

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К защите  
Заведующий кафедрой

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012г.

**Выпускная  
квалификационная работа бакалавра**

на тему **Преобразователя напряжения на базе  
специализированных ШИ-контроллеров**

Выпускник \_\_\_\_\_ **Абдужалилов М.А.**  
(подпись) (Фамилия)

Консультант \_\_\_\_\_ **Алиев У.Т.**  
(подпись) (Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(подпись) (Фамилия)

Консультант по БЖД \_\_\_\_\_ **Кадиров Ф.М.**  
(подпись) (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

**Абдужалилова Музаффара Абдунабиевича**

(фамилия, имя, отчество)

на тему **Преобразователи напряжения на базе специализированных ШИ-контроллеров**

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

2. Срок сдачи законченной работы 25.05.11 г.

3. Исходные данные к работе  **$U_{\text{ВЫХ}} = +28 \text{ В}, I_{\text{ВЫХ}} = 175 \text{ мА}; U_{\text{ВЫХ}} = +5 \text{ В}, I_{\text{ВЫХ}} = 0,5 \text{ А}; U_{\text{ВЫХ}} = -12 \text{ В}, I_{\text{ВЫХ}} = 100 \text{ мА}.$**

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов) **Введение 1. Нерегулируемые и регулируемые транзисторные преобразователи напряжения. 2. Устройств управления преобразователями напряжения. 3. Обоснование структурной схемы преобразователя напряжения. 4. Разработка и расчет принципиальной схемы преобразователя напряжения. 5. Расчет надежности преобразователя напряжения. 6. Безопасность жизнедеятельности. Заключение**

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

6. Дата выдача задания 25.01.2012 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял \_\_\_\_\_  
(подпись)

7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
Главы 1 -5	Алиев У.Т.	25.01.12 г.	25.01.12 г.
Глава 6	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.	Нерегулируемые и регулируемые транзисторные преобразователи напряжения	15.02.12 г.	
3.	Устройства управления преобразователями напряжения	30.02.12 г.	
3.	Обоснование структурной схемы преобразователя напряжения	25.03.12 г.	
4.	Разработка и расчет принципиальной схемы устройства	15.04.12 г.	
5.	Расчет надежности преобразователя напряжения	25.04.12 г.	
6.	Безопасность жизнедеятельности	15.05.12 г.	
7.	Заключение	25.05.12 г.	

Выпускник \_\_\_\_\_ <<\_\_\_\_>> \_\_\_\_\_ 2012 г.

Подпись

Руководитель \_\_\_\_\_ <<\_\_\_\_>> \_\_\_\_\_ 2012 г.

Подпись

Ушбу битирув малакавий ишида махсулаштирилган КИ-контроллерлар асосидаги кучланиш ўзгартиргичлари ўзгартиргичи ишлаб чиқилган.

Ростланмайдиган ва ростланадиган транзисторли кучланиш ўзгартиргичлари ва кучланиш ўзгартиргичларининг бошқариш қурилмалари кўриб чиқилган.

Кучланиш ўзгартиргичларининг тузилиш схемаси ишлаб чиқилган. Элементлар базаси танланган, принципаал схемалар тузилган ва ҳисобланган., асосий қисмларини ҳисоблаш ўтказилган.

Ишончилилик ҳисоби амалга оширилган ва ҳаёт фаолият хавфсизлиги масалалари кўриб чиқилган.

В данной выпускной квалификационной работе разработаны преобразователи напряжения на базе специализированных ШИ-контроллеров .

В работе рассмотрены нерегулируемые и регулируемые транзисторные преобразователи напряжения и устройства управления преобразователями напряжения напряжение. Разработана структурная схема преобразователей напряжения. Выбрана элементная база, составлена и рассчитаны схемы преобразователей напряжения. Произведен расчет надежности и рассмотрены вопросы безопасность жизнедеятельности.

## Содержание

Введение.....	
1. Нерегулируемые и регулируемые транзисторные преобразователи напряжения.....	
1.1. Основная схема нерегулируемого ИПН.....	
1.2. Схема нестабилизированного преобразователя с дросселем в цепях эмиттеров силовых транзисторов.....	
1.3. Схема преобразователя с переключающим дросселем.....	
1.4. Схема преобразователя с дополнительным трансформатором и постоянным базовым током.....	
1.5. Схема преобразователя с дополнительным трансформатором и пропорционально-токовым управлением.....	
1.6. Схема автогенераторного преобразователя с внешней синхронизацией.....	
1.7. Схема преобразователя с независимым возбуждением.....	
2. Устройства управления преобразователями напряжения.....	
3. Обоснование структурной схемы преобразователей напряжения...	
4. Разработка и расчет принципиальной схемы преобразователя.....	
5. Расчет надежности преобразователя напряжения.....	
6. Безопасность жизнедеятельности.....	
6.1. Виды и условия трудовой деятельности человека.....	
6.2. Эргономические основы охраны труда.....	
6.3. Организация рабочего места.....	
6.4. Оказание первой помощи пострадавшим.....	
Заключение.....	
Литература.....	
Приложение.....	

## 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.

Транзисторные преобразователи напряжения постоянного тока предназначаются для согласования напряжения источника питания с напряжениями, необходимыми для питания отдельных узлов аппаратуры. В переносной и передвижной аппаратуре связи, потребляющей небольшие мощности, в качестве источников электроэнергии используются источники постоянного тока низкого напряжения: гальванические элементы, аккумуляторы, термогенераторы, солнечные и атомные батареи. Они вырабатывают энергию постоянного тока одного определенного значения. А для питания различных устройств связи требуются различные значения постоянного и переменного напряжений. Поэтому возникает необходимость преобразования постоянного напряжения одного номинала в

постоянное напряжение другого номинала. Эту задачу выполняют преобразователи.

Преобразователи бывают двух типов: инверторы и конверторы. Преобразователи, которые преобразуют энергию постоянного тока в энергию переменного тока, называются инверторами, а процесс преобразования энергии постоянного тока в энергию переменного тока - инвертированием.

Если на выходе преобразователя требуется получить постоянный ток, то после инвертора включаются выпрямитель и сглаживающий фильтр. Такой преобразователь, в котором осуществляется преобразование энергии постоянного тока одного напряжения и энергию постоянного тока другого напряжения, называется конвертором, а процесс преобразования — конвертированием.

Основной частью любого преобразователя является инвертор, Классифицировать инверторы можно по следующим признакам:

- по роду преобразуемой величины: инверторы тока и инверторы напряжения;
- по тактности работы: одноктактные и двухтактные;
- по типу ключевых элементов: транзисторные и тиристорные;
- по способу возбуждения: с самовозбуждением и с независимым возбуждением.

Транзисторные инверторы классифицируют:

- по способу включения транзисторов: с общим эмиттером и с общим коллектором;
- по типу обратной связи: с обратной связью по напряжению, с обратной связью по току и с обратной связью по току и напряжению.

Тиристорные инверторные классифицируют:

- по принципу коммутации тиристоров: ведомые сетью и автономные;

- по включению коммутирующей емкости относительно нагрузки: параллельные, последовательные и последовательно-параллельные.

Достоинства полупроводниковых преобразователей: надежность, высокий КПД, малые габариты, большой срок эксплуатации.

## **2. Нерегулируемые и нерегулируемые транзисторные преобразователи напряжения**

### **2.1. Основная схема нерегулируемого ИПН**

Преобразование электрической энергии с помощью импульсных методов является наиболее эффективным направлением миниатюризации ИВЭП. Эти методы позволяют получить высокие удельные показатели устройств электропитания при минимальных потерях энергии.

По своему назначению импульсные преобразователи напряжения (ИПН) можно разделить на два класса:

- нерегулируемые, с помощью которых решается задача изменения уровней напряжений в заданном постоянном отношении, т. е. трансформаторы постоянного напряжения;

- регулируемые, обеспечивающие плавное изменение выходного напряжения в соответствии с управляющим воздействием; введение отрицательной обратной связи по напряжению превращает регулируемые ИПН в импульсные стабилизаторы напряжения или стабилизирующие ИПН.

Основная схема нерегулируемого транзисторного ИПН представляет собой двухтактный автогенератор с индуктивной обратной связью, рис. 1.1.

В зависимости от вида петли гистерезиса материала сердечника трансформатора можно рассматривать два режима работы автогенератора

- 1) прекращение нарастания магнитного потока происходит вследствие достижения предельного значения коллекторного тока транзистора, определяемого в данном режиме базовым током и коэффициентом

передачи

тока транзистора  $h_{21Э}$ . При этом предполагается, что сердечник трансформатора

не насыщается, так как петля перемагничивания линейна;

2) прекращение нарастания магнитного потока происходит вследствие

насыщения сердечника трансформатора. При этом предполагается, что для сердечника трансформатора применяется материал с резко выраженной индукцией насыщения. В этом случае максимальный поток полностью определяется индукцией насыщения и сечением сердечника трансформатора.

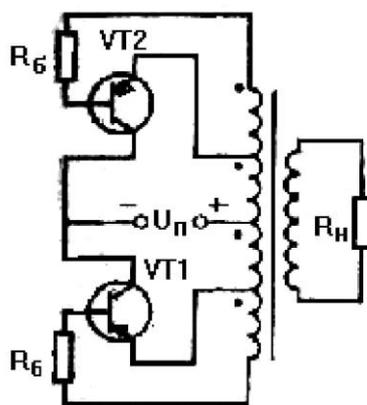


Рис. 1.1. Основная схема нерегулируемого импульсного преобразователя напряжения.

Наибольшее распространение получили преобразователи с сердечником

трансформатора, имеющим прямоугольную петлю гистерезиса. Это объясняется малым реактивным током в первичной цепи такого трансформатора и малыми потерями в активных сопротивлениях. При такой петле гистерезиса, перемагничивание сердечника происходит при практически неизменном во времени намагничивающем токе, рис. 1.2.

Перемагничивание сердечника трансформатора продолжается, пока расчетный ток коллектора транзистора превышает ток проводимости. Минимально необходимый коэффициент трансформации, обеспечивающий самовозбуждение преобразователя, определяется выражением

$$n_0 > R_{II} / h_{21Э}$$

$$R_{II}$$

Если приведенный ток нагрузки превышает расчетный ток коллектора, то условие самовозбуждения автогенератора нарушается и происходит срыв колебаний. Если перегрузка незначительна, то транзисторы преобразователя переходят в активный режим, амплитуда колебаний падает, мощность, рассеиваемая в транзисторах, резко возрастает, а сердечник перемагничивается по, частному циклу, не достигая предельных значений индукции ( $B_{НАС}$ ;  $-B_{НАС}$ ), период колебаний уменьшается.

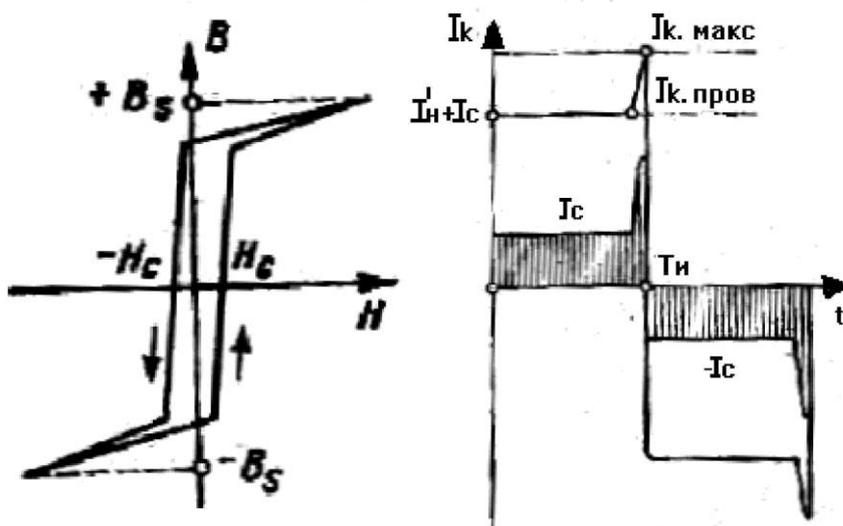


Рис. 1.2. Прямоугольная петля перемагничивания сердечника трансформатора и график изменения тока коллектора транзистора основной

схемы преобразователя.

Режим базовой цепи преобразователя выбирается исходя из минимального справочного значения коэффициента передачи  $h_{21э}$  при  $T_{min}$  и максимальной нагрузки. Поэтому при малых токах нагрузки сердечник трансформатора будет, глубоко насыщаться, заходя в нелинейную область петли гистерезиса. Обратное перемагничивание в этом случае сопровождается выделением энергии, запасенной в нелинейной индуктивности, в течение времени перехода сердечника из нелинейного участка петли гистерезиса на линейный, процесс происходит в момент запирающего транзистора и следствием его является выделение большой мгновенной мощности в коллекторном переходе.

Обязательным условием работы основной схемы ИПН является достижение тока проводимости коллекторной цепи транзистора значения  $h_{21э} I_c$ , этим обусловлены следующие недостатки преобразователя:

- глубокое насыщение сердечника трансформатора питания при прямоугольной петле гистерезиса и связанное с этим увеличение потерь в сердечнике и цепи коллектора силового транзистора;
- существенное изменение режима работы транзистора при изменении температуры и тока нагрузки;
- высокий уровень помех, возникающих во время переключения силовых транзисторов.

## **1.2. Схема нестабилизированного преобразователя с дросселем в цепях эмиттеров силовых транзисторов.**

В ИПН с прямоугольной петлей гистерезиса сердечника трансформатора ток, потребляемый по первичной цепи, остается

постоянным и резко возрастает только с увеличением тока намагничивания сердечника в конце полупериода (рис. 1.3). Поэтому падение напряжения на дросселе при неизменном токе в первичной цепи определяется только его омическим сопротивлением. При возрастании намагничивающего тока на дросселе возникает падение напряжения за счет ЭДС самоиндукции, что приводит к ускоренному запираению насыщенного транзистора. Ориентировочно индуктивность дросселя можно выбрать по формуле

$$L = U_B t_{PAC} / dI_m$$

где,  $U_B$  - напряжение на базовой обмотке трансформатора,  $dI_m$ - допустимое увеличение намагничивающего тока трансформатора преобразователя.

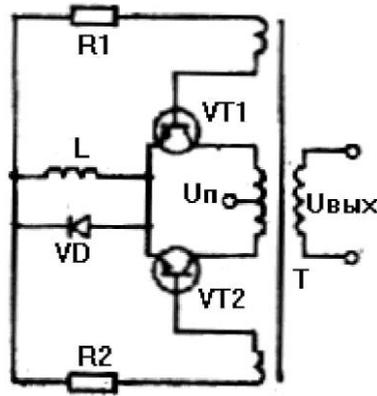


Рис. 1.3. Схема преобразователя напряжения с дросселем в цепи эмиттеров транзисторов.

### 1.3. Схема преобразователя с переключающим дросселем.

В основе всех схем с дополнительными переключающими элементами лежит принцип переключения транзисторов ранее того момента, когда сердечник трансформатора питания достигнет насыщения.

Перемагничивание дополнительного магнитного элемента преобразователя (дросселя или трансформатора) происходит по полному циклу с заходом в область насыщения, в то время как перемагничивание сердечника трансформатора питания должно происходить по симметричному частному циклу, рис. 1.4.

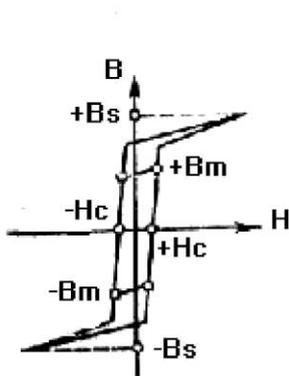


Рис. 1.4. Перемагничивание сердечника дросселя и

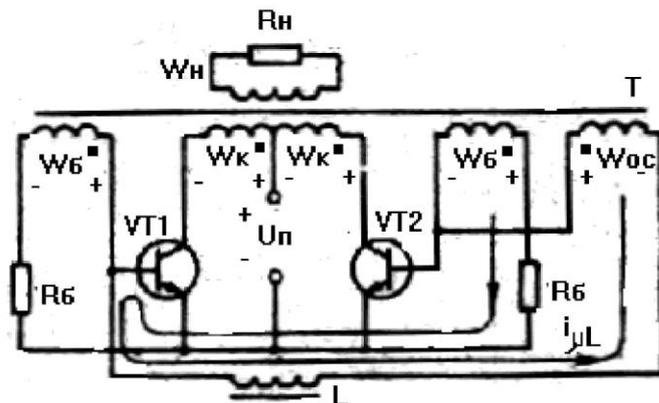


Рис. 1.5 – Схема преобразователя напряжения с переключающим дросселем.

Схема преобразователя напряжения с переключающим дросселем показана на рис. 1.5. Знаки напряжений на обмотках трансформатора соответствуют открытому состоянию транзистора VT1.

Эмиттерный переход насыщенного транзистора запирается очень быстро, так как к нему вследствие насыщения сердечника Дросселя приложено напряжение обмотки  $W_{oc}$  (через эмиттерный переход второго транзистора). Отпирание транзистора обеспечивает смену полярностей напряжений на всех обмотках и перемагничивание сердечника дросселя.

#### **1.4. Схема преобразователя с дополнительным трансформатором и постоянным базовым током.**

Представлена на рис. 1.6. Трансформатор T1 является трансформатором питания, функции дополнительного переключающего элемента выполняет трансформатор T2. На рис. 1.6 полярности напряжений на обмотках соответствуют насыщенному транзистору VT1 и запертому VT2.

Параметры схемы рассчитываются так, чтобы переключение транзисторов происходило при насыщении сердечника трансформатора T2. Насыщение сердечника приводит к возрастанию намагничивающего тока  $I_{\mu 2}$  и, следовательно, к снижению напряжений на всех обмотках T2. Перед запираем насыщенного транзистора происходит процесс рассасывания, в течение которого напряжения на обмотках T1 сохраняются неизменными, а коллекторный ток возрастает из-за увеличения  $I_{\mu 2}$ . После окончания процесса рассасывания коллекторный ток начинает уменьшаться, происходит изменение полярности напряжений на всех обмотках T1 и, следовательно, перемагничивание сердечника T2.

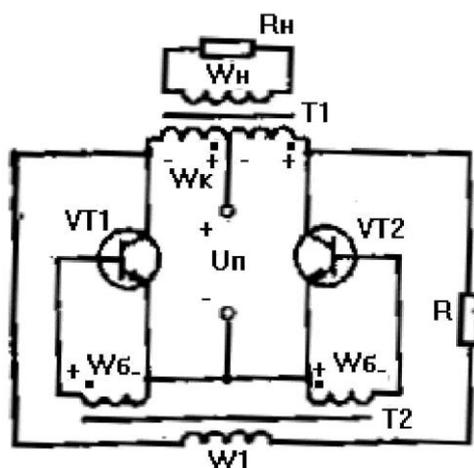


Рис. 1.6. Схема преобразователя напряжения с трансформатором напряжения в цепи базы.

### 1.5. Схема преобразователя с дополнительным трансформатором и пропорционально-токовым управлением.

Схема преобразователя, в котором ток базы насыщенного транзистора зависит от тока коллектора, показана на рис. 1.7. Трансформатором питания является T1, токовым — T2. Обмотки  $W_1$  и  $W_B$  включены так, чтобы обеспечить положительную обратную связь.

Ток базы в открытом транзисторе пропорционален току коллектора. Изменение последнего всегда приводит к изменению тока базы, что энергетически выгодно, поскольку уменьшению тока нагрузки соответствует уменьшение тока базы и, следовательно, снижение потерь на управление. При малой нагрузке или холостом ходе соотношение не выполняется.

Конденсатор С, включенный параллельно диоду, во время открытого состояния транзистора заряжается, и напряжение на нем равно напряжению на открытом диоде в цепи базы.

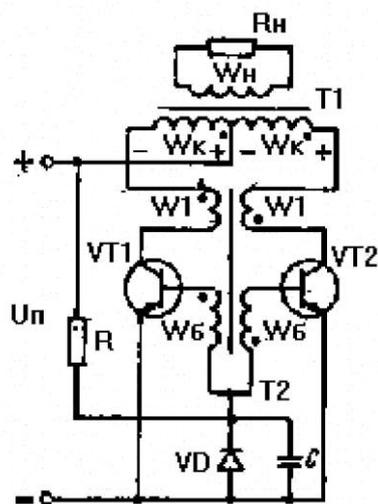


Рис. 1.7. Схема преобразователя напряжения с трансформатором тока в цепи базы.

При соответствующем выборе витков обмотки  $W_K$  сердечник трансформатора  $T1$  не успевает входить в насыщение. Насыщение сердечника  $T2$  приводит к возрастанию его тока намагничивания и уменьшению базового тока открытого транзистора. Напряжения на обмотках  $T2$  снижаются до нуля, и теперь заряженный конденсатор  $C$  является источником запирающего напряжения для открытого ранее транзистора. От конденсатора протекает запирающий ток через открытый эмиттерный переход транзистора и активное сопротивление обмотки  $W_B$ . Поскольку полное сопротивление цепи, по которой протекает запирающий ток базы, оказывается очень малым, выключение транзистора происходит форсированно, потери на выключение незначительны.

Уменьшение тока коллектора открытого транзистора одновременно означает уменьшение тока намагничивания трансформатора питания  $I_{уст}$ , что приводит к смене полярностей напряжения на всех его обмотках, происходит перемагничивание сердечника токового трансформатора и на всех его обмотках образуются напряжения противоположной полярности.

## **1.6. Схема автогенераторного преобразователя с внешней синхронизацией**

Иногда необходима работа одного или нескольких преобразователей на заданной частоте. Это можно осуществить с помощью синхронизирующих импульсов. На рис. 1.8 показана одна из возможных схем синхронизации. Собственная частота преобразователя должна быть ниже рабочей частоты. Амплитуда импульсов синхронизации  $U_C$  выбирается из условия  $U_C > U_D - U_{Б.Э.}$

Частота следования синхроимпульсов должна быть равна удвоенной частоте переключения транзисторов. Длительность импульсов  $t_C$  не может быть минимальной, необходимой для завершения процессов переключения.

## **1.7. Схема преобразователя с независимым возбуждением**

Структурная схема преобразователя с независимым возбуждением показана на рис.1.9. В качестве задающего генератора (ЗГ) можно использовать автогенератор Ройера. При управлении выходным каскадом прямоугольным импульсным напряжением без паузы, поступающим от ЗГ, необходимы меры для устранения так называемых «сквозных» токов. Эти токи свойственны выходному каскаду, выполняемому как по двухтактной, так и по мостовой или полумостовой схемам.

Возникновение «сквозного» тока через транзисторы связано с их инерционностью. Во время рассасывания носителей в базе открытого транзистора происходит нарастание тока в коллекторе ранее запертого. В результате в обоих транзисторах возрастает мощность при переключении, что отрицательно сказывается на надежности и тепловом режиме устройства. Для ликвидации «сквозного» тока необходима задержка отпирающего сигнала, поступающего в базу запертого транзистора.

Возможно использование схем как с фиксированной задержкой, так и с автоматической задержкой на время рассасывания. Последние наиболее просты, и одна из них рисунок 5 широко используется на практике.

Задающий генератор на схеме, не показан, его импульсные противофазные напряжения  $U_{Y1}$  и  $U_{Y2}$  поступают во входные цепи транзисторов. Полярности напряжений на коллекторных обмотках ( $W_K$ ) и обмотках обратной связи ( $W_{OC}$ ) соответствуют открытому состоянию транзистора  $T1$ . Цепи  $W_{OC}$ ,  $VD1$ ,  $VD2$  не оказывают влияния на работу схемы. По окончании полупериода рабочей частоты  $3\Gamma$  полярности напряжений  $U_{Y1}$  и  $U_{Y2}$  изменяются на противоположные. Под действием управляющего сигнала происходит рассасывание избыточных носителей в базе открытого транзистора  $T_1$  который за время  $t_p$  остается замкнутым ключом. Напряжения на обмотках трансформатора во время рассасывания не изменяются, поэтому правая обмотка  $W_{OC}$  продолжает удерживать транзистор  $VT2$  в запертом состоянии, несмотря на то, что сигнал  $U_{Y2}$  является для этого транзистора отпирающим.

По окончании времени  $t_p$  уменьшается коллекторный ток, изменяются полярности напряжений на обмотках и, следовательно, возможно отпирание транзистора  $VT2$ . Таким образом, «сквозной» ток в данном преобразователе с независимым возбуждением отсутствует при любом изменении длительности  $t_p$ .

Работа преобразователя по схеме на рис. 1.10 на высоких частотах (десятки и сотни килогерц) связана с некоторыми особенностями транзисторов как переключателей. При расчете процессов, происходящих в схеме на высокой частоте преобразования, необходимо учитывать емкость коллекторного перехода.

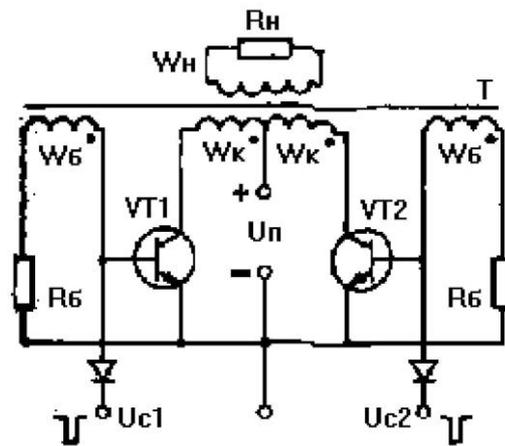


Рис. 1.8. Схема синхронизации статического преобразователя.

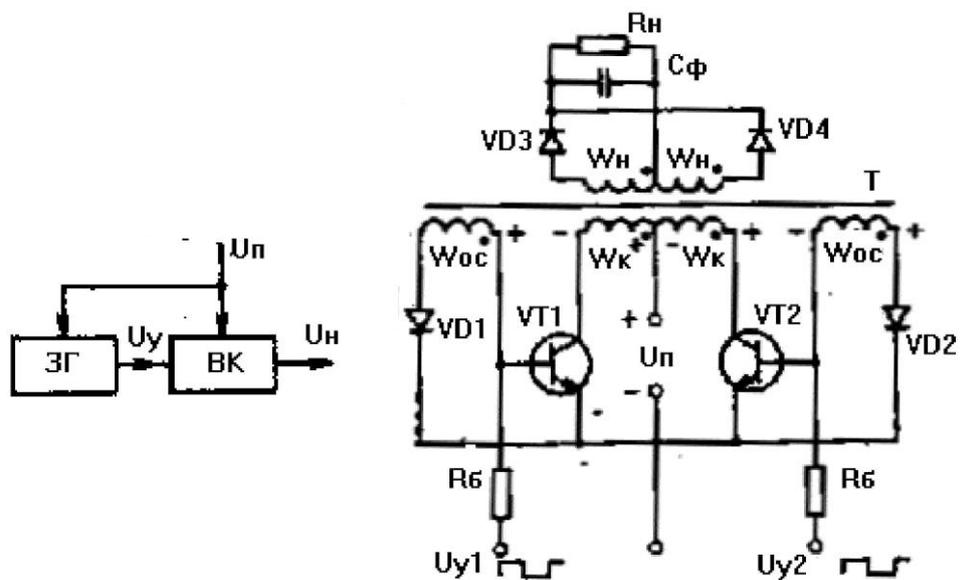


Рис. 1.9. Структурная схема преобразователя с возбуждением и независимым возбуждением.

Рис. 1.10. Схема преобразователя напряжения с независимым

задержкой на время рассасывания избыточных носителей в базе транзистора.

## 2. Устройства управления преобразователями напряжения

На рис. 2.1 показана схема устройства управления, выполненная на логических микросхемах серии 530. Устройство содержит генератор тактовых импульсов (ГТИ), вырабатывающие короткие импульсы с частотой  $T/2 = 30$  мкс. Выход генератора подключен ко входу счетного триггера DD1 (микросхема типа 530TM2), вырабатывающего импульсы управления, сдвинутые один относительно другого на 180 градусов. Парафазные выходы триггера подключены к первым входам двух селекторов импульсов на логических компонентах 4И-НЕ типа 530ЛА1. Вторые входы селекторов подключены ко входам двух ждущих мультивибраторов (ЖМ). Последние служат для защиты источника вторичного электропитания (ИБЭ) от неисправностей в триггере и пропадания синхроимпульсов ГТИ. Ждущие мультивибраторы запускаются через такт спадом импульса счетного триггера DD1 противоположного плеча и вырабатывают импульс положительной полярности длительностью несколько больше  $T/2$ . При остановке триггера или пропадании синхроимпульсов ГТИ ждущий мультивибратор не запускается и на их выходах формируется сигнал лог. 0, при этом на обоих выходах селекторов DD2.1 и DD2.2 формируются сигналы лог. 1, а на выходах предварительных усилителей импульсов DA1.1 и DA1.2 формируются сигналы лог. 0, которые закрывают транзисторы ключевого компонента. Третьи входы селекторов объединены и соединены со входом «ВКЛ» инвертора.

При подаче на вход сигнала лог. 1 разрешается прохождение импульсов через селекторы, а при подаче сигнала лог. 0 запрещается прохождение импульсов, что приводит к отключению ИБЭ. Четвертые входы селекторов объединены и соединены со входом защиты «ВЗ», который соединяется с выходом узла защиты. Схема узла защиты приведена на рис. 2.2. Исполнительный компонент узла защиты (RS-триггер) выполнен на логических схемах 2И-2ИЛИ-НЕ (DD2.1, DD2.2) типа 530ЛР2. На вход R

триггера подается сигнал с датчика, установленного в цепи эмиттеров силовых транзисторов.

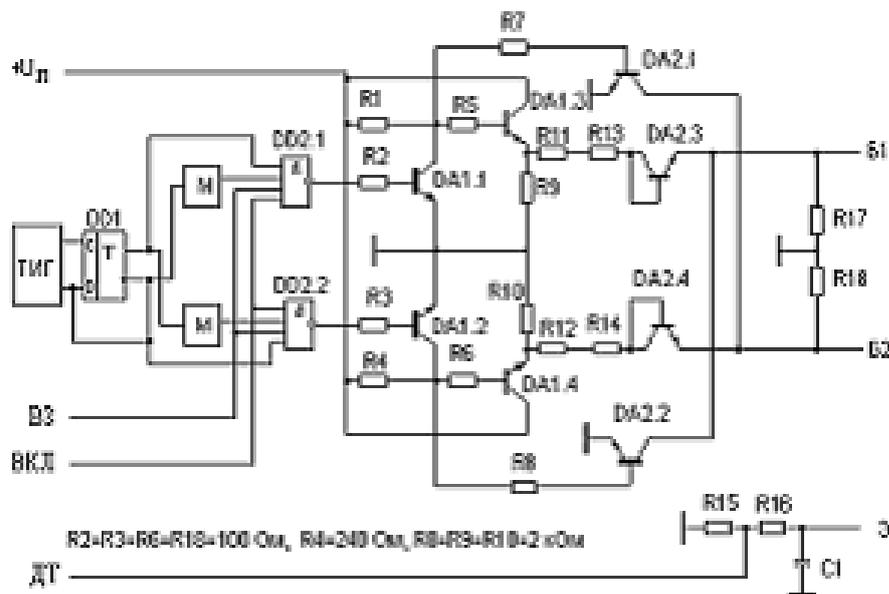


Рис. 2.1. Схема устройства управления, выполненная на логических микросхемах серии 530

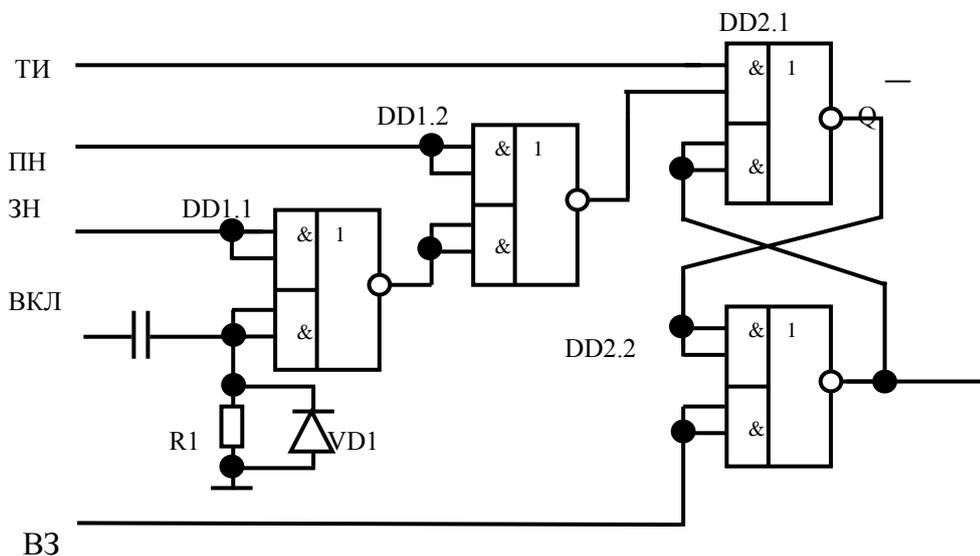


Рис. 2.2. Схема узла защиты

Формирователь импульса аварии выполнен на логических компонентах DD1.1 и DD1.2 типа 530ЛР2. На вход «ПН» подается импульс лог. 1,

характеризующий превышение напряжения на выходе ИВЭ выше заданного уровня. Импульс лог. 0, подаваемого на вход «ПН», означает, что напряжение на выходе не превышает заданного уровня. Подаваемый на вход «ЗН» импульс лог. 1, означает, что напряжение на выходе ИВЭ не уменьшилось ниже заданного уровня. Подаваемый на вход «ЗН» импульс лог. 0 указывает, что напряжение на выходе ниже заданного уровня. На вход «ВКЛ» сигнал начальной установки уровнем напряжение +5 В. Резистор R1 и конденсатор C1 выбираются такими, чтобы длительность импульса начальной установки была несколько больше времени выхода ИВЭ на режим. Перед включением ИВЭ на всех входах узла защиты и на выходе «ВЗ» присутствуют импульс лог. 0, что не дает возможности включения ИВЭ.

При подаче на вход ВКЛ напряжение +5 В на выходе DD1.1 формируется импульс лог. 0, а на выходе DD1.2 импульс лог. 1. Это позволяет синхроимпульсу, подаваемому на вход «ТИ», установить на выходе Q RS-триггера сигнал лог. 1. Последний разрешает прохождение импульсов управления на выходе ключевых компонентов инвертора. Если на выходе ИВЭ устанавливается напряжение в пределах заданной нормы, то на входе «ПН» останется сигнал лог. 0, а на входе «ЗН» сигнал лог. 1, который подтвердит сигнал включения. На выходе S триггера останется сигнал лог. 1. При перегрузке, или коротком замыкании на выходе ИВЭ, на входе ДТ формируется сигнал лог. 1, а на выходе Q сигнал лог.0, что приводит к закрытию транзисторов инвертора. Тактовым импульсом «ТИ» на выходе вновь формируется сигнал лог. 1, что приводит к включению ИВЭ.

Как указывалось ранее, стабилизация и регулирование выходного напряжения ИВЭ осуществляется за счет изменения тока базы силовых транзисторов инвертора путем изменения входного напряжения  $U_{oc}$  предварительного усилителя на транзисторах DD1.1 и DD1.2 (рис. 5.1) и эмиттерного повторителя на транзисторах DA1.3 и DA1.4. Резисторы R11, R12, R14 и диоды DA2.3 и DA2.4. служат для ограничения тока базы

силовых транзисторов инвертора, подключенных к выходу эмиттерных повторителей. Транзисторы DA2.1 и DA2.2 служат для форсированного запираания силовых транзисторов инвертора. При подаче на базу транзистора запирающего напряжения (например, б1) импульсом с другого плеча предварительного усилителя (DA1.2) открывается транзистор DA2.2, который подключает напряжение конденсатора C1 обратной полярности к переходу база-эмиттер силового транзистора (б1), форсируя переход последнего в закрытое состояние. Датчик тока (R15) установлен в цепи эмиттеров силовых транзисторов. Резистор R16 служит для выравнивания режимов работы силовых транзисторов. Напряжение на этом резисторе выбирается равным примерно 0,7 В.

Устройство управления должно обеспечивать регулирование тока коллектора силовых транзисторов в пределах  $I_{К.мин} \dots I_{К.макс}$ .

### 3. Обоснование структурной схемы преобразователей напряжения

Для питания радиоаппаратуры и аппаратуры связи от источников постоянного тока с низким напряжением (аккумуляторные батареи) используются преобразователи постоянного тока. Преобразователи, преобразующие энергию постоянного тока в энергию переменного тока, называются инверторами. Если на выходе установить выпрямитель и сглаживающий фильтр, то получим преобразователь с выходом на постоянном токе, который называется конвертором.

На рис. 3.1 приведена структурная схема импульсных преобразователей напряжения на базе ШИ-контроллеров. Она состоит из следующих узлов и блоков:

- В – выпрямитель;
- Ф1, Ф2 – входные и выходные фильтры;
- ДН – делитель напряжения;
- ШИК – ШИ-контроллер;
- С – конденсатор для установки частоты преобразователя.

В свою очередь ШИ-контроллер состоит из следующих узлов.

- Ком – компаратор;
- Т – триггер;
- Кл – ключ;
- G – генератор пилообразного напряжения.

Преобразователь работает следующим образом. При изменении выходного напряжения разностной сигнал подается от выходного фильтра Ф2 через делитель напряжения ДН к компаратору Ком ШИ-контроллера. Запускающие импульсы, вырабатываемые генератором G, поступают на триггер Т, выходной сигнал которого, в свою очередь, управляет силовым ключом Кл. Частота повторения импульсов меняется в зависимости от напряжения питания и нагрузки преобразователя. Вход генератора пилообразного напряжения позволяет прервать выходной импульс, когда ток

через силовой ключ превысит определенный порог. С конденсатор служит для установки частоты преобразования.

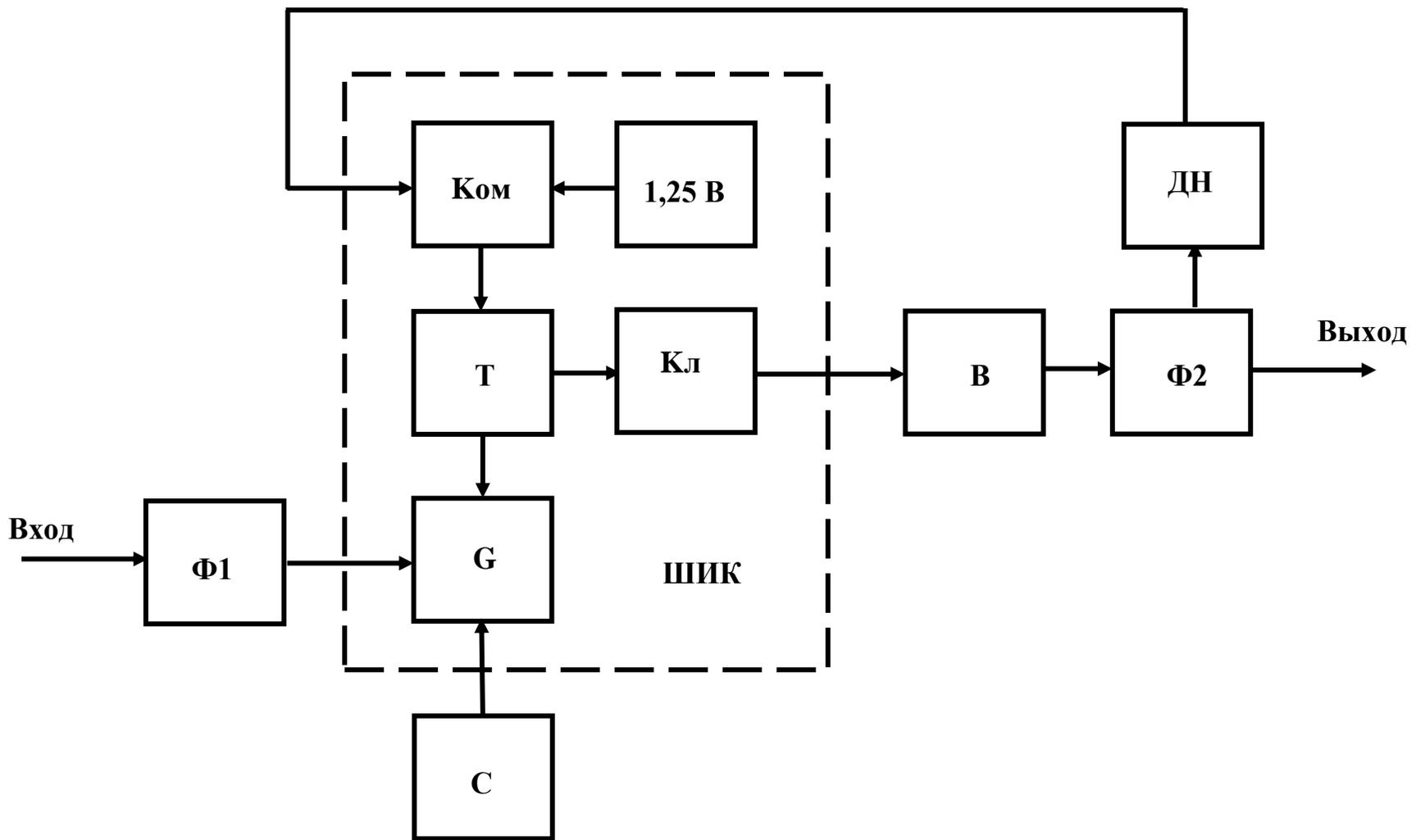


Рис. 3.1. Структурная схема преобразователей напряжения на базе ШИ-контроллера

#### 4. Разработка и расчет принципиальной схемы преобразователя.

Появление специализированных микросхем значительно облегчило построение импульсных преобразователей напряжения.

ШИ-контроллер КР1156ЕУ5 предназначена для работы в различного рода стабилизированных преобразователях постоянного напряжения мощностью в несколько ватт: повышающих, понижающих, инвертирующих.

Схема устройства ШИ-контроллера КР1156ЕУ5 показана на рис. 4.1.

Запускающие импульсы, вырабатываемые генератором G, поступают на триггер T, выходной сигнал которого, в свою очередь, управляет силовым ключом на транзисторах VT1 и VT2. Частота повторения импульсов меняется в зависимости от напряжения питания и нагрузки преобразователя, при этом ее максимальное значение определяется емкостью внешнего конденсатора C4, подключаемого к выводу 3 микросхемы (рис 4.1). Вход генератора I<sub>pk</sub> (вывод 7) позволяет прервать выходной импульс, когда ток через силовой ключ превысит определенный порог.

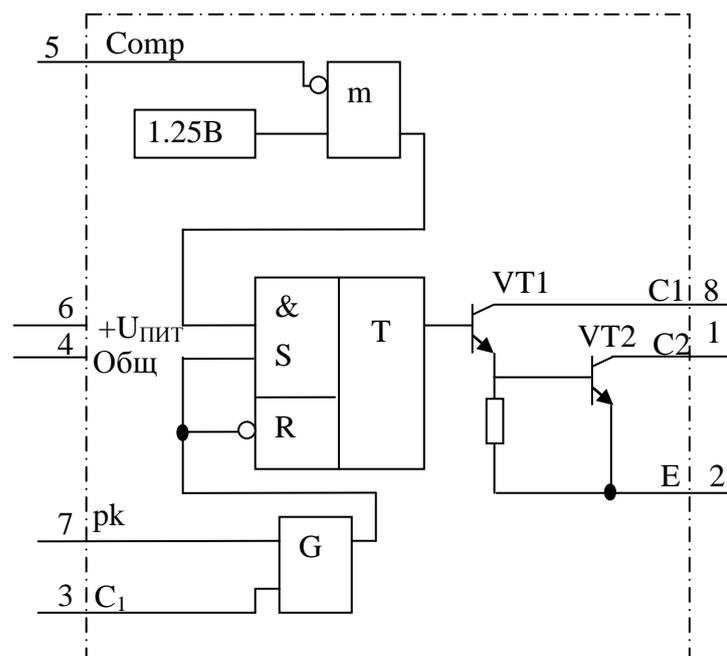


Рис. 4.1. Схема устройства ШИ-контроллера КР1156ЕУ5

На рис. 4.2 приведена схема повышающего преобразователя напряжения на микросхеме KP1156EY5. Схема содержит входные и выходные фильтрующие конденсаторы C1, C3, C4, накопительный дроссель L1, выпрямительный диод VD2, конденсатор C2, задающий частоту работы преобразователя, дроссель L2 для сглаживания пульсаций выходного напряжения, резисторы R1—R4.

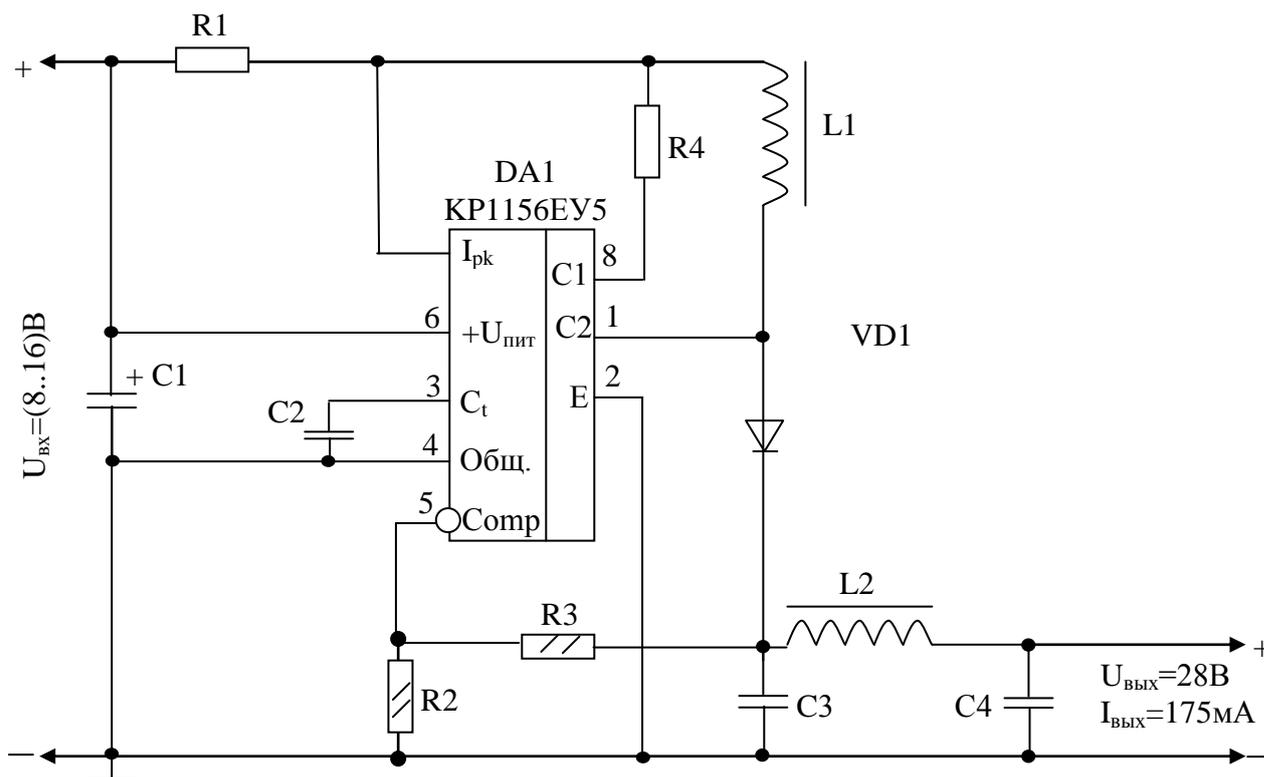


Рис. 4.2. Схема повышающего преобразователя напряжения на ШИ-контроллере KP1156EY5

Резистор R1 служит датчиком тока через силовой ключ. Делитель напряжения R2R3 задает выходное напряжение. Он должен быть рассчитан таким образом, чтобы при номинальном выходном напряжении преобразователя на вход компаратора поступало напряжение 1,25 В относительно вывода 4 (Общ) микросхемы

Резистор R4 ограничивает коллекторный ток транзистора VT1 микросхемы, от которого зависит степень насыщения силового ключа - транзистора VT2 микросхемы. Глубокое насыщение опасно тем, что во время

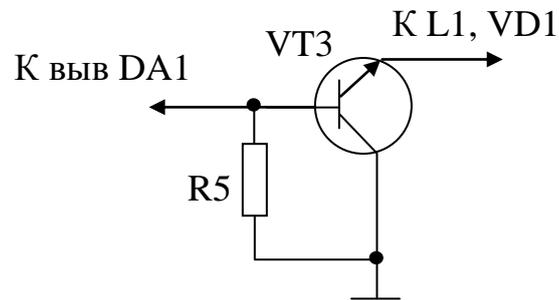
вызванной им задержки размыкания ключа ток в дросселе, продолжая нарастать, может достигнуть недопустимого для элементов устройства значения. Для того чтобы время выхода транзистора VT2 микросхемы из насыщения не превысило 2 мкс, ток его базы не должен быть более 1/10 максимального тока силового ключа. При расчете номинала резистора R4 к необходимому значению тока добавляют еще 7 мА, ответвляющихся в резистор r1 микросхемы.

Работает преобразователь достаточно традиционным для подобных устройств образом. В течение некоторого времени транзисторы VT1 и VT2 микросхемы открыты импульсом генератора G микросхемы и ток через дроссель L1 нарастает по линейному закону. Как только падение напряжения на резисторе R1 достигнет  $300 \pm 50$  мВ, выходной импульс генератора прерывается и переключает триггер Т. В результате транзисторы VT1 и VT2 микросхемы закрываются. Накопленная в дросселе L1 энергия через диод VD2 передается в нагрузку.

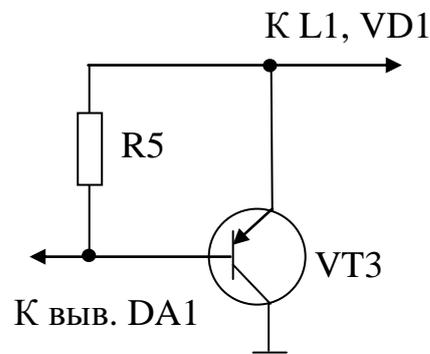
Процессы накопления энергии в дросселе и передачи ее в нагрузку происходят неоднократно, напряжение на конденсаторе C5 повышается. Через делитель R3R2 часть его поступает на вход компаратора. Когда напряжение на выходе преобразователя достигнет необходимого значения, выходной сигнал компаратора запретит переключение триггера микросхемы импульсами генератора, а когда оно снизится, вновь разрешит выдать на силовой ключ очередной открывающий импульс. Таким образом, фиксированные порции энергии по мере необходимости передаются из источника питания в нагрузку. Частота передачи этих порций зависит от напряжения на входе преобразователя и тока нагрузки и может меняться в широких пределах — от сотен герц до 100 кГц.

Выходное напряжение преобразователя не должно превышать 40 В, иначе возможен пробой транзисторов VT1 и VT2. Максимальный ток через них не должен быть более 1,5 А. Для «умощнения» преобразователя

напряжения микросхему дополнить n-p-n или p-n-p транзистором и резистором R5 (рис. 4.3).



а)



б)

4.3-расм. Дополнение микросхемы преобразователя n-p-n или p-n-p транзистором и резистором R5 для повышения мощности.

Схема понижающего преобразователя приведена на рис. 4.4. Он работает аналогично описанному выше, но транзистор VT2 микросхемы включенный в этом случае по схеме с общим коллектором, никогда в насыщение не входит. Это уменьшает задержку выключения силового ключа, но увеличивает падение напряжения на нем, снижая КПД преобразователя. На вход понижающего преобразователя нельзя подавать напряжение более 40 В. Варианты подключения «умощняющих» транзисторов приведены на рис. 4.5.

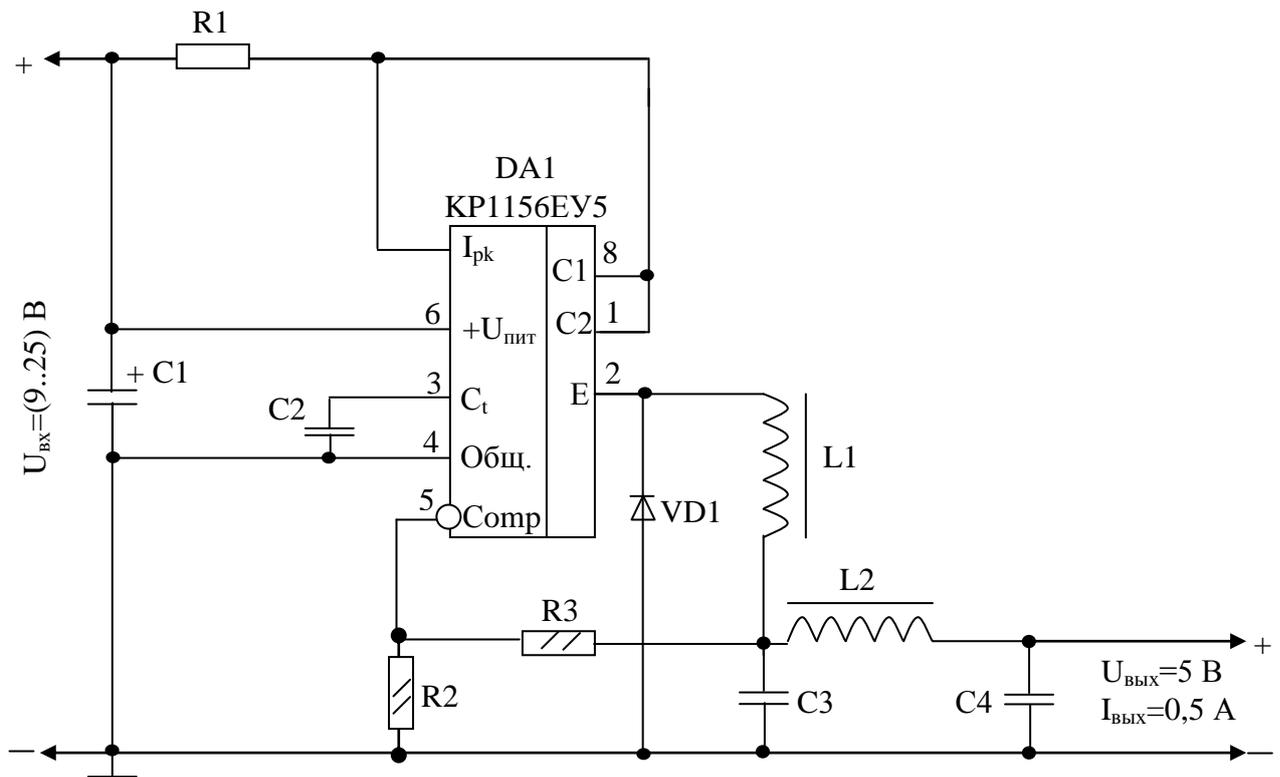
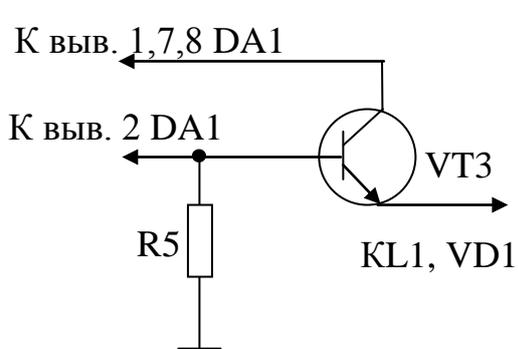
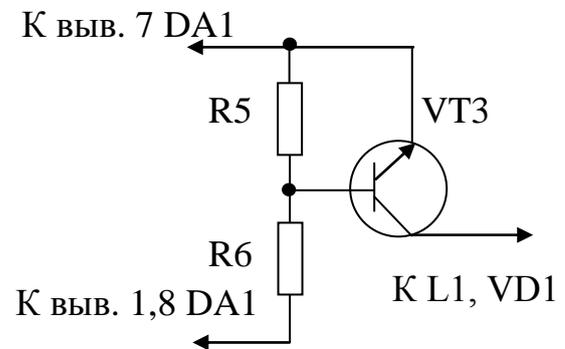


Рис. 4.4. Схема понижающего преобразователя напряжения



а)



б)

4.5-рasm. Дополнение микросхемы преобразователя n-p-n или p-n-p транзистором и резисторами R5, R5 для повышения мощности.

На рис. 4.6 показана схема инвертирующего преобразователя. Его особенность в том, что микросхема DA1 питается суммой входного и выходного напряжений, которая не должна превышать 40 В. «Умощнение» производят аналогично понижающему преобразователю, однако нижний по

схеме вывод резистора R5 в схеме рис. 4.5, а соединяют не с общим проводом, а с эмиттером транзистора VT3.

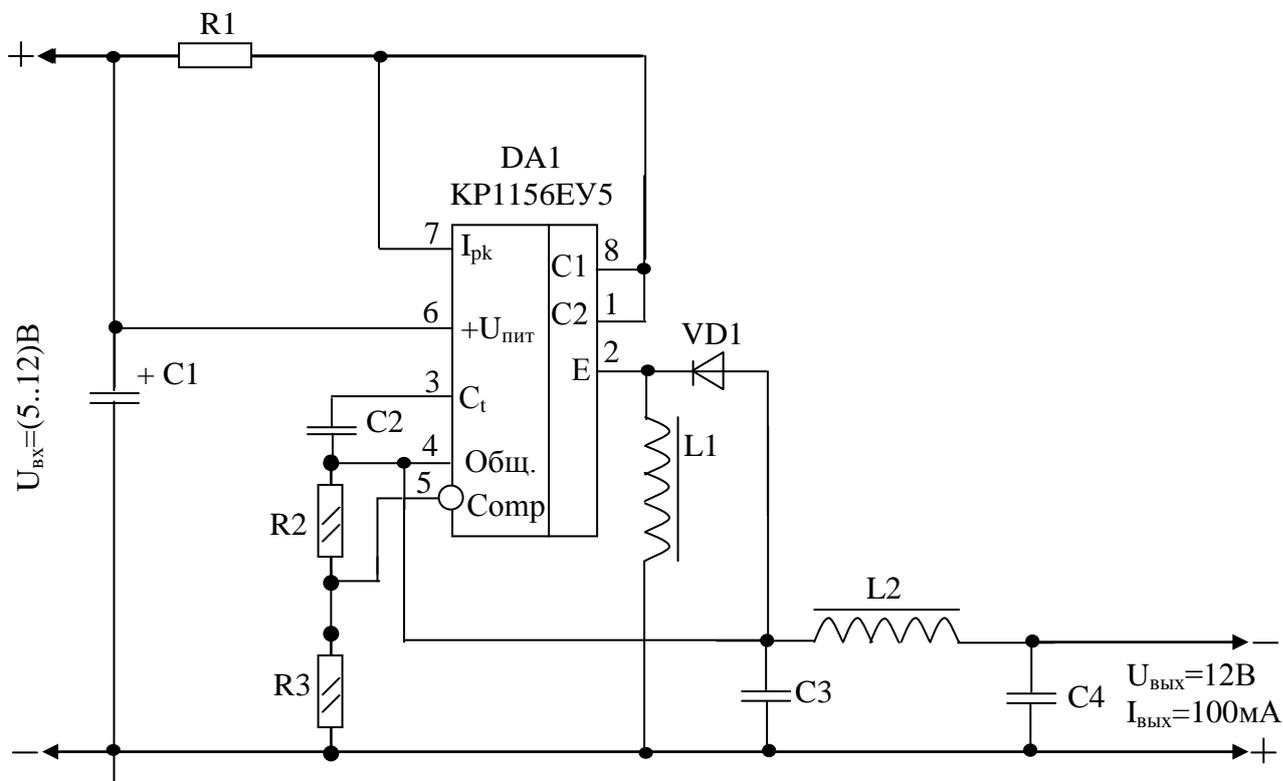


Рис. 4.2. Схема инвертирующего преобразователя напряжения на ШИ-контроллере KP1156EY5

Резисторы R1 были изготовлены из высокоомного провода диаметром 0,5 мм от проволочного резистора. Отрезок провода необходимой длины был сложен змейкой и впаян в отверстия печатной платы.

На рис. 4.6 и 4.7 приведены зависимости потребляемого тока и выходного напряжения от входного напряжения для преобразователей, собранных соответственно по схемам рис. 4.2 и 4.4. Коэффициент полезного действия растет с повышением входного напряжения и составляет 84...88% (у преобразователя по схеме рис. 4.2,  $U_{ВХ}=8...18$  В), 82...85% (рис. 4.4,  $U_{ВХ} = 9...20$  В), 60...67% (рис.4.6,  $U_{ВХ} = 6...12$  В),

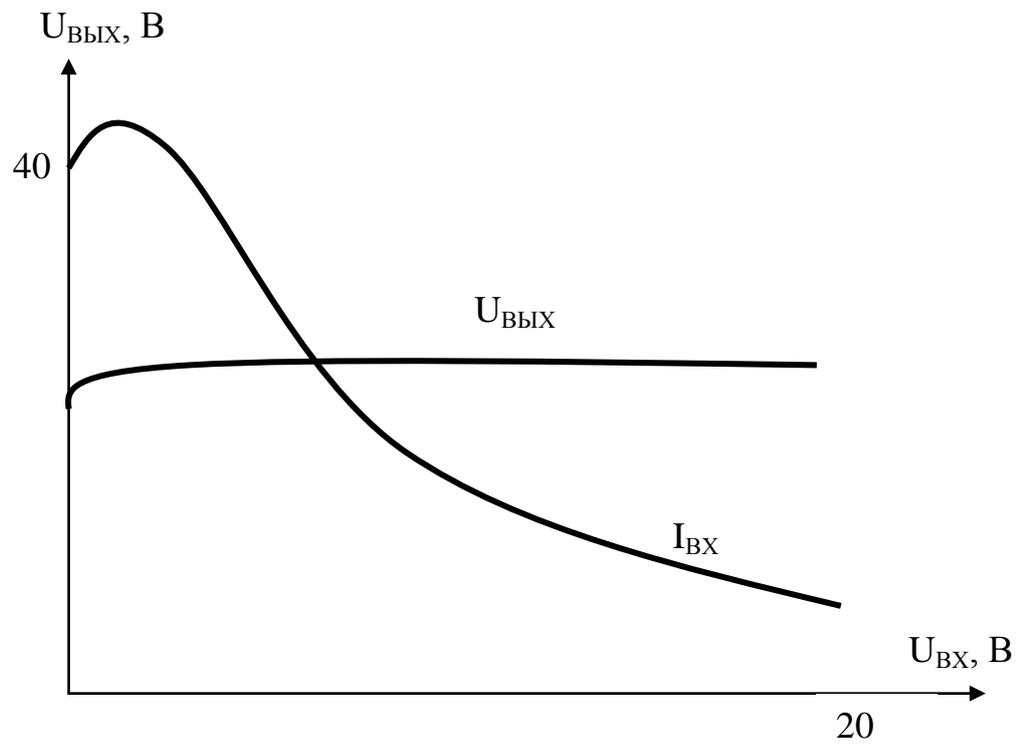


Рис. 4.6. Зависимости потребляемого тока и выходного напряжения от входного напряжения для преобразователя, собранного по схеме на рис. 4.2

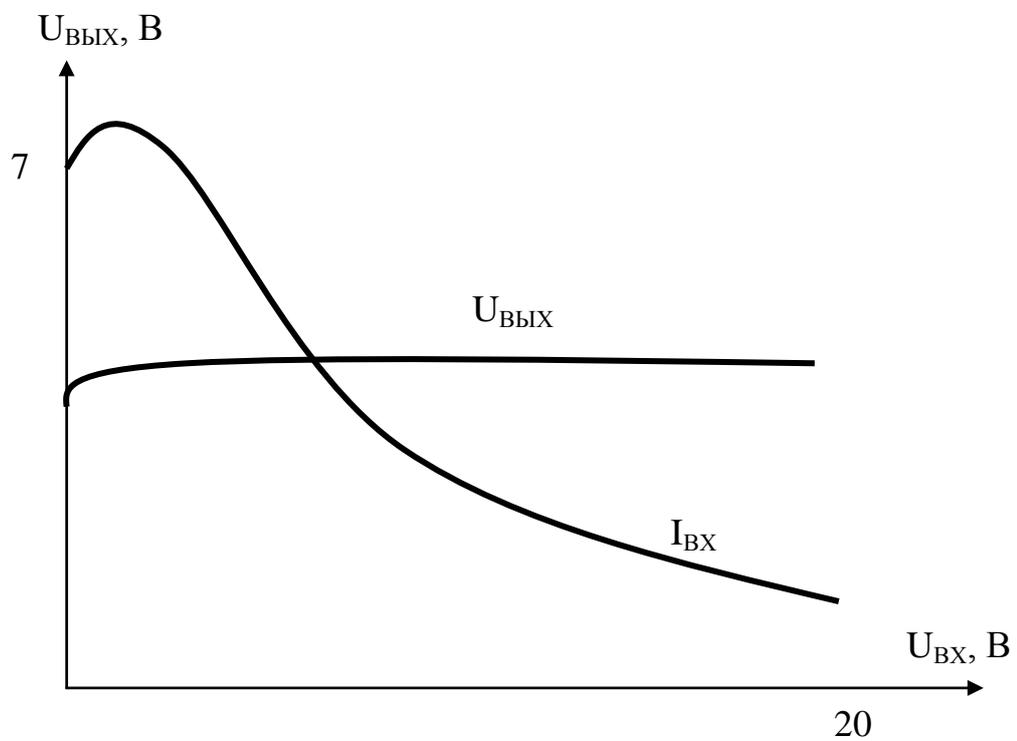


Рис. 4.7. Зависимости потребляемого тока и выходного напряжения от входного напряжения для преобразователя, собранного по схеме на рис. 4.4

Относительное изменение выходного напряжения описываемых преобразователей при изменении нагрузки не превышает 0,1%. Также мало меняется выходное напряжение при изменении входного, если, конечно, последнее не выходит за допустимые пределы.

Температурная нестабильность выходного напряжения больше – через некоторое время после включения выходное напряжение всех преобразователей в результате прогрева при максимальной нагрузке снижалось примерно на 0,5...0,8%.

Частота работы преобразователя по схеме, показанной на рис. 4.2, близка к 15 кГц при входном напряжении 12 В и номинальной нагрузке и 30 кГц для двух других ( $U_{вх}=15$  В, рис. 4.4 и  $U_{вх}=5$  В, рис. 4.6).

Размах пульсаций напряжения на конденсаторах С3 и С4 преобразователей составлял соответственно 70 и 15 мВ в устройстве по схеме рис. 4.2, 70 и 50 мВ – рис. 4.4, 100 и 40 мВ – рис. 4.6.

Близкие к приведенным выше результаты были получены с преобразователями, в которые в качестве L1 были установлены дроссели серии КИГ промышленного изготовления индуктивностью 200 мкГн на ток 1 А (см. рис.4.2 и 4.4) и 60 мкГн на 1,2 А (см.рис. 4.6). Поскольку магнитный поток этих дросселей не замкнут, уровень электромагнитных помех, создаваемых преобразователями, значительно возрос.

Последнее можно оценить по графикам, приведенным на рис. 4.8. Прямая 1 соответствует схеме включения, соответствующей показанной на рис. 4.2 при токе базы транзистора VT2, равном 0,05 от выходного тока ключа, прямая 2 – той же схеме, но без резистора R4 при соединенных вместе выводах 8 и 1. Прямая 3 – для схем, показанных на рис. 4.4 и 4.6.

Затем вычисляют следующие значения (напряжения, В; токи, А; время, мкс; частота, кГц; емкость, нФ; сопротивление, Ом; индуктивность, мкГн).

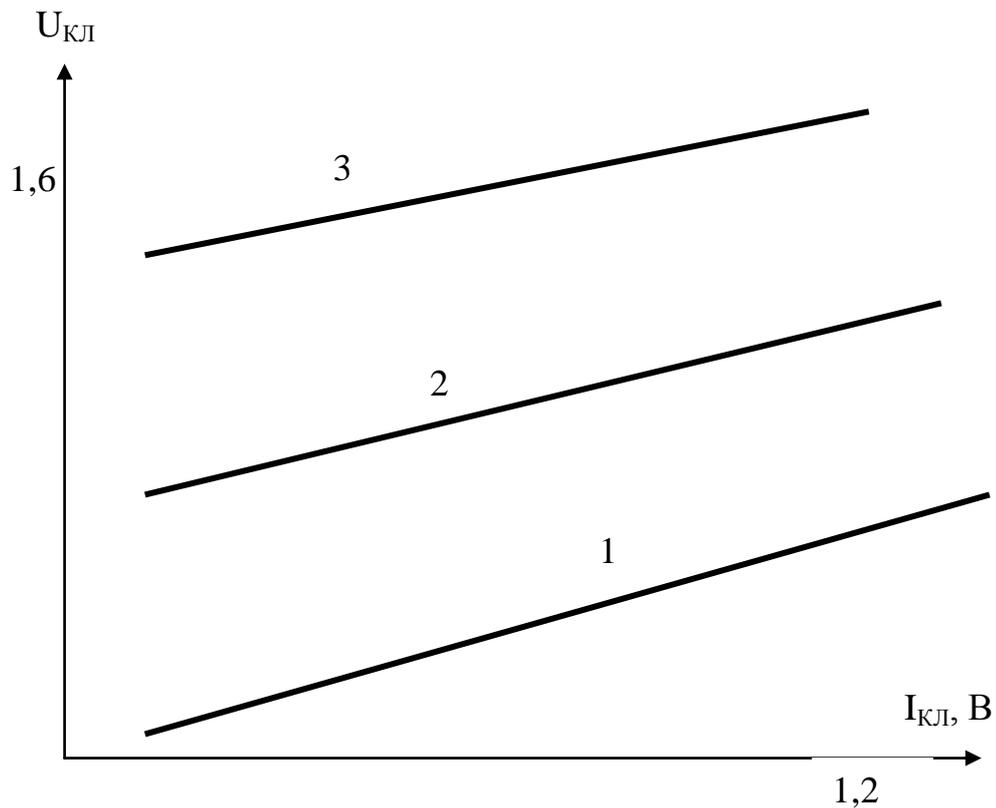


Рис. 4.8. График определения уровня электромагнитных помех

Для расчета преобразователей на заданные выходные напряжение  $U_{\text{вых}}$  и ток  $I_{\text{вых}}$  следует задаться максимальной частотой работы преобразователя  $F = 30 \dots 50$  кГц и минимальным входным напряжением  $U_{\text{вхmin}}$ . Необходимо также знать падение напряжения на диоде VD1  $U_{\text{д}}$  и на силовом ключе  $U_{\text{кл}}$ .

Продолжительность включенного состояния ключа

$$t_{\text{вкл}} = \frac{1000}{F \left( 1 + \frac{1}{\alpha} \right)}$$

Параметр  $\alpha$  – отношение продолжительностей включенного и выключенного состояний при минимальном входном напряжении предварительно находят по следующим формулам:

$$\sigma = \frac{U_{\text{ВЫХ}} + U_{\text{д}} - U_{\text{ВХmin}}}{U_{\text{ВХmin}} - U_{\text{кл}}} \quad \text{для схемы рис. 4.2;}$$

$$\sigma = \frac{U_{\text{ВЫХ}} + U_{\text{д}}}{U_{\text{ВХmin}} - U_{\text{кл}} - U_{\text{ВЫХ}}} \quad \text{для схемы рис. 4.4;}$$

$$\sigma = \frac{|U_{\text{ВЫХ}}| + U_{\text{д}}}{U_{\text{ВХmin}} - U_{\text{кл}}} \quad \text{для схемы рис. 4.6.}$$

Емкость конденсатора:

$$C_2 = 0,4 t_{\text{ВКЛ}}$$

Максимальный ток ключа:

$$I_{\text{кл}} = 21_{\text{ВЫХ}} (1 + \alpha) \quad \text{для рис. 4.2 и 4.6;}$$

$$I_{\text{кл}} = 21_{\text{ВЫХ}} \quad \text{для рис. 4.4.}$$

Сопротивление резистора

$$R_1 = 0,3 I_{\text{кл}}$$

Минимальная индуктивность дросселя:

$$L_1 = \frac{t_{\text{ВКЛ}}}{I_{\text{кл}}} (U_{\text{ВХmin}} - U_{\text{кл}}) \quad \text{для рис. 4.2 и 4.6;}$$

$$L1 = \frac{t_{\text{ВКЛ}}}{I_{\text{КЛ}}} (U_{\text{ВХmin}} - U_{\text{КЛ}} - U_{\text{ВЫХ}}) \quad \text{для рис. 4.4.}$$

Дроссель L1 должен выдерживать ток  $I_{\text{КЛ}}$  без насыщения магнитопровода.

В заключение рассчитывают резисторы R2 и R3 исходя из заданного выходного напряжения  $U_{\text{ВЫХ}}$ :

$$\frac{R3}{R2} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{1,25} - 1.$$

Ток протекающий через делитель R2R3, выбирают в пределах 0,2...1 мА (входной ток компаратора микросхемы не превышает 0,4 мкА).

## 5. Расчет надежности преобразователя напряжения

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  $v(t)$ ;
- 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:

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

В таблице 5.1 приведен расчёт интенсивности отказов всех элементов устройства.

Интенсивность отказов элементов устройства:

$$\lambda = 33,24 \cdot 10^{-6} \quad 1/\text{ч}$$

Среднее время наработки на отказ:

$$T_{\text{ср}} = 1 / \lambda = 1 / 33,24 \cdot 10^{-6} = 20\,600 \text{ ч}$$

Определим вероятность безотказной работы устройства по формуле:

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (5.3)$$

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

На рисунке 5.2 приведен график безотказной работы устройства.

Таблица 5.2

## Расчёт интенсивности отказов

Тип элемента	Количество штук	$\lambda_i \times 10^{-6}, 1/\text{ч}$	$\lambda_c \times 10^{-6}, 1/\text{ч}$
Микросхемы	1	0,94	0,94
Транзисторы	1	2,4	2,4
Диоды	1	2,2	2,2
Дроссели	2	0,4	3,85
Конденсаторы	4	0,35	2,1
Резисторы	12	0,87	10,44
Провода	2	1,5	3,0
Пайки	100	0,1	10,0
Итого $\lambda, 1/\text{ч}$			33,24

Таблица 5.2

## Расчёт вероятности безотказной работы

t, час	500	1000	2000	3000	5000	6000	8000
P(t)	0,958	0,918	0,843	0,774	0,686	0,599	0,505

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.

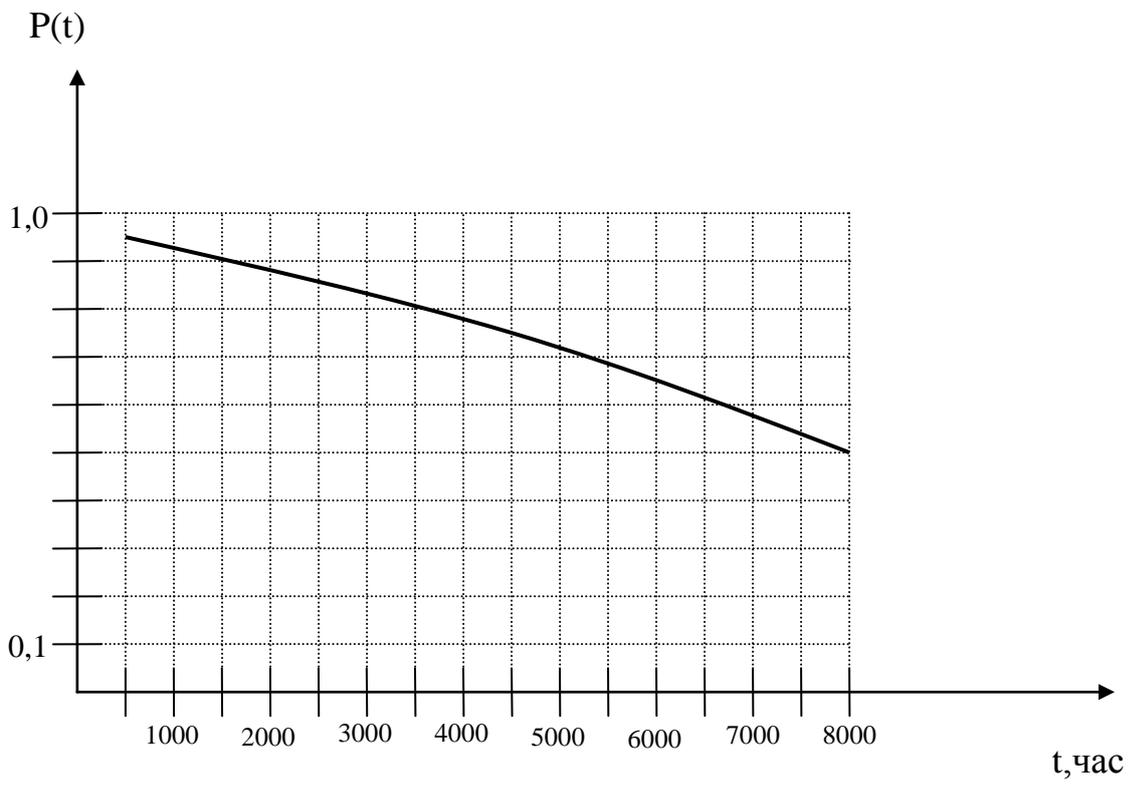


Рис 5.2. Вероятность безотказной работы устройства.

## **6. Безопасность жизнедеятельности**

### **6.1. Виды и условия трудовой деятельности человека**

Наиболее важными факторами с точки зрения психофизиологических возможностей человека, влияющих на безопасность, являются вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, а также условия, в которых осуществляется трудовая деятельность.

Физический труд характеризуется повышенной мышечной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат, на сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную системы и т.д. Он развивает мышечную систему, стимулирует обменные процессы в организме, но в то же время может иметь и отрицательные последствия, например, вызывать заболевания опорно-двигательного аппарата при неправильной организации и чрезмерной интенсификации рабочего процесса. Сегодня чисто физический труд встречается редко.

Современная классификация трудовой деятельности выделяет следующие формы труда.

Механизированный труд — требует меньших затрат энергии и мышечных нагрузок, но характеризуется большой скоростью и монотонностью движений человека.

После окончания работы восстановление функций организма до нормы происходит довольно быстро. При заболевании организма или при отсутствии навыков в работе это восстановление замедляется.

Труд на конвейере характеризуется еще большей скоростью и однообразием движений, время выполнения операции строго регламентировано. В сочетании со значительным нервным напряжением, высокой скоростью работы и однообразием работа на конвейере приводит к быстрому нервному истощению и усталости.

Работа на полуавтоматическом и автоматическом производстве заключается в периодическом обслуживании механизмов при выполнении простых операций. Она требует меньших затрат энергии и напряженности по сравнению с работой на конвейере.

Умственный труд связан с приемом и переработкой информации, он требует напряжения внимания, памяти, активизации процессов мышления, характеризуется повышенной эмоциональной нагрузкой и снижением двигательной активности. Продолжительная умственная нагрузка оказывает отрицательное влияние на психическую деятельность — ухудшаются память, внимание, функции восприятия окружающей среды.

Формы интеллектуального труда: операторский, управленческий, творческий, труд преподавателей, врачей, учащихся.

Труд учащихся характеризуется напряжением основных психических функций — памяти, внимания, наличием стрессовых ситуаций, связанных с экзаменами, зачетами, контрольными работами.

Творческий труд (труд ученых, писателей, художников, конструкторов, композиторов) — наиболее сложная форма умственной деятельности, он требует значительного нервно-эмоционального напряжения. Решение задач охраны труда невозможно без учета физических возможностей работника, его работоспособности, способности работать без травм и аварий.

Работоспособность человека зависит от многих факторов: от уровня его развития, его настроения, эмоционального состояния, воли, трудовых установок, мотивации, от организации и условий труда.

Понижение работоспособности, возникающее в результате выполнения той или иной работы, и комплекс ощущений, связанных с этим, называют утомлением.

Утомление — физиологическое состояние организма, характеризующееся рядом объективных признаков: повышением артериального давления, уменьшением содержания сахара в крови, снижением

производительности труда, ухудшением субъективных ощущений (нежеланием продолжать работу, усталостью и т.п.).

Если за время, установленное для отдыха после работы, трудоспособность полностью не восстанавливается, наступает переутомление. Быстрее всего утомление наступает при монотонной работе.

Уменьшить влияние монотонности работ на человека можно, если делать каждую операцию более содержательной, объединять операции в более сложные и разнообразные. Продолжительность операции должна быть не менее 30 с, нагрузки на различные органы чувств и части тела должны чередоваться. Желательно использовать свободный темп конвейера; осуществлять перевод рабочих с одной производственной операции на другую; устанавливать переменный ритм работы конвейера в течение рабочего дня (рабочей смены). Применение оптимальных режимов труда и отдыха в течение рабочего дня (рабочей смены), назначение коротких дополнительных перерывов, соблюдение эстетичности производства и осуществление функционального музыкального оформления производственного процесса поможет снизить монотонность труда и утомляемость.

Наряду с пассивным отдыхом для предупреждения утомления в процессе труда применяется активный отдых— производственная гимнастика, физкультурные паузы.

Наступление нервного (умственного) утомления в отличие от физического (мышечного) не приводит к автоматическому прекращению работы, а лишь вызывает перевозбуждение, невротические сдвиги, нарушение сна. Виды деятельности с преобладанием физического труда требуют менее продолжительного, хотя и более частого отдыха.

Период восстановления сил после физической работы происходит более интенсивно и заканчивается в сравнительно короткое время.

Нервное утомление возникает главным образом из-за спешки, чрезмерного напряжения внимания, слуха и зрения, памяти и мыслительной

деятельности. В то же время умственная работа, как ни удивительно, протекает очень экономно, при сравнительно небольшом потреблении энергии. Сама по себе она мало утомительна.

Из этого следует, что умеренный (не очень напряженный) умственный труд может выполняться довольно долго без перерыва на отдых. Однако людям, занятым преимущественно умственным трудом, периодически необходим более длительный отдых.

Рабочее место человека преимущественно умственного труда должно быть во всех отношениях комфортным. Микроклимат, освещение, окраска помещения должны соответствовать оптимальным условиям. Вместе с тем необходимо устранить такие неблагоприятные факторы, как монотонность в работе, шум, вибрацию и т.п.

## **6.2. Эргономические основы охраны труда**

Для создания комфортных и безопасных условий труда необходимо комплексное изучение системы человек — машина — производственная среда, которые находятся в тесной взаимосвязи и влияют на безопасность, производительность и здоровье человека.

Эргономика — научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности в современном производстве.

На человека в процессе труда действуют множество факторов: вид трудовой деятельности, ее тяжесть и напряженность, условия, в которой она осуществляется (вредные вещества, излучения, климатические условия, освещенность и т.д.), психофизиологические возможности человека (прежде всего антропометрические характеристики человека, скорость реакций на различные раздражители, особенности восприятия человеком цвета и т.д.). Для того чтобы человек - машинная система функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо, прежде всего, обеспечить совместимость характеристик машины и человека.

Совместимость человека с машиной определяется его антропометрической, сенсомоторной, энергетической (биомеханической) и психофизиологической совместимостью.

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможность обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы.

Сенсомоторная совместимость предполагает учет скорости двигательных (моторных) операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей (световые, звуковые и др.) при выборе скорости работы машины и подачи сигналов.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предполагает учет силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.

Психофизиологическая совместимость должна учитывать реакцию человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины.

### **6.3. Организация рабочего места**

Организация рабочего места, конструкция органов контроля и управления должны учитывать антропометрические, сенсомоторные, биомеханические и психофизиологические характеристики человека. Важное эргономическое значение имеет рабочая поза человека. Рабочая поза «стоя» требует больших энергетических затрат и приводит к быстрому утомлению. Рабочая поза «сидя» менее утомительна, и она более предпочтительна. Проекция центра тяжести тела человека в рабочей позе должна быть расположена в пределах площади его опоры.

Пространство рабочего места, в котором осуществляются трудовые процессы, должно быть разделено на рабочие зоны. Зонирование рабочего места в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Рабочую зону, удобную

для действия обеих рук, нужно обязательно совмещать с зоной визуального обзора. Минимальное пространство рабочего места, необходимое для выполнения работы при различных положениях тела.

В противном случае положение тела человека будет неустойчивым и потребует значительных мышечных усилий. Это может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата (например, искривление позвоночника), быстрому утомлению, травме. Составной частью рабочего места в положении «сидя» является рабочее кресло оператора. Кресло должно соответствовать антропометрическим данным человека и, при необходимости, учитывать поправки на спецодежду и снаряжение. Основные геометрические параметры рабочих кресел стандартизованы. Целесообразно применять кресла с регулируемыми параметрами (высотой, углом наклона спинки), чтобы приспособить их под антропометрические характеристики конкретного человека.

Ножные и ручные органы управления должны соответствовать по прилагаемым усилиям биохимическим характеристикам человека и в зависимости от частоты их использования располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органы управления не должны быть слишком маленькими, чтобы человек мог контролировать выполняемое им движение. В то же время слишком большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц. Для органов управления различного типа существуют рекомендации по оптимальным прилагаемым силам.

Устройства визуальной информации оператора в зависимости от частоты их использования также должны располагаться в соответствующих зонах визуального поля человека. При частом использовании приборы должны располагаться в пределах оптимальных углов обзора, при редком — в пределах максимальных углов обзора.

Цветовая раскраска, размеры органов управления должны соответствовать психофизиологическим и антропометрическим харак-

теристикам человека, освещенности на рабочем месте и другим характеристикам световой среды.

#### **6.4. 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 тугой повязки ниже поврежденного места или наложить жгут, скрутку.

Наиболее опасное артериальное кровотечение. Остановить артериальное кровотечение можно наложением тугой 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. 6.1.).

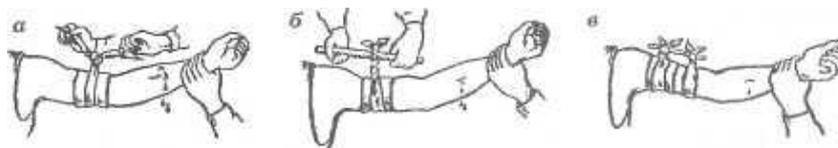


Рис. 6.1. Остановка кровотечения закруткой: а — затягивание узла; б — закручивание с помощью палочки; в — закручивание палочки

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.

Местные изменения тканей при электротравме представляют собой термические ожоги различной степени выраженности. Общие изменения развиваются, прежде всего, как результат поражения нервной системы. Эти

изменения в нервной системе и определяют картину поражения и его тяжесть.

Легкая степень поражения характеризуется разбитостью, усталостью, испугом, иногда обморочным состоянием.

Средняя степень тяжести поражения характеризуется потерей сознания различной длительности, бледностью или синюшностью кожных покровов, судорогами, ослаблением дыхания и нарушением деятельности сердца. Дыхание учащено, поверхностно, пульс слабый, частый. Часто бывают параличи конечностей.

При тяжелом поражении — шок, часто состояние клинической смерти. Общее травматическое действие (электрический удар) возникает при протекании недопустимых величин тока через организм человека и характеризуется возбуждением живых тканей организма, произвольным сокращением различных мышц тела, сердца, легких, других органов и систем, при этом происходит нарушение их работы или полная остановка.

При поражении человека электрическим током необходимо, прежде всего освободить его от действия электрического тока. Этого можно достичь либо отделением пострадавшего от токоведущих частей, либо отключением напряжения. Отделение от токоведущих частей производится при помощи сухой палки, доски, черенка лопаты и т.д. Пострадавшего можно оттянуть за сухую одежду. Если трудно отделить пострадавшего от токоведущих частей, следует перерубить провода топором с сухой ручкой или каким-либо предметом с изолирующей ручкой. Голыми руками прикасаться к пострадавшему нельзя.

Основное условие успеха оказания первой помощи — быстрота действий, так как спустя 5 мин после паралича сердца человека спасти нельзя. Если пострадавший находится на высоте, то перед отключением напряжения следует обезопасить падение пострадавшего.

После устранения действия тока следует определить состояние пострадавшего. Если пострадавший в сознании, его необходимо уложить или

усадить в удобное положение и до прибытия врача обеспечить полный покой, непременно наблюдая за дыханием и пульсом.

Если пострадавший в бессознательном состоянии, но нормально дышит и у него прощупывается пульс, его надо удобно уложить, расстегнуть ворот и пояс, поднести к носу ватку, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать его водой и обеспечить полный покой.

Остановка дыхания и сердечной деятельности — самые тяжелые последствия электрического тока. Если отсутствует дыхание, но у пострадавшего прощупывается пульс, нужно приступить к проведению искусственного дыхания. Если же отсутствует и сердцебиение, то наряду с искусственным дыханием следует проводить наружный (непрямой) массаж сердца.

Когда пострадавший придет в себя, а также при легких поражениях, ему надо дать анальгин или амидопирин, напоить большим количеством жидкости, наложить на область ожога повязку и срочно доставить в лечебное учреждение.

## Заключение

Появление многофункциональных ШИ – контроллеров явилось предпосылкой для развития преобразователей напряжения на интегральных микросхемах.

Применение ШИ – контроллеров в преобразователях напряжения позволяет получить не только вторичного напряжение, но и повысить стабильность выходного напряжение.

В работе рассмотрены нерегулируемые транзисторные преобразователи напряжения и устройства управления преобразователями напряжения назначение, структура ШИ – контроллеров КР1156ЕУ5 предназначенного для работы в различного рода стабилизированных преобразователях напряжения: повышающих, понижающих, инвертирующих.

Разработана структурная схема преобразователей напряжения. Выбрана элементная база, составлена и рассчитаны схемы преобразователей напряжения. Произведен расчет надежности и рассмотрены вопросы безопасность 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. Иванов-Цыганов А.И. Электропреобразовательные устройства РЭС: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника».-М.: Высш.шк.,1991.-272 с.
5. Китаев В.Е. и др. Расчет источников электропитания устройств связи. Учебное пособие для высших учебных заведений.-М.: Радио и связь. 1993.-230 с.
6. Костиков В.Г., Парфёнов Е.М., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов.-М.: Радио и связь, 1998г.
7. Найвельт Г.С. и др. Справочник. Источники электропитания РЭА.-М.: Радио и связь. 1986.-576 с.
8. Телекоммуникация ускуналари электр таъминотида оид терминларнинг русча-ўзбекча изоҳли луғати. т.ф.д. М.Мухиддиновнинг тахрири остида. «Фан» нашриёти, 2009й.
9. Хиленко В.И., Хиленко А.В. Электропитание устройств связи. Учебное пособие. М.: Радио и связь, 1998г.
10. Электропитание устройств связи / под ред. Ю.Д.Козляева.-М.: Радио и связь, 1998.-328 с.
11. <http://www.itu.org>.
12. <http://www.tekon.ru>
13. [http://www.uchet\\_asud.pdf](http://www.uchet_asud.pdf)
14. <http://www.skneiman.ru>

## Приложение