

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите  
Заведующий кафедрой

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011г.

**Выпускная  
квалификационная работа бакалавра**

на тему **Дискретный электронный регулятор мощности с  
цифровой индикацией**

Выпускник \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Сайфуддинов С.С.**  
(Фамилия)

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Абдукаюмов С.А.**  
(Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Фамилия)

Консультант по БЖД \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Кадиров Ф.М.**  
(фамилия)

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Факультет \_\_\_\_\_ РРТ \_\_\_\_\_ кафедра \_\_\_\_\_ ТВ и РВ \_\_\_\_\_

Направление \_\_\_\_\_ РРТ \_\_\_ - \_\_ **5311200** \_\_\_\_\_

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

<< \_\_\_\_\_ >> \_\_\_\_\_ 2012 г.

**З А Д А Н И Е**

на выпускную квалификационную работу студента

**Сайфуддинова Салохиддина Садриддиновича**

(фамилия, имя, отчество)

на тему **Дискретный электронный регулятор мощности с цифровой индикацией**

Тема утверждена приказом по университету от \_\_\_\_\_ 2012 г. № \_\_\_\_\_.

1. Срок сдачи законченной работы **25.05.12 г.**

3. Исходные данные к работе: **Элементная база: Счетчики К561ИЕ8, ИЭ11, ИЭ14; преобразователь кода К176ИД2; цифровой индикатор и транзисторы MOSFET.**

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов) **Введение. 1. Применение счетчиков в радиоэлектронных устройствах. 2. Существующие способы управление полевыми транзисторами в регуляторах мощности. 3. Обоснование структурной схемы регулятора мощности. 4. Разработка и расчет принципиальной схемы регулятора мощности. 5. Расчет надежности. 6. Безопасность жизнедеятельности. Заключение**

5. Перечень графического материала **Демонстрационные слайды.**

6. Дата выдача задания **25.12.11 г.**

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)

Задание принял \_\_\_\_\_

(подпись)

7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
Главы 1 -4	Абдукаюмов С.А.	25.01.12 г.	25.01.12 г.
Глава 5	Кадиров Ф.М.	30.01.12 г.	30.01.12 г.

8. График выполнения работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1.	Введение	25.01.12 г.	
2.	Применение счетчиков в радиоэлектронных устройствах	15.02.12 г.	
3.	Существующие способы управление полевыми транзисторами в регуляторах мощности	30.02.12 г.	
4.	Обоснование структурной схемы регулятора мощности	30.03.12 г.	
5.	Разработка и расчет принципиальной схемы регулятора мощности	15.04.12 г.	
6.	Расчет надежности	30.04.12 г.	
7.	Безопасность жизнедеятельности	15.05.12 г.	
8.	Заключение	25.05. 12 г.	

Выпускник \_\_\_\_\_ << \_\_\_ >> \_\_\_\_\_ 2011 г.

Подпись

Руководитель \_\_\_\_\_ << \_\_\_ >> \_\_\_\_\_ 2011 г.

Подпись

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе разработан дискретный электронный регулятор мощности с цифровой индикацией.

Рассмотрены применение счетчиков в радиоэлектронных устройствах, существующие способы управления полевыми транзисторами в регуляторах мощности. Разработаны структурная и принципиальная схема регулятора мощности, выбрана элементная база и произведен расчет основных узлов.

Произведен расчет надежности, а также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

## АННОТАЦИЯ

Ушбу битирув малакавий ишида рақамли индикацияли дискрет электрон қувват ростлагичи ишлаб чиқилган.

Радиоэлектрон қурилмаларда ҳисоблагичларнинг қўлланилиши, қувват ростлагичларидаги майдоний транзисторларни мавжуд бошқариш усуллари кўриб чиқилган. Қувват ростлагичининг тузилиш ва принципиал схемалари ишлаб чиқилган, элементлари танланган ва асосий қисмларининг ҳисоблаш ўтказилган.

Ишончлилиқни ҳисоблаш ўтказилган, шунингдек, ҳаёт фаолияти хавфсизлиги масалалари кўриб чиқилган.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	.....
<b>1. ПРИМЕНЕНИЕ СЧЕТЧИКОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ.....</b>	.....
<b>2. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ В РЕГУЛЯТОРАХ МОЩНОСТИ.....</b>	.....
<b>3. ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ .....</b>	.....
<b>3. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ.....</b>	.....
<b>3.1. Принцип работы регулятора мощности.....</b>	.....
<b>3.2. Элементная база устройства.....</b>	.....
<b>4. РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ.....</b>	.....
<b>5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	.....
<b>5.1. Действие электрического тока на организм человека.....</b>	.....
<b>5.2. Оказание первой помощи пострадавшим.....</b>	.....
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	.....
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	.....
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	.....

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Узбекистан проводится комплекс мероприятий Антикризисной программы. Теоретической базой программы является книга Президента Республики Узбекистан "Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана", где в республике предусмотрены проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства [1].

В процессы модернизации и технического перевооружения входят и разработка радиоэлектронных устройств, телекоммуникационных и радиотехнических систем, которые позволяли бы расширить их функциональные и сервисные возможности, уменьшить массогабаритные показатели, увеличить надежность их работы.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является разработка дискретного электронного регулятора мощности с цифровой индикацией, которое позволило бы сэкономить электроэнергию в условиях мирового финансово-экономического кризиса.

Для управления инерционной нагрузкой применяют тринисторные регуляторы мощности, работающие по принципу подачи на нагрузку нескольких полупериодов сетевого напряжения с последующей паузой. Преимущество таких устройств заключается в том, что моменты коммутации тринисторов совпадают с моментами перехода сетевого напряжения через ноль, поэтому уровень радиопомех резко снижен. Кроме того, такие приборы, в отличие от регулятора фазовым управлением, не содержат аналоговых пороговых элементов, что увеличивает стабильность работы и упрощает налаживание. Поскольку коммутация происходит

только во время перехода сетевого напряжения через ноль поступающая в нагрузку, равна энергии, потребляемой нагрузкой за один полупериод.

## 1. ПРИМЕНЕНИЕ СЧЕТЧИКОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Счетчики представляют собой более высокий, чем регистры, уровень сложности цифровых микросхем, имеющих внутреннюю память. Хотя в основе любого счетчика лежат те же самые триггеры, которые образуют и регистры, но в счетчиках триггеры соединены более сложными связями, в результате чего их функции - сложнее, и на их основе можно строить более сложные устройства, чем на регистрах. Точно так же, как и в случае регистров, внутренняя память счетчиков - оперативная, то есть ее содержимое сохраняется только до тех пор, пока включено питание схемы. С выключением питания память стирается, а при новом включении питания схемы содержимое памяти будет произвольным, случайным, зависящим только от конкретной микросхемы, то есть выходные сигналы счетчиков будут произвольными.

Как следует из самого названия, счетчики предназначены для счета входных импульсов. То есть с приходом каждого нового входного импульса двоичный код на выходе счетчика увеличивается (или уменьшается) на единицу (рис. 1.1). Срабатывать счетчик может по отрицательному фронту входного (тактового) сигнала (как на рисунке) или по положительному фронту. Режим счета обеспечивается использованием внутренних триггеров, работающих в счетном режиме. Выходы счетчика представляют собой как раз выходы этих триггеров. Каждый выход счетчика представляет собой разряд двоичного кода, причем разряд, переключающийся чаще других (по каждому входному импульсу), будет младшим, а разряд, переключающийся реже других, - старшим.

Счетчик может работать на увеличение выходного кода по каждому входному импульсу; это основной режим, имеющийся во всех счетчиках,

он называется режимом прямого счета. Счетчик может также работать на уменьшение выходного кода по каждому входному импульсу; это режим обратного или инверсного счета, предусмотренный в счетчиках, называемых реверсивными. *Инверсный счет* бывает довольно удобен в схемах, где необходимо отсчитывать заданное количество входных импульсов.

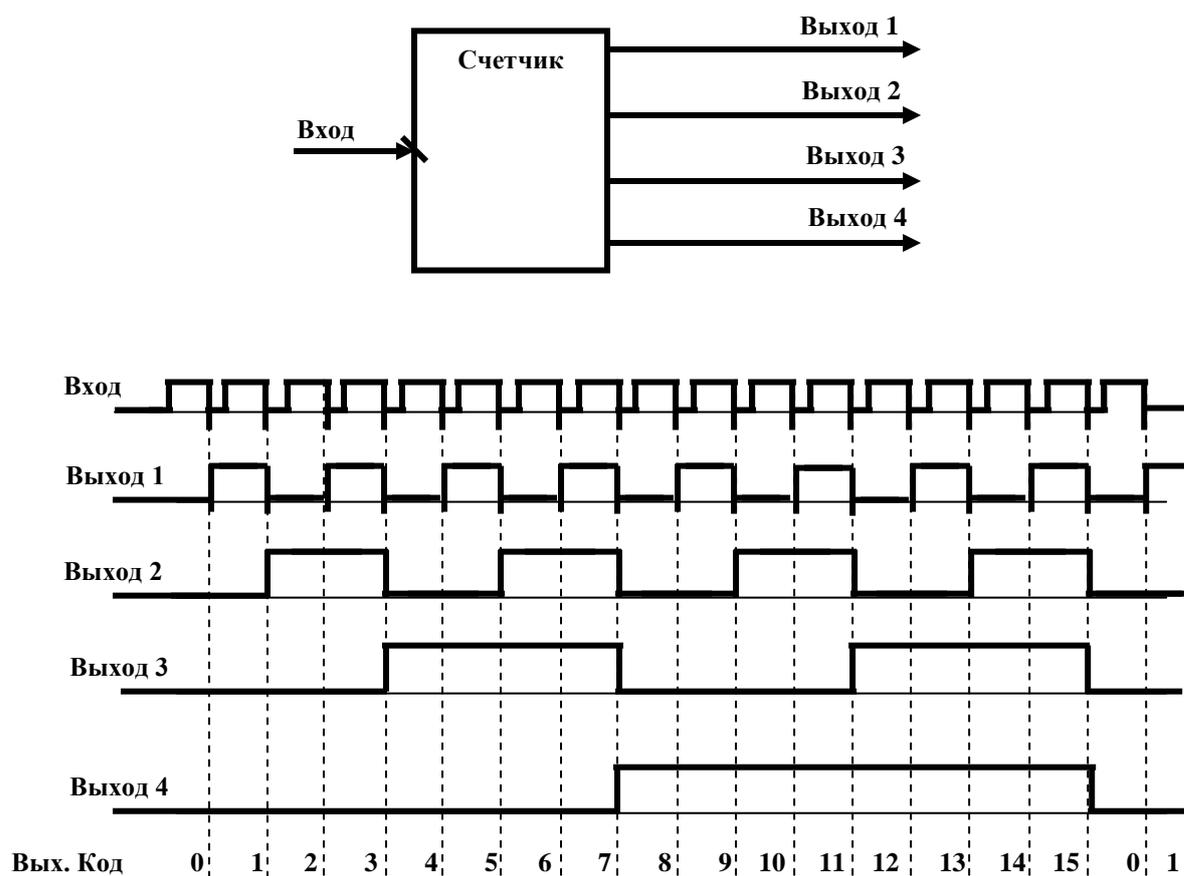


Рис. 1.1. Работа 4-разрядного двоичного счетчика

Большинство счетчиков работают в обычном двоичном коде, то есть считают от 0 до  $(2^N - 1)$ , где  $N$  - число разрядов выходного кода счетчика. Например, 4-разрядный счетчик в режиме прямого счета будет считать от 0 (код 0000) до 15 (код 1111), а 8-разрядный - от 0 (код 0000 0000) до 255 (код 1111 1111). После максимального значения кода счетчик по следующему входному импульсу переключается опять в 0, то есть работает по кругу. Если же счет - инверсный, то счетчик считает до нуля, а дальше переходит к максимальному коду 111...1.

Имеются также двоично-десятичные счетчики, предельный код на выходе которых не превышает максимального двоично-десятичного числа, возможного при данном количестве разрядов. Например, 4-разрядный двоично-десятичный счетчик в режиме прямого счета будет считать от 0 (код 0000) до 9 (код 1001), а затем снова от 0 до 9. А 8-разрядный двоично-десятичный счетчик будет считать от 0 (код 0000 0000) до 99 (код 1001 1001). При инверсном счете двоично-десятичные счетчики считают до нуля, а со следующим входным импульсом переходят к максимально возможному двоично-десятичному числу (то есть 9 - для 4-разрядного счетчика, 99 - для 8-разрядного счетчика). Двоично-десятичные счетчики удобны, например, при организации десятичной индикации их выходного кода. Применяются они гораздо реже обычных двоичных счетчиков.

По быстрдействию все счетчики делятся на три большие группы:

- Асинхронные счетчики (или последовательные).
- Синхронные счетчики с асинхронным переносом (или параллельные счетчики с последовательным переносом, синхронно-асинхронные счетчики).
- Синхронные счетчики (или параллельные).

Принципиальные различия между этими группами проявляются только на втором уровне представления, на уровне модели с временными задержками. Причем больше всего различия эти проявляются при каскадировании счетчиков. Наибольшим быстрдействием обладают синхронные счетчики, наименьшим - асинхронные счетчики, наиболее просто управляемые среди других. Каждая группа счетчиков имеет свои области применения, на которых мы и остановимся.

## 1.1. Асинхронные счетчики

Асинхронные счетчики строятся из простой цепочки JK-триггеров, каждый из которых работает в счетном режиме. Выходной сигнал каждого триггера служит входным сигналом для следующего триггера. Поэтому все разряды (выходы) асинхронного счетчика переключаются последовательно (отсюда название - последовательные счетчики), один за другим, начиная с младшего и кончая старшим. Каждый следующий разряд переключается с задержкой относительно предыдущего (рис. 1.2), то есть, вообще говоря, асинхронно, не одновременно с входным сигналом и с другими разрядами.

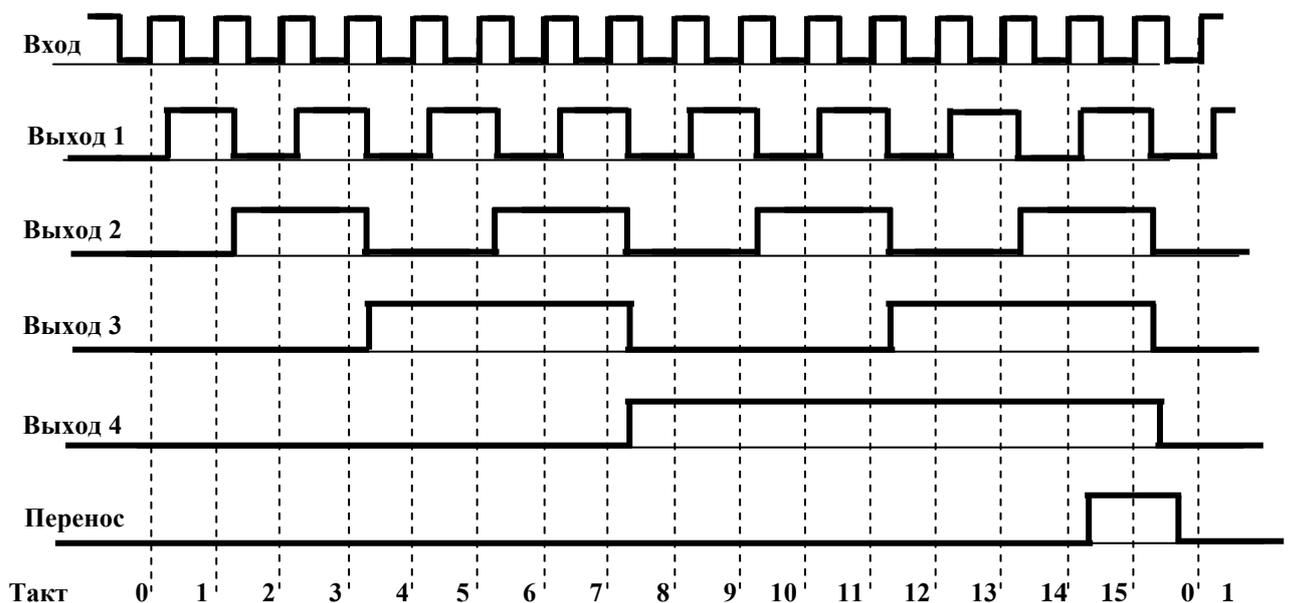


Рис. 1.2. Временная диаграмма работы 4-разрядного асинхронного счетчика

Чем больше разрядов имеет счетчик, тем большее время ему требуется на полное переключение всех разрядов. Задержка переключения каждого разряда примерно равна задержке триггера, а полная задержка установления кода на выходе счетчика равна задержке одного разряда, умноженной на число разрядов счетчика. Легко заметить, что при периоде входного сигнала, меньшем полной задержки установления кода счетчика, правильный код на выходе счетчика просто не успеет установиться, поэтому такая ситуация не имеет смысла. Это накладывает жесткие

ограничения на период (частоту) входного сигнала, причем увеличение, к примеру, вдвое количества разрядов счетчика автоматически уменьшает вдвое предельно допустимую частоту входного сигнала.

Таким образом, если нам нужен выходной код асинхронного счетчика, то есть все его выходные сигналы (разряды) одновременно, то должно выполняться следующее неравенство:  $T > Nt_3$ , где  $T$  - период входного сигнала,  $N$  - число разрядов счетчика,  $t_3$  - время задержки одного разряда.

Надо еще учесть, что за период входного сигнала должно успеть сработать устройство (узел), на которое поступает выходной код счетчика, иначе счетчик просто не нужен; поэтому ограничение на частоту входного сигнала обычно бывает еще жестче.

В составе стандартных серий цифровых микросхем асинхронных счетчиков немного. Для примера на рис. 1.3 приведены три из них: 4-х разрядный двоично-десятичный счетчик ИЕ2, 4-х разрядный двоичный счетчик ИЕ5 и 8-и разрядный двоичный счетчик ИЕ19 (он же сдвоенный четырехразрядный счетчик).

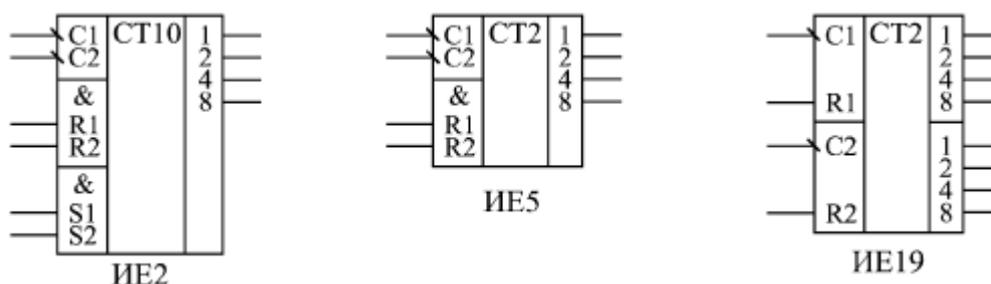


Рис. 1.3. Асинхронные счетчики стандартных серий

У всех этих счетчиков управление работой очень простое, есть всего лишь входы сброса в нуль или входы установки в 9 (только у ИЕ2). Все асинхронные счетчики работают по отрицательному фронту входного

сигнала С (или, что то же самое, по заднему фронту положительного входного сигнала). У всех трех счетчиков выделены две независимые части, что увеличивает возможности их применения. При объединении этих двух частей получается счетчик максимальной разрядности. Выходы счетчиков обозначают на схемах 0, 1, 2, 3, ... (как номера разрядов выходного двоичного кода) или 1, 2, 4, 8, ... (как веса каждого разряда двоичного кода).

Счетчик ИЕ2 имеет две части: один триггер (вход С1, выход 1) и три триггера (вход С2 и выходы 2, 4, 8). Таким образом, он состоит из одноразрядного счетчика и трехразрядного счетчика. Одиночный триггер работает в обычном счетном режиме, изменяя свое состояние по каждому отрицательному фронту сигнала С1, то есть делит частоту входного сигнала на 2. Три оставшихся триггера включены таким образом, чтобы считать до 5, то есть делить входную частоту сигнала С2 на 9. После достижения кода 4 (то есть 100) на выходах 2, 4 и 8 этот трехразрядный счетчик по следующему отрицательному фронту сигнала С2 сбрасывается в нуль. В результате при объединении выхода 1 микросхемы со входом С2 мы получаем 4-разрядный двоично-десятичный счетчик, делящий частоту входного сигнала С1 на 10 и сбрасывающийся в нуль после достижения на выходах 1, 2, 4, 8 кода 9 (то есть 1001) по отрицательному фронту сигнала С1.

Счетчик ИЕ2 имеет два входа асинхронного сброса в нуль R1 и R2, объединенных по функции И, и два входа установки в 9 - S1 и S2, также объединенных по функции И, причем установка в 9 блокирует установку в нуль. Наличие этих входов сброса и установки позволяет строить на базе счетчика ИЕ2 делители частоты с разными коэффициентами деления. Правда, этот счетчик используется довольно редко, значительно реже, чем другие асинхронные счетчики ИЕ5 и ИЕ19.

Таблица истинности асинхронного счетчика ИЕ2 при соединенном выходе 1 и входе С2 (при 4-разрядном выходном коде) приведена в табл. 1.1, а состояния выходов при счете входных импульсов по тактам представлены в табл. 1.2.

**Таблица 1.1. Таблица истинности счетчика ИЕ2**

Входы					Выходы			
<b>C1</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
X	1	1	0	X	0	0	0	0
X	1	1	X	0	0	0	0	0
X	X	X	1	1	1	0	0	1
1→0	X	0	X	0	Счет			
1→0	0	X	0	X	Счет			
1→0	0	X	X	0	Счет			
1→0	X	0	0	X	Счет			

Счетчик ИЕ5, точно так же как и ИЕ2, имеет две части: один триггер (одноразрядный счетчик) со входом С1 и выходом 1 и три триггера (трехразрядный счетчик) со входом С2 и выходами 2, 4, 8. Оба счетчика - двоичные, то есть первый считает до двух, а второй - до 8. При объединении входа С2 с выходом 1 получается 4-разрядный двоичный счетчик, считающий до 16. Счет производится по отрицательному фронту входных сигналов С1 и С2. Предусмотрена возможность сброса счетчика в нуль по сигналам R1 и R2, объединенным по функции И.

Таблица истинности счетчика ИЕ5 при соединении входа С2 и выхода 1 (при 4-разрядном выходном коде) приведена в табл. 1.3.

**Таблица 1.2. Состояния выходов счетчика ИЕ2 при счете входных импульсов**

Такт	Вых.8	Вых.4	Вых.2	Вых.1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

Объединять счетчики ИЕ5 для увеличения разрядности (каскадировать) очень просто: нужно выход 8 предыдущего счетчика (выдающего более младшие разряды) соединить со входом С1 следующего счетчика (выдающего более старшие разряды).

**Таблица 1.3. Таблица истинности счетчика ИЕ5**

Выходы			Выходы			
С1	R1	R2	8	4	2	1
X	1	1	0	0	0	0
1→0	0	X	Счет			
1→0	X	0	Счет			

На рис. 1.4 показано соединение трех счетчиков ИЕ5 для получения 12-разрядного асинхронного счетчика со сбросом в нуль. Точно так же можно объединять и счетчики ИЕ2, добавляя при этом входы общей установки счетчика в код 99...9. Однако при объединении надо помнить, что добавление каждого нового разряда увеличивает общую задержку переключения полученного счетчика. Многоразрядный асинхронный счетчик может получиться неприемлемо медленным.

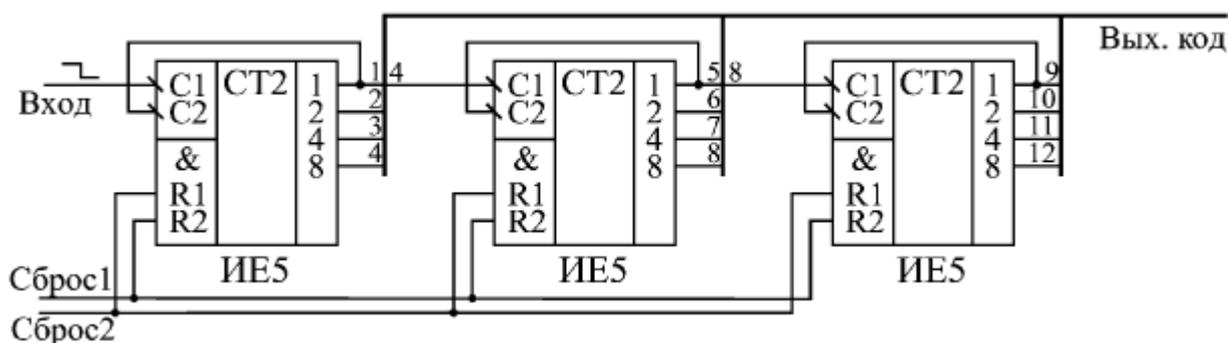


Рис. 1.4. Объединение трех счетчиков ИЕ5 для увеличения разрядности

Счетчик ИЕ19 можно считать вдвоенным вариантом счетчика ИЕ9. Он включает в себя два идентичных независимых друг от друга 4-разрядных асинхронных счетчика, каждый из которых имеет свой *счетный вход* С и свой вход сброса R. Считают оба счетчика, входящие в микросхему, по отрицательному фронту на своих входах С1 и С2. Сбрасываются они единичными сигналами на своих входах сброса R1 и R2.

Счетчики, входящие в ИЕ19, можно использовать самостоятельно, но можно и объединить их для получения 8-разрядного асинхронного счетчика с выходами 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Для такого объединения достаточно соединить выход 8 первого счетчика со счетным входом С2 второго счетчика. Если соединить два ИЕ19 (рис. 1.5), то получится уже 16-разрядный асинхронный двоичный счетчик. При этом выход 8 второго счетчика соединяется со счетным входом С1 первого счетчика. Однако и в

данном случае каждый следующий разряд переключается с задержкой после переключения предыдущего.

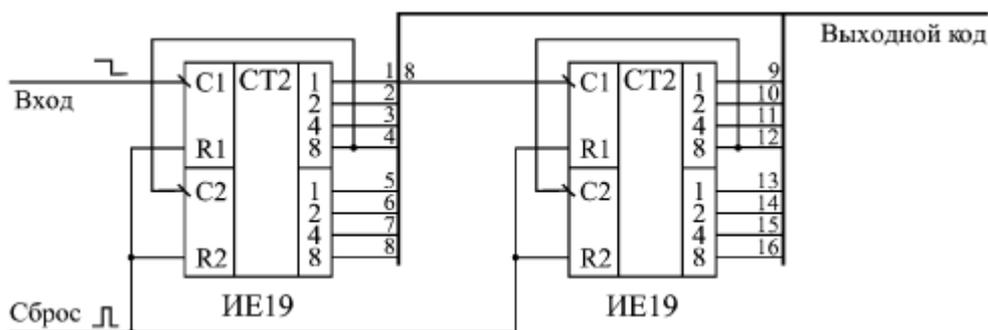


Рис. 1.5. Объединение двух счетчиков ИЕ19 для увеличения разрядности

## 1.2. Синхронные счетчики

Синхронные (или параллельные) счетчики представляют собой наиболее быстродействующую разновидность счетчиков. Нарастивание их разрядности при соблюдении определенных условий не приводит к увеличению полной задержки срабатывания. То есть можно считать, что именно синхронные счетчики работают как идеальные счетчики, все разряды которых срабатывают одновременно, параллельно. Задержка срабатывания счетчика в этом случае примерно равна задержке срабатывания одного триггера. Достигается такое быстродействие существенным усложнением внутренней структуры микросхемы.

Вместе с тем недостатком синхронных счетчиков является более сложное управление их работой по сравнению с асинхронными счетчиками и с синхронными счетчиками с асинхронным переносом. Поэтому синхронные счетчики целесообразно применять только в тех случаях, когда действительно требуется очень высокое быстродействие, очень высокая скорость переключения разрядов. Иначе усложнение схемы управления может быть не оправдано.

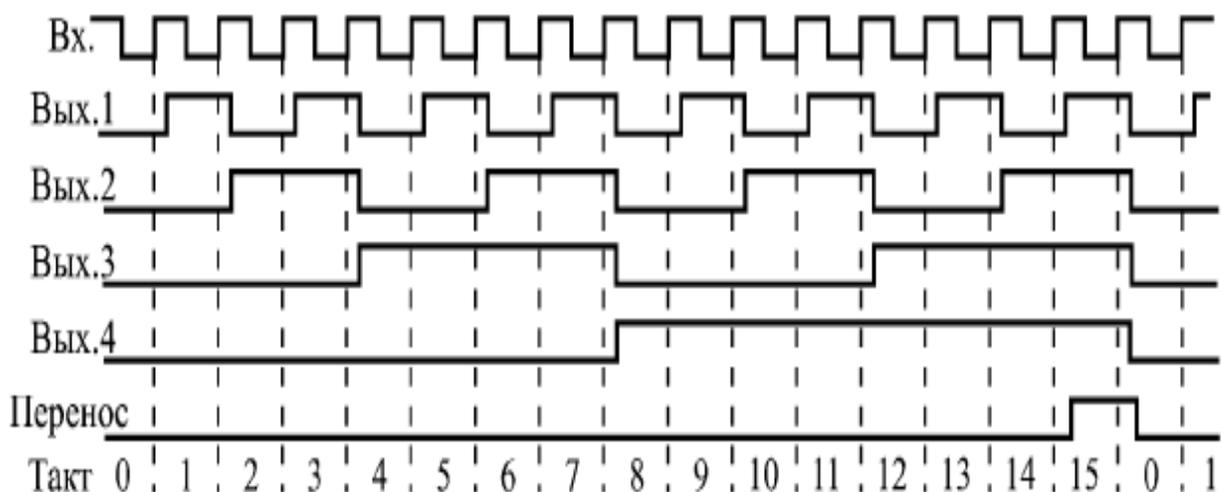


Рис. 1.6. Временная диаграмма работы синхронных двоичных счетчиков

Временная диаграмма работы синхронного счетчика (рис. 1.6) отличается от временной диаграммы синхронного счетчика с асинхронным переносом способом формирования сигнала переноса, используемого при каскадировании счетчиков для увеличения разрядности. Сигнал переноса CR (от английского "Carry") вырабатывается в данном случае тогда, когда все выходы счетчика устанавливаются в единицу (при прямом счете) или в нуль (при обратном, инверсном счете). Входной тактовый сигнал в образовании сигнала переноса при этом не участвует.

При каскадировании (совместном включении для увеличения разрядности), например, двух счетчиков тактовые входы С обоих счетчиков объединяются, а сигнал переноса первого счетчика подается на вход разрешения счета (ЕСТ) второго счетчика. В результате второй счетчик будет считать каждый шестнадцатый входной тактовый импульс (так как он будет срабатывать только при переносе от первого счетчика). Выходные сигналы второго счетчика будут переключаться по фронту общего тактового сигнала одновременно с выходными сигналами первого счетчика. Условием правильной работы будет в данном случае следующее: за период тактового сигнала должен успеть выработаться сигнал переноса первого счетчика.

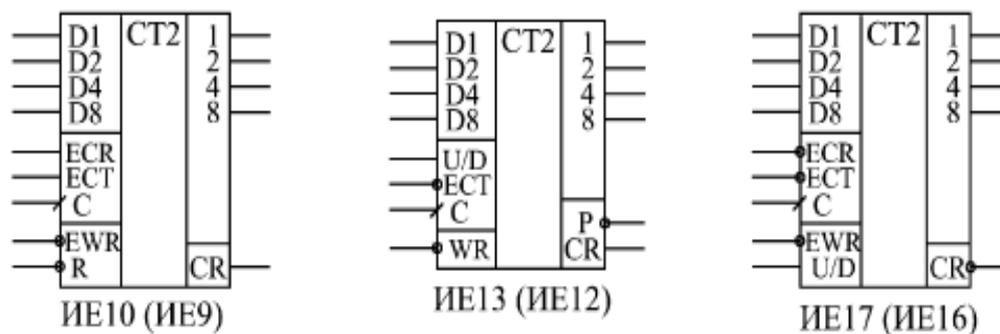


Рис. 1.7. Синхронные счетчики стандартных серий

В стандартные серии микросхем входят несколько разновидностей синхронных (параллельных) счетчиков (рис. 1.7). Различаются они способом счета (двоичные или двоично-десятичные, реверсивные или не реверсивные) и управляющими сигналами (наличием или отсутствием сигнала сброса). Все счетчики считают по положительному фронту тактового сигнала, все имеют выход переноса CR и входы расширения для каскадирования. Все счетчики имеют возможность параллельной записи информации.

*Счетчики IE9 и IE10 отличаются друг от друга только тем, что IE9 — двоично-десятичный, а IE10 — двоичный.* Микросхемы имеют вход асинхронного сброса  $\bar{R}$ , по нулевому уровню на котором все выходы счетчика сбрасываются в нуль. Счет (только прямой) производится по положительному фронту на тактовом входе C. *Параллельная запись* осуществляется синхронно, по положительному фронту на тактовом входе C при установленном в нуль сигнале разрешения записи  $\bar{EWR}$ . Сигналы ECR ("Enable Carry" — *разрешение переноса*) и ECT ("Enable Count" — *разрешение счета*) используются при каскадировании микросхем.

Разница между этими сигналами в том, что сигнал ECR не только запрещает счет, как сигнал ECT, но еще и запрещает выработку сигнала переноса CR. Счет идет при единичных сигналах на обоих входах ECT и ECT и при единичном сигнале на входе  $\bar{EWR}$ . Положительный сигнал переноса CR вырабатывается при максимально возможном коде на

выходах счетчика (15 для ИЕ10 и 9 для ИЕ9) и при положительном сигнале на входе ECR. Таблица режимов работы счетчиков ИЕ9 и ИЕ10 представлена в табл. 1.4.

**Таблица 1.4. Режимы работы счетчиков ИЕ9 и ИЕ10**

Входы					Режим
-R	-EWR	ECR	ECT	C	
0	X	X	X	X	Сброс
1	0	X	X	0→1	Параллельная запись
1	1	0	X	X	Хранение
1	1	X	0	X	Хранение
1	1	1	1	0→1	Прямой счет

Счетчики ИЕ12 (двоично-десятичный) и ИЕ13 (двоичный) отличаются от ИЕ9 и ИЕ10 тем, что они реверсивные, то есть допускают как прямой, так и обратный счет. Кроме того, у них несколько другое управление. Считают они также по положительному фронту тактового сигнала С при нулевом уровне на входе разрешения счета ECT. Прямой счет осуществляется при нулевом уровне на входе управления U/D, обратный — при единичном уровне на входе U/D. Переключение уровней на входах U/D и ECT допускается только при положительном сигнале на тактовом входе С. Сброс счетчиков ИЕ12 и ИЕ13 в нуль не предусмотрен, зато имеется возможность асинхронной параллельной записи информации по нулевому уровню сигнала параллельной записи -WR.

Положительный сигнал на выходе параллельного переноса CR появляется при достижении максимального кода (15 для ИЕ13 и 9 для ИЕ12) при прямом счете или при достижении нулевого кода при обратном (инверсном) счете. Имеется также выход последовательного переноса P, отрицательный импульс на котором вырабатывается при положительном

сигнале CR и повторяет отрицательный импульс на тактовом входе С (аналогично рассмотренным ранее счетчикам ИЕ6 и ИЕ7).

Режимы работы счетчиков ИЕ12 и ИЕ13 представлена в табл. 1.5.

**Таблица 1.5. Режимы работы счетчиков ИЕ12 и ИЕ13**

Входы				Режим
<b>-WR</b>	<b>U/D</b>	<b>-ЕСR</b>	<b>С</b>	
0	X	X	X	Параллельная запись
1	X	1	X	Хранение
1	0	0	0→1	Прямой счет
1	1	0	0→1	Обратный счет

Микросхемы ИЕ16 (двоично-десятичный счетчик) и ИЕ17 (двоичный счетчик) отличаются от рассмотренных синхронной параллельной записью по фронту тактового сигнала С, возможностью прямого и обратного счета и отсутствием сигнала сброса в нуль.

Срабатывают счетчики ИЕ16 и ИЕ17 по положительному фронту тактового сигнала С. При нулевом уровне на входе разрешения записи -EWR по фронту сигнала С в счетчик записывается информация со входов данных D1, D2, D4, D8. При единичном уровне на входе -EWR по положительному фронту сигнала С происходит счет. Направление счета определяется входом U/D: при единице на этом входе счет прямой, при нуле — обратный. Имеются два входа расширения: вход разрешения счета -ЕСТ и вход разрешения переноса -ЕСR. Различаются эти два входа тем, что сигнал -ЕСR не только запрещает счет, как сигнал -ЕСТ, но еще и запрещает выработку сигнала переноса. Переключение уровней на входах U/D, -ЕСТ и -ЕСR надо производить только при единичном уровне на тактовом входе С.

Отрицательный сигнал переноса –CR (синхронный) вырабатывается при достижении на выходах счетчика максимального кода (15 для ИЕ7 или 9 для ИЕ16) при прямом счете или нулевого кода при обратном счете.

Режимы работы счетчиков ИЕ16 и ИЕ17 приведены в табл. 1.5.

**Таблица 1.5. Режимы работы счетчиков ИЕ16 и ИЕ17**

Входы					Режим
-EWR	U/D	-ECT	-ECR	C	
0	X	X	X	0→1	Параллельная запись
1	1	0	0	0→1	Прямой счет
1	0	0	0	0→1	Обратный счет
1	X	1	X	X	Хранение
1	X	X	1	X	Хранение

Возможности применения синхронных (параллельных) счетчиков очень широки. Достаточно сказать, что они без всяких проблем могут заменить во всех схемах как асинхронные (последовательные) счетчики, так и синхронные счетчики с асинхронным (последовательным) переносом. При необходимости достижения максимального быстродействия они имеют большие преимущества по сравнению со всеми другими счетчиками. Их выходной код устанавливается одновременно при любом количестве разрядов без применения дополнительных выходных регистров (которые требовались в случае асинхронных счетчиков и синхронных счетчиков с асинхронным переносом).

Мы рассмотрим здесь всего несколько схем, иллюстрирующих характерные особенности именно синхронных счетчиков.

Сначала остановимся на методах каскадирования счетчиков. В отличие от других типов счетчиков, синхронные счетчики можно

соединять различными способами, причем способ соединения различен для разного количества микросхем. В качестве примера возьмем микросхемы ИЕ17.

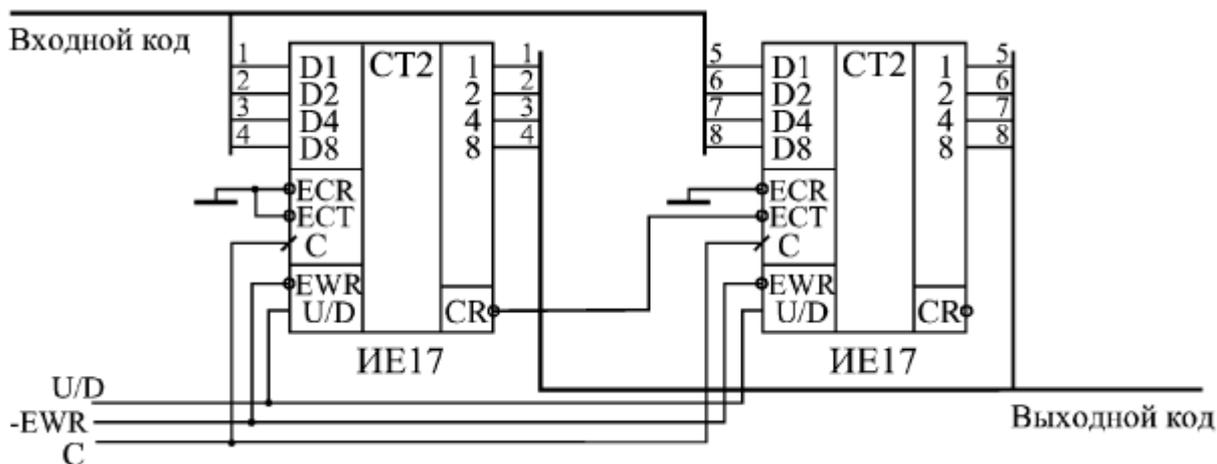


Рис. 1.8. Объединение двух счетчиков ИЕ17

При объединении двух счетчиков (рис. 1.8) никаких проблем не возникает: выход переноса –CR младшего счетчика соединяется со входом разрешения счета старшего счетчика –ECT. На входы –ECR обоих счетчиков подается нулевой уровень. Условие правильной работы будет простым и легко выполнимым: период тактового сигнала C не должен быть меньше, чем задержка выработки сигнала переноса CR.

## 1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ В РЕГУЛЯТОРАХ МОЩНОСТИ

Из особенностей регулятора мощности на МДП-транзисторах следует отнести его способность работать с нагрузками очень малой мощности, чего тиристорные регуляторы не позволяют. Еще одно отличие этого малое потребление тока по цепям управления, более плавная регулировка мощности, особенно на начальном участке регулировочной характеристики.

Наибольшее распространение в регуляторах мощности получили полевые транзисторы структуры МДП с изолированным затвором. При нулевом напряжении на затворе (по отношению к истоку) транзистор закрыт и открывается плюсовым напряжением с довольно четко выраженным порогом. На рис. 1.1 изображена экспериментально снятая зависимость тока стока от напряжения затвор—исток транзистора IRF630. Интервал входного напряжения от полностью закрытого состояния до насыщенного не превышает 0,5 В, а это значит, что транзистор — типично переключательный.

Так как в канале нет накопления носителей заряда, отсутствует и время их рассасывания. Длительность фронта и спада импульсов тока стока при соответствующем управляющем сигнале равна 20...30 нс при полном рабочем токе, достигающем 9 А. Максимальное рабочее напряжение сток—исток  $U_{\text{сиmax}} = 200$  В, максимальная рассеиваемая мощность  $P_{\text{растmax}} = 75$  Вт.

Входное сопротивление транзисторов МДП — чисто емкостное, но это не означает, что при подаче на затвор управляющего импульса он будет вести себя как обычный конденсатор. На эквивалентной схеме транзистора различают три основные емкости: входную  $C_{\text{зи}}$  — между

затвором и истоком; проходную  $C_{сз}$  — между стоком и затвором, выходную  $C_{си}$  — между стоком и истоком.

Емкость  $C_{зи}$  заряжается как обычный конденсатор только до порогового напряжения  $U_{пор}$ . Как только транзистор открывается, возникает отрицательная ОС по напряжению через емкость  $C_{сз}$ . На кривой зарядки входной емкости появляется горизонтальный участок. Его длительность в зависимости от зарядного тока — от долей до единиц микросекунд, однако он играет важную роль в формировании импульса тока стока.

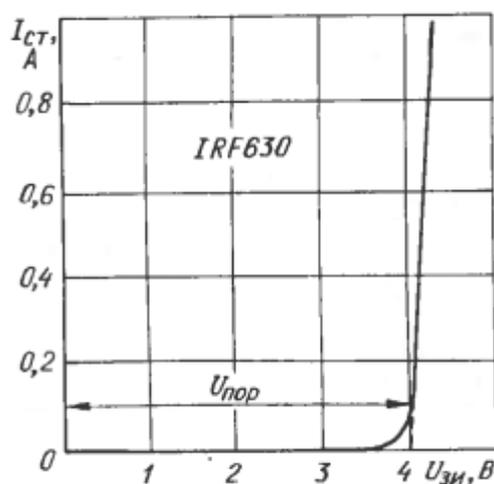


Рис. 1.1. Зависимость тока стока от напряжения затвор—исток транзистора IRF630.

Для изучения особенностей зарядной кривой был собран узел, схема которого представлена на рис. 1.2 (без резистора R3). Узел питается от двух источников  $U_{пит1}$  и  $U_{пит2}$ , так как напряжение на стоке достигает сотен вольт. Диаграммы напряжения в характерных точках узла изображены в произвольном масштабе на рис. 1.3.

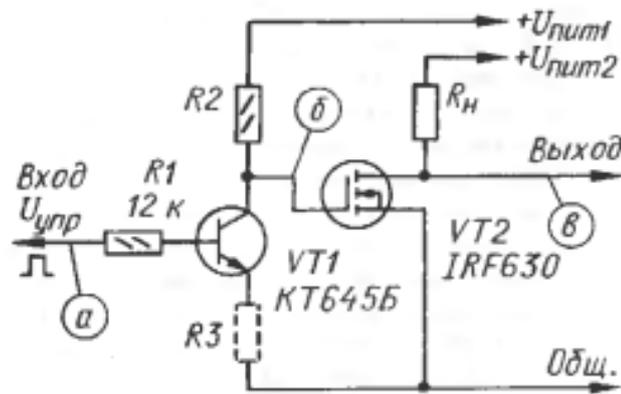
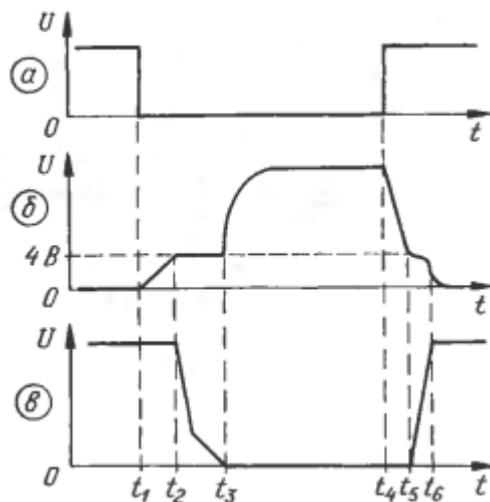


Рис. 1.2. Схема узла управления

До момента  $t_1$ , плюсовое напряжение на входе поддерживает транзистор  $VT1$  открытым. Длительность фронта и спада запускающих импульсов (в сумме со временем нарастания усилителя осциллографа) не превышала 20 нс, поэтому на диаграмме они не отражены. На отрезке  $t_1 \dots t_2$ , когда транзистор  $VT1$  уже закрыт,  $VT2$  тоже еще закрыт и напряжение на его затворе увеличивается по экспоненте с постоянной времени  $R_2 C_{зп}$ . На экране этот начальный участок выглядит как отрезок прямой линии.



1.3. Диаграммы напряжения в характерных точках узла

Транзистор VT2 открывается в момент  $t_2$ , т. е. с некоторой задержкой. Обозначим ее как  $t_{\text{зад1}} = t_2 - t_1$ . С момента  $t_2$  начинает действовать отрицательная ОС между стоком и затвором через емкость  $C_{\text{сз}}$  (эффект Миллера). Напряжение на затворе перестает увеличиваться, и график б на участке  $t_2 \dots t_3$  представляет собой на экране горизонтальную прямую. Зато напряжение в точке в с момента  $t_2$  начинает уменьшаться из-за увеличения тока стока.

В момент  $t_3$  транзистор VT2 открывается полностью, напряжение на его стоке почти достигает нуля и остается постоянным, отрицательная ОС через  $C_{\text{сз}}$  выключается (ток ОС равен нулю). Напряжение на затворе снова начинает увеличиваться по экспоненте до  $U_{\text{пит1}}$ .

В момент  $t_3$  открывается транзистор VT1 и начинает разряжаться емкость  $C_{\text{зи}}$ . Постоянная времени ее разрядки намного меньше, чем зарядки, поэтому напряжение на затворе транзистора VT2 уменьшается очень быстро, и пока оно не достигнет значения  $U_{\text{пор}}$  (момент  $t_5$ ), транзистор VT2 остается открытым.

В момент  $t_5$  он начинает закрываться, напряжение на его стоке начинает увеличиваться и снова вступает в действие отрицательная ОС. На графике б появляется ступенька, но так как закрывание происходит очень быстро, ее длительность очень мала. Транзистор закрывается раньше, чем напряжение на его затворе спадает до нуля. Интервал времени от  $t_4$  до  $t_5$  представляет собой время задержки выключения  $t_{\text{зад2}} = t_5 - t_4$ .

Одно из важнейших условий надежной работы импульсных преобразователей напряжения — формирование безопасного режима переключения мощных транзисторов. При открывании транзистора ток стока увеличивается от нуля до максимума, а напряжение на нем уменьшается от максимума почти до нуля. Когда транзистор закрывается, идет обратный процесс. Необходимо, чтобы и ток, и напряжение, и их произведение на всем протяжении траектории рабочей точки не

превышали допустимых значений. Должны быть исключены или сведены к минимуму выбросы тока и напряжения в переходных положениях.

Этих целей достигают принудительным замедлением процессов переключения транзисторов. В то же время фронт и спад импульса должны быть как можно короче, чтобы уменьшить выделение тепла в транзисторе, т. е. требуется найти компромисс. Эксперименты показывают, что с полевыми транзисторами задача решается легче, чем с биполярными.

Длительность фронта импульса тока стока равна длительности горизонтального участка  $t_2... t_3$ , которая, в свою очередь, пропорциональна сопротивлению резистора R2 (см. рис. 1.2). Зависимость длительности фронта  $t_\phi$  от сопротивления резистора R2 изображена на рис. 1.4. Следовательно, подбирая этот резистор, можно легко установить нужную скорость нарастания тока стока.

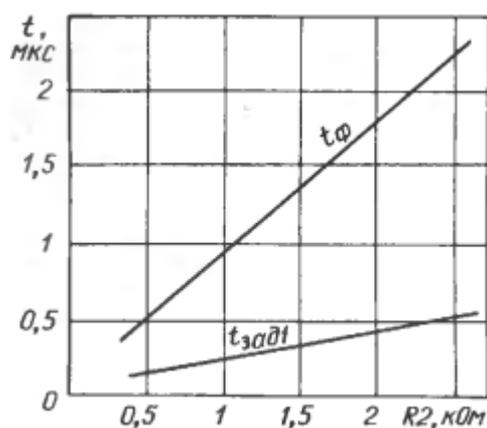


Рис. 1.4. Зависимость длительности фронта  $t_\phi$  от сопротивления резистора R2

Включение полевого транзистора по схеме рис. 1.2 имеет одну интересную особенность, способствующую решению поставленной задачи.

Скорость нарастания тока стока в начальной фазе импульса заметно снижается, следствием чего является полное отсутствие выброса на фронте импульса тока стока (о форме импульса тока стока можно судить по форме импульса напряжения в точке в). Время открывания мощного полевого транзистора примерно такое же, что и биполярного, включенного по соответствующей схеме, а время закрывания — раз в десять меньше.

Так, для транзистора IRF630 при  $U_{пит1} = 15$  В и  $R2 = 560$  Ом  $t_{откр} = 0,5$  мкс,  $t_{закр} = 0,06$  мкс. При такой высокой скорости закрывания спад импульса напряжения на стоке имеет выброс, равный 7,5 В при  $U_{пит} = 20$  В. Амплитуда импульса также равна 20 В, значит, выброс равен 27,5 % от его амплитуды.

Некоторые считают выброс следствием прямого прохождения входного сигнала через емкость  $C_{сз}$ . Полагаю, что мощность входного сигнала слишком мала для этого, хотя условия для прохождения, конечно, есть. Более вероятной причиной я считаю реакцию цепи питания транзисторов на быстрое уменьшение тока стока.

В любом случае с этим явлением приходится бороться. Проще всего — уменьшить выброс увеличением времени разрядки входной емкости транзистора VT2 (см. рис. 2). Для этого в эмиттерную цепь транзистора VT1 был включен резистор R3. При  $R3 = 56$  Ом амплитуда выброса уменьшилась до 1,75 В или 9%, а при  $R3 = 75$  Ом — до 1В или 5% от амплитуды импульса. С резистором R3 длительность фронта импульса увеличивается незначительно — примерно на 0,1 мкс.

Совершенно неискаженными импульсы получаются, если к верхнему по схеме выводу сопротивления нагрузки  $R_n$  подключить цепь из последовательно включенных конденсатора емкостью 0,47...1 мкФ и резистора сопротивлением 1...2 Ом (второй конец цепи — к общему

проводу). Эту цепь надо разместить возможно ближе к выводам транзистора VT2.

В двухтактных преобразователях, кроме перечисленных, появляется еще одна проблема — сквозной ток. Причина его появления в устройствах на биполярных транзисторах состоит в конечном времени рассасывания избыточных неосновных носителей в базе транзисторов, из-за чего приходится искусственно задерживать открывание транзисторов. У полевых транзисторов в этих условиях задержка включения и выключения происходит автоматически и длительность задержек стабильна.

Несмотря на то что накопление заряда у полевых транзисторов отсутствует, сквозной ток может появиться, только когда  $t_{\text{зад}2} > t_{\text{зад}1}$ . Если обеспечить закрывание транзистора в одном плече преобразователя раньше, чем откроется закрытый в другом плече, этого тока не будет. Иначе говоря, между закрыванием одного транзистора и открыванием другого должна быть пауза.

Для открывания полевого транзистора требуется сравнительно небольшая мощность. Управляющие импульсы можно подавать напрямую с выходов логических микросхем без предварительного усиления тока.

Выходная мощность самого преобразователя может достигать при этом нескольких сотен ватт. Для управления мощными полевыми транзисторами промышленность выпускает специальные микросхемы, которые допускают на выходе ток до 100 мА и больше. Но это микросхемы универсальные, рассчитанные на управление транзисторами с  $C_{\text{вх}} = 3000..4000$  пФ и на частоту преобразования в сотни килогерц.

Фрагмент схемы включения транзисторов с управлением от цифровых микросхем показан на рис. 1.5. Входная емкость транзисторов VT1 и VT2 заряжается через резисторы R1 и R2, а разряжается через диоды VD1, VD2 соответственно, что эквивалентно включению по схеме на рис. 1.2.

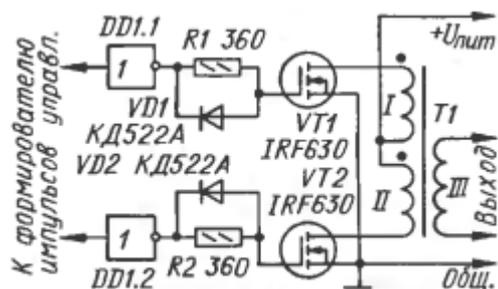


Рис. 1.5. Фрагмент схемы включения транзисторов с управлением от цифровых микросхем

На рис. 1.6 изображены в разных временных масштабах импульсы тока стока транзисторов VT1 и VT2. Сигнал на экране осциллографа выглядит, как прямая линия с узкими зубцами (рис. 1.6,а). Зубцы — это короткие паузы между импульсами тока стока. Форма паузы в крупном временном масштабе показана на рис. 1.6,б. Сигнал можно наблюдать на экране двуканального осциллографа в режиме «сумма» с инверсией в одном из каналов.

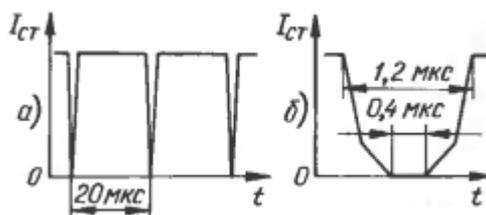


Рис. 1.6. В разных временных масштабах импульсы тока стока транзисторов VT1 и VT2

Однако схема на рис. 1.5 нетипична для построения мощных импульсных блоков питания. В них чаще всего используют полумостовые преобразователи напряжения, в которых цепи управления мощными транзисторами должны быть изолированы одна от другой по постоянному току.

### **3. ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ**

На рис. 3.1 приведена структурная схема регулятора мощности.

Устройство состоит из следующих блоков и узлов:

- ОН – ограничитель напряжения;
- Тг – триггер;
- ФИИ – формирователь измерительного импульса;
- SB1, SB2 – кнопки управления режимом работы устройства;
- Сч 1 – счетчик формирования кода управления счетчиком Сч 2

и преобразователем кода ПК;

- Сч 2 – счетчик управления транзисторным коммутатором.
- ТК – транзисторный коммутатор.

Устройство работает следующим образом. Импульсы сетевого напряжения ограничителем напряжения ОН ограничиваются до напряжения 10...11 В и поступают на триггер Шмидта Тг. Из пульсирующего напряжения триггер Шмидта Тг формирует импульсы с частотой 50 Гц и крутыми перепадами.

Эти импульсы подаются на входы формирователя измерительных импульсов ФИИ и счетчика Сч 2.

Формирователь измерительных импульсов формирует измерительный интервал длительностью 0,2 мс (десять периодов сетевого напряжения), по окончании которого на вход счетчика Сч 1 подаётся импульс начала счёта.

Счетчик Сч 1 подает двоичный код на преобразователь кода ПК, который преобразует полученный код в код индикатора И.

На индикаторе И высвечивается мощность в нагрузке в процентах.

Параллельно двоичный код с выхода СЧ 1 поступает на вход счетчика Сч 2.

На другой, управляющий вход счетчика Сч 2 поступает импульсная последовательность с триггера Тг.

На выходе счетчика Сч 2 формируется импульсная последовательность, которая управляет транзисторным ключом-коммутатором. Регулировка мощности в нагрузке осуществляется методом подачи на нагрузки определенного числа периодов сетевого напряжения из каждых десяти.

Кнопка SB1 «-» уменьшает мощность в нагрузке. А кнопка SB2 «+» увеличивает мощность в нагрузке.

Имеется возможность регулировки мощности в нагрузке десятью степенями с шагом 10 %.



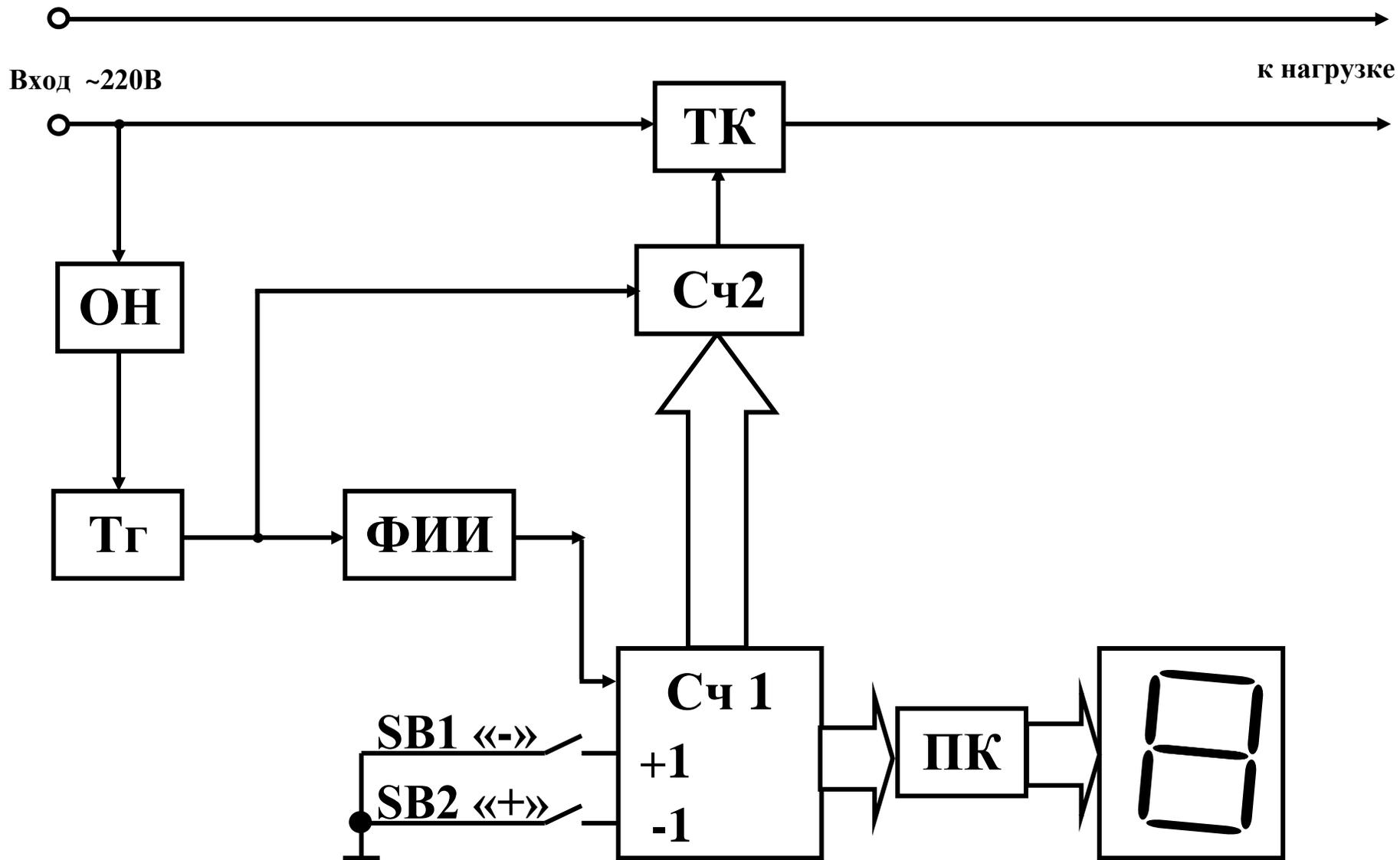


Рис.3.1. Структурная схема регулятора мощности

## 4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ

### 4.1. Принцип работы регулятора мощности

Данное устройство представляет собой цифровой регулятор мощности электронных приборов. Регулировка (десять ступеней с шагом 10%) осуществляется методом подачи на нагрузку определенного числа периодов сетевого напряжения из каждых десяти.

Схема регулятора показана на рис. 3.1. Импульсы сетевого напряжения, поступающие по цепи VD2, R3, VD3 и через внутренний защитный диод полевого транзистора VT1, заряжают конденсатор C1. Напряжение на этом конденсаторе, ограниченное до 10... 11 В стабилитроном VD1, питает микросхемы. А из пульсирующего напряжения на резисторе R4 триггер Шмитта на элементах DD3.1 и DD3.2 формирует импульсы с частотой 50 Гц и крутыми перепадами. Эти импульсы поданы на счетные входы счетчиков DD4 и DD5. Первый (DD4) формирует измерительный интервал длительностью 0,2 с (десять периодов сетевого напряжения), по окончании которого дифференцирующая цепь R9C3 формирует импульс параллельной загрузки двоичного кода, сформированного счетчиком DD2, в счетчик DD5. Сигнал с выхода переноса (вывода 7) счетчика DD5 управляет коммутирующими нагрузку полевыми транзисторами VT1 и VT2.

Счетчик DD5 работает на вычитание. После загрузки в него любого, кроме 0000, двоичного кода на выходе переноса будет установлен высокий уровень. В результате транзисторы VT1 и VT2 откроются, на нагрузку поступит сетевое напряжение. Для коммутации переменного напряжения транзисторы включены встречно-последовательно. Их открывание всегда происходит в момент перехода сетевого напряжения через ноль, что обеспечивает низкий уровень помех. Диоды VD5 и VD6 ограничивают выбросы напряжения на затворах транзисторов.

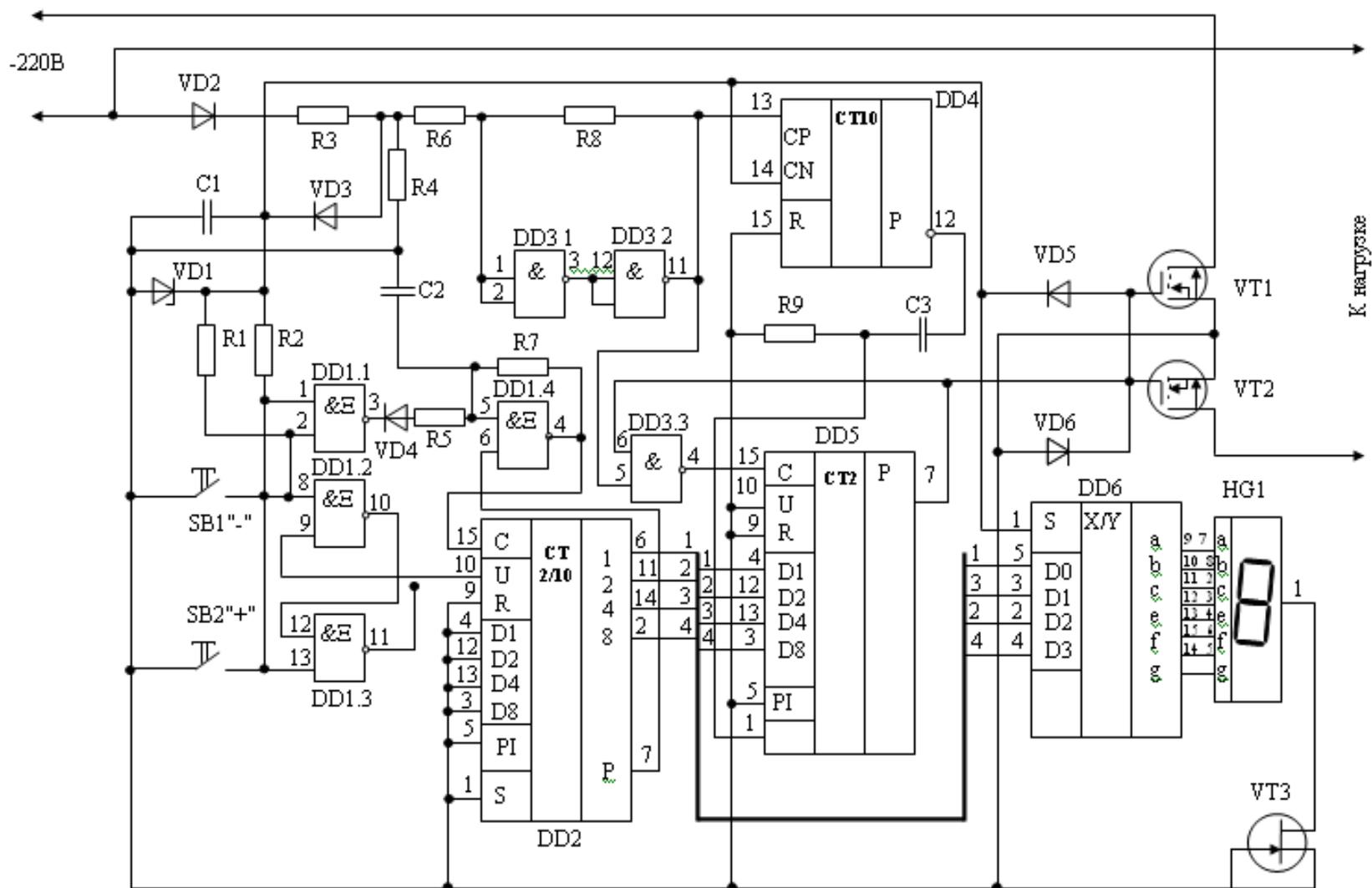


Рис. 4.1. Схема регулятора мощности

Допустим, в счетчик DD5 загружен двоичный код 0101, соответствующий десятичному числу 5. После воздействия на счетный вход пяти импульсов, следующих с частотой сети, уровень на выходе переноса станет низким и заблокирует дальнейшее прохождение счетных импульсов через элемент DD3.3. Транзисторы VT1 и VT2 при таком уровне на затворах будут закрыты. Это состояние сохранится до следующего импульса параллельной загрузки. После него описанный цикл, в котором из каждых десяти периодов сетевого напряжения в нагрузку поступают только пять, повторится. Это число можно изменять от 0 до 9 установкой соответствующего кода на входах параллельной загрузки счетчика DD5, регулируя таким образом мощность, поступающую в нагрузку, от 0 до 90 % максимальной ступенями по 10 %.

Код для загрузки в счетчик DD5 формирует на своих выходах счетчик DD2. Преобразователь кода DD6 и индикатор HG1 служат для отображения этого кода. Цифра на индикаторе соответствует относительному уровню мощности в десятках процентов. Импульсы, изменяющие состояние счетчика DD2, вырабатывает генератор на элементе (триггере Шмитта) DD1.4. Направление счета определяет RS-триггер из элементов DD1.2 и DD1.3. Если на выводе 10 счетчика DD2 высокий уровень, счет пойдет в сторону увеличения накопленного числа, в противном случае — в сторону его уменьшения.

Когда ни одна из кнопок SB1, SB2 не нажата, на выходе элемента DD1.1 установлен низкий уровень. Открытый диод VD4 препятствует зарядке конденсатора C2 до порога переключения элемента DD1.4. Генератор не работает, состояние счетчика DD2 не изменяется.

Нажатие на кнопку SB2 "+" переводит RS-триггер в состояние с высоким уровнем на выходе элемента DD1.3 и на входе управления направлением счета счетчика DD2. Одновременно низкий уровень на входе (выв. 1) элемента DD1.1 делает уровень на его выходе высоким, что

приводит к закрыванию диода VD4 и разрешает работу генератора импульсов. Каждый из них увеличивает число в счетчике на единицу.

Если нажать на кнопку SB1 RS-триггер перейдет в противоположное состояние, остальные процессы пойдут аналогично, но число в счетчике будет уменьшаться. При одновременном нажатии на две кнопки счет пойдет на увеличение, так как кнопка SB2 в этой ситуации имеет приоритет.

Так как выход переноса счетчика DD2 соединен с выводом 6 элемента

DD1.4, при коде 0000 во время работы на вычитание или коде 1001 во время работы на сложение низкий уровень, установленный в этой цепи, блокирует генератор, предотвращая переполнение счетчика и дальнейший счет в том же направлении.

Регулятор (за исключением преобразователя кода DD6 с индикатором HG1) собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, изображенной на рис. 4.2. Работающим в ключевом режиме транзисторам VT1 и VT2 при мощности нагрузки до 500 Вт теплоотвод не нужен.

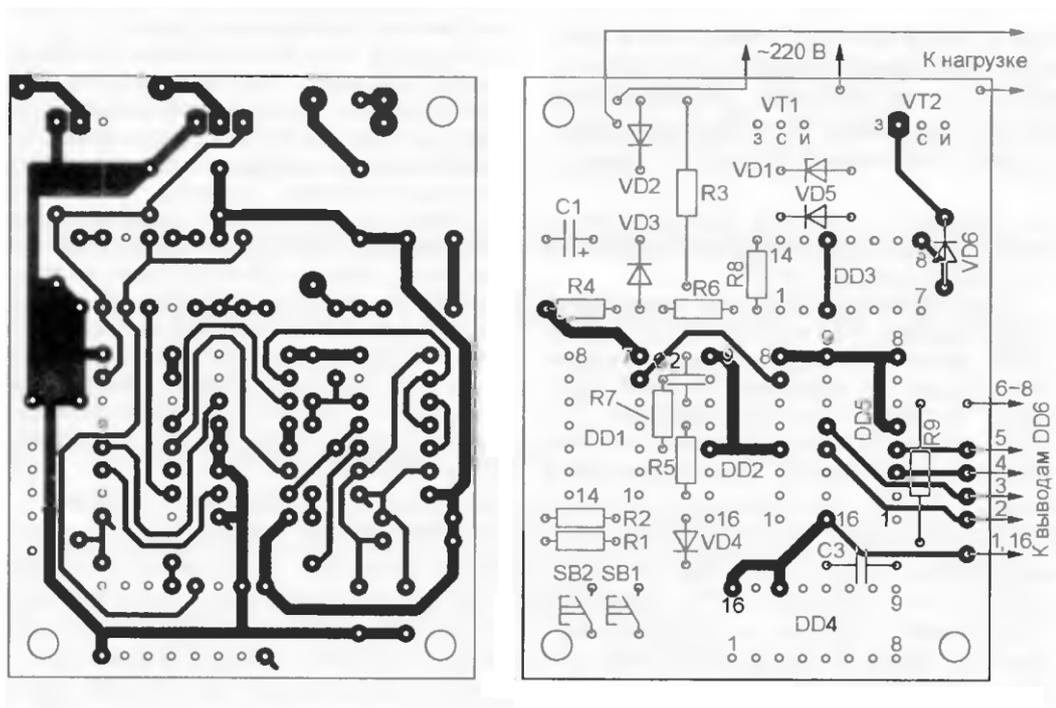


Рис. 4.2. Печатная плата устройства

## 4.2. Элементная база устройства

Микросхема К561ИЕ11 - двоичный четырехразрядный реверсивный счетчик с возможностью параллельной записи информации (рис. 4.3). Микросхема имеет четыре информационных выхода 1, 2, 4, 8, выход переноса Р и следующие входы: вход переноса РI, вход установки исходного состояния R, вход для подачи счетных импульсов С, вход направления счета U, входы для подачи информации при параллельной записи D1 - D8, вход параллельной записи S.

Вход R имеет приоритет над остальными входами: если на него подать лог. 1, на выходах 1, 2, 4, 8 будет лог.0 независимо от состояния других входов. Если на входе R лог. 0, приоритет имеет вход S. При подаче на него лог. 1 происходит асинхронная запись информации со входов D1 - D8 в триггеры счетчика.

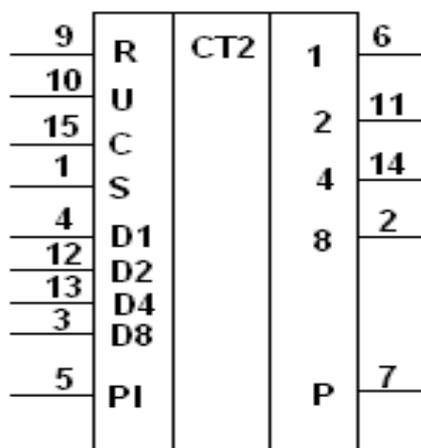


Рис. 4.3. Микросхема К561ИЕ11

Если на входах R, S, PI лог. 0, разрешается работа микросхемы в счетном режиме. Если на входе U лог. 1, по каждому спаду входного импульса отрицательной полярности, поступающему на вход С, состояние счетчика будет увеличиваться на единицу. При лог. 0 на входе U счетчик переключается в режим вычитания - по каждому спаду импульса

отрицательной полярности на входе С состояние счетчика уменьшается на единицу. Если на вход переноса PI подать лог. 1, счетный режим запрещается.

На выходе переноса P лог. 0, если на входе PI лог. 0 и все триггеры счетчика находятся в состоянии 1 при счете вверх или в состоянии 0 при счете вниз.

Для соединения микросхем в счетчик с последовательным переносом необходимо объединить между собой все входы С, выходы P микросхем соединить со входами PI следующих, а на вход PI младшего разряда подать лог. 0 (рис. 4.4). Выходные сигналы всех микросхем счетчика изменяются одновременно, однако максимальная частота работы счетчика меньше, чем отдельной микросхемы из-за накопления задержек в цепи переноса. Для обеспечения максимальной рабочей частоты многоразрядного счетчика необходимо обеспечить параллельный перенос, для чего на входы PI всех микросхем подать лог. 0, а сигналы на входы С микросхем подать через дополнительные элементы ИЛИ, как это показано на рис. 4.5.

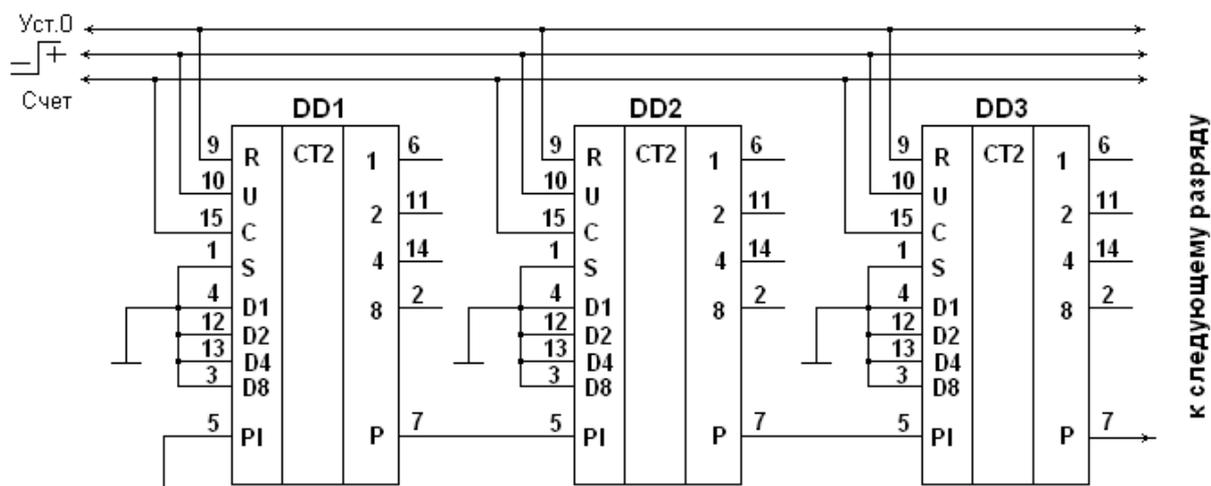


Рис. 4.4. Счетчик на микросхеме К561ИЕ11 с последовательным переносом

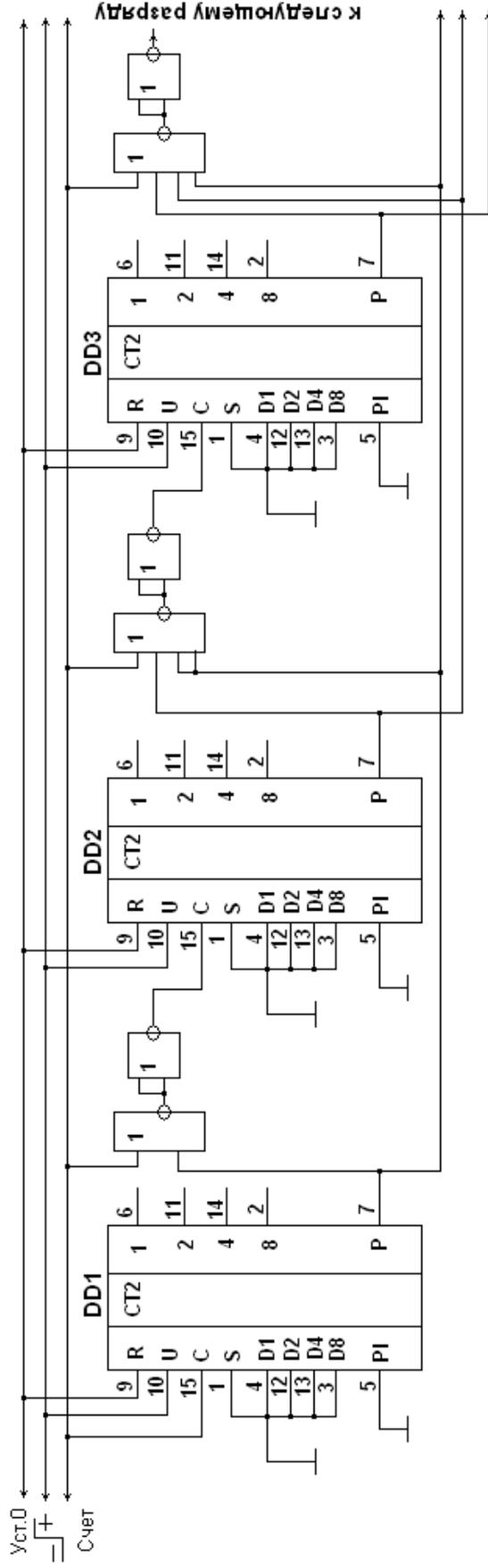


Рис. 4.5. Многоразрядный счетчик на микросхеме К561ИЕ11.

В этом случае прохождение счетного импульса на входы С микросхем будет разрешено только тогда, когда на выходах Р всех предыдущих микросхем лог. 0, причем время задержки этого разрешения после одновременного срабатывания микросхем не зависит от числа разрядов счетчика.

Особенности построения микросхемы К561ИЕ11 требуют, чтобы изменение сигнала направления счета на входе U происходило в паузе между счетными импульсами на входе С, то есть при лог. 1 на этом входе, или по спаду этого импульса.

Микросхема К561ИЕ8- десятичный счетчик с дешифратором (рис. 3.6). Микросхема имеет три входа - вход установки исходного состояния R, вход для подачи счетных импульсов отрицательной полярности CN и вход для подачи счетных импульсов положительной полярности CP. Установка счетчика в 0 происходит при подаче на вход R лог. 1, при этом на выходе 0 появляется лог. 1, на выходах 1-9 - лог. 0.

Переключение счетчика происходит по спадам импульсов отрицательной полярности, подаваемых на вход CN, при этом на входе CP должен быть лог. 0. Можно также подавать импульсы положительной полярности на вход CP, переключение будет происходить по их спадам. На входе CN при этом должна быть лог. 1. Временная диаграмма работы микросхемы приведена на рис. 4.7.

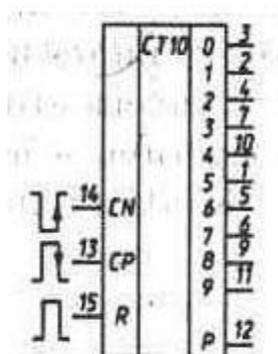


Рис. 4.6. Микросхема К561ИЕ8

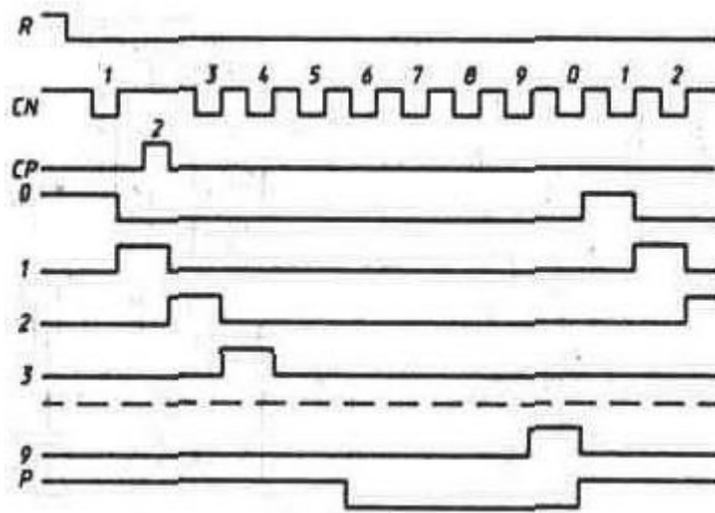


Рис. 4.7. Временные диаграммы работы К561ИЕ8

Микросхема К561ИЕ14 - двоичный и двоично-десятичный четырехразрядный десятичный счетчик (рис. 4.8). Ее отличие от микросхемы К561ИЕ11 заключается в замене входа R на вход В - вход переключения модуля счета. При лог. 1 на входе В микросхема К561ИЕ14 производит двоичный счет, так же, как и К561ИЕ11, при лог. 0 на входе В - двоично-десятичный. Назначение остальных входов, режимы работы и правила включения для этой микросхемы такие же, как и для К561ИЕ11.

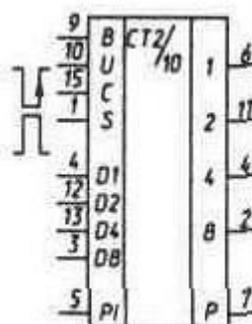


Рис. 4.8. Микросхема К561ИЕ8

Микросхема К176ИД2 (рис.4.9) - преобразователь двоично-десятичного кода в код семисегментного индикатора, включает в себя также триггеры, позволяющие запомнить входной код. Микросхема имеет

четыре информационных входа для подачи кода 1-2-4-8 и три управляющих входа. Вход S, так же как и в микросхемах К176ИЕ3 и К176ИЕ4, определяет полярность выходных сигналов: при лог. 1 на входе S на выходах лог. 0 для зажигания сегментов, при лог. 0 на входе S - лог. 1 для зажигания. При подаче лог. 1 на вход К происходит гашение индицируемого знака, лог. 0 на входе К разрешает индикацию. Вход С управляет работой триггеров памяти - при подаче на вход С лог. 1 триггеры превращаются в повторители и изменение входных сигналов на входах 1-2-4-8 вызывает соответствующее изменение выходных сигналов. Если же на вход С подать лог.0, запоминаются сигналы, имевшиеся на входах перед подачей лог. 0, микросхема на изменение сигналов на входах 1-2-4-8 не реагирует.

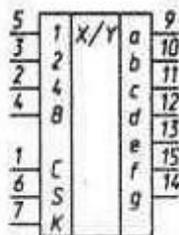


Рис.4.9. Микросхема К176ИД2

## 5. РАСЧЁТ НАДЁЖНОСТИ

Надёжность – это свойство системы сохранять во времени и в установленных пределах значения всех информативных параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции данной системы в данных режимах, условиях применения и технического обслуживания.

При разработке аппаратуры вопросам надёжности уделяется большое внимание. Характеристики надёжности называются критериями. Так как процесс появления отказа носит по своей физической природе случайный характер, то критерий надёжности является статистической величиной и определяется на основе правил математической статистики.

К критериям надёжности относятся:

- вероятность безотказной работы  $p(t)$ ;
- частота отказов  $\nu(t)$ ;
- интенсивность отказов  $\lambda(t)$ .

Методика расчёта надёжности во многом зависит от вида закона распределения отказов.

В нашем случае будет учитываться только внезапный отказ. При этом будем считать, что выход из строя любого элемента приведёт к отказу всего устройства и вероятность безотказной работы устройства будет равна произведению вероятностей безотказной работы всех элементов:

$$P_c = \prod_{i=1}^N p_i(t), \quad (5.1)$$

где  $p_i(t)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го элемента.

Для радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) интенсивность отказов считают постоянной ( $\lambda(t) = \text{const}$ ), то есть берут нормальный участок

эксплуатации, и поэтому здесь применим экспоненциальный закон распределения. При экспоненциальном законе распределения отказов во времени, который применим для большинства узлов и блоков РЭА, в том числе для интегральных микросхем (ИМС), интенсивность отказов не зависит от времени. Поэтому для экспоненциального закона имеем:

$$p_i(t) = e^{-\lambda_i t} \quad . \quad (5.2)$$

Условия эксплуатации ИМС характеризуются комплексом воздействующих факторов, которые имеют различную физико-химическую природу, изменяются в достаточно широких пределах и по разному влияют на работоспособность ИМС и их надёжность. В зависимости от области применения ИМС подвергаются воздействию отдельных факторов, которые по разному влияют на работоспособность ИМС.

Интенсивность отказов полупроводниковых ИМС  $\lambda_{ИМС}$  с учетом того, что время появления внезапных отказов распределено по экспоненциальному закону определяется выражением:

$$\lambda_{ИМС} = \sum_{i=1}^m n_i \alpha_i k_i \lambda_i \quad , \quad (5.3)$$

где  $m$ - число групп элементов;

$n_i$ - число элементов данного типа с одинаковым режимом работы;

$\alpha_i$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние окружающей среды и электрической нагрузки;

$k_i$ - поправочный коэффициент, учитывающий механическое воздействие, относительную влажность и изменения атмосферного давления;

$\lambda_i$ - интенсивность отказов элементов структуры (транзисторов, резисторов), металлизации, кристалла и конструкции (соединения, корпус).

Для примера рассчитаем интенсивность отказов ИМС К561ТЛ1:

$n_p=16$ - количество резисторов;

$n_{тр}=16$ - количество транзисторов;

$n_d=4$  -количество диодов;

$n_v=14$  –количество выводов.

Интенсивность отказов элементов структуры микросхемы поправочные коэффициенты:

$$\lambda_p=0,6 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_{тр}=1 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_d=0,5 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_v=0,1 \cdot 10^{-8} \text{ 1/ч};$$

$$\bar{b}_p=\bar{b}_v=1,15;$$

$$\bar{b}_{тр}=\bar{b}_d=1,34$$

$$k=1.$$

Тогда получим:

$$\begin{aligned} \lambda_{ИМС} &= 16 \cdot 1,15 \cdot 0,6 \cdot 10^{-8} + 4 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-8} + 16 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 10^{-8} + 14 \cdot 1,15 \cdot 0,1 \cdot 10^{-8} = \\ &= 39,65 \cdot 10^{-8} \text{ (1/ч)}. \end{aligned}$$

Микросхема К561ЛА7 относится к микросхемам первой степени интеграции, поэтому  $\lambda=47,2 \cdot 10^{-8}$  (1/ч).

Микросхемы К561ИЕ14, К561ИЕ8, К561ИЕ11, К176ИД2 относятся к микросхемам третьей степени интеграции, поэтому  $\lambda=342,8 \cdot 10^{-8}$  (1/ч).

В таблице 4.1 приведен расчёт интенсивности отказов всех элементов устройства.

Интенсивность отказов элементов устройства:

$$\Lambda = 4213,05 \cdot 10^{-8} \text{ (1/ч)}$$

Среднее время наработки на отказ:

$$T_{cp} = 1 / \Lambda = 1 / 4213,05 \cdot 10^{-8} = 23700 \quad (\text{ч})$$

Определим вероятность безотказной работы устройства по формуле:

$$P(t) = e^{-\Lambda t} \quad (5.4)$$

Расчёт величины  $P(t)$  приведён в таблице 5.2.

На рисунке 5.1 приведен график безотказной работы устройства.

Таблица 5.1

Расчёт интенсивности отказов

Тип элемента	Количество штук	$\Lambda_i \cdot 10^{-8}, 1/\text{ч}$	$\Lambda_c \cdot 10^{-8}, 1/\text{ч}$
K561ТЛ1	1	39,65	39,65
K561ЛА7	1	47,2	47,2
K561ИЕ14	1	342,8	342,8
K561ИЕ8	1	342,8	342,8
K561ИЕ11	1	342,8	342,8
K176ИД2	1	342,8	342,8
Транзистор	5	80	400
Резистор	9	110	990
Конденсатор	3	120	360
Индикатор АЛС320	1	100	100
Диод	5	90	450
Кнопки	2	220	440
Соединения пайкой	150	0,1	15
Итого $\Lambda, 1/\text{ч}$	-----	-----	4213,05

## Расчёт вероятности безотказной работы

t, час	500	1000	2000	3000	5000	6000	8000
P(t)	0,98	0,96	0,92	0,88	0,81	0,77	0,71

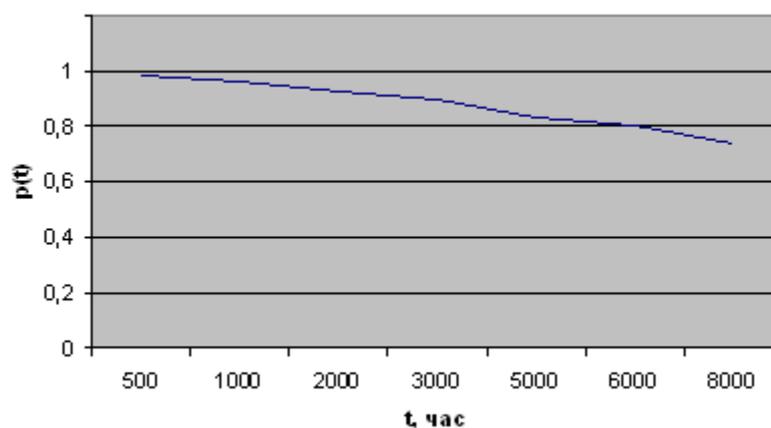


Рис 5.1. Вероятность безотказной работы устройства.

В связи с тем, что надёжность работы разработанного устройства получается невысокой, необходимо предложить следующие мероприятия по повышению надёжности:

1. Снизить электрические нагрузки на детали.
2. Использовать микросхемы после предварительного диагностирования для устранения постепенных отказов.
3. Использовать методы резервирования наиболее слабых узлов по надёжности.

## **6. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **6.1. Действие электрического тока на организм человека**

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения силы тока, электрического сопротивления тела человека и длительности протекания через него тока, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека и условий окружающей среды.

Основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека, является сила тока.

На исход поражения сильно влияет сопротивление тела человека, которое изменяется в очень больших пределах.

Существенное значение имеет и путь тока через тело человека. Наибольшая опасность возникает при непосредственном прохождении через жизненно важные органы.

Степень поражения зависит также от рода и частоты тока.

Влияние состояния окружающей среды учитывается классификацией помещений и условий труда по опасности поражения электрическим током.

В зависимости от условий, повышающих или понижающих поражение человека электрическим током, все помещения делят на: помещения с повышенной опасностью, особо опасные помещения, помещения без повышенной опасности.

Электробезопасность обеспечивается соответствующей конструкцией электрооборудования, применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями.

Конструкция электрооборудования должна соответствовать условиям его эксплуатации, обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с токоведущими частями и оборудования – от попадания внутрь посторонних предметов и воды.

Наиболее распространёнными техническими средствами защиты являются защитное заземление и зануление.

Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности заключаются в основном в соответствующем обучении, инструктаже и допуске к работе лиц, прошедших медицинское освидетельствование, выполнении ряда технических мер при проведении работ с электрооборудованием, соблюдении особых требований при работах с находящимися под напряжением частями.

На исход опасного и вредного воздействия на человека электрического тока влияют следующие факторы :

1. Величина тока. Обычно человек начинает ощущать раздражающее действие переменного тока (50 Гц) при величине 0,5-1,5 мА. Такие токи называются пороговыми ощутимыми токами. При этих токах человек может самостоятельно отключиться от цепи. Затем, при повышении величины тока, действие его становится более сильным и при токах 8-25 мА боль становится трудно переносимой, а судороги мышц рук и ног становятся такими сильными, что человек не может самостоятельно освободиться от действия тока (разжать руку, отойти).

Пример :электросварщик, 35 лет, включая рубильник заметил, что из-за неисправности рубильника одна фаза оказалась неотключенной. При попытке устранить неисправность случайно коснулся правой рукой привода и получил поражение током. Руку оторвать от детали из-за судорожного сжатия пальцев не мог, более того, был прижат лбом к корпусу генератора, в результате чего получил ожог кожи лба и глубокие ожоги кисти. Сознание спутанное, произносит лишённые смысла слова, пытается встать, сорвать повязки.

Электромонтер, прикоснулся к токоведущему проводу грудной клеткой. Вследствие судорожного сокращения мышц спины не мог оторваться от провода, пока не выключили ток.

Токи 6-25 мА называются пороговыми неотпускающими, а токи больше этих величин - неотпускающими токами.

Ток около 80-100 мА и более называют фибрилляционным. Фибрилляция - беспорядочное сокращение (подергивание) волокон сердечной мышцы и сердце не может обеспечить передвижение крови по сосудам. Сердце человека (в отличие от сердца собаки) не может спонтанно (самостоятельно) выходить из фибрилляционного состояния. Для восстановления работы сердца человека применяют дефибриллятор, подающий кратковременный пульс электрического тока напряжением в несколько тысяч вольт. При прохождении тока мышца сердца резко сокращается и затем после прекращения действия тока начинает работать нормально.

2. Продолжительность действия тока влияет на исход поражения чем меньше время действия тока, тем меньше вероятность опасного поражения человека, т.к. а)остановка дыхания происходит не мгновенно, а через определенное время, длительность которого пропорциональна величине тока; б)по мере действия электричества на человека сопротивление его тела уменьшается, а значит и возрастает сила тока; в)полный цикл работы сердца составляет около 1 секунды, причем в каждом цикле в течении 0,15-0,2 с. сердце наиболее чувствительно к току (фаза Т), а в остальное время цикла сравнительно большие токи не вызывают фибрилляцию сердца; при кратковременном воздействии тока возможно несовпадение его действия с фазой Т.

3. Путь тока (петля тока) в теле человека. Возможны различные пути в теле человека, предложена классификация (стандартные петли тока) из 10 петель тока. Наиболее тяжелое поражение вероятно, если на пути тока оказывается сердце, грудная клетка, головной или спинной мозг. Наиболее опасен путь тока : "рука-ноги", "рука-рука". Но надо иметь в виду, что имелись факты смертельного исхода при протекании тока через палец руки, с одной его стороны на другую.

4. Род и частота тока. Переменный ток частотой 50-60 Гц наиболее опасен и опасность почти не снижается до частоты 500 Гц. Однако постоянный ток - ниже порога ощущения - при быстром разрыве цепи дает очень резкие удары. В 1949 году В.Н.Чиколев писал : "Когда вы прикасаетесь к проводнику с постоянным током, то в момент прикосновения вы почувствуете сотрясение, затем вы ничего не почувствуете или мало почувствуете, когда через вас проходит ток; только когда отнимете руки от проводников, вы снова испытаете такое же состояние. Совсем другое значение имеет переменный ток прикосновение происходит громадные сотрясения".

5. Сопротивление тела человека - зависит от :

- состояния кожи (сухая, влажная, чистая и т.п.)
- плотности и площади контакта
- величины и частоты тока и приложенного напряжения
- времени воздействия тока на человека

Однако необходимо отметить, что на теле человека имеется ряд определенных точек, наиболее чувствительных к электрическому току и имеющих пониженное сопротивление ему :поверхности лба, ладоней, подошв, шеи и др.

6. Индивидуальные особенности людей в значительной мере влияют на исход поражения. Характер воздействия одной и той же величины тока зависит от опасности состояния нервной системы и всего организма в целом, от возраста и состояния здоровья человека. Более подвержены воздействию электрического тока дети и пожилые люди или лица с заболеваниями нервной системы, сердца, легких. Для женщин пороговые значения тока в 1,5 раза ниже. Фактор внимания - тяжелее воздействие, когда оно неожиданно.

Величина напряжения сама по себе не обуславливает тяжести поражения, но от величины напряжения зависит величина тока, проникающего в тело человека. Имеются случаи гибели людей при низком

напряжении. Например, сборщик, 19 лет, на месте работы по уборке талого снега с металлического настила держал в руке за провода около патрона переносную лампу, второй сборщик подсоединял провода этой лампы к сети напряжением 36 В, в момент загорания лампы первый сборщик, даже не вскрикнув, упал. Вернуть его к жизни не удалось. При расследовании выяснилось, что провод у лампы был оголен, на руке больного имеется небольшая электрометка. Обувь пострадавшего была сырая. Умер от остановки дыхания. Опытным путем установлено сопротивление цепи тела пострадавшего рука-нога - 10 кОм, максимальный ток 10 мА.

Электромонтер 21 год, при приемке стационарной сети в подвальном помещении пользовался переносной лампой, питаемой напряжением 12 В. Лампа была подвешена вместе с проводом на перилах железной лестницы. Пострадавший взялся правой рукой за бухту кабеля с лампой, чтобы унести наверх, а левой рукой коснулся металлической лестницы и в этот момент вскрикнул и упал. Привести его в чувство не удалось. Опытным путем установлено сопротивление цепи рука-нога пострадавшего - 16-27 кОм, ток 1,2-4,5 мА.

Инженер-электрик, любитель-садовод, смонтировал сигнализирующее устройство с напряжением 12 В, по его замыслу цепь в 12 В, через протянутые х/б нитки замыкает постороннее лицо и прозвенит звонок, но замкнула цепь его жена, которая погибла при случайном касании шеей звонкового провода. Накануне шел дождь.

Нужно иметь в виду, что смертельный исход после поражения электротоком может наступить неожиданно по истечении некоторого сравнительно большого промежутка времени.

От повреждения изоляции напряжение в 220 В оказалось в сети сварочного напряжения. Удар электрическим током почувствовали трое рабочих. Один из них сказал: "Ребята, надо сказать мастеру", - отправился через всю территорию стройки в помещение, где находился мастер на

втором этаже. Пострадавший сообщил о случившемся мастеру, сел на стул и умер. Вскрытие показало - умер от остановки дыхания.

Рабочий потерял сознание, попав под напряжение 220 В - цепь возникла между кистью руки и ногами, ему оказали первую помощь и пострадавший быстро пришел в себя, на носилках был доставлен в медпункт. После оказания помощи врачом, через два часа пострадавший заявил, что кроме слабости ничего не ощущает. Врач направил его домой, выдав больничный лист. Пострадавший начал одеваться, и в этот момент умер. Диагноз - сердечная недостаточность.

За допустимую величину тока можно считать ток 10 мА. Однако при работе на высоте, вблизи движущихся частей и т.п., когда резкие произвольные движения могут быть причиной несчастного случая, допустимый ток должен быть ниже порога ощущения (0,5 мА).

## **6.2. Оказание первой помощи пострадавшим**

Первую помощь пострадавшему при несчастном случае оказывают сразу же на месте происшествия до прихода врача или до транспортировки пострадавшего в больницу. Каждый работающий должен уметь оказать первую помощь пострадавшему и помощь самому себе («самопомощь»). При оказании первой помощи необходимо:

- 1)удалить травмирующий фактор;
- 2)вынести пострадавшего с места происшествия;
- 3)обработать поврежденные участки тела и остановить кровотечение;
- 4)обеспечить неподвижность места перелома, предотвратить травматический шок;
- 5)доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

При оказании первой помощи следует обладать навыками обращения с раненым. Это особенно важно при переломах, сильных кровотечениях,

потере сознания, термических и химических ожогах. Приподнимать и переносить раненого следует осторожно, поддерживая его снизу. Для оказания первой помощи каждый производственный участок, каждая строительная площадка должна быть оснащена стандартными средствами первой помощи.

Аптечка первой помощи. В аптечку входят перевязочные материалы (бинты, вата, индивидуальные пакеты, лейкопластырь, стерильные салфетки, кровоостанавливающий жгут); нашатырный спирт (применяют для возбуждения дыхания, обработки кожи при ожогах кислотами, при укусах насекомыми); 5%-ный спиртовой раствор йода (для обработки ран); перманганат калия (марганцовка) — для промывания желудка делают слабо-розовый раствор, применяют также для обработки ран; питьевая сода (для промывания желудка, обработки кожи при ожогах); борный вазелин (для смазывания салфеток при закрытии проникающих ранений, смазывания кожи); активированный уголь (5...10 таблеток растолочь и выпить при различных отравлениях); борная кислота (для промывки глаз, обработки кожи); нитроглицерин (при болях в сердце); анальгин, амидопирин (обезболивающие препараты); папаверин (применяют при болях в сердце, гипертоническом кризе); ножницы, нож, стаканчик для приема лекарств, напальчники, запас питьевой воды.

Первая помощь при ранениях и ушибах.

Оказывающий помощь должен вымыть руки с мылом, протереть их спиртом или смазать пальцы йодом. Нельзя промывать рану водой, очищать ее, прикасаться к ней даже вымытыми руками. Если рана загрязнена, можно только протереть кожу вокруг нее от краев раны к периферии стерильной ватой или марлей. Ссадины, уколы, мелкие ранения, которые не кровоточат, необходимо смазать 5%-ной настойкой йода или бриллиантовой зеленью и наложить повязку.

Небольшие раны можно заклеить полоской пластыря, клеем БФ-6, коллодием, которые дезинфицируют рану и предохраняют от загрязнения.

При отсутствии индивидуального перевязочного пакета можно использовать чистый носовой платок, предварительно смочив его йодом.

Ранения сопровождаются повреждением кровеносных сосудов и кровотечением, которое бывает внутренним (наиболее опасное) и наружным. Внутреннее кровотечение возникает при проникающих ранениях в брюшную или грудную полость, при разрыве внутренних органов в результате сильного удара, падения с высоты, сдавливания и т.п. Кровь при этом скапливается во внутренних полостях тела.

Симптомы внутреннего кровотечения; бледность лица, слабость, частый пульс, одышка, головокружение, жажда, обморочное состояние. Остановить внутреннее кровотечение методами первой помощи нельзя. Пострадавшему необходимо обеспечить покой и вызвать врача. На место травмы следует положить холод (лед, снег и т.п.). Наружное кровотечение может быть:

1) капиллярным — кровь выступает отдельными каплями по всей поверхности раны;

2) венозное — кровь темно-красного цвета вытекает ровной струйкой;

3) артериальное — кровь обогащена кислородом алого цвета, вытекает в виде пульсирующей струи.

Остановить венозное кровотечение можно наложением тугий повязки ниже поврежденного места или наложить жгут, скрутку.

Наиболее опасное артериальное кровотечение. Остановить артериальное кровотечение можно наложением тугий повязки выше поврежденного места или наложить жгут, скрутку.

Для скрутки можно использовать шарф, пояс, ремень, резиновую трубку и т.п. Перед наложением жгута раненую конечность поднимают, жгут, скрутку накладывают поверх одежды или подкладывают под него кусок материи (рис. 5.1.).



Рис. 6.1. Остановка кровотечения закруткой: а — затягивание узла; б—закручивание с помощью палочки; в — закручивание палочки

Затягивать шнур нужно только до остановки кровотечения. Жгут нельзя оставлять в затянутом состоянии более 2 ч, иначе может наступить омертвление конечности. За это время необходимо доставить пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение.

Солнечный и тепловой удары.

Признаки: вначале сильная головная боль, слабость, прилив крови к голове, шум в ушах, тошнота, головокружение, жажда, синюшность лица, одышка, пульс 120... 140 ударов в минуту, температура тела повышается до 40 °С. Кожа пострадавшего горячая и покрасневшая, зрачки расширены. У пострадавшего появляются судороги, галлюцинации, бред. Состояние быстро ухудшается и он может погибнуть в течение нескольких часов от паралича дыхания и остановки сердца.

Первая помощь: пострадавшего перенести в прохладное место, в тень, снять с него одежду и уложить, несколько приподняв голову, на голову и область сердца прикладывать холодные компрессы или поливать холодной водой. Если сознание не потеряно, надо обильно поить холодными напитками. Для возбуждения пострадавшему давать нюхать ватку, смоченную нашатырным спиртом. При нарушении дыхания или остановке сердца — немедленно проводить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработан дискретный электронный регулятор мощности с цифровой индикацией.

Данное устройство представляет собой цифровой регулятор мощности электронных приборов. Регулировка (десять ступеней с шагом 10%) осуществляется методом подачи на нагрузку определенного числа периодов сетевого напряжения из каждых десяти.

В устройстве в качестве транзисторного коммутатора применены мощные полевые транзисторы (МДП-транзисторы). Из особенностей регулятора мощности на МДП-транзисторах следует отнести его способность работать с нагрузками очень малой мощности, чего тиристорные регуляторы не позволяют. Еще одно отличие этого малое потребление тока по цепям управления, более плавная регулировка мощности, особенно на начальном участке регулировочной характеристики.

В работе рассмотрены применение счетчиков в радиоэлектронных устройствах, существующие способы управления полевыми транзисторами в регуляторах мощности. Разработаны структурная и принципиальная схема регулятора мощности, выбрана элементная база и произведен расчет основных узлов.

Произведен расчет надежности, среднее время наработки на отказ 23 700 часов, а также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Каримов. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры его преодоления в условиях Узбекистана.-Т.: Узбекистан.
  2. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. -М.: «Три Л», 2000.-400 с.
  3. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. Учебное пособие. -М.:СОЛОН-ПРЕСС, 2008.-448 с.
  4. Пещох Е., Казарец А. Интегральный таймер КР1006ВИ1. — Радио, 1986, № 7, с. 57, 58.
  5. Зельдин Е. Применение таймера КР1006ВИ1. — Радио, 1986, № 9, с. 36, 37.
  6. Хоровиц П., Хил У. Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1993, т. 1, с. 303—307.
  7. Коломбет Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. — М.: Радио и связь, 1991, с. 181—220.
  8. Горошков В. И. Элементы радиоэлектронных устройств. — М.: Радио и связь, 1989, с. 118, 119.
  9. Шитов А. Генераторы на таймере КР1006ВИ1. — Радио, 1999, № 8, с. 54.
  10. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Том 7./А. В. Нефедов. - М.:ИП РадиоСофт, 1999г. - 640с.:ил.
- 8.Отечественные микросхемы и зарубежные аналоги Справочник. Перельман Б.Л.,Шевелев В.И. "НТЦ Микротех", 1998г.,376 с. - ISBN-5-85823-006-7

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**