

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт Механико-технологический факультет  
Базовая кафедра «Мехатроника и автоматизация»  
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
В.Р. Гасияров

2017 г.

---

Система стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного  
бензинового двигателя

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА  
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.12-106-1886.05 ПЗ (ВКР)

Консультант  
к.т.н., доцент  
Е.Ж. Васильев

2017 г.

Руководитель работы  
к.т.н., доцент  
Владимир Алексеевич Смирнов

2017 г.

Нормоконтролер  
Преподаватель  
Е.А. Маклакова

2017 г.

Автор работы  
студент группы П-455  
Максим Михайлович Головин

2017 г.

Ст. преподаватель  
С.С. Воронин

2017 г.

Челябинск 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

**Институт** Политехнический институт  
**Факультет** Механико-технологический  
**Кафедра** Базовая кафедра мехатроники и автоматизации  
**Направление** 15.03.06 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
**Профиль** Автоматизация

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.Р. Гасияров  
подпись

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

Студенту группы П-455 Головин Максим Михайлович  
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Система стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя

утверждена приказом по университету от \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_\_\_  
(утверждена распоряжением по факультету от \_\_\_\_\_ 201\_ г. № \_\_\_\_\_)

2 Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3 Исходные данные к работе материалы производственной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Анализ объекта автоматизации

2) Проектный раздел

3) Разработка схемы электрической принципиальной

4) Разработка схемы электрической принципиальной

5) Разработка алгоритма функционирования

6) Разработка ПО

7) Организационно-экономическая часть



## АННОТАЦИЯ

Головин М.М. Система стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя. – Челябинск: ЮУрГУ, МТ–455; 2017, 30 с. 9ил., библиогр. список – 12 наим., 2 прил., 4 таб., 6 листов чертежей ф. А1,7 листов техническое задание

Целью работы является разработка системы стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя.

Данная система осуществляет стабилизацию напряжения электрогенератора через управление углом поворота дроссельной заслонки бензинового двигателя

Использование данной системы позволило питать различные виды нагрузок стабильным уровнем напряжения.

									Лист
					15.03.04.2017.886.00.05	ПЗ			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
Оглавление .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	5
1.1 Анализ объекта автоматизации .....	5
Таблица 1.2 – Характеристики Электродгенератора.....	6
2 ПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ.....	8
2.1 Разработка структурной схемы.....	8
2.2 Разработка структурно-функциональной схемы .....	9
3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ.....	12
3.1 Разработка схемы электрической принципиальной блока стабилизации.....	12
3.2 Разработка схемы электрической принципиальной микроконтроллерного блока. ....	15
5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ .....	20
6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
6.1 Расчет затрат на комплектующие системы .....	21
6.2 Расчет полной себестоимости проекта .....	22
6.3 Расчет экономического эффекта.....	23
6.4 Расчет срока окупаемости системы.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	28
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графическая часть на 6 листах ф. А1.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Перечень элементов на 1 листах ф. А4.....	39

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом для проектирования в данной работе является система, состоящая из двухтактного бензинового двигателя внутреннего сгорания и электрогенератора.

Система разрабатывалась с целью получения постоянного выпрямленного напряжения на выходе.

									Лист
					15.03.04.2017.886.00.05	ПЗ			4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

# 1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1 Анализ объекта автоматизации

Объект автоматизации система, состоящая из двухтактного бензинового двигателя внутреннего сгорания (Рисунок 1.1) ZDZ 80B2RV и двухфазного электрогенератора вентильного типа (Рисунок 1.2). Электрогенератор закреплен на вале двигателя.



Рисунок 1.1 – Бензиновый двигатель ZDZ 80B2RV

Таблица 1.1 – Характеристики двигателя

Мощность	5,9 кВт
Объем	79,38 см <sup>3</sup>
Частота вращения	1500-8200 об/мин
Диаметр поршня	38 мм
Ход поршня	35 мм
Масса	1750 гр
Фирма	ZDZ



Рисунок 2.1 – Электрогенератор вентильного типа

Функциональной задачей вентильных генераторов является преобразование механической энергии вращения в электрическую энергию.

Таблица 1.2 – Характеристики Электрогенератора

Мощность	260 Вт
Напряжение	13-17 В
Отдаваемый ток	15,2-20 А
Количество фаз	3

Цель и задачи работы. Целью выпускной квалификационной работы является разработка системы стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя. Задачами работы являются:

1. Разработка блока стабилизации, обеспечивающего нагрузку подключаемую к системе требуемым напряжением.

2. Разработка микроконтроллерного блока, который будет управлять частотой вращения вала двигателя при нагрузках на сам двигатель, и при подключении к блоку стабилизации большой нагрузки, обеспечит требуемый уровень напряжения, вырабатываемый электрогенератором.



Для запуска системы потребуется сторонний источник энергии, чтобы обеспечивать микроконтроллерный блок питающим напряжением (запуск системы не рассматривается). В роли стороннего источника энергии используется АКБ.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ					

## 2 ПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Разработка структурной схемы

Исходя из задач, предъявляемых к системе, была разработана структурная схема (рис. 2.1.1).

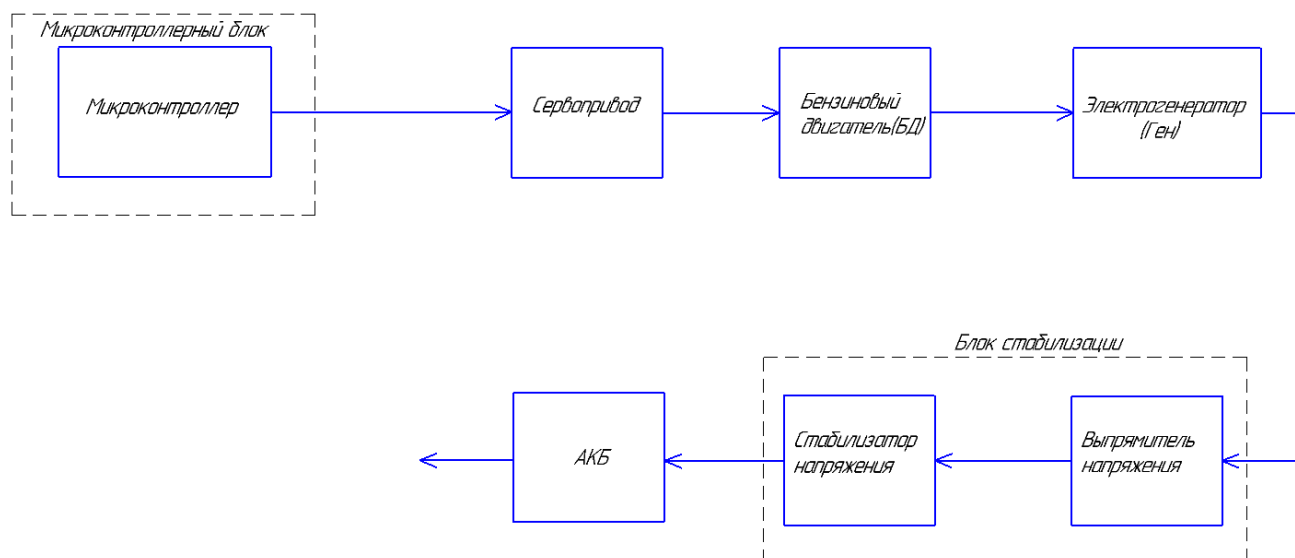


Рисунок 2.1.1 – Структурная схема

Для управление дроссельной заслонкой двигателя будет использоваться сервопривод.

Аккумуляторная батарея выбрана в качестве стороннего источника энергии для запуска системы.

## 2.2 Разработка структурно-функциональной схемы

На основе анализа структурной схемы и технического задания, была разработана структурно-функциональная схема

В качестве исполнительного элемента выступает сервопривод Futaba s3003, управляющий дроссельной заслонкой бензинового двигателя. Максимальный необходимый угол поворота равен 90 градусов, в этом положении дроссельная заслонка двигателя полностью открыта. (Рисунок 2.2.1) (технические характеристики представлены в таблице 2.2.1). Управление сервоприводом осуществляется через широтно-импульсный модулятор.



Рисунок 2.2.1 – Futaba s3003

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 2.2.1 – Технические характеристики сервопривода Futaba s3003

Габариты	40.4x19.8x36 мм
Масса	37.2 г
Напряжение питания	4.8 В
Усилие	0,0317 Н/м
Угловая скорость	4,6 рад/с
Максимальный угол поворота	180 градусов

Выбор микроконтроллера основывается на двух параметрах: наличие встроенного широтно-импульсного модулятора и наличие аналого-цифрового преобразователя. Через ШИМ производится управление сервоприводом. Через АЦП поддерживается необходимый уровень напряжения, вырабатываемый генератором. На основе этих требований был выбран микроконтроллер семейства ATmega8. ATmega8 – маломощный 8-разр. КМОП микроконтроллер, основанный на расширенной AVR RISC-архитектуре. За счет выполнения большинства инструкций за один машинный цикл ATmega8 достигает производительности 1 млн. операций в секунду/МГц, что позволяет проектировщикам систем оптимизировать соотношение энергопотребления и быстродействия. Встроенная внутрисхемно программируемая флеш-память позволяет перепрограммировать память программ непосредственно внутри системы через последовательный интерфейс SPI с помощью программатора.

Для питания микроконтроллера и сервопривода во время запуска системы требуется сторонний источник питания, который имеет возможность подзарядки и выходное напряжение которого равно 12 в. Исходя из этих параметров выбрана свинцово-кислотная аккумуляторная батарея типа AGM – Sven Sv1272(Рисунок 2.2.2). Технические характеристики приведены в таблице 2.2.2.

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



Рисунок 2.2.2 – Sven Sv1272

Таблица 2.2.2 – Технические характеристики батареи Sven 1272

Тип батареи	Свинцово-кислотная типа AGM
Номинальное напряжение, В	12
Максимальный ток разряда, А	105
Емкость(при 20 часовом разряде), А·ч	7,2
Максимальный ток заряда, А	2,1
Внутреннее сопротивление, мОм	18
Номинальная рабочая температура, С	25
Рабочий диапазон температур, С	От -20 до +50
Длина, мм	151
Ширина, мм	65
Высота, мм	94
Вес, кг	2,1
Срок службы	5 лет

Регулятор напряжения отвечает за изменение питающего напряжения, для сервопривода и микроконтроллерного блока, с АКБ на стабилизатор после запуска системы.

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

### 3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ

#### 3.1 Разработка схемы электрической принципиальной блока стабилизации

Разработка схемы электрической принципиальной микроконтроллерного блока ССНЭДБД основывалась на схеме структурно - функциональной путем поэлементной реализации каждого блока.

Для питания блока стабилизации требуется 14,8 В, это обуславливается стабилизатором напряжения 7812 (Рисунок 3.1.1). Напряжение на входе такого стабилизатора должно быть не меньше 14,8 и не больше 35 В, чтобы обеспечивать стабильные 12 В на выходе. Стабилизатор в схеме используется как питание для других микросхем.

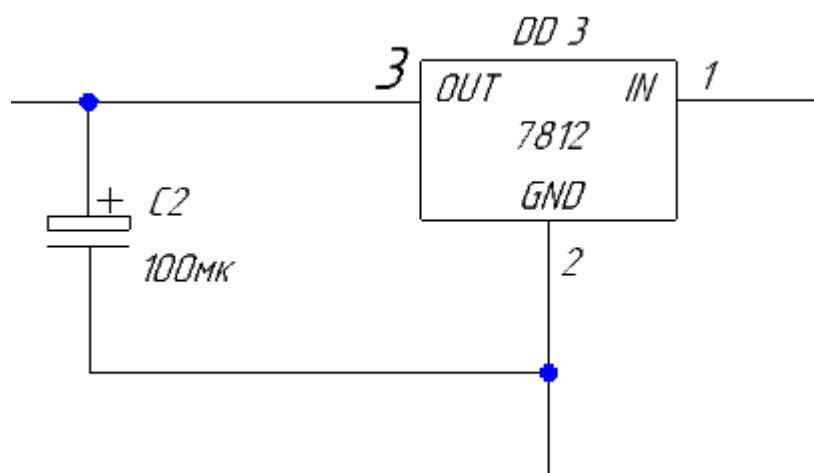


Рисунок 3.1.1 – Стабилизатор напряжения 7812

Основным элементом для стабилизации напряжения является импульсный регулятор LM2576-12. (Рисунок 3.1.2) Через обратную связь он регулирует скважность выходящего сигнала частотой 52 кГц, в зависимости от требуемого напряжения.

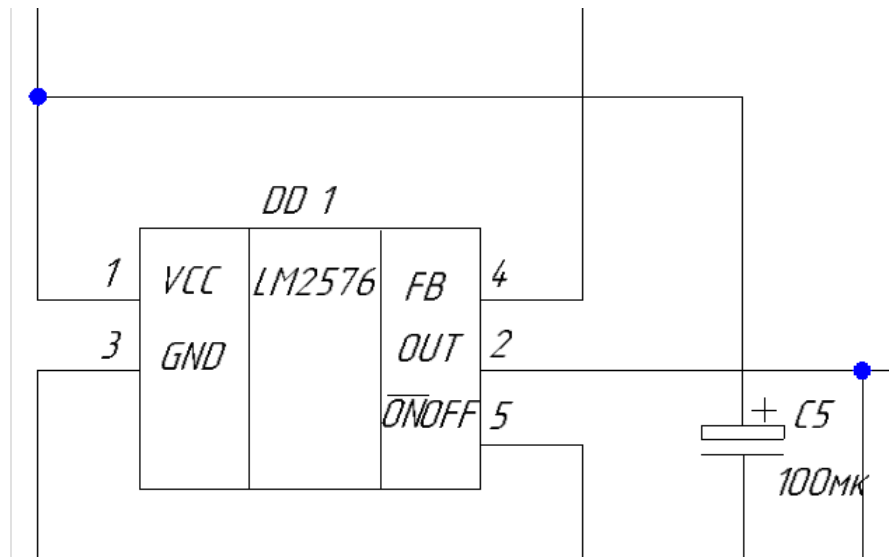


Рисунок 3.1.2 – Импульсный регулятор LM2576

Для управления силовым полумостом, состоящего из верхнего и нижнего ключа, используется драйвер IR2104. Он принимает сигнал идущий с импульсного регулятора LM2576 и в зависимости от скважности сигнала обеспечивает правильное питание на затворах. Нижний ключ используется как синхронный выпрямитель, чтобы разгрузить выпрямительный диод HER108. HER108 увеличивает КПД IR2104.

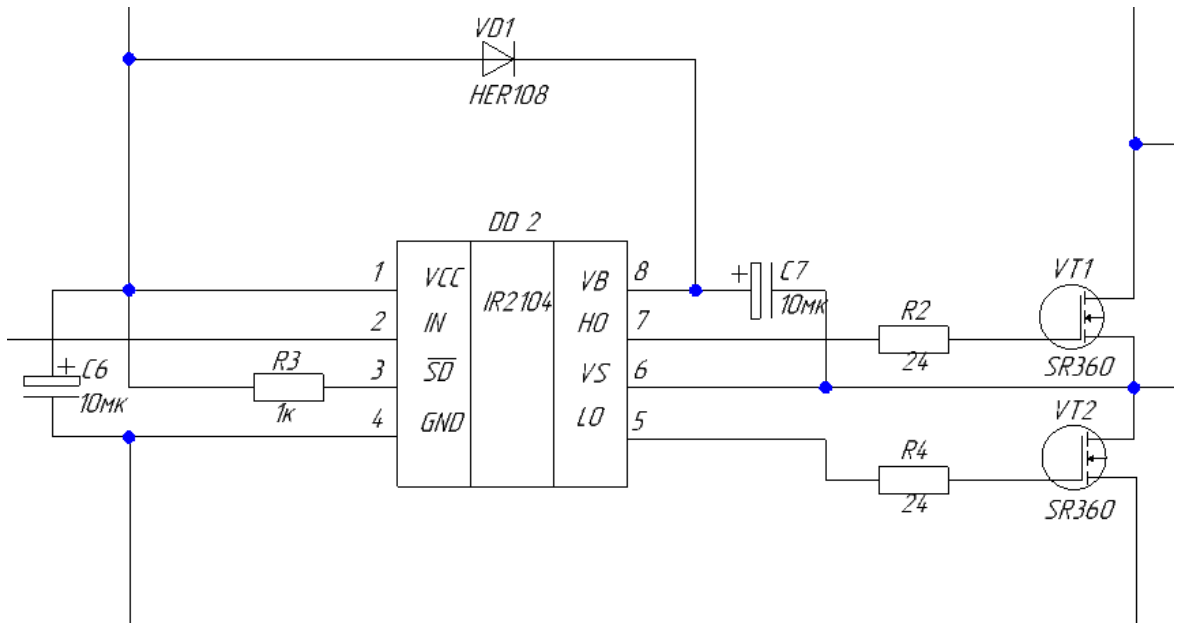


Рисунок 3.1.3 – Драйвер IR2104

В случае, когда открывается верхний ключ и сердечник дросселя начинает насыщаться, энергия берется с конденсаторов C3, C4 (Рисунок 3.1.4).

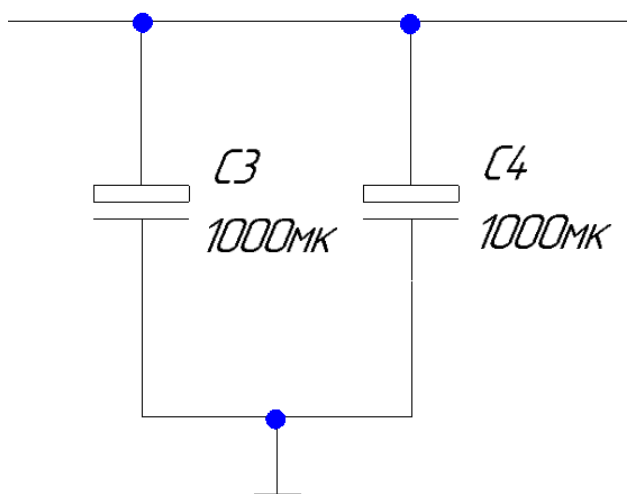


Рисунок 3.1.4 – Импульсный преобразователь

В качестве дополнительной энергии драйвера используется C7. Обеспечивает питание верхнего плеча полумоста.

Для переключения питающего напряжения с АКБ на стабилизатор, используется регулятор напряжения (Рисунок 3.1.5).

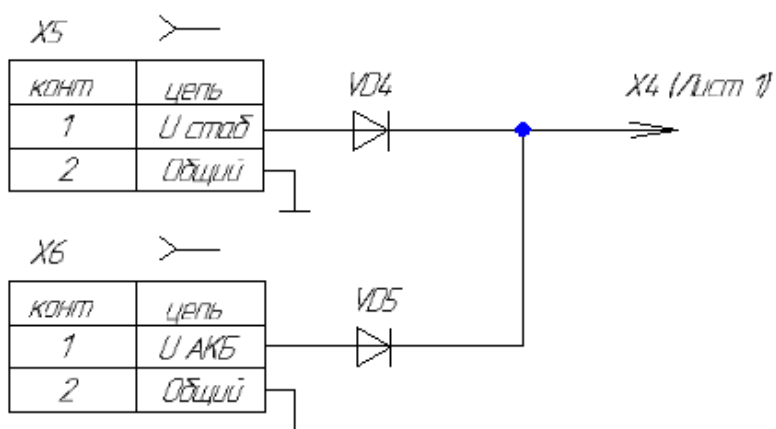


Рисунок 3.1.5 – Регулятор напряжения



Переключение на стабилизатор происходит в момент, когда напряжение на выходе стабилизатора становится больше напряжения на АКБ.

Чтобы выпрямить напряжение, получаемое с генератора используется диодный мост и сглаживающий фильтр (Рисунок 3.1.6).

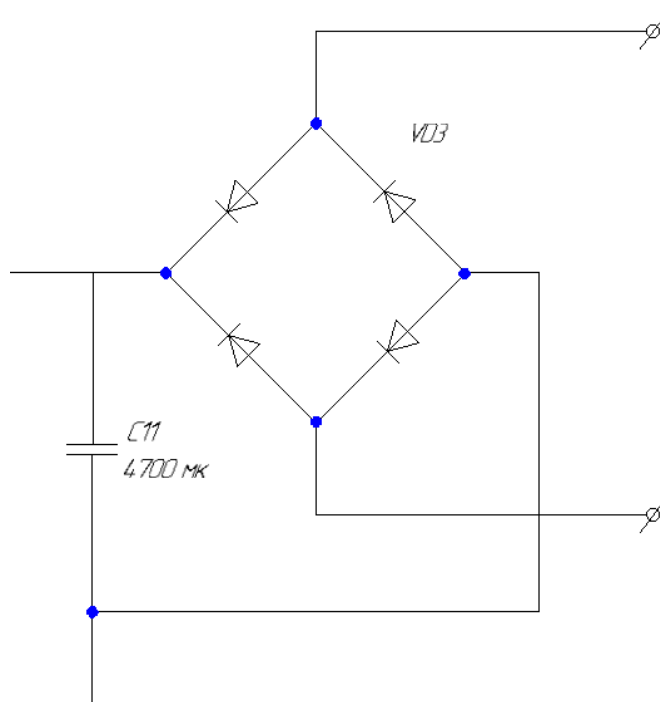


Рисунок 3.1.6 – Выпрямитель напряжения

Исходя из : напряжение питание, переменное равно 15 В; ток после выпрямления равен 17 А; Пульсации равны 50 Гц, можно рассчитать следующие параметры. Постоянное напряжение равно 21,15. Максимальное обратное напряжение диодов 33,22 В. Допустимый прямой ток равен 24,29 А. Емкость конденсатора минимальная 5144 мкФ. Напряжение конденсатора 26,44 В.

3.2 Разработка схемы электрической принципиальной микроконтроллерного блока.

Через АЦП АТМega8 регулируется напряжение, вырабатываемое генератором. Для уменьшения напряжения подаваемого на АЦП, используем резистивный делитель (Рисунок 3.2.1). При номиналах 15к Ом и 4,7к Ом

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

напряжение уменьшается в 4 раза. Использование встречно-параллельных диодов необходимо для защиты от перенапряжения. В тот момент, когда импульс напряжения на линии превысит сумму прямого напряжения диода и опорного напряжения, диоды направят его на питающую шину или землю. На диодах дополнительно упадет 0,7 вольта. Идентичная схема используется для определения напряжения на выходе генератора.

В случае если напряжение не соответствует 14,8-15 В сервопривод изменяет угол поворота дроссельной заслонки так, чтобы вернуть напряжение в заданный интервал.

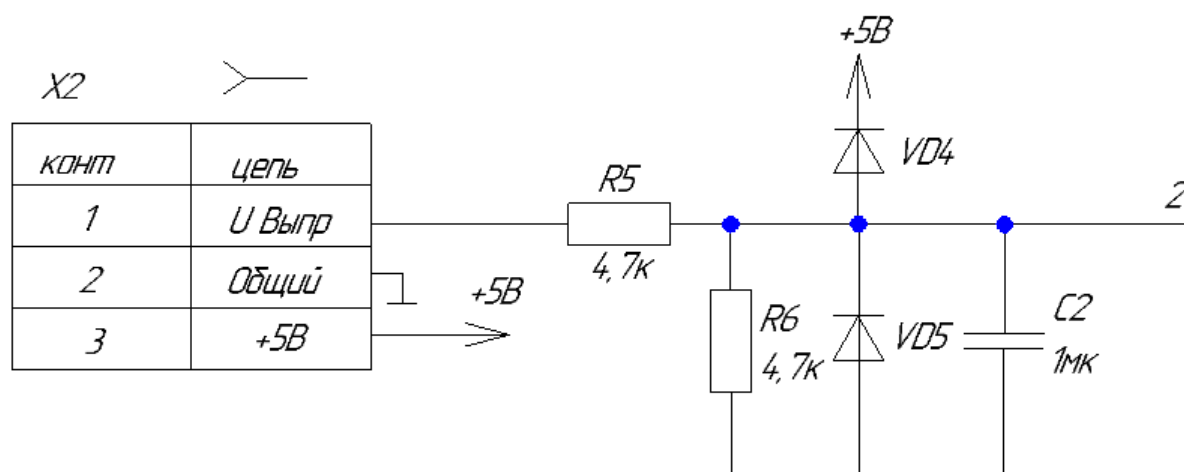


Рисунок 3.2.1 – Измерение напряжения

Для определения частоты вращения вала двигателя, используем преобразователь в импульсное напряжение (Рисунок 3.2.2). На выходе преобразователя стоит резистивный делитель, номиналы 4.7к Ом и 10к Ом уменьшают напряжение в 1.5 раза. Транзистор открывается когда напряжение на базе доходит до 0,7 В, и закрывается когда напряжение ниже 0,7 В, таким образом по переменному напряжению с фазы А генератора, можно определить частоту вращения вала двигателя.

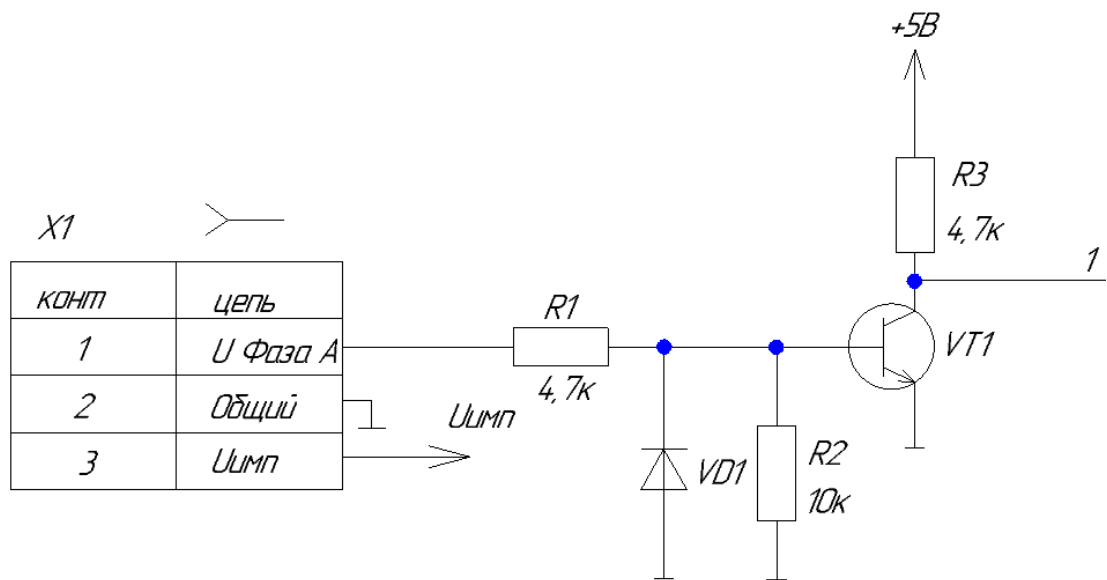


Рисунок 3.2.2 – Преобразователь в импульсное напряжение

Чтобы отслеживать уровень заряда АКБ предусмотрена индикация (Рисунок 3.2.3).

Блок индикации включает в себя светодиод, который будет загораться в тот момент, уровень заряда батареи упадет ниже 6 В.

Рассчитаем элементы данного устройства. В качестве светодиода выбираем светодиод АЛ307ГМ.

Максимальное обратное напряжение  $U_{об\ max} = 2В$ .

Его максимальный прямой ток  $I_{пр\ max} = 20\ mA$ .

Это есть коллекторный ток транзистора VT6. Выбираем транзистор КТ316А ( $I_{к\ max} = 50\ mA$ ,  $\beta_{min} = 20$ ).

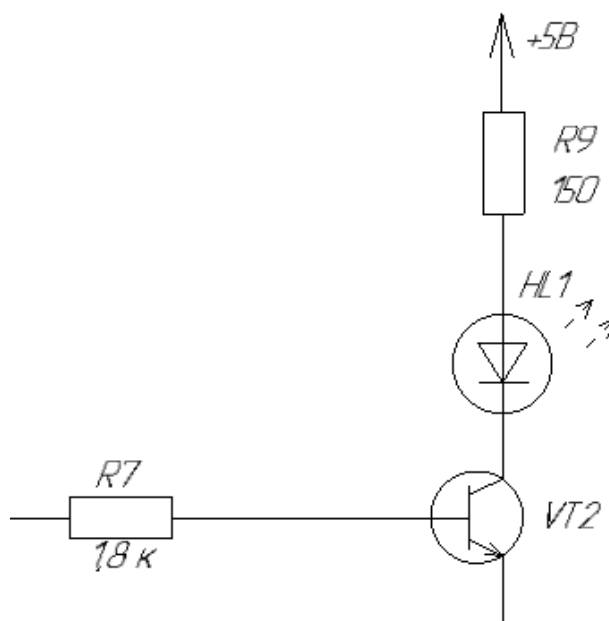


Рисунок 3.2.3 – Индикация

Его максимальный ток коллектора  $I_{к \max} = 50 \text{ мА}$  .

Минимальный статический коэффициент передачи тока  $\beta_{\min} = 20$ .

Максимальный ток базы:

$$I_{б \max} = \frac{I_{к \max}}{\beta_{\min}} = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ мА}.$$

Рассчитаем резистор R9:

$$R9 = \frac{U_{\text{пит}} - U_{об \max}}{I_{пр}} = \frac{5 - 2}{0,02} = 150 \text{ Ом (E12)}$$

Рассчитаем резистор R7:

$$R7 = \frac{U_{вх} - U_{бэ}}{I_{б \max}} = \frac{5 - 0,7}{0,0025} = 1,8 \text{ кОм (E24)}$$

Для питания всех элементов микроконтроллерного блока используется стабилизатор 7805 (Рисунок 3.2.4). Для устранения самовозбуждения их выходные и входные цепи шунтируются конденсаторами.

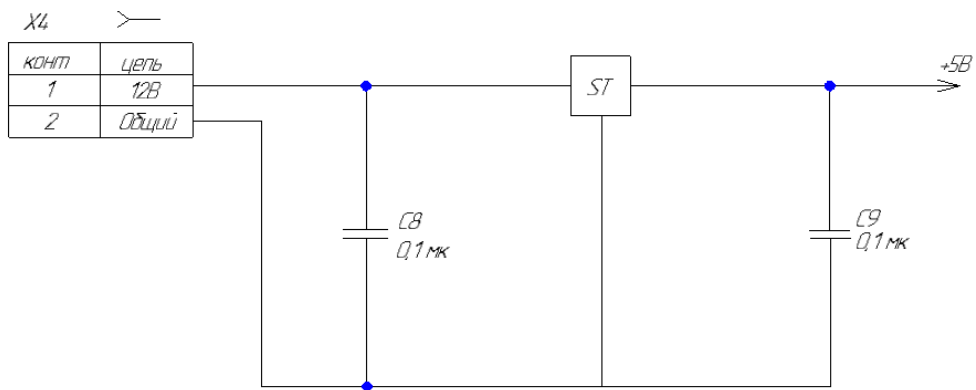


Рисунок 3.2.4 – Регулируемый стабилизатор

Сервопривод управляется через ШИМ АТМega8. Для питания сервопривода и микроконтроллерного блока, используется АКБ или стабилизатор в зависимости от того запущен двигатель или нет.

## 5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Алгоритм функционирования устройства (системы) – это совокупность предписаний, ведущих к правильному выполнению действий в каком-либо устройстве или в совокупности устройств (системе).

Разработаем алгоритм функционирования системы стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя (ССНЭДБД). При изображении алгоритма функционирования (последовательности работ), обычно пользуются блок схемами.

В блок-схеме рассматривается алгоритм работы микроконтроллерного блока.

В ССНЭДБД для стабилизации напряжения используются два входных и один выходной сигнала.

К входным параметрам относится напряжение на выходе выпрямителя и частота вращения вала двигателя.

К выходным параметрам относится угол поворота дроссельной заслонки.

Задача автоматического режима поддерживать требуемый уровень напряжения 14,8-15 В. Это осуществимо за счет управления исполнительным механизмом (дроссельной заслонкой). В зависимости от того на каком уровне находится действующее напряжение с выпрямителя, дроссельная заслонка меняет угол поворота меняя тем самым частоту вращения вала двигателя и напряжение, вырабатываемое генератором, попадает в требуемый промежуток 14,5-15 В.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ				

## 6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Экономическая часть является одной из основных причин создания ССНЭДБД. В данном разделе представлено экономическое обоснование создания ССНЭДБД, а также расчёт себестоимости системы с учётом проведённых работ и всех комплектующих частей системы. Произведён расчёт возможной прибыли, срока окупаемости проектируемой ССНЭДБД. Расчёт производится в несколько этапов, которые будут рассмотрены далее.

Себестоимость продукции – это затраты предприятия на ее производство и реализацию, выраженные в денежной форме. Расчет и анализ себестоимости продукции является важнейшей задачей любого предприятия и входит в систему управленческого учета. Себестоимость в свою очередь складывается из ряда составляющих:

- материальные затраты (сырье, материалы, комплектующие изделия, топливо, энергия, общепроизводственные затраты);
- оплата труда (основного производственного персонала, вспомогательного производственного персонала, интеллектуального персонала, служащих, младшего обслуживающего персонала);
- отчисления на социальные мероприятия;
- амортизация основных средств;
- прочее (накладные расходы, непосредственно связанные с производством и реализацией; маркетинговые расходы).

### 6.1 Расчет затрат на комплектующие системы

Расчет стоимости используемого оборудования произведен исходя из цен, представленных в интернет-магазинах. Стоимость каждой позиции представлена в таблице 6.1. Цены приведены с учётом НДС.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ					

Таблица 6.1 – Стоимость комплектующих

Наименование	Цена за ед.	Кол.	Сумма
Микроконтроллер ATmega 8 в корпусе PDIP28	150	1	150
Сервопривод Fatuba 3003	480	1	480
Аккумулятор Sven SV 1272 (12v, 7ah)	999	1	999
Шим LM2576	43	1	43
Полумостовой драйвер IR2104	50	1	50
Стабилизатор напряжения	19	1	19
Конденсатор 1000 мкФ	3	4	12
Полевой транзистор IRF3205	40	2	80
Диод SR360	80	1	80
Диод HER108	79	1	79
Резистор 1кОм	1	1	1

Сумма затрат на комплектующие составила  $\Pi=1\ 741$  рублей

Стоимость прочего оборудования принимается в размере 10% от суммарной стоимости комплектующих системы:

$$\Pi_b = 1741 \text{ рублей} \cdot 0,1 = 174,1 \text{ рублей.}$$

Итоговая сумма затрат на комплектующие системы:

$$\Pi_{\text{кп}} = 1741 \text{ рублей} + 174,1 \text{ рублей} = 1915,1 \text{ рублей.}$$

## 6.2 Расчет полной себестоимости проекта

Для подсчета полной себестоимости проектируемой системы необходимо так же учесть затраты на транспортировку комплектующих, оплату труда,

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



отчисления на социальные нужды, монтажные и пусконаладочные работы, а также общие накладные расходы.

Используя расчеты из п 6.1 суммарная себестоимость комплектующих равна 1915,1 рублей.

Примем заработную плату проектировщика за 20000. С учетом подоходного налога равного 13% и отчислениями на социальные нужды (30% от заработной платы), затраты составят 28600. Исходя из предложений интернет-магазинов, оказывающих услуги доставки, выберем наиболее оптимальную доставку стоимостью 800 р.

Монтажные работы, разводка печатной платы, а также пусконаладочные работы составляют порядка 30% от себестоимости проектируемой системы. В том случае затраты на такие работы составят 574,53. По расчетным данным составим калькуляционную таблицу полной себестоимости. (таб.6.2).

Таблица 6.2 – Полная себестоимость проекта

Статья калькуляции	Сумма, рублей
Стоимость комплектующих	1915,1
Транспортные расходы	800
Монтажные и пусконаладочные работы	574,53
Суммарные затраты на разработчика	28600
Итого	31889,63

### 6.3 Расчет экономического эффекта

Экономический эффект – разность между результатами деятельности хозяйствующего субъекта и произведенными для их получения затратами на изменения условий деятельности. Эффект от использования систем автоматизации в сущности является экономией общественного труда при производстве, которая может определяться снижением квалификации работника,

экономией затрат времени на производимую, операцию, а также повышение качества регулирования и надежности системы, что безусловно сказывается на увеличении срока эксплуатации объекта.

Экономический эффект достигается путем экономии материальных средств на оплату труда обслуживающего персонала, который осуществляет обслуживание системы. Учитывая особенности технологического процесса, для обслуживания системы требуется 1 сотрудник.

До внедрения разрабатываемой технологии по данным технологического процесса средние временные затраты на регулирование технологических параметров составляют 2,5 часа в смену.

Заработная плата оператора (за вычетом НДФЛ) составляет 10 000 рублей в месяц. В среднем в месяц специалист работает 63 часа.

Рассчитаем затраты предприятия на одного оператора с учётом подоходного налога 13% и с учётом отчислений на социальные нужды 30%:

$$ЗП_{с\text{ НДФЛ}} = \frac{10000 \text{ рублей}}{100\%} \cdot 113\% = 11\,300 \text{ рублей,}$$

$$H_{\text{соц}} = 11\,300 \text{ рублей} + 10\,000 \cdot 0,3 = 14\,300 \text{ рублей.}$$

После внедрения разрабатываемой технологии по данным технологического процесса средние временные затраты на регулирование технологических параметров уменьшатся до 0,5 часа в смену, а общая продолжительность рабочего времени в месяц – до 12,6 часов.

Тогда заработная плата оператора (за вычетом НДФЛ и социальных отчислений) составит:

$$ЗП = \frac{10000 \text{ рублей}}{2,5} \cdot 0,5 = 2\,000 \text{ рублей,}$$

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$ЗП_{с\text{ НДФЛ}} = \frac{2000 \text{ рублей}}{100\%} \cdot 113\% = 2\,260 \text{ рублей},$$

$$Н_{\text{соц}} = 2\,260 \text{ рублей} + 2\,000 \cdot 0,3 = 2\,860 \text{ рублей}.$$

В таблице 6.3. представлен экономический эффект от внедрения системы.

Таблица 6.3 – Эффект от внедрения системы

Параметр	До внедрения	После	Эффект
Затраты времени на регулирование технологических параметров, ч/сутки	2,5	0,5	снижение на 2,0
Рабочее время оператора в месяц, час	63	12,6	снижение на 50,4
Затраты на заработную плату оператора, рублей в месяц	14 300	2 860	снижение на 11 400

#### 6.4 Расчет срока окупаемости системы

Разработка системы и её внедрение необходимо для нужд предприятия, поэтому её дальнейшая реализация не предполагается. Внедрение системы планируется на собственные средства. Рассчитаем срок окупаемости системы, т.е. то время, за которое произойдёт возврат всех капитальных вложений в размере 31 889,63 рублей.

Как ранее было сказано, возврат средств произойдёт за счёт экономии, в основном, на заработной плате оператора.

Следовательно, годовая экономия затрат:

$$ЭЗ = 11\,400 \text{ рубль} \cdot 12 = 137\,280 \text{ рублей}.$$

По этим данным составим график окупаемости, показывающий срок окупаемости за счет экономии затрат.

Период, за который окупится внедрение системы:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\text{ЭЗ}} = \frac{31\,889,63}{137\,280} = 0,23 \text{ года} = 2,8 \text{ месяцев.}$$

Поэтому эффект от внедрения системы будет проявляться лишь после данного срока. Рассчитаем экономический эффект и для последующих лет эксплуатации:

$$\text{Э}_{\text{ЭЗ}i} = K + i \cdot \text{ЭЗ},$$

$$\text{Э}_{\text{ЭЗ}1} = 31\,889,63 \text{ рублей} + 137\,280 \text{ рублей} = 169\,169,63 \text{ рубль,}$$

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной выпускной квалификационной работы была разработана система стабилизации напряжения электрогенератора на базе двухтактного бензинового двигателя. Появилась возможность питать от системы различные виды нагрузок.

Был разработан алгоритм функционирования автоматического режима, который управляет дроссельной заслонкой двигателя, питая стабилизатор необходимым напряжением, за счет генератора.

Был составлен алгоритм функционирования работы микроконтроллерного блока.

В организационно – экономической части был приведен полный расчет себестоимости и прочих расходов. Так при реализации данной системы на рынке, срок окупаемости составит 2,8 месяцев.

									Лист
					15.03.04.2017.886.00.05	ПЗ			27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ 04–2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению /Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: издательство ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
2. ГОСТ 2.701 – 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Изд- во стандартов, 1980 – 4с.
3. ГОСТ 19.701 – 90. Единая система программной документации. Схема алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Изд – во стандартов, 1992 – 24с.
4. Смирнов, В.А. Схемотехника микропроцессорных систем: Текст лекций / В. А. Смирнов. – Челябинск: Изд – во ЮУрГУ, 2003. – 110с.
5. Сташин, В. В. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах: учебник / В. В. Сташин, А. В. Урусов. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 224с.
6. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «Atmel» / А. В. Евстифеев. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560с.
7. Rezonit.ru : РСВ справочник [Электронный ресурс]. – Спб. : Резонит, 2014 -. – Режим доступа : <http://rezonit.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
8. ГОСТ 23751-86. Печатные платы. Основные параметры конструкций. – М.: Изд - во стандартов, 1986 – 7с.
9. Джонсон, Д. Справочник по активным фильтрам / Д. Джонсон, Дж. Джонсон, Г. Мур; пер. с англ. под ред. И. Н. Теплюка. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 128 с.
10. Protocol Manual, “D” Protocol [Электронный ресурс] – 1999-. – Режим доступа: [bruxy.regnet.cz/programming/rs485/pelco-d.pdf](http://bruxy.regnet.cz/programming/rs485/pelco-d.pdf), свободный – Загл. с экрана.

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

					15.03.04.2017.886.00.05 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30