

БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 5
Тема: «Исследование работы счетчиков»

Выполнил:
студент группы 150501 Климович А.Н.

Проверил:
к.т.н., доцент Селезнёв И.Л.

Минск
2023

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение работы счетчиков: двоичного счетчика, двоично-десятичного счетчика, реверсивного счетчика.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Лабораторная работа выполняется на лабораторных модулях dLab12, dLab13, dLab14, макетной плате лабораторной станции NI ELVIS.

В ходе выполнения работы будут выполнены следующие задачи:

1. Изучение работы двоичного счетчика, двоично-десятичного счетчика и реверсивного счетчика в статическом и динамическом режимах.
2. Построение таблиц истинности и диаграмм состояний для каждого счетчика в данных режимах.
3. Определение входных сигналов, которые соответствуют режимам работы счетчиков.
4. Вычисление коэффициентов пересчета счетчиков.

Для двоичного и двоично-десятичного счетчика также будет определен тип исследуемых счетчиков и перепад, по которому на тактовом входе «С» происходят изменения состояний счетчиков в динамическом режиме.

Для реверсивного счетчика также будут решены следующие задачи:

1. Определение условий в статическом режиме, при которых удастся зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) «PU» при появлении на выходе реверсивного счетчика кода «1111» в режиме счета на увеличение и сигнала «PD» при появлении на выходе реверсивного счетчика кода «0000» в режиме счета на уменьшение.
2. Определение условий в динамическом режиме, при которых происходит формирование сигналов переноса «PU» и «PD» в режимах сброса и параллельной загрузки.

3 ТЕОРИТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Двоичный счетчик

Счетчиком называется устройство для подсчета числа входных импульсов. С поступлением каждого импульса на вход С состояние счетчика изменяется на единицу. Счетчик можно реализовать на нескольких триггерах, при этом состояние счетчика будет определяться состоянием его триггеров. В суммирующих счетчиках каждый входной импульс увеличивает число на его выходе на единицу, в вычитающих счетчиках каждый входной импульс уменьшает это число на единицу. Наиболее простые счетчики – двоичные.

На рисунке 3.1 представлен суммирующий двоичный счетчик.

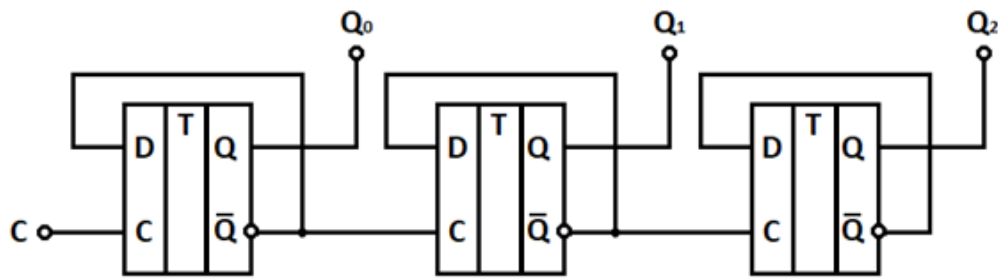


Рисунок 3.1 – Двоичный суммирующий счетчик

При построении счетчика триггеры соединяют последовательно, Выход каждого триггера непосредственно действует на тактовый вход следующего. Для того, чтобы реализовать суммирующий счетчик, необходимо счетный вход очередного триггера подключать к инверсному выходу предыдущего. Для того, чтобы изменить направление счета (реализовать вычитающий счетчик), можно предложить следующие способы:

- Считывание выходных сигналов счетчика не с прямых, а с инверсных выходов триггеров.
- Изменение структуры связей в счетчике путем подачи на счетный вход триггера сигнала не с инверсного, а с прямого выхода предыдущего каскада.

Счетчики характеризуются числом состояний в течение одного периода (цикла) счета. Число состояний определяется количеством триггеров k в структуре счетчика. Так для двоичного счетчика при $k = 3$ число состояний равно $N = 2^3 = 8$ (выходной код изменяется от 000 до 111).

Число состояний счетчика принято называть коэффициентом пересчета $K_{сч}$. Этот коэффициент равен отношению числа импульсов $N_{вх}$ на входе к числу импульсов $N_{вых}$ на выходе старшего разряда счетчика за период счета (формула 3.1):

$$K_{сч} = \frac{N_{вх}}{N_{вых}}. \quad (3.1)$$

Если на вход счетчика подавать периодическую последовательность импульсов с чистотой $f_{вх}$, то частота $f_{вых}$ на выходе старшего разряда счетчика будет меньше в $K_{сч}$ раз (формула 3.2):

$$K_{сч} = \frac{f_{вх}}{f_{вых}}. \quad (3.2)$$

Поэтому счетчики можно использовать в качестве делителей частоты, величина $K_{сч}$ в этом случае будет называться коэффициентом деления. Для увеличения $K_{сч}$ приходится увеличивать число триггеров в схеме счетчика. Каждый дополнительный триггер удваивает число состояний счетчика, следовательно, и число $K_{сч}$. Для уменьшения коэффициента $K_{сч}$ можно в качестве выхода счетчика рассматривать выходы триггеров промежуточных

каскадов. Например, для счетчика на трех триггерах $K_{сч} = 8$, если взять выход 2-го триггера, то $K_{сч} = 4$. При этом $K_{сч}$ всегда будет являться целой степенью числа 2, а именно: 2, 4, 8, 16 и т.д.

На рисунке 3.3 показано условное графическое обозначение двоичного счетчика К555ИЕ5.

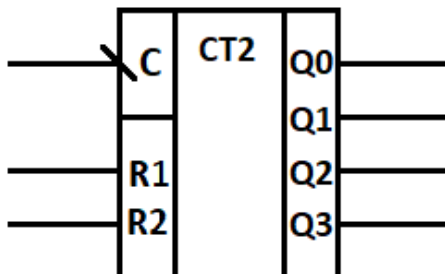


Рисунок 3.3 – Условное графическое обозначение двоичного счетчика К555ИЕ5

3.2 Двоично-десятичный счетчик

Счетчик с коэффициентом пересчета $K_{сч}$, равным любому целому числу, можно реализовать на основе двоичного счетчика путем ввода обратных связей для исключения запрещенных состояний. Например, для счетчика на трех триггерах реализуется $K_{сч}$ в пределах от 2 до 7, но при этом один или два триггера могут оказаться лишними. При использовании всех трех триггеров можно получить $K_{сч} = 5...7$, т.е. $2^2 < K_{сч} < 2^3$. Счетчик с $K_{сч} = 5$ должен иметь 5 состояний, которые в простейшем случае образуют последовательность: {0, 1, 2, 3, 4}. Циклическое повторение этой последовательности означает, что коэффициент деления счетчика равен 5.

Для построения суммирующего счетчика с $K_{сч} = 5$ надо, чтобы после формирования последнего числа из последовательности {0, 1, 2, 3, 4} счетчик переходил не к числу 5, а к числу 0. В двоичном коде это означает, что от числа 100 нужно перейти к числу 000, а не 101. Изменение естественного порядка счета возможно при введении дополнительных связей между триггерами счетчика. Можно воспользоваться следующим способом: как только счетчик попадает в нерабочее состояние (в данном случае 101), этот факт должен быть опознан и выработан сигнал, который перевел бы счетчик в состояние 000.

Нерабочее состояние счетчик описывается логическим уравнением (уравнение 3.3):

$$F = (101) \vee (110) \vee (111) = \\ = Q_3 \wedge Q_2 \wedge Q_1 \vee Q_3 \wedge Q_2 \wedge Q_1 \vee Q_3 \wedge Q_2 \wedge Q_1 = Q_3 \wedge Q_1 \vee Q_3 \wedge Q_2 \quad (3.3)$$

Состояния 110 и 111 также являются нерабочими и поэтому учтены при составлении уравнения. Если на выходе эквивалентной логической схемы

$F=0$, значит, счетчик находится в одном из рабочих состояний: $0 \vee 1 \vee 2 \vee 3 \vee 4$. Как только он попадает в одно из нерабочих состояний $5 \vee 6 \vee 7$, формируется сигнал $F=1$. Появление сигнала $F=1$ должно переводить счетчик в начальное состояние 000 , следовательно, этот сигнал нужно использовать для воздействия на установочные входы триггеров счетчика, которые осуществляли бы сброс счетчика в состояние $Q_1=Q_2=Q_3=0$. Один из вариантов построения счетчика с $K_{сч}=5$ представлен на рисунке 3.4.

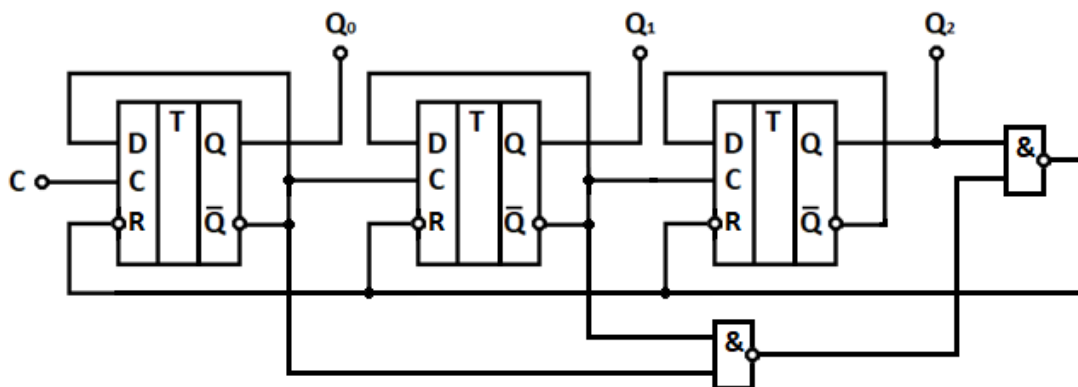


Рисунок 3.4 – Схема счетчика с коэффициентом пересчета 5

При последовательном включении триггера и счетчика с $K_{сч}=5$ образуется десятичный счетчик, у которого $K_{сч}=10$. Такие счетчики широко используются для построения цифровых измерительных приборов с удобным для оператора десятичным отсчетным устройством.

На рисунке 3.5 приведено условное графическое обозначение двоично-десятичного счетчика К555ИЕ2.

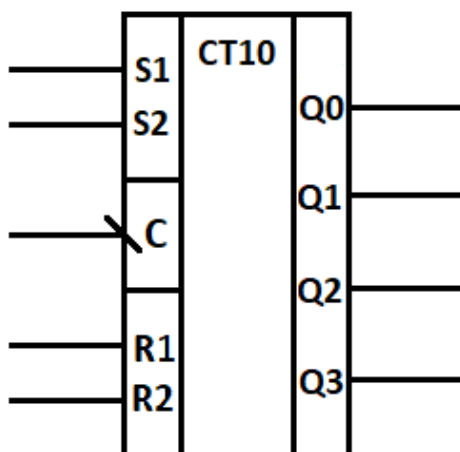


Рисунок 3.5 – Условное графическое обозначение двоично-десятичного счетчика К555ИЕ2

3.3 Реверсивный счетчик

Реверсивным называется счетчик, который может работать как в режиме суммирования, так и в режиме вычитания. Направление счета в реверсивном счетчике определяется способом передачи сигнала между триггерами соседних разрядов, таким образом, реверсивный счетчик должен обязательно содержать в своем составе устройства, выполняющие функцию управления последовательностью счета. Счетчики находят широкое применение в вычислительных и управляющих устройствах, цифровых измерительных приборах. Отметим, что счетчик является цифровым аналогом генератора линейно изменяющегося напряжения, т.к. на его выходе может быть сформирован линейно изменяющийся код.

В зависимости от выбранного способа управления внутренними триггерами реверсивные счетчики могут быть как асинхронными (последовательными) так и синхронными (параллельными). Для построения асинхронного реверсивного счетчика достаточно с помощью коммутационных узлов обеспечить подачу сигналов с прямого при суммировании или с инверсного при вычитании выхода предыдущего триггера на вход последующего триггера.

На рисунке 3.6 показан один из вариантов построения асинхронного двоичного реверсивного счетчика.

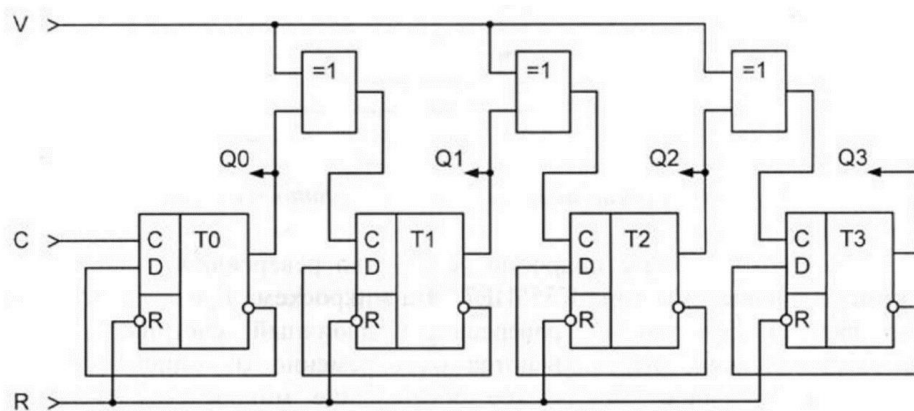


Рисунок 3.6 – Схема реверсивного асинхронного двоичного счетчика

В этой схеме в качестве коммутационного узла использованы логические элементы «Исключающее ИЛИ». При $V = 0$ элементы Исключающее ИЛИ работают как повторители входных логических сигналов, в результате чего реализуется схема суммирующего счетчика. При $V = 1$ элементы Исключающее ИЛИ инвертируют выходные сигналы триггеров предыдущих каскадов, в результате чего схема выполняет функции вычитающего счетчика.

Последовательные счетчики проще параллельных по устройству, но работают медленнее, кроме того, при переключении последовательной

цепочки триггеров из-за задержки распространения тактового сигнала на их выходах могут кратковременно возникать ложные комбинации сигналов, нарушающие нормальную работу счетчика. В результате при смене направления счета записанная информация может быть потеряна.

Более совершенным в этом плане является синхронный реверсивный счетчик, в котором счетные импульсы поступают одновременно на входы всех триггеров.

Временная диаграмма переключений синхронного счетчика показана на рисунке 3.7.

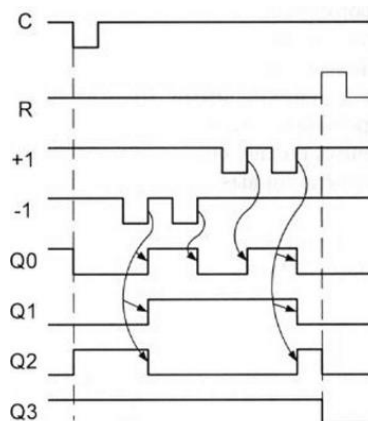


Рисунок 3.7 – Диаграмма переключений синхронного счетчика

Рассмотрим более подробно устройство реверсивного счетчика на примере микросхемы типа К555ИЕ7. Эта микросхема представляет собой 4-разрядный синхронный реверсивный двоичный счетчик, т.е. все триггеры счетчика переключаются одновременно от одного счетного импульса. Условное графическое обозначение микросхемы типа ИЕ7 приведено на рисунке 3.8.

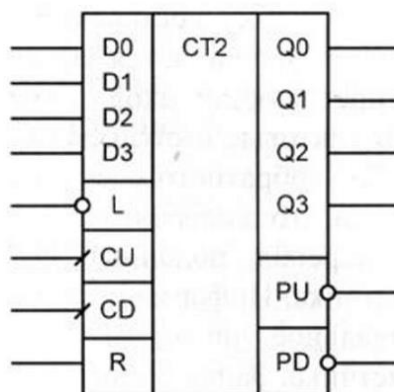


Рисунок 3.8 – Условное графическое обозначение двоичного реверсивного счетчика К555ИЕ7

Логическая структура микросхемы типа ИЕ7 приведена на рисунке 3.9.

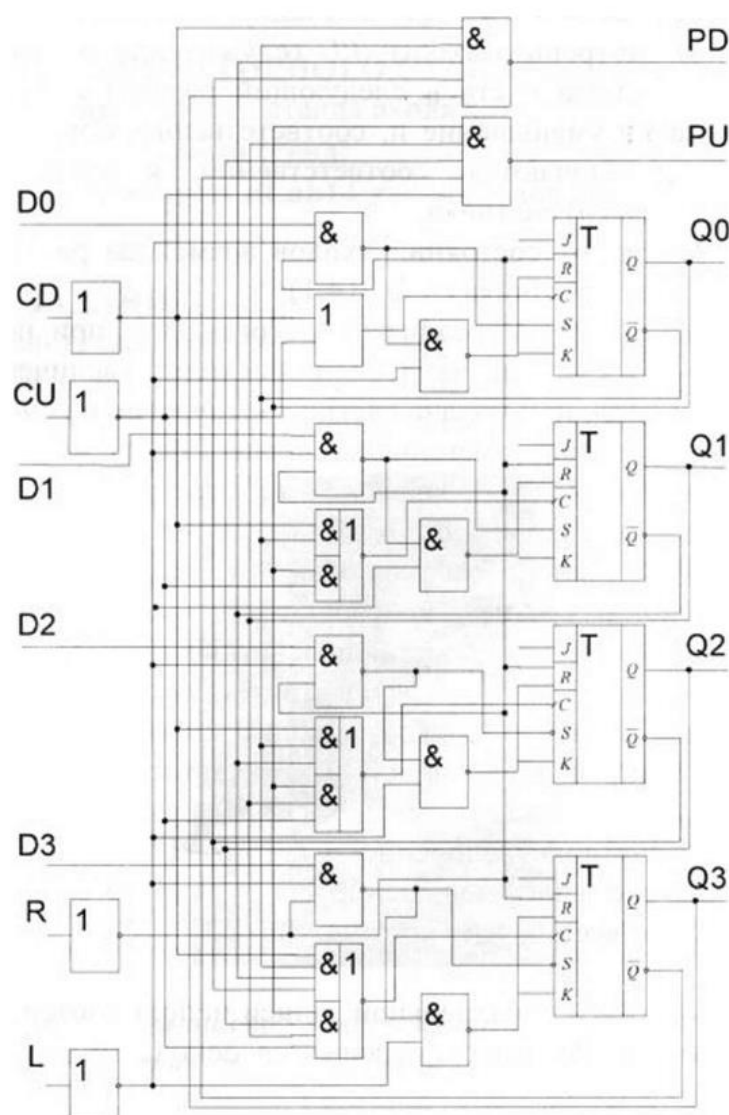


Рисунок 3.9 – Логическая структура микросхемы K555IE7

Основу микросхемы ИЕ7 составляют четыре JK-триггера, а вспомогательные операции выполняются логическими элементами 2И-ИЛИ. Счетчик имеет управляющий вход L, называемый также входом предварительной записи. Тактовые импульсы подаются на счетные входы: CU - прямого счета и CD - обратного счета. Если на вход CU приходит фронт тактового импульса, то содержимое счетчика увеличивается на единицу. Аналогичный перепад, поданный на вход CD, уменьшает на единицу содержимое счетчика. Информационные входы D0-D3 позволяют записать в счетчик начальное число, от которого будет выполняться изменение состояния счетчика. Запись производится подачей логического нуля на управляющий вход L. При этом информация с D1-D4 записывается в триггеры счетчика и появляется на его выходах Q0-Q3, независимо от состояния сигналов на

счетных входах CU и CD. Выходы счетчика Q3, Q2, Q1, Q0 имеют веса 8-4-2-1. Для каскадного наращивания нескольких счетчиков предусмотрены выходы: PU (служит для окончания счета на увеличение и переноса счета в следующий разряд) и PD (служит для окончания счета на уменьшение и, соответственно, обратного переноса). Эти выходы подключаются, соответственно, к входам CU и CD, следующего (старшего) счетчика.

В зависимости от состояний входов возможны различные режимы работы реверсивного счетчика, отраженные в таблице 3.1:

Таблица 3.1 – Режимы работы реверсивного счетчика

Режим	Вход								Выход					
	R	L	CU	CD	D0	D1	D2	D3	Q0	Q1	Q2	Q3	PU	PD
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	T	1	X	X	X	X	Счет на увеличение				1	1
Счет на уменьшение	0	1	1	t	X	X	X	X	Счет на уменьшение				1	1

Описание режимов работы двоичного счетчика:

- Режим счета реализуется, когда L=1: при подаче счетных импульсов на счетный вход CU происходит увеличение двоичного выходного кода, при подаче счетных импульсов на счетный вход CD уменьшение, информационные входы D0-D3 могут находиться в любом состоянии, что обозначено в таблице символом X.

- Режим параллельной записи обеспечивается, когда L=0, при этом кодовые наборы, установленные на информационных входах, повторяются на выходах соответствующих разрядов, независимо от состояния счетных входов;

- Сброс счетчика осуществляется подачей высокого уровня напряжения на вход R, что приводит к отключению всех других входов и запрещению записи. В результате на информационных выходах устанавливаются сигналы $Q_n=0$ ($n = 0, 1, 2, 3$), на выходе окончания счета на увеличение - сигнал PU = 1, а сигнал на выходе окончания счета на уменьшение PD дублирует состояние счетного входа CD. Во всех других режимах R = 0.

Режимы сброса и параллельной записи используются для начальной установки счетчика. Режим счета является основным рабочим режимом устройства.

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Изучение работы двоичного счетчика

4.1.1 Статический режим двоичного счетчика

После установки лабораторного модуля dLab12 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab12.vi на экране появляется изображение ВП, необходимого для выполнения работы (см. рисунок 4.1).

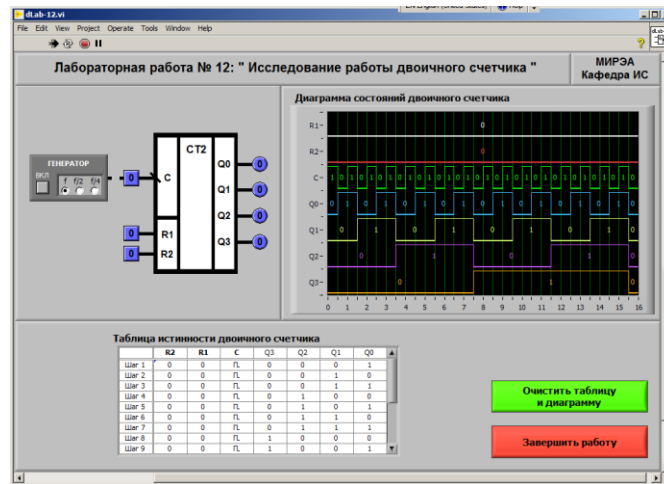


Рисунок 4.1 – Лицевая панель при работе с двоичным счетчиком

Установим на входах асинхронного сброса счетчика сигналы $R1=0$, $R2=0$ и выполним сброс счетчика, изменяя значения сигналов $R1$ и $R2$ сначала в «1», а затем в «0». Подавая импульсы на вход C 16 раз, получим таблицу истинности и временную диаграмму состояний. Таблица истинности приведена на рисунке 4.2.

	R2	R1	C	Q3	Q2	Q1	Q0
Шаг 1	0	0	П	0	0	0	1
Шаг 2	0	0	П	0	0	1	0
Шаг 3	0	0	П	0	0	1	1
Шаг 4	0	0	П	0	1	0	0
Шаг 5	0	0	П	0	1	0	1
Шаг 6	0	0	П	0	1	1	0
Шаг 7	0	0	П	0	1	1	1
Шаг 8	0	0	П	1	0	0	0
Шаг 9	0	0	П	1	0	0	1
Шаг 10	0	0	П	1	0	1	0
Шаг 11	0	0	П	1	0	1	1
Шаг 12	0	0	П	1	1	0	0
Шаг 13	0	0	П	1	1	0	1
Шаг 14	0	0	П	1	1	1	0
Шаг 15	0	0	П	1	1	1	1
Шаг 16	0	0	П	0	0	0	0

Рисунок 4.2 – Таблица истинности двоичного счетчика при работе в статическом режиме

Временная диаграмма состояний двоичного счетчика приведена на рисунке 4.3.

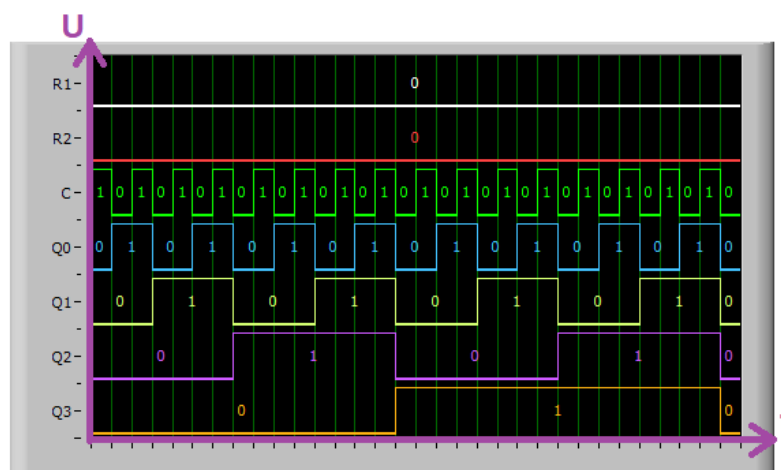


Рисунок 4.3 – Диаграмма состояний двоичного счетчика при работе в статическом режиме

По полученным таблице истинности и временной диаграмме состояний можно определить, что данный счетчик является счетчиком суммирующего типа с коэффициентом пересчета $K_{сч}=16$.

4.1.2 Динамический режим двоичного счетчика

Подадим на входы асинхронного сброса R1 и R2 счетчика всевозможные комбинации сигналов логических «0» и «1». В итоге, получим временную диаграмму состояний, представленную на рисунке 4.4.

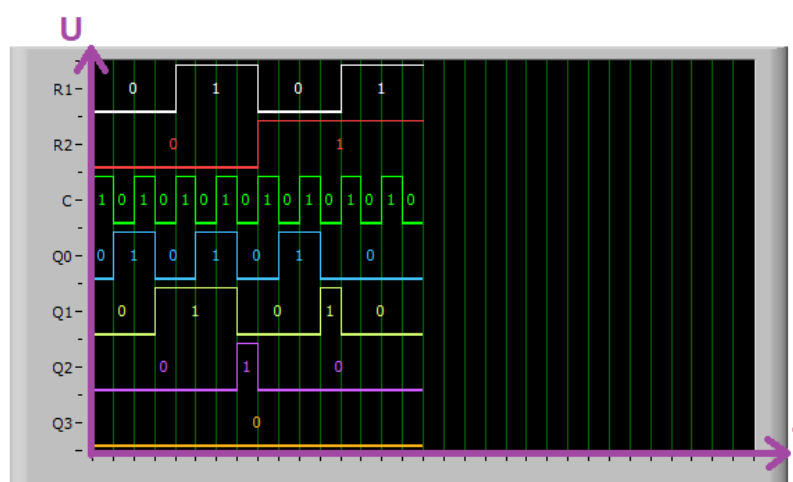


Рисунок 4.4 – Диаграмма состояний двоичного счетчика при работе в динамическом режиме

В таблице 4.1 показано, каким режимам работы счетчика соответствуют его входные сигналы.

Таблица 4.1 – режимы работы двоичного счетчика

Вход R2	Вход R1	Режим работы
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Режим сброса

По полученной диаграмме состояний и выходным индикаторам Q1, Q2, Q3, Q4 можно сделать вывод, что переключение счетчика происходит по перепаду синхросигнала из «1» в «0».

4.2 Изучение работы двоично-десятичного счетчика

4.2.1 Статический режим двоично-десятичного счетчика

После установки лабораторного модуля dLab13 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab13.vi на экране появляется изображение ВП, необходимого для выполнения работы (см. рисунок 4.5).

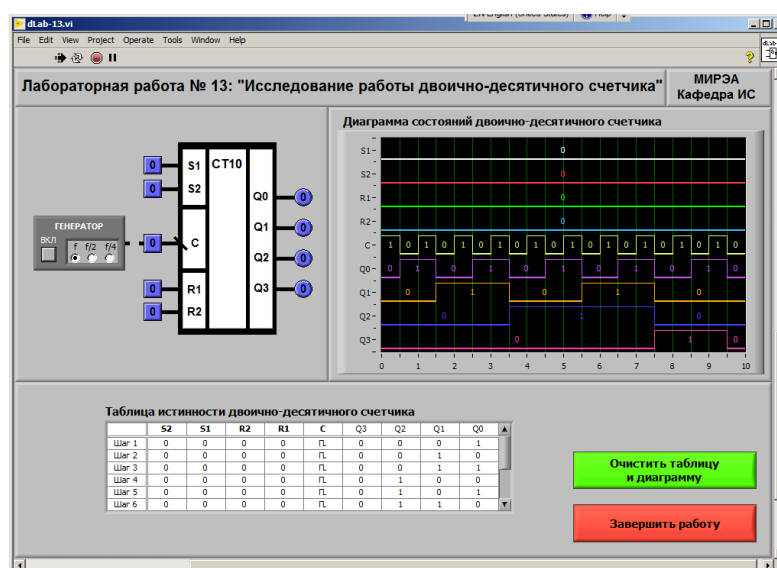


Рисунок 4.5 – Главная панель приложения для исследования двоично-десятичного счетчика

Установим на входах асинхронной установки и асинхронного сброса счетчика сигналы $S1=0$, $S2=0$, $R1=0$, $R2=0$ и выполним сброс счетчика, изменяя значения сигналов R1 и R2 сначала в «1», а затем в «0». Подавая

импульсы на вход С 10 раз, получим таблицу истинности и временную диаграмму состояний.

Таблица истинности такого счетчика приведена на рисунке 4.6.

	S2	S1	R2	R1	C	Q3	Q2	Q1	Q0
Шаг 1	0	0	0	0	Л	0	0	0	1
Шаг 2	0	0	0	0	Л	0	0	1	0
Шаг 3	0	0	0	0	Л	0	0	1	1
Шаг 4	0	0	0	0	Л	0	1	0	0
Шаг 5	0	0	0	0	Л	0	1	0	1
Шаг 6	0	0	0	0	Л	0	1	1	0
Шаг 7	0	0	0	0	Л	0	1	1	1
Шаг 8	0	0	0	0	Л	1	0	0	0
Шаг 9	0	0	0	0	Л	1	0	0	1
Шаг 10	0	0	0	0	Л	0	0	0	0

Рисунок 4.6 – Таблица истинности двоично-десятичного счетчика при работе в статическом режиме

Временная диаграмма состояний данного электронного прибора приведена на рисунке 4.7.

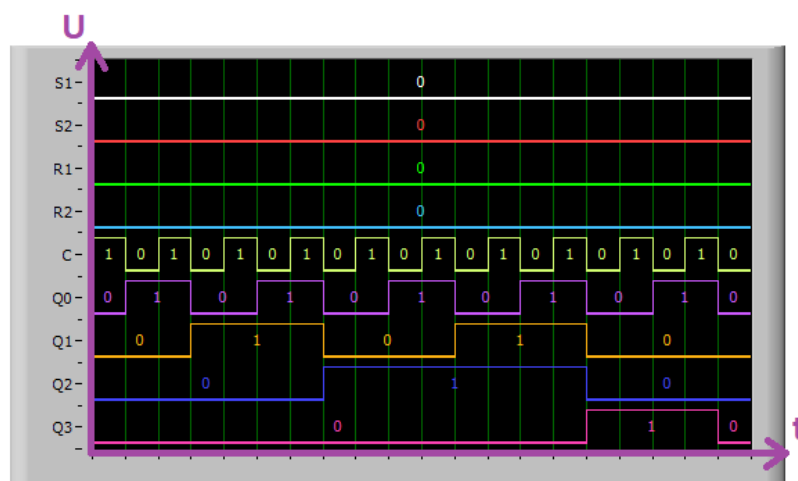


Рисунок 4.7 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счетчика при работе в статическом режиме

По полученным таблице истинности и временной диаграмме состояний можно определить, что данный счетчик является счетчиком суммирующего типа с коэффициентом пересчета $K_{сч}=10$.

4.2.2 Динамический режим двоично-десятичного счетчика

Изменяя в процессе работы счетчика состояния входов асинхронного сброса R1 и R2, получим временную диаграмму состояний.

Данная диаграмма приведена на рисунке 4.8.

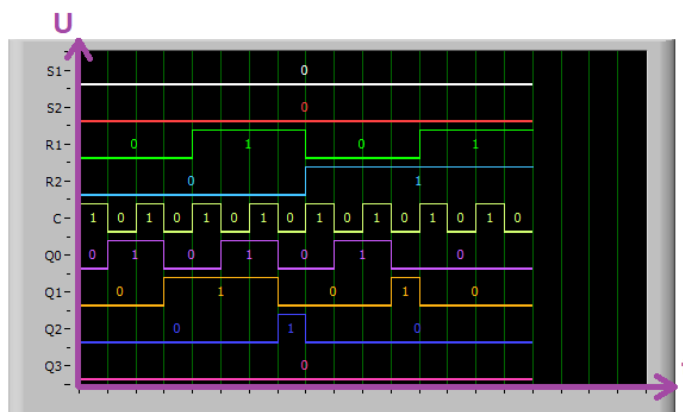


Рисунок 4.8 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счетчика при изменении сигналов асинхронного сброса

По полученной диаграмме состояний заполним таблицу режимов работы для входов R1 и R2 (см. таблицу 4.2).

Таблица 4.2 – Таблица истинности режимов работы для входов R1 и R2 двоично-десятичного счетчика

Вход R1	Вход R2	Режим работы
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Режим сброса

Подавая на входы асинхронной установки S1 и S2 счетчика всевозможные комбинации сигналов логических «0» и «1», получим временную диаграмму состояний (см. рисунок 4.9).

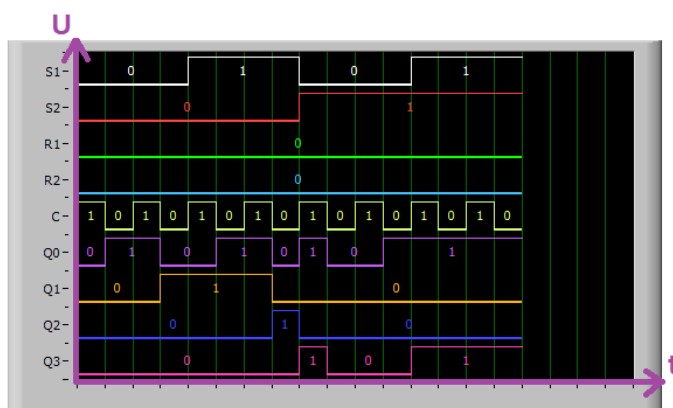


Рисунок 4.9 – Диаграмма состояний двоично-десятичного счетчика при изменении сигналов асинхронной установки

В таблице 4.3 показано, каким режимам работы счетчика соответствуют его входные сигналы.

Таблица 4.3 – Таблица режимов работы двоично-десятичного счетчика для входов S1 и S2

Вход S2	Вход S1	Режим работы
0	0	Режим счета
0	1	
1	0	
1	1	Предварительная установка кода «1001»

По полученной диаграмме состояний и выходным индикаторам Q1, Q2, Q3, Q4 можно сделать вывод, что переключение счетчика происходит по перепаду синхросигнала из «1» в «0».

4.3 Изучение работы реверсивного счетчика

4.3.1 Режим счета на увеличение реверсивного счетчика

После установки лабораторного модуля dLab14 на макетную плату NI ELVIS и загрузки файла dLab14.vi на экране появляется изображение ВП, необходимого для выполнения работы (см. рисунок 4.10).

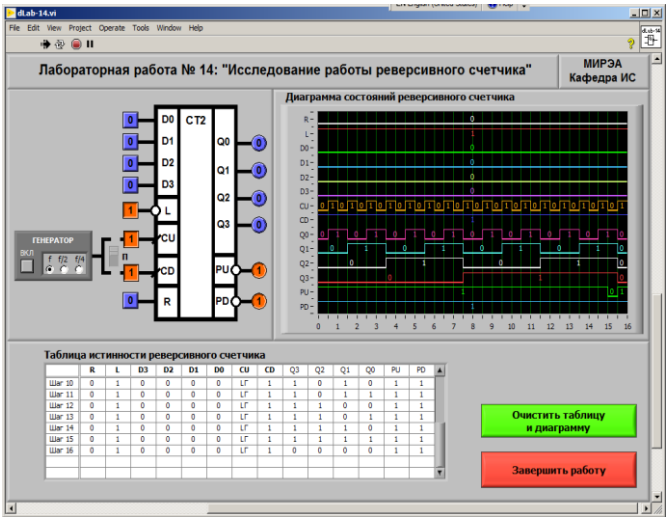


Рисунок 4.10 – Лицевая панель при работе с реверсивным счетчиком

Установим на входах асинхронной установки и асинхронного сброса счетчика сигналы L=1, R=0 и выполним сброс счетчика, установив значение сигнала R сначала в «1», а затем в «0». Подавая импульсы на вход CU 16 раз, получим таблицу истинности и временную диаграмму состояний.

Таблица истинности приведена на рисунке 4.11.

	R	L	D3	D2	D1	D0	CU	CD	Q3	Q2	Q1	Q0	PU	PD
War 1	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	0	0	1	1	1
War 2	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	0	1	0	1	1
War 3	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	0	1	1	1	1
War 4	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	1	0	0	1	1
War 5	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	1	0	1	1	1
War 6	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	1	1	0	1	1
War 7	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	1	1	1	1	1
War 8	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	0	0	0	1	1
War 9	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	0	0	1	1	1
War 10	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	0	1	0	1	1
War 11	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	0	1	1	1	1
War 12	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	1	0	0	1	1
War 13	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	1	0	1	1	1
War 14	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	1	1	0	1	1
War 15	0	1	0	0	0	0	LF	1	1	1	1	1	1	1
War 16	0	1	0	0	0	0	LF	1	0	0	0	0	1	1

Рисунок 4.11 – Таблица истинности реверсивного счетчика при работе в режиме счета на увеличение

Временная диаграмма состояний данного электронного прибора приведена на рисунке 4.12.

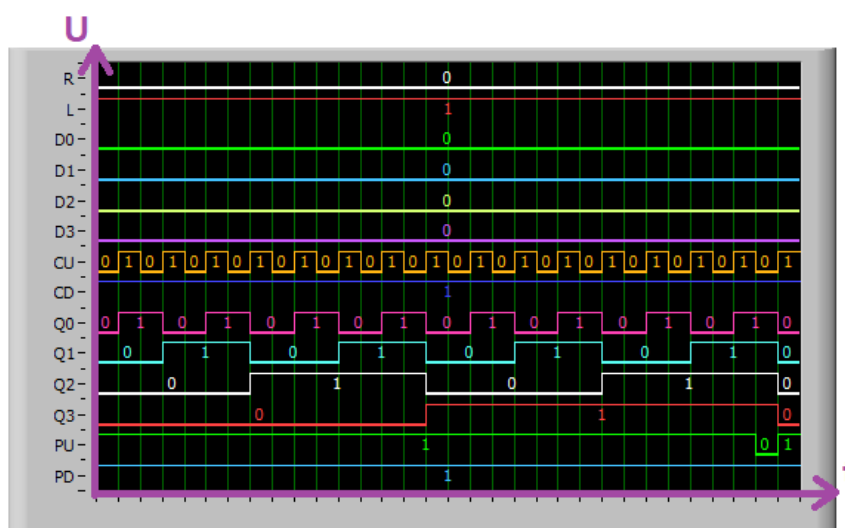


Рисунок 4.12 – Временная диаграмма состояний реверсивного счетчика при работе в режиме счета на увеличение

По полученным таблице истинности и временной диаграмме состояний можно определить, что в статическом режиме исследования данного электронного прибора возможно зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) PU при появлении на выходе кода «1111».

Также можно определить коэффициент пересчета $K_{сч}$ в режиме счета на увеличение, который будет равен 16.

4.3.2 Режим счета на уменьшение реверсивного счетчика

Установим на входах асинхронной установки и асинхронного сброса счетчика сигналы $L=1$, $R=0$ и выполним сброс счетчика, установив значение сигнала R сначала в «1», а затем в «0». Подавая импульсы на вход CD 16 раз, получим таблицу истинности и временную диаграмму состояний.

Таблица истинности приведена на рисунке 4.13.

	R	L	D3	D2	D1	D0	CU	CD	Q3	Q2	Q1	Q0	PU	PD
War 1	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	1	1	1	1
War 2	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	1	0	1	1
War 3	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	0	1	1	1
War 4	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	1	0	0	1	1
War 5	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	1	1	1	1
War 6	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	1	0	1	1
War 7	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	0	1	1	1
War 8	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	1	0	0	0	1	1
War 9	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	1	1	1	1
War 10	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	1	0	1	1
War 11	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	0	1	1	1
War 12	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	1	0	0	1	1
War 13	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	1	1	1	1
War 14	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	1	0	1	1
War 15	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	0	1	1	1
War 16	0	1	0	0	0	0	1	ЛГ	0	0	0	0	1	1

Рисунок 4.13 – Таблица истинности реверсивного счетчика при работе в режиме счета на уменьшение

Временная диаграмма состояний данного электронного прибора приведена на рисунке 4.14.

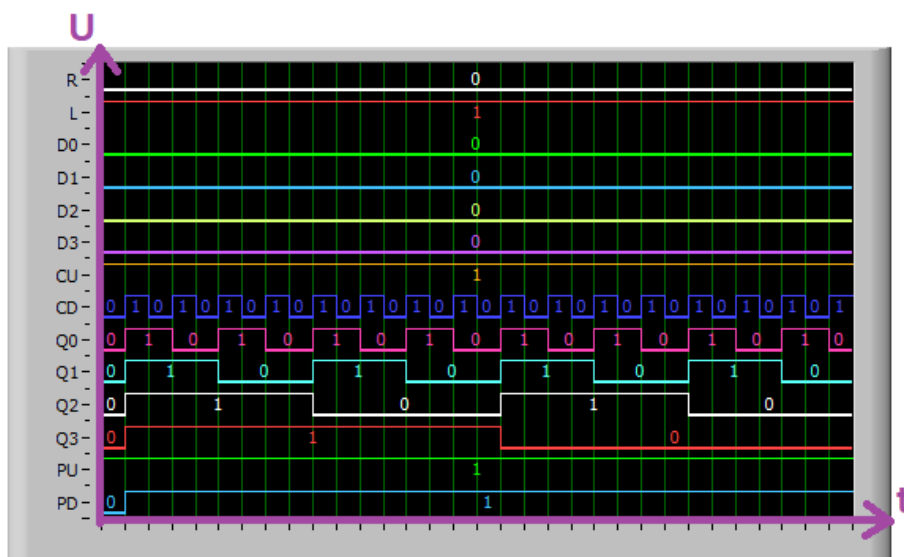


Рисунок 4.14 – Временная диаграмма состояний реверсивного счетчика при работе в режиме счета на уменьшение

По полученным таблице истинности и временной диаграмме состояний можно определить, что в статическом режиме исследования данного электронного прибора возможно зарегистрировать изменение сигнала окончания счета (сигнала переноса) PD при появлении на выходе кода «0000». Также можно определить коэффициент пересчета $K_{сч}$ в режиме счета на уменьшение, который будет равен 16.

4.3.3 Режим параллельной загрузки реверсивного счетчика

Установим на входах асинхронной установки и асинхронного сброса счетчика сигналы $L=1$, $R=0$ и выполним сброс счетчика, установив значение сигнала R сначала в «1», а затем в «0».

Теперь подадим на входы параллельной загрузки D0, D1, D2, D3 значения сигналов $D0=0$, $D1=1$, $D2=1$, $D3=0$, далее выполним параллельную загрузку счетчика, установив вход управления загрузкой L сначала в состояние «0», а после в состояние «1». Далее повторим параллельную загрузку для следующих значений сигналов: $D0=0$, $D1=0$, $D2=0$, $D3=0$ и $D0=1$, $D1=1$, $D2=1$, $D3=1$, получив при этом значения на выходах счетчика, представленные на рисунке 4.15.

	D0	D1	D2	D3	L	Q0	Q1	Q2	Q3
Шаг 1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Шаг 2	0	1	1	0	0	0	1	1	0
Шаг 3	0	1	1	0	1	0	1	1	0
Шаг 4	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Шаг 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шаг 6	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Шаг 7	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Шаг 8	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Шаг 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Рисунок 4.15 – Таблица работы реверсивного счетчика в режиме параллельной загрузки

По полученным результатам можно определить, что в режиме параллельной загрузки реверсивного счетчика параллельная загрузка происходит при подаче на вход управления загрузкой L значения «0».

4.3.4 Динамический режим реверсивного счетчика

Управляя состоянием входных сигналов в динамическом режиме, получим временную диаграмму работы реверсивного счетчика в режимах счета на увеличение и на уменьшение.

Данная диаграмма представлена на рисунке 4.16.

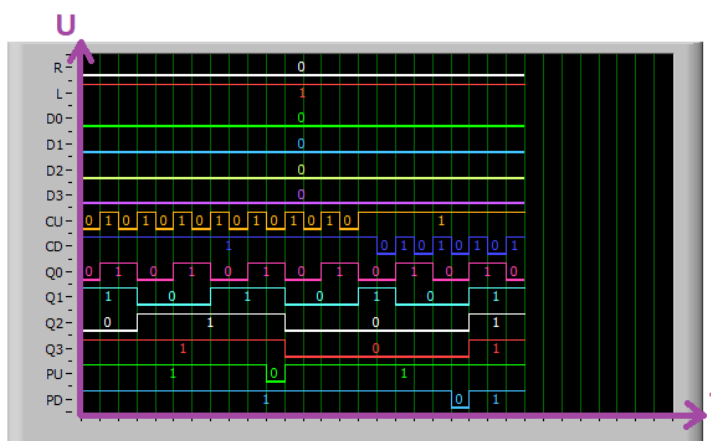


Рисунок 4.16 – Временная диаграмма состояний реверсивного счетчика при работе в динамическом режиме

По данной временной диаграмме можно определить, что изменения состояния реверсивного счетчика в режимах счета на увеличение и на уменьшение происходят при появлении переднего фронта на тактовых входах CD и CU. Также можно определить, что формирование сигнала переноса PU происходит при $Q0=1, Q1=1, Q2=1, Q3=1$ и появлении на тактовом входе CU переднего фронта, а для PD при $Q0=0, Q1=0, Q2=0, Q3=0$ и при появлении на тактовом входе CD переднего фронта.

Теперь, управляя состоянием входных сигналов в динамическом режиме, получим временную диаграмму работы реверсивного счетчика в режимах параллельной загрузки и сброса. Данная временная диаграмма представлена на рисунке 4.17.

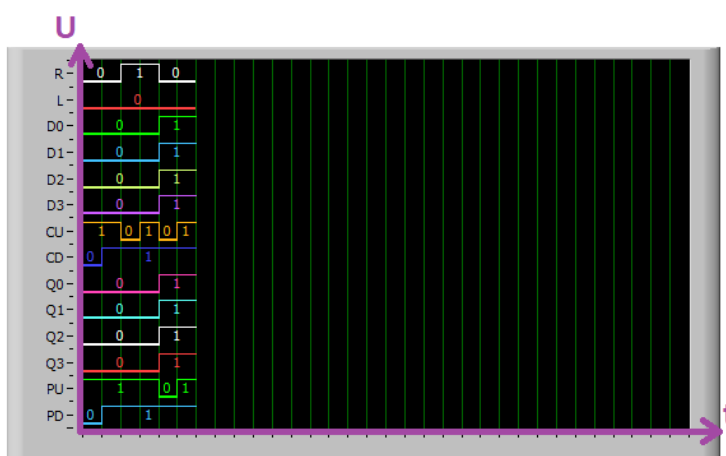


Рисунок 4.17 – Временная диаграмма состояний реверсивного счетчика при работе в режимах параллельной загрузки и сброса

По данной временной диаграмме можно определить, что сброс происходит при появлении на входе R сигнала логического «1», а параллельная загрузка происходит при появлении на входе управления загрузкой L логического «0». Значение сигнала переноса «PU» в режиме сброса и установки значения «1111» всегда равно «1», сигнал «PD» дублирует состояние счетного входа «CD». При установке значения «0000», значение сигнала «PD» равно «1», сигнал «PU» дублирует состояние входа «CU».

5 ВЫВОД

Были получены знания о работе с учебными модулями dLab12, dLab13, dLab14.

Были исследованы двоичный, двоично-десятичный и реверсивный счетчики статическом и динамическом режимах, построены их таблицы истинности и временные диаграммы состояний для данных режимов. А также были рассмотрены режимы работы данных устройств.

Для двоичного и двоично-десятичного счетчиков были определены их типы: суммирующие или вычитающие. Также для этих счетчиков было определено, по какому фронту (переднему или заднему) на тактовом входе «С» происходят изменения состояний данных счетчиков в динамическом режиме.

Было проведено вычисление коэффициентов пересчета $K_{сч}$ двоичного и двоично-десятичного счетчиков и для реверсивного счетчика в режимах счета на увеличение и уменьшение.

Для реверсивного счетчика были определены условия возникновения сигналов переноса «PU» и «PD» на его выходах.