


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра электроники и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

к.т.н.


Н. Н. Беспалов
«19» 06 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ПЕРЕНАСТРАИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Автор бакалаврской работы



19.06.2019

В. А. Коротин

Обозначение бакалаврской работы БР – 02069964 – 11.03.04 – 10 – 19

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Руководитель работы

к.т.н., доцент



19.06.2019

А. Ю. Бальзамов

Нормоконтролер



19.06.2019

А. А. Шестёркина

Саранск
2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра электроники и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

к.т.н.


Н. Н. Беспалов
« 12 » 11 2019 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

(в форме бакалаврской работы)

Студент Коротин Владислав Александрович

1 Тема: Разработка перенастраиваемой системы управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии

Утверждена приказом № 9507-с от 12.11.2018 г.

2 Срок представления работы к защите 25 июня 2019 г.

3 Исходные данные для выпускной квалификационной работы

Разработать:

– математические модели трехфазного тиристорного выпрямителя с системой управления: 6 канальный СИФУ с независимым отсчетом угла управления для каждого из каналов, в диапазоне от 0 до 360 эл. градусов; управляющий импульс в диапазоне 10 мкс – 10 мс;

– математическую модель трехфазного транзисторного инвертора с системой управления: диапазоны регулирования фазы выходных импульсов

от 0 до 180 эл. градусов; частота несущих выходных импульсов 1кГц – 20 кГц; длительность выходных импульсов 100 мкс – 6,6 мс;

– универсальную систему выпрямительно-инверторного преобразователя: питание от сети переменного тока общего пользования с напряжением: 380 В, 50 Гц, 220 В, 50 Гц; защита по току короткого замыкания, время срабатывания не более 100 нС; защита по току перегрузки, время срабатывания 100 мС – 10 С.

4 Содержание выпускной квалификационной работы

4.1 Введение

4.2 Исследование цифровых методов формирования сигналов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.3 Разработка математических моделей функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.3.1 Модель трехфазного тиристорного выпрямителя с системой управления

4.3.2 Модель трехфазного транзисторного инвертора с системой управления

4.4 Проектирование и проверка на моделях алгоритмов и методов управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.5 Разработка структуры комплексной цифровой системы управления преобразователем, определение элементной базы для построения

4.6 Разработка функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.7 Программирование узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.8 Реализация и экспериментальные исследования системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

4.9 Заключение

4.10 Список использованных источников

микроконтроллера

4.12 Перечень графического материала

4.12.1 Функциональные схемы преобразователей частоты для электропривода переменного тока

4.12.2 Структурная схема импульсно-фазового контроллера трехфазного выпрямителя

4.12.3 Общая структурная схема комплексной системы управления

4.12.4 Фрагмент принципиальной схемы системы управления

4.12.5 Фотография системы управления (вид со стороны элементов)


4.12.6 Фотография системы управления в собранном виде

4.12.7 Отображение параметров управления на дисплее системы

4.12.8 Осциллограмма фазы А питающей сети

4.12.9 Осциллограмма синусоидальной огибающей фазы W

Руководитель работы

 А. Ю. Бальзамов

Задание приняла к исполнению

 В. А. Коротин





РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 91 страниц, 26 рисунков, 2 таблицы и 6 источников информации.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМАЯ ЛОГИКА, МОДЕЛЬ, АЛГОРИТМ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ.

Цель бакалаврской работы – Разработка перенастраиваемой системы управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии.

В результате бакалаврской работы был изготовлен экспериментальный образец разработанной универсальной системы управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии и осуществлено его совместное испытание с прототипом маломощного трехфазного инвертора, оснащенного имитатором нагрузки, получены осциллограммы импульсов управления и выходного напряжения в различных режимах управления инвертором.

| | | | | | | | |
|--|------|------------------|---|----------|---|---|----|
| <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">БР-02069964-11.03.04-10-19</p> | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата | <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Разработка перенастраиваемой системы управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии</p> | | |
| Разраб. | | Коротин В. А. |  | 19.06.19 | | | |
| Проб. | | Бальзамов А. Ю. |  | 19.06.19 | 4 | 5 | 89 |
| Т. контр. | | | | | <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">МГУ ИМ. Н. П. Огарёва ИЭСЭНЭ4 11 зр.</p> | | |
| Н. контр. | | Шестеркина А. А. |  | 13.06.19 | | | |
| Утв. | | Беспалов Н. Н. |  | 19.06.19 | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| 1 Исследование цифровых методов формирования сигналов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии | 8 |
| 2 Разработка математических моделей функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии | 14 |
| 2.1 Модель трехфазного тиристорного выпрямителя с системой управления | 15 |
| 2.2 Модель трехфазного транзисторного инвертора с системой управления | 17 |
| 3 Проектирование и проверка на моделях алгоритмов и методов управления полупроводниковыми преобразователями | 18 |
| 4 Разработка структуры комплексной цифровой системы управления преобразователем, определение элементной базы для построения | 26 |
| 5 Разработка функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии | 29 |
| 6 Программирование узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии | 34 |
| 7 Реализация и экспериментальные исследования системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии | 40 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 48 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 50 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Текст программы управляющего микроконтроллера | 51 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Функциональные схемы преобразователей частоты для электропривода переменного тока | 83 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Структурная схема импульсно-фазового контроллера трехфазного выпрямителя | 84 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Общая структурная схема комплексной системы управления | 85 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Фрагмент принципиальной схемы системы управления | 86 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) Перечень графического материала | 87 |

ВВЕДЕНИЕ

Для создания силовых полупроводниковых приборов с новыми характеристиками в области энергетических и частотных параметров требуется широкий спектр полупроводниковых преобразователей электроэнергию.

Надежность полупроводниковых приборов и системы управления может быть гарантирована только стабильной и четкой работой преобразователей электроэнергии на мощных полупроводниковых приборах. Неверное формирование сигналов управления повлечет за собой сбой системы управления, вследствие чего, произойдет поломка силовых полупроводниковых приборов преобразователя.

Множество современных преобразователей электроэнергии осуществляют многозвенную передачу энергии от цепей переменного тока в цепи постоянного тока и обратно. Для этого используются две силовые схемы: выпрямитель и инвертор. Данные схемы имеют различные схемотехнические варианты исполнения, но большая часть из них использует общие законы для сигналов системы управления силовыми вентилями.

Это создает исходные предпосылки для постановки задачи по исследованию и обобщению наиболее используемых схемотехнических решений цифровых систем управления и оптимизации методов управления на основе разработки математических моделей функциональных узлов. Конечной целью является программно-аппаратная реализация цифровой системы управления преобразователем на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 7 |

1 Исследование цифровых методов формирования сигналов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

Номенклатура полупроводниковых преобразователей включает огромное количество элементов для различных отраслей промышленности и энергетики. Мощность преобразователей варьируется от единиц киловатт до десятков мегаватт. По областям применения аппараты можно разделить на несколько направлений (таблица 1):

Таблица 1 - Области применения преобразователей

| |
|--|
| 1. Вставки постоянного тока для согласования промышленных сетей |
| 2. Преобразователи для электропривода постоянного тока |
| 3. Системы питания оперативного тока, зарядно-подзарядные устройства |
| 4. Преобразователи для питания гальванических ванн |
| 5. Комплексы и источники бесперебойного питания |
| 6. Преобразователи для питания электропривода переменного тока |

На рисунке 1 представлена структура преобразователя для вставки постоянного тока. Он выполнен на основе регулируемых мостовых схем с полным числом тиристоров, разделенных сглаживающим LC фильтром. Поочередная работа одного моста в режиме выпрямителя, а другого в режиме инвертора тока ведомого сетью разрешают передавать электроэнергию из сети общего пользования переменного тока 50 Гц в сеть общего пользования переменного тока 60Гц, или обратно.

Этот преобразователь имеет возможность применения на большие мощности и высокое напряжение, что обуславливает использование группового соединения тиристоров в плече. Эта особенность требует синхронной коммутации всех вентилях входящих в плечо, как в начале проводимости, так и при выходе из работы. При раннем выключении одного тиристора в группе

приведет к неравномерному распределению токов по приборам группы при параллельном соединении и последующему лавинообразному выходу из строя оставшихся.

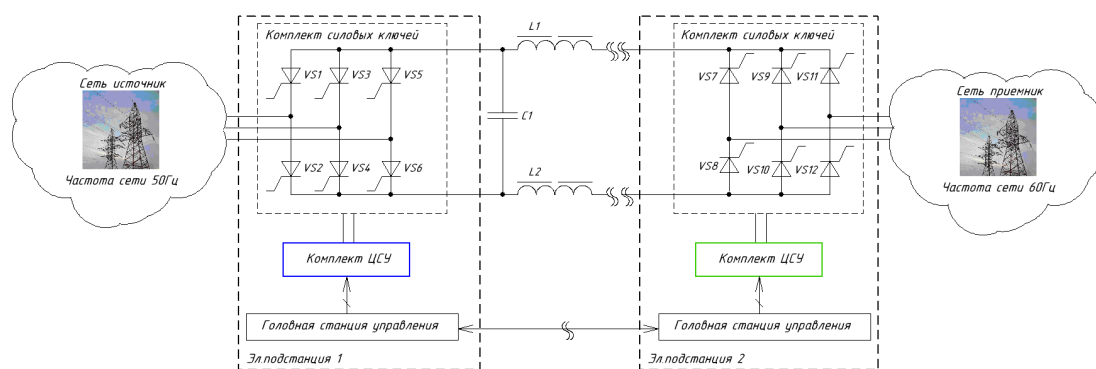


Рисунок 1 – Функциональная схема преобразователя для сопряжения энергосетей через звено постоянного тока

Отдельным направлением преобразовательной техники являются преобразователи для электропривода постоянного тока, показано на рисунке 2.

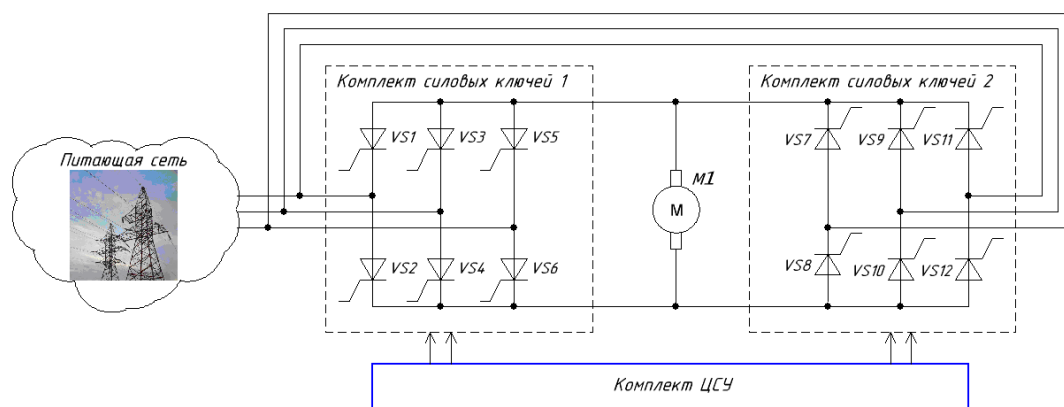


Рисунок 2 – Функциональная схема преобразователя реверсивного электропривода постоянного тока

В основном эти преобразователи содержат 2 комплекта выпрямителей или для обеспечения бесконтактного реверса вращения вала, или независимого

регулирования возбуждения электрической машины постоянного тока. Серьезным отличием данного преобразователя является работа на ярко выраженную активно-индуктивную нагрузку. Учитываем то, что требуется обеспечить правильное прерывание тока на участке естественной коммутации. т.к. в выпрямителях применяются не полностью управляемые вентили. В этой связи необходимо предусмотреть возможности переключения параметров управляющих последовательностей импульсов.

Преобразователи гарантированного электропитания – также являются классом устройств преобразовательной техники. Вариант такого устройства показан на структурной схеме, предоставленной на рисунке 3. На входе стоит понижающий низкочастотный трансформатор т.к. напряжение на аккумуляторной батарее находящийся в буфере с нагрузкой значительно ниже напряжения питающей сети.

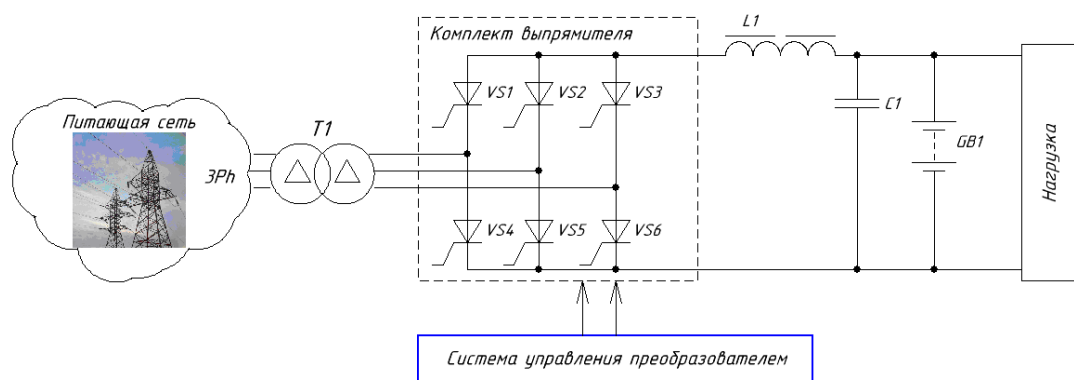


Рисунок 3 – Функциональная схема преобразователя зарядно-подзарядного устройства для систем оперативного тока

Крутая нелинейная вольтамперная характеристика характеризует то, что трансформатор и работает на активно-емкостную нагрузку. Выпрямитель располагается на вторичной стороне. В связи с этим преобразователь может работать в двух неблагоприятных режимах: режим близкий к короткому

замыканию (практически полностью разряженная емкость) и режим прерывистых токов (полностью заряженная емкость).

Самыми востребованными устройствами преобразовательной техники являются источник бесперебойного питания и преобразователь частоты для электропривода переменного тока. В первую очередь это связано с бурным развитием MOSFET и IGBT транзисторов. Они имеют самую важную роль в построении выходных инверторов. На рисунке 4 показаны функциональные схемы источников бесперебойного питания большой мощности с аккумуляторной батареей на полную амплитуду выходного напряжения.

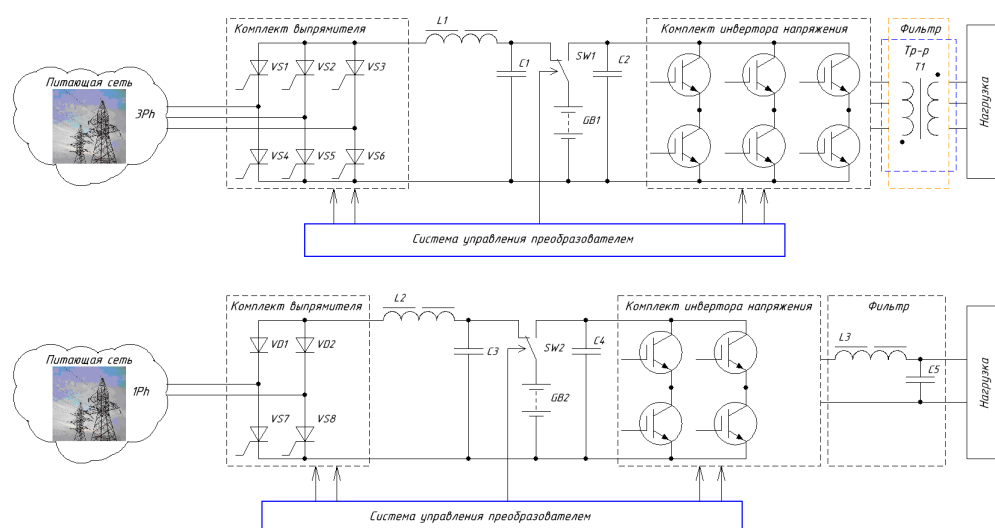


Рисунок 4 – Функциональные схемы преобразователей бесперебойного питания

Преобразователь состоит из двух частей, первая эквивалентна зарядно-подзарядному устройству, вторая - содержит автономный инвертор напряжения и выходной фильтр. Выходной каскад может строится по трехфазной или однофазной мостовой схеме. Это зависит от потребителя. Мостовая схема по сигналам от системы управления формирует высокочастотную ШИМ с синусоидальным законом изменения скважности импульсов по фазам.

Наиболее простой вид преобразователей для электропривода переменного тока является преобразователь питания обмотки якоря синхронных электродвигателей переменного тока (рисунок 5). По своему принципу и структуре они не имеют больших отличий от преобразователей возбуждения для электродвигателей постоянного тока, про которые говорится выше. Данный преобразователь не дает возможности непосредственной регулировки скорости вращения ротора двигателя и служит вспомогательным аппаратом питания электрической машины. Один из самых эффективных способов регулирования скорости вращения ротора электродвигателей переменного тока – это использование преобразователя с изменяемой частотой и значением выходного напряжения, представленный на рисунке 6.

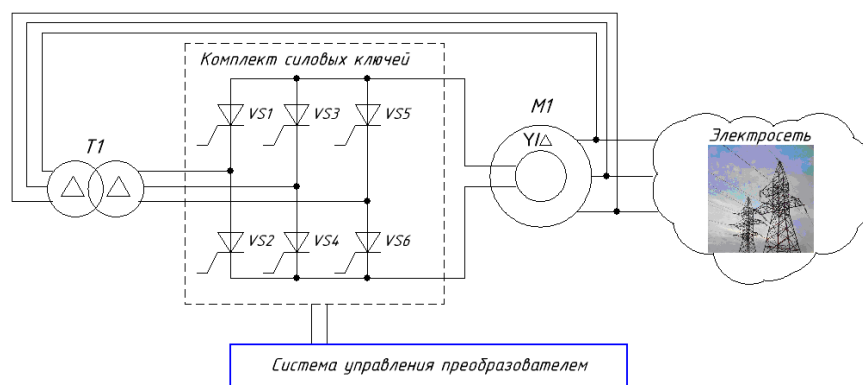


Рисунок 5 – Функциональная схема преобразователя возбуждения для синхронного электропривода переменного тока

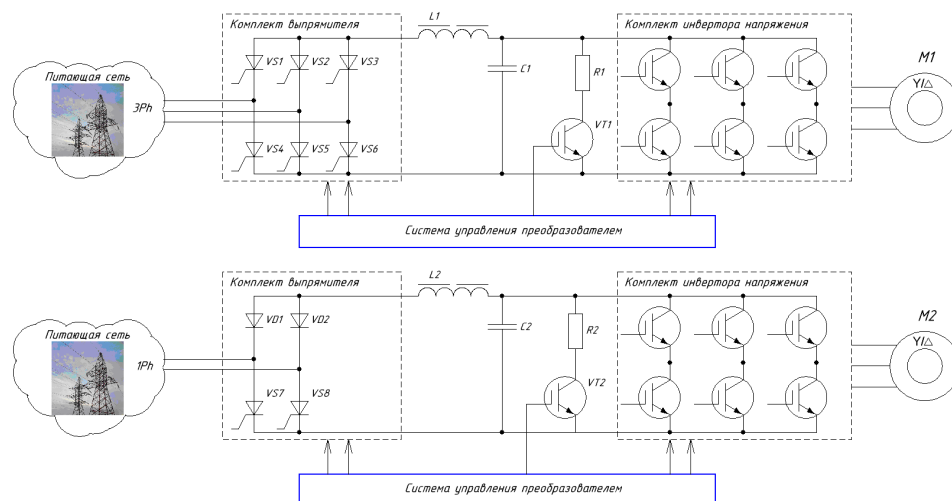


Рисунок 6 – Функциональные схемы преобразователей частоты для электропривода переменного тока

Основные назначения управляемого выпрямителя в структуре преобразователя частоты:

1. Обеспечение функций быстродействующей защиты. Аварии инвертора при работе преобразователя частоты связаны с большими сквозными токами (пробой транзистора, шунтирующего диода) и токами короткого замыкания (замыкание фазы на полюс, на корпус, на заземление), своевременное быстродействующее отключение от сети позволяет предотвратить масштабное развитие аварии.

2. Плавный заряд емкости в звене постоянного тока. Так для мощных преобразователей емкость в звене постоянного тока может достигать десяти тысяч микрофард и более, которая определяется реактивной мощностью используемого электродвигателя. Очевидно, что непосредственная зарядка от сети такой емкости в начальный момент времени будет эквивалентна короткому замыканию на выходе выпрямителя, а ударные токи разрушат электроды конденсаторов за несколько сотен циклов заряда.

Обобщив результаты проведенного обзора можно сделать вывод, что мостовые схемы выпрямления и инвертирования находят применение в 90%

устройств преобразовательной техники, при этом базовые принципы формирования управляющих сигналов остаются неизменными, и могут быть расширены для каждого конкретного применения с целью повышения надежности работы. Объединив элементы импульсно фазового управления мостовым выпрямителем, и элементы широтно-импульсного управления мостовым инвертором в единую систему управления, можно обеспечить универсальный модульный принцип построения системы управления для широкого спектра преобразователей электроэнергии различного назначения.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата</i> | | 14 |

2 Разработка математических моделей функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

2.1 Модель трехфазного тиристорного выпрямителя с системой управления

Комплексная система управления должна содержать контроллер системного импульсно фазового управления (СИФУ) тиристорного моста. Было проведено совместное моделирование разработанного прототипа СИФУ и тиристорного моста в среде моделирования SimPowerSystem 9 (PSIM 9). Было это сделано для предварительного синтеза его структуры и исследования логики работы

В схеме реализован прототип 6 канальной СИФУ с независимым отсчетом угла управления для каждого из каналов, в диапазоне от 0 до 360 эл. градусов, а также независимым регулированием длительности управляющего импульса в диапазоне 10 мкс - 10 мс.

СИФУ получает синхронизирующие последовательности от формирователя синхронизации, выполненного на резистивных делителях и трех компараторах, которые осуществляют попарное сравнение фазных напряжений и выдачу прямоугольных сигналов SyncA, SyncB, SyncC по переднему и заднему фронту синхронных с пересечением нуля линейным напряжением. На рисунке 7 представлены диаграммы линейных напряжений с наложением на них выпрямленного напряжения при нулевом угле регулирования.

Так же была произведена модификация модели, с целью введения обратной связи по выпрямленному напряжению.

В качестве источника угла управления для СИФУ выступает разностное значение ПИ-регулятора и максимальной длительности угла регулирования, это связано обратным значением управляющего воздействия регулятора. Чем больше разница, тем больше значение на выходе регулятора, в то время как

большее значение угла проводимости соответствует меньшему напряжению на выходе выпрямителя. В качестве опорного задания регулятора установлена величина в 200 В, время интегрирования регулятора составляет 5мС.

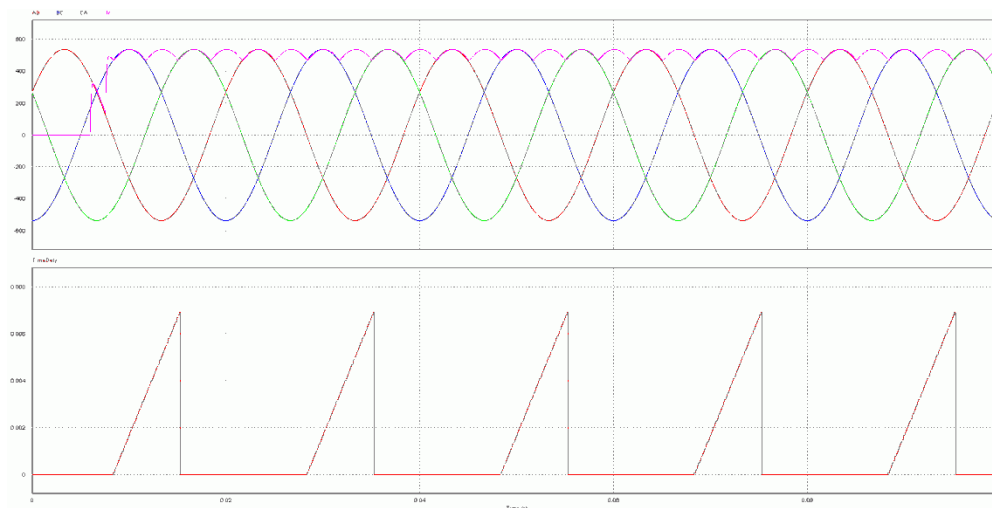


Рисунок 7 – Диаграммы результатов моделирования

Результаты моделирования СИФУ с замкнутой системой стабилизации выходного напряжения представлены на рисунке 8, на них виден процесс выхода на режим стабилизации в течение двух периодов сети и дальнейшая устойчивая работа СИФУ.

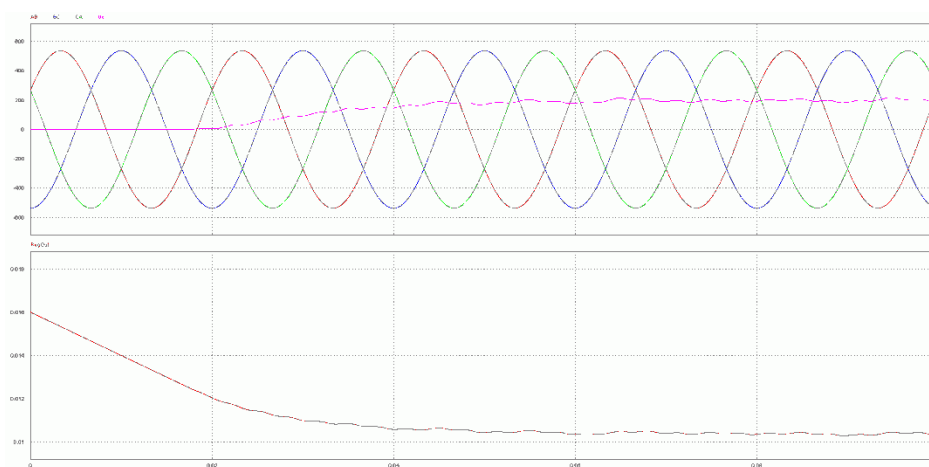


Рисунок 8 – Диаграммы результатов моделирования

БР-02069964-11.03.04-10-19

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

17

2.2 Модель трехфазного транзисторного инвертора с системой управления

Контроллер трехфазного мостового инвертора является второй частью общей системы управления преобразователя.

Прототип системы управления выполнен на основе 6 канального широтно-импульсного модулятора (ШИМ) с частотой несущей 1 кГц. Модулятор содержит отдельные компараторы для каждого канала управления с гистерезисом, поэтому вводится гарантированная пауза, необходимая для исключения сквозных токов в плечах инвертора.

На вход модулятора подается три синусоидальных сигнала. Второй сдвинут на 120 эл. Градусов относительно первого сигнала, а второй на 240 градусов. Период синусоидальной огибающей задается интегратором временной развертки, который сделан методом накапливающего сумматора с переменным коэффициентом суммирования. Амплитуда огибающей и следовательно результирующий диапазон изменения скважности импульсов несущей на выходе инвертора, определяется как произведение текущего задания амплитуды нормированного к единице на выход формирователя синусоидального сигнала каждой из фаз. Предусмотрена цепь корректировки задания, представляющая пропорциональный регулятор, для поддержания постоянного значения амплитуды на выходе инвертора, в зависимости от меняющегося напряжения в звене постоянного тока,.

Сигналы модуляции изначально имеют не синусоидальную форму. В процессе исследования стало ясно, что для повышения эффективности использования напряжения в звене постоянного тока можно вводить до 15% амплитуды третьей гармоники от основной частоты огибающей, при этом в линейных токах нагрузки данная составляющая подавляется и не оказывает негативного влияния.

3 Проектирование и проверка на моделях алгоритмов и методов управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

По завершении предварительного моделирования были сформированы математические прототипы систем управления выпрямителем и инвертором, определены принципы построения. Осуществлен переход от математических моделей в среде PSIM, к элементной базе цифровой электроники для последующей имплементации в цифровую систему управления.

В качестве основы построения выбраны ПЛИС. Выбор определяется несколькими причинами. Первая - это аппаратная реализация, с привязкой к периодам синхрогенератора. Это нам гарантирует формирование управляющих сигналов в заданные промежутки времени. Вторая – это то, что в ПЛИС все процессы выполняются параллельно и синхронно с периодами тактового генератора, что отличает от последовательной программной реализации алгоритмов на микропроцессоре. Наиболее весомым является высокая защищенность от сбоев конечных логических автоматов, реализованных в базисе ПЛИС, в то время как программные обработчики циклических процессов подвержены “зависанию”.

Таким образом, дальнейшее проектирование комплексной системы управления велось с учетом особенностей размещения ее основных элементов в виде синтезируемых логических структур на кристаллах ПЛИС. Системы управления выпрямителем и инвертором не имеют общих связей кроме интерфейса настройки режимов работы. Поэтому желательно выделить их в отдельные контроллеры и проводить поочередную проработку их конфигурации.

Структурная схема контроллера трехфазного выпрямителя приведена на рисунке 9.

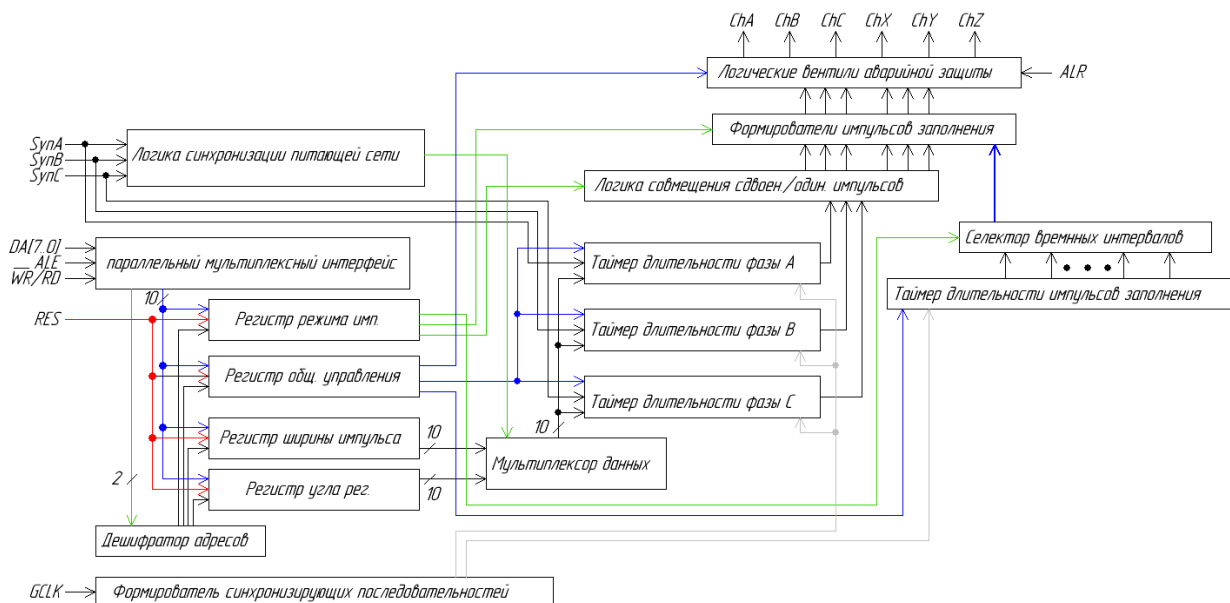


Рисунок 9 – Структурная схема импульсно-фазового контроллера трехфазного выпрямителя

Блок параллельного 8-разрядного интерфейса с мультиплексированной шиной адреса и данных – это коммуникационная основа контроллера СИФУ. Интерфейс предназначен для конфигурации режимов работы контроллера и обмена данными с центральным процессором комплексной системы управления. Оснащение контроллера параллельным интерфейсом позволяет интегрировать регистры конфигурации контроллера СИФУ в адресное пространство ввода-вывода управляющего микропроцессора, а также без труда добавлять и изменять количество периферийных управляющих регистров, обслуживаемых параллельным интерфейсом. Меньшее количество задействованных выводов центрального процессора позволит упростить последующую трассировку и компоновку печатной платы, поэтому стоит использовать принцип мультиплексирования.

Имплементированный блок параллельного интерфейса осуществляет 2-байтовые пересылки. Сначала во внутренний буфер пересылается адрес назначения, который в свою очередь поступает на внутренний дешифратор адресов, после чего по внутренней шине пересылается байт данных в регистр

назначения. Внутренняя шина объединяет четыре программно-доступных регистра, хранящие значения конфигурации. Два из них имеют бит-ориентированный формат флагов, их установка определяет режим работы контроллера СИФУ. Конфигурация режимов дает право настраивать работу с одиночным или сдвоенным импульсом, установить длительность управляющего импульса, выбрать сплошной импульс управления или с заполнением ВЧ составляющей, выбрать длительность начального форсирующего импульса. Кроме этого побитно программно доступны две линии цифрового вывода, которые могут использоваться по усмотрению пользователя, например для управления контактором подключения сети или реле, коммутирующим выходную полярность.

Блок из трех таймеров – это следующим важным узел контроллера СИФУ. Каждый из таймеров отсчитывает временные интервалы только для своей фазы управления. Для экономии площади на кристалле таймеры фазы поочередно отсчитывают временные интервалы угла регулирования и длительности. Значения отсчитываемых временных интервалов поочередно подаются в таймер из соответствующих регистров с помощью мультиплексора данных, который находится под управлением блока логики, получающего синхронизацию от питающей сети. Данный блок логики играет роль дешифратора и в зависимости от состояния входов синхронизации выдает мультиплексору сигнал на коммутацию канала связи соответствующего таймера к регистру отсчитываемого временного интервала. Формируемые тремя каналами таймеров импульсы поступают на логический блок совмещения. В нем происходит разделение временных интервалов и преобразование трех фазовых каналов в шесть каналов управления, по одному на каждый полупериод фазы.

Блок логики совмещения использует флаг регистра режима, который переключает ступенчатые наложения импульсов из соседней фазы шестиканальной системы для получения сдвоенных или одиночных импульсов. Полученная последовательность обрабатывается блоком формирования ВЧ заполнения, временные интервалы для которого формируются отдельным

таймером и селектором. Данный таймер сильно отличается от таймеров фазы, потому что будет выполняться по принципу формирователя фиксированного набор частот, и не может быть программно перенастроен. Для управления выбором заполнения используется программно доступный селектор, позволяющий подать частоту с одного из фиксированных выходов таймера на блок формирователя заполнения.

Для правильной работы контроллеру СИФУ требуется формирователь синхронизации, который преобразует синусоидальные напряжения сети в прямоугольную синхронизирующую последовательность. Трехфазная мостовая схема выпрямителя осуществляет выпрямление линейных напряжений. По правилам электробезопасности система управления обязана иметь или гальваническую изоляцию от токоведущих цепей высокого напряжения или использовать защитное заземление в качестве потенциала общей точки. В таком случае для получения синхронизации используют развязывающий трансформатор, который одновременно позволяет получить и гальваническую изоляцию, и синхронизацию от линейных напряжений. Но в некоторых ситуациях применение трансформатора становится невозможным из-за его массы и габаритов или невозможности выполнения межобмоточной изоляции, соответствующей рабочему напряжению. Но возможно использование резистивных делителей фазных напряжений для получения сигналов синхронизации, при этом требуется формирование синхронизирующей последовательности линейного напряжения из фазного, получаемого с делителей.

В структуре системы управления формирователь выполнен на основе трех компараторов, охваченных петлей гистерезиса для предотвращения ложных переключений. Отдельно стоит отметить использование для всей схемы источника питания только одной полярности, этого удалось достичь, сместив входные напряжения в область положительной полярности, применив метод виртуального нуля на резистивно-конденсаторном делителе. Также схема получила нечувствительность к наличию постоянной составляющей между

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 22 |

общей точкой соединения “звезда” трехфазной сети и точкой заземления, что также положительно сказывается на устойчивости работы формирователя синхронизации.

Последним на пути прохождения полностью сформированных сигналов СИФУ стоит один из самых важных элементов всего контроллера – блок вентиля аварийной защиты. Его основное назначение – это разрешать или запрещать прохождение сформированных импульсов на внешние выводы микросхемы контроллера, и выполнять функции шинного формирователя для повышения нагрузочной способности внешних выводов.

Отдельным блоком в структурной схеме реализованного контроллера выделен блок синхронизирующей последовательности. Он получает тактовый сигнал через внешний вход GCLK, делит его частоту, после чего распределяет по внутренним блокам, в частности от его работы зависит работа контроллера в целом, а также длительности всех формируемых временных интервалов.

Работа системы управления была промоделирована в среде VSMISIS7 Proteus. Дальнейшая разработка детализированных моделей проводилась в среде автоматизированного проектирования и симуляции ALTERAQuartusII. Это позволяет моделировать работу полученной конфигурации с учетом всех особенностей микросхем программируемой логики, вычислять требуемую логическую емкость необходимую для размещения на кристалле ПЛИС. Результаты моделирования подтвердили расчеты. Общая логическая емкость, необходимая для конфигурирования контроллера выпрямителя составила 134 логических макроячейки.

Затем была проработана структурная схема контроллера трехфазного инвертора. (рисунок 10). Так же, как и в структуре контроллера выпрямителя, в данной структуре предусмотрен параллельный порт с дешифратором адресов для задания режимов работы, схемная модель порта не имеет отличий от приведенной выше. Это позволяет в дальнейшем произвести простое объединение адресного пространства обоих контроллеров для получения единого интерфейса для обращения к внутренним регистровым файлам как

контроллера выпрямителя, так и инвертора. Для связи с внешними устройствами добавлен синхронный последовательный порт контроллера аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Главные задачи его - это непрерывный опрос каналов и передача результатов преобразования по последовательной шине для размещения во внутренних ячейках памяти. Загруженные значения в дальнейшем могут быть использованы внутренними модулями контроллера инвертора или переданы через параллельную мультиплексированную шину внешнему устройству.

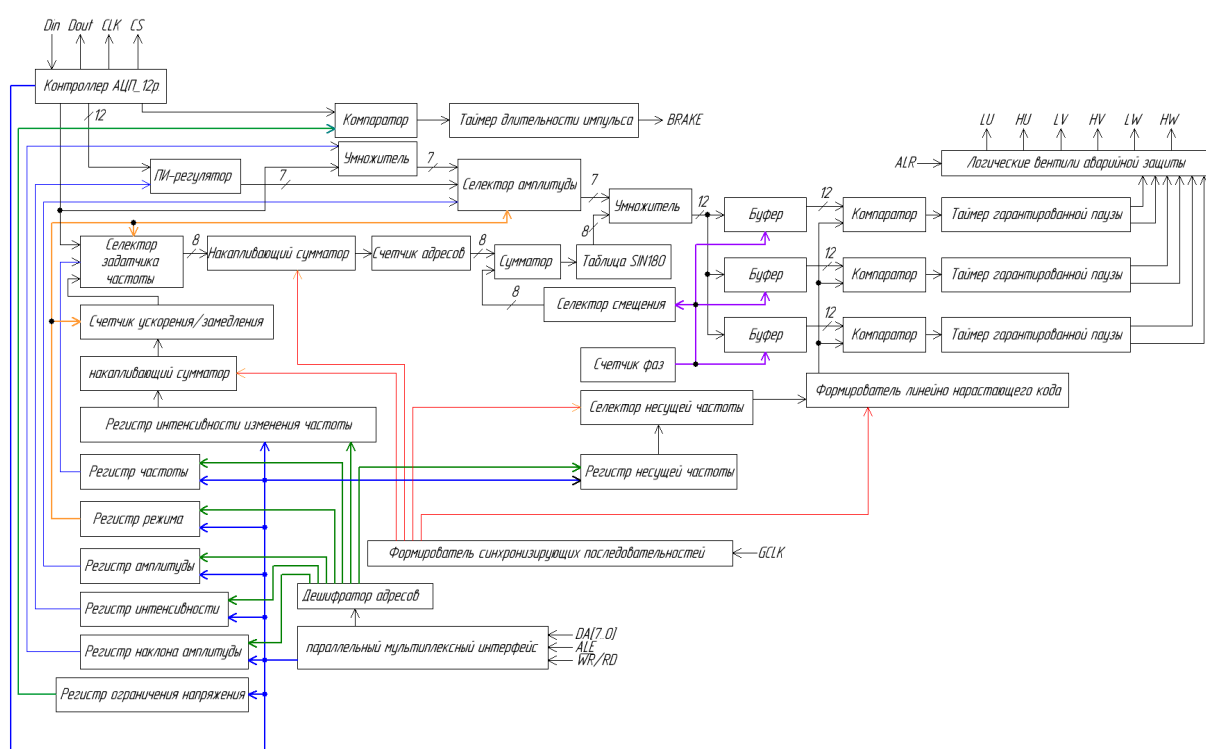


Рисунок 10 – Структурная схема формирователя широтно-импульсного контроллера с синусоидальной огибающей для трехфазного инвертора.

С целью получения перенастраиваемого контроллера трехфазного инвертора в структурную схему были введены дополнительные блоки, которые не учитывали в предварительном моделировании. Так был добавлен блок ускорения/замедления, включающий накапливающий сумматор для

формирования интенсивности изменения частоты и реверсивный счетчик, который определяет текущее задание выходной частоты и получает тактовые импульсы по переполнению накапливающего сумматора. Еще был добавлен блок зависимого изменения амплитуды огибающей от текущей частоты, в его основе лежит сдвигающий умножитель. Эти блоки предназначены для построения систем управления, в которых инвертор используется в составе преобразователя частоты для электропривода переменного тока, и могут быть отключены при использовании системы управления совместно с инвертором выходного каскада в источнике бесперебойного питания.

Для гибкой настройки системы управления инвертором в ее структуре предусмотрено 2 селектора, доступных через внешний интерфейс. Селекторы осуществляют выбор источников задания амплитуды и частоты, которыми могут быть аналоговые входы АЦП, внутренние регистры параллельного интерфейса, или модули для управления электроприводом.

Формирование периода синусоидальной огибающей производится подсчетом периодов тактовых импульсов в накапливающем сумматоре), которые поступают от формирователя синхронизирующих последовательностей. При переполнении сумматора его накапливающий регистр перезагружается некоторым числом, определяющим требуемую выходную частоту огибающей, одновременно с этим происходит инкрементирование счетчика адресов таблицы синуса. С целью экономии ресурсов внутренней памяти таблица содержит значения синуса только в диапазон 180 градусов, с 8-разрядной дискретизацией по амплитуде. Для формирования огибающей в диапазоне более 180 градусов (об этом говорит переход старшего разряда счетчика адресов в лог.1) производится умножение исходных данных таблицы на -1. Данное действие осуществляется в 12-разрядном параллельном умножителе совместно с умножением на значение текущего задания амплитуды.

В структуре контроллера инвертора предусмотрены буферы хранения текущего значения коэффициента модуляции для каждой из фаз, которые обновляются при каждом изменении счетчика адресов таблицы синуса. Также

данные буферы совместно со счетчиком фаз, селектором смещения и сумматором адреса предназначены для организации смещения синусоидальных огибающих по фазам. Организовано это следующим образом: одновременно с изменением счетчика базового адреса происходит разрешения работы счетчика фаз, который через селектор смещения последовательно выбирает приращения к текущему адресу в таблице синуса. Одновременно выдаются стробирующие сигналы на запись значения из таблицы в соответствующий регистр фазы. После того как все три буферных регистра фаз перезагружены новыми значениями, счетчик фаз блокируется до следующего шага счетчика базового адреса в таблице.

Последним блоком является широтно-импульсный модулятор, состоящий из трех 12-разрядных компараторов кода и формирователя линейно нарастающего кода, определяющего несущую частоту модуляции. С выхода каждого компаратора сигнал поступает на таймер гарантированной паузы, который задерживает фронт переключения сигнала ШИМ, полученного с компаратора на фиксированное время, тем самым вводя гарантированную паузу в работу вентиля при их взаимной коммутации. Последним на пути сформированных сигналов управления инвертором стоит блок с логическими вентилями аварийной защиты, имеющий приоритетное управление от внешнего защитного устройства по сигналу ALR. Такое решение позволяет создать в системе управления двухуровневую независимую защиту на отключение преобразователя при аварийных режимах работы.

По результатам моделирования системы управления инвертором была получена логическая емкость, необходимая для конфигурирования на кристалле ПЛИС, которая составила 797 логических макроячеек.

БР-02069964-11.03.04-10-19

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|--|-------------|
| | | | | | | <i>Лист</i> |
| <i>Изм</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата</i> | | 27 |

4 Разработка структуры комплексной цифровой системы управления преобразователем, определение элементной базы для построения

На основании выполненных ранее результатов моделирования в среде Quartus II были получены данные о логической емкости, необходимой для аппаратной реализации системы управления преобразователем, составляющей суммарно 931 макроячейку, что позволяет сделать предварительное заключение о возможности ее размещения с некоторым запасом в объеме кристалла программируемой логической микросхемы (ПЛИС) со структурой CPLD и максимальной емкостью 1270 макроячеек. При этом оставшейся логической емкости в 339 макроячеек недостаточно для размещения на базе кристалла интегрированного микропроцессора с целью общей координации работы всей системы управления. Таким образом возможно два пути решения задачи:

1. Использование более ёмкой матрицы ПЛИС с архитектурой FPGA (EP1C3T144)
2. Использование отдельного внешнего микропроцессора и ПЛИС с архитектурой CPLD (EPM1270T144)

Рассмотрение данных вариантов привело к следующим результатам:

Использование FPGA фирмы ALTERA серии Cyclone потребует внешней конфигурационной памяти (EPCS4), а также кроме основных источников питания 5 В, 3,3 В еще и дополнительного источника питания 1,8 В, при этом для удобства проведения работ по отладке необходимо размещение микросхемы внешней памяти программ для интегрированного микропроцессора. Также стоит отметить, что конвертирование проектов с логической емкостью более 1500 макроячеек в базис базовых матричных кристаллов (БМК) становится затруднительным, и может послужить препятствием при переходе к выпуску полузаказных микросхем силами сторонних заводов-изготовителей.

Во втором варианте использование внешнего микропроцессора более удобно для проведения отладки в связке с БИС программируемой логической микросхемы CPLD. А по сравнению с первым, такое решение не увеличивает

число корпусов микросхем на печатной плате комплексной системы управления, так как для CPLD не требуется конфигурационная память, и достаточно всего одного источника питания 3,3 В. Общая структурная схема комплексной системы управления приведена на рисунке 11, она состоит из двух базовых элементов: микропроцессора и БИС управления преобразователем, выполненной на базе ПЛИС архитектуры CPLD.

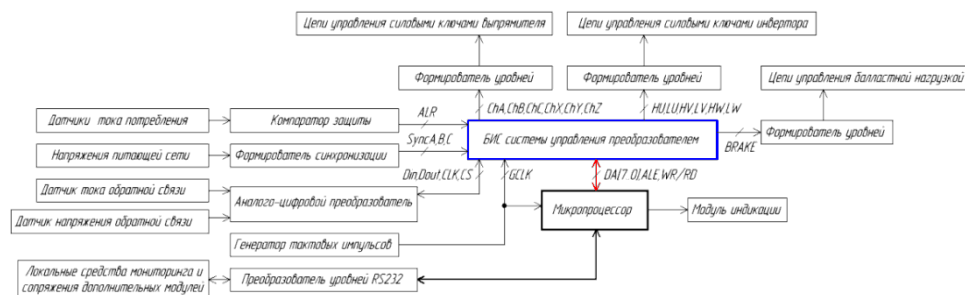


Рисунок 11 – Общая структурная схема комплексной системы управления

В данном случае микропроцессор выполняет периферийные функции системы управления, такие как формирование структуры меню оператора, обслуживание индикации и внешнего последовательного интерфейса. Также микропроцессор является ведущим на мультиплексированной параллельной шине, связывающей его с внутренними регистрами управления аппаратных контроллеров выпрямителя и инвертора, которые размещаются на кристалле ПЛИС. В качестве внешнего микропроцессора выбрана архитектура Intel MCS-51 (С8051), так как де факто она является промышленным стандартом, и выпускается множеством различных производителей, в том числе и отечественной промышленностью. Кроме того, имеется возможность простого расширения внешней памяти данных, которая может быть использована для сопряжения с параллельной шиной реализуемого контроллера. При таком построении комплексной системы управления микропроцессор полностью освобождается от жестких временных ограничений на формирование сигналов

управления силовыми приборами, а следовательно сбои в работе программного обеспечения не могут повлиять на корректность выдачи управляющих сигналов и повлечь за собой неконтролируемую аварийную ситуацию.

Как видно из структурной схемы, логика работы конфигурации ПЛИС включает в себя функции сбора данных с цепей обратной связи, таких как датчики тока и напряжения, однако ПЛИС не имеют в своем составе аналоговых узлов и оперируют только с цифровыми сигналами, в связи с этим комплексная система управления должна содержать внешнюю микросхему многоканального аналого-цифрового преобразователя, подключаемого посредством последовательного интерфейса с максимальной скоростью обмена 1,5 Мбит/с, что для 12-разрядного АЦП с учетом расходов на выбор канала составит ~90 кВыб/с на канал.

Для предотвращения развития аварийных токов, связанных с коротким замыканием на выходе силового преобразователя или перегрузкой, предусматривается наличие аппаратного отдельно реализуемого компаратора защиты, выдающего сигнал отключения на выходные буферы ПЛИС, приводящие к мгновенному прекращению подачи сигналов управления на силовые приборы независимо от текущего состояния внутренней логики.

Так как порты ввода вывода ПЛИС имеют малую нагрузочную способность и оперируют с логическими уровнями КМОП 3,3 В, то сигналы, формируемые на них, не могут быть непосредственно использованы для управления силовыми ключами и не могут быть переданы на расстояние более десятка сантиметров. Для преодоления этого ограничения в структуре комплексной системы управления должны содержаться формирователи уровней, позволяющие передать сигналы управления по внешним связям непосредственно до драйверов силовых приборов.

Таким образом, законченная комплексная система управления силовым преобразователем, содержащим один комплект выпрямителя и один комплект инвертора, может быть полностью реализована в одноплатном варианте,

включающем интерфейс взаимодействия с оператором и внешней автоматизированной системой управления технологическим процессом.

5 Разработка функциональных узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

Проектирование универсальной системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии должно быть выполнено исходя из условий обеспечения широкой совместимости как с первичными датчиками входных параметров тока и напряжения, так и с драйверами силовых полупроводниковых приборов. Одновременно при реализации системы управления должны быть учтены вопросы взаимодействия с оператором путем создания удобного человеко-машинного интерфейса, позволяющего отображать параметры работы системы управления, структуру пунктов меню и вводить необходимые исходные данные.

Разработка прототипов отдельных узлов системы управления была частично начата на первом этапе, исходя из этого была получена предварительная структурная схема, которая являлась опорной и при проектировании общей принципиальной схемы системы управления, но по факту ее завершения претерпела некоторые изменения и уточнения.

Данное адресное пространство также доступно микроконтроллеру (МК), выполняющему роль супервизора системы управления. На рисунке 12 показан фрагмент схемы сопряжения МК и ПЛИС через 8-разрядную параллельную шину. Такое подключение позволяет аппаратным средствам МК формировать сигналы стробирования передачи данных синхронно с внутренним потоком команд, тем самым получая максимальную пропускную способность. Еще одним важным преимуществом такого объединения с периферийного контроллером является интеграция его адресного пространства в память данных МК, что упрощает процесс взаимодействия с ним на программном уровне.

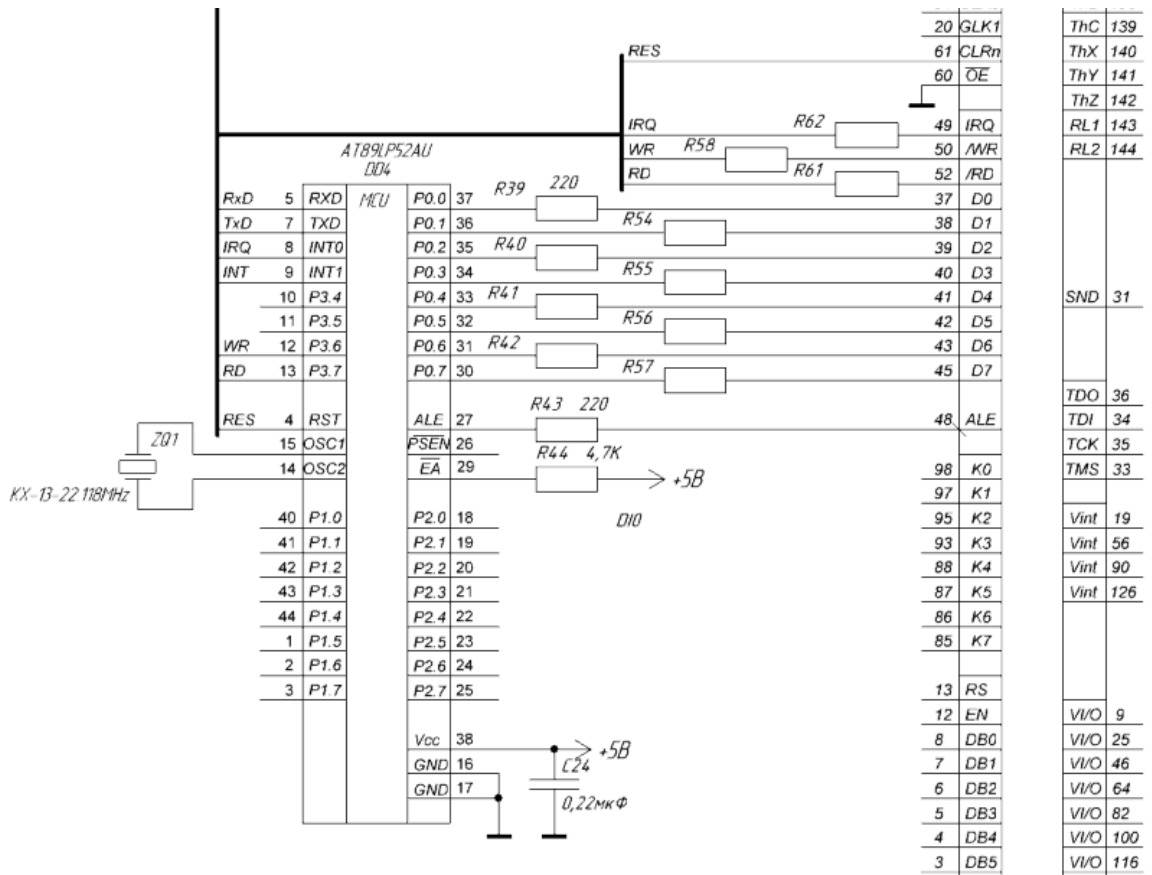


Рисунок 12 - Фрагмент принципиальной схемы системы управления (узел сопряжения МК и ПЛИС)

В первоначальном варианте структуры системы управления для обеспечения синхронизации импульсно-фазового управления тиристорами предполагалось использование аппаратного блока компараторов, формирующего из 3х-фазных напряжений на своем выходе три цифровых сигнала с фронтом переключения, совпадающим по времени с моментом естественной коммутации линейных напряжений питающей сети. При этом так же оставалась необходимость контроля значения напряжения питающей сети. В связи с этим для минимизации количества аналоговых блоков в скорректированной структуре системы управления было решено отказаться от аналогового формирователя синхронизации, и произвести его реализацию цифровыми методами в структуре ПЛИС путем обработки данных, поступающих с измерительных каналов аналого-цифрового преобразователя.

Для обеспечения совместной работы подсистемы измерения входного напряжения питающей сети и подсистемы синхронизации, необходимо оцифровывать поступающие синусоидальные сигналы сетевого напряжения с учетом знака. Так как АЦП и вся система управления в целом питается однополярным напряжением питания, то необходимо выполнить предварительную нормализацию и смещение входных сигналов. Фрагмент данной схемы приведен на рисунке 13.

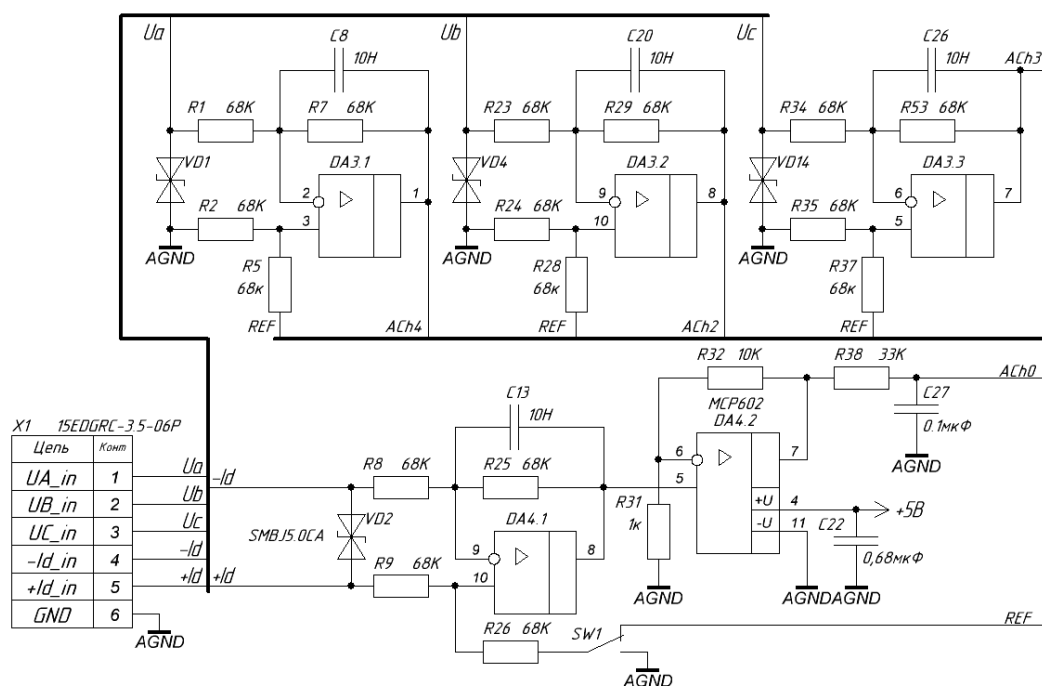


Рисунок 13 – Фрагмент принципиальной схемы системы управления (узел нормализации сигналов с датчиков входного напряжения и датчика тока)

Схема построена на базе трех операционных усилителей (ОУ), включенных по схеме усилителя со смещающим напряжением, в качестве которого используется опорное напряжение АЦП, равное 4,096 В, что изначально позволяет получать цифровые отсчеты с АЦП, в которых старший разряд является указателем знака. Кроме измерения входных напряжений необходимо контролировать ток потребления, причем в качестве датчика тока

могут применяться различные устройства: резистивный шунт 75 мВ, трансформатор тока, компенсационный датчик тока, датчик тока на основе эффекта Холла. Для охвата совместимости системы управления с всевозможными датчиками тока предусмотрен каскад нормализации сигналов тока, выполненный в 2 каскада, первый представляет собой усилитель дифференциального напряжения (снимаемого, например, с шунта) с возможностью работы с двуполярным или однополярным входным сигналом, выбор которого осуществляется переключателем SW1, подключая или отключая напряжение смещения. Второй каскад является масштабным усилителем и необходим для выравнивания динамического диапазона токового сигнала по величине 12-разрядной сетки АЦП.

Для отображения и ввода текущих параметров, режимов работы, а также отображения пунктов меню в системы управления предусмотрен клавиатурно - дисплейный модуль, выполненный в двух вариантах: резидентный – располагающийся в корпусе вместе с системной платой, выносной – располагается вне корпуса системы управления и может использоваться для дистанционного управления на небольшом расстоянии. Принципиальная схема резидентного дисплейного модуля приведена на рисунке 14, она состоит из знаковосинтезирующего OLED дисплея, организованного в 4 строки по 20 символов каждая, валкодера и клавиатуры, состоящей из 16 кнопок. Для сокращения числа связей клавиатура имеет матричную организацию 4 строки - 4 столбца, обслуживание клавиатуры и дисплея осуществляется периферийным контроллером на основной плате системы управления.

Выносной модуль клавиатуры и дисплея по количеству элементов ввода и отображения информации не имеет отличий от резидентного, но ввиду необходимости максимального сокращения числа проводников, связывающих его с основной платой системы управления, содержит свой контроллер клавиатуры и дисплея, выполненный на ПЛИС емкостью 128 макроячеек. Контроллер получает тактовые импульсы с частотой около 200 кГц от РСгенератора, выполненного на 2х элементах НЕ микросхемы 74НС04,

осуществляет сканирование матричной клавиатуры, обслуживание параллельной 8-разрядной дисплейной шины и загрузку символьных сток из последовательной памяти 93LC46.

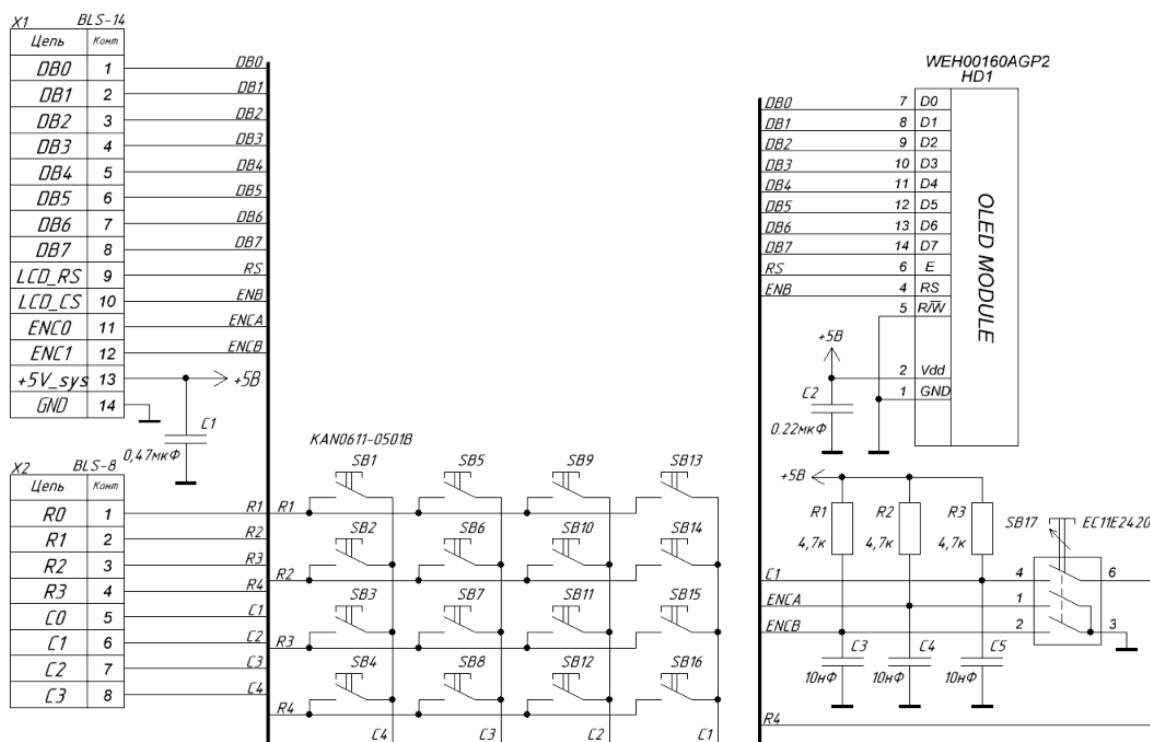


Рисунок 14– Принципиальная схема модуля клавиатуры и дисплея

Основной задачей контроллера является взаимодействие с основной платой системы управления через синхронный последовательный интерфейс, выведенный на разъем X1, передача данных для отображения на дисплее осуществляется асинхронно по инициативе МК платы системы управления. Передача данных о кодах нажатых клавиш и положении валкодера в свою очередь осуществляется в два этапа: на первом этапе контроллер клавиатуры выставляет сигнал запроса прерывания к МК (INT), после чего МК инициирует обмен по последовательной синхронной шине (MOSI, MISO, SCLK) и загружает код клавиши или текущее значение счетчика положения валкодера. Питание выносного клавиатурно – дисплейного модуля осуществляется от основной платы системы управления, через разъем X1 напряжением 5 В. Также для

осуществления загрузки конфигурации контроллера клавиатуры и дисплея в ПЛИС EPM7128S предусмотрен отдельный сервисный 5-контактный разъем X2, на который выведены сигналы JTAG интерфейса.

6 Программирование узлов системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

В структуре системы управления содержится МК, выполняющий роль её супервизора, основными задачами которого являются: начальная проверка работоспособности и настройка внутренних и внешних (ПЛИС) периферийных модулей, создание структуры меню, подготовка к отображению, ввод и изменение настроечных коэффициентов системы управления, прием и декодирование символьных команд от последовательного порта RS232, выдача текущих параметров и подтверждение готовности через последовательный порт, обслуживание порта дискретных команд, обслуживание интерфейса внешнего клавиатурно - дисплейного модуля, формирование таблиц соответствия кодов нажатых клавиш. Обобщенный алгоритм программного обеспечения (ПО), исполняемого на резидентном МК можно разделить на несколько частей: первая линейная часть - это процесс начальной инициализации, вторая линейная часть - это процесс активирования защит и подготовка интерфейса оператора (отображение на дисплее строк меню). Оставшаяся часть алгоритма содержит дерево ветвлений, распределяющее процессорное время между несколькими различными задачами, связанными через обработчик команд. Дерево ветвлений составляет основной цикл программы, выполнение вспомогательных и обслуживающих задач выполняется в обработчиках соответствующих прерываний.

Всего в основном цикле алгоритма содержится 8 ветвлений, из которых 4 относятся к процедуре обслуживания последовательного порта, 3 - к процедуре обслуживания интерфейса пользователя, и 1 - к процедуре обслуживания дискретного ввода-вывода. Обработка команд, поступающих в

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 36 |

последовательный порт, выполняется следующим образом: поступающие байты данных обработчиком прерывания от UART сохраняются во внутреннем буфере, одновременно с этим осуществляется проверка на принятие символа завершения передачи, и в случае его обнаружения устанавливается флаг “Принят пакет через RS232”. При очередном проходе основного цикла алгоритма программа, обнаружив данный флаг, используя таблицу соответствия, попытается декодировать содержимое буфера. Если совпадающая символьная запись будет найдена в таблице, то ей будет сопоставлен внутренний номер команды и установлен флаг “Декодирована команда”. В случае отсутствия соответствующей записи будет установлен флаг “Ошибка пакета”. В зависимости от установленного флага в основном цикле алгоритма будет выполнена или передача пакета с символом ошибки, или передано управление процедуре обработчика команд, которая выполнит действия, соответствующие номеру команды, содержащейся в буфере. Если результат выполнения команды будет успешным, то процедура обработки команд выставит флаг “Команда выполнена”, в противном случае установлен флаг “Ошибка пакета”. На очередном витке прохода основного цикла алгоритма состояние выполнения команды будет передано через последовательный порт МК. Алгоритм обслуживания дискретного ввода команд для экономии ресурсов памяти МК выполняется схожим образом, за тем лишь исключением, что использует собственную таблицу сопоставления сигналов, получаемых через порт, номеру команды, после чего вызывается единая процедура обработки номера команды. Такое решение позволяет программно, через меню, изменять таблицу соответствия, и тем самым менять состав и назначение команд, подаваемых через дискретный порт внешним устройством.

Так как основные цифровые блоки формирования импульсных сигналов управления силовыми п/п приборами и регуляторы обратной связи находятся в структуре периферийного контроллера, выполненного на ПЛИС, то микроконтроллеру отводится второстепенная роль в работе системы управления. МК соединен с ПЛИС параллельной мультиплексируемой шиной, при этом

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 37 |

внутренние регистры ПЛИС стали программно доступны для МК через область в памяти данных. С целью дальнейшего написания программного обеспечения для МК была сформирована логическая модель представления данных, состоящая из области памяти и входящего в неё регистрового файла.

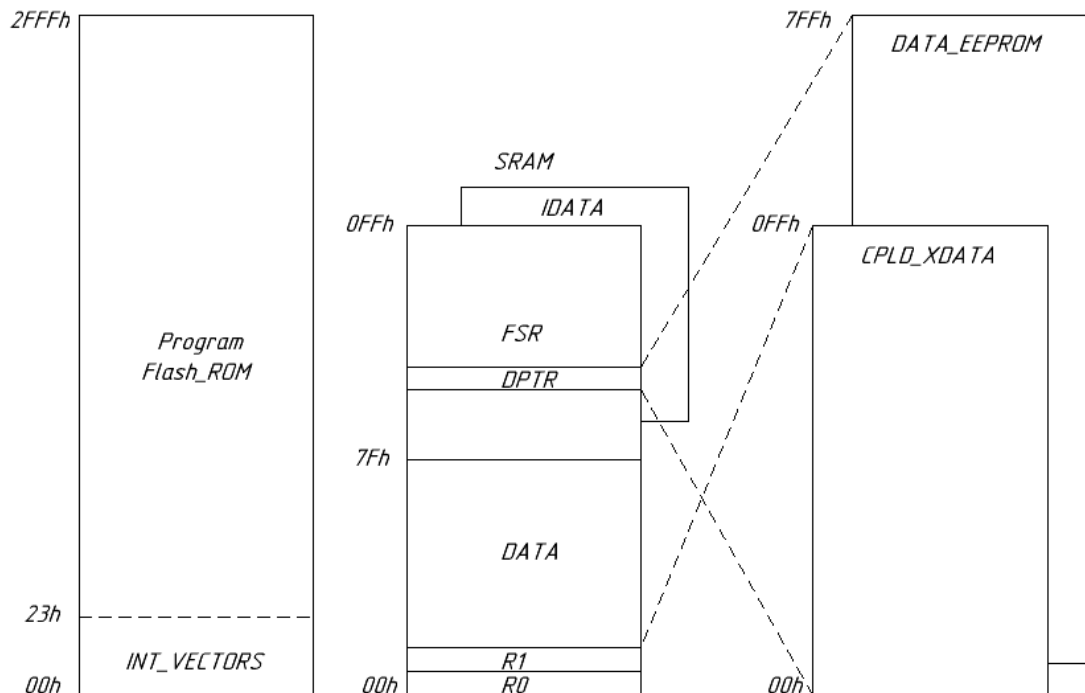


Рисунок 15– Организация адресации и ресурсов памяти в МК

На рисунке 15 показана диаграмма распределения ресурсов памяти микроконтроллеров с архитектурой MCS-251, на которой пунктиром показано нахождение регистрового файла периферийного контроллера на ПЛИС в области XDATA (внешней памяти данных), адресуемой командами MOVX через регистры указатели R0,R1. Косвенная адресация через R0,R1 позволяет адресовать 256 байт, а через указатель DPTR 64 Кбайт регистрового пространства ввода-вывода, но при этом для вывода старшего байта адреса требуется дополнительный порт P2. В схмотехнической реализации системы управления предусматривается использование только мультиплексной передачи одного байта адреса и одного байта данных за 3 тактовых импульса (время

выполнения команды MOVX). В таблице 2 приведено распределение по адресам XDATA внутренних регистров периферийного контроллера, предназначенных для настройки режимов работы модуля управления инвертором, модуля управления выпрямителем, модуля сбора данных с АЦП, контроллера клавиатуры и дисплея.

Таблица 2 - Распределение адресного пространства управляющих регистров ПЛИС

| Адрес | Назначение регистра |
|-------|--|
| 00 | Выходная частота инвертора, приведенная к диапазону 0,2 - 50Гц |
| 01 | Интенсивность изменения частоты инвертора |
| 02 | Setting_Reg - регистр длительности форсирующего импульса и управления выпрямителем |
| 03 | Dual_Imp_control – регистр управления сдвиганием импульсов выпрямителя |
| 04 | Регистр комплексного управления преобразователем |
| 05 | Регистр режимов инвертора |
| 06 | Флаги состояния модулей контроллера |
| 07 | Стартовая частота инвертора |
| 08 | Задание амплитуды инвертора |
| 09 | Задание гарантированной паузы транзисторных ключей инвертора |
| 0A | Порог напряжения отпирания тормозного ключа |
| 0B | Значение номинального тока |
| 0C | Значение тока срабатывания защиты от короткого замыкания |
| 0D | Начальное значение регулятора при постоянном токе (5) |
| 0E | Интенсивность регулятора амплитуды (7) |
| 0F | Регистр значения ЦАП аналогового выхода (LSB) |
| 10 | Регистр значения ЦАП аналогового выхода (MSB) |
| 11 | Регистр режимов ЦАП аналогового выхода |
| 12 | Alpha_Reg – регистр угла регулирования (Дискретность 0,17 град.) |
| 13 | Pulse_Reg – регистр общей длительности импульса (Дискретность 1 град.) |
| 14 | Датчик постоянного тока Ch0_ADC-LSB(7...0) |
| 15 | Ch0_ADC -MSB(11...4) |
| 16 | Датчик температуры Ch1_ADC-LSB(7...0) |
| 17 | Ch1_ADC -MSB(11...4) |
| 18 | Напряжение фазы BCh2_ADC-LSB(7...0) |
| 19 | Ch2_ADC -MSB(11...4) |
| 1A | Напряжение фазы CCh3_ADC-LSB(7...0) |
| 1B | Ch3_ADC -MSB(11...4) |
| 1C | Напряжение фазы ACh4_ADC-LSB(7...0) |
| 1D | Ch4_ADC -MSB(11...4) |
| 1E | ТокФазы A Ch5_ADC-LSB(7...0) |

| | |
|----|---|
| 1F | Ch5_ADC -MSB(11...4) |
| 20 | Ток Фазы ВCh6_ADC-LSB(7...0) |
| 21 | Ch6_ADC -MSB(11...4) |
| 22 | Датчик напряжения звена постоянного тока Ch7_ADC-LSB(7...0) |
| 23 | Ch7_ADC -MSB(11...4) |
| 24 | Key_code – Регистр кода последней нажатой клавиши |
| 25 | Display_DATA – Регистр символов, отображаемых на дисплее |
| 26 | Display_MODE – Регистр режимов работы дисплея |
| 27 | ENC_CN – Регистр положения валкодера |

Регистры периферийного контроллера содержат 3 типа представления данных: регистры численных значений параметра и бит-ориентированные регистры байтовой длины. Хранение 12-разрядных значений ЦАП и АЦП осуществляется в регистрах числовых значений двухбайтной длины. Т.к. шина, соединяющая МК и ПЛИС 8-разрядная, то передача слова данных осуществляется побайтно в два этапа, при этом по младшему адресу (базовому адресу) располагается младший байт слова, по старшему адресу старший байт слова.

На рисунке 16 показаны структура и назначение битовых флагов регистра управления модулем выпрямителя, биты сгруппированы в двух байтах, располагающихся по адресам 02h, 03h. Регистр по адресу 02h имеет смешанную структуру, т.к. старшая тетрада регистра отводится под четырехразрядное двоичное число, задающее длительность стартового импульса, а младшая состоит из битовых флагов, назначение которых указано на рисунке 16. Несмотря на то, что система команд MCS-251 содержит команды битовых операций, данные команды не могут адресоваться к области памяти XDATA. В связи с этим для изменения состояния отдельных бит регистров в ПЛИС необходимо хранить в оперативной памяти их локальную теньевую копию. Используя команды поразрядных байтовых логических операций с соответствующими битовыми масками, можно установить или сбросить отдельные биты в теньевом регистре, после чего его содержимое перезаписать в целевой регистр ПЛИС. Данное обстоятельство существенно снижает общее быстродействие МК при битовых операциях с внешней памятью данных, на

которую требуется пять инструкций по сравнению с одной инструкцией при работе с внутренней памятью. Поэтому количество бит-ориентированных регистров, содержащихся в регистровом файле периферийного контроллера, было сведено к минимуму. Их структуры с расшифровками назначения бит приведены на рисунках 16 и 17.

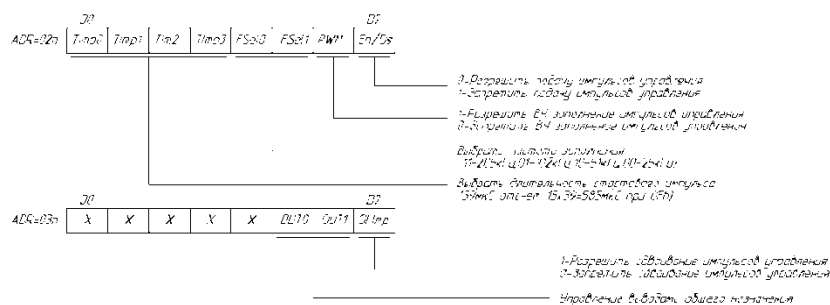


Рисунок 16 – Битовая организация управляющих регистров ПЛИС

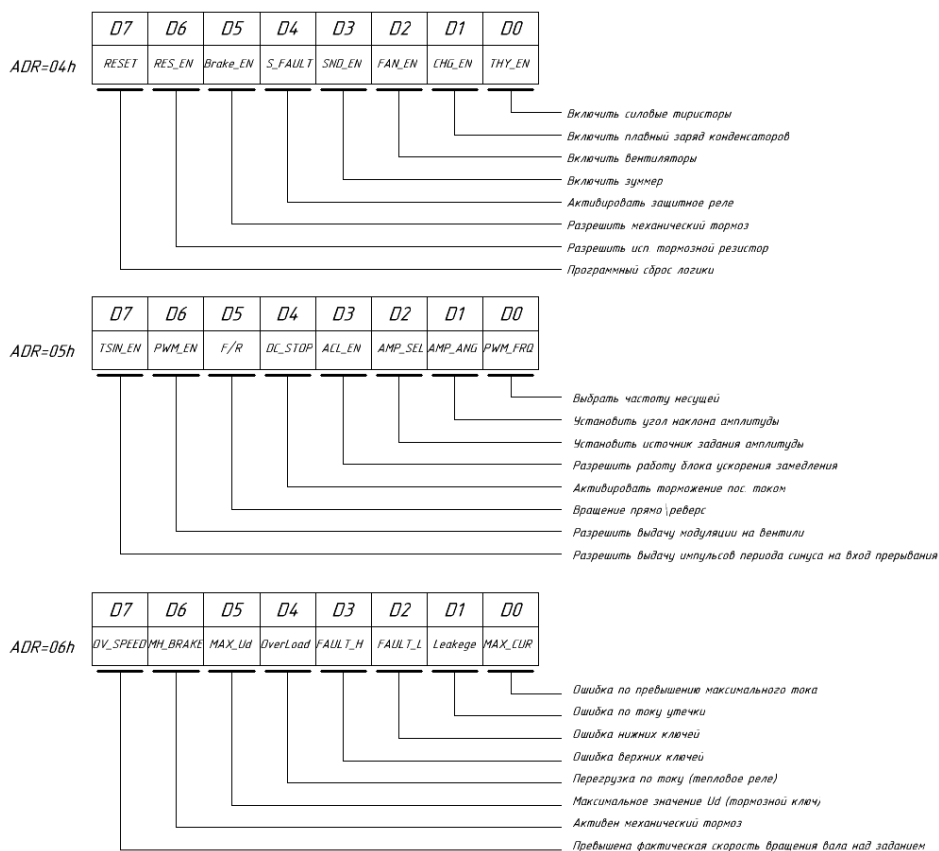


Рисунок 17 – Битовая организация управляющих регистров ПЛИС

В соответствии с элементами ранее разработанного алгоритма и особенностями обращения к ресурсам периферийного контроллера на языке ассемблера было написано целевое программное обеспечение для микроконтроллера AT89S8253, имеющего усовершенствованную архитектуру MCS-251, с временем выполнения большинства инструкции за 2 периода тактового генератора.

7 Реализация и экспериментальные исследования системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии

Проектирование универсальной системы управления полупроводниковыми преобразователями электроэнергии было выполнено исходя из условий обеспечения широкой совместимости как с первичными датчиками тока и напряжения, так и с драйверами силовых полупроводниковых приборов. Одновременно при реализации системы управления были решены вопросы взаимодействия с оператором путем создания удобного человеко-машинного интерфейса, позволяющего отображать параметры работы системы, структуру пунктов меню и вводить необходимые исходные данные. Для отображения и ввода текущих параметров, режимов работы, а также отображения пунктов меню предусмотрен клавиатурно - дисплейный модуль, выполненный в двух вариантах: резидентный – располагающийся в корпусе вместе с системной платой, и выносной – располагается вне корпуса системы управления и может использоваться для дистанционного управления на небольшом расстоянии. Обслуживание клавиатуры и дисплея осуществляется периферийным контроллером на основной плате системы.

В системе управления предусмотрен также ряд возможностей для взаимодействия с внешними управляющими устройствами и автоматизированными системами управления верхнего уровня, имеется порт для подключения внутрисхемного отладчика ATISP или выносного клавиатурно - дисплейного модуля. Тактирование системы управления осуществляется от двух

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 42 |

источников: микроконтроллер тактируется от внутреннего генератора, стабилизированного кварцевым резонатором с частотой 22,118 МГц, а периферийный контроллер, выполненный на ПЛИС, от внешнего кварцевого генератора с частотой 32,768 МГц. Выбор таких частот определен удобством кратности деления основной частоты, в случае с МК для получения стандартной сетки скоростей передачи порта UART (115200 бит/с, 57600 бит/с), а в случае с ПЛИС мерных временных промежутков, кратных 1 секунде.

Алгоритм программного обеспечения, исполняемого на резидентном микроконтроллере, включает процесс начальной инициализации, активирования защит и подготовки интерфейса оператора (отображение на дисплее строк меню). Вторая часть алгоритма содержит дерево ветвлений, распределяющее процессорное время между несколькими различными задачами, связанными через обработчик команд. Дерево ветвлений составляет основной цикл программы, выполнение вспомогательных и обслуживающих задач выполняется в обработчиках соответствующих прерываний. В соответствии с элементами разработанного алгоритма и особенностями обращения к ресурсам периферийного контроллера на языке ассемблера было написано целевое программное обеспечение для микроконтроллера AT89S8253, имеющего усовершенствованную архитектуру MCS-251, с временем выполнения большинства инструкций за 2 периода тактового генератора.

По результатам прототипирования схемотехнических решений, финальной настройки аппаратной части и ее совместной отладки с программным обеспечением были разработаны и трассированы печатные платы макетного образца универсальной системы управления на основе ПЛИС. Макет системы управления состоит из двух плат: базовой, на которой размещаются все основные, и дисплейной, на которой размещаются клавиатура, валкодер, OLEDдисплей. Платы устанавливаются этажеркой одна над другой, и соединяются через межплатный штыревой разъем типа BLS. Компоновка всех плат выполнена преимущественно с использованием электронных компонентов поверхностного монтажа (SMD), что позволило увеличить плотность монтажа и

значительно сократить объем корпуса, занимаемый системой управления. Базовая печатная плата выполнена из двухстороннего 1,5-миллиметрового фольгированного стеклотекстолита с переходами между слоями через металлизированные отверстия. На рисунках 18, 19 представлены послойные топологии базовой печатной платы системы управления.

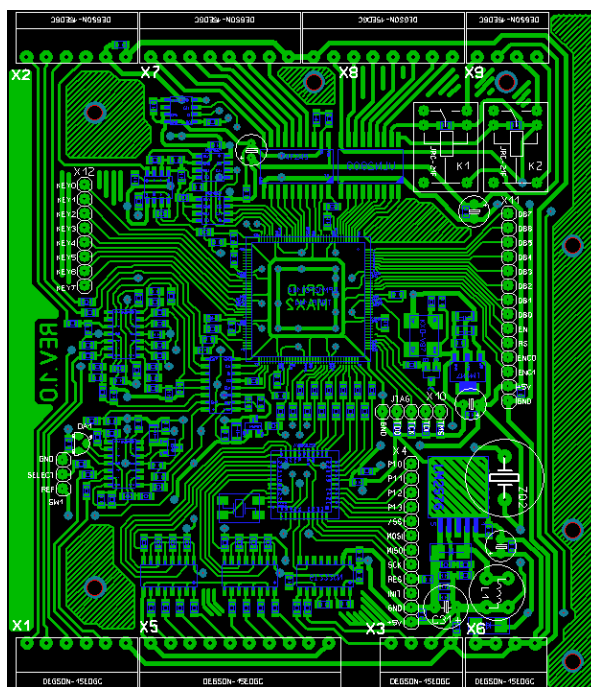


Рисунок 18 – Трассировка печатной платы системы управления со стороны элементов поверхностного монтажа

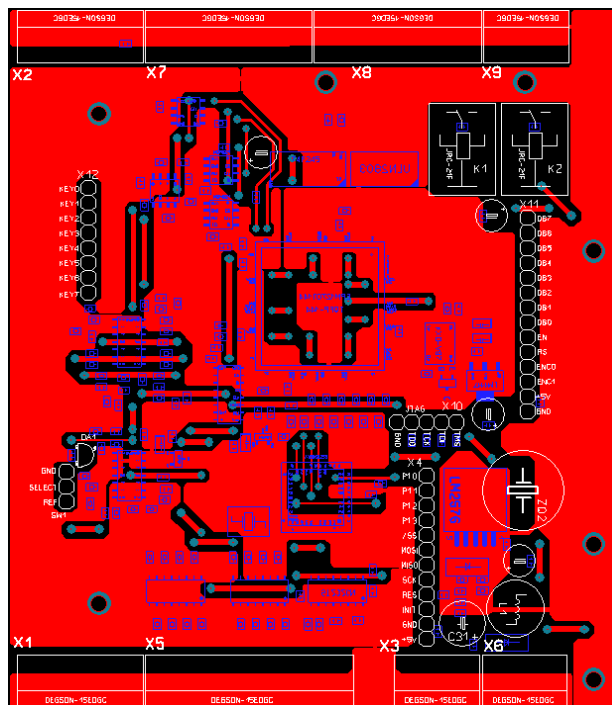


Рисунок 19 – Трассировка печатной платы системы управления со стороны элементов выводного монтажа

Для удобства присоединения внешних кабельных связей разъемы подключения расположены в ряд с верхней и нижней сторон печатной платы, и выполнены в виде разрывных винтовых клемм. Трассировка сигнальных линий базовой печатной платы выполнялась по возможности в одном слое, по стороне компонентов поверхностного монтажа, в верхнем слое содержатся локальные переходы линий питания и линий распределения опорного напряжения. Большая часть верхнего слоя покрыта массивным полигоном, соединенным с “землей”. Такое решение позволяет максимально повысить помехозащищенность, экранируя цепи распределения сигналов, располагающихся в нижнем слое.

Кроме трассированных соединений проекты печатных плат содержат дополнительную технологическую информацию о расположении паяльной маски, маркировке мест установки элементов, шелкографии. На рисунках 20, 21 показан результирующий фотовид печатной платы, полученный графическим моделированием исходного проекта.

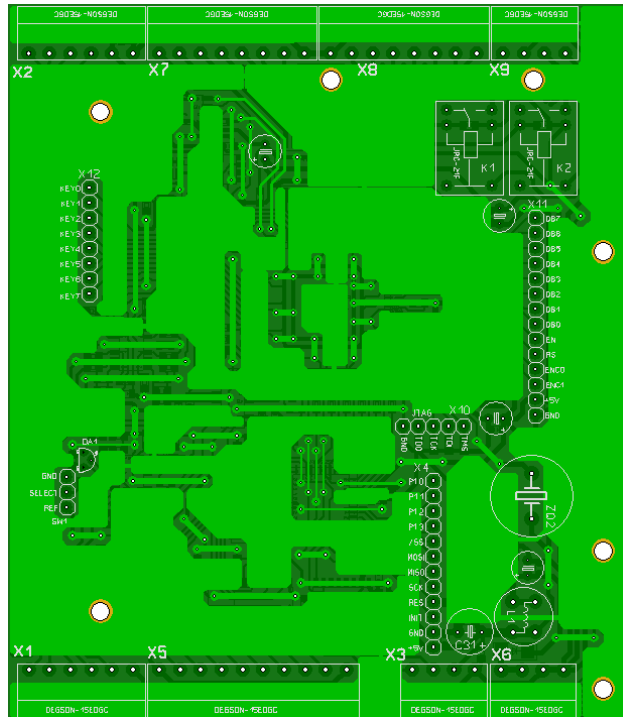
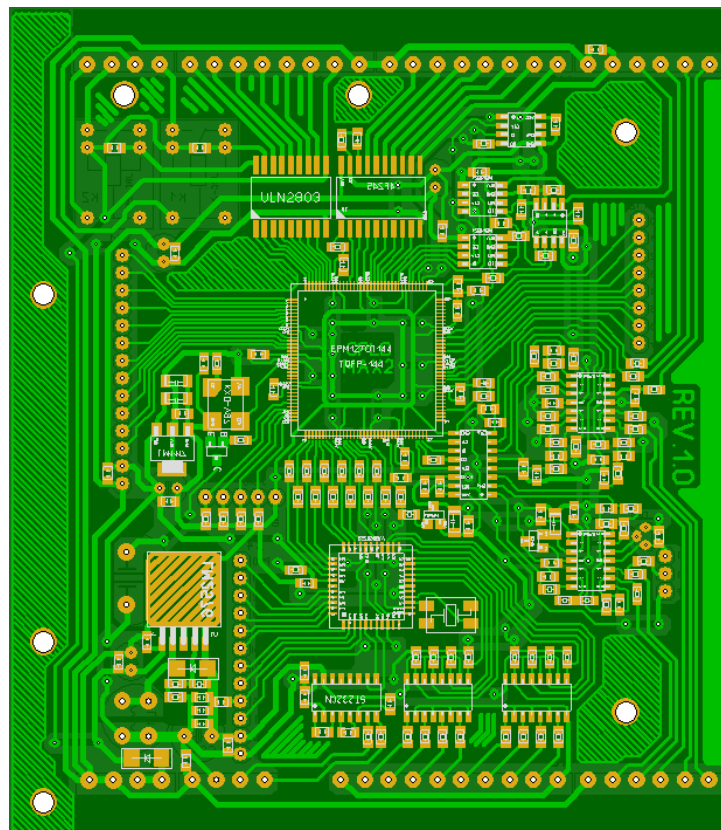


Рисунок 20 – Фотовид печатной платы системы управления со стороны элементов выводного монтажа



| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|-----|------|----------|-------|------|

БР-02069964-11.03.04-10-19

Рисунок 21 – Фотовид печатной платы системы управления со стороны элементов поверхностного монтажа

По завершению проектирования всех печатных плат, они были изготовлены промышленным способом, осуществлен монтаж электронных компонентов в соответствии со схемой, осуществлена узловая сборка плат в единое устройство универсальной системы управления на основе ПЛИС.

Фотографии системы управления в собранном виде показаны на рисунках 22 и 23. На рисунке 24 приведена фотография дисплея при отображении двух различных пунктов меню.

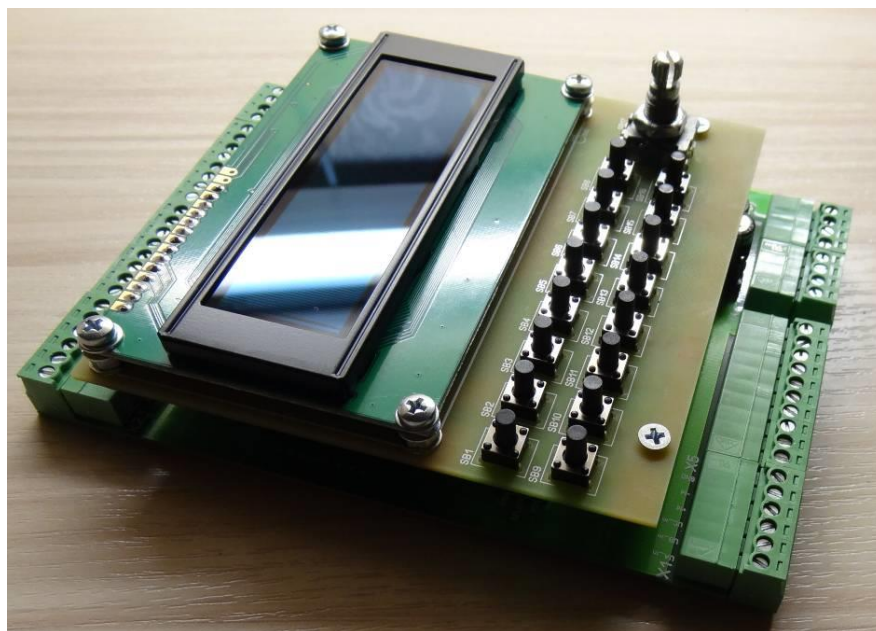


Рисунок 22– Фотография системы управления в собранном виде

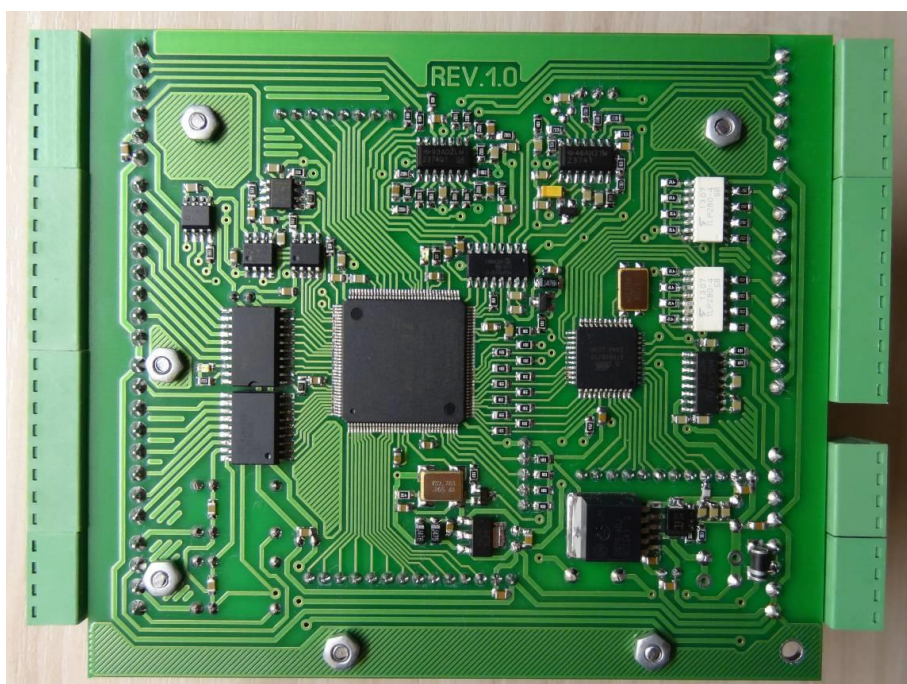


Рисунок 23– Фотография системы управления в собранном виде (вид со стороны элементов)



Рисунок 24 – Отображение параметров управления на дисплее системы управления

Экспериментальная проверка функционирования разработанного макетного образца системы управления производилась поэтапным снятием осциллограмм сигналов управления вентилями преобразователя с соответствующих выходов системы управления в различных режимах и с различными параметрами формирования выходных импульсных последовательностей управления СПП. Так, на рисунке 25 показана осциллограмма, на которой был осуществлен захват 6 каналов управления тиристорами выпрямителя в режиме сдваивания и высокочастотного заполнения при угле регулирования 1 мС и общей длительности импульса 650 мкС.

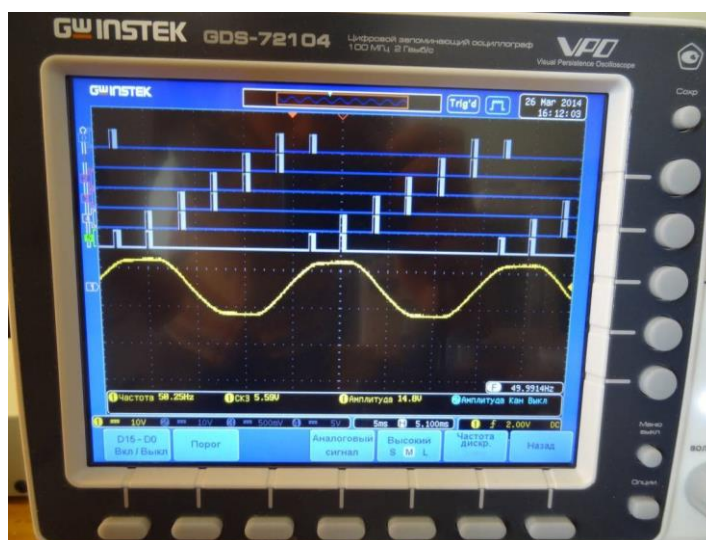


Рисунок 25 – Осциллограмма фазы А питающей сети и 6 каналов на выходе системы управления с шириной импульса 650 мкС

Также была выполнена проверка формирования 6 сигналов управления транзисторами инвертора с широтно-импульсной модуляцией и качества формируемой инвертором синусоидальной огибающей. Для этого был проведен ряд экспериментов, в которых выходные сигналы спроектированной системы управления были поданы на маломощный трехфазный мостовой инвертор. Выход инвертора, в свою очередь, был нагружен на Г-образный фильтр нижних частот, предназначенный для отсеечения высокочастотной несущей ШИМ, создания контура тока и имитации нагрузки. На рисунке 26 приведены осциллограммы напряжения, снимаемые на выходе инвертора (канал 1) и на выходе фильтра (канал 2).

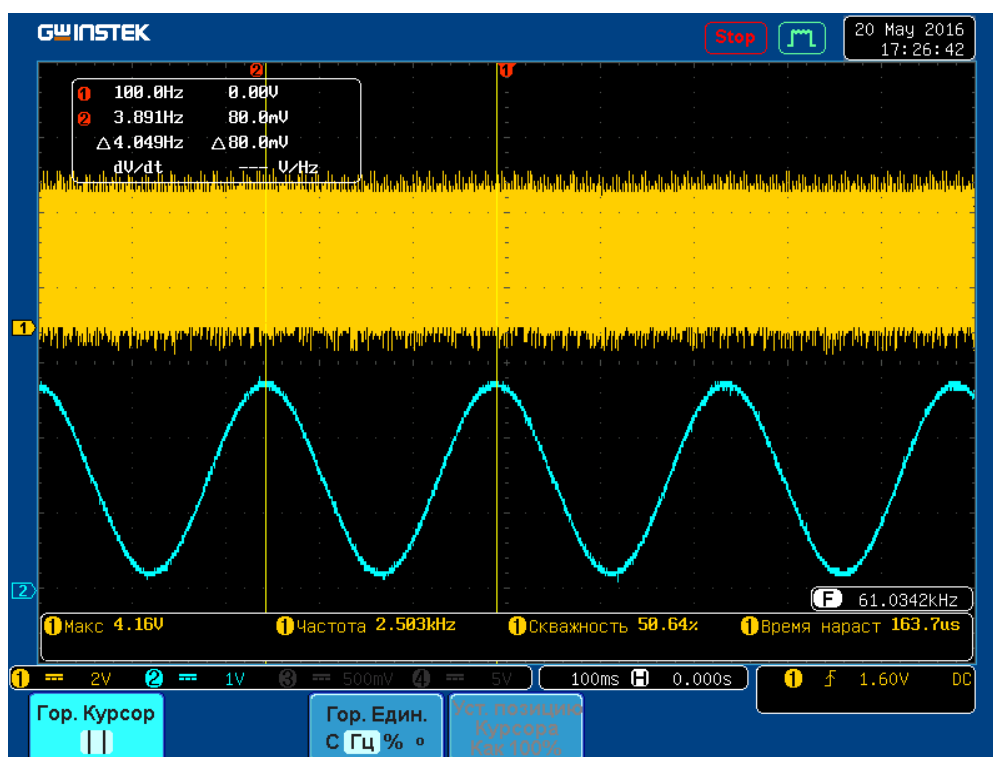


Рисунок 26 – Осциллограмма синусоидальной огибающей фазы W, полученной после ФНЧ в режиме глубокой синусоидальной модуляции с частотой 4 Гц

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были рассмотрены чаще наиболее используемые полупроводниковые преобразователи электроэнергии, определены силовые схемы наиболее широкого применения. Разобраны особенности работы силовых полупроводниковых приборов при различных нагрузках, величины и характер коммутируемого тока, а также группового соединения. По результатам проведенного анализа сформированы рекомендации к форме и характеристикам сигналов управления.

Разработаны модели силовых схем с системой управления. Проведено моделирование в различных средах. Были получены предварительные данные о структуре системы управления.

Для повышения параметров надежности и универсальности совместили реализацию алгоритмов управления выпрямителем и инвертором, в виде единого контроллера с внешним интерфейсом на базе микросхем программируемой логики.

Для сокращения времени на проектирование системы управления, проверку и отладку разработанных моделей основных функциональных узлов цифровой системы управления производились в интегрированной среде разработки ПЛИС QuartusII.

Был проведен ряд конструкторских работ по прототипированию и макетированию физической аппаратной модели комплексной системы управления, основу которой составляет связка программируемой логической интегральной микросхемы и микроконтроллера. Сопоставив результаты математического моделирования с результатами физического прототипирования, выявились некоторые неточности. Для устранения неточностей пришлось внести корректировки в структурную схему. По результатам корректировок была синтезирована принципиальная электрическая схема целевой системы управления, разработаны топологии печатных плат, и их компоновка в единый модуль перенастраиваемой системы управления

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | БР-02069964-11.03.04-10-19 | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 51 |

преобразователем. Вместе с подготовкой аппаратной части системы управления, на языке ассемблера было разработано программное обеспечение встроенного микроконтроллера. Это позволило ускорить проведение настройки и отладки системы управления. В результате выполнения работ по проекту был изготовлен экспериментальный образец разработанной перенастраиваемой системы управления полупроводниковым преобразователем электроэнергии и осуществлено его совместное испытание с прототипом маломощного трехфазного инвертора, оснащенного имитатором нагрузки, получены осциллограммы импульсов управления и выходного напряжения в различных режимах управления инвертором.

Опытно-конструкторские работы по созданию макетного образца перенастраиваемой системы управления полупроводниковыми преобразователями на основе ПЛИС и проверке его характеристик, были проведены в полном объеме. Результаты испытания макетного образца системы управления согласуются с теоретическими результатами математического моделирования и подтверждаются снятыми осциллограммами. Параметры разработанной системы управления соответствуют техническому заданию.

Дальнейшее продолжение работ по данной теме состоит во внедрении разработанной системы управления в конкретные разработки различных устройств преобразовательной техники.

БР-02069964-11.03.04-10-19

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

53

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. / Б. Ю. Семенов — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 416 с.
2. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры. / В. Б. Стешенко — М.: Издательский дом «Додэка_XXI», 2007. — 576 с.
3. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. / Р. Стюарт Болл — М.: Издательский дом «Додэка_XXI», 2007. — 360 с.
4. Костров Б. В., Ручкин В. Н. Архитектура микропроцессорных систем. / Б. В. Костров — М.: — Издательство Диалог-МИФИ, 2007 — 304 с.
5. Гладштейн М.А. Микроконтроллеры смешанного сигнала С8051 фирмы SiLab и их применение. Руководство пользователя / М. А. Гладштейн — М.: Издательский дом «Додэка_XXI», 2008. — 336 с.
6. Каспер Э. Программирование на языке Ассемблера для микроконтроллеров семейства 8051. / Э. Каспер Горячая линия — М.: Телеком, 2004. — 191 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Текст программы управляющего микроконтроллера

MACROASSEMBLERMODULE
WIN32 MACRO ASSEMBLER A51 V6.03.08

07/16/115 23:03:29 PAGE 1

```

LOC  OBJ      LINE  SOURCE
0096          1      EECON EQU 96H
0052          2      IF_ADR EQU 52H
0024          3      SET_BITEQU 24H      ;Флажкисистемыуправления (Сохранение вEEPROM)
0029          4      C_SET EQU 29H
002A          5      C_SIN EQU 2AH
0042          6      C_FRQ EQU 42H      ;частота задания
004E          7      FRQ1 EQU 4EH
004F          8      FRQ2 EQU 4FH
0050          9      FRQ3 EQU 50H
0043         10      C_ACL EQU 43H      ;значение ускорения\замедления
0048         11      N_CUR EQU 48H      ;значение номинального тока
0051         12      SET_EXT EQU 51H      ;значения источника внешнего управления
0053         13      ERR_CODE EQU 53H      ;код последней ошибки
004B         14      INT_REG EQU 4BH      ;интенсивность регулятора амплитуды
0044         15      STR_FRQ EQU 44H      ;стартовая частота вращения
0046         16      C_DT EQU 46H      ;значение гарантированной паузы
0047         17      MAX_UD EQU 47H      ;значение напряжения отпириания тормозного ключа
0049         18      CUR_BR EQU 49H      ;значение тока отпускания тормоза
004A         19      C_IVR EQU 4AH      ;начальное значение регулятора при торможении
пост.током
004C         20      WL_ENC EQU 4CH
004D         21      WH_ENC EQU 4DH      ;временное окно энкодера
0055         22      EXT_TMP EQU 55H      ;хранение предыдущего состояния порта дискр.упр.
0045         23      UADD EQU 45H      ;дополнительное напряжение к амплитуде выхода
24 ;-----
0000         25      ORG 00H      ;START RESET
0000 217D     26      AJMP START
0003         27      ORG 03H      ;INT0
0003 0163     28      AJMP LP1
0013         29      ORG 13H      ;INT1
0013 0180     30      AJMP LP2
000B         31      ORG 0BH      ;T0
000B 0209CC   32      LJMP TM0
0023         33      ORG 23H      ;UART
0023 0125     34      AJMP UART
35
36 ;-----
37 ; Обработчик прерываний послед.порта (в данной версии скорректирован символ 13 и Сохранение
аккумулятора в стеке)
38 ;-----
0025 C0E0     39  UART:  PUSH 0E0H      ;сохранить ACC
0027 10991C   40      JBC 98H.1,M1URT      ;определение источника прерывания
002A C298     41      CLR 98H.0      ;сброс флага приемника RX
42
43      ;---RXD---
002C A80B     44  M7URT:  MOV R0,0BH      ;копирование счетчика памяти RX
002E E599     45      MOV A,99H      ;загрузка из буфера данных
0030 B40D04    46      CJNE A,#0DH,M4URT      ;проверка на символ 13 переход если не об
0033 C29C     47      CLR 98H.4      ;отключение приема
0035 D20F     48      SETB 21H.7      ;установить флаг завершения приема
0037 A699     49  M4URT:  MOV @R0,99H      ;копирование полученных данных в RAM
0039 08       50      INC R0      ;установка указателя на след адрес RAM
003A B82004    51      CJNE R0,#20H,M3URT      ;проверка не достигнуто переполнение буфера RAM
003D D20F     52      SETB 21H.7      ;установить флаг завершения приема
003F C29C     53      CLR 98H.4      ;отключение приема
0041 880B     54  M3URT:  MOV 0BH,R0      ;сохранение счетчика памяти RX

```

```

0043 D0E0      55      POP 0E0H      ;восстановить Асс
0045 32        56      RETI          ;выход из прерывания
      57
      58      ;---TXD---
0046 A80A      59      M1URT:  MOV R0,0AH      ;копирование счетчика памяти TX
0048 200D05    60      JB 21H.5,M2URT ;проверка на отправленный символ 13,
004B B82005    61      CJNE R0,#20H,M5URT ;проверка не достигнут конец(20H) RAM 16байт.
004E D20E      62      SETB 21H.6    ;установить флаг завершения передачи пакета
0050 D0E0      63      M2URT:  POP 0E0H      ;восстановить Асс
0052 32        64      RETI          ;выход из прерывания
0053 B60D05    65      M5URT:  CJNE @R0,#0DH,M6URT ;проверка на символ 13 переход если не обнаружен
0056 D52702    66      DJNZ 27H,M6URT ;счетчик символов 13 в поле данных переходе если
0059 D20D      67      SETB 21H.5    ;установить флаг передачи символа 13
005B 8699     68      M6URT:  MOV 99H,@R0    ;отправка байта из RAM в порт
005D 08        69      INC R0        ;установка указателя на след адрес RAM
005E 880A     70      MOV 0AH,R0   ;сохранение счетчика памяти TX
0060 D0E0     71      POP 0E0H      ;восстановить Асс
0062 32        72      RETI          ;выход из прерывания
      73
      74      ;-----
      75      ;внешнее прерывание INT0 \прерывание от CPLD EPM1270T144
      76      ;-----
0063 C0E0     77      LP1:    PUSH 0E0H
0065 C2A8     78      CLR 0A8H.0    ;запрещаем INT0_прерывание от CPLD
      79      ;--
0067 7800     80      MOV R0,#00H   ;читаем рег. состояния CPLD
0069 E2       81      MOVXA,@R0     ;загружаемкод
006A 541F     82      ANL A,#1FH   ;маскируем старшие 4 бита (т.к. только младшие содержат код
006C 7000     83      JNZ M1INT     ;проверяем на наличие флагов ошибок и переходим если есть.
      84      ;---прерывание по периоду SIN---
      85      ;-----
006EF553    86      M1INT:  MOV 83 , A
0070 7129    87      ACALLOLED_2ST ;уст. курсорво 2 строку
0072 90200D88 ;отобразить надпись -Авария ПЧ-
0075 752600  89      MOV DPTR,#200DH ;очистить смещение для LSTR
0078 716B    90      ACALL LSTR    ;отображение строки
007A 1209BE  91      LCALLBEEP    ;звуковойсигнал
007D D0E0    92      POP 0E0H
007F 32     93      RETI
94 ;-----
      95 ;внешнее прерывание INT1\по вращению энкодера
      96 ;-----
0080 C0E0    97      LP2:    PUSH 0E0H      ;сохранить АСС
      98
0082 200B19  99      JB 21H.3,M0ENC ;переходим если режим изменения параметра
      100      ;--прокрутка меню--
0085 11B9    101     ACALL MENU    ;вызываем обработчик меню
0087 11CC    102     ACALL POINTVIEW ;вызываем отображение пункта меню с номером
0089 0200AD  103     JMP M1ENC     ;идем на выход
      104      ;-----
008C11E0    105     M2ENC:  ACALL CHGFLAG  ;изменяем флаги
008E 0200AB  106     JMP M6ENC    ;переход к выходу
      107      ;-----8 разрядное значение---
0091 30B405  108     M3ENC:  JNB 0B0H.4,M4ENC ;проверяем состояние энкодера\переходим на
0094 11E9    109     ACALL CHGP   ;увеличиваем 8 разрядную переменную
0096 0200AB  110     JMP M6ENC    ;переход к выходу
0099 11E5    111     M4ENC:  ACALL CHGM   ;уменьшаем 8 разрядную переменную
009B 0200AB  112     JMP M6ENC    ;переход к выходу
      113      ;-----обработка изменения пункта меню---
009E A930    114     M0ENC:  MOV R1,30H    ;указываем адрес изменяемой ячей
00A0 2018E9  115     JB 23H.0,M2ENC ;переход если работа с флагами
00A3 2019EB  116     JB 23H.1,M3ENC ;переход если работа с 8 разрядными числами
      117      ;-----16 разрядное значение---
00A6 30B40C  118     JNB 0B0H.4,M5ENC ;проверяем состояние энкодера\переходим на
уменьшение на 1 пункт
00A9 11F4    119     ACALL CHG16P ;вызываем увеличение на 1 пункт 16 разрядного числ
00AB 3110    120     M6ENC:  ACALL MENUTAB ;вызываем отображение изменений
      121      ;-----
00ADC28B   122     M1ENC:  CLR 88H.3    ;сброситьфлагINT1

```



```

00AF D0E0 123 POP 0E0H ;восстановить Асс
00B1 D507FD 124 DLY: DJNZ 07H,DLY ;(мкс)задержка дребезга
00B4 32 125 RETI ;ВЫХОД
126
00B5 3102 127 M5ENC: ACALL CHG16M ;уменьшаем 16 разрядную переменную
00B7 80F2 128 JMP M6ENC ;переход к выходу
129
130 ;-----Обработчик циклического меню-09H=хранение пункта/3FH-указывает количество пунктов
в списке -----
00B9 E509 131 MENU: MOV A,09H ;загружаем указатель пунктов меню
00BB 30B405 132 JNB 0B0H.4,M0MN ;проверяем состояние энкодера\переходим на
уменьшение на 1 пункт
00BE B53F09 133 CJNE A,3FH,M2MN ;проверяем на достижение максимального
значения пунктов (количество пунктов в списке хранит 3FH)
00C1 E4 134 CLR A ;очищаем на 0 пункт
00C2 22 135 RET ;выход
136 ;---
00C3 6002 137 M0MN: JZ M3MN ;если регистр равен 0 то устанавливаем
значение равное 14 (по кольцу)
00C5 14 138 DEC A ;уменьшаем на 1 пункт.
00C6 22 139 RET ;выходим
00C7 E53F 140 M3MN: MOV A,3FH ;присваиваем последний пункт из рег.(т.к.0-13)
00C9 22 141 RET ;выходим
142 ;---
00CA 04 143 M2MN: INC A ;увеличиваем на 1 пункт
00CB 22 144 RET ;выходим
145 ;-----вычисление и отображении строки текущего пункта меню /Асс-хранит номер текущего
пункта-----
00CC F509 146 POINTVIEW: MOV 09H,A ;сохраняем
00CE 75F011 147 MOV 0F0H,#11H ;устанавливаем длину строки 16+1
символов(т.к. CR)(не более 15 строк всего)
00D1 A4 148 MUL AB ;умножаем длину строки на номер строки
00D2 F526 149 MOV 26H,A ;указываем смещение на строку для функции LSTR
00D4 854082 150 MOV 82H,40H ; (2041H)
00D7 854183 151 MOV 83H,41H ;загружаем базовый адрес текущего списка строк меню
00DA 7124 152 ACALL OLED_1ST ;установить 1 строку дисплея
00DC 00 153 NOP
00DD 716B 154 ACALL LSTR ;вызываем вывод строки
00DF 22 155 RET
156 ;-----
157 ;процедуры корректировки значений \R1-хранение адреса данных,31H-маска битовых операций с
флагами
158 ;-----
00E0 E531 159 CHGFLAG: MOV A,31H ;Згружаем маску изменяемого бита (инверсия)
00E2 67 160 XRL A,@R1 ;накладываем маску по искл.или
00E3 F7 161 MOV @R1,A ;сохраняем результат
00E4 22 162 RET ;выход
163 ;---больше\меньше 8 бит с пределом \32H-хранение предела, R1-указатель\
164
00E5 17 165 CHGM: DEC @R1 ;уменьшаемна 1
00E6 0200EA 166 JMP M1CHG ;переход на обработку пределов
00E9 07 167 CHGP: INC @R1 ;увеличиваемна 1
00EA E7 168 M1CHG: MOV A,@R1 ;загружаембайт
00EB C3 169 CLR C ;очищаем перенос
00EC 9532 170 SUBB A,32H ;вычитаем предел
00EE 5001 171 JNC M0CHG ;сравниваем с пределом и переход
00F0 22 172 RET ;выходим
00F1 A732 173 M0CHG: MOV @R1,32H ;в случае больше предела записывем предел
00F3 22 174 RET
175 ;-----больше\меньше 16 бит-----\32H-хранение предела MSB, R1-указатель на LSB\
00F4 07 176 CHG16P: INC @R1 ;увеличиваем LSB
00F5 B70009 177 CJNE @R1,#00H,M0CP ;проверяем результат если не 0 то переходим
00F8 09 178 INC R1 ;указатель на MSB
00F9 07 179 INC @R1 ;т.к. при LSB+1 получился 0 то имел место
00FA E7 180 MOV A,@R1 ;подгружаем MSB
00FB B53203 181 CJNE A,32H,M0CP ;проверяем на равенство пределу MSB переход
00FE 17 182 DEC @R1 ;возвращаем значение MSB=32H-1
00FF 19 183 DEC R1 ;указатель на LSB
0100 17 184 DEC @R1 ;возвращаем значение LSB=0FF

```

```

0101 22      185 M0CP:          RET          ;выход
                                186
0102 17      187 CHG16M:      DEC @R1      ;LSB-1
0103 B7FFFB  188      CJNE @R1,#0FFH,M0CP ;проверяем результат если не 255 то переходим
0106 09      189      INC R1      ;указатель на MSB
0107 17      190      DEC @R1      ;т.к. при LSB-1 получилось 255 то имел место
0108 E7      191      MOV A,@R1   ;подгружаем MSB
0109 B5FFF5  192      CJNE A,0FFH,M0CP ;проверяем на равенство пределу MSB переход
010C 07      193      INC @R1      ;возвращаем значение MSB=0
010D 19      194      DEC R1      ;указатель на LSB
010E 07      195      INC @R1      ;возвращаем значение LSB=0
010F 22      196      RET          ;выход
                                197 ;=====
                                198 ;Ветвления к обработчикам пунктов меню
                                199 ;=====
0110 75F014  200 MENUTAB:      MOV 0F0H,#14H ;умножаем на 20 т.к. в списке указателей 10
команд по 2 байта (для первых двух)
0113 E53E    201      MOV A,3EH   ;загружаем номер списка меню.
0115 A4      202      MUL AB     ;умножаем
0116 F8      203      MOV R0,A   ;Временно сохраним смещение на лист меню
0117 75F002  204      MOV 0F0H,#02H ;Смещение на 2 т.к. 1 команда 2 байта
011A E509    205      MOV A,09H   ;загружаем указатель пункта меню
011C A4      206      MUL AB     ;умножаем получаем абсолютное смещение к
011D 28      207      ADD A,R0   ;складываем смещение на лист и смещение
011E 900122  208      MOV DPTR,#MENUADR ;загружаем начальный адрес таблицы
0121 73      209      JMP @A+DPTR ;косвенный относительный переход, где A
                                210
                                211 ;адрес таблицы переходов (всего не более 127 записей т.к. смещение +255 и сторок 2 байта)
                                212 ;--уровень меню L1
0122 8105    213 MENUADR:      AJMP M0ITEM ;переход к пункту меню 0
0124 8136    214      AJMP M1ITEM ;переход к пункту меню 1
0126 8159    215      AJMP M2ITEM ;переход к пункту меню 2
0128 8170    216      AJMP M3ITEM ;переход к пункту меню 3
012A 8179    217      AJMP M4ITEM ;переход к пункту меню 4
012C 8182    218      AJMP M5ITEM ;переход к пункту меню 5
012E 818B    219      AJMP M6ITEM ;переход к пункту меню 6
0130 819A    220      AJMP M7ITEM ;переход к пункту меню 7
0132 81A2    221      AJMP M8ITEM ;переход к пункту меню 8
0134 81B4    222      AJMP M9ITEM ;переход к пункту меню 9
                                223 ;--уровень меню L2
0136 C165    224      AJMP M0STAT ;переход к пункту меню 0
0138 C171    225      AJMP M1STAT ;переход к пункту меню 1
013A C17D    226      AJMP M2STAT ;переход к пункту меню 2
013C C1AA    227      AJMP M3STAT ;переход к пункту меню 3
013E C1BD    228      AJMP M4STAT ;переход к пункту меню 4
0140 C1C0    229      AJMP M5STAT ;переход к пункту меню 5
0142 C1C8    230      AJMP M6STAT ;переход к пункту меню 6
0144 C1C8    231      AJMP M6STAT ;переход к пункту меню 7(заглушка)
0146 C1C8    232      AJMP M6STAT ;переход к пункту меню 8(заглушка)
0148 C1C8    233      AJMP M6STAT ;переход к пункту меню 9(заглушка)
                                234 ;--уровень меню L2
014A 81C6    235      AJMP M0SET  ;переход к пункту меню 0
014C 81E4    236      AJMP M1SET  ;переход к пункту меню 1
014E 81F6    237      AJMP M2SET  ;переход к пункту меню 2
0150 A108    238      AJMP M3SET  ;переход к пункту меню 3
0152 A11A    239      AJMP M4SET  ;переход к пункту меню 4
0154 A138    240      AJMP M5SET  ;переход к пункту меню 5
0156 A15F    241      AJMP M6SET  ;переход к пункту меню 6
0158 A17B    242      AJMP M7SET  ;переход к пункту меню 7
015A A196    243      AJMP M8SET  ;переход к пункту меню 8
015C A1C5    244      AJMP M9SET  ;переход к пункту меню 9
015E A1E3    245      AJMP M10SET ;переход к пункту меню 10
0160 C10A    246      AJMP M11SET ;переход к пункту меню 11
0162 C128    247      AJMP M12SET ;переход к пункту меню 12
0164 C14F    248      AJMP M13SET ;переход к пункту меню 13
                                249
                                250 ;-----
                                251 ;Ветвления к обработчикам пунктов дискретного управления
                                252 ;-----

```

```

0166 E9      253 DISCRINP:      MOV A,R1          ;загружаем указатель (0-5)
0167 75F002  254          MOV 0F0H,#02H    ;Смещение на 2 т.к. 1 команда 2 байта
016A 14      255          DEC A            ;убираем смещение т.е. 1
016B A4      256          MUL AB          ;умножаем получаем абсолютное смещение к
016C 900170  257          MOV DPTR,#INP_TAB ;загружаем начальный адрес таблицы
016F 73      258          JMP @A+DPTR     ;переход, где A хранит смещение в поле
                259
0170 61EF    260 INP_TAB:      AJMP M5DINP     ;переход к 0 (Авврийный останов)
0172 61BF    261          AJMP M4DINP     ;переход к 1 (Скорость-3)
0174 61B5    262          AJMP M3DINP     ;переход к 2 (Скорость-2)
0176 61AB    263          AJMP M2DINP     ;переход к 3 (Скорость-1)
0178 6192    264          AJMP M1DINP     ;переход к 4 (Пуск-реверс)
017A 6172    265          AJMP M0DINP     ;переход к 5 (Пуск-Прямо)
017C 22      266 M5DINP:      RET
                267
                268 ;-----
                269 ; ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ
                270 ;-----
017D E4      271 START:      CLR A            ;A<0
017E F5A8    272          MOV 0A8H,A      ;IE< G_ALL=OFF
0180 F598    273          MOV 98H,A       ;SCON<0
0182 F5D0    274          MOV 0D0H,A      ;PSW<0 STR=0
0184 F58A    275          MOV 8AH,A       ;TH0
0186 F58C    276          MOV 8CH,A       ;TH0
0188 F58B    277          MOV 8BH,A       ;TL1
018A 758DE8  278          MOV 8DH,#0E8H ;TH1(UART) 22.118MГц=9600
279
                280
018D 7580FF  281          MOV 80H,#0FFH   ;P0<FF (порт доступа к внешней памяти CPLD)
0190 75A0FF  282          MOV 0A0H,#0FFH ;P2<FF (Порт дискретного ввода с оптронов)
0193 75B0FF  283          MOV 0B0H,#0FFH ;P3<FF (D0=RX, TX, INT0=IRQ_PLD,)
0196 759050  284          MOV 90H,#50H   ;P1<50 (D7=RS485R/T=0, OLED_RS=0, OLED_CS=0, X=0,
0199 758E01  285          MOV 8EH,#01H   ;AUXR DISALE=1 (переводим вывод ALE в режим работы
                286 ;MOV 8FH,#01H ;не делить тактовую на 2
                287 ;===
019C 75B810  288          MOV 0B8H,#10H  ;IP< приоритет прерывания UART
019F 758921  289          MOV 89H,#21H   ;TMOD< T0-16BIT счетный \T1-8бит (автоперезагрузка)
01A2 758845  290          MOV 88H,#45H   ;TCON< T0-OFF T1-ON I1-FRONT I2-FRONT
01A5 75C900  291          MOV 0C9H,#00H ;T2MOD 16BIT счетныйперезагрузка
01A8 75C800  292          MOV 0C8H,#00H ;T2CON T2=OFF
01AB 758780  293          MOV 87H,#80H   ;PCON< OSC X2
01AE 759850  294          MOV 98H,#50H   ;SCON< 57600,8,N RX=ON
295
01B1 758180  296          MOV 81H,#80H   ;SP<80H (установка указателя стека во вторую половину ОЗУ)
01B4 1208F4  297          CALL RESRAM    ;очисткапамяти
298
                299 ;-----инициализация вн. аппаратуры-----
01B7 7410    300          MOV A,#10H     ;установка начала буфера отправки UART
01B9 F50B    301          MOV 0BH,A      ;Установка указателя буфера приема
01BB 75A892  302          MOV 0A8H,#92H ;ЗАГРУЗКАИЕразрешениепрерываний
01BE 00      303          NOP
01BF 00      304          NOP
01C0 D20D    305          SETB 21H.5     ;UARTготовкпередаче!
                306 ;-----
                307 ;загружаем данные из EEPROM памяти (42-4FH)
                308 ;-----
01C2 759608  309 EEPRD:      MOV 150 , # 08H
01C5 900000  310          MOV DPTR,#0000H ;загружаем начальный адрес
01C8 7842    311          MOV R0,#42H    ;начинаем загрузку с регистра частоты
01CA E0      312 M1EEP:      MOVX A,@DPTR    ;читаем значение из DPTR
01CB F6      313          MOV @R0,A      ;отправляем в регистровую память
01CC 08      314          INCR0          ;
01CDA3      315          INCDPTR        ;
01CEB854F9  316          CJNER0,#54H,M1EEP ;проверяемнаконец (ADR+1) пересылаемогоучастка
01D1 E0      317          MOVX A,@DPTR    ;загружаем регистр с битовой областью
01D2 F524    318          MOV 36 , A
01D4 759600  319          MOV 150 , # 00H
320 ;-----Начальное значение ЦАП-----
01D7 120984  321          LCALL SET_ACUR ;вызываем загрузку значения

```

```

322 ;-----Устанавливаем скорость передачи UART-----
01DA 202006 323 JB 24H.0,M0MAIN ;переход по значению бита (1-19200 0-9600)
01DD 758DE8 324 MOV 8DH,#0E8H ; 9600
01E0 0201E6 325 JMPM1MAIN ;
01E3 758DF4 326 M0MAIN: MOV 8DH,#0F4H ;19200
327

328 ;-----инициализация дисплея OLED-----
01E6 7B3A 329 M1MAIN: MOV R3,#3AH ;выбираем интерфейс 8 бит и внутренний
01E8 7130 330 ACALLOLED_CMD ;
01EA 1208B4 331 LCALLDELY2 ;ожидаем
01ED 7B0C 332 MOVR3,#0CH ;включаемдисплей
01EF 7130 333 ACALLOLED_CMD ;
01F1 1208B4 334 LCALLDELY2 ;ожидаем
01F4 7B01 335 MOV R3,#01H ;очищаем видео память
01F6 7130 336 ACALLOLED_CMD ;
01F8 1208B4 337 LCALLDELY2 ;ожидаем
01FB 7B06 338 MOV R3,#06H ;уст. инкрементсчетчикаадресови01FD 7130
339 ACALL OLED_CMD ;
01FF 1208B4 340 LCALL DELY2 ;ожидаем
0202 7124 341 ACALLOLED_1ST ;курсорна 1 строку
342
343 ;=====Инициализируем CPLD/Даемкомандувн.сброс=====
0204 7800 344 MOVR0,#00H ;рег. частоты
0206 E542 345 MOVA , 66
0208 F2 346 MOVX @R0,A ;отправляем на внешнюю шину
0209 08 347 INC R0

348 ;--
020A 740C 349 MOV A,#0CH ;значение рег. SIN блока (авт.задание
амплитуды,разрешаем ускорение\замедление)
020C F2 350 MOVX @R0,A ;отправляем на внешнюю шину
020D F52A 351 MOV 42 , A
020F 08 352 INC R0

353 ;
0210 7480 354 MOV A,#80H ;вн.сброс
0212 F2 355 MOVX@R0,A ;отправляем на внешнюю шину
0213 08 356 INC R0 ;указатель на адрес 03H

357
358 ;---начальный адрес в CPLD 03H рег. ускорения (загружает вн.настройки от 03H->0DH)
0214 7943 359 MOV R1,#43H ;начальный адрес в области RAM
0216 E7 360 M1CINT: MOV A,@R1 ;загружаем значение памяти
0217 F2 361 MOVX @R0,A ;пишемв CPLD
0218 08 362 INC R0 ;на следующие адреса
0219 09 363 INC R1
021A B80EF9 364 CJNE R0,#0EH,M1CINT ;проверяем на завершение загрузки
365 ;----
021D 7403 366 MOV A,#03H ;разрешаем работу регулятора вольтодобавки и
021F F2 367 MOVX @R0,A ;загружаем регистр режимов блока энкодера
(0EH)

368 ;-----включаем прерывания-----
0220 C289 369 CLR 88H.1 ;очистим флаг прерывания
0222 D2A8 370 SETB 0A8H.0 ;решаем INTO_прерывание от CPLD

371 ;-----подготовка обработчика меню-----
0224 753F09 372 MOV 3FH,#09H ;10 пунктов в главном меню
0227 754041 373 MOV 40H,#41H ;указатель на базовые адреса строк главного
022A 754120 374 MOV 41H,#20H

375 ;-----пишем заставку-----
022D 752600 376 MOV 26H,#00H ;смещение для функции LSTR
0230 902019 377 MOV DPTR,#2019H ;выводим 1 строку
0233 716B 378 ACALL LSTR ;вызываем копирование строки из ROM на
0235 7129 379 ACALL OLED_2ST ;выводим курсор на 2 строку
0237 A3 380 INC DPTR ;выводим 2 строку
0238 716B 381 ACALL LSTR ;вызываем копирование строки из ROM на
023A 1208C2 382 LCALL DELY1 ;даем время на просмотр 1С

383 ;----
023D 7129 384 ACALL OLED_2ST ;выводим курсор на 2 строку
023F 7144 385 ACALLOLED_BLANK ;очищаем
0241 1208FB 386 LCALL STARTRECT ;вызываем запуск выпрямителя (зарядка)
0244 1209BE 387 LCALL BEEP ;короткийсигнал

388 ;=====

```

```

0247 7124 389 ACALL OLED_1ST ;выводим курсор на 1 строку
0249 902041 390 MOV DPTR,#2041H ;выводим 1 пункт меню (начало таблицы )
024C 716B 391 ACALL LSTR ;вызываем копирование строки меню из ROM
024E 7129 392 ACALL OLED_2ST ;выводим курсор на 2 строку
0250 7144 393 ACALL OLED_BLANK ;очищаем
0252 D2AA 394 SETB 0A8H.2 ;разрешаем работу прерываний от валкодера
;-----
0254 301E03 396 JNB 23H.6,SYSRDY ;проверяем есть ли напряжение в звене пост.
0257 120930 397 LCALL NOCHG ;вызываем отображение нет заряда
;-----
025A D24C 399 SYSRDY: SETB C_SET.4 ;включить выход готовности SYS_FAULT
025C12081C 400 LCALL SETPLD ;отправляем регистр
;-----
025F E551 402 MOV A, 81
0261 6004 403 JZ AN ;если внешнее
0263 D28C 404 SETB 88H.4 ;Пуск T0
0265 C252 405 CLR C_SIN.2 ;переключаем на задание
;-----
;=====
0267 300F09 409 AN: JNB 21H.7,RXP ;установлен бит принят пакет
026A C20F 410 CLR 21H.7 ;очистка бита принятого пакета
026C D29C 411 SETB 98H.4 ;включить прием UART
026E 750B10 412 MOV 0BH,#10H ;уст. начала буфера приема
0271 D1F2 413 ACALL CMPA ;вызов интерпретатора
;-----
0273 300D0E 416 RXP: JNB 21H.5,OK ;проверка на свободу порта переход если
занят(TX_CR=0)
0276 300A0B 417 JNB 21H.2,OK ;установлен бит команда готовности
0279 C20A 418 CLR 21H.2 ;очистка бита команды готовности
027B 751052 419 MOV 10H,#52H ;запись в буфер символ -R-(готово)
027E 75110D 420 MOV 11H,#0DH ;запись символа <CR>
0281 1208DB 421 LCALL SCOD ;инициализация передачи буфера в порт
;-----
0284 E522 424 OK: MOV A,22H ;ЗАГРУЗКА регистра номера команды
0286 6005 425 JZ CMD ;переход если регистр команды равен -0- (нет команд)
0288 F13F 426 ACALL ANR ;вызов анализатора
028A 532200 427 ANL 22H,#00H ;ОЧИСТКА РЕГИСТРА НОМЕРА КОМАНДЫ
;-----
028D 30080F 430 CMD: JNB 21H.0,ERR ;обнаружена ошибка в команде или управлении
0290 C208 431 CLR 21H.0 ;СБРОС СИГНАЛА ОШИБКИ
0292 902363 432 MOV DPTR,#UART_ERR ;ЗАГРУЗКА адр. начала таблицы ERROR
0295 7810 433 MOV R0,#10H ;начало буфера порта
0297 750806 434 MOV 08H,#06H ;переслать 6 байт в буфер
029A 7160 435 ACALL TBL ;переслать из ROM в RAM
029C 1208DB 436 LCALL SCOD ;отправить сообщение в послед.порт
;-----
029F 200919 438 ERR: JB 21H.1,M0ENBT ;проверяем блокировку кнопки, переход если
блокирована
02A2 20B51E 439 JB 0B0H.5,ENBT ;проверка нажатия кнопки валкодера
;-----
02A5 200B07 442 JB 21H.3,M1ENBT ;проверяем режим работы валкодера если в режиме
02A8 D20B 443 SETB 21H.3 ;режим работы валкодера изменение параметра
02AA 3110 444 ACALL MENUTAB ;отображаем содержимое пункта меню
02AC 0202B9 445 JMP M2ENBT ;перепрыгиваем к блокировке
;-----
02AF C20B 447 M1ENBT: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
02B1 D20C 448 SETB 21H.4 ;разрешаем применить изменения
02B3 3110 449 ACALL MENUTAB ;вызываем обработчик
02B5 7129 450 ACALL OLED_2ST ;установить 2 строку
02B7 7144 451 ACALL OLED_BLANK ;очищаем 2 строчку
02B9 D209 452 M2ENBT: SETB 21H.1 ;устанавливаем блокировку кнопки
;-----
02BB 30B505 454 M0ENBT: JNB 0B0H.5,ENBT ;проверяем отпущена ли кнопка, если нажата

```

```

02BE D52F02 455 DJNZ 2FH,ENBT ;осуществляем задержку нажатия
02C1 C209 456 CLR 21H.1 ;снимаем блокировку кнопки
      457 ENBT: ;-----
02C3 301B02 458 JNB 23H.3,NXCY ;если бит 0 то пропускаем процедуру
02C6 51CA 459 ACALL PARDISP ;
      460 ;-----
02C8 4167 461 NXCY: AJMP AN ;переход к началу диспетчера событий
      462 ;=====фооновое отображение значений=====
02CA DF10 463 PARDISP: DJNZ R7,M1PAR ;каждый 255 проход в диспетчере вызываем функцию
02CC A84F 464 MOV R0,4FH ;загружаем значение адреса для отображения
02CE E2 465 MOVX A,@R0 ;загружаем требуемую ячейку из PLD
02CF F533 466 MOV 33H,A ;отправляем для преобразования
02D1 12084A 467 LCALL BIT8 ;вызываем двоично-десятичное преобразование
02D4 7BCC 468 MOV R3,#0CCH ;на 4 знакоместо с конца
02D6 7130 469 ACALL OLED_CMD
02D8 7939 470 MOV R1,#39H ;загружаем указатель на начало
02DA D1DB 471 ACALL DISPD ;выводим на экран значение 8
02DC 22 472 M1PAR: RET
      473
;*****
474 ;-----
475 ;процедура SPI (для ADC первый бит MSB) \R2,R3-рег.данных
476 ;-----
02DD E4 477 SPIN: CLR A ;очищаемасс
02DE FA 478 MOV R2,A ;очищаем LSB буфера
02DF FB 479 MOV R3,A ;очищаем MSB буфера
02E0 C297 480 M1SPI: CLR 90H.7 ;CLK=0 (P3.5)
02E2 00 481 NOP ;_П_
02E3 00 482 NOP ;верхний фронт
02E4 00 483 NOP ;
02E5 00 484 NOP
02E6 00 485 NOP
02E7 00 486 NOP
02E8 00 487 NOP
02E9 D297 488 SETB 90H.7 ;CLK=1
02EBA296 489 MOVC,90H.6 ;копируем бит данных в перенос(P3.7)
02ED 33 490 RLC A ;сдвигаем влево через перенос
02EE CB 491 XCH A,R3 ;меняем местами LSB,MSB
02EF 33 492 RLC A ;сдвигаем влево MSB
02F0 CB 493 XCH A,R3 ;возвращаем LSB,MSB
02F1 DDED 494 DJNZ R5,M1SPI ;декремент счетчика на след. бит если не 0
02F3 FA 495 MOV R2,A ;сохраняем LSB
02F4 C297 496 CLR 90H.7 ;CLK=0
02F6 22 497 RET ;выход
      498 ;------(130кГц=Fтакт)
02F7 C297 499 SPOUT: CLR 90H.7 ;CLK=0
02F9 EA 500 MOV A,R2 ;загружаем LSB
02FA 33 501 RLC A ;двигаем в лево C<-LSB
02FB CB 502 XCH A,R3 ;загружаем MSB
02FC 33 503 M1SPO: RLC A ;сдвигаем влево MSB<-C
02FD 9295 504 MOV 90H.5,C ;копируем в порт DI(выход данных P3.4)
02FF D297 505 SETB 90H.7 ;CLK=1
0301 00 506 NOP ;_П_
0302 00 507 NOP
0303 00 508 NOP
0304 00 509 NOP
0305 00 510 NOP
0306 00 511 NOP
0307 C297 512 CLR 90H.7 ;CLK=0
0309 CB 513 XCH A,R3 ;загружаем LSB
030A 33 514 RLC A ;сдвигаем LSB
030B CB 515 XCH A,R3 ;загружаем MSB
030CDCEE 516 DJNZ R4,M1SPO ;декремент счетчика на след. бит если не 0
030E C295 517 CLR 90H.5 ;очистить линию передачи DOUT
0310 22 518 RET ;выход
      519
      520 ;-----
      521 ;процедура работы с MCP4921 R2,R3-данные для отправки на ЦАП
522 ;-----

```

```

0311 C294 523 DAC: CLR 90H.4 ;CS=0
0313 7C10 524 M1DAC: MOV R4,#10H ;передаем 16 бит
0315 430370 525 ORL 03H,#70H ;накладываем маску(0111=07H)
0318 00 526 NOP
0319 51F7 527 ACALL SPOUT ;вызываем отправку в порт.
031B 00 528 NOP
031C D294 529 SETB 90H.4 ;CS=1
031E 22 530 RET

531 ;-----
532 ;OLED_DISP \работас 2X16 OLEDдисплеем \R3-регистркоманд-данных

533 ;-----
031F D291 534 OLED_DATA: SETB 90H.1 ;уст. RS=1 данные
0321 020332 535 JMP M1OLED ;перепрыгиваем
0324 7B80 536 OLED_1ST: MOV R3,#80H ;курсор в 1 строку (функция)
0326 020330 537 JMPOLED_CMD ;наобработкукоманд
0329 7BC0 538 OLED_2ST: MOV R3,#0C0H ;курсор в 2 строку (функция)
032B 020330 539 JMP OLED_CMD ;на обработку команд
032E 7B01 540 OLED_CLR: MOV R3,#01H ;очищаем видео память (функция)
0330 C291 541 OLED_CMD: CLR 90H.1 ;уст. RS=0 инструкции
0332 7A00 542 M1OLED: MOV R2,#00H ;очищаем регистр LSB порта
0334 7C08 543 MOV R4,#08H ;устанавливаем для передачи 8 бит
0336 51F7 544 ACALL SPOUT ;вызываем отправку SPI
0338 00 545 NOP
0339 D292 546 SETB 90H.2 ;устанавливаем OLED_EN=1
033B D507FD 547 DLY2: DJNZ 07H,DLY2 ;138.348(мкс)задержка
033E C292 548 CLR 90H.2 ;снимаем выбор OLED_EN=0
0340 D507FD 549 DLY3: DJNZ 07H,DLY3 ;138.348(мкс)задержка
0343 22 550 RET

551 ;----очистка 1 строки в 16 символов-/используется 08H-счетчик/-----
0344 7B20 552 OLED_BLANK: MOV R3,#20H ;устанавливаем символ пробела
0346 D291 553 SETB 90H.1 ;уст. RS=1 данные
0348 7C08 554 MOV R4,#08H ;устанавливаем для передачи 8 бит
034A 51F7 555 ACALL SPOUT ;вызываем отправку SPI
034C 00 556 NOP
034D 750810 557 MOV 08H,#10H ;загружаем число 16 знакомест
0350 D292 558 M1BLANK: SETB 90H.2 ;устанавливаем OLED_EN=1
0352 D507FD 559 DLY4: DJNZ 07H,DLY4 ;138.348(мкс)задержка
0355 C292 560 CLR 90H.2 ;снимаем выбор OLED_EN=0
0357 D507FD 561 DLY5: DJNZ 07H,DLY5 ;138.348(мкс)задержка
035A D508F3 562 DJNZ 08H,M1BLANK ;проверяем на завершение
035D 22 563 RET

564 ;-----
565 ;-----
566 ;TBL \копирование из ROM в RAM \DPTR LSB-82H MSB-83H \R0-база назначения в RAM \08H-
число байт для пересылки \DPTR-указатель начала таблицы (памяти программ)
567 ;-----
035E 08 568 M1TBL: INC R0 ;след. адрес в RAM (от конца к началу)
035F A3 569 INC DPTR ;след. адрес в таблице
570
0360 E4 571 TBL: CLR A ;Смещение=0
0361 93 572 MOVC A,@A+DPTR ;загрузкаиз ROM
0362 F6 573 MOV @R0,A ;сохраниенв RAM
0363 D508F8 574 DJNZ 08H,M1TBL ;уменьшение счетчика байт
0366 22 575 RET ;выход

576 ;-----
577 ;LSTR \загрузка строк меню из памяти программ на дисплей \DPTR-указатель начала таблицы
(памяти программ),26H-смещение по таблице
578 ;-----
0367 FB 579 M1STR: MOV R3,A ;отправляем в регистр последовательного порта
0368 711F 580 ACALL OLED_DATA ;вызываем отправку на дисплей символа
036A A3 581 INC DPTR ;увеличиваем указатель
036B E526 582 LSTR: MOV A,26H ;загружаем смещение
036D 93 583 MOVC A,@A+DPTR ;загружаем запись по указанному адресу
036E B40DF6 584 CJNE A,#0DH,M1STR ;проверяем на конец строки, переход если символ
0371 22 585 RET

586 ;=====
587 ;Обработчик внешнего управления
588 ;=====
589 ;--Движение вперед--

```

```

0372 E555 590 M0DINP: MOV A , 85
0374 20E00B 591 JB 0E0H.0,REMRV ;переходим если уст.(старт-прямо) Используем битовую
0377 20E15F 592 JB 0E0H.1,REMEXT ;если уст бит другого направления то выходим
037A C256 593 REMSTOP: CLR C_SIN.6 ;сбрасываем флаг запуска
037C 5329DB 594 ANL 41 , # 0DBH
037F02042C 595 JMP MOI ;переходим к изменению рег.CPLD
596
0382 20E144 597 REMRV: JB 0E0H.1,REMERR ;переход если установлен бит противоположного
0385 301F51 598 JNB 23H.7,REMEXT ;если нет готовности по выбранной скорости то
599
0388 432924 600 ORL 41 , # 24H
038B D256 601 SETB C_SIN.6 ;устанавливаем пуск
038D C255 602 CLR C_SIN.5 ;сбрасываем флаг реверса
038F02042C 603 JMP MOI ;переходим к изменению рег.CPLD
604
605 ;--Движение реверс--
0392 E555 606 M1DINP: MOV A , 85
0394 20E105 607 JB 0E0H.1,REMFR ;переходим если уст.(старт-реверс) Используем битовую
0397 20E03F 608 JB 0E0H.0,REMEXT ;если уст бит другого направления то выходим
039A 80DE 609 JMP REMSTOP ;переходим к остановке
610
039C20E02A 611 REMFR: JB 0E0H.0,REMERR ;переход если установлен бит противоположного
039F 301F37 612 JNB 23H.7,REMEXT ;если нет готовности по выбранной скорости то
03A2 432924 613 ORL 41 , # 24H
03A5 432A60 614 ORL 42 , # 60H
03A8 02042C 615 JMP MOI ;переходим к изменению рег.CPLD
616
617 ;--скорость1--
03AB 71DA 618 M2DINP: ACALL REMTEST ;проверяем состояние входов на ошибочные или
03AD E555 619 MOV A , 85
03AF 30E227 620 JNB 0E0H.2,REMEXT ;если скорость снята то ничего не делаем
03B2 020472 621 JMP REMS1 ;переходим к изменению рег.CPLD
622
623 ;--скорость1--
03B5 71DA 624 M3DINP: ACALL REMTEST ;проверяем состояние входов на ошибочные или
03B7 E555 625 MOV A , 85
03B9 30E31D 626 JNB 0E0H.3,REMEXT ;если скорость снята то ничего не делаем
03BC 02047B 627 JMP REMS2 ;переходим к изменению рег.CPLD
628
629 ;--скорость1--
03BF 71DA 630 M4DINP: ACALL REMTEST ;проверяем состояние входов на ошибочные или
полностью отключенные
03C1 E555 631 MOV A , 85
03C3 30E413 632 JNB 0E0H.4,REMEXT ;если скорость снята то ничего не делаем
03C6 020484 633 JMP REMS3 ;переходим к изменению рег.CPLD
634
635 ;--отображение ошибки--
03C9 7124 636 REMERR: ACALLOLED_1ST ;уст. курсорв 1 строку
03CB 90231C 637 MOV DPTR,#REMOTEEERR ;отобразить надпись -ошибка
дискр.управления-
03CE 752600 638 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
03D1 716B 639 ACALL LSTR ;вызываем отображение строки
03D3 C21F 640 CLR 23H.7 ;Запрещаем запуск-
03D5 80A3 641 JMP REMSTOP ;останавливаем ПЧ
642
03D7 C21F 643 REMEXT0: CLR 23H.7 ;Запрещаем запуск-
03D9 22 644 REMEXT: RET ;выход без изменений
645
646 ;--проверка состояния входов задания скорости--
03DA C21F 647 REMTEST: CLR 23H.7 ;Запрещаем запуск-
03DCE555 648 MOVA , 85
03DE 03 649 RRA
03DF 03 650 RR A ;сдвигаем к началу разрядной сетки
03E0 5407 651 ANL A,#07H ;маскируем 3 младших разряда
03E2 60F3 652 JZ REMEXT0 ;если ни один бит скорости не
03E4 30D0E2 653 JNB 0D0H.0,REMERR ;преходим если число единиц четное (т.е. 2)
03E7 C3 654 CLR C ;очищаем перенос
03E8 24FB 655 ADD A,#0FBH ;складывем до переполнения (Если в A>4 т.е.
03EA 40DD 656 JC REMERR ;переходим на отображение ошибки

```



```

03EC D21F 657 SETB 23H.7 ;-разрешаем запуск-
03EE 22 658 RET ;выходим без ошибок
659
660 ;--вход аварийного останова--
03EF C256 661 M5DINP: CLR C_SIN.6 ;снимаем бит запуска
03F1 752900 662 MOV 41 , # 00H
03F4 120822 663 LCALL SINPLD ;пишем в регистры CPLD
03F7 12081C 664 LCALLSETPLD
03FA 7124 665 ACALLOLED_1ST ;уст. курсорв 1 строку
03FC 90233E 666 MOV DPTR,#EXTFAULT ;отобразить надпись -ошибка дискр.управления-
03FF 752600 667 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
0402 716B 668 ACALL LSTR ;вызываем отображение строки
0404 22 669 RET
670 ;=====
671 ;MENUITEM \Дерево ветвления пунктов меню \09H-указатель вызываемого пункта, 3EH-номер
списка меню, 3FH-количество пунктов в списке
672 ;=====
673 M0ITEM: ;(1.Пуск\Стоп) (0 запись)
0405 100C24 674 JBC 21H.4,M0I ;проверяем бит разрешения ввести изменения
0408 D218 675 SETB 23H.0 ;Устанавливаем работу с флагами
040A 75302A 676 MOV 30H , # 42
040D 753140 677 MOV 31H,#40H ;указываем обработчику маской на 6 бит регистра
678 ;-----
0410 7129 679 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0412 752600 680 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
0415 20560A 681 JB C_SIN.6,M1I ;переход по значению бита (1-работа 0-ожидание)
0418 90225A 682 MOV DPTR,#MSG_WAIT;отобразить надпись -ожидание-
041B C24D 683 CLR C_SET.5 ;Прижимаем мех.тормоз
041D C24A 684 CLR C_SET.2 ;выключаем вентилятор
041F 020429 685 JMP M2I ;переход на отображение
686 ;--
0422 902250 687 M1I: MOV DPTR,#MSG_W ;отобразить надпись -работа-
0425 D24D 688 SETB C_SET.5 ;разрешить отпустить мех.тормоз
0427 D24A 689 SETB C_SET.2 ;включаем вентилятор
0429 716B 690 M2I: ACALL LSTR ;отображение строки
042B 22 691 RET
692 ;--действие по изменению--
042C 120838 693 M0I: LCALL SFRQPLD ;загружаем стартовую частоту
042F 120822 694 LCALL SINPLD ;запись изменений в CPLD
0432 12081C 695 LCALL SETPLD
0435 22 696 RET ;выходим
697 ;-----
698 ;(2.Напр.Вращения)
0436 100C1C 699 M1ITEM: JBC 21H.4,M0I ;проверяем бит разрешения ввести изменения
0439 D218 700 SETB 23H.0 ;Устанавливаем работу с флагами
043B 75302A 701 MOV 30H , # 42
043E 753120 702 MOV 31H,#20H ;указываем обработчику маской на 6 разряд
703 ;-----
0441 7129 704 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0443 752600 705 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
0446 205506 706 JB C_SIN.5,M1I ;переход по значению бита (1-реверс 0-прямо)
0449 902264 707 MOV DPTR,#MSG_F ;отобразить надпись -прямо-
044C 020452 708 JMP M2I ;переход на отображение
044F90226D 709 M1I: MOV DPTR,#MSG_B ;отобразить надпись -Реверс-
0452 716B 710 M2I: ACALL LSTR ;отображение строки
0454 22 711 RET ;выход
712 ;--действие по изменению--
0455 120822 713 M0I: LCALL SINPLD ;запись изменений в CPLD
0458 22 714 RET ;выходим
715
716 ;(3.Частота вращен)
0459 100C10 717 M2ITEM: JBC 21H.4,M0I2 ;проверяем бит разрешения ввести изменения
045C 753042 718 MOV 30H , # 66
045F 7532FF 719 MOV 32H,#OFFH ;предел для изменяемого числа 255
0462 C218 720 CLR 23H.0 ;работа с числами
0464 D219 721 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного числа
0466 E542 722 MOV A , 66
0468 120965 723 LCALL FRQ_DISP ;преобразование и отображение частоты

```

```

046B 22 724 RET ;
725 ;--действие по изменению--
046C120828 726 MOI2: LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
046F 22 727 RET ;выходим
728
729 ;(4.Фикс.частота_1)
0470 C20B 730 M3ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
0472 854E42 731 REMS1: MOV 66 , 78
0475 120828 732 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
0478 22 733 RET ;выходим
734
735 ;(5.Фикс.частота_2)
0479 C20B 736 M4ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
047B 854F42 737 REMS2: MOV 66 , 79
047E 120828 738 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
0481 22 739 RET ;выходим
740
741 ;(6.Фикс.частота_3)
0482 C20B 742 M5ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
0484 855042 743 REMS3: MOV 66 , 80
0487 120828 744 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
048A 22 745 RET ;выходим
746
747 ;(7.Код ошибки ПЧ)
048B C20C 748 M6ITEM: CLR 21H.4 ;очищаем бит изменений (не требуются)
048D 855333 749 MOV 33H , 83
0490 12084A 750 LCALL BIT8 ;вызываем двоично-десятичное преобразование
0493 7129 751 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0495 7939 752 MOV R1,#39H ;загружаем указатель на начало результата преобр.
0497 D1DB 753 ACALL DISPD ;выводим на экран значение 8 разрядного числа в
0499 22 754 RET ;выходим
755
756 ;(8.Сброс ошибки)
049A C20B 757 M7ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
049C 120803 758 LCALL RESPLD ;вызываем сброс бита ошибки
049F D2A8 759 SETB 0A8H.0 ;Разрешаем INTO_ прерывание от CPLD
04A1 22 760 RET ;выходим
761
762 ;(9.Настройки ПЧ)
04A2 C20B 763 M8ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
04A4 753E02 764 MOV 3EH,#02H ;использовать 3 список меню
04A7 753F0D 765 MOV 3FH,#0DH ;всего 14 пунктов в списке
04AA 754062 766 MOV 40H,#62H ;указатель на базовые адреса строк меню настроек.
04AD 754121 767 MOV 41H,#21H ;(2162)
04B0 E4 768 CLRA ;на 1 пункт
04B1 11CC 769 ACALLPOINTVIEW ;отображение текущего пункта меню в 1 строке
04B3 22 770 RET ;выходим
771
772 ;(10.Состояние)
04B4 C20B 773 M9ITEM: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим просмотра меню
04B6 753E01 774 MOV 3EH,#01H ;использовать 2 список меню
04B9 753F06 775 MOV 3FH,#06H ;всего 7 пунктов в списке
04BC 7540EВ 776 MOV 40H,#0EВH ;указатель на базовые адреса строк меню состояния.
04BF 754120 777 MOV 41H,#20H ;(20EВ)
04C2 E4 778 CLRA ;на 1 пункт
04C3 11CC 779 ACALLPOINTVIEW ;отображение текущего пункта меню в 1 строке
04C5 22 780 RET ;выходим
781
782 ;=====
783
784 ;(1.Инт.Ускорения)
04C6 100C17 785 M0SET: JBC 21H.4,M0ST0 ;проверяем бит разрешения ввести изменения
04C9 753043 786 MOV 30H , # 67
04CC 7532FF 787 MOV 32H,#0FFH ;предел для изменяемого числа 255
04CF C218 788 CLR 23H.0 ;работа с числами
04D1 D219 789 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного числа
790
04D3 854333 791 MOV 33H , 67 ;--

```

| | | | | | |
|---------|--------|-----|--------|----------------------------|---|
| 04D6 | 12084A | 792 | | LCALL BIT8 | ;вызываем двоично-десятичное преобразование |
| 04D9 | 7129 | 793 | | ACALL OLED_2ST | ;уст. курсор во 2 строку |
| 04DB | 7939 | 794 | | MOV R1,#39H | ;загружаем указатель на начало результата преобр. |
| 04DD | D1DB | 795 | | ACALL DISPD | ;выводим на экран значение 8 разрядного числа в |
| per.33H | | | | | |
| 04DF | 22 | 796 | | RET | ; |
| | | 797 | | ;--действие по изменению-- | |
| 04E0 | 120816 | 798 | M0ST0: | LCALL ACLPLD | ;вызываем запись изменений CPLD |
| 04E3 | 22 | 799 | | RET | ;выходим |
| | | 800 | | | |
| | | 801 | | ;(2.Знач.Частоты_1) | |
| 04E4 | C20C | 802 | M1SET: | CLR 21H.4 | ;очищаем бит разрешения ввести изменения |
| 04E6 | 75304E | 803 | | MOV 30H , # 78 | |
| 04E9 | 7532FF | 804 | | MOV 32H,#0FFH | ;предел для изменяемого числа 255 |
| 04EC | C218 | 805 | | CLR 23H.0 | ;работа с числами |
| 04EE | D219 | 806 | | SETB 23H.1 | ;изменение 8 разрядного числа |
| | | 807 | | ;-- | |
| 04F0 | E54E | 808 | | MOV A , 78 | |
| 04F2 | 120965 | 809 | | LCALL FRQ_DISP | ;преобразование и отображение частоты |
| 04F5 | 22 | 810 | | RET | ;выходим |
| | | 811 | | | |
| | | 812 | | ;(3.Знач.Частоты_2) | |
| 04F6 | C20C | 813 | M2SET: | CLR 21H.4 | ;очищаем бит разрешения ввести изменения |
| 04F8 | 75304F | 814 | | MOV 30H , # 79 | |
| 04FB | 7532FF | 815 | | MOV 32H,#0FFH | ;предел для изменяемого числа 255 |
| 04FE | C218 | 816 | | CLR 23H.0 | ;работа с числами |
| 0500 | D219 | 817 | | SETB 23H.1 | ;изменение 8 разрядного числа |
| | | 818 | | ;-- | |
| 0502 | E54F | 819 | | MOV A , 79 | |
| 0504 | 120965 | 820 | | LCALL FRQ_DISP | ;преобразование и отображение частоты |
| 0507 | 22 | 821 | | RET | ;выходим |
| | | 822 | | | |
| | | 823 | | ;(4.Знач.Частоты_3) | |
| 0508 | C20C | 824 | M3SET: | CLR 21H.4 | ;очищаем бит разрешения ввести изменения |
| 050A | 753050 | 825 | | MOV 30H , # 80 | |
| 050D | 7532FF | 826 | | MOV 32H,#0FFH | ;предел для изменяемого числа 255 |
| 0510 | C218 | 827 | | CLR 23H.0 | ;работа с числами |
| 0512 | D219 | 828 | | SETB 23H.1 | ;изменение 8 разрядного числа |
| | | 829 | | ;-- | |
| 0514 | E550 | 830 | | MOVA , 80 | |
| 0516 | 120965 | 831 | | LCALLFRQ_DISP; | преобразование и отображение частоты |
| 0519 | 22 | 832 | | RET | ;выходим |
| | | 833 | | | |
| | | 834 | | ;(5.Номинальн.Ток) | |
| 051A | 100C17 | 835 | M4SET: | JBC 21H.4,M0ST4; | проверяем бит разрешения ввести изменения |
| 051D | 753048 | 836 | | MOV 30H , # 72 | |
| 0520 | 7532FF | 837 | | MOV 32H,#0FFH | ;предел для изменяемого числа 255 |
| 0523 | C218 | 838 | | CLR 23H.0 | ;работа с числами |
| 0525 | D219 | 839 | | SETB 23H.1 | ;изменение 8 разрядного числа |
| | | 840 | | ;-- | |
| 0527 | 854833 | 841 | | MOV 33H , 72 | |
| 052A | 12084A | 842 | | LCALLBIT8 | ;вызываем двоично-десятичное преобразование |
| 052D | 7129 | 843 | | ACALL OLED_2ST | ;уст. курсор во 2 строку |
| 052F | 7939 | 844 | | MOV R1,#39H | ;загружаем указатель на начало результата |
| 0531 | D1DB | 845 | | ACALL DISPD | ;выводим на экран значение 8 разрядного числа в |
| 0533 | 22 | 846 | | RET | ; |
| | | 847 | | ;--действие по изменению-- | |
| 0534 | 120984 | 848 | M0ST4: | LCALLSET_ACUR | |
| 0537 | 22 | 849 | | RET | ;выходим |
| | | 850 | | | |
| | | 851 | | | |
| | | 852 | | ;(6.Частота несущ.) | |
| 0538 | 100C20 | 853 | M5SET: | JBC 21H.4,M0ST5 | ;проверяем бит разрешения ввести изменения |
| 053B | D218 | 854 | | SETB 23H.0 | ;Устанавливаем работу с флагами |
| 053D | 75302A | 855 | | MOV 30H , # 42 | |

```

0540 753101 856 MOV 31H,#01H ;указываем обработчику маской на 1 разряд
      857 ;-----
0543 7129 858 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0545 7144 859 ACALLOLED_BLANK
0547 7129 860 ACALLOLED_2ST ;уст. курсорво 2 строку
0549 752600 861 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
054C 205006 862 JB C_SIN.0,M1ST5 ;переход по значению бита (1-1,5кГц 0-3кГц)
054F 902276 863 MOV DPTR,#SEL_C1 ;отобразить надпись 6кГц
0552 020558 864 JMP M2ST5 ;переход на отображение
0555 90227B 865 M1ST5: MOV DPTR,#SEL_C2 ;отобразить надпись 3кГц
0558 716B 866 M2ST5: ACALL LSTR ;отображение строки
055A 22 867 RET ;выход
      868 ;--действие по изменению--
055B 120822 869 M0ST5: LCALL SINPLD ;запись изменений в CPLD
055E 22 870 RET ;выходим
      871
      872 ;(7.Внешнее управ.)
055FC20C 873 M6SET: CLR 21H.4 ;очищаем бит разрешения ввести изменения
0561 753051 874 MOV 30H , # 81
0564 753205 875 MOV 32H,#05H ;предел для изменяемого числа 5
0567 C218 876 CLR 23H.0 ;работа с числами
0569 D219 877 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного
числа
      878
056B 7129 879 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
056D E551 880 MOV A , 81
056F 75F011 881 MOV 0F0H,#11H ;множитель 16+1
0572 A4 882 MUL AB
0573 F526 883 MOV 26H,A ;смещение по таблице
0575 902280 884 MOV DPTR,#SEL_IF ;начало таблицы с надписями
режимов
0578 716B 885 ACALL LSTR ;вызываем отображение
строки
057A 22 886 RET ;
      887
      888 ;(8.Адрес -RS485-)
057B 100C17 889 M7SET: JBC 21H.4,M0ST7;проверяем бит разрешения ввести изменения
057E 753052 890 MOV 30H , # 82
0581 7532FF 891 MOV 32H,#0FFH ;предел для изменяемого числа 255
0584 C218 892 CLR 23H.0 ;работа с числами
0586 D219 893 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного
числа
      894 ;--
0588 855233 895 MOV 33H , 82
058B 12084A 896 LCALL BIT8 ;вызываем двоично-
десятичное преобразование
058E 7129 897 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0590 7939 898 MOV R1,#39H ;загружаем указатель на
начало результата преобр.
0592 D1DB 899 ACALL DISPD ;выводим на экран значение
8 разрядного числа в рег.33H
0594 22 900 RET ;выходим
      901 ;--действия по изменению--
0595 22 902 M0ST7: RET
      903
      904 ;(9.Скорост.обмена)
0596 100C21 905 M8SET: JBC 21H.4,M0ST8;проверяем бит разрешения ввести изменения
0599 D218 906 SETB 23H.0 ;Устанавливаем работу с
флагами
059B 753024 907 MOV 30H , # 36
059E 753101 908 MOV 31H,#01H ;указываем обработчику маской на 1
разряд
      909 ;-----
05A1 7129 910 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
05A3 752600 911 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
05A6 202006 912 JB 24H.0,M1ST8 ;переход по значению бита (1-19200 0-9600)
05A9 9022E6 913 MOV DPTR,#SEL_R1 ;отобразить надпись 9600
05AC 0205B2 914 JMP M2ST8 ;переход на отображение
05AF 9022EC 915 M1ST8: MOV DPTR,#SEL_R2 ;отобразить надпись 19200

```

```

05B2 716B 916 M2ST8: ACALL LSTR ;отображение строки
05B4 9022F2 917 MOV DPTR,#D_RATE ;отобразить надпись -бит/с-
05B7 716B 918 ACALL LSTR ;отображение строки
05B9 22 919 RET ;выход
920 ;--действие по изменению--
05BA 202004 921 M0ST8: JB 24H.0,M3ST8 ;переход по значению бита (1-19200 0-9600)
05BD 758DE8 922 MOV 8DH,#0E8H ;записываем в перезагрузку TH1
05C0 22 923 RET
05C1 758DF4 924 M3ST8: MOV 8DH,#0F4H ;записываем в перезагрузку TH1
05C4 22 925 RET ;выходим
926
927 ;(10.КомпенС.UAMP)
05C5 100C17 928 M9SET: JBC 21H.4,M0ST9;проверяем бит разрешения ввести изменения
05C8 753045 929 MOV 30H , # 69
05CB 75327F 930 MOV 32H,#7FH ;предел для изменяемого числа 127
05CE C218 931 CLR 23H.0 ;работа с числами
05D0 D219 932 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного
числа
933 ;--
05D2 854533 934 MOV 33H , 69
05D5 12084A 935 LCALL BIT8 ;вызываем двоично-
десятичное преобразование
05D8 7129 936 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
05DA 7939 937 MOV R1,#39H ;загружаем указатель на
начало результата преобр.
05DC D1DB 938 ACALL DISPD ;выводим на экран значение
8 разрядного числа в рег.33H
05DE 22 939 RET ;выходим
940 ;--действие по изменению--
05DF 12083E 941 M0ST9: LCALL UADDPLD ;вызываем запись изменений в CPLD
05E2 22 942 RET
943
944 M10SET: ;(11.Режим работы)
05E3 100C20 945 JBC 21H.4,M0SET10 ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
05E6 D218 946 SETB 23H.0 ;Устанавливаем работу с
флагами
05E8 753024 947 MOV 30H , # 36
05EB 753104 948 MOV 31H,#04H ;указываем обработчику маской на 3
разряд
949 ;-----
05EE 7129 950 ACALL OLED_2ST ;уст. курсорво 2 строку
05F0 7144 951 ACALL OLED_BLANK
05F2 7129 952 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
05F4 752600 953 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
05F7 202206 954 JB SET_BIT.2,M1SET10 ;переход по значению бита работа с энкодером или без
05FA 902314 955 MOV DPTR,#MODE0 ;отобразить надпись
05FD 020603 956 JMP M2SET10 ;переход на отображение
0600 90230C 957 M1SET10: MOV DPTR,#MODE1 ;отобразить надпись
0603 716B 958 M2SET10: ACALL LSTR ;отображение строки
0605 22 959 RET ;выход
960 ;--действие по изменению--
0606 12082E 961 M0SET10: LCALL ENCPLD ;запись изменений в CPLD
0609 22 962 RET ;выходим
963
964 M11SET: ;(12.Ток отпускания тормоза)
060A 100C17 965 JBC 21H.4,M0SET11 ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
060D 753049 966 MOV 30H , # 73
0610 854832 967 MOV 32H , 72
0613 C218 968 CLR 23H.0 ;работа с числами
0615 D219 969 SETB 23H.1 ;изменение 8 разрядного
числа
970 ;--
0617 854933 971 MOV 33H , 73
061A 12084A 972 LCALL BIT8 ;вызываем двоично-
десятичное преобразование
061D 7129 973 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку

```

```

061F 7939 974 MOV R1,#39H ;загружаем указатель на
начало результата преобр.
0621 D1DB 975 ACALL DISP ;выводим на экран значение
8 разрядного числа в рег.33H
0623 22 976 RET
;--изменения--
0624 120844 978 M0SET11: LCALL BRCURPLD ;вызываем запись в CPLD
0627 22 979 RET
980
981 M12SET: ;(13.Исп. тормозной резистор)
0628 100C20 982 JBC 21H.4,M0SET12 ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
062B D218 983 SETB 23H.0 ;Устанавливаем работу с
флагами
062D 753029 984 MOV 30H , # 41
0630 753140 985 MOV 31H,#40H ;указываем обработчику маской на 6
разряд
986 ;-----
0633 7129 987 ACALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0635 7144 988 ACALL OLED_BLANK
0637 7129 989 ACALL OLED_2ST ;уст. курсорво 2 строку
0639 752600 990 MOV 26H,#00H ;очистить смещение
063C 204E06 991 JB C_SET.6,M1SET12;переход по значению бита работа с энкодером или без
063F 902359 992 MOV DPTR,#MSG_D ;отобразить надпись
0642 020648 993 JMP M2SET12 ;переход на отображение
0645 90234F 994 M1SET12: MOV DPTR,#MSG_E ;отобразить надпись разрешено
0648 716B 995 M2SET12: ACALL LSTR ;отображение строки
064A 22 996 RET ;выход
997 ;--действие по изменению--
064B 12081C 998 M0SET12: LCALL SETPLD ;запись изменений в CPLD
064E 22 999 RET ;выходим
1000
1001 ;(14.Выход/Сохран.)
064F C20B 1002 M13SET: CLR 21H.3 ;режим работы валкодера: режим
просмотра меню
0651 753E00 1003 MOV 3EH,#00H ;использовать 1 список меню
0654 753F09 1004 MOV 3FH,#09H ;всего 10 пунктов в списке
0657 754041 1005 MOV 40H,#41H ;указатель на базовые адреса строк
главного меню.
065A 754120 1006 MOV 41H,#20H
065D 12093D 1007 LCALL EEPWR ;сохраняем настройки в
энергонезависимой памяти (RAM 42H-53H)
0660 7408 1008 MOV A,#08H ;указатель на 9
пункт(процедура автоматом сохранит зн. в 09H)
0662 11CC 1009 ACALL POINTVIEW ;отображение текущего пункта меню в
1 строке
0664 22 1010 RET ;выходим
1011
1012 ;=====
1013
1014 ;(1.Отобр.скорость)
0665 100C06 1015 M0STAT: JBC 21H.4,M0STA ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
0668 754F02 1016 MOV 4FH,#02H ;указываем на ячейку скорости
энкодера
066B D21B 1017 SETB 23H.3 ;разрешаем фоновое
отображение значений
066D 22 1018 RET
066E C21B 1019 M0STA: CLR 23H.3 ;запрещаем фоновое отображение
0670 22 1020 RET ;выходим
1021
1022 ;(2.Ток потреблен.)
0671 100C06 1023 M1STAT: JBC 21H.4,M0STA1 ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
0674 754F19 1024 MOV 4FH,#19H ;указываем на ячейку АЦП
0677 D21B 1025 SETB 23H.3 ;разрешаем фоновое
отображение значений
0679 22 1026 RET
067A C21B 1027 M0STA1: CLR 23H.3 ;запрещаем фоновое отображение

```

```

067C 22      1028      RET                                ;выходим
      1029
      1030      ;(3.Сост.дискр.вх.)
067D C20C    1031 M2STAT: CLR 21H.4      ;очищаем бит изменений (не
требуется)
067F 7129    1032      ACALL OLED_2ST      ;уст. курсор во 2 строку
0681 9022F9  1033      MOV DPTR,#P2_STA   ;
0684 E5A0    1034      MOV A,0A0H         ;загружаем порт P2
0686 F4      1035      CPL A              ;инвертируем (т.к.
есть инверсия через оптопары)
0687 543F    1036      ANL A,#3FH        ;маскируем интересующие
разряды (2 старших не исп.)
0689 7009    1037      JNZ M3DIS         ;переходим если есть
входные сигналы
068B 9022FF  1038      MOV DPTR,#NOSIGN   ;указатель на надпись
068E 752600  1039      MOV 26H,#00H      ;очистить смещение
0691 716B    1040      ACALL LSTR         ;отображаем надпись -нет
сигналов-
0693 22      1041      RET
      1042      ;--
0694 7906    1043 M3DIS:  MOV R1,#06H      ;устанавливаем 6 бит сдвига
0696 13      1044 M2DIS:  RRC A          ;двигаем аккумулятор вправо
0697 500E    1045      JNC M1DIS         ;переходим если 0
0699 C0E0    1046      PUSH 0E0H         ;убираем акк. в стек
069B E9      1047      MOV A,R1          ;загружаем смещение
069C 14      1048      DEC A            ;уменьшаем на 1 смещение т.к.
необходимо получить и 0 смещение
069D 93      1049      MOV C A,@A+DPTR   ;загружаем из памяти символ
069E FB      1050      MOV R3,A          ;отправляем последовательный порт
069F711F    1051      ACALL OLED_DATA   ;вызываем отправку на дисплей
символа
06A1 7B3B    1052      MOV R3,#3BH       ;ставим точку запятую
06A3 711F    1053      ACALL OLED_DATA   ;вызываем отправку на дисплей
символа
06A5 D0E0    1054      POP 0E0H          ;вытаскиваем акк.
из стека
06A7 D9ED    1055 M1DIS:  DJNZ R1,M2DIS     ;уменьшаем счетчик и на новый виток
06A9 22      1056      RET              ;выходим
      1057
      1058      ;(4.Сост.аналог.вх.)      (*****
06AA C20C    1059 M3STAT: CLR 21H.4      ;очищаем бит изменений (не
требуется)
06AC 7800    1060      MOV R0,#00H       ;читаем рег. состояния CPLD
06AE E2      1061      MOVX A,@R0        ;загружаем код
06AF 541F    1062      ANL A,#1FH        ;маскируем старшие 4 бита
(т.к. только младшие содержат код ошибки)
06B1 F533    1063      MOV 33H,A         ;загружаем
06B3 12084A  1064      LCALL BIT8        ;вызываем двоично-
десятичное преобразование
06B6 7129    1065      ACALL OLED_2ST    ;уст. курсор во 2 строку
06B8 7939    1066      MOV R1,#39H       ;загружаем указатель на
начало результата преобр.
06BA D1DB    1067      ACALL DISPD       ;выводим на экран значение
8 разрядного числа в рег.33H
06BC 22      1068      RET              ;выходим
      1069
      1070      ;(5.Отобр.параметр)
06BD C20C    1071 M4STAT: CLR 21H.4      ;очищаем бит изменений (не
требуется)
06BF 22      1072      RET              ;выходим
      1073
      1074      ;(6.Напряжение UD)
06C0 100C04  1075 M5STAT: JBC 21H.4,M0STA5 ;проверяем бит разрешения ввести
изменения
06C3 12099A  1076      LCALL UD_DISP     ;показать значение UD
06C6 22      1077      RET              ;
06C7 22      1078 M0STA5:  RET              ;выходим
1079
      1080      ;(7.Выход)

```

```

06C8 C20B 1081 M6STAT: CLR 21H,3 ;режим работы валкодера: режим
просмотра меню
06CA 753E00 1082 MOV 3EH,#00H ;использовать 1 список меню
06CD 753F09 1083 MOV 3FH,#09H ;всего 10 пунктов в списке
06D0 754041 1084 MOV 40H,#41H ;указатель на базовые адреса строк
главного меню.
06D3 754120 1085 MOV 41H,#20H
06D6 7409 1086 MOV A,#09H ;указатель на 10
пункт(процедура автоматом сохранит зн. в 09H)
06D8 11CC 1087 ACALL POINTVIEW ;отображение текущего пункта меню в
1 строке
06DA 22 1088 RET ;выходим
1089 ;-----
1090 ;вывод на дисплей значения числа с адреса указанного в R1 и до 3BH/23.2-Флаг точки
1091 ;-----
1092 ;-выводим число на дисплей-
06DB 7430 1093 DISPD: MOV A,#30H ;загружаем смещение
06DD 27 1094 ADD A,@R1 ;складываем и получаем код
символа ASCII
06DE FB 1095 MOV R3,A ;сохраняем в буфер
отправки на дисплей
06DF 711F 1096 ACALL OLED_DATA ;вызываем отправку
06E1 B93A09 1097 CJNE R1,#3AH,M1DG ;проверяем надо ли поставить точку,
переход если нет (00.0)
06E4 301A06 1098 JNB 23H,2,M1DG ;переход если не требуется ставить
точку
06E7 C21A 1099 CLR 23H,2 ;снимаем признак точки
06E9 7B2E 1100 MOV R3,#2EH ;символ точки в буфер
06EB 711F 1101 ACALL OLED_DATA ;вызываем отправку
06ED 09 1102 M1DG: INC R1 ;перемещаем указатель на
следующий адрес
06EE B93CEA 1103 CJNE R1,#3CH,DISPD ;проверяем не достигнут ли
конец, переход если нет
06F1 22 1104 RET
1105 ;-----
1106 ;Детектирование и выгрузка константы
1107 ;-----
06F2 7456 1108 CMPA: MOV A,#56H ;загрузка символа V для
сравнения
06F4 B51005 1109 CJNE A,10H,M1VAR ;сравнение 1го байта буфера
06F7 E511 1110 MOV A,11H ;извлечение константы
06F9 F520 1111 MOV 20H,A ;сохранение в буфере
констант
06FB 22 1112 RET
1113
06FC 902369 1114 M1VAR: MOV DPTR,#UART_CMD ;начало таблицы (переход к анализатору
команд)
06FF 750C10 1115 MOV 0CH,#10H ;начало буфера последовательного
порта
0702 750E24 1116 MOV 0EH,#24H ;указатели на последний адрес в
таблице (2324H)
0705 750F23 1117 MOV 0FH,#23H ;указатели на последний адрес в
таблице (MSB)
0708 752201 1118 MOV 22H,#01H ;установка, номера записи 1
1119 ;-----
1120 ;CMP \Сравнение блока RAM с таблицей в ROM \DPTR-начало таблицы в ROM \0CH-начальный
адр. RAM \22H-хранение номера совпавшей записи \0EH,0FH-указатели адр. последней записи в табл.ROM
1121 ;-----
070B 750C10 1122 CMP: MOV 0CH,#10H ;установка начального адреса блока
сравнения в области RAM
070E E4 1123 M4CMP: CLR A ;
070F 93 1124 MOVC A,@A+DPTR ;пересылка байта из ROM
для сравнения
0710 A80C 1125 MOV R0,0CH ;установка адреса байта в
RAM
0712 860D 1126 MOV 0DH,@R0 ;пересылка байта из RAM в
буфер
0714 B50D09 1127 CJNE A,0DH, M1CMP ;сравнение 2х байт из RAM и ROM
(переход если не равно)

```


| | | | | |
|--|------|----------|-------------------|---|
| 0717 B40D01 | 1128 | | CJNE A,#0DH,M2CMP | ;проверка на символ 13 (конец строки) |
| 071A 22 | 1129 | | RET | ;выход (совпадение) |
| найдено), переход к анализатору | | | | |
| | 1130 | | | |
| 071B A3 | 1131 | M2CMP: | INC DPTR | ;на след адрес в таблице |
| 071C050C | 1132 | | INC 0CH | ;на след адрес в RAM |
| 071E E10E | 1133 | | AJMP M4CMP | ; |
| | 1134 | | | |
| 0720 E4 | 1135 | M1CMP: | CLR A | ; |
| 0721 93 | 1136 | | MOVC A,@A+DPTR | ; |
| 0722 B40D12 | 1137 | | CJNE A,#0DH,M5CMP | ;проверка на конец строки (символ 13, |
| переход если не обнаружен) | | | | |
| 0725 E50E | 1138 | | MOV A,0EH | ; |
| 0727 B58210 | 1139 | | CJNE A,82H,M6CMP | ;проверка на конец таблицы (преход |
| если конец не достигнут) | | | | |
| 072A E50F | 1140 | | MOV A,0FH | ; |
| 072C B5830B | 1141 | | CJNE A,83H,M6CMP | ;проверка MSB |
| 072F 532200 | 1142 | | ANL 22H,#00H | ;сброс регистра номера записи |
| 0732 D208 | 1143 | | SETB 21H.0 | ;установить флажок ошибки |
| 0734 C2A4 | 1144 | | CLR 0A0H.4 | ;погасить светодиод -связь- |
| 0736 22 | 1145 | | RET | ;выход (не найдено |
| совпадений) | | | | |
| | 1146 | | | |
| 0737 A3 | 1147 | M5CMP: | INC DPTR | ; |
| 0738 E120 | 1148 | | AJMP M1CMP | ; |
| 073A 0522 | 1149 | M6CMP: | INC 22H | ;установка номера след. записи |
| 073C A3 | 1150 | | INC DPTR | ;уст. в начало |
| строки | | | | |
| 073D E10B | 1151 | | AJMP CMP | ;переход на новый |
| цикл поиска строки | | | | |
| | 1152 | | | |
| | 1153 | | | ;ANR \Анализатор действия \22H-входные данные числа \21H-регистр флагов (уст.0-3) |
| | 1154 | | | |
| 073F C20A | 1155 | ANR: | CLR 21H.2 | ;очистка бита команды |
| 0741 75F002 | 1156 | | MOV 0F0H,#02H | ;Смещение на 2 т.к. 1 команда 2 байта |
| 0744 E522 | 1157 | | MOV A,22H | ;загружаем указатель пункта |
| меню | | | | |
| 0746 14 | 1158 | | DEC A | ;убираем смещение |
| т.е. 1->0,2->1 | | | | |
| 0747 A4 | 1159 | | MUL AB | ;умножаем получаем |
| абсолютное смещение к базовому адресу в Акк. | | | | |
| 0748 90074C | 1160 | | MOV DPTR,#CMD_TBL | ;загружаем начальный адрес таблицы |
| переходов | | | | |
| 074B 73 | 1161 | | JMP @A+DPTR | ;косвенный относительный |
| переход, где А хранит смещение в поле переходов. | | | | |
| | 1162 | | | |
| | 1163 | | | |
| 074C E180 | 1164 | CMD_TBL: | AJMP M0UART | ;переход к пункту 0 |
| 074E E183 | 1165 | | AJMP M1UART | ;переход к пункту 0 |
| 0750 E186 | 1166 | | AJMP M2UART | ;переход к пункту 0 |
| 0752 E190 | 1167 | | AJMP M3UART | ;переход к пункту 0 |
| 0754 E198 | 1168 | | AJMP M4UART | ;переход к пункту 0 |
| 0756 E1A0 | 1169 | | AJMP M5UART | ;переход к пункту 0 |
| 0758 E1A8 | 1170 | | AJMP M6UART | ;переход к пункту 0 |
| 075A E1B0 | 1171 | | AJMP M7UART | ;переход к пункту 0 |
| 075C E1B9 | 1172 | | AJMP M8UART | ;переход к пункту 0 |
| 075E E1C2 | 1173 | | AJMP M9UART | ;переход к пункту 0 |
| 0760 E1CB | 1174 | | AJMP M10UART | ;переход к пункту 0 |
| 0762 E1D4 | 1175 | | AJMP M11UART | ;переход к пункту 0 |
| 0764 E1DD | 1176 | | AJMP M12UART | ;переход к пункту 0 |
| 0766 E1DE | 1177 | | AJMP M13UART | ;переход к пункту 0 |
| 0768 E1DF | 1178 | | AJMP M14UART | ;переход к пункту 0 |
| 076A E1E0 | 1179 | | AJMP M15UART | ;переход к пункту 0 |
| 076C E1E1 | 1180 | | AJMP M16UART | ;переход к пункту 0 |
| 076E E1E5 | 1181 | | AJMP M17UART | ;переход к пункту 0 |
| 0770 E1E9 | 1182 | | AJMP M18UART | ;переход к пункту 0 |
| 0772 E1ED | 1183 | | AJMP M19UART | ;переход к пункту 0 |
| 0774 E1EE | 1184 | | AJMP M20UART | ;переход к пункту 0 |
| 0776 E1EF | 1185 | | AJMP M21UART | ;переход к пункту 0 |

```

0778 E1F3 1186 AJMP M22UART ;переход к пункту 0
077A E1F7 1187 AJMP M23UART ;переход к пункту 0
077C E1FB 1188 AJMP M24UART ;переход к пункту 0
077E E1FF 1189 AJMP M25UART ;переход к пункту 0
1190 ;-----
1191 ;(RST)
0780 217D 1192 M0UART: AJMP START ;перезагрузка контроллера
0782 22 1193 RET ;выход
1194
1195 ;(PNG)
0783 D20A 1196 M1UART: SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
0785 22 1197 RET ;
1198
1199 ;(STA)
0786 855310 1200 M2UART: MOV 10H, 83
0789 75110D 1201 MOV 11H,#0DH ;
078C 1208DB 1202 LCALL SCOD ;вызывает отработку
078F 22 1203 RET ;
1204
1205 ;(STR)
0790 D256 1206 M3UART: SETB C_SIN.6 ;ПУСК преобразователя
0792 12081C 1207 LCALL SETPLD ;запись изменений в CPLD
0795 D20A 1208 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
0797 22 1209 RET ;
1210
1211 ;(STP)
0798 C256 1212 M4UART: CLR C_SIN.6 ;СТОП преобразователя
079A 12081C 1213 LCALL SETPLD ;запись изменений в CPLD
079D D20A 1214 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
079F 22 1215 RET ;
1216
1217 ;(RRF)
07A0 C255 1218 M5UART: CLR C_SIN.5 ;направление вперед
07A2 12081C 1219 LCALL SETPLD ;запись изменений в CPLD
07A5 D20A 1220 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07A7 22 1221 RET ;
1222
1223 ;(RRB)
07A8 D255 1224 M6UART: SETB C_SIN.5 ;направление назад
07AA 12081C 1225 LCALL SETPLD ;запись изменений в CPLD
07AD D20A 1226 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07AF 22 1227 RET ;
1228
1229 ;(FRQ)
07B0 852042 1230 M7UART: MOV 66, 20H
07B3 120828 1231 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
07B6 D20A 1232 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07B8 22 1233 RET
1234
1235 ;(ACL)
07B9 852043 1236 M8UART: MOV 67, 20H
07BC 120816 1237 LCALL ACLPLD ;вызываем запись изменений CPLD
07BF D20A 1238 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07C1 22 1239 RET
1240
1241 ;(FS1)
07C2 854E42 1242 M9UART: MOV 66, 78
07C5 120828 1243 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
07C8 D20A 1244 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07CA 22 1245 RET
1246

```

```

1247 ;(FS2)
07CB 854F42 1248 M10UART: MOV 66 , 79
07CE 120828 1249 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
07D1 D20A 1250 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07D3 22 1251 RET
1252
1253 ;(FS3)
07D4 855042 1254 M11UART: MOV 66 , 80
07D7 120828 1255 LCALL FRQPLD ;вызываем запись изменений CPLD
07DA D20A 1256 SETB 21H.2 ;установить бит готовности
(будет передан диспетчером)
07DC 22 1257 RET
1258
1259 ;(ALM) активировать аварийный останов
07DD 22 1260 M12UART: RET
1261
1262 ;(SPD) текущая скорость
07DE 22 1263 M13UART: RET
1264
1265 ;(CUR) значение входного тока
07DF 22 1266 M14UART: RET
1267
1268 ;(CVL) текущее напряжение пост.тока
07E0 22 1269 M15UART: RET
1270
1271 ;(DTM) время гарантированной паузы
07E1 852046 1272 M16UART: MOV 70 , 20H
07E4 22 1273 RET
1274
1275 ;(ENL) Младшая часть значения окна энкодера
07E5 85204C 1276 M17UART: MOV 76 , 20H
07E8 22 1277 RET
1278
1279 ;(ENH) Старшая часть значения окна энкодера
07E9 85204D 1280 M18UART: MOV 77 , 20H
07EC 22 1281 RET
1282
1283 ;(DC1)Торможение пост. включено
07ED 22 1284 M19UART: RET
1285
1286 ;(DC0) Торможение пост. отключено
07EE 22 1287 M20UART: RET
1288
1289 ;(MDC) Максимальное значение UD
07EF 852047 1290 M21UART: MOV 71 , 20H
07F2 22 1291 RET
1292
1293 ;(CBD) Ток отпускания тормоза
07F3 852049 1294 M22UART: MOV 73 , 20H
07F6 22 1295 RET
1296
1297 ;(IRA) Интенсивность регулятора амплитуды
07F7 85204B 1298 M23UART: MOV 75 , 20H
07FA 22 1299 RET
1300
1301 ;(IVR) начальное значение регулятора при торможении
пост.током
07FB 85204A 1302 M24UART: MOV 74 , 20H
07FE 22 1303 RET ;
1304
1305 ;(SAV) сохранить настройки в энергонезависимой памяти
07FF 12093D 1306 M25UART: LCALL EEPWR ;сохраняем настройки в
энергонезависимой памяти (RAM 42H-53H)
0802 22 1307 RET
1308 ;-----
1309 ;-----CPLD-CMD-----
0803 752A00 1310 RESPLD: MOV 42 , # 00H
0806 120822 1311 LCALL SINPLD ;пишем в рег. настроек

```

```

0809 09      1312      INC R1      ;на 2 адрес. (29H ->C_SET)
080A 7480    1313      MOV A,#80H  ;даем команду сброса
080C F3      1314      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
080D 120329  1315      LCALL OLED_2ST ;уст. курсор во 2 строку
0810 120344  1316      LCALL OLED_BLANK ;очищаем строку
0813 D2A8    1317      SETB 0A8H.0 ;решаем INT0_прерывание
от CPLD
0815 22      1318      RET
      1319
0816 7903    1320  ACLPLD:    MOV R1,#03H ;3REG-CPLD (регистр настройки
интенсивности)
0818 E543    1321  MOV A , 67
081A F3      1322      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
081B 22      1323      RET      ;выход
      1324
081C 7902    1325  SETPLD:    MOV R1,#02H ;2REG-CPLD
081E E529    1326  MOV A , 41
0820 F3      1327      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
0821 22      1328      RET      ;выходим
      1329
0822 7901    1330  SINPLD:    MOV R1,#01H ;1REG-CPLD (регистр управления SIN
блоком генератора)
0824 E52A    1331  MOV A , 42
0826 F3      1332      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
0827 22      1333      RET
      1334
0828 7900    1335  FRQPLD:    MOV R1,#00H ;0REG-CPLD
082A E542    1336  MOV A , 66
082C F3      1337      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
082D 22      1338      RET      ;выходим
      1339
082E 790E    1340  ENCPD:     MOV R1,#0EH ;Запись значения режима работы
блока энкодера
0830 A222    1341      MOV C,SET_BIT.2 ;копируем бит режима работы
энкодера
0832 7401    1342      MOV A,#01H ;перд.загружаем акк.
разрешением работы регулятора
0834 92E1    1343      MOV 0E0H.1,C ;копируем бит в соответствующий
разряд аккумулятора
0836 F3      1344      MOVX @R1,A
0837 22      1345      RET
      1346
0838 7904    1347  SFRQPLD:   MOV R1,#04H ;4REG-CPLD
083A E544    1348  MOV A , 68
083C F3      1349      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
083D 22      1350      RET      ;выходим
      1351
083E 7905    1352  UADDPLD:   MOV R1,#05H ;5REG-CPLD
0840 E545    1353  MOV A , 69
0842 F3      1354      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
0843 22      1355      RET      ;выходим
      1356
0844 7909    1357  BRCURPLD:  MOV R1,#09H ;9REG-CPLD
0846 E549    1358  MOV A , 73
0848 F3      1359      MOVX @R1,A ;пишемв PLD
0849 22      1360      RET      ;выходим
      1361
1362 ;-----
1363 ;BIT8 \преобразование 8 бит в двоично-десятичный код \33H(LSB)-входящие данные\39H(MSB)-
3BH(LSB)-разделённый результат \3CH-делитель \R1 - косвенная адресация\3CH-хранение вычитаемое
1364 ;-----
084A 1208AB   1365  BIT8:     LCALL BITERR ;очистка используемых регистров
084D 7939    1366      MOV R1,#39H ;начальное значение
указателя результата 39H
084F 90200A  1367      MOV DPTR,#200AH ;загрузка в DPTR адреса на таблицу
1368
0852 E4      1369  M4BIT8:   CLR A ;очисткаA
0853 93      1370      MOV C A,@A+DPTR ;загрузка в A делителя
0854 F53C    1371      MOV 3CH,A ;сохранение делителя. LSB

```

| | | | | | |
|------|--------|------|--|---------------------|-------------------------------------|
| 0856 | A3 | 1372 | | INC DPTR | ;увеличение DPTR |
| | | 1373 | | | |
| 0857 | E533 | 1374 | | MOV A,33H | ;загружаем делимое в |
| | | 1375 | | | |
| | | | аккумулятор для вычитания | | |
| 0859 | C3 | 1376 | M3BIT: | CLR C | ;Очистка переноса |
| 085A | 953C | 1377 | | SUBB A,3CH | ;вычитание из LSB число из |
| | | | рег 3CH | | |
| 085C | 4005 | 1378 | | JC M0BIT8 | ;переход если уст. перенос |
| 085E | F533 | 1379 | | MOV 33H,A | ;сохранение LSB из |
| | | | аккумулятора (Сохранение исходного числа) | | |
| 0860 | 07 | 1380 | | INC @R1 | ;увеличение |
| | | | счетчика числа позиции(количество десятков,сотен) | | |
| 0861 | 0159 | 1381 | | AJMP M3BIT8 | ;переход на новый цикл |
| | | 1382 | | | |
| 0863 | E533 | 1383 | M0BIT8: | MOV A,33H | ;восстанавливаем ранее |
| | | | сохраненную копию | | |
| 0865 | 09 | 1384 | | INC R1 | ;инкремент указателя |
| | | | регистра сохранения результата. | | |
| 0866 | B93CE9 | 1385 | | CJNE R1,#3CH,M4BIT8 | ;сравнение на конец переход если не |
| | | | достигнут | | |
| 0869 | 22 | 1386 | | RET | ;выход |
| | | 1387 | | | |
| | | 1388 | | | |
| | | | данные\37H(MSB)-3BH(LSB)-разделённый результат \R1 - косвенная адресация,3CH,3DH-хранение вычитаемое | | |
| | | 1389 | | | |
| 086A | 1208AB | 1390 | BIT16: | LCALL BITERR | ;рчистка используемых регистров |
| 086D | 7937 | 1391 | | MOV R1,#37H | ;начальное значение указателя |
| | | | результата 37H | | |
| 086F | 902000 | 1392 | | MOV DPTR,#2000H | ;загрузка в DPTR адреса на таблицу |
| | | 1393 | | | |
| 0872 | E4 | 1394 | M4BIT: | CLR A | ;очистка A |
| 0873 | 93 | 1395 | | MOVC A,@A+DPTR | ;загрузка в A |
| 0874 | F53C | 1396 | | MOV 3CH,A | ;загрузка для вычит. LSB |
| 0876 | A3 | 1397 | | INC DPTR | |
| 0877 | E4 | 1398 | | CLR A | ;очистка A |
| 0878 | 93 | 1399 | | MOVC A,@A+DPTR | ;загрузка в A |
| 0879 | F53D | 1400 | | MOV 3DH,A | ;загрузка для вычит. MSB |
| 087B | A3 | 1401 | | INC DPTR | ;увеличение DPTR |
| | | 1402 | | | |
| 087C | 853335 | 1403 | M3BIT: | MOV 35H,33H | ;Сохранение 16 бит исходного числа |
| 087F | 853436 | 1404 | | MOV 36H,34H | ; |
| | | 1405 | | | |
| 0882 | E533 | 1406 | | MOV A,33H | ;загрузка в аккумулятор для |
| | | | вычитания LSB | | |
| 0884 | C3 | 1407 | | CLR C | ;Очистка переноса |
| 0885 | 953C | 1408 | | SUBB A,3CH | ;вычитание из LSB число из 3CH |
| 0887 | 400E | 1409 | | JC M0BIT | ;переход если уст. перенос(в |
| | | | аккумуляторе все ещё LSB) | | |
| 0889 | F533 | 1410 | | MOV 33H,A | ;сохранение LSB из аккумулятора |
| | | 1411 | | | |
| 088B | E534 | 1412 | | MOV A,34H | ;перенос в A MSB для копирования |
| 088D | C3 | 1413 | M2BIT: | CLR C | ;Очистка переноса |
| 088E | 953D | 1414 | | SUBB A,3DH | ;вычитаем из MSB число из 3DH |
| 0890 | 400E | 1415 | | JC M1BIT | ;переход если перенос из |
| | | | MSB (т.е. результат отрицательный) | | |
| 0892 | F534 | 1416 | | MOV 34H,A | ;сохранение MSB из аккумулятора |
| 0894 | 07 | 1417 | | INC @R1 | ;увеличение счетчика числа |
| | | | позиции(количество десятков,сотен) | | |
| | | 1418 | | | |
| 0895 | 80E5 | 1419 | | JMP M3BIT | ;переход на новый цикл |
| | | 1420 | | | |
| 0897 | F533 | 1421 | M0BIT: | MOV 33H,A | ;сохранение LSB из аккумулятора |
| 0899 | C3 | 1422 | | CLR C | ;сброс переноса |
| 089A | E534 | 1423 | | MOV A,34H | ;копируем MSB для вычитания |
| | | | переноса LSB | | |
| 089C | 9401 | 1424 | | SUBB A,#01H | ;вычитание 1 из MSB с переносом |
| 089E | 50ED | 1425 | | JNC M2BIT | ;переход если нет переноса из MSB |
| | | 1426 | | | |

```

08A0 853533 1427 M1BIT:      MOV 33H,35H      ;восстанавливаем ранее сохраненную копию
08A3 853634 1428              MOV 34H,36H      ;количество этой позиции исчерпано
(подсчитанны все сотни,десятки)
1429
08A6 09 1430              INC R1            ;инкремент указателя регистра
сохранения результата.
08A7 B93CC8 1431              CJNE R1,#3CH,M4BIT ;сравнение на конец переход если не
достигнут
1432
08AA 22 1433              RET              ;выход
1434 ;-----очистка регистров BIT16-----
08AB 783D 1435 BITERR:      MOV R0,#3DH      ;установка начального адреса очистка
с конца памяти
08AD 7600 1436 M1ERR:      MOV @R0,#00H     ;запись нуля
08AF 18 1437              DEC R0            ;вычитание адреса
08B0 B834FA 1438              CJNE R0,#34H,M1ERR ;переход на очистку следующей ячейки
08B3 22 1439              RET              ;выход
1440
1441 ;-----
1442 ;Задержка DELY5 = 0.25 сек, DELY10 = 1 сек.
1443 ;-----
08B4 752502 1444 DELY2:      MOV 25H,#02H     ;уст. передельитель
08B7 1208C8 1445              LCALL DELY       ;вызов задержки
08BA 22 1446              RET              ;выход
08BB 752504 1447 DELY5:      MOV 25H,#04H     ;уст. передельитель
08BE 1208C8 1448              LCALL DELY       ;вызов задержки
08C1 22 1449              RET              ;выход
08C2 752520 1450 DELY1:      MOV 25H,#20H     ;уст. передельитель
08C5 11C8 1451              ACALL DELY       ;вызов задержки
08C7 22 1452              RET              ;выход
1453
1454 ;-----
1455 ;Задержка\06H,07H,25H-регистры счётчики
1456 ;-----
08C8 C206 1457 DELY:      CLR 06H          ;вызов даст задержку в
7,9сек
08CA C207 1458              CLR 07H
08CC D52501 1459 D3:      DJNZ 25H,D1      ;0,035624*(25H)=DELY(X8=0,284 X32=1.139)
08CF 22 1460              RET              ;ВЫХОД
08D0 D50602 1461 D1:      DJNZ 06H,D2      ;139.705*255=35624.83(мкс)
08D3 80F7 1462          SJMP D3          ;
08D5 D507FD 1463 D2:      DJNZ 07H,D2      ;0.5425мкс*255=138,348(мкс)
08D8 00 1464              NOP
08D9 80F5 1465          SJMP D1          ;УРОВЕНЬ ВЫШЕ
1466 ;-----
1467 ;сокращенные коды
1468 ;-----
08DB C20D 1469 SCOD:      CLR 21H.5        ;уст.флаг занят UART
(разблокирует модуль пакетной передачи)
08DD 750A10 1470              MOV 0AH,#10H     ;уст. начала буфера передачи
08E0 D299 1471              SETB 98H.1       ;установка прерывания TX
UART
08E2 0527 1472              INC 27H          ;прибавим 1 т.к.
заключительный символ всегда 13(Счетчик числа символов в поле данных)*****
08E4 00 1473              NOP
08E5 00 1474              NOP
08E6 22 1475              RET              ;выход
1476 ;=====
1477 ;=====
1478 ;Счет числа символов 13 в поле данных \R0-адрес начала,А-адрес конца,27H-счетчик симв.
1479 ;=====
08E7 532700 1480 CN13:      ANL 27H,#00H     ;очистка счетчика
08EA B60D02 1481 M2CN:      CJNE @R0,#0DH,M1CN ;сравниваем байт данных на наличие
символа 13
08ED 0527 1482              INC 27H          ;увеличиваем
счетчик символов

```

```

08EF 08      1483 MICN:          INC R0                      ;увеличиваем
указатель на след адрес
08F0 B500F7  1484          CJNE A,00H,M2CN          ;сравниваем текущий адрес
переход если не конец
08F3 22      1485          RET
1486 ;-----
1487 ;Процедура очистки оперативной памяти
1488 ;-----
08F4 787F    1489 RESRAM:      MOV R0,#7FH              ;установка начального адреса
(очистка с конца памяти)
08F6 7600    1490 M1RES:      MOV @R0,#00H            ;записьюла
08F8 D8FC    1491          DJNZ R0,M1RES          ;переходна очистку следующей
ячейки
08FA 22      1492          RET                      ;выход
1493 ;=====
1494 ;Процедура плавного запуска выпрямителя
1495 ;=====
08FB 7802    1496 STARTRECT:  MOV R0,#02H            ;2REG-CPLD
08FD D249    1497          SETB 29H.1          ;включаем реле плавного
заряда конденсаторов
08FF E529    1498          MOV A,29H            ;
0901 F2      1499          MOVX @R0,A            ;пишемв PLD
1500          ;
0902 120329  1501          LCALL OLED_2ST      ;уст. курсор во 2 строку
0905 90203A  1502          MOV DPTR,#203AH      ;отобразить надпись -Запуск-
0908 12036B  1503          LCALL LSTR           ;отображение строки
1504
1505          ;задержка заряда 8 сек
090B 7908    1506          MOV R1,#08H          ;всего 8 сек
090D 1208C2  1507 M0STRC:  LCALL DELY1         ;задержка 1 сек.
0910 7B2E    1508          MOV R3,#2EH          ;символ точки в буфер
0912 12031F  1509          LCALL OLED_DATA     ;вызываем отправку
0915 D9F6    1510          DJNZ R1,M0STRC      ;уменьшаем на 1 сек.
1511          ;--
0917 C249    1512          CLR 29H.1           ;отключаем реле плавного пуска
0919 E529    1513          MOV A,29H            ;
091B F2      1514          MOVX @R0,A            ;пишемв PLD
091C 1208BB  1515          LCALLDELY5         ;задержка на реле
1516          ;---проверка напряжения--
091F 791B    1517          MOV R1,#1BH          ;загружаем адрес АЦП
0921 E3      1518          MOVX A,@R1          ;загружаем значение UD
0922 C3      1519          CLR C              ;очищаем перенос
0923 9478    1520          SUBB A,#78H         ;проверяем наличие минимального напряжения
0925 4006    1521          JC RECTERR        ;переходим по ошибке зарядной цепи
1522          ;---
0927 D248    1523          SETB 29H.0         ;включаем силовой тиристорный мост
0929 E529    1524          MOV A,29H            ;
092B F2      1525          MOVX @R0,A            ;пишемв PLD
1526          ;--
092C 22      1527          RET                      ;выходим
1528
092DD21E    1529 RECTERR:  SETB 23H.6         ;устанавливаем бит обрыва зарядной цепи
092F 22      1530          RET
1531          ;-----отображение надписи обрыв цепи заряда-----
0930 120329  1532 NOCHG:  LCALL OLED_2ST      ;уст. курсор во 2 строку
0933 90232D  1533          MOV DPTR,#RECTIFERR ;отобразить надпись -обрыв зарядной цепи-
0936 752600  1534          MOV 26H,#00H        ;очистить смещение
0939 12036B  1535          LCALL LSTR           ;вызываем отображение строки
093C 22      1536          RET
1537 ;-----
1538 ;Сохранение области RAM в энергонезависимой памяти; DPTR-адреса в обл.EEPROM, R0-счетчик
адресов, (42-53)
1539 ;-----
093D 759618  1540 BEPWR:  MOV 150 , # 18H
0940 900000  1541          MOV DPTR,#00H      ;загружаем начальный адрес в области EEPROM
0943 7842    1542          MOV R0,#42H         ;Указатель в области RAM начинаем загрузку с регистра
0945 439620  1543          ORL 150 , # 20H
1544          ;--
0948 E6      1545 M1EPR:  MOV A,@R0              ;загружаем регистровую память

```

```

0949 F0      1546      MOVX @DPTR,A      ;Пишем в буфер
094A 08      1547      INCR0              ;
094BA3     1548      INCDPTR           ;следующий адрес EEPROM
094C B854F9  1549      CJNE R0,#54H,M1EPR ;проверяем на конец (ADR+1) пересылаемого участка
1550                                     ;--
094F 639620  1551      XRL 150 , # 20H
0952 E524     1552      MOV A , 36
0954 F0      1553      MOVX @DPTR,A      ;Иницируем запись в EEPROM
1554                                     ;--
0955 E596     1555      M2EPR: MOV A , 150
0957 5402     1556      ANL A,#02H        ;CHECK RDY/BSY
0959 70FA     1557      JNZ M2EPR         ;JUMP IF NOT BUSY YET
1558
095B E596     1559      M3EPR: MOV A , 150
095D 5402     1560      ANL A,#02H        ;маскируем бит готовности
095F 60FA     1561      JZ M3EPR          ;проверяем на готовность, переход если 0
0961 759600  1562      MOV 150 , # 00H
0964 22      1563      RET
1564
1565 ;-----
1566 ;Процедура отображения частоты на дисплее в герцах (00.0) исходное значение в A
1567 ;-----
0965 33      1568      FRQ_DISP: RLC A      ;двигаем влево т.е. умножаем на 2
0966 F533     1569      MOV 33H,A        ;возвращаем результат
0968 E4      1570      CLR A            ;очищаем акк.
0969 33      1571      RLC A            ;сдвигаем старший разряд из переноса
096A F534     1572      MOV 34H,A        ;результат для старшей части произведения
096C 12086A  1573      LCALL BIT16      ;вызываем двоично-десятичное преобразование
096F 120329  1574      LCALL OLED_2ST  ;уст. курсор во 2 строку
0972 7939     1575      MOV R1,#39H      ;загружаем указатель на начало результата преобр
0974 D21A     1576      SETB 23H.2       ;ставим точку после 2 знака
0976 1206DB  1577      LCALL DISPD      ;выводим на экран значение 8 разрядного числа
1578                                     ;--надпись Гц--
0979 7BA1     1579      MOVR3,#0A1H      ;символ 'Г'
097B 12031F  1580      LCALL OLED_DATA  ;вызываем отправку
097E 7BE5     1581      MOV R3,#0E5H     ;символ 'ц'
0980 12031F  1582      LCALL OLED_DATA  ;вызываем отправку
0983 22      1583      RET
1584 ;-----
0984 E548     1585      SET_ACUR: MOV A , 72
0986 75F020  1586      MOV 0F0H,#20H    ;сдвинем на 5 разряда (32 в рег. В)то 8->12рв 16 раз,
0989 A4      1587      MULAB            ;умножим
098AFA     1588      MOVR2,A          ;LSB
098BABF0    1589      MOVR3,0F0H       ;MSB
1590                                     ;--проверка на пределы--
098D740F    1591      MOVA,#0FH        ;загружаем 15
098F C3      1592      CLR C            ;очищаем перенос
0990 95F0     1593      SUBB A,0F0H      ;вычитаем значение старшей части
0992 5002     1594      JNC M1ACUR       ;переходим если результата MSB меньше 15
0994 7B0F     1595      MOV R3,#0FH      ;т.к. больше то ограничиваем на уровне 15
0996 120311  1596      M1ACUR: LCALL DAC ;отправляем в ЦАП
0999 22      1597      RET
1598 ;-----
099A 791B     1599      UD_DISP: MOVR1,#1BH ;загружаем адрес АЦП
099C E3      1600      MOVX A,@R1       ;загружаем значение UD
099D 75F005  1601      MOV 0F0H,#05H    ;умножаем значение АЦП на 5
09A0 A4      1602      MUL AB
09A1 C5F0     1603      XCH A,0F0H       ;меняем местами A<>B
09A3 C3      1604      CLR C            ;очищаем перенос
09A4 13      1605      RRC A            ;двигаем старшую часть
09A5 C5F0     1606      XCH A,0F0H       ;меняем местами A<>B
09A7 13      1607      RRC A            ;двигаем младшую часть(разделили на
09A8 F533     1608      MOV 33H,A        ;Сохраняем А
09AA 85F034  1609      MOV 34H,0F0H     ;Сохраняем В, получили АЦП*2,5
09AD 12086A  1610      LCALL BIT16      ;вызываем преобразование
09B0 120329  1611      LCALL OLED_2ST  ;уст. курсор во 2 строку
09B3 7939     1612      MOV R1,#39H      ;загружаем указатель на начало результата 09B5
1206DB     1613      LCALL DISPD      ;выводим на экран значение 16 разрядного числа
1614                                     ;--надпись V--

```



```

09B8 7B56 1615 MOV R3,#56H ;символ 'V'
09BA 12031F 1616 LCALL OLED_DATA ;вызываем отправку
09BD 22 1617 RET
1618 ;-----
1619 ;Короткий звуковой сигнал
1620 ;-----
09BE D24B 1621 BEEP: SETB C_SET.3 ;включаемзвук
09C0 12081C 1622 LCALL SETPLD ;пишемв CPLD
09C3 1208BB 1623 LCALL DELY5 ;задержка
09C6 C24B 1624 CLRC_SET.3 ;снимаембитзвука
09C8 12081C 1625 LCALL SETPLD ;пишемв CPLD
09CB 22 1626 RET
1627
1628 ;-----
1629 ; Обработчик прерываний таймера T0 (опрос дискретных входов)
1630 ;-----
09CC C0E0 1631 TM0: PUSH 0E0H
09CE C28D 1632 CLR 88H.5
09D0 C28C 1633 CLR 88H.4 ;СтопT0
1634 ;-----
09D2 E5A0 1635 MOV A,0A0H ;загружаемпорт P2
09D4 F4 1636 CPLA ;инвертируем (т.к. есть инверсия через
09D5 543F 1637 ANL A,#3FH ;маскируем интересующие разряды (2 старших не исп.)
09D7 C555 1638 XCHA , 85
09D9 6555 1639 XRLA , 85
09DB 600F 1640 JZ M1TM0 ;переходим если нет изменений дискретных сигналов управления
09DD C3 1641 CLR C ;очищаем перенос
1642 ;
09DE 7906 1643 MOV R1,#06H ;устанавливаем 6 бит сдвига
09E0 13 1644 M2DI: RRC A ;двигаем аккумулятор вправо (ищем единицы, т.е. биты
09E1 5007 1645 JNC M1DI ;переходим если 0
09E3 C0E0 1646 PUSH 0E0H ;убираем акк. в стек
09E5 120166 1647 CALL DISCRINP ;вызываем обработчик дискретных сигналов
09E8 D0E0 1648 POP 0E0H ;вытаскиваем акк. из стека
09EA D9F4 1649 M1DI: DJNZ R1,M2DI ;уменьшаем счетчик и на новый виток
1650
09EC D28C 1651 M1TM0: SETB 88H.4 ;Пуск T0
09EE D0E0 1652 POP 0E0H
09F0 32 1653 RETI

```

MACRO ASSEMBLER MODULE 07/16/115 23:03:29 PAGE 2
SYMBOL TABLE LISTING

| NAME | TYPE | VALUE | ATTRIBUTES | REFERENCES |
|--------------|--------|-------|------------|-----------------------|
| M4BIT..... | C ADDR | 0872H | A | 1394# 1431 |
| M7UART..... | C ADDR | 07B0H | A | 1171 1230# |
| CMP..... | C ADDR | 070BH | A | 1122# 1151 |
| M3DIS..... | C ADDR | 0694H | A | 1037 1043# |
| M1TBL..... | C ADDR | 035EH | A | 568# 574 |
| DELY2..... | C ADDR | 08B4H | A | 331 334 337 340 1444# |
| M8UART..... | C ADDR | 07B9H | A | 1172 1236# |
| M4CMP..... | C ADDR | 070EH | A | 1123# 1133 |
| M1PAR..... | C ADDR | 02DCH | A | 463 472# |
| ANR..... | C ADDR | 073FH | A | 426 1155# |
| CMPA..... | C ADDR | 06F2H | A | 413 1108# |
| EXT_TMP..... | N NUMB | 0055h | | 22# 590 606 619 625 |
| | | | | 631 648 1638 1639 |
| STR_FRQ..... | N NUMB | 0044h | | 15# 1348 |
| M9UART..... | C ADDR | 07C2H | A | 1173 1242# |
| M5CMP..... | C ADDR | 0737H | A | 1137 1147# |
| M1OLED..... | C ADDR | 0332H | A | 535 542# |
| NXCY..... | C ADDR | 02C8H | A | 458 461# |
| TBL..... | C ADDR | 0360H | A | 435 571# |
| MOMAIN..... | C ADDR | 01E3H | A | 323 326# |
| CHGP..... | C ADDR | 00E9H | A | 109 167# |

DELY5. C ADDR 08BBH A 1447# 1515 1623
 M6CMP. C ADDR 073AH A 1139 1141 1149#
 EEPWR. C ADDR 093DH A 1007 1306 1540#
 M1MAIN. C ADDR 01E6H A 325 329#
 ERR_CODE. N NUMB 0053h 13# 86 749 1200
 REMTEST. C ADDR 03DAH A 618 624 630 647#

 OLED_CLR. C ADDR 032EH A 540#
 UART_ERR. C ADDR 2363H A 432 2618#
 M1EPR. C ADDR 0948H A 1545# 1549
 MOSTA. C ADDR 066EH A 1015 1019#
 REMEXT0. C ADDR 03D7H A 643# 652
 POINTVIEW. C ADDR 00CCH A 102 146# 769 779
 1009 1087
 LSTR. C ADDR 036BH A 90 154 378 381 391
 582# 639 668 690
 710 866 885 916 918
 958 995 1040 1503
 1535
 IF_ADR. N NUMB 0052h 2# 890 895
 M2EPR. C ADDR 0955H A 1555# 1557
 RECTIFERR. C ADDR 232DH A 1533 2556#
 BIT16. C ADDR 086AH A 1390# 1573 1610
 SEL_R1. C ADDR 22E6H A 913 2477#
 MOI. C ADDR 042CH A 595 603 615 674 693#

 M1BLANK. C ADDR 0350H A 558# 562
 M1DAC. C ADDR 0313H A 524#
 MOENBT. C ADDR 02BBH A 438 454#
 CHG16M. C ADDR 0102H A 127 187#
 M3EPR. C ADDR 095BH A 1559# 1561
 M1ERR. C ADDR 08ADH A 1436# 1438
 M1VAR. C ADDR 06FCH A 1109 1114#
 SEL_R2. C ADDR 22ECH A 915 2484#
 M1I. C ADDR 0422H A 681 687#
 M1ENBT. C ADDR 02AFH A 442 447#
 M1RES. C ADDR 08F6H A 1490# 1491
 BITERR. C ADDR 08ABH A 1365 1390 1435#
 UD_DISP. C ADDR 099AH A 1076 1599#
 MSG_B. C ADDR 226DH A 709 2343#
 M2I. C ADDR 0429H A 685 690#
 REMS1. C ADDR 0472H A 621 731#
 DAC. C ADDR 0311H A 523# 1596
 M2ENBT. C ADDR 02B9H A 445 452#
 MODINP. C ADDR 0372H A 265 590#
 INT_REG. N NUMB 004Bh 14# 1298
 M1ACUR. C ADDR 0996H A 1594 1596#
 M1DG. C ADDR 06EDH A 1097 1098 1102#
 P2_STA. C ADDR 22F9H A 1033 2499#
 FRQPLD. C ADDR 0828H A 726 732 738 744 1231
 1243 1249 1255 1335#

 REMS2. C ADDR 047BH A 627 737#
 ENBT. C ADDR 02C3H A 439 454 455 457#

 ERR. C ADDR 029FH A 430 438#
 SCOD. C ADDR 08DBH A 421 436 1202 1469#

 M1DINP. C ADDR 0392H A 264 606#
 M0SET. C ADDR 04C6H A 235 785#
 DLY. C ADDR 00B1H A 124#
 CHG16P. C ADDR 00F4H A 119 176#
 M1INT. C ADDR 006EH A 83 86#
 M10UART. C ADDR 07CBH A 1174 1248#
 MSG_D. C ADDR 2359H A 992 2604#
 M0SET10. C ADDR 0606H A 945 961#
 RESP LD. C ADDR 0803H A 758 1310#
 SINPLD. C ADDR 0822H A 663 694 713 869 1311
 1330#

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|-----|------|----------|-------|------|

БР-02069964-11.03.04-10-19

Лист

82

REMS3..... C ADDR 0484H A 633 743#
 REMSTOP..... C ADDR 037AH A 593# 609 641
 M1SPI..... C ADDR 02E0H A 480# 494
 RESRAM..... C ADDR 08F4H A 297 1489#
 M2DINP..... C ADDR 03ABH A 263 618#
 M1SET..... C ADDR 04E4H A 236 802#
 SET_BIT..... N NUMB 0024h 3# 318 907 947 954
 1341 1552
 EECON..... N NUMB 0096h 1# 309 319 1540 1543
 1551 1555 1559 1562

 M1DI..... C ADDR 09EAH A 1645 1649#
 M20UART..... C ADDR 07EEH A 1184 1287#
 M11UART..... C ADDR 07D4H A 1175 1254#
 MSG_E..... C ADDR 234FH A 994 2593#
 M0SET11..... C ADDR 0624H A 965 978#
 M1SET10..... C ADDR 0600H A 954 957#
 OLED_BLANK.... C ADDR 0344H A 385 393 451 552#
 859 951 988 1316

 M3DINP..... C ADDR 03B5H A 262 624#
 M2SET..... C ADDR 04F6H A 237 813#
 C_FRQ..... N NUMB 0042h 6# 345 718 722 731
 737 743 1230 1242
 1248 1254 1336

 M2DI..... C ADDR 09E0H A 1644# 1649
 M21UART..... C ADDR 07EFH A 1185 1290#
 M12UART..... C ADDR 07DDH A 1176 1260#
 M0SET12..... C ADDR 064BH A 982 998#
 M2SET10..... C ADDR 0603H A 956 958#
 MSG_F..... C ADDR 2264H A 707 2333#
 REMRV..... C ADDR 0382H A 591 597#
 SETPLD..... C ADDR 081CH A 400 664 695 998 1207
 1213 1219 1225 1325#
 1622 1625

 M1CINT..... C ADDR 0216H A 360# 364
 M4DINP..... C ADDR 03BFH A 261 630#
 M3SET..... C ADDR 0508H A 238 824#
 M0ITEM..... C ADDR 0405H A 213 673#
 MENUADR..... C ADDR 0122H A 208 213#
 MENUTAB..... C ADDR 0110H A 120 200# 444 449

 CHGFLAG..... C ADDR 00E0H A 105 159#
 C_SIN..... N NUMB 002Ah 5# 351 405 593 601
 602 614 661 676 681
 701 706 855 862 1206
 1212 1218 1224 1310
 1331

 M22UART..... C ADDR 07F3H A 1186 1294#
 M13UART..... C ADDR 07DEH A 1177 1263#
 M1SET12..... C ADDR 0645H A 991 994#
 EXTFAULT..... C ADDR 233EH A 666 2574#
 REMERR..... C ADDR 03C9H A 597 611 636# 653
 656

 M5DINP..... C ADDR 03EFH A 260 266# 661#
 M4SET..... C ADDR 051AH A 239 835#
 M1ITEM..... C ADDR 0436H A 214 699#
 LPI..... C ADDR 0063H A 28 77#
 DELY..... C ADDR 08C8H A 1445 1448 1451 1457#

 M23UART..... C ADDR 07F7H A 1187 1298#
 M14UART..... C ADDR 07DFH A 1178 1266#
 NOSIGN..... C ADDR 22FFH A 1038 2506#
 M2SET12..... C ADDR 0648H A 993 995#
 SYSRDY..... C ADDR 025AH A 396 399#
 M5SET..... C ADDR 0538H A 240 853#
 M2ITEM..... C ADDR 0459H A 215 717#
 LP2..... C ADDR 0080H A 30 97#
 START..... C ADDR 017DH A 26 271# 1192

C_SET..... N NUMB 0029h 4# 399 594 600 613
 662 683 684 688 689
 984 991 1326 1621
 1624
 M1TM0..... C ADDR 09ECH A 1640 1651#
 M1CN..... C ADDR 08EFH A 1481 1483#
 M24UART..... C ADDR 07FBH A 1188 1302#
 M15UART..... C ADDR 07E0H A 1179 1269#
 UART_CMD..... C ADDR 2369H A 1114 2625#
 D_RATE..... C ADDR 22F2H A 917 2491#
 AN..... C ADDR 0267H A 403 409# 461
 NOCHG..... C ADDR 0930H A 397 1532#
 M6SET..... C ADDR 055FH A 241 873#
 M3ITEM..... C ADDR 0470H A 216 730#
 MOCHG..... C ADDR 00F1H A 171 173#
 M2CN..... C ADDR 08EAH A 1481# 1484
 M25UART..... C ADDR 07FFH A 1189 1306#
 M16UART..... C ADDR 07E1H A 1180 1272#
 ACLPLD..... C ADDR 0816H A 798 1237 1320#
 M1SPO..... C ADDR 02FCH A 503# 516
 EEPRD..... C ADDR 01C2H A 309#
 M7SET..... C ADDR 057BH A 242 889#
 M4ITEM..... C ADDR 0479H A 217 736#
 M0CP..... C ADDR 0101H A 177 181 185# 188
 192
 M1CHG..... C ADDR 00EAH A 166 168#
 M17UART..... C ADDR 07E5H A 1181 1276#
 M8SET..... C ADDR 0596H A 243 905#
 M5ITEM..... C ADDR 0482H A 218 742#
 TM0..... C ADDR 09CCH A 32 1631#
 M18UART..... C ADDR 07E9H A 1182 1280#
 SEL_IF..... C ADDR 2280H A 884 2367#
 M9SET..... C ADDR 05C5H A 244 928#
 M6ITEM..... C ADDR 048BH A 219 748#
 C_ACL..... N NUMB 0043h 10# 786 791 1236
 1321
 M19UART..... C ADDR 07EDH A 1183 1284#
 PARDISP..... C ADDR 02CAH A 459 463#
 M7ITEM..... C ADDR 049AH A 220 757#
 MOENC..... C ADDR 009EH A 99 114#
 C_IVR..... N NUMB 004Ah 19# 1302
 M0BIT8..... C ADDR 0863H A 1378 1383#
 MOST0..... C ADDR 04E0H A 785 798#
 DISPD..... C ADDR 06DBH A 471 753 795 845 899
 938 975 1067 1093#
 1103 1577 1613
 CMD..... C ADDR 028DH A 425 430#
 M8ITEM..... C ADDR 04A2H A 221 763#
 M1ENC..... C ADDR 00ADH A 103 122#
 WH_ENC..... N NUMB 004Dh 21# 1280
 CN13..... C ADDR 08E7H A 1480#
 D1..... C ADDR 08D0H A 1459 1461# 1465
 CMD_TBL..... C ADDR 074CH A 1160 1164#
 MODE0..... C ADDR 2314H A 955 2529#
 REMOTEERR..... C ADDR 231CH A 637 2538#
 REMEXT..... C ADDR 03D9H A 592 598 608 612 620
 626 632 644#
 M9ITEM..... C ADDR 04B4H A 222 773#
 M2ENC..... C ADDR 008CH A 105# 115
 MENU..... C ADDR 00B9H A 101 131#
 D2..... C ADDR 08D5H A 1461 1463#
 MOSTA1..... C ADDR 067AH A 1023 1027#
 ENCPLD..... C ADDR 082EH A 961 1340#
 MODE1..... C ADDR 230CH A 957 2520#
 SET_ACUR..... C ADDR 0984H A 321 848 1585#
 M3ENC..... C ADDR 0091H A 108# 116
 RECTERR..... C ADDR 092DH A 1521 1529#
 D3..... C ADDR 08CCH A 1459# 1462
 M3BIT8..... C ADDR 0859H A 1376# 1381

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|-----|------|----------|-------|------|

БР-02069964-11.03.04-10-19

Лист

84

SEL_C1 C ADDR 2276H A 863 2354#
 MOI1 C ADDR 0455H A 699 713#
 M1STR. C ADDR 0367H A 579# 584
 BIT8 C ADDR 084AH A 467 750 792 842 896
 935 972 1064 1365#

 OLED_CMD C ADDR 0330H A 330 333 336 339 469
 537 539 541#
 M4ENC. C ADDR 0099H A 108 111#
 N_CUR. N NUMB 0048h 11# 836 841 967 1585

 M4BIT8 C ADDR 0852H A 1369# 1385
 SEL_C2 C ADDR 227BH A 865 2360#
 MOST4. C ADDR 0534H A 835 848#
 FRQ_DISP. C ADDR 0965H A 723 809 820 831 1568#

 MOI2 C ADDR 046CH A 717 726#
 MI11 C ADDR 044FH A 706 709#
 M1EEP. C ADDR 01CAH A 312# 316
 M0MN. C ADDR 00C3H A 132 137#
 M5ENC. C ADDR 00B5H A 118 127#
 WL_ENC N NUMB 004Ch 20# 1276
 M0STRC. C ADDR 090DH A 1507# 1510
 M0UART C ADDR 0780H A 1164 1192#
 MOST5. C ADDR 055BH A 853 869#
 M2I1 C ADDR 0452H A 708 710#
 M0STAT. C ADDR 0665H A 224 1015#
 M6ENC. C ADDR 00ABH A 106 110 112 120#
 128
 MIURT. C ADDR 0046H A 40 59#
 MIUART C ADDR 0783H A 1165 1196#
 M0STA5. C ADDR 06C7H A 1075 1078#
 M1ST5. C ADDR 0555H A 862 865#
 SPIN C ADDR 02DDH A 477#
 OK C ADDR 0284H A 416 417 424#
 RXP. C ADDR 0273H A 409 416#
 M10SET. C ADDR 05E3H A 245 944#
 M1STAT. C ADDR 0671H A 225 1023#
 M2MN. C ADDR 00CAH A 133 143#
 M2URT. C ADDR 0050H A 60 63#
 C_DT N NUMB 0046h 16# 1272
 FRQ1 N NUMB 004Eh 7# 731 803 808 1242

 M2UART C ADDR 0786H A 1166 1200#
 M0ST7. C ADDR 0595H A 889 902#
 M2ST5. C ADDR 0558H A 864 866#
 MSG_WAIT. C ADDR 225AH A 682 2321#
 DLY2 C ADDR 033BH A 547#
 SPOUT. C ADDR 02F7H A 499# 527 544 555

 M11SET. C ADDR 060AH A 246 964#
 M2STAT. C ADDR 067DH A 226 1031#
 OLED_1ST C ADDR 0324H A 152 341 389 536#
 636 665
 M3MN. C ADDR 00C7H A 137 140#
 M3URT. C ADDR 0041H A 51 54#
 FRQ2 N NUMB 004Fh 8# 737 814 819 1248

 M0BIT. C ADDR 0897H A 1409 1421#
 M3UART C ADDR 0790H A 1167 1206#
 M0ST8. C ADDR 05BAH A 905 921#
 SFRQPLD. C ADDR 0838H A 693 1347#
 REMFR. C ADDR 039CH A 607 611#
 DLY3 C ADDR 0340H A 549#
 STARTRECT. C ADDR 08FBH A 386 1496#
 DISCRINP. C ADDR 0166H A 253# 1647
 M12SET. C ADDR 0628H A 247 981#
 M3STAT. C ADDR 06AAH A 227 1059#
 BEEP C ADDR 09BEH A 91 387 1621#

```

OLED_2ST . . . . . C ADDR 0329H A          87 379 384 392 450
                    538# 679 704 751
                    793 843 858 860 879
                    897 910 936 950 952
                    973 987 989 1032
                    1065 1315 1501 1532
                    1574 1611
M4URT. . . . . C ADDR 0037H A          46 49#
UART . . . . . C ADDR 0025H A          34 39#
SET_EXT. . . . . N NUMB 0051h          12# 402 874 880
FRQ3 . . . . . N NUMB 0050h          9# 743 825 830 1254

M1BIT. . . . . C ADDR 08A0H A          1415 1427#
M4UART . . . . . C ADDR 0798H A          1168 1212#
MOST9. . . . . C ADDR 05DFH A          928 941#
M1ST8. . . . . C ADDR 05AFH A          912 915#
MSG_W. . . . . C ADDR 2250H A          687 2310#
DLY4. . . . . C ADDR 0352H A          559#
OLED_DATA. . . . . C ADDR 031FH A          534# 580 1051 1053
                    1096 1101 1509 1580
                    1582 1616

INP_TAB. . . . . C ADDR 0170H A          257 260#
M13SET. . . . . C ADDR 064FH A          248 1002#
M4STAT . . . . . C ADDR 06BDH A          228 1071#
M5URT. . . . . C ADDR 0053H A          61 65#
CUR_BR . . . . . N NUMB 0049h          18# 966 971 1294
                    1358

M2BIT. . . . . C ADDR 088DH A          1413# 1425
M5UART . . . . . C ADDR 07A0H A          1169 1218#
M1CMP. . . . . C ADDR 0720H A          1127 1135# 1148
M1DIS. . . . . C ADDR 06A7H A          1045 1055#
BRCURPLD . . . . . C ADDR 0844H A          978 1357#
UADDPLD. . . . . C ADDR 083EH A          941 1352#
M2ST8. . . . . C ADDR 05B2H A          914 916#
DLY5 . . . . . C ADDR 0357H A          561#
M5STAT . . . . . C ADDR 06C0H A          229 1075#
M6URT. . . . . C ADDR 005BH A          65 66 68#
UADD . . . . . N NUMB 0045h          23# 929 934 1353

MAX_UD . . . . . N NUMB 0047h          17# 1290
M3BIT. . . . . C ADDR 087CH A          1403# 1419
M6UART . . . . . C ADDR 07A8H A          1170 1224#
M2CMP. . . . . C ADDR 071BH A          1128 1131#
M2DIS. . . . . C ADDR 0696H A          1044# 1055
M3ST8. . . . . C ADDR 05C1H A          921 924#
DELY1. . . . . C ADDR 08C2H A          382 1450# 1507
M6STAT . . . . . C ADDR 06C8H A          230 231 232 233 1081#

CHGM. . . . . C ADDR 00E5H A          111 165#
M7URT. . . . . C ADDR 002CH A          44#

```

MODULE INFORMATION: STATIC OVERLAYABLE

```

CODE SIZE    = 3494 ----
XDATA SIZE   = ---- ----
DATA SIZE    = ---- ----
IDATA SIZE   = ---- ----
BIT SIZE     = ---- ----

```

END OF MODULE INFORMATION.

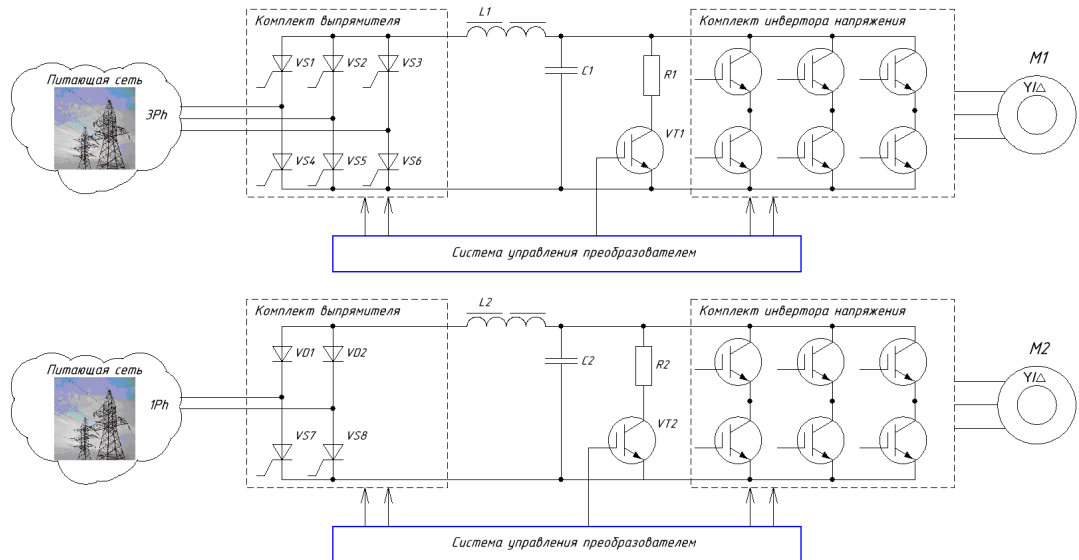
REGISTER BANK(S) USED : 0

ASSEMBLY COMPLETE. 0 WARNING(S) 0 ERROR(S)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

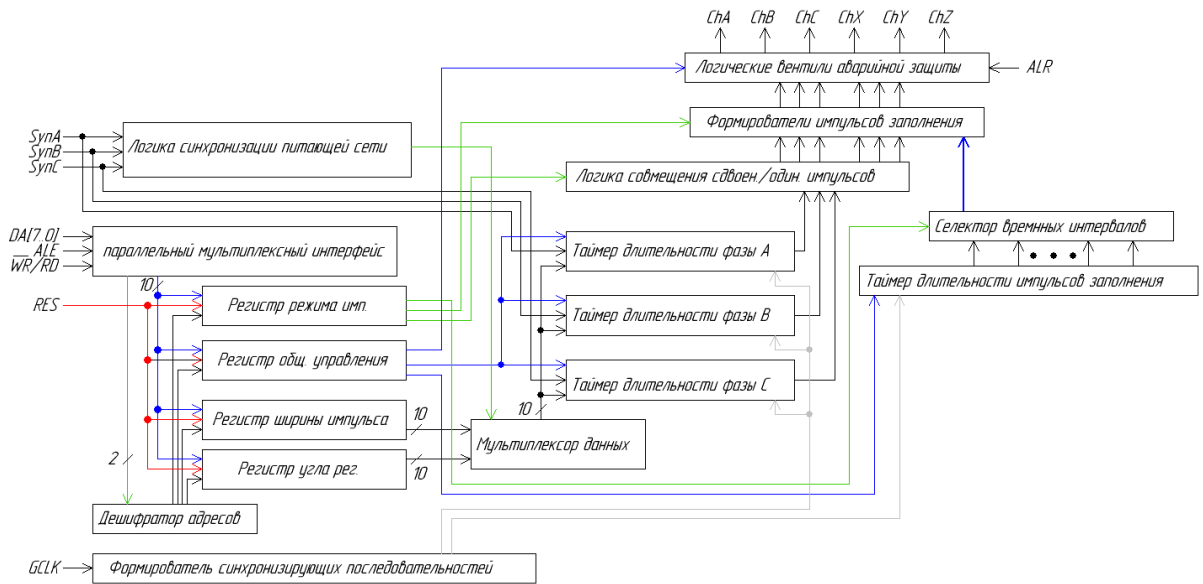
Функциональные схемы преобразователей частоты для электропривода переменного тока



ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

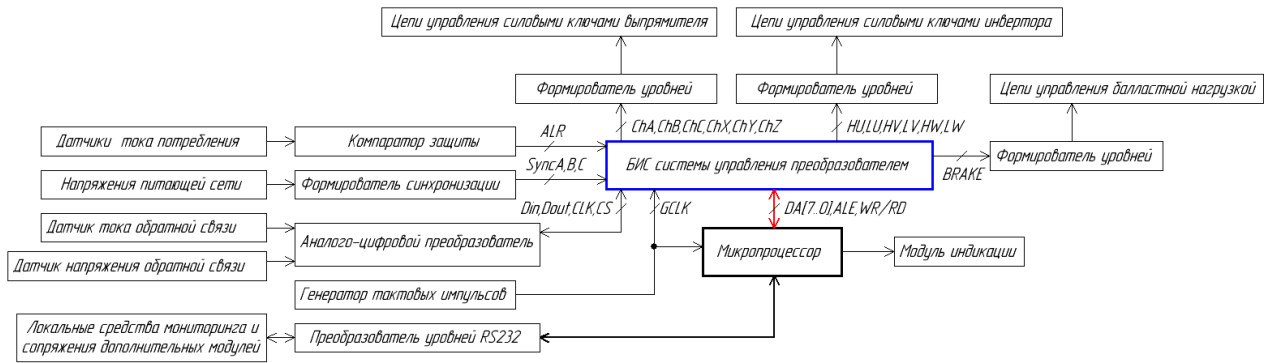
Структурная схема импульсно-фазового контроллера трехфазного выпрямителя



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

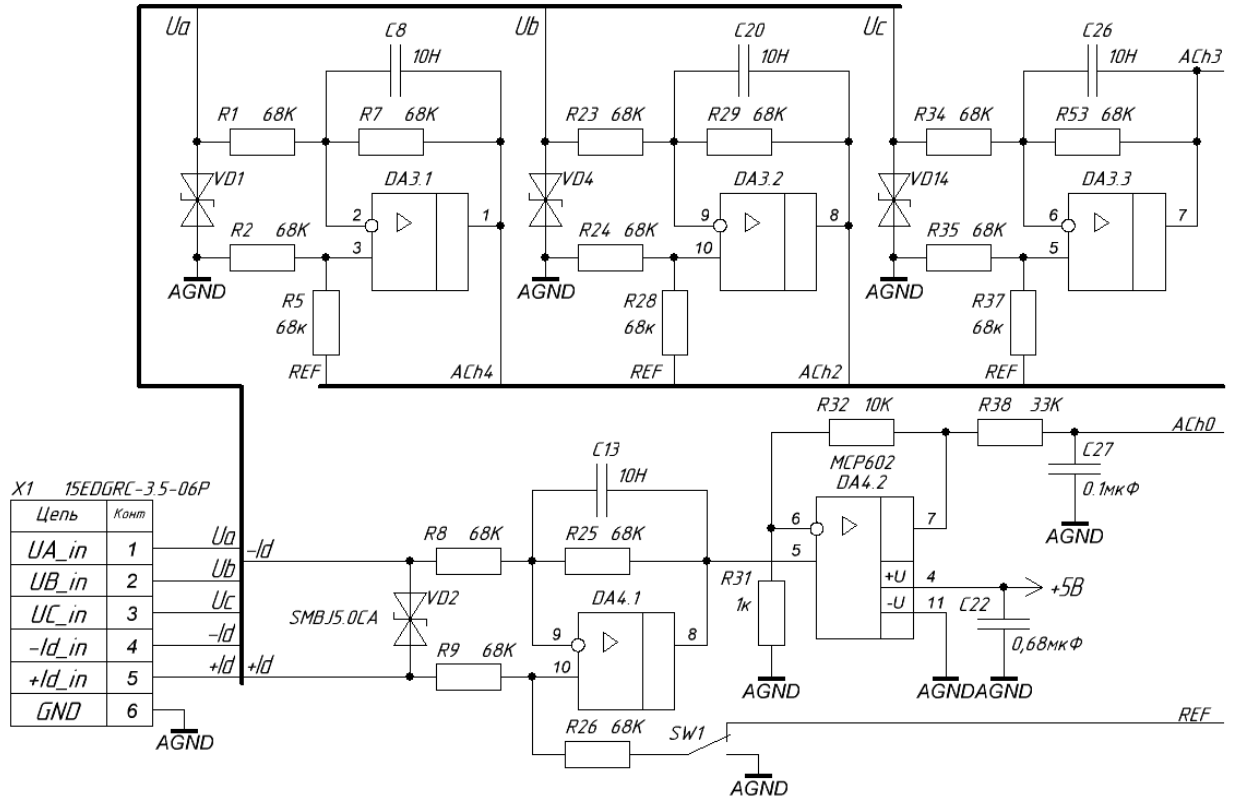
Общая структурная схема комплексной системы управления



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Фрагмент принципиальной схемы системы управления



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

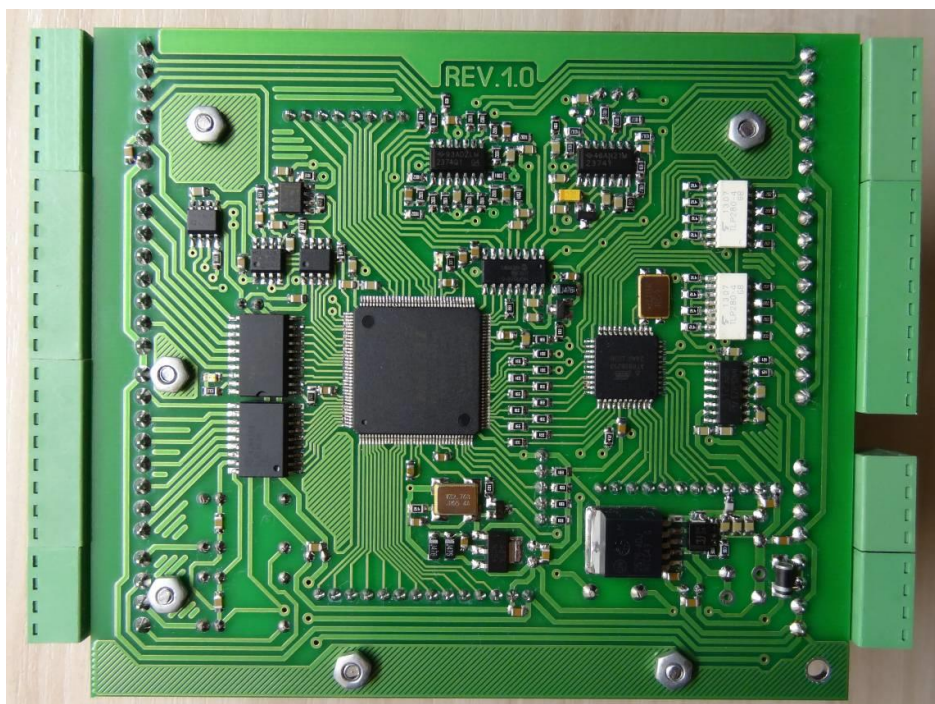


Рисунок Е.1 — Фотография системы управления (вид со стороны элементов)

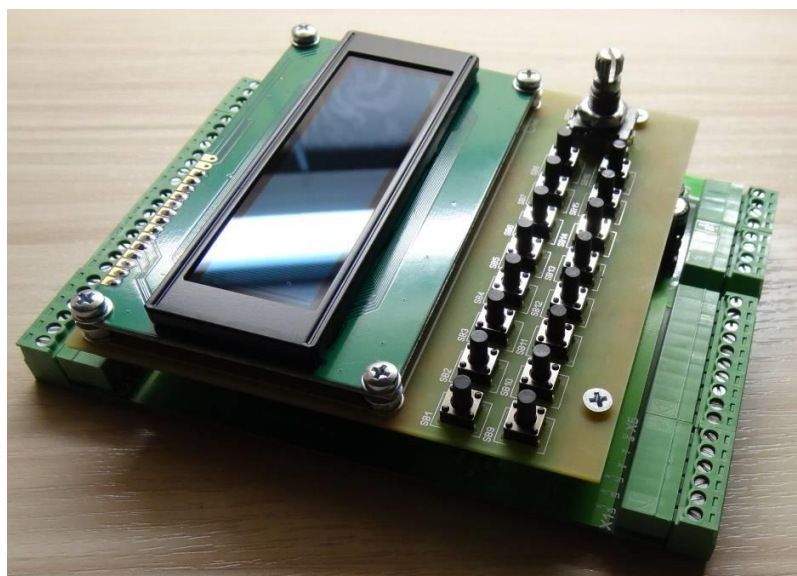


Рисунок Е.2 — Фотография системы управления в собранном виде

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

БР-02069964-11.03.04-10-19

Лист

91

Продолжение приложения Е



Рисунок Е.3 — Отображение параметров управления на дисплее системы

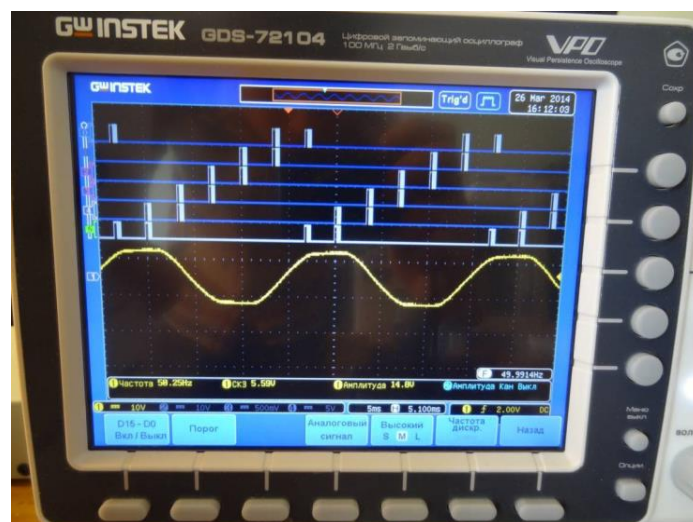


Рисунок Е.4 — Осциллограмма фазы А питающей сети и 6 каналов на выходе системы управления с шириной импульса 650 мкс

Окончание приложения Е

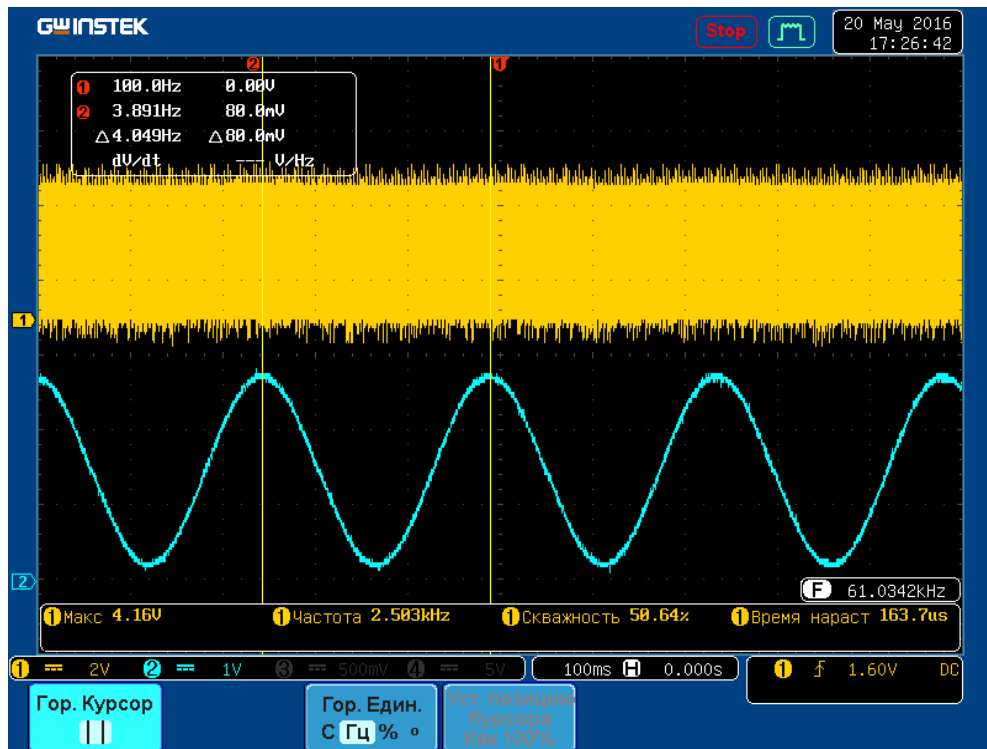


Рисунок Е.5 — Осциллограмма синусоидальной огибающей фазы W, полученной после ФНЧ в режиме глубокой синусоидальной модуляции с частотой 4 Гц