

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СЧЕТЧИКОВ (2 часа)

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Добиться уяснения студентами роли счетчиков в цифровых устройствах и закрепить в процессе проводимых исследований навыки приборного контроля счетчиков и обращения с технической документацией.

2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

2.1. Изучить принципиальную схему и принцип функционирования счетчика, а также режимы работы на примере ИМС КР1533ИЕ7.

2.2. Знать принципы построения счетчика с любым коэффициентом счета ($K_{сч}$). Разработать счетчик с $K_{сч}$ заданным преподавателем на основе ИМС КР1533ИЕ7.

2.3. Знать способы построения многоразрядных счетчиков, разработать n – разрядный счетчик на основе ИМС КР1533ИЕ7 по заданию преподавателя.

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Проверить работу счетчика в различных режимах: параллельной загрузки, сброса, суммирования и вычитания в динамическом режиме. Для каждого режима обеспечить необходимые логические уровни на входах счетчика и снять осциллограммы напряжений на входах и выходах счетчика. Счетные импульсы на входы "+1" "-1" счетчика подавать с генератора прямоугольных импульсов.

3.2. Собрать счетчик с $K_{сч}$, заданным преподавателем, построенного по методу опознавания и сброса, снять осциллограммы напряжений на входе и выходах счетчика.

3.3. Увеличить разрядность счетчика до 8 способом последовательного или параллельного наращивания, и снять осциллограммы напряжений на выходах переноса и заема для режима суммирования и вычитания. По заданию преподавателя реализовать счетчик с $K_{сч}$ больше 16. Снять осциллограммы напряжений на входе и выходах счетчика.

4. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Соединив последовательно несколько триггерных схем – делителей частоты на два, получим простейший многоразрядный двоичный делитель. Более общее название для делителей частоты – счетчики.

Основными параметрами счетчиков являются:

1. Информационная емкость, численно равная коэффициенту счета счетчика:
 $K_{сч} = 2^n$, где n – число триггеров в счетчике.
2. Быстродействие (максимальная частота следования импульсов).

По способу отображения информации в счетчике, счетчики делятся на двоичные и двоично-десятичные.

В двоичных счетчиках информация представляется в прямом двоичном коде, а в двоично-десятичных в прямом двоично-десятичном коде.

По способу счета счетчики делятся на:

1. Прямого счета (счетчики сложения);
2. Обратного счета (счетчики вычитающие);
3. Реверсивные – работают как на сложение, так и на вычитание.

По способу срабатывания счетчики делятся на асинхронные и синхронные.

В асинхронных счетчиках каждый последующий триггер срабатывает от предыдущего и импульсы счета подаются на вход первого триггера (рис.4.1).

В синхронных счетчиках импульсы счета подаются на всю линейку триггеров, и срабатывание последующего триггера происходит тогда, когда все младшие разряды заполняются единицами (рис.4.2).

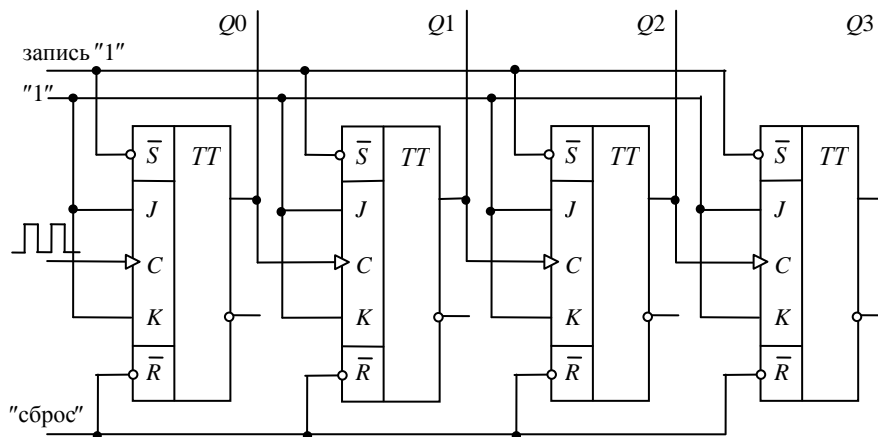


Рис. 4.1. Принципиальная схема асинхронного 4-х разрядного счетчика.

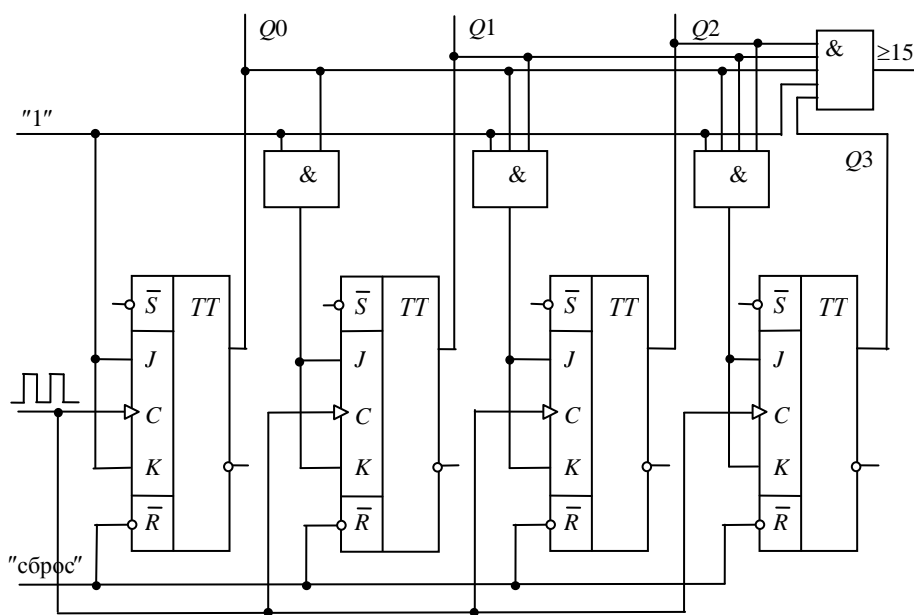


Рис.4.2. Принципиальная схема синхронного 4-х разрядного счетчика.

В данной лабораторной работе предлагается исследовать многофункциональную ИМС КР1533ИЕ7. Зарубежный аналог КР1533ИЕ7 – 74LS193 (74193)

ИМС КР1533ИЕ7 представляет собой 4-х разрядный двоичный реверсивный счетчик с максимальным модулем счета $K_{сч} = 16$. На рис.4.3 показаны УГО счетчика и его цоколевка.

Входы $C_U (+1)$ и $C_D (-1)$ – тактовые входы на увеличение и уменьшение счета соответственно. Состояние счетчика меняется по положительному перепаду тактового импульса, т.е. переходу от 0 к 1, на каждом из тактовых входов, поскольку каждый триггер счетчика построен по MS – схеме.

Если на вход C_U подается перепад от 0 к 1, то содержимое счетчика увеличится на 1, аналогичный перепад, поданный на C_D (-1) уменьшит содержимое счетчика на 1.

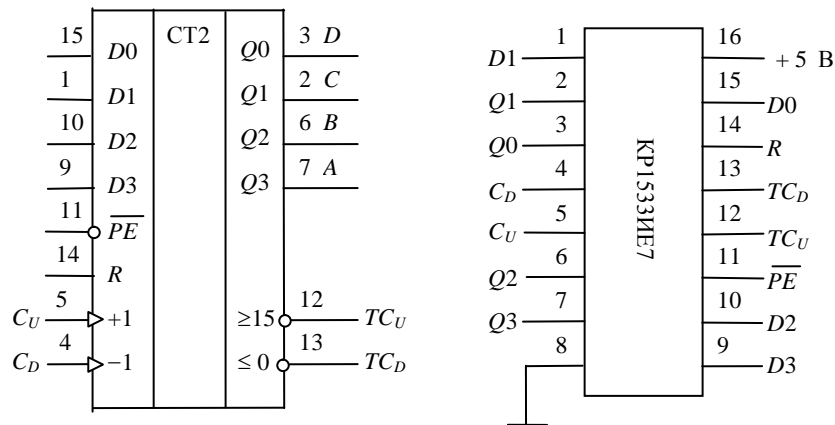


Рис.4.3. УГО ИМС КР1533ИЕ7 и ее цоколевка.

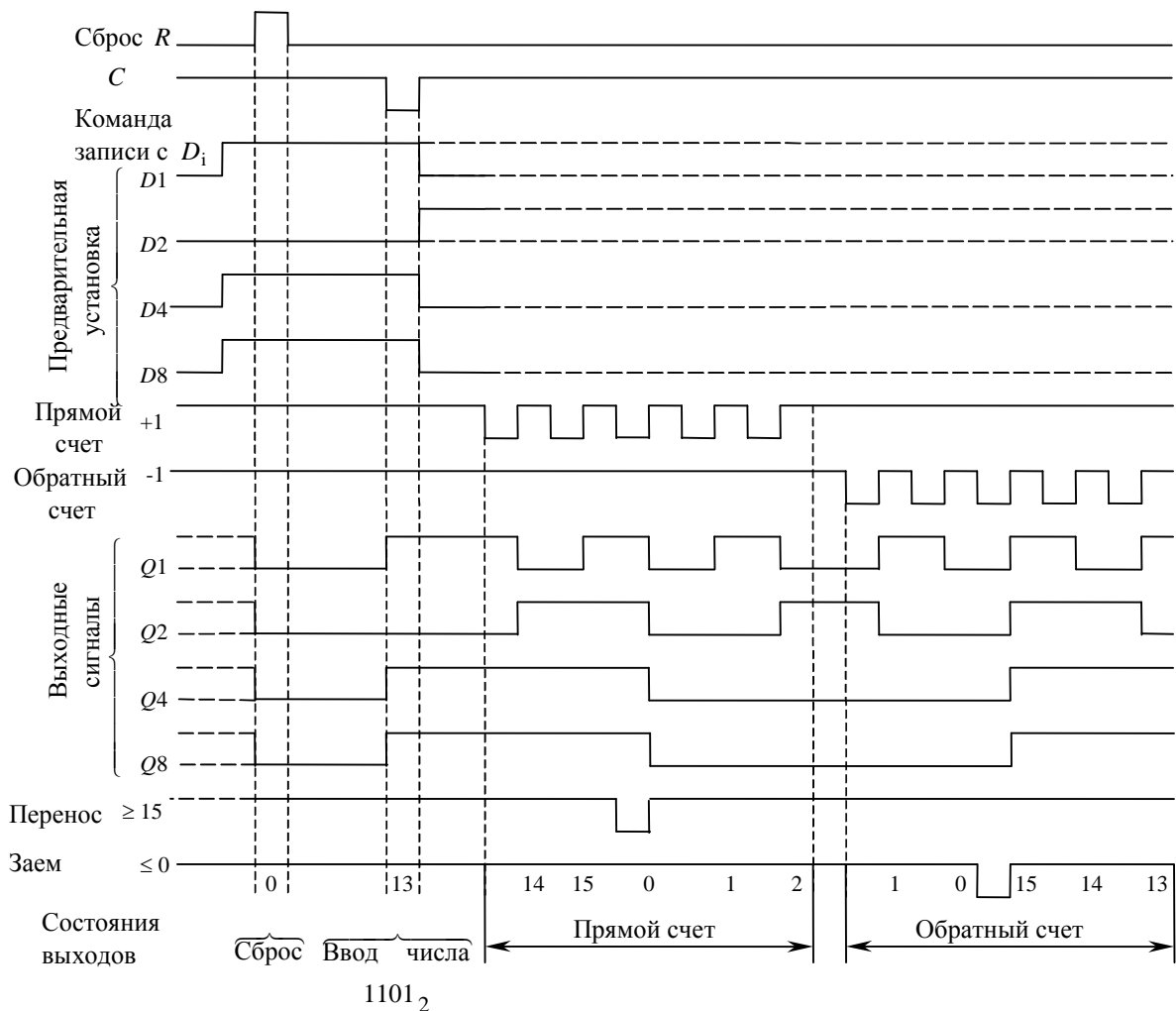


Рис.4.4. Диаграммы работы ИМС КР1533ИЕ7.

Если используется тактовый вход C_U , то на C_D следует подать уровень "логической 1" и наоборот. Изменять направление счета следует в момент, когда тактовый сигнал перешел на уровень "логической 1".

Выход R предназначен для асинхронного сброса всех разрядов счетчика путем подачи на вход "логической 1".

Выходы $D0, D1, D2, D3$ предназначены для предварительной установки в счетчик любого исходного числа, с которым суммируются счетные импульсы (в режиме сложения), либо из которого они вычитаются (в режиме вычитания). Ввод данных происходит в момент, когда на входе \overline{PE} появится импульс низкого уровня. Выводы $Q0, Q1, Q2, Q3$ – прямые выходы разрядов счетчика.

Выход TC_U – вывод переноса, сигнал переноса возникает на нем во время перехода счетчика из состояния $1111_{(2)} = 15_{(10)}$ в состояние $0000_{(2)}$, т.о. сигнал переноса формируется срезом счетного импульса.

Выход TC_D – выход сигнала заема, который возникает при изменении состояния $0000_{(2)}$ на $1111_{(2)}$.

Возможные режимы работы счетчика КР1533ИЕ7 приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Режим	Входы								Выходы					
	R	\overline{PE}	C_U	C_D	D_0	D_1	D_2	D_3	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	T_{C_U}	T_{C_D}
Сброс	1	X	X	0	X	X	X	X	0	0	0	0	1	0
	1	X	X	1	X	X	X	X	0	0	0	0	1	1
Параллельная загрузка	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	0	0	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Счет на увеличение	0	1	↑	1	X	X	X	X	Счет на увеличение				1	1
Счет на уменьшение	0	1	1	↑	X	X	X	X	Счет на уменьшение				1	1

Импульсы переноса и заема можно использовать для циклической записи в счетчик информации со входов $D0, D1, D2, D3$. Для этого достаточно соединить вход \overline{PE} с соответствующим выходом, выходы переноса и заема используются при каскадировании микросхем, а также при работе счетчика, в качестве делителя. При этом, если соединить выход переноса TC_U со входом \overline{PE} , коэффициент деления будет $15 - N$, где N – десятичный эквивалент двоичного кода на входах $D0, D1, D2, D3$.

На рис.4.4 приведены временные диаграммы работы счетчика КР1533ИЕ7, построенные для случая, когда на входы $D0, D1, D2, D3$ подан код $1101_{(2)} = 13_{(10)}$. Последовательность управляющих входных импульсов соответствует последовательности рабочих режимов, указанных в таблице 4.1.

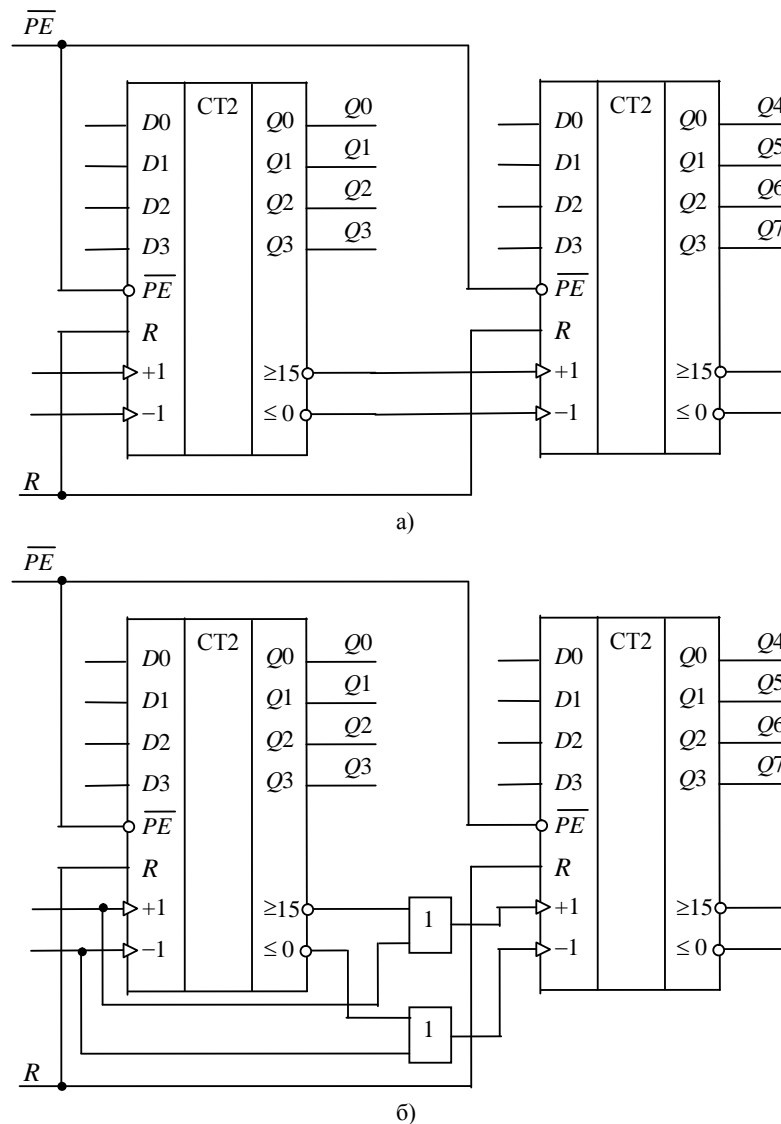


Рис.4.5. Схемы 8-ми разрядных счетчиков на базе ИМС КР1533ИЕ7:
а – при последовательном способе наращивания, б – при параллельном способе наращивания.

После записи в разряды счетчика информации со входов $D0$, $D1$, $D2$, $D3$ и начала поступления импульсов на вход $+1$ выходы счетчика изменяют свои состояния, начиная с кода $1101_{(2)}$, и если повторного ввода в счетчик сигналов не было, то после состояния $1111_{(2)}$ произойдет сброс и счет пойдет от $0000_{(2)}$ и далее. Сигнал на выходе ≥ 15 появится после пятнадцатого импульса на входе $+1$.

Обратный счет будет производиться при подаче сигнала на вход -1 .

На рис.4.5 приведены схемы 8-ми разрядных счетчиков на основе ИМС КР1533ИЕ7, полученные путем последовательного (а) и параллельного (б) способов наращивания разрядности.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Дать определение счетчика и счетчика-делителя.
- 5.2. Какие триггеры могут быть использованы для построения счетчика?
- 5.3. Каково отличие асинхронных и синхронных счетчиков?
- 5.4. Каковы функциональные особенности счетчиков с параллельным переносом?

5.5. Каково назначение информационных входов счетчика? Какие триггеры положены в основу построения счетчика КР1533ИЕ7?

5.6. По заданию преподавателя построить схему счетчика с заданным коэффициентом счета на ИМС КР1533ИЕ7.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

6.1. Цель работы.

6.2. Программа работы (кратко).

6.3. Результаты выполнения каждого пункта программы:

- принципиальные схемы исследуемых устройств;
- комментарии;
- таблицы состояний;
- осциллограммы.

6.4. Выводы.