

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

На правах рукописи

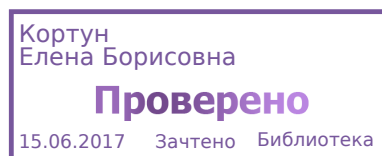
Корнев Сергей Андреевич

Разработка и исследование преобразователей
с микропроцессорными системами управления

Направление 270404 – «Управление и информатика в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
на соискание академической степени магистра

2017



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация посвящена разработке и исследованию преобразователей с микропроцессорными системами управления

Актуальность работы. В современных преобразователях энергии все чаще используются цифровые методы управления. Современные цифровые системы управления превосходят аналоговые по многим показателям. Они позволяют при необходимости использовать усложненные способы управления, обеспечивающие улучшенные характеристики преобразователей энергии, имеют хорошую точность и хорошие массогабаритные показатели, относительно низкую стоимость. Для таких систем характерна функциональная гибкость благодаря возможности программирования алгоритмов их работы с инструментальных компьютеров, и возможность диагностики и быстрого устранения неисправностей. Поэтому изучение преобразователей с микропроцессорными системами управления актуально, соответственно, актуальна и тема диссертационной работы.

Цель работы разработать микропроцессорные системы управления для преобразователей электрической энергии постоянного и переменного тока, силовые цепи которых реализованы в типовом учебном стенде по преобразовательной технике, выявить возможность использования для управления преобразователями энергии общедоступных микроконтроллеров массового применения, выявить возникающие при их применении проблемы, определить возможные пути их аппаратного и алгоритмического решения. Разработать преобразователи электрической энергии, их микропроцессорные системы управления и аппаратные средства сопряжения систем управления с силовой частью преобразователя. Проверить некоторые из предлагаемых решений экспериментально. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1. Изучены силовые схемы преобразователей переменного и постоянного тока на полностью управляемых полупроводниковых приборах

(транзисторах, запираемых тиристорах) и на не полностью управляемых приборах (обыкновенных тиристорах) и их системы управления.

2. Разработаны микропроцессорные системы управления различными преобразователями энергии.

3. В среде Proteus 8 и CodeVisionAVR составлены и отлажены модели микропроцессорных систем управления преобразователями.

4. Разработана схема сопряжения микропроцессорной системы управления трехфазными выпрямителями с питающей сетью.

5. Проведено экспериментальное исследование работы систем управления с использованием лабораторного стенда.

Методы исследования. Используются методы: моделирование цифровых систем, анализ алгоритмов управления силовыми приборами преобразователей энергии, экспериментальное исследование.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы работы и краткое изложение теории систем управления преобразователями энергии. Рассмотрена сравнительная характеристика аналоговых и цифровых систем, сделаны выводы о рациональности применения программного управления.

В первом разделе рассмотрены силовые схемы и способы управления преобразователями энергии, системы управления которыми не требуют синхронизации управляющих импульсов с питающей сетью. К преобразователям электрической энергии, не требующим синхронизации с питающей сетью генерируемых системами управления импульсов управления, относятся все преобразователи питающие автономные нагрузки. В данном случае под автономной нагрузкой предполагается нагрузка, не имеющая с питающей сетью гальванической или трансформаторной связи. Преобразователями, не требующими синхронизации импульсов с сетью, являются: широтно-импульсные преобразователи, автономные инверторы,

преобразователи частоты. Основные схемы таких преобразователей приведены на рисунке 1.

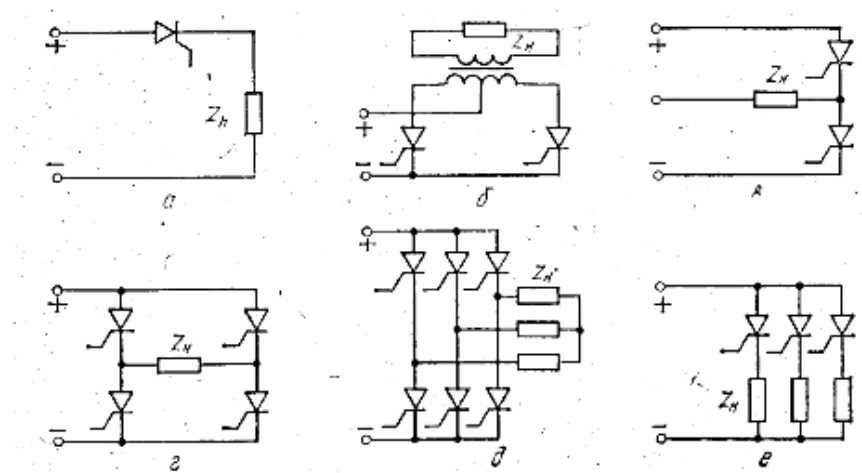


Рисунок 1 – Основные схемы автономных инверторов:

а - одновентильная схема; б - однофазная с нулевым выводом; в - однофазная с нулевым выводом источника питания; г - однофазная мостовая, д - трехфазная мостовая; е - трехфазная нулевая

Во втором разделе рассмотрены силовые схемы способы управления преобразователями энергии, требующими синхронизации управляющих импульсов с сетью. Схемы таких преобразователей приведены на рисунке 2.

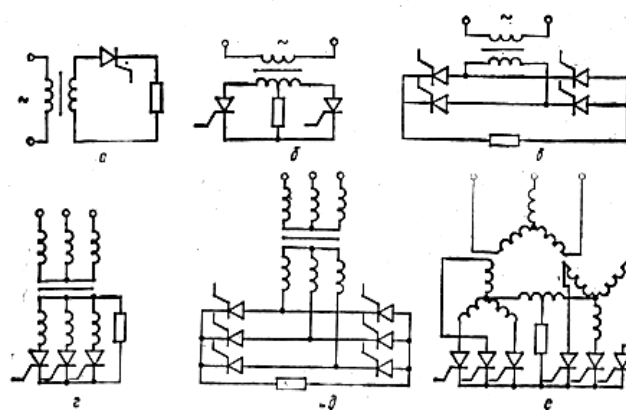


Рисунок 2 – Основные схемы выпрямителей: а, б, в – однофазные;

г, д, е – трехфазные

В данном разделе также проанализированы требования к системам управления полупроводниковыми приборами различных преобразователей энергии, определены функциональные схемы таких систем и алгоритмы их работы, являющиеся в дальнейшем основой для реализации программного обеспечения разработанных микропроцессорных систем управления автономными инверторами, преобразователями частоты и управляемыми выпрямителями.

Требования к системам управления полупроводниковыми приборами преобразователей энергии зависят от типа вентиля, использованного в преобразователе, режима работы преобразователя (выпрямительный, инверторный, реверсивный, нереверсивный) и вида нагрузки (автономная или связанная с питающей сетью), на которую работает преобразователь. От типа вентиля зависят ток, напряжение и длительность управляющего импульса. От режимов работы зависят необходимые диапазоны изменения положений фронтов управляющих импульсов. От вида нагрузки зависит рекомендуемая длительность отпирающих импульсов управления.

В третьем разделе произведены моделирование и разработка микропроцессорных систем управления, представлены блок-схемы алгоритмов программ, результаты моделирования, в приложении А приведены тексты программ, в приложении Б приведены результаты экспериментальных исследований.

Основой любой микропроцессорной системы является микропроцессор (МП), представляющий собой программно-управляемое устройство, выполняющее процесс обработки цифровой информации и управления этим процессом и построенное на одной или нескольких больших интегральных микросхемах (БИС).

Примером одной из разработанных микропроцессорных систем управления, отлаженной в среде Proteus 8, является система управления трехфазным мостовым тиристорным выпрямителем (см. рисунки 3,4). Для данной системы управления также разработано устройство сопряжения с

питающей сетью, так как оно не предусмотрено изготовителем лабораторного стенда. Внешний вид печатной платы устройства приведен на рисунке 5.

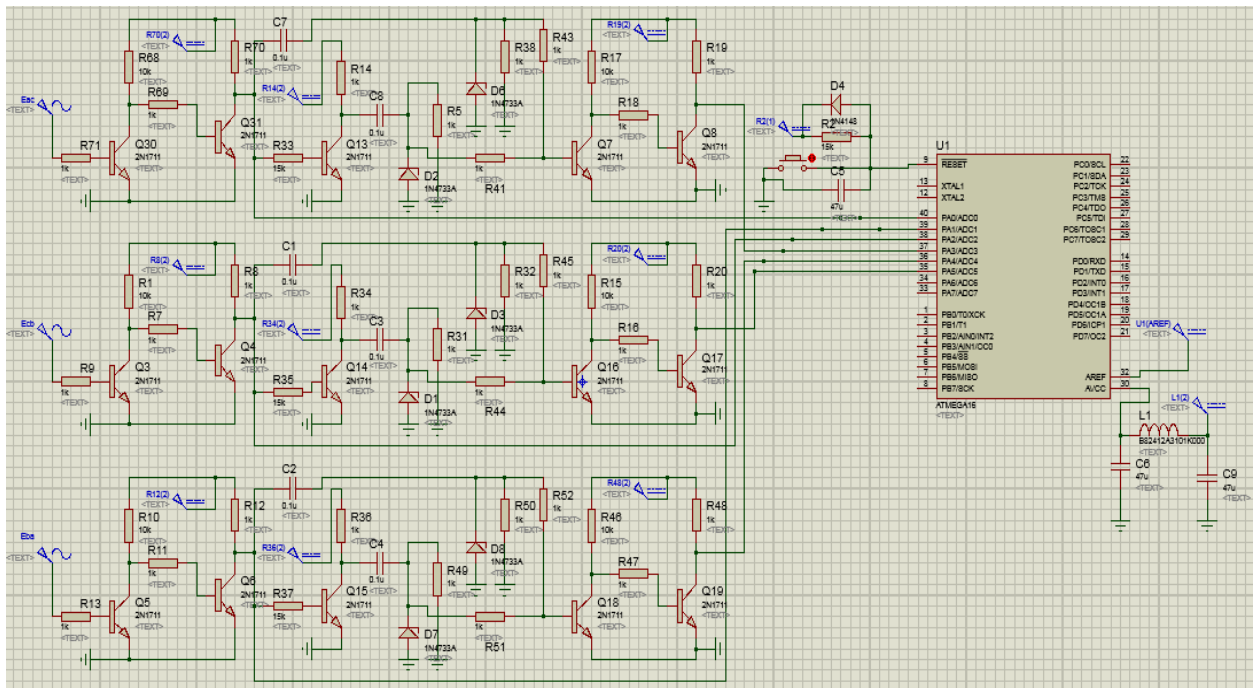


Рисунок 3 – Модель микропроцессорной системы управления трехфазным мостовым тиристорным выпрямителем

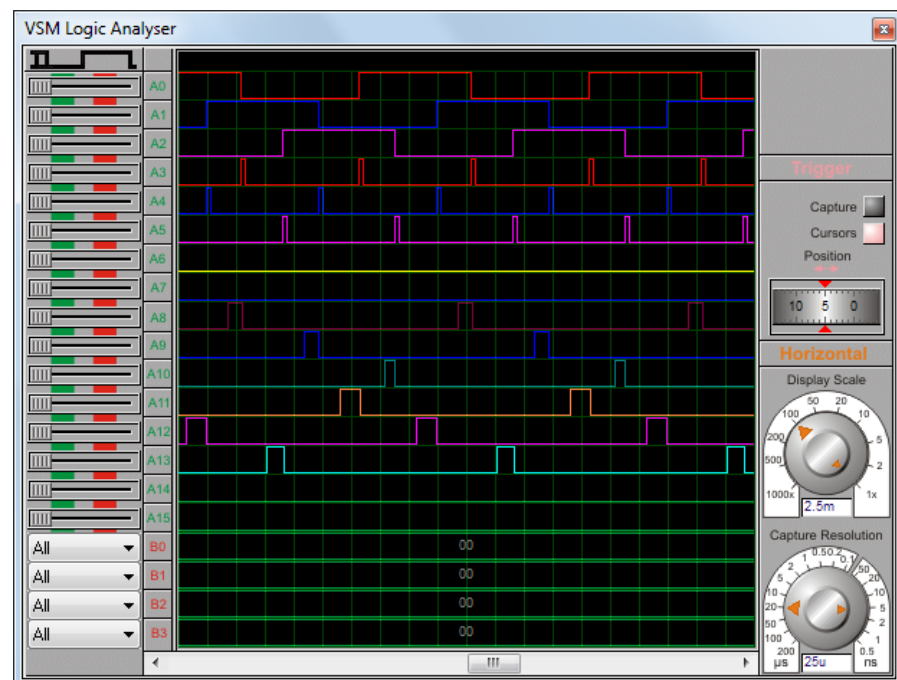


Рисунок 4 – Импульсы управления силовыми ключами трехфазного мостового тиристорного выпрямителя при угле $\alpha = 36^\circ$

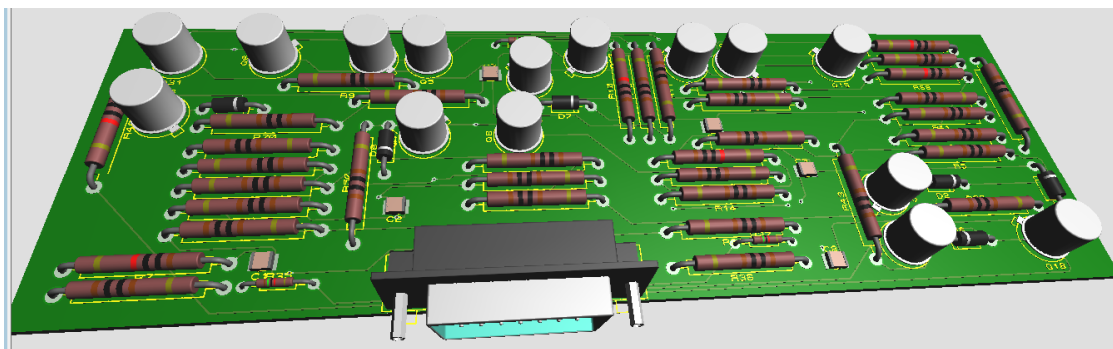


Рисунок 5 – 3D Моделирование печатной платы устройства сопряжения микроконтроллера с сетью

В заключении говорится о том что, в процессе исследования были разработаны цифровые системы управления преобразователями энергии, предназначенные для реализации на лабораторном стенде для изучения характеристик преобразователей электрической энергии. Исследование этих систем показало следующее. Для всех разработанных преобразователей с системами управления не синхронизированными с питающей сетью, не требующими решения задач привязки положения импульсов к напряжениям сети, а требующих только хорошей симметрии управляющих импульсов и хорошего быстродействия при отработке сигналов управления, системы управления на основе микроконтроллера ATmega 16 могут выполняться до частоты следования управляющих импульсов примерно 3 кГц. Системы управления тиристорными выпрямителями менее удовлетворительны и могут использоваться только в целях обучения. В рассматриваемом микроконтроллере доступны только три 8-разрядных таймера, что не позволяет выполнять на его основе реверсивные мостовые выпрямители с точным и плавным регулированием углов отпирания тиристоров.

Результаты работы отражены в публикациях

1 Корнев, С.А. Анализ современных микропроцессорных средств для управления преобразователями электрической энергии/ Корнев С.А. Васильченко С.А.//Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы докладов 46-й науч.-техн. конф., Комсомольск-на-Амуре:ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2016. – С. 287-289

2 Корнев, С.А. Системы управления преобразователями электрической энергии на основе 8-разрядных контроллеров/ Корнев С.А. Васильченко С.А.// Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы докладов 47-й науч.-техн. конф., Комсомольск-на-Амуре:ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2017. – С. 287-289