:

U1 – DIGITAL\_CONSTANT – источник постоянного сигнала уровней логических 0 или 1 (в меню SOURCE → DIGITAL\_SOURCE);

U2 – DIGITAL\_CLOCK – источник прямоугольных импульсов (в меню SOURCE → DIGITAL\_SOURCE);

U3 – двоичный счетчик K555IE7 (74LS193) – формирует четыре последовательности прямоугольных импульсов;

GND – общая точка цифровой схемы (обозначение в каталоге DGND);

PR1 – place digital probe – цифровой пробник, служит для определения логического уровня;

XLA1 – Logic Analyzer – цифровой анализатор, позволяет строить диаграммы логических сигналов (использовать с осторожностью!);

XSC1 – двухканальный осциллограф, рекомендуется для наблюдения и измерения параметров цифровых сигналов.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Почему мультиплексоры иногда называют селекторами? Дайте определение мультиплексора.

6.2. Каковы отличия мультиплексоров ТТЛ и КМОП. Отличаются ли они по принципу действия, по функциональному назначению?

6.3. Каковы отличия между собой у мультиплексоров ТТЛ?

6.4. Как построить мультиплексор 16 на 1 на основе мультиплексоров КР1533КП7? Привести схему в отчете.

6.5. Как построить мультиплексор 16 на 1 на основе мультиплексоров КР1533КП2? Привести схему в отчете.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Краткая программа работы.
3. Предварительное задание (теоретическая диаграмма процесса формирования заданной функции, таблица истинности).
4. Результаты выполнения программы:
  - принципиальные схемы с объяснением их принципа действия;
  - осциллограммы напряжений на входе и выходе мультиплексора.
5. Выводы.