

РОСЖЕЛДОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВПО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

Горн Е.В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Прикладная электроника
для специальности
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

г. Тихорецк

2015



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по ученой работе

2015г

Н. Ю. Шитикова

Методические указания по выполнению лабораторных и практических занятий по дисциплине Прикладная электроника разработаны для студентов очной формы обучения на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 849 от 28.07.2014г.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

Разработчик:

Е.В. Горн, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Рецензенты:

М.В. Ивакина, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Г.Н. Маслова, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС.

Рекомендованы цикловой комиссией № 6 «Общепрофессиональные дисциплины».

Протокол заседания № 1 от 01.09.2015 г

Введение

Для проведения лабораторных работ учебную группу рекомендуется разделить на две подгруппы по 2-5 человек. Перед началом работ проводится инструктаж по охране труда. После каждой работы студенты сдают отчет о выполненной работе. Лабораторные работы проводятся в учебном кабинете и полигоне, имеющие необходимое оборудование. Часть работ по изучению конструкции электрических аппаратов рекомендуется проводить на территории производственного предприятия. Особое внимание необходимо уделять практической направленности выполнения лабораторных работ.

Для экономии времени, грамотного и качественного выполнения лабораторных работ, преподавателям рекомендуется заготавливать бланки отчетов.

Оборудование и инструмент, необходимые для проведения лабораторных работ устанавливаются преподавателем, исходя из материально-технического обеспечения учебного заведения.

Данное методическое пособие предназначено для преподавателей и студентов носит рекомендательный характер и не исключает инициативы преподавателей по совершенствованию форм и методов проведения лабораторных работ.

Инструктаж по охране труда

1. Запрещается прикасаться к токоведущим участкам схем, находящимся под напряжением.
2. Все переключения в схемах производить только при выключенном питании.
3. Вся аппаратура, используемая на рабочем месте, должна быть надежно заземлена.
4. При обнаружении любой неисправности необходимо отключить питание и доложить лаборанту или преподавателю.
5. Наличие напряжения на участках схем проверять только с помощью специальных индикаторов.
6. Доступ к узлам лабораторной установки, расположенным в корпусе или защищенном кожухе, возможен только с разрешения преподавателя или лаборанта и при выключенном питании.
7. Запрещается касаться движущихся частей установки.
8. Запрещается пользоваться приборами и оборудованием, не подлежащим применению в выполняемой работе и переносить приборы с одного рабочего места на другое.
9. Разбирать схему разрешается только после отключения питания.
10. Подавать питание в цепь можно только с разрешения преподавателя.
11. Запрещено производить любые переключения в стенде, не предусмотренные инструкцией.

Исследование работы полупроводниковых диодов

Цель занятия: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей полупроводникового диода, построение вольтамперной характеристики диода

Оборудование: комбинированный измерительный прибор мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ-07, НТЦ-05, осциллограф.

Краткие теоретические сведения

Полупроводниковым диодом называют прибор с двумя выводами и одним электронно-дырочным переходом.

Таким образом, при прямом включении р-п перехода разность потенциалов на границах обедненного слоя (потенциальный барьер) уменьшается, а при обратном включении увеличивается.

Уменьшение потенциального барьера приводит к возрастанию диффузионного тока и уменьшению встречного дрейфового тока. Результирующий ток (его называют прямым) совпадает с диффузионным. Увеличение потенциального барьера приводит к уменьшению диффузионного тока и увеличению дрейфового. Результирующий ток р-п перехода и всей замкнутой цепи совпадает с дрейфовым током. Этот ток называют обратным.

Диффузионный ток создается основными носителями зарядов, а дрейфовый – не основными. Так как концентрация основных носителей на несколько порядков выше концентрации не основных, прямой ток в сотни и тысячи раз превышает обратный.

Таким образом, р-п переход, включенный в прямом направлении, пропускает электрический ток, а включенный в обратном – не пропускает.

Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме 1 и подключить ее к источнику постоянного тока 1 В.

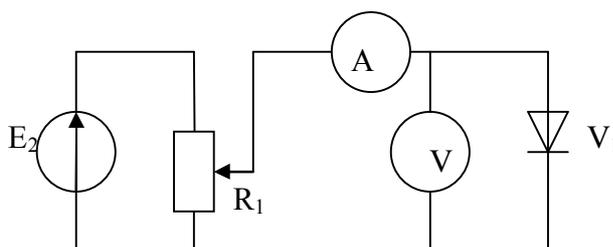


Рисунок 20 Схема электрической цепи

2. Ступенчато изменяя напряжение от 0 до величины, заданной преподавателем с помощью переменного резистора R13, снять показания приборов и результаты занести в таблицу.
3. Изменить полярность источника и повторить п.2.
4. Повторить пункты 1 - 3 с другим типом диода.
5. По результатам измерения построить вольтамперную характеристику диода и рассчитать сопротивление диода.

$$R = \frac{U}{I}$$

Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется полупроводниковым диодом?
2. Основные свойства полупроводникового диода?
3. Охарактеризуйте сопротивление диода при прямой полярности напряжения на нем.
4. Охарактеризуйте сопротивление диода при обратной полярности напряжения на нем.
5. Как меняется сопротивление полупроводникового диода при изменении напряжения на нем?

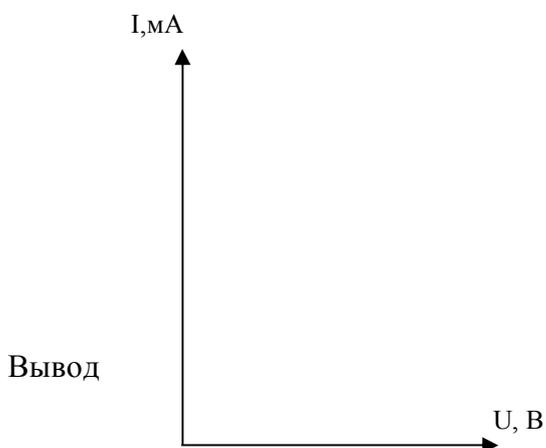
Содержание отчета

1. Собрал цепь по схеме 1 и подключил ее к источнику постоянного тока 1 В.
2. Ступенчато изменяя напряжение от 0 до величины, заданной преподавателем с помощью переменного резистора R13, снял показания приборов и результаты занес в таблицу.
3. Изменил полярность источника и повторил п.2.
4. Повторил пункты 1 - 3 с другим типом диода.
5. По результатам измерения построил вольтамперную характеристику диода и рассчитал сопротивление диода.

$$R = \frac{U}{I}$$

Таблица 16 - Результаты измерений и расчетов

№	Тип диода			Тип диода		
	U, В	I, mA	R, Ом	U, В	I, mA	R, Ом
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						



Лабораторная работа №2

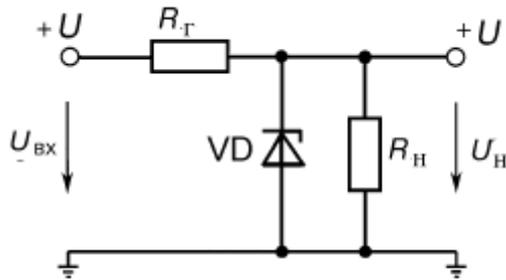
Исследование работы полупроводникового стабилизатора

Цель работы: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей простейших схем стабилизаторов напряжения.

Оборудование: комбинированный измерительный прибор мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ-05, осциллограф.

Ход работы.

1. Описать назначение стабилизатора напряжения



2. Собрать цепь по схеме.
3. Изменяя напряжение на входе от 0 до 22 В определить с помощью измерительных приборов ток и напряжение на нагрузке и результаты записать в таблицу.

Е, В	0	2	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I, мА														
U, В														

4. По данным таблицы построить в масштабе графики зависимости $U = f(E)$, $I = f(U)$

Пользуясь вольтамперной характеристикой стабилизатора определить его основные параметры:

- Напряжение $U_{СТ}$ и ток стабилизации $I_{СТ}$

- Дифференциальное выходное сопротивление стабилизатора - это отношение приращения выходного напряжения к приращению тока нагрузки:

$$r_{ст. диф} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_{вых. max} - U_{вых. min}}{I_{н. max} - I_{н. min}} \text{ (Ом)}$$

- Коэффициент неустойчивости по напряжению $K_n U$ - это отношение относительного изменения выходного напряжения $\Delta U_{вых} / U_{вых}$ к вызвавшему его изменению входного напряжения $\Delta U_{вх}$

$$K_{nU} = \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{U_{\text{вых}} \Delta I_{\text{н}}} = \frac{U_{\text{вых.max}} - U_{\text{вых.min}}}{U_{\text{ст}} (I_{\text{н.max}} - I_{\text{н.min}})} 100\%$$

- Коэффициент нестабильности по току K_{nI} - это отношение относительного изменения выходного напряжения $\Delta U_{\text{вых}} / U_{\text{вых}}$ к вызвавшему его относительному изменению тока нагрузки $\Delta I_{\text{н}} / I_{\text{н}}$:

$$K_{nI} = \frac{\Delta U_{\text{вых}} I_{\text{н}}}{U_{\text{вых}} \Delta I_{\text{н}}} = \frac{(U_{\text{вых.max}} - U_{\text{вых.min}}) I_{\text{ст}}}{U_{\text{ст}} (I_{\text{н.max}} - I_{\text{н.min}})} 100\%$$

ВЫВОД

Лабораторная работа №3

Исследование работы биполярного транзистора

Цель занятия: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей биполярного транзистора, построение вольтамперной характеристики транзистора, определение его параметров.

Оборудование: лабораторный стенд, биполярный транзистор, мультиметр, инструкционные карты.

Краткие теоретические сведения

Транзистором называется электропреобразовательный полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, позволяющий осуществлять усиление или генерирование электрических сигналов и имеющий три или более выводов.

Основным элементом транзистора (рис.35) является кристалл полупроводника, в котором с помощью примесей созданы три области с различной проводимостью. Если средняя область имеет электронную проводимость типа n, а две крайние — дырочную типа p, то такой транзистор принадлежит к типу p—n—p в отличие от транзистора n—p—n, имеющего среднюю область с дырочной проводимостью, а две крайние — с электронной. Средняя часть кристалла служит основой для образования электронно-дырочных переходов и называется базой, или основанием. Крайняя левая область p, инжектирующая (эмитирующая) носители заряда, называется эмиттером, а другая область p, собирающая инжектированные носители заряда, — коллектором.

К основным характеристикам, которые дают представление о свойствах транзистора, относятся статические характеристики, отражающие зависимость между токами и напряжениями во входных и выходных цепях. Статические характеристики используются при расчете транзисторных схем, по ним определяют параметры транзистора при работе в различных режимах.

Порядок выполнения

1. Собрать цепь по схеме.

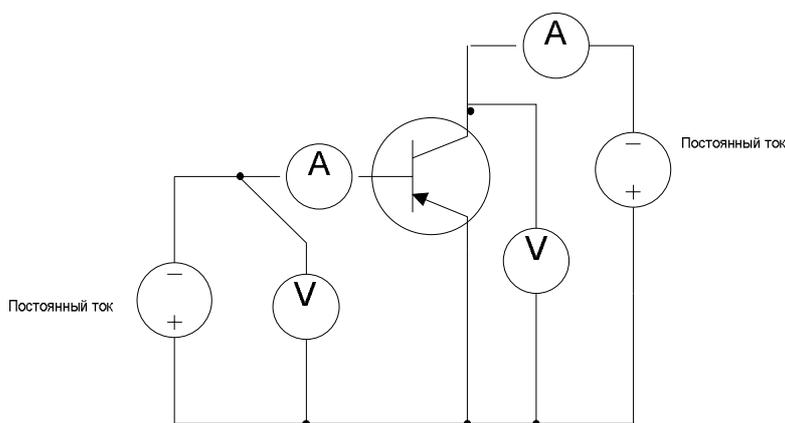


Рисунок 21 Схема электрической цепи

2. Подключить цепь к источникам напряжения, установить заданные величины напряжения на входе $U_{эб}$ и выходе $U_{кэ}$. Изменяя напряжение на входе, записать величину тока базы $I_б$ в таблицу 1 при различных значениях напряжения $U_{кэ}$.

3. Регулируя напряжение входного источника, установить величину тока базы по заданию преподавателя. Изменяя напряжение на выходе $U_{кэ}$, записать величину тока коллектора $I_к$ в таблицу 2.

4. Опыт 3 повторить при различных значениях тока базы.

5. По результатам измерений построить входную и выходную вольтамперные характеристики транзистора $I_б(U_{эб})$, $I_к(U_{кэ})$.

6. Определить параметры транзистора.

Коэффициент передачи тока.

$$K_I = \frac{I_K}{I_B}$$

Выходное сопротивление транзистора.

$$R_{ВЫХ} = \frac{U_{КЭ}}{I_K}$$

Входное сопротивление транзистора.

$$R_{ВХ} = \frac{U_{БЭ}}{I_B}$$

Контрольные вопросы

1. Назовите определение транзистора.
2. Как сопротивление транзистора зависит от тока базы?
3. Как ток базы зависит от напряжения на выходе $U_{кэ}$?
4. Опишите усилительные свойства транзистора.

Содержание отчета

1. Собрал цепь по схеме.
2. Подключил цепь к источникам напряжения, установил заданные величины напряжения на входе $U_{эб}$ и выходе $U_{кэ}$. Изменяя напряжение на входе, записал величину тока базы $I_б$ в таблицу 1 при различных значениях напряжения $U_{кэ}$.

3. Регулируя напряжение входного источника, установил величину тока базы по заданию преподавателя. Изменяя напряжение на выходе $U_{кэ}$, записал величину тока коллектора $I_{к}$ в таблицу 2.
4. Опыт 3 повторил при различных значениях тока базы.

Таблица 17 – Таблица измерений входной ВАХ

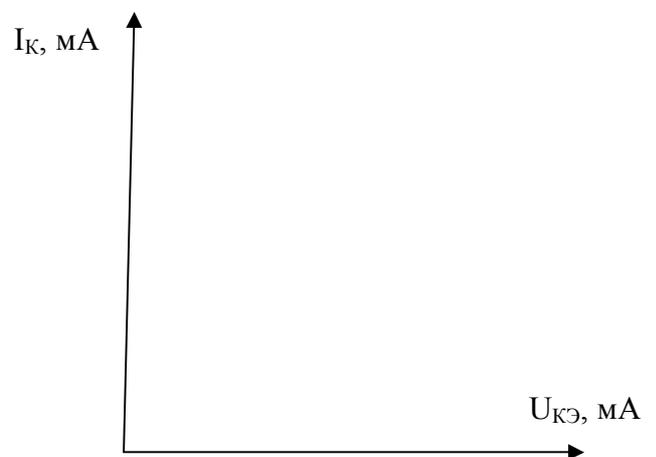
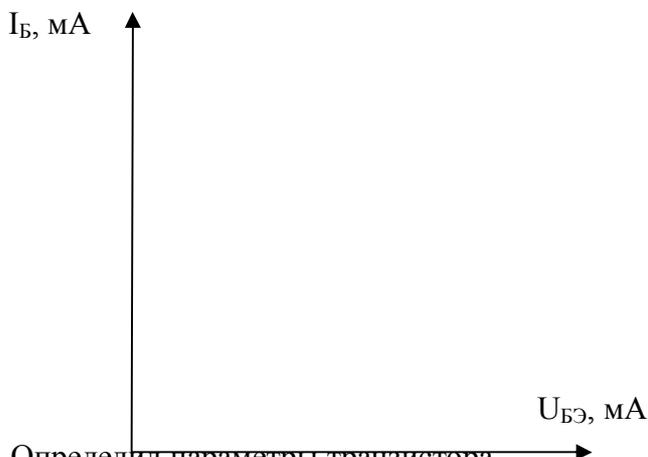
$U_{эб}, В$	$I_{б}, мА, при U_{кэ}, В$		
	0	5	10

Таблица 17
измерений входной ВАХ

– Таблица

$U_{кэ}, В$	$I_{к}, при I_{б}, мА$			

5. По результатам измерений построил входную и выходную вольтамперные характеристики транзистора $I_{б}(U_{эб}), I_{к}(U_{кэ})$.



6. Определил параметры транзистора.

Коэффициент передачи тока.

$$K_I = \frac{I_K}{I_B}$$

Выходное сопротивление транзистора.

$$R_{ВЫХ} = \frac{U_{КЭ}}{I_K}$$

Входное сопротивление транзистора.

$$R_{BX} = \frac{U_{БЭ}}{I_B}$$

Выводы

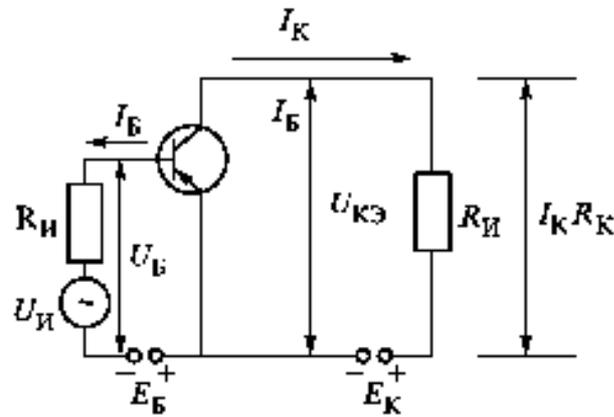
Лабораторная работа №4

Исследование схемы стабилизации режима работы транзистора

Цель работы: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей транзисторов.

Порядок выполнения работы

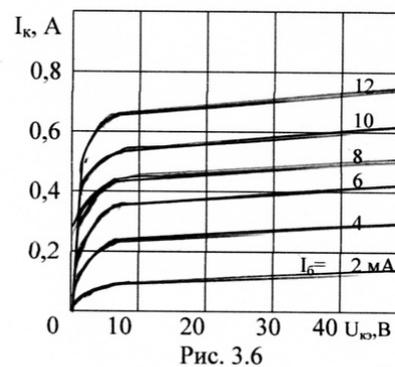
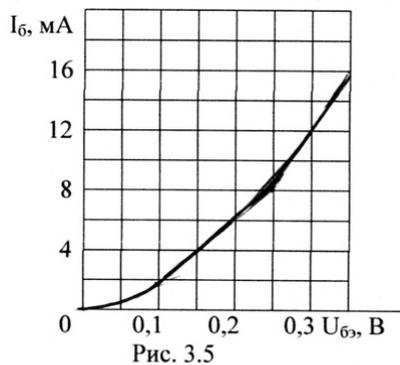
4. Изобразить схему электрической цепи

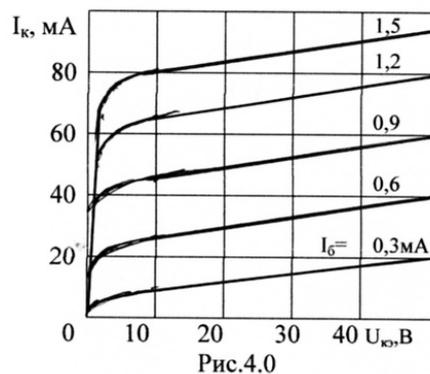
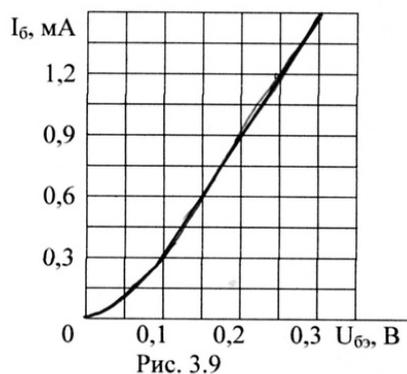
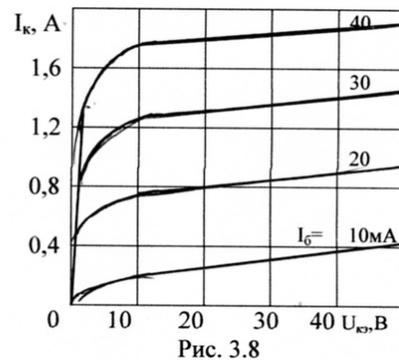
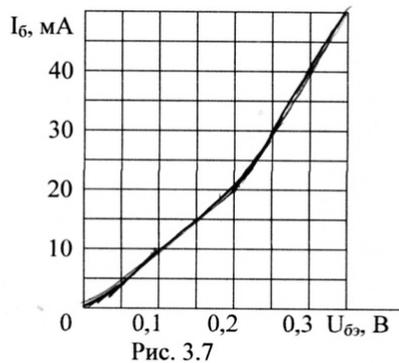


2. Изобразить ВАХ транзистора и нагрузки

3. Выбрать рабочую точку

4. Определить напряжение питания E_K , сопротивление в цепи коллектора R_K , Коэффициенты усиления по току, напряжению, мощности, входное и выходное сопротивление транзистора





Выводы

Лабораторная работа №5 Исследование усилителей мощности

Цель занятия: ознакомиться с устройством и принципом работы полупроводникового усилителя, определить точку покоя усилителя, рассчитать элементы усилителя

Оборудование: инструкционные карты, КИ Electronics Workbench

Краткие теоретические сведения

Усилитель — это устройство, преобразующее электрические колебания небольшой мощности, поступающие на вход, в электрические колебания большой мощности на выходе.

Схема стабильного усилителя с отрицательной обратной связью по постоянному току и делителем напряжения приведена на рис. 7.12. В этой схеме в цепи эмиттера включен стабилизирующий резистор $R_Э$, падение напряжения $U_Э$ на котором, пропорциональное току эмиттера $I_Э$, является обратным для перехода эмиттер — база (. Это означает, что в схеме существует отрицательная обратная связь по току, которая автоматически стабилизирует режим работы усилителя при изменениях параметров транзистора.

Возрастание тока I_{K0} приведет к увеличению тока эмиттера $I_{Э0}$, а следовательно, и к увеличению падения напряжения $U_{RЭ}$ на резисторе $R_{Э}$. Увеличение $U_{RЭ}$, являющегося обратным по отношению к переходу эмиттер-база, приведет к уменьшению напряжения на эмиттерно-базовом переходе $U_{БЭ}$ и тока базы $I_{Б0}$, что вызовет уменьшение коллекторного тока I_{K0} . Наоборот, если по какой-либо причине коллекторный ток уменьшается, то уменьшается падение напряжения $U_{RЭ}$ на резисторе $R_{Э}$, что приведет к увеличению напряжения на эмиттерно-базовом переходе $U_{БЭ}$. При этом увеличивается ток базы, а следовательно, и ток коллектора. Чтобы не вводить обратную связь по переменному току и не снижать коэффициент усиления каскада, резистор $R_{Э}$ шунтируют конденсатором $C_{Э}$ достаточно большой емкости (десятки микрофард).

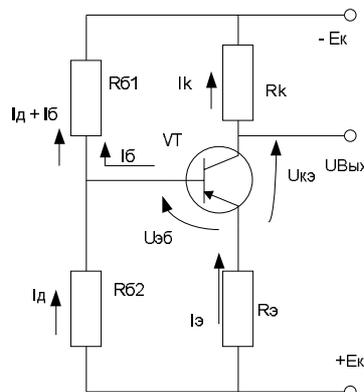
Резисторы R_1 и R_2 составляют делитель напряжения, и ток делителя I_d создает на них падения напряжения $U_1 \approx I_d R_1$ и $U_2 \approx I_d R_2$, представляющие собой источники питания для цепей эмиттера и коллектора. Сопротивление резисторов R_1 и R_2 подбирают так, чтобы ток делителя I_d был больше тока, нормально потребляемого в цепях транзистора. При таком токе делителя повышается стабильность режима работы схемы, так как в этом случае изменения тока в цепях эмиттера и коллектора в процессе работы транзистора незначительно влияют на величину питающих напряжений. Вместе с тем, ток делителя нельзя выбирать слишком большим (а резисторы R_1 и R_2 — небольшими), так как это ведет к увеличению мощности, потребляемой делителем напряжения от источника питания. Кроме того, резистор R_2 шунтирует входное сопротивление усилителя, что уменьшает входной и выходной токи усилителя. Удовлетворительный результат дает компромиссное решение, при котором обеспечивается соответствующая стабилизация и коэффициент усиления. Резисторы R_1 и R_2 — порядка единиц и десятков килоом. Ток делителя $(2...5)I_{Б0}$, где $I_{Б0}$ — ток базы в заданной рабочей точке на динамической выходной характеристике.

Упрощенно сопротивление можно рассчитать так: резистор выбрать по известному току эмиттера $I_{Э0} \approx I_{K0} + I_{Б0}$ и допустимому (или выбранному) падению напряжения на сопротивлении $R_{Э}$, которое составляет примерно $0,2E_K$. Сопротивление резисторов R_1 и R_2 находят по следующим выражениям:

$$R_1 = \frac{E_K - I_{Э0} R_{Э} - U_{БЭ}}{I_{Б0} + I_{г}}; \quad R_2 = \frac{I_{Э0} R_{Э} + U_{БЭ}}{I_{г}}$$

Порядок выполнения

1. Изучить устройство усилителя, определить назначение элементов усилительного каскада.



2. На предложенных вольтамперных характеристиках выбрать рабочую точку транзистора и записать ее параметры.

3. Рассчитать сопротивления цепи.

- сопротивление в цепи эмиттера (температурный стабилизатор)

$$R_3 = 5 \text{ Ом,}$$

- сопротивление в цепи коллектора

$$R_k = \frac{E_k - U_{кэ} - I_3 R_3}{I_k}, \text{ где } I_3 = I_k + I_б$$

- сопротивление в цепи базы

$$R_{б2} = \frac{U_{эб} + I_3 R_3}{I_б}, \text{ где } I_б = (3 \div 5) I_э$$

$$R_{б1} = \frac{E_k - (U_{эб} + I_3 R_3)}{I_б + I_э}$$

4. Собрать цепь, согласно рассчитанным значениям сопротивлений и проверить значения параметров точки покоя.

5. Полученные результаты работы занести в таблицу

Контрольные вопросы

1. Дайте определение усилителю.
2. По каким признакам классифицируют усилители?
3. Перечислите виды усилителей в зависимости от диапазона частот
4. Какие требования предъявляют к входному и выходному сопротивлениям усилителей?
5. Перечислите основные показатели усилителя.
6. Как определяется коэффициент усиления?

Содержание отчета

1. Изобразить электрическую принципиальную схему усилителя
2. На предложенных вольтамперных характеристиках выбрать рабочую точку транзистора и записать ее параметры.

3. Рассчитать сопротивления цепи.

- сопротивление в цепи эмиттера (температурный стабилизатор)

$$R_3 = 5 \text{ Ом,}$$

- сопротивление в цепи коллектора

$$R_k = \frac{E_k - U_{кэ} - I_3 R_3}{I_k}, \text{ где } I_3 = I_k + I_б$$

- сопротивление в цепи базы

$$R_{б2} = \frac{U_{эб} + I_3 R_3}{I_б}, \text{ где } I_б = (3 \div 5) I_э$$

$$R_{б1} = \frac{E_k - (U_{эб} + I_3 R_3)}{I_б + I_э}$$

4. Собрать цепь, согласно рассчитанным значениям сопротивлений и проверить значения параметров точки покоя.

5. Полученные результаты работы занести в таблицу

	I_k	$U_{кэ}$	$I_б$	$I_д$	$U_{эб}$	U_H
--	-------	----------	-------	-------	----------	-------

Результаты расчетов						
Результат измерения						

ВЫВОД

Лабораторная работа №6 Исследование мостового выпрямителя

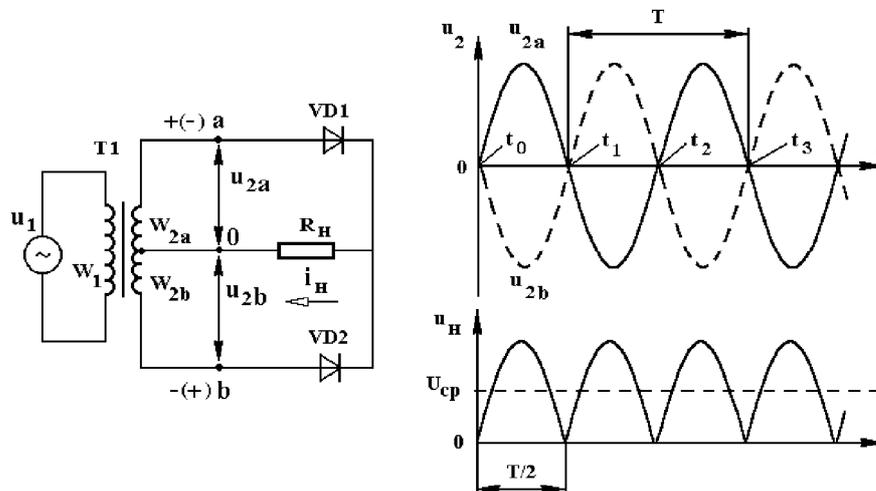
Цель занятия: 1) изучить принцип действия полупроводниковых диодов, однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров; 2) снять внешние характеристики выпрямителей; 3) научиться снимать осциллограммы и внешние характеристики выпрямителей.

Краткие теоретические сведения

Выпрямителями называются устройства, преобразующие переменное напряжение или ток в постоянный с помощью электрических вентилях. Основную часть этой задачи во всех выпрямителях решает вентильная группа, которая в современных схемах выполняется на полупроводниковых вентилях: неуправляемых – диодах и полупроводяемых – тиристорах, по какой-либо из известных схем.

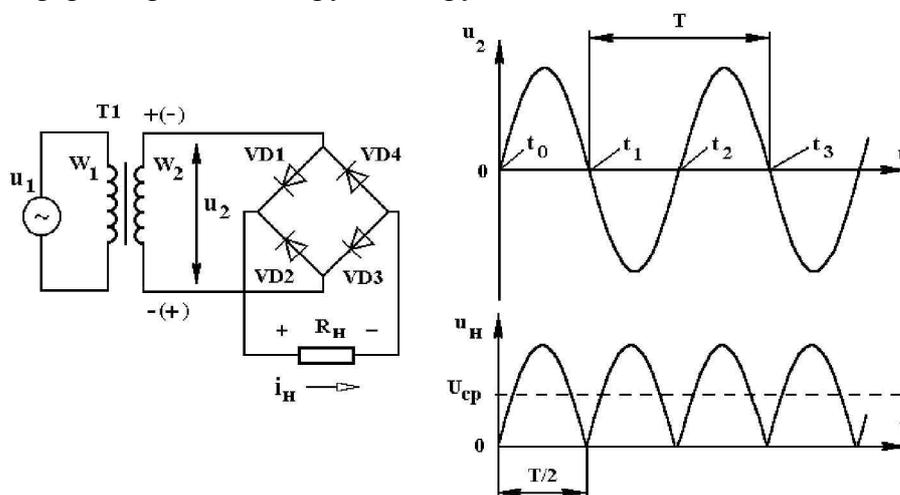
Однофазные выпрямители используются для питания потребителей небольшой мощности (десятки - сотни ватт).

Нулевая схема выпрямителя, т.е. с выводом «нулевой» - средней точки трансформатора Т1 и диаграммы ее рабочих напряжений показаны на рис. Верхняя диаграмма u_{2a} и u_{2b} соответственно представляет напряжения выходных полуобмоток W_{2a} и W_{2b} трансформатора, а нижняя - напряжение на нагрузке - u_H



Достоинством схемы является относительно малое количество диодов – 2, а недостатком – обязательное использование трансформатора, причем с выводом средней точки во вторичной обмотке.

Мостовая схема выпрямителя с диаграммами рабочих напряжений показана на рис. Она содержит входной согласующий трансформатор Т1 и четыре диода VD1-VD4, соединенных в мостовую ячейку, к одной диагонали которой подсоединена выходная обмотка трансформатора W_2 , а к другой нагрузка - R_H .



Достоинством мостовой схемы выпрямителя является возможность ее работы без трансформатора, если не требуется выполнения функции согласования по уровням входного и выходного напряжения. Недостатком считается использование относительно большого числа диодов – четырех.

Качество выпрямителя принято оценивать коэффициентом пульсаций, представляющим собой отношение амплитуды первой (основной) гармоники выпрямленного напряжения U_{1m} к постоянной составляющей U_{cp} :

$$\rho = \frac{U_{1m}}{U_{cp}}$$

Рассмотренные выше выпрямители имеют $\rho=0.67$. Между тем, для питания электронной аппаратуры требуется выпрямленное напряжение с более низким коэффициентом пульсации 10^{-2} , 10^{-3} .

Порядок выполнения

1. Соберите схему двухполупериодного выпрямителя. Подключите осциллограф к исследуемой схеме. Зарисуйте осциллограммы
2. Меняя величину подстроечного резистора R от 100% до 0% (шаг изменения 20%) снимите и постройте внешнюю характеристику двухполупериодного выпрямителя без фильтра $U_H=f(I_H)$.
3. Результаты измерений п. 2. занесите в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):
4. Соберите схему мостового выпрямителя:
5. Повторите пункт 1, 2.
6. Результаты измерений занесите в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):

7. Постройте график внешней характеристики двухполупериодного и мостового выпрямителя

Контрольные вопросы

1. Объяснить устройство, принцип действия и вольтамперные характеристики полупроводниковых выпрямительных диодов.
2. Начертить схему и объяснить работу мостового выпрямителя.
3. Начертить схему и объяснить работу выпрямителя с выводом средней точки трансформатора.
4. Объяснить ход внешних характеристик исследованных выпрямителей.

Содержание отчета

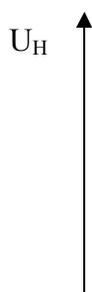
1. Схема двухполупериодного выпрямителя. осциллограммы
2. Меняя величину подстроечного резистора R от 100% до 0% (шаг изменения 20%) снял и построил внешнюю характеристику двухполупериодного выпрямителя без фильтра $U_H = f(I_H)$.
3. Результаты измерений п.2. занес в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):

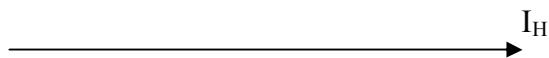
R, Ом	Без фильтра	
	I, mA	U, В
1200 (100%)		
1000 (80%)		
800 (60%)		
600 (40%)		
400 (20%)		
200 (0%)		

4. Собрал схему мостового выпрямителя:
5. Повторите пункт 1, 2.
6. Результаты измерений занес в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):
- 7.

R, Ом	Без фильтра	
	I, mA	U, В
1200 (100%)		
1000 (80%)		
800 (60%)		
600 (40%)		
400 (20%)		
200 (0%)		
200 (0%)		

8. Построил график внешней характеристики двухполупериодного и мостового выпрямителя





Выводы

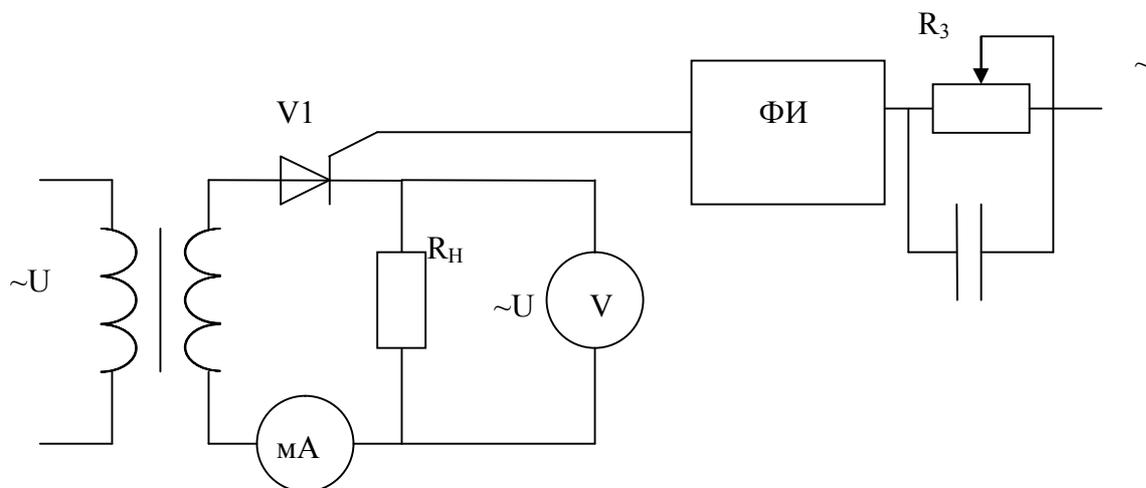
Лабораторная работа №7 Исследование тиристорного выпрямителя

Цель работы: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей полупроводникового тиристора.

Оборудование: комбинированный измерительный прибор мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ-05, осциллограф.

Порядок выполнения работы.

1. Собрать цепь по схеме и подключить ее к источнику переменного напряжения.



2. Подать напряжение в схему. Зарисовать осциллограмму напряжения на нагрузке и на управляющем электроде (относительно катода). Изменяя сопротивление нагрузки, снять и построить внешнюю характеристику выпрямителя $U_{CP} = f(I_{CP})$.
3. Изменить ток управления, изменяя сопротивление R_3 . Зарисовать осциллограмму напряжения на нагрузке и на управляющем электроде (относительно катода). Изменяя сопротивление нагрузки, снять и построить внешнюю характеристику выпрямителя $U_{CP} = f(I_{CP})$.
4. Повторить п. 3 для другого тока управления.

Iy1	U, В					
Осцил.2	I, mA					
Iy1	U, В					
Осцил.4	I, mA					

Iy1	U, В					
Осцил.6	I, мА					

5. Построить внешние характеристики тиристорного выпрямителя

ВЫВОД

Лабораторная работа №9 Исследование сглаживающих фильтров

Цель занятия: 1) изучить принцип действия полупроводниковых диодов, однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров; 2) снять внешние характеристики выпрямителей; 3) научиться снимать осциллограммы и внешние характеристики выпрямителей.

Краткие теоретические сведения

Для уменьшения пульсации выпрямленного напряжения применяются сглаживающие электрические фильтры. Простейший фильтр состоит из конденсатора, включенного параллельно нагрузке (рис. 5 а), или дросселя, включенного последовательно с нагрузкой (рис. 5 б).

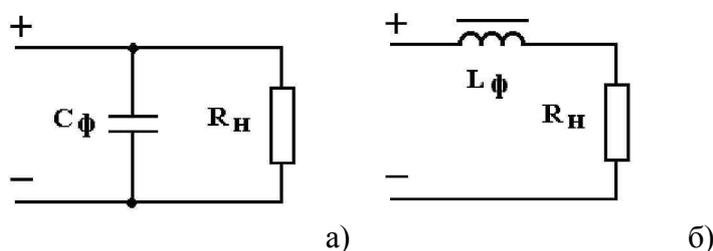


Рис.5

Порядок выполнения

1. Соберите схему двухполупериодного выпрямителя. Подключите осциллограф к исследуемой схеме. Зарисуйте осциллограммы
2. Подключите емкостный фильтр. Зарисуйте осциллограммы.
3. Меняя величину подстроечного резистора R от 100% до 0% (шаг 20%) снимите и постройте внешнюю характеристику двухполупериодного выпрямителя с фильтром $U_H=f(I_H)$.
4. Результаты измерений п. 2. занесите в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):
5. Соберите схему мостового выпрямителя:
6. Повторите пункт 1, 2, 3.
7. Результаты измерений занесите в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):
8. Постройте график внешней характеристики двухполупериодного и мостового выпрямителя с фильтром

Контрольные вопросы

2. Начертить схему и объяснить работу мостового выпрямителя с емкостным фильтром.
3. Начертить схему и объяснить работу выпрямителя с выводом средней точки трансформатора с индуктивным фильтром.
4. Объяснить назначение и принцип действия сглаживающих L-, C-, и комбинированных LC- и RC- фильтров.
5. Объяснить ход внешних характеристик исследованных выпрямителей.

Содержание отчета

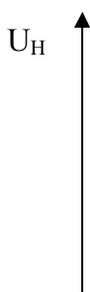
1. Схема двухполупериодного выпрямителя. осциллограммы
2. Подключил емкостный фильтр. Осциллограммы.
3. Меняя величину подстроечного резистора R от 100% до 0% (шаг 20%) снял и построил внешнюю характеристику двухполупериодного выпрямителя с фильтром $U_H=f(I_H)$.
4. Результаты измерений п.3. занес в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):

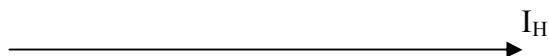
R, Ом	С фильтром	
	I, mA	U, В
1200 (100%)		
1000 (80%)		
800 (60%)		
600 (40%)		
400 (20%)		
200 (0%)		

5. Собрал схему мостового выпрямителя:
6. Повторите пункт 1, 2, 3.
7. Результаты измерений занес в таблицу (точность измерения – два знака после запятой):
- 8.

R, Ом	С фильтром	
	I, mA	U, В
1200 (100%)		
1000 (80%)		
800 (60%)		
600 (40%)		
400 (20%)		
200 (0%)		
200 (0%)		

9. Построил график внешней характеристики двухполупериодного и мостового выпрямителя





Выводы

Лабораторная работа №10

Изучение работы схемы предварительной обработки сигнала

Цель работы: приобретение навыков работы с электронной и измерительной аппаратурой, исследование работы и особенностей системы МСУД локомотива.

Оборудование: комбинированный измерительный прибор мультиметр, инструкционные карты, стенд НТЦ-05, осциллограф.

Краткие теоретические сведения

Микропроцессорной системы управления и диагностики (МСУД) выполняет автоматическое управление электроприводом и электрическими аппаратами серийного электровоза ЭП1 в режимах тяги и торможения. При этом аппаратура МСУД обеспечивает: разгон электровоза до заданной скорости с заданной и автоматически поддерживаемой величиной тока якоря тяговых электродвигателей и последующее автоматическое поддержание заданной скорости, рекуперативное торможение до заданной скорости с последующим автоматическим поддержанием заданной скорости на спусках, автоматическое плавное торможение с учетом тормозных характеристик до полной остановки электровоза, защиту от буксования и юза колесных пар, автоматическую непрерывную диагностику состояния электрооборудования электровоза, стыковку микропроцессорных контроллеров с блоками АСУ безопасности, подключение микропроцессорных контроллеров к IBM PC совместимым персональным компьютерам для отладки рабочих программ и моделирования процесса управления. Требования к организации обмена, составу, кодированию информации и характеристикам электрических сигналов в магистральном канале соответствуют стандарту RS-485 (многоабонентской «токовой петле»). Аппаратура микропроцессорной системы управления и диагностики электрооборудования электровоза построена на программных принципах обработки информации с использованием микропроцессорных контроллеров Micro PC. Внешний вид шкафа представлен на рисунке 1.2

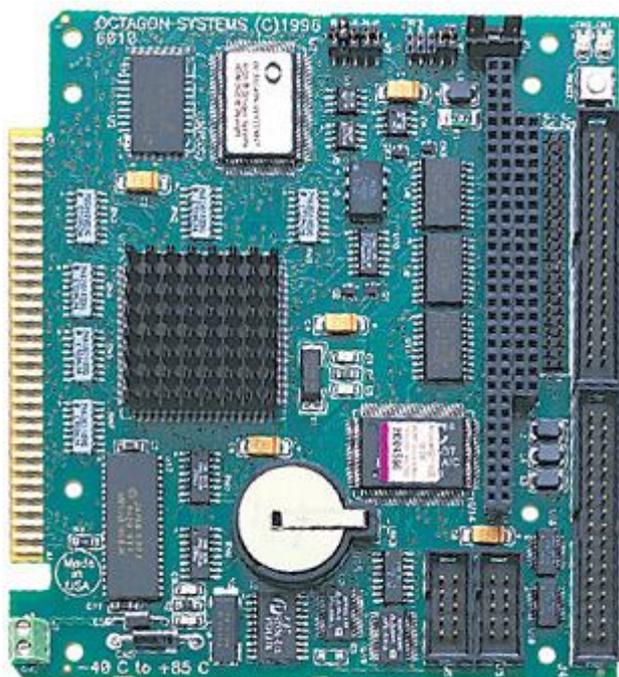
Описание микропроцессорной системы управления и диагностики электровоза (МСУД)

ЦМК обеспечивает обмен информацией между контроллерами управления и пультами машиниста, диагностику состояния электрооборудования и связь с приборами АСУБ по стыку RS-232. МПК1 или МПК2 последовательно опрашивает состояние входных сигналов от объекта управления, вычисляет значения выходных управляющих воздействий по программе, соответствующей алгоритму управления приводом и другим оборудованием электровоза. В аппаратуре предусмотрен встроенный непрерывный контроль, обеспечивающий проверку ее исправности. При возникновении отказов отдельных компонентов аппаратура либо сохраняет работоспособность, либо передает сообщение в блок БИ1 о необходимости переключиться на другой МПК.

Блок входных фильтров обеспечивает сглаживание пульсаций и кратковременных провалов входного напряжения питания аппаратуры.

Ячейка микропроцессорного контроллера МКЗ предназначена для программной обработки информации, управления приемом-выдачей сигналов обмена с элементами ввода-вывода, аналого-цифрового преобразования в соответствии с программами, записанными в ПЗУ, а также для ввода информации о состоянии частотных датчиков и

выдачи импульсных команд фазового управления тиристорами ВИП и ВУВ. Внешний вид ячейки МКЗ представлен на рисунке 2.4.



Ячейка ПУ1 предназначена для гальванической развязки и согласования уровней сигналов цепей шкафа МСУД с цепями ячейки МКЗ.

Узел гальванической развязки предназначен для защиты и согласования сигналов от датчиков скорости с элементами ячейки МКЗ. Преобразователи интерфейсов RS-232 в RS-485 для основного и резервного канала связи служат для обмена информацией между блоком индикации, устанавливаемым в кабине машиниста и ячейкой МКЗ. В резервном канале связи имеется схема выдачи сигналов в канал

отладки, которая обеспечивает соединение процессорной платы ячейки МКЗ с персональным компьютером для обновления и отладки программного обеспечения.

Узел связи с ПКБ передает сигналы интерфейса RS-232 от ячейки МКЗ через канал связи «токовая петля» в энергонезависимый накопитель ЭН. Узел связи с САУТ служит для обмена информацией через канал «токовая петля» между процессорной платой ячейки МКЗ и системой автоматического управления торможением локомотива. Узел контроля включения подогрева предназначен для преобразования напряжения питания цепей подогрева с уровнем 50 В в напряжение параллельного порта процессорной платы ячейки МКЗ с уровнем 5 В для контроля включения цепей подогрева.

Скоростной канал связи между микропроцессорными комплектами предназначен для оперативного обмена информацией между МПК и ЦМК в случае возникновения аварийных ситуаций. Усилитель сигнала «отказ процессора» предназначен для гальванической развязки и усиления сигнала «отказ», формируемого ячейкой МКЗ.

Гальванически развязанный источник 5-ти вольтового напряжения предназначен для питания накопителя ПКБ.

Ячейка ввода дискретных сигналов ДИЗ предназначена для побайтного ввода информации в микропроцессорный контроллер. Ячейка обеспечивает ввод 24 дискретных сигналов (3 байта). При этом наличие входного сигнала соответствует подача +50 В на входной контакт элемента. Внешний вид ячейки ДИЗ представлена на рисунок 2.

Выбор ячейки, выбор канала и считывание информации осуществляется подачей соответствующих внешних сигналов SA0, SA1, SA4 - SA9, АЕМ на входы дешифратора адреса.

Адрес ячейки формируется подключением цепей АВР4 - АВР9 к шине 0 В шкафа. При совпадении адреса формируется сигнал выбора ячейки и выходы регистра памяти входной информации через шинные формирователи подключаются к шине данных.

Занесение информации с входов ячейки в регистр происходит по сигналу, выдаваемому усилителем строба записи входной информации через 5 мс после прохождения сигнала СИ, отмечающего начало полупериода напряжения контактной сети. При этом, сигналы с входов через входные узлы. RC-фильтры и узлы потенциальной развязки поступают на входы регистра. Во входных цепях ячейки также имеется узел развязки входных цепей, предназначенный для предотвращения влияния каналов друг на друга. В ячейке, кроме того, имеется узел диагностики, предназначенный для программного определения работоспособности каналов путем подачи на их входы напряжения +50 В.

Ячейка вывода дискретных сигналов УДЗ предназначена для выдачи управляющих воздействий на дискретные исполнительные механизмы.

Занесение информации в ячейку осуществляется путем записи в регистр состояния выходов, поступающих с шины данных через входной шинный формирователь.

Сохранение информации в регистре происходит при подаче сигнала выбора от схемы генерации сигналов выбора, формирующегося в зависимости от сигналов локальной шины управления ячейкой W1...W5, R1...R5, BEN и сигналов, определяющих место ячейки в шкафу N1...N3. С выходов регистра сигналы через узел гальванической развязки и выходной усилитель подаются на выходы ячейки и схему контроля, благодаря которой существует возможность считывания состояния выходов через выходной шинный формирователь.

Ячейка ввода аналоговых сигналов и фазовой синхронизации ВФС предназначена для формирования по потенциальным условиям начальных углов $\alpha_0, \alpha_{0зад}, \gamma_p$, а также формирования сигналов синхронизации процедур ввода/вывода и обработки информации микропроцессорным контроллером. Ячейка ВФС состоит из двух функциональных групп: #1 - входной формирователь и #2 - узел фазовой синхронизации. Входной формирователь #1 предназначен для формирования по потенциальным условиям начальных углов $\alpha_0, \alpha_{0зад}, \gamma_p$ и состоит из следующих функциональных узлов;

- формирователи длительности сигналов $\alpha_0, \alpha_{0зад}$ и γ_p ;
- мультиплексор;
- фазовый компаратор;
- преобразователи фазы сигналов $\alpha_0, \alpha_{0зад}, (\gamma_p)$ в двоичный код;
- ограничитель угла $\alpha_{0зад}$;
- интерфейс.

Формирователи длительности сигналов α_0 и $\alpha_{0зад}$ и γ_p выделяют по потенциальным условиям углы α_0 и $\alpha_{0зад}$ в режиме тяги и γ_p в режиме рекуперации. Мультиплексор предназначен для выдачи в режиме тяги на преобразователь в двоичный код сигнала α_0 , а в режиме рекуперации сигнала γ_p . Фазовый компаратор выделяет больший по фазе сигнал между $\alpha_{0ср}$ формирующимся ячейкой МКЗ и $\alpha_{0зад}$, формирующимся по потенциальным условиям. Узел ограничителя сигнала $\alpha_{рег}$ выполняет преобразование по следующему алгоритму: в режиме тяги $\alpha_{рег} \text{ огр} = \alpha_{0зад}$, если $\alpha_{рег}$ меньше $\alpha_{0зад}$; $\alpha_{рег} \text{ огр} = \alpha_{рег}$, если $\alpha_{рег}$ больше $\alpha_{0зад}$; в режиме рекуперации $\alpha_{рег} \text{ огр} = \alpha_{рег}$. Интерфейс предназначен для выдачи на системную шину данных

двоичных кодов углов $\alpha 0, \alpha 0_{\text{зад}}$ и γ , а также сигналов «тяга/рекуперация» (ТУР) и «знак по /периода» (П/П).

Функциональная группа ф2 - узел фазовой синхронизации состоит из следующих функциональных узлов:

- полосовой фильтр и детектор нуля;
- синхронный множитель частоты;
- формирователь сигналов «СИ», «СУ», «Ft» и «знак полупериода»;
- формирователь сигнала «блокировка».

Полосовой фильтр и детектор нуля предназначены для выделения первой гармоники 50 Гц напряжения контактной сети и определения момента перехода его через ноль. Узел синхронного умножения частоты формирует на выходе сигнал частотой 25,6 кГц, синхронный с напряжением контактной сети, из которого 1 путем деления формируются сигналы Ft, П/П, СУ и СИ. Формирователь сигнала "блокировка" производит контроль длительности отсутствия сигнала сети. При отсутствии сигнала в течении 0,2 с происходит выдача сигнала "блокировка" на входной формирователь и ячейки УВ3 УВ4, при этом, синхронный множитель частоты плавно переходит на свободную частоту.

2.5.11 Ячейки усилителей выходных УВ3 и УВ4 предназначены для усиления импульсов управления ВУП и ВИП, формируемых ячейкой МКЗ.

Ячейки представляют собой каждая набор импульсных усилителей, предназначенных для управления тиристорными силовыми устройствами электровоза:

- двумя выпрямительно-инверторными восьмиплечевыми преобразователями ВИП 5600, питающими якорные цепи тяговых электродвигателей, двух тележек электровоза (ячейки УВ3);

- выпрямительной двухплечевой (с общей средней точкой) установкой возбуждения ВУВ-24, питающей обмотки возбуждения всех шести тяговых электродвигателей двух тележек, соединяемых в режиме рекуперации последовательно (ячейки УВ3);

- шестью шунтирующими тиристорами, размещенными на панелях резисторов ПТ-246 (ячейки УВ4).

Ячейки УВ3, УВ4 согласованы с управляющими входами перечислении силовых устройств и осуществляют гальваническое разделение цепей питания входов 30 В и 50 В от цепей "цифрового" питания 5 В шкафа МСУД. Ячейка УВ3 состоит из десяти, а ячейка УВ4 из шести однотипных каналов. Каждый из каналов состоит из усилителя входного сигнала, узла преобразования длительности импульса и блокировки выходного сигнала, узла гальванической развязки и выходного импульсного усилителя. Для контроля функционирования каналов в ячейках имеется узел индикации, выполненный на светодиодах, установленных на лицевой панели ячейки. В ячейках имеется возможность блокировки выходов во время прохождения электровозом изолирующих вставок контактного провода. При этом, пропадает напряжение Узел, и сигнал "блокировка", вырабатываемый ячейкой ВФС, через схему узла преобразования длительности импульсов запирает все каналы ячеек на время прохождения изолирующей вставки и еще дополнительно в течение 5,12 с, после снятия сигнала "блокировка" восстанавливается нормальная работа ячеек УВ3, УВ4.

2.5.12 Ячейка входных формирователей ВФЗ предназначена для согласования сигналов сетевых датчиков трансформаторов с входами ячейки ФС.

Ячейка состоит из:

- узлов формирования сигнала максимального угла коммутации $1U_{\gamma}$, $2U_{\gamma}$ - #1,#2;
- узлов формирования сигналов $1U_{\text{сл}}$, $2U_{\text{сл}}$ - #3,#4;
- узлов формирования сигналов U_{γ} - #5,#6.

Узлы формирования сигнала максимального угла коммутации γ тах состоят из 4-х схем сигналов датчиков углов коммутации, делителя напряжения, фильтра и

стабилизатора напряжения. Узлы формирования сигналов Усл1 и Усл2 состоят из 2-х выпрямителей сигналов от датчиков слежения за потенциальными условиями и делителей напряжения. Узлы формирования сигнала Уси состоят из делителя напряжения, поступающего от датчиков напряжения синхронизации.

2.5.13 Ячейка питания СН4 предназначена для преобразования напряжения 50 В постоянного тока в напряжения +30 В, +5 В +15 В и минус 15 В питания аппаратуры.

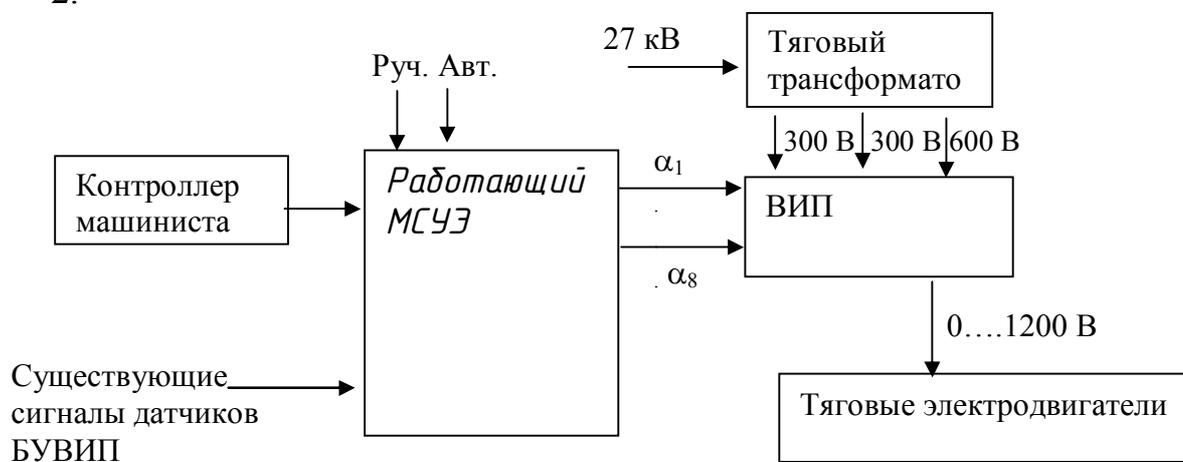
Выходы ячейки гальванически разделены от входа и друг от друга. Каждый выход имеет защиту от перегрузок и коротких замыканий, а также световую сигнализацию о наличии выходных напряжений. Также ячейки СН4 имеет световую сигнализацию перегорания входных предохранителей. Узел коммутации цепей подогрева, представляет собой датчик температуры, который управляет схемой силового ключа, коммутирующего цепи подогрева.

Узел срабатывает при понижении температуры окружающей среды ниже 30° С.

2.5.14 Ячейка питания СН5 предназначена для преобразования напряжения 50 В постоянного тока в напряжение +5 В для питания аппаратуры. Выход ячейки гальванически разделён от входа и имеет защиту от перегрузки и короткого замыкания, а также световую сигнализацию о наличии выходного напряжения. Также ячейка СН5 имеет световую сигнализацию перегорания входного предохранителя. Конструкция узла коммутации цепей подогрева аналогична ячейке СН4.

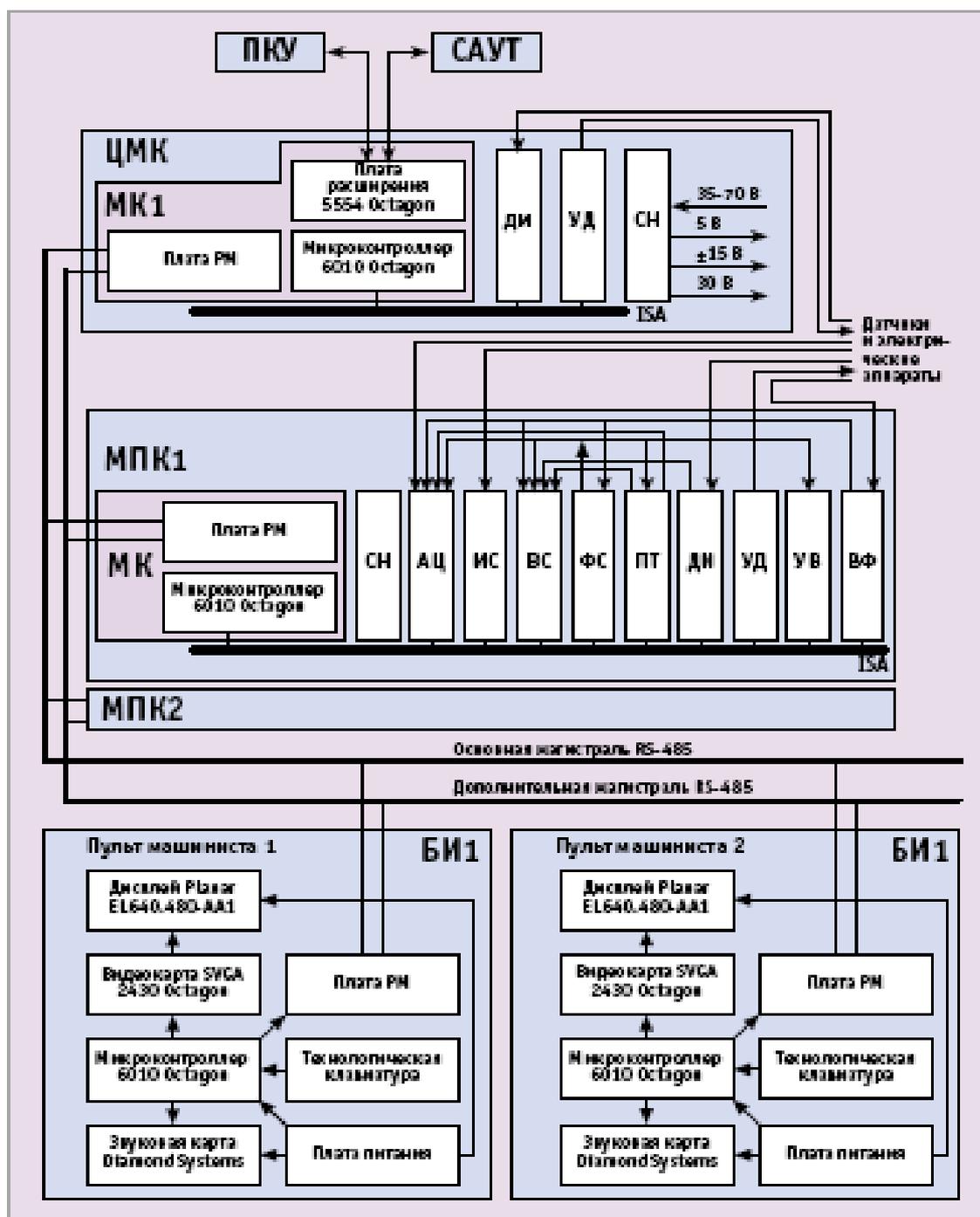
Порядок выполнения работы.

1. Описать назначение МСУД, изобразить структурный рисунок.
- 2.



3. Описать назначение блоков системы управления тяговыми двигателями электровоза

4. Описать назначение цепей и блоков МСУД.



Условные обозначения:

ЦМК — центральный микропроцессорный контроллер.

ПКУ — приемно-контактное устройство.

САУТ — система автоматического управления торможением.

МК — ячейка микропроцессорного контроллера.

ДИ — ячейка ввода дискретных сигналов.

УД — ячейка вывода дискретных сигналов.

СН — ячейка вторичных источников питания.

РМ — ячейка резервированной магистрали.

Рис. 1. Структурная схема МСУД

МПК — технологический микропроцессорный контроллер.

АЦ — ячейка аналого-цифрового преобразователя.

ИС — ячейка ввода импульсных сигналов.

ВС — ячейка ввода аналоговых сигналов.

ФС — ячейка фазовой синхронизации.

ПТ — ячейка программируемых таймеров.

УВ — ячейка выходных усилителей.

ВФ — ячейка входного фильтра.

БИ1 — блок индикации и ввода команд

