

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).

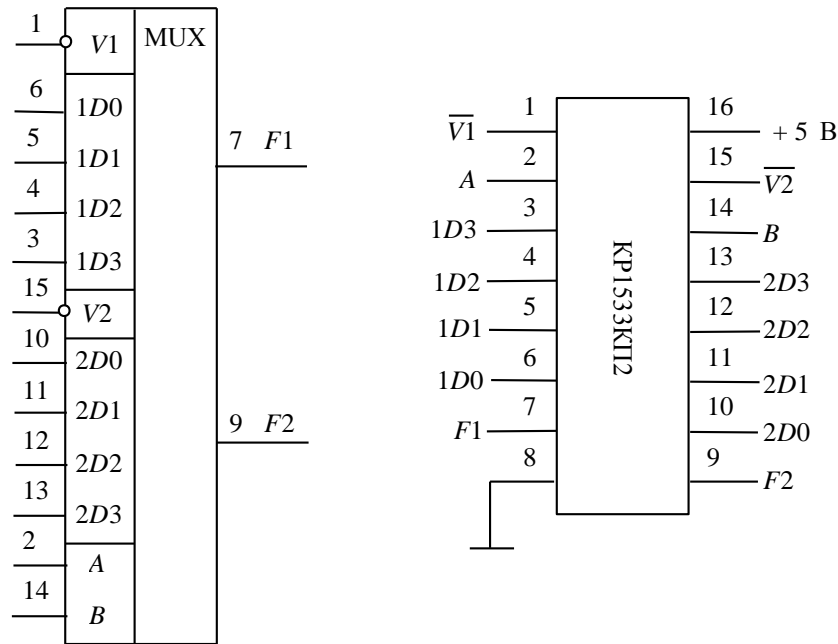


Рис.2.1. УГО ИМС КР1533КП2 и ее цоколевка.

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 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 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 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 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 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 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 | 0 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 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 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |



Таблица 2.7.

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

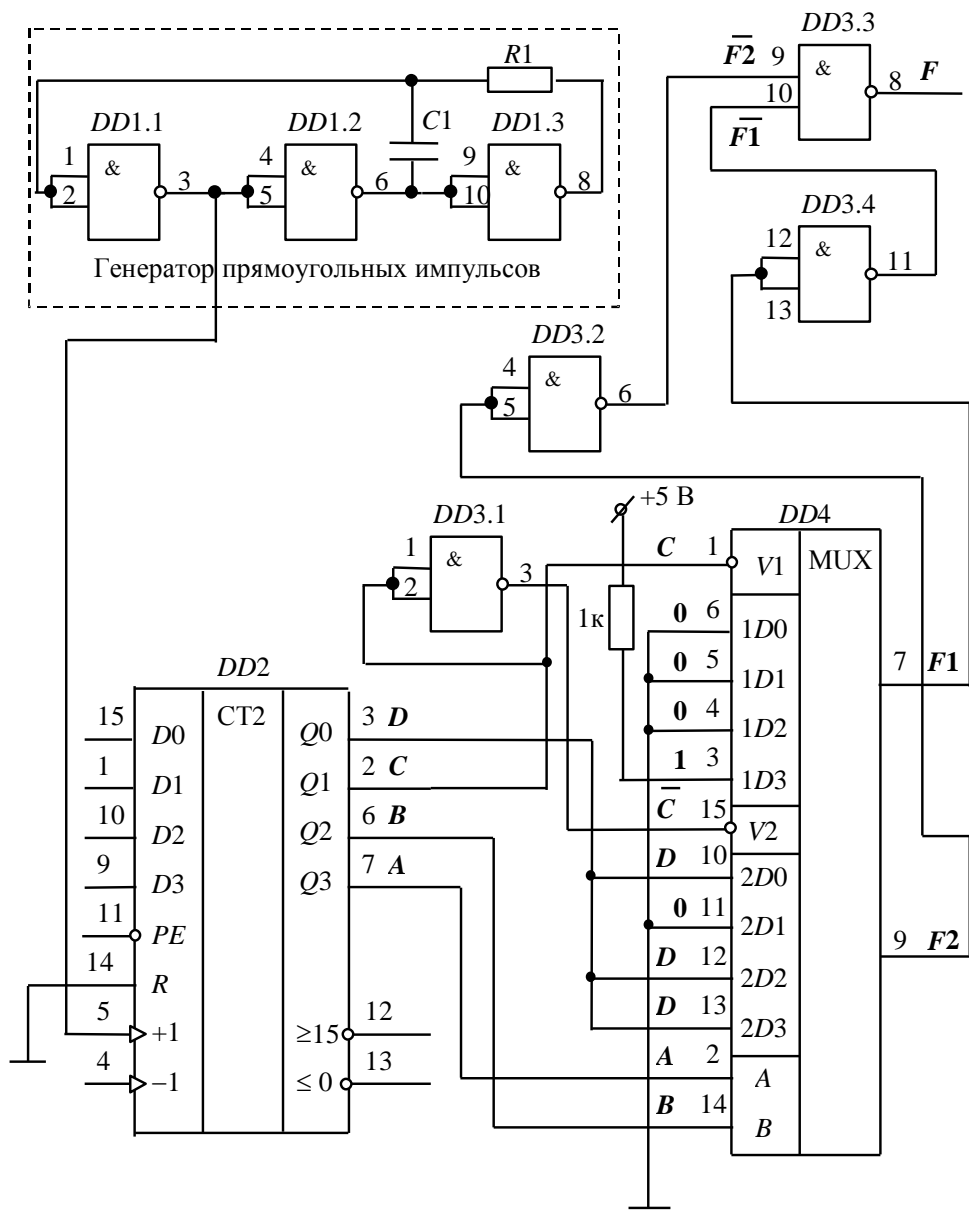
Таблица 2.8.

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



Таблица 2.9.

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



| 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.

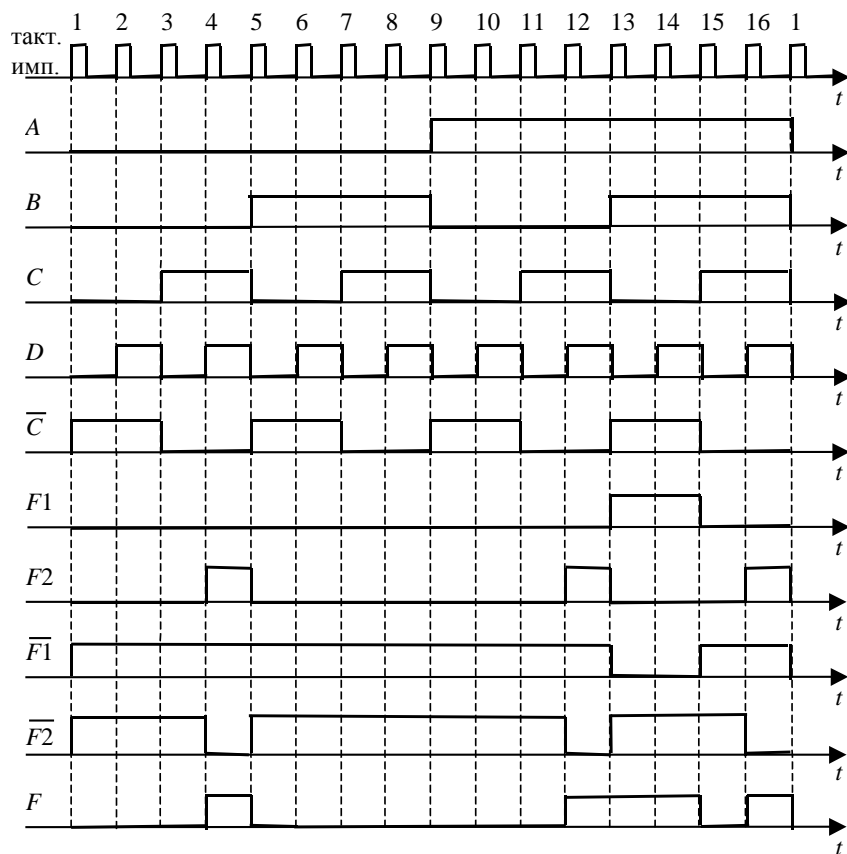


Рис.2.3. Диаграммы напряжений в схеме на рис.2.2.

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):

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

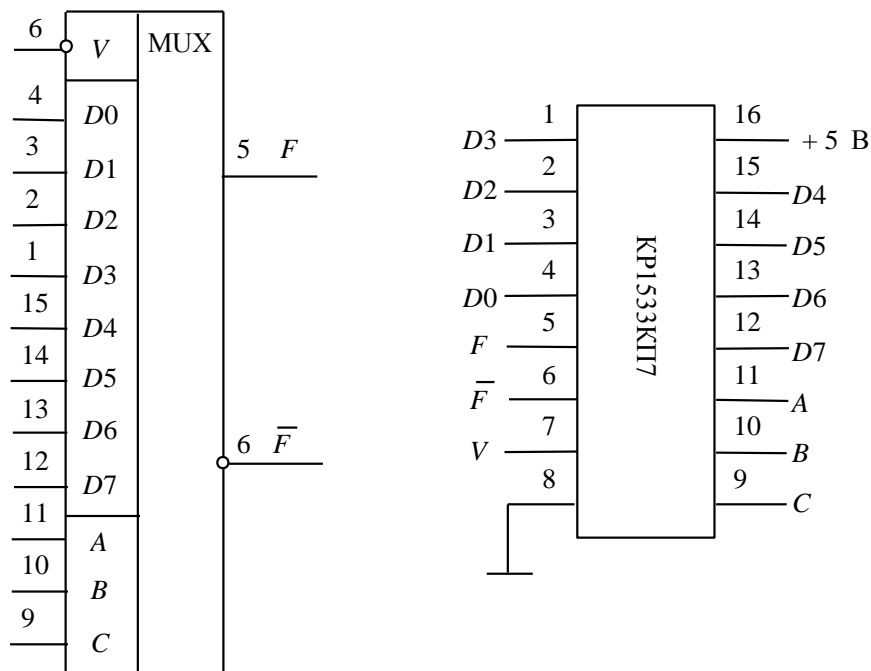


Рис.2.4. УГО ИМС КР1533КП7 и ее цоколевка.

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.

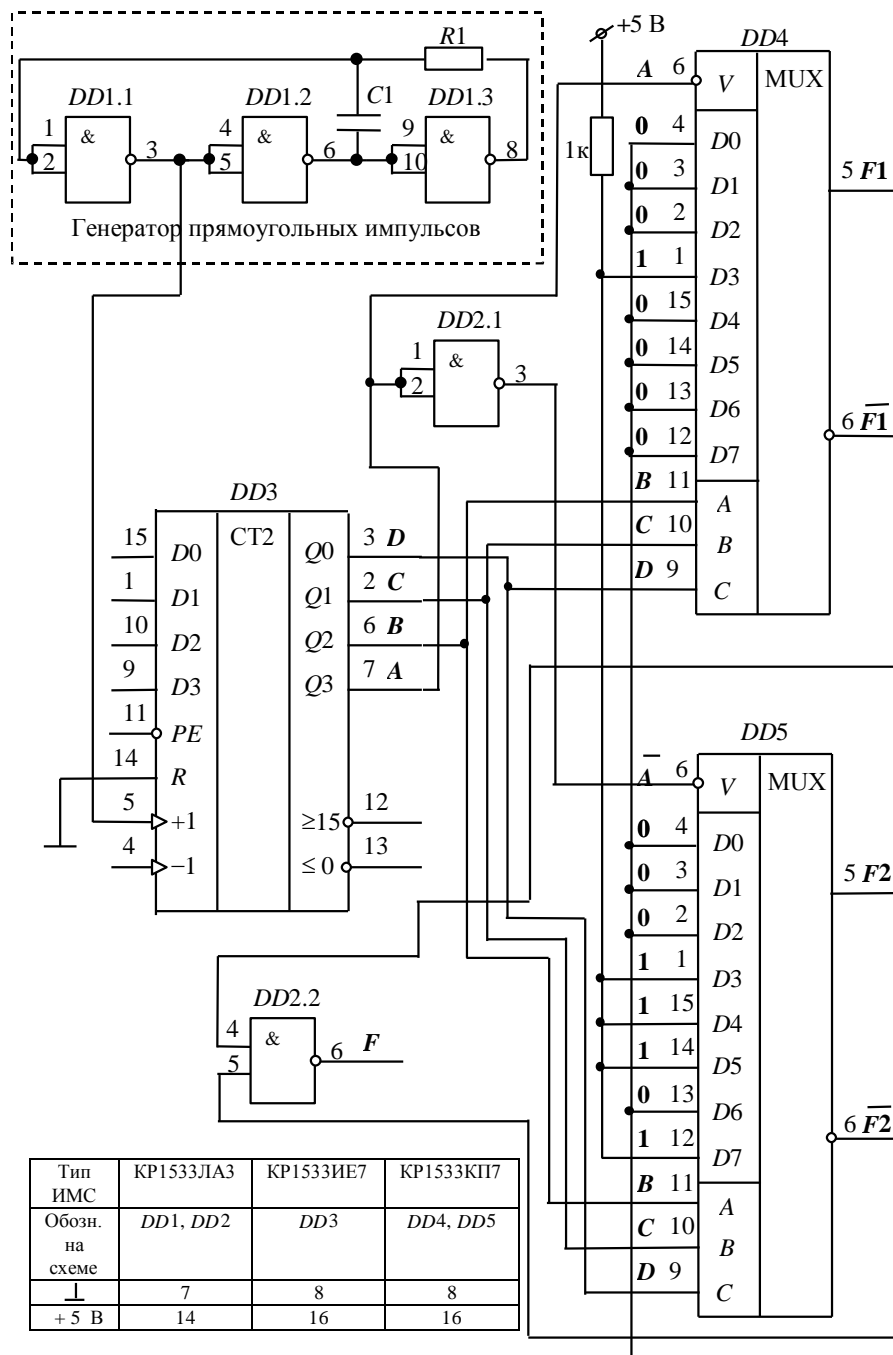


Рис.2.5. Реализация БФ на базе ИМС КР1533КП7.

Таблица 2.10.

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

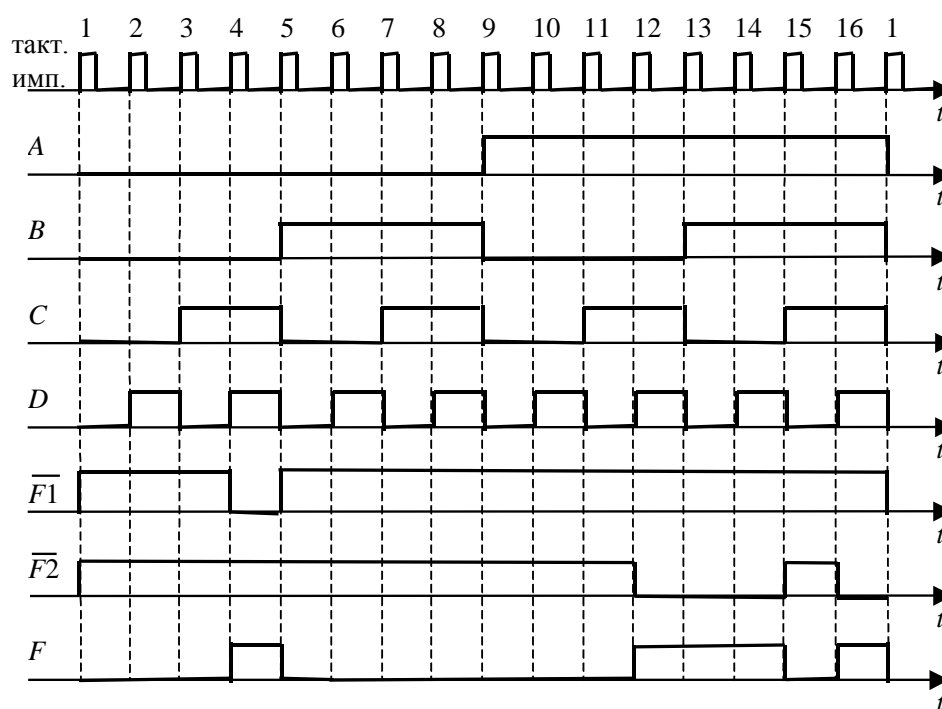


Рис.2.6. Диаграммы напряжений в схеме на рис.2.5.

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.

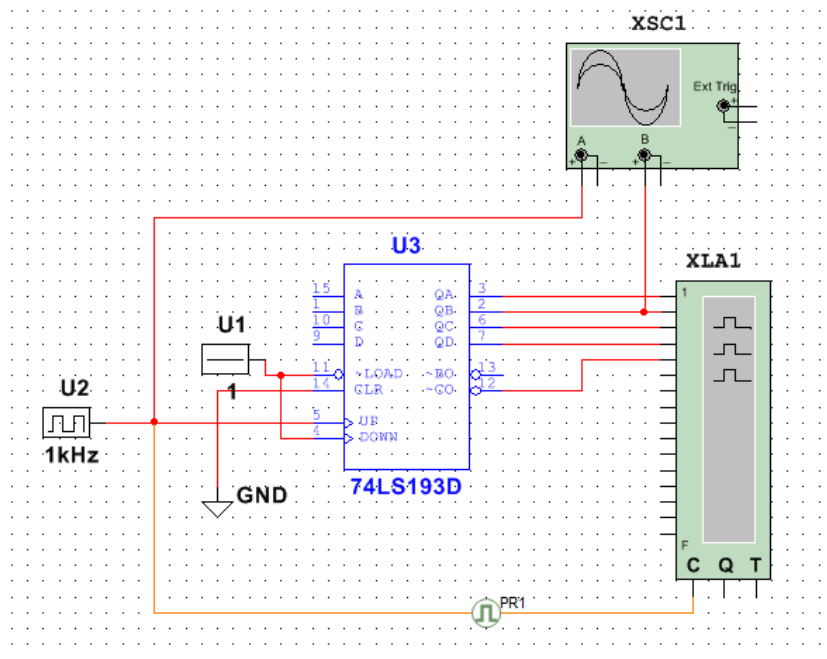


Рис. 2.7. Схема формирователя двоичных сигналов.

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.