

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

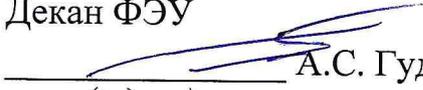
Работа выполнена в СКБ «Электроника и робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС


(подпись) Е.М. Димитриади
« 14 » 06 2024 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 14 » 06 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

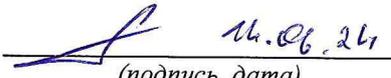
Проректор по науке и инновационной работе, д-р техн. наук,
профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 14 » 06 2024 г.

«Цифровая система управления тиристорными выпрямителями»

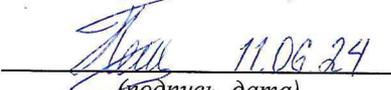
Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ


(подпись, дата)

В.В. Солецкий

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.В. Петухов

Комсомольск-на-Амуре 2024

Карточка проекта

Название	Цифровая система управления тиристорными выпрямителями
Тип проекта	Тип проекта: научно-исследовательский проект (с дальнейшей публикацией РИНЦ, ВАК и т.д).
Исполнители	Студент И.В. Зеленков – 2ПЭМ-1
Срок реализации	1 семестр

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Микросхема LM324N	2
Транзистор КТ 315Б	6
Транзистор КТ 3102Б	12
Транзистор КТ 815Б	12
Трансформатор IE -220-12 W1,5	3
Резонатор кварцевый 8МГц	3
Конденсатор 22пФ	6
Конденсатор 0,1мкФ	3

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ на разработку

Название проекта: _ Цифровая система управления тиристорными выпрямителями.

Назначение: Цифровая система управления тиристорными выпрямителями предназначена для управления силовыми преобразовательными устройствами лабораторного стенда в процессе проведения лабораторных и практических работ по дисциплине “Основы преобразовательной техники” в лаборатории силовой электроники на кафедре ПЭИТ факультета экономики и управления.

Область использования: Разработанное устройство будет использовано в учебном процессе для проведения лабораторных работ по дисциплине “Основы преобразовательной техники”, а также исследований в рамках магистерских диссертаций по направлениям связанных с исследованием и разработкой устройств преобразовательной техники.

Функциональное описание проекта: Цифровая система управления для тиристорных выпрямителей обеспечивает управление выпрямителями и регуляторами напряжения и натурным макетом модели тиристорно реакторного стабилизатора напряжения трансформаторной подстанции.

Техническое описание устройства: Цифровая система управления тиристорными выпрямителями состоит из 3 блоков систем фазоимпульсного управления углом открывания тиристорами, и блока синхронизации.

Требования: Разрабатываемое устройство должно обеспечивать управление углом отпираания тиристоров одно и трёхфазных выпрямителей и регуляторов напряжения с шагом в 1 градус, в качестве устройства управления углом

открывания необходимо предусмотреть возможность использования переключателя-формирователя двоичного кода, дискретного сигнала или двоичного кода, а также синхронизацию работы фазоимпульсного устройства от питающей трёхфазной сети.

План работ:

Наименование работ	Срок
Разработка принципиальной схемы и расчёт параметров элементов цифровой системы управления тиристорными выпрямителями	<i>Январь 2024</i>
Разработка топологии печатных плат цифровой системы управления тиристорными выпрямителями	<i>Февраль 2024</i>
Изготовление печатных плат цифровой системы управления тиристорными выпрямителями	<i>Март 2024</i>
Монтаж электронных компонентов на печатной плате блока синхронизации, настройка плат.	<i>Апрель 2024</i>
Монтаж электронных компонентов на печатных платах блоков фазоимпульсного управления, настройка плат	<i>Май 2024</i>

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема блоков;
2. Внешний вид изделия;
3. Схемы подключения изделия к натурным макетам трёхфазных выпрямителей.

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.В. Петухов

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

ПАСПОРТ

«Цифровая система управления тиристорными выпрямителями»

Руководитель проекта

 11.06.24
(подпись, дата)

А.В.Петухов

Исполнители проекта

 11.06.24
(подпись, дата)

И.В. Зеленков

Комсомольск-на-Амуре 2024

Содержание

1	Общие положения	7
1.1	Наименование изделия	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке изделия	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах	8
2	Назначение и принцип действия	9
2.1	Назначение изделия	9
2.2	Области использования изделия	9
2.3	Принцип действия изделия	9
3	Состав изделия и комплектность.....	10
4	Технические характеристики.....	11
4.1	Основные технические характеристики блока синхронизации	11
4.2	Основные технические характеристики блока фазоимпульсного управления 11	
5	Устройство и описание работы изделия	12
5.1	Устройство изделия	12
6	Условия эксплуатации	15
6.1	Правила и особенности размещения изделия	15
6.2	Меры безопасности.....	15
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	20

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		6

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Цифровая система управления тиристорными выпрямителями» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование изделия – «Цифровая система управления тиристорными выпрямителями» (ЦСУТВ).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирование ЦСУТВ осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта ЦСУТВ является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителем проекта ЦСУТВ (далее СКБ), студент группы *2Пэм-1*, *Иван Вадимович Зеленков*.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		7

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

ЦСУТВ – предназначена для формирования сигналов управления одно-трёхфазными тиристорными выпрямителями, тиристорными регуляторами напряжения переменного тока, автономными инверторами напряжения лабораторных стендов.

В состав изделия входят: Система синхронизации выполнена в виде отдельной печатной платы, три фазоимпульсных блока управления для формирования управляющих сигналов.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться в учебном процессе при проведении лабораторных работ и проведении исследований на натуральных макетах силовых преобразовательных устройств в рамках подготовки магистерских диссертаций по направлению “Электроника и микроэлектроника”

2.3 Принцип действия изделия

Принцип действия заключается в формировании сигналов управления фазоимпульсным устройством, которые поступают на управляющие электроды тиристорных однофазных и трёхфазных выпрямителей. Сигнал управления тиристорными выпрямителями формируется на выходе фазоимпульсного устройства после перехода напряжения переменного тока через нулевое значение, при этом момент перехода фиксируется блоком синхронизации, который формирует на своём выходе импульс синхронизации, являющийся моментом отсчёта угла управления тиристорными выпрямителями. Угол управления изменяется предустановкой двоичного кода поступающего на вход управления фазоимпульсного устройства с выхода цифрового выключателя за счёт программного алгоритма заложенного в микроконтроллер.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Блок синхронизации 1 шт
- Блок фазоимпульсного управления 3 шт.
- Паспорт.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		10

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока синхронизации

Основные технические характеристики блока синхронизации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока синхронизации

Наименование параметра	Значение
Число синхронизируемых фаз	3
Количество выходных синхроимпульсов	6
Входное напряжение синхронизации, В	220-36
Выходное напряжение синхронизации, В	5
Питание, В	5
Габариты, мм	150x100
Масса нетто, кг	0,25

4.2 Основные технические характеристики блока фазоимпульсного управления

Основные технические характеристики блока фазоимпульсного управления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики блока фазоимпульсного управления

Наименование параметра	Значение
Амплитуда напряжения импульсов управления тиристорным выпрямителем, В	3-24
Амплитуда управления заданием угла управления, В	5
Питание усилителя импульсов управления, В	3-24
Питание цифровой части, В	5
Габариты, мм	100x95
Масса нетто, кг	0,1

переключатель углов управления, 20, 21, 22-усилитель мощности импульсов управления тиристорами.

Трансформаторы напряжения обеспечивают гальваническую развязку устройства с питающей сетью и формирование на вторичных обмотках противофазного напряжения, поступающего на неинверсные входы компараторов. Компараторы формируют на своём выходе прямоугольный импульс в интервале времени действия полупериода напряжения поступающего на неинверсные входы. Прямоугольные импульсы синхронизации, сформированные на выходах компараторов, поступают на входы усилителей, обеспечивающих усиления импульсов до рабочих логических уровней микроконтроллерных систем управления. С выхода усилителей синхронизирующие импульсы поступают на входы микроконтроллерных систем управления БФИУ, в которых по заднему фронту импульсов формируются начальная точка отсчёта относительно которой происходит формирование импульсной последовательности с частотой 1кГц с интервалом задержки T_z , определяющей угол управления тиристорными исследуемыми выпрямителями. Длительность интервала задержки рассчитывается программным способом в микроконтроллерной системе управления, в соответствии предусконовкой двоичного кода на выходе дискретного переключателя угла управления, соответствующего углу управления исследуемым тиристорным выпрямителем. Питание устройства осуществляется от внешних источников питания постоянного тока с напряжением +5В и +24В.

В приложении А приведена принципиальная схема блока БС, и БФИУ, в приложении Б показан внешний вид блоков БС и БФИУ.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		13

5.2 Описание работы изделия

Исследование работы однофазного тиристорного выпрямителя с нулевой точкой. Для проведения исследования необходимо собрать схему в соответствии с приложением В. Входы управления тиристорами выпрямителя подключите к контактам БФИУ в соответствии со схемой. Исследование работы выпрямителя проводится в соответствии методическими указаниями к лабораторной работе “Исследование однофазного тиристорного выпрямителя с нулевой точкой”.

Исследование работы однофазного тиристорного выпрямителя собранного по мостовой схеме. Для проведения исследования необходимо собрать схему в соответствии с приложением В. Входы управления тиристорами выпрямителя подключите к контактам БФИУ в соответствии со схемой. Исследование работы выпрямителя проводится в соответствии методическими указаниями к лабораторной работе “Исследование однофазного тиристорного мостового выпрямителя”.

Исследование работы трёхфазного тиристорного выпрямителя по схеме Миткевича. Для проведения исследования необходимо собрать схему в соответствии с приложением В. Входы управления тиристорами выпрямителя подключите к контактам БФИУ. Исследование работы выпрямителя проводится в соответствии методическими указаниями к лабораторной работе “Исследование однофазного тиристорного выпрямителя по схеме Миткевича”.

Исследование работы трёхфазного тиристорного выпрямителя по схеме Ларионова. Для проведения исследования необходимо собрать схему в соответствии с приложением В. Входы управления тиристорами выпрямителя подключите к контактам БФИУ. Исследование работы выпрямителя проводится в соответствии методическими указаниями к лабораторной работе “Исследование однофазного тиристорного мостового выпрямителя по схеме Ларионова”.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		14

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- использовать напряжение питания, указанные в паспорте на изделие;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		15

- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;
- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;
- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

					СКБФЭУ.1.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		16

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Схема блока фазоимпульсного устройства

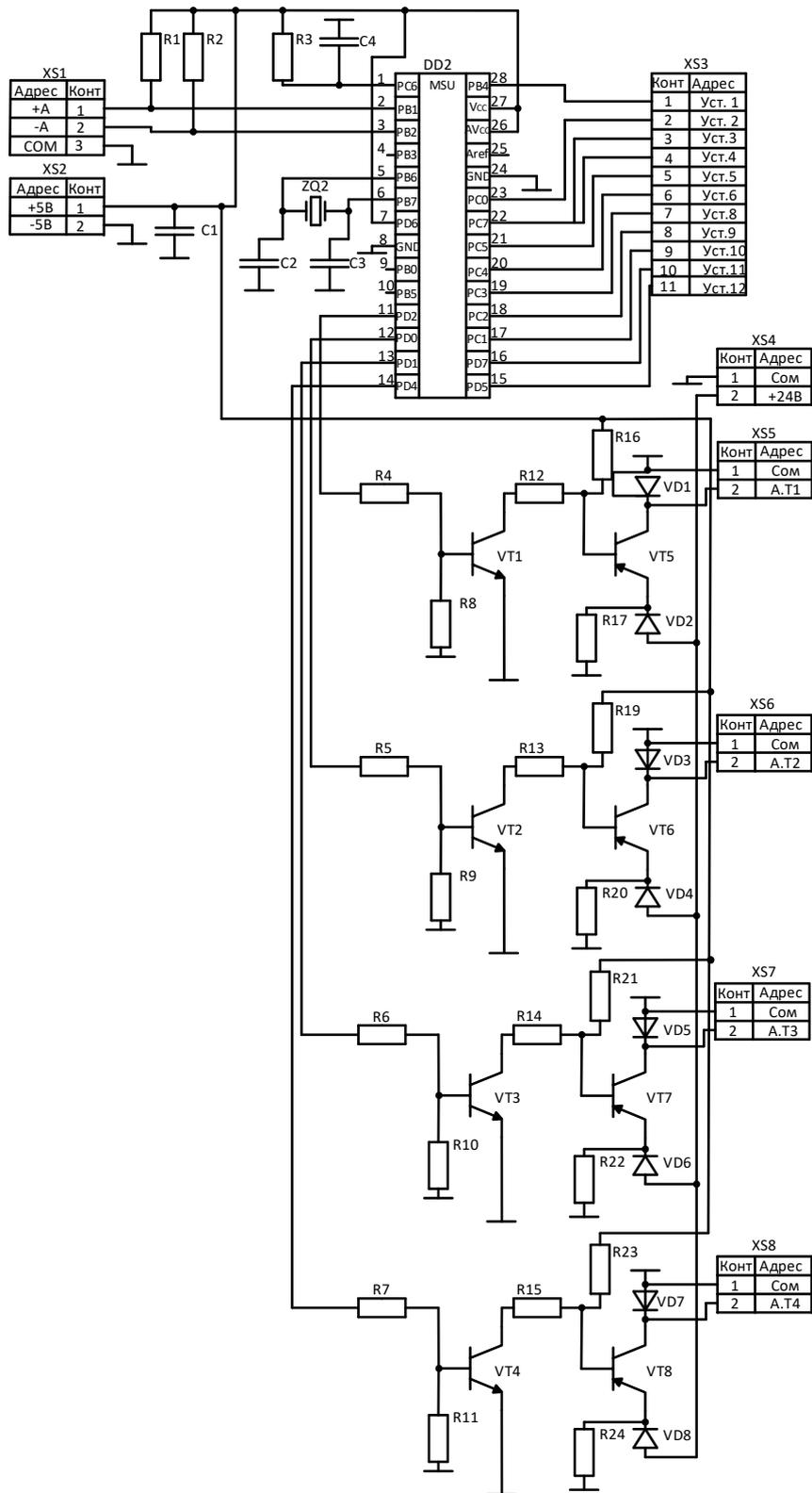
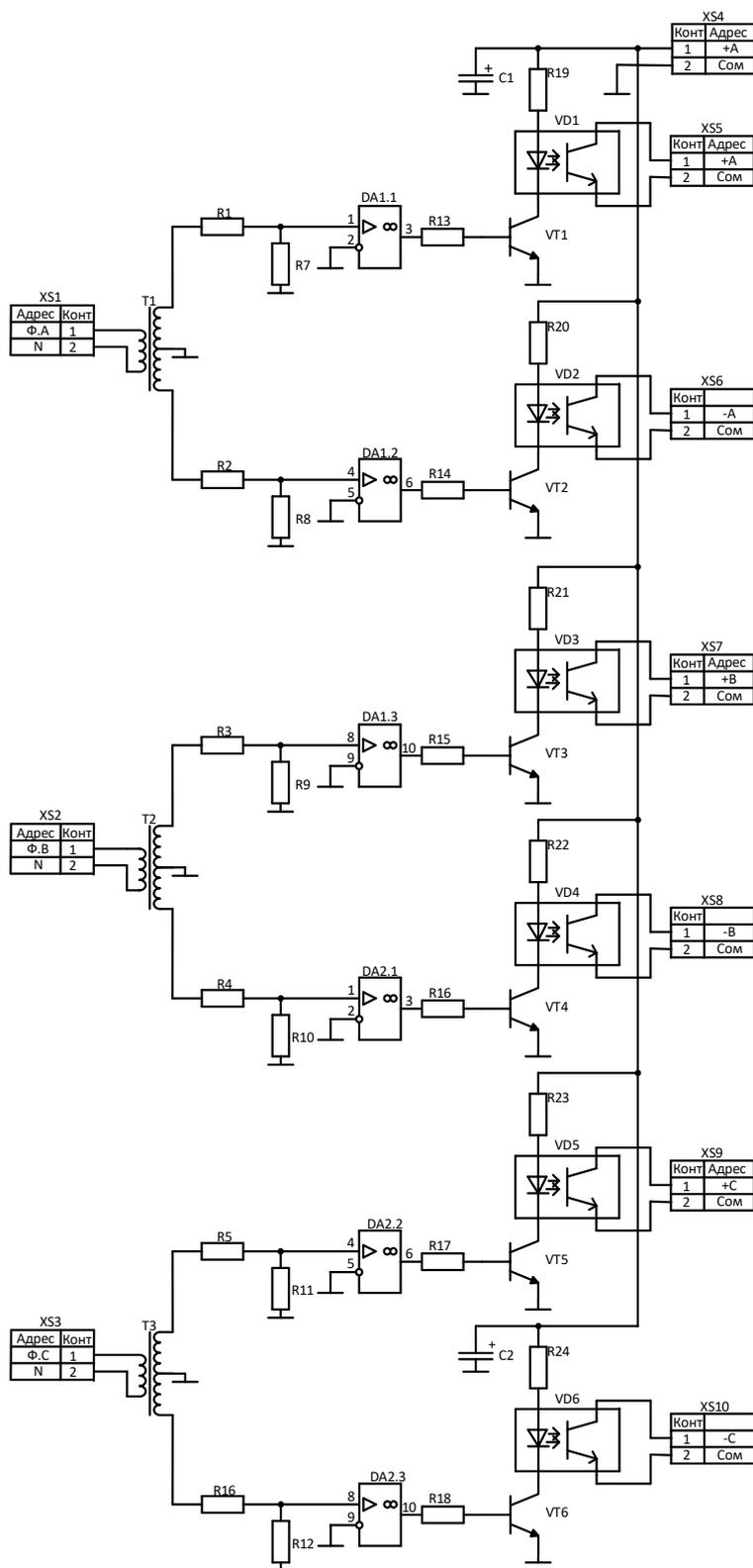


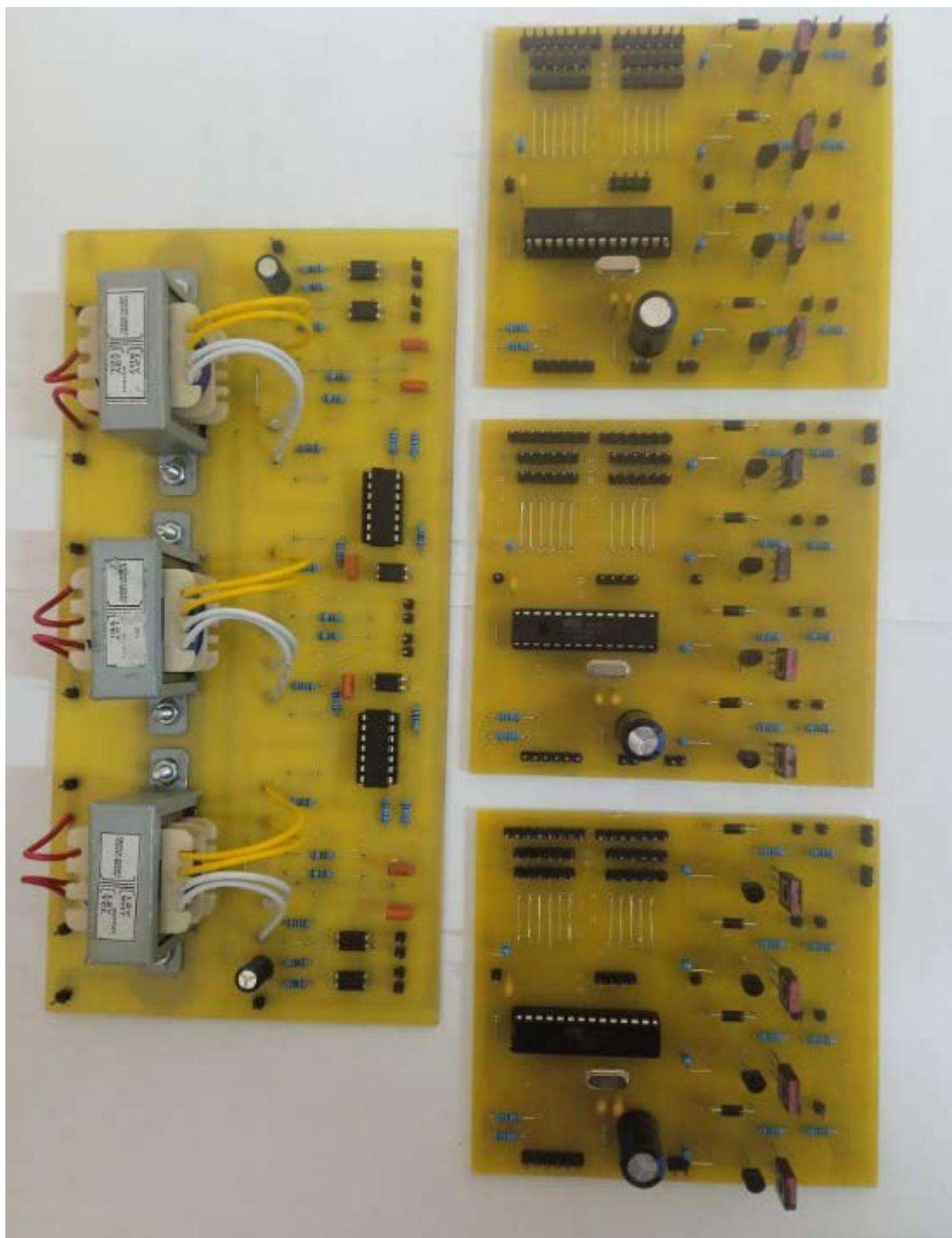
Схема блока синхронизации



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Внешний вид изготовленного комплекта электронных блоков изделия



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБФЭУ.1.ИП.01000000

Лист

19

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Схема подключения изделия для исследования однофазного
двуполупериодного тиристорного выпрямителя со средней точкой

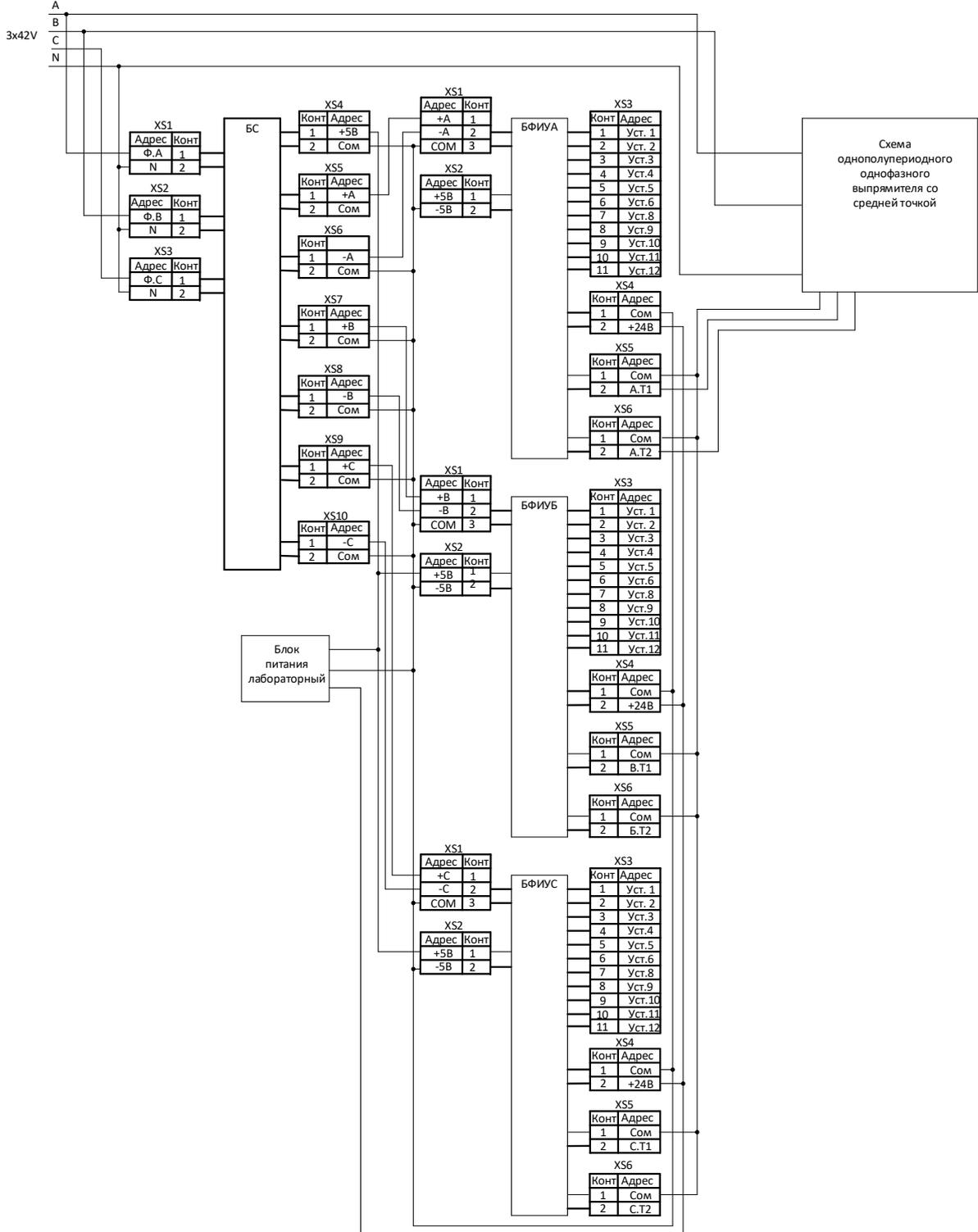
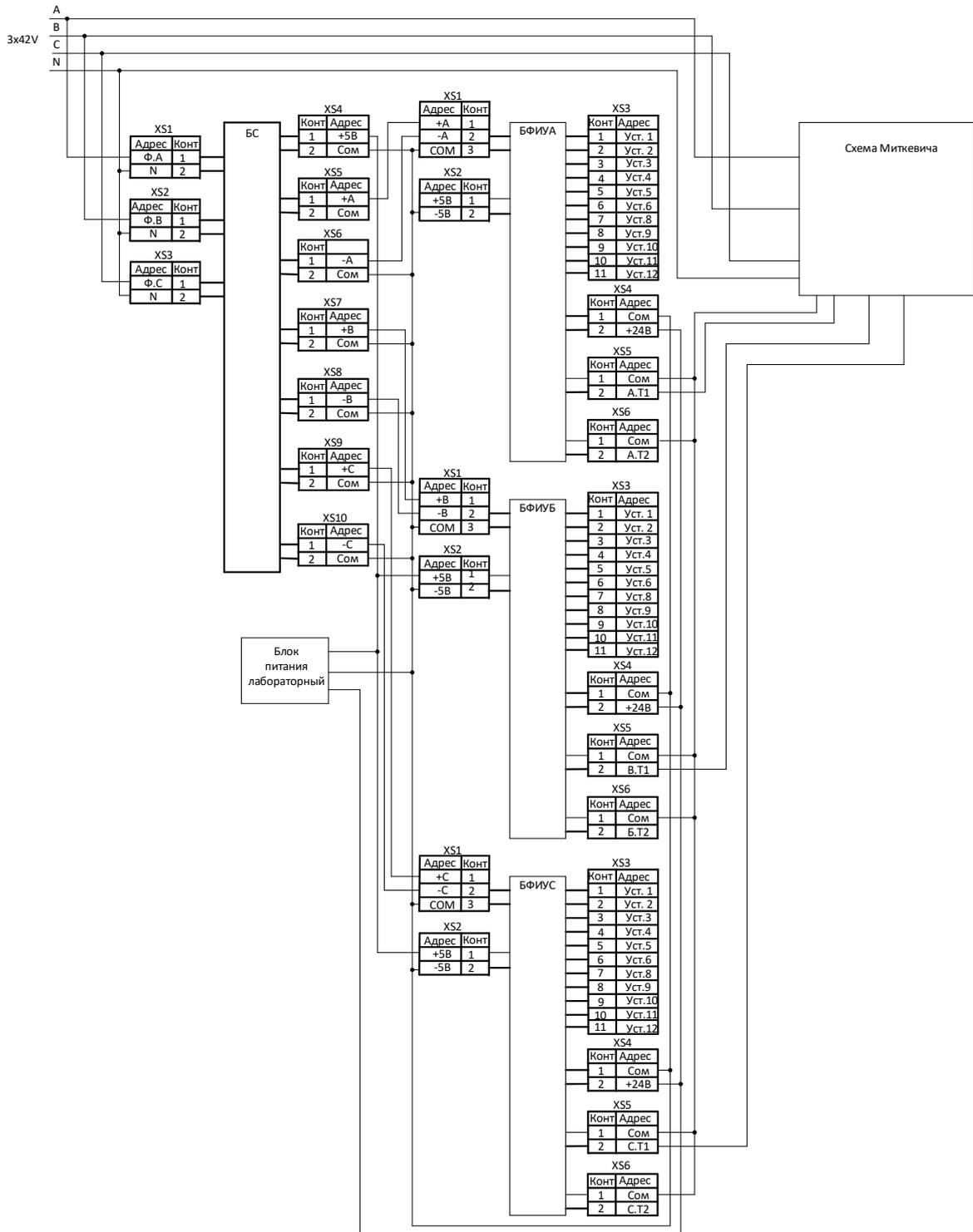


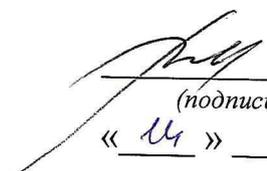
Схема подключения изделия для исследования трёхфазного тиристорного выпрямителя со средней точкой



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

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

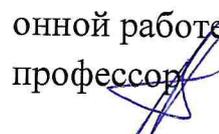

(подпись) Е.М. Димитриади
« 14 » 06 2024 г.

Декан ФЭУ

(подпись) А.С. Гудим
« 14 » 06 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновационной работе, д-р техн. наук.
профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 14 » 06 2024г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Цифровая система управления тиристорными выпрямителями»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 14 » 06 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- В.В. Солецкий – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- А.В. Петухов – руководителя проекта,
- И.В. Зеленков – группа 2ПЭМ-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Цифровая система управления тиристорными выпрямителями», в составе:

1. Блок синхронизации

2. Блок фазоимпульсного управления для фазы А
3. Блок фазоимпульсного управления для фазы В
4. Блок фазоимпульсного управления для фазы С

Руководитель проекта

Петухов 14.06.24
(подпись, дата)

А.В. Петухов

Исполнители проекта

Зеленков 14.06.24
(подпись, дата)

И.В. Зеленков