



ООО  
Прикладная  
Электроника

## **РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**



**ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ  
ДЛЯ ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ  
APPEL-IS-3500**

**перед началом эксплуатации внимательно ознакомьтесь с настоящей инструкцией  
и сохраните ее на весь период пользования**



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. НАЗНАЧЕНИЕ .....	3
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	3
3. СОСТАВ ИСТОЧНИКА .....	3
4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ .....	4
5. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ .....	5
5.1. РАСПАКОВЫВАНИЕ И ПОВТОРНОЕ УПАКОВЫВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ .....	5
5.2. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ .....	5
5.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	5
6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....	5
7. ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	6
7.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ И ПОДКЛЮЧЕНИЯ.....	6
7.2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	8
8. КОНСТРУКЦИЯ .....	8
9. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ .....	8
9.1 Описание работы силовой схемы .....	8
9.2 Описание работы плат управления.....	9
9.3 Описание работы схемы контроллера .....	9
10. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	13
11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	14
12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ .....	14
13. ТРАСПОРТИРОВАНИЕ.....	15
15. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	15
16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Управление по интерфейсу RS485.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2. Схема драйвера инвертора.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3. Схема драйвера чоппера .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.4. Схема драйвера контакторов .....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Схема контроллера .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.1 Схема управления чоппером .....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2 Схема управления инвертором.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Выпрямитель.....	28



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО) предназначены для ознакомления с источником электропитания (в дальнейшем ИП) и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает его поддержание в постоянной готовности к действию.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Источник APeL-IS-3500 предназначен для электропитания регулируемым напряжением постоянного тока ионных источников мощностью до 2 кВт, используемых в процессах вакуумного нанесения тонкопленочных покрытий.

Условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 25 0С;

относительная влажность воздуха до 95 % при температуре плюс 25 0С.

ИП изготовлен в стандартном 19 дюймовом корпусе.

ИП может эксплуатироваться в составе вакуумных напылительных установок, а также в научных целях при исследовании вакуумных разрядов.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Таблица 1. Технические данные источника APeL-IS-3500

Параметр	Значение
Входное напряжение	3-х фазная сеть 380/220 В, 50 Гц
Максимальная выходная мощность	2 кВт
Тип выходного напряжения	Постоянное
Выходное напряжение (стабилизированное)	500 ÷ 3500 В
Шаг регулировки напряжения	50 В
Максимальный выходной ток	0,6 А
Режим стабилизации	напряжение
Точность стабилизации	5%
Время гашения дуги	Не более 2 мкс
Энерговклад в дуговой разряд	Не более 100 мДж
Индикация	ЖК дисплей
Охлаждение	Воздушное
Масса, кг	Не более 15 кг.
Размеры	19", 4U, высота 177 мм, глубина 450 мм, ширина 483 мм
Интерфейс	RS 485 стандартный протокол ModBus RTU

## 3. СОСТАВ ИСТОЧНИКА

В состав комплекта источника входит:

- источник питания APeL-IS-3500;
- кабель для подключения к трехфазной питающей сети (3 метра);
- кабель для подключения нагрузки (3 метра);
- техническое описание и инструкция по эксплуатации.



## 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Источник питания основан на чопперной схеме. Прибор работает в режиме стабилизации напряжения. Отличительной особенностью данного ИП является уменьшенное время срабатывания дугозащиты (не более 0,3 мкс).

На рис.1 приведена блок-схема источника питания ионных источников. Входная цепь коммутирует 3-х фазное напряжение на блок выпрямителя источника, подавая питание на блоки управления и систему охлаждения. Включение проходит в два этапа для плавной зарядки входной емкости чоппера через выпрямитель. Чоппер представляет собой транзисторный ключ, регулирующий передачу энергии в инвертор. Инвертор представляет собой транзисторный мост, преобразующий постоянное напряжение на входных емкостях в переменное синусоидальное. Это напряжение подается на повышающий трансформатор, который одновременно выполняет функцию гальванической развязки между входом и выходом источника. Повышенное синусоидальное напряжение подается на выходной мост и преобразуется в постоянное выпрямителем. Выходная цепь состоит из одного дросселя, который обеспечивает затягивание фронта выходного тока при дуге.

Работа всех блоков контролируется 3-мя платами управления, от которых подаются задающие импульсы на инвертор (с максимальной частотой) и чоппер (регулируется по средствам ООС). Кроме того, эта плата принимает и преобразует сигнал обратной связи для осуществления стабилизации по напряжению и сигналы защит с различных блоков источника для приостановки работы инвертора и последующим выведением на панель индикации через плату контроллера. Плата контроллера выдает сигналы для плат управления, обеспечивая интерактивное управление источником при помощи пульта и осуществляет индикацию.

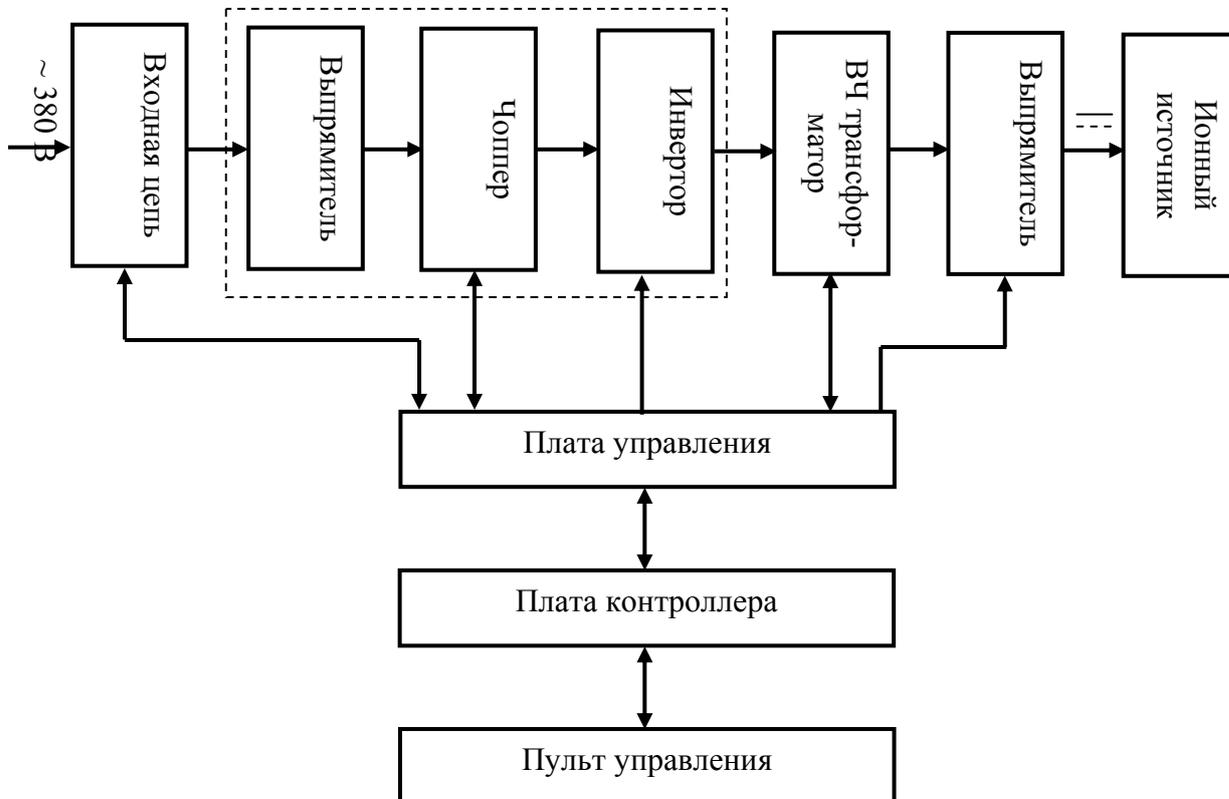


Рис. 1. Блок-схема источника питания APEL-IS-3500.



## **5. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

### **5.1. РАСПАКОВЫВАНИЕ И ПОВТОРНОЕ УПАКОВЫВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ**

Для распаковывания источника питания необходимо открыть верхнюю крышку транспортного ящика, предварительно сняв стальные ленты окантовывающие ящик и вынуть источник питания. Эксплуатационная документация и силовые кабели уложены внутри транспортного ящика. После распаковывания ИП проверить комплектность согласно разделу 3. Путем внешнего осмотра убедиться в отсутствии дефектов и поломок.

При повторной упаковке ИП вместе с силовыми кабелями и эксплуатационной документацией, упаковываются в полиэтиленовую пленку и помещаются в транспортный ящик. Амортизирующим материалом в транспортном ящике служат прокладки и вкладыши из гофрированного картона или пенопласта.

### **5.2. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ**

После хранения следует произвести внешний осмотр. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- комплектность согласно разделу 3;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления;
- чистоту гнезд, соединителей и клемм.

### **5.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ**

Перед началом работы необходимо внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля на передней и задней панелях прибора (п. 7.1).

Расположить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

Установить автомат “Сеть” на задней панели и тумблер на передней панели в нижнее положение.

Заземлить корпус прибора, а также подключить сетевой 3-х фазный и выходной кабели через клеммную колодку на задней панели прибора соблюдая полярность.

## **6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Перед включением в сеть необходимо заземлить корпус прибора через клемму колодки находящуюся на задней панели ИП, обозначенную знаком “ $\perp$ ”.

При обслуживании и ремонте прибора не допускается соприкосновение с токоведущими элементами, т.к. в ИП на клеммной колодке и контактах выключателя сети имеется переменное напряжение 380 В и выходное напряжение амплитудой до 3500 В.

Замена блоков, узлов должно производиться только при обесточенном ИП.



## 7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 7.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ И ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Органы управления, контроля, присоединительные разъемы и клеммы расположены на передней и задней панелях источника питания (рис. 2 - 4).

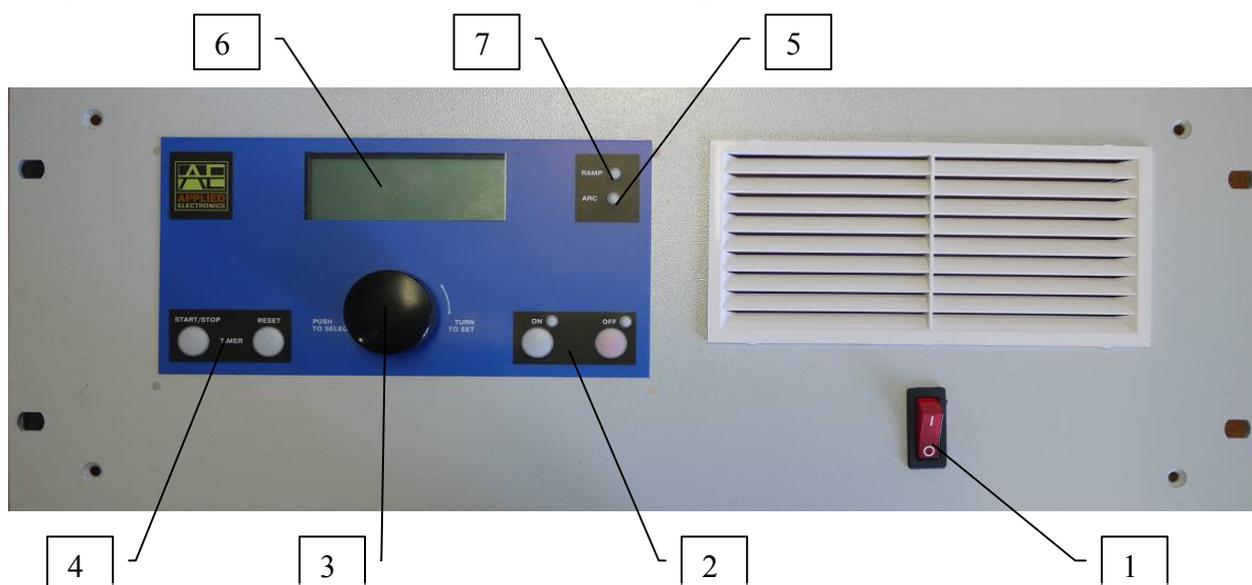


Рис. 2. Расположение органов управления на передней панели источника питания APEL-IS-3500

#### На передней панели (рис.2) расположены:

- 1 – Тумблер включения сети. При его включении происходит инициирование источника, но напряжение на выходе не появляется.
- 2 – ON, OFF – кнопки включения и выключения выходного напряжения. При нажатии кнопки ON на выход источника подается напряжение, при нажатии кнопки OFF происходит снятие выходного напряжения.
- 3 – Ручка управления (энкодер) для изменения выходных параметров источника питания (уставок). Изменение параметров осуществляется вращением энкодера, переход между изменяемыми параметрами осуществляется нажатием на энкодер.
- 4 – Кнопки управления встроенным таймером. TIMER START/STOP – кнопка запуска и остановки таймера. TIMER RESET – кнопка сброса показаний таймера.
- 5 – ARC – светодиод срабатывания дугозащиты. Загорается на 0,1 с, если магнетронный разряд переходит в дуговую форму, или ток магнетрона превышает максимальное значение.
- 6 – Жидкокристаллический информационный дисплей (подробнее на рис.4.).
- 7 – RAMP – индикатор соответствия текущего значения напряжения, тока, напряжения, или мощности заданному значению. Если индикатор мигает, то несоответствие превышает 10%, что свидетельствует о неудачном режиме работы магнетрона. Например, Вы установили в режиме стабилизации тока значение 6А, но этот ток не достигается при максимальном выходном напряжении (650В).



**Примечания:** Срабатывание кнопки происходит при ее **ОТПУСКании** (нажатие сопровождается светодиодной индикацией и однократным звуковым сигналом).

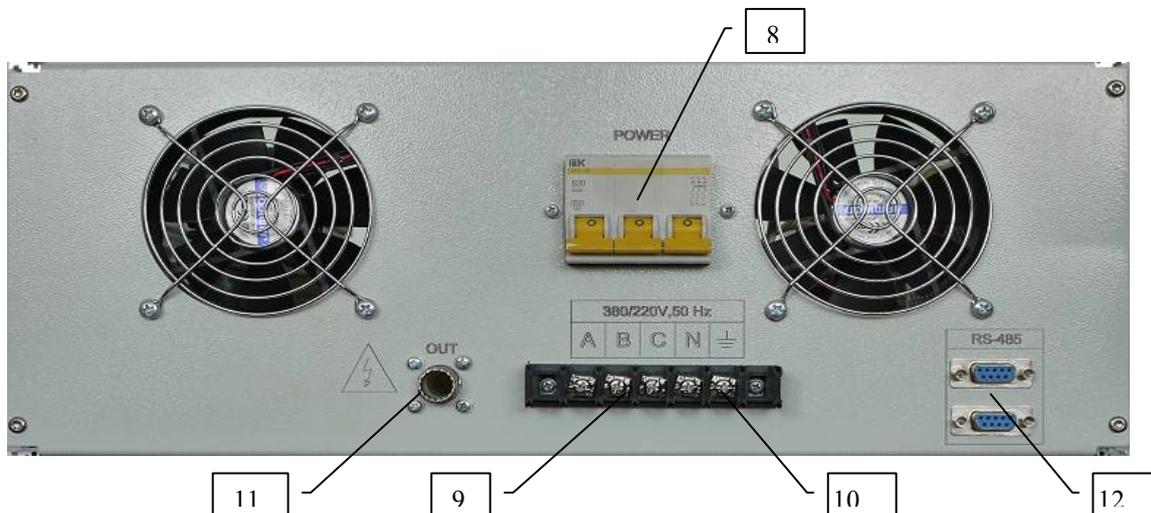


Рис. 3. Расположение органов управления на задней панели источника питания APEL-IS-3500

На задней панели расположены:

- 8 – СЕТЬ – автоматический сетевой выключатель.
- 9 – А В С N – клеммы подключения сетевого питания ИП (3фазы, 50Гц, 380 В).
- 10 –  $\perp$  клемма заземления корпуса ИП
- 11 – “OUT” – высоковольтный выход
- 12 – RS-485 – разъемы дистанционного управления (включены параллельно)

Текущая информация о состоянии источника питания отражается на **жидкокристаллическом информационном дисплее** в двух столбцах по 4 строки (рис.4.). В левом столбце расположена информация об установленных значениях параметров источника питания, в правом столбце – информация о текущих значениях параметров. Пояснения показаний, отображаемых к каждой ячейке на дисплее, приведены на рис.5.

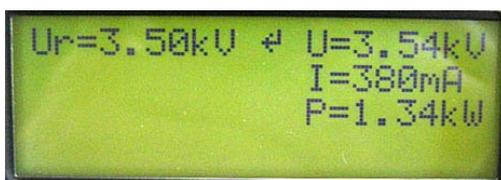


Рис.4. Жидкокристаллический информационный дисплей при работе ИП

Ur Установленное значение (уставка) стабилизируемого параметра. Изменяется при вращении энкодера.	 Курсор. Указывает на параметр, который будет изменяться при вращении энкодера.	U= - текущее значение напряжения на выходе источника питания
		I = - текущее значение тока источника питания.
		P= - текущее значение мощности, потребляемой нагрузкой
		00:00 (мин:сек) – таймер. Отображает время с момента нажатия кнопки TIMER



## 7.2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Автоматический сетевой выключатель и сетевой тумблер последовательно установить в верхнее положение. При этом должны загореться ЖК-дисплей и индикаторы на передней панели ИП.

Задать с помощью энкодера нужные параметры и режимы.

## 8. КОНСТРУКЦИЯ

Источник питания APEL-IS-3500 выполнен в виде отдельного переносного блока. Элементы корпуса прибора скрепляются с помощью винтов. В случае необходимости вскрытие прибора производится в следующем порядке:

- Открутить 4 винта на верхней крышке блока отверткой с битой T8.
- Переместить верхнюю крышку по направляющим в заднюю часть блока до ее полного выхода из блока.
- При необходимости демонтажа функциональных узлов выполнить те же действия с нижней крышкой блока.

Сборка производится в обратном порядке.

## 9. ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ

### 9.1 Описание работы силовой схемы

В приложении 2 приведена силовая схема источника питания.

Источник подключен к 3-х фазной сети через автоматический выключатель QF1. При коммутации кнопки SB1 включается блок питания электроники A7 и A8, который питает вентиляторы, платы управления и контроллера.

При нажатии кнопки "ON" на передней панели источника, с платы управления чоппером A15 приходит импульс на драйвер контакторов A14 и замыкается контактор K1. Через резисторы R2 и R3 начинает заряжаться входная емкость чоппер-инвертора A1. Через ~1с с платы управления приходит импульс включения драйвера контактора A13, который включает контактор K2. Резисторы замыкаются, и на чоппер-инвертор подается полное напряжение, через выпрямитель. Резистор R1 подключен через контактор K1 на нормально замкнутом контакте. Резистор R1 является разрядным для емкости инвертора.

Индуктивность L1 и входная емкость инвертора представляют собой входной сетевой фильтр для исключения бросков напряжения.

Чоппер представляет собой управляемый генератор, который обеспечивает "дозированную" зарядку емкости у себя на выходе через дроссель L2 (схема чоппера приведена в приложении 2.1). Транзистор чоппера управляется драйвером A10 (приложение 2.3). Работа чоппера контролируется платой управления чоппера A15 (приложение 4.1), которая обеспечивает управление раскрытием чопперного ключа в зависимости от сигнала ОС, выключением при срабатывании защит, а также зарядной цепью при включении источника.

Инвертор представляет собой транзисторный мост, преобразующий постоянное напряжение на входных емкостях в переменное. Каждое плечо инвертора управляется 2-х канальным драйвером A11 и A12 (приложение 2.2). Работу инвертора задает плата управления инвертором A17 (приложение 4.2), которая генерирует импульсы управления ключами инвертора, а так же обеспечивает выключение при срабатывании защит.

Трансформатор TR1 выполняет функцию гальванической развязки источника, а также повышает входное напряжение до требуемого.

Переменное повышенное напряжение трансформатора передается на выпрямитель A4 (приложение 5), где преобразуется в постоянное.



Выходная цепь состоит дросселя L3, который служит для затягивания фронта тока при возникновении КЗ на выходе ИП.

Плата контроллера А16 выдает сигналы для плат управления, обеспечивая интерактивное управление источником при помощи пульта (регулировку выходных параметров) и осуществляет индикацию.

## 9.2 Описание работы плат управления

### Плата управления чоппером:

В приложении 3 - Схема электрическая принципиальная.

На разъем X1 приводится сигнал ОС с выходных емкостей чоппера, который снимается с делителя 12к – 660к. Резистор R33 служит для точной подстройки сигнала ОС.

Далее через опторазвязку (DA7 – O2 – DA10, где O2 линейный оптрон), сигнал идет на плату контроллера через повторитель DA9 для индикации текущего значения напряжения и на вход ШИМ-контроллера.

На разъем X2 приходит сигнал с датчика тока. Резистор R42 служит для точной подстройки. Это напряжение подается через повторитель DA5 на плату контроллера для индикации текущего значения тока, а также через резистор R46 на вход ШИМ-контроллера "Ilim", резистором R46 можно подстраивать максимальное допустимое значение напряжения на выходе источника.

На вход «2» ШИМ подается сигнал опоры с контроллера. Цепью R8-C10 устанавливается частота работы ШИМ (~50кГц).

Сравнивая сигнал опоры с сигналом ОС, ШИМ генерирует импульсы управления ключом чоппера, которые подаются с выхода «14» через опторазвязку O3 на драйвер чоппера.

Цепь DD2 – VT1 осуществляет разрешение на включение ШИМа (SSt – «Soft Start»), при срабатывании защиты работа запрещается.

Цепи DD8.2 – VT2 и DD9.2 – VT3 по сигналам с контроллера включают 2 драйвера контакторов с задержкой 1с друг от друга по нажатию кнопки «ON»

### Плата управления инвертором:

Плата включается с задержкой от включения платы чоппера ~1с, посредством сигнала разрешения с платы контроллера через разъем X4 на вход ШИМ «8» (SSt, soft start).

Резистором R7 выставляется раскрытие ШИМ. Цепью R8-C10 устанавливается частота работы ШИМа.

С выходов ШИМа «11» и «14» выдаются сигналы управления инвертором, которые через опторазвязки O3-O6 идут на драйверы ивертора.

На разъем X9 приходит сигнал с датчика тока (пояс), который выпрямляется и подается на вход «9» Ilim, при достижении определенного уровня тока, которое выставляется резистором R28, ШИМ прекращает работу.

На разъем X1 приходит сигнал с датчика дуги, который подается на компаратор DA1. Резистором R1 выставляется опора для компаратора. При совпадении значений с датчика дуги и опоры на выходе компаратора появляется сигнал «0», который идет на вход одновибратора. Одновибратор выдает импульс остановки ШИМа инвертора и через разъем X3 останавливает ШИМ чоппера, также этот сигнал идет на плату контроллера, для индикации срабатывания защиты.

## 9.3 Описание работы схемы контроллера

Схема контроллера приведена в приложении 4.

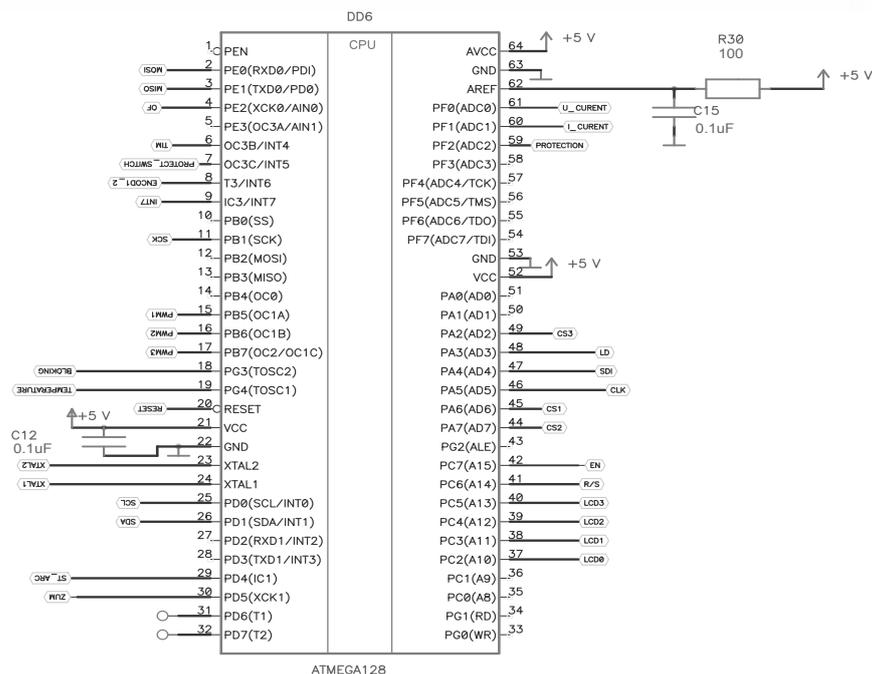


Рис. 5 Микроконтроллер АТмега128

Выходы цифрового разъема:

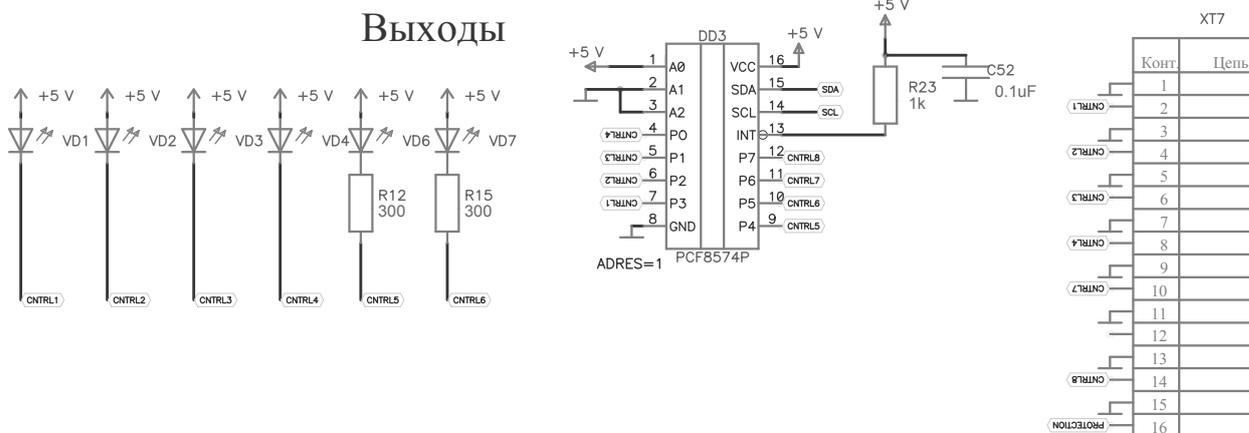


Рис. 6 Цепь формирования опорных напряжений и передача на плату управления

Формирование опорных напряжений:

Опорные напряжения передаются с микроконтроллера на ЦАП. Затем напряжения усиливаются с помощью ОУ и поступают на вход платы управления чоппера (Uref).

Вывод текущих показаний тока и напряжения:

С платы управления поступают 2 сигнала с датчиков тока и напряжения (Ucur, Icur). Которые через делители подаются на контроллер и в дальнейшем индицируются на ЖК дисплее.

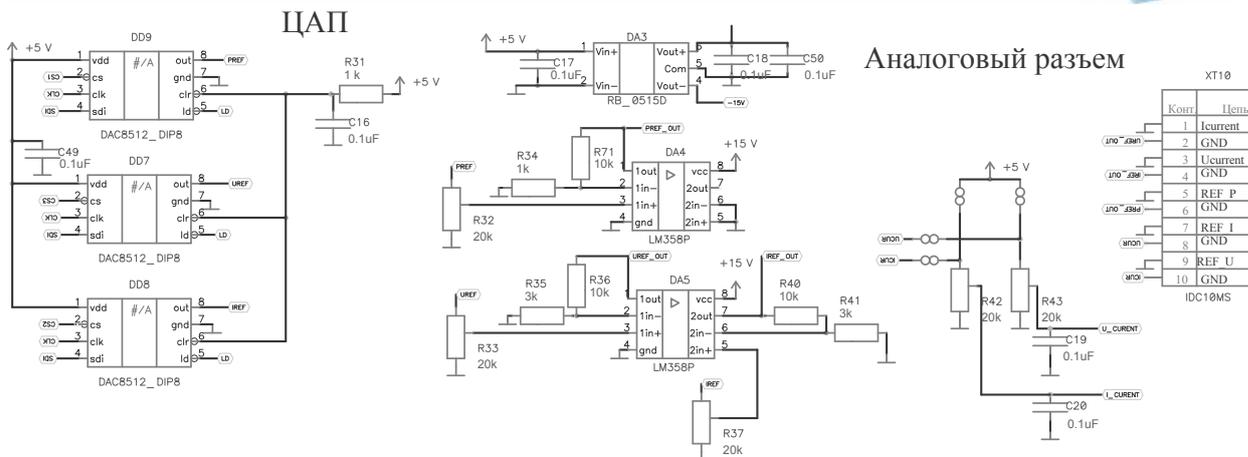


Рис. 7 Схема формирования опорных напряжений и приема данных текущих значений напряжения и тока

### Управление источником:

Управление источником и передача текущих данных на компьютер по интерфейсу RS-485 осуществляется с помощью микросхемы MAX1480.

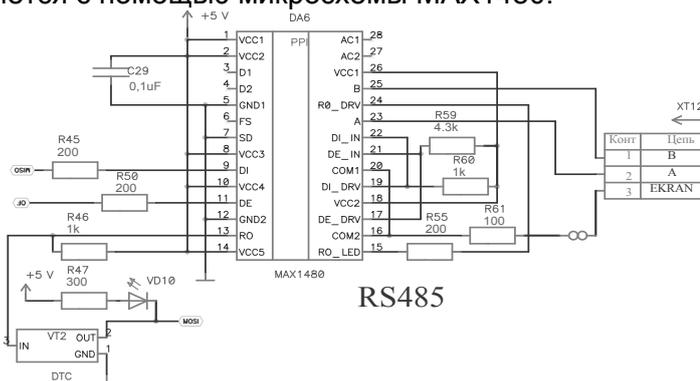
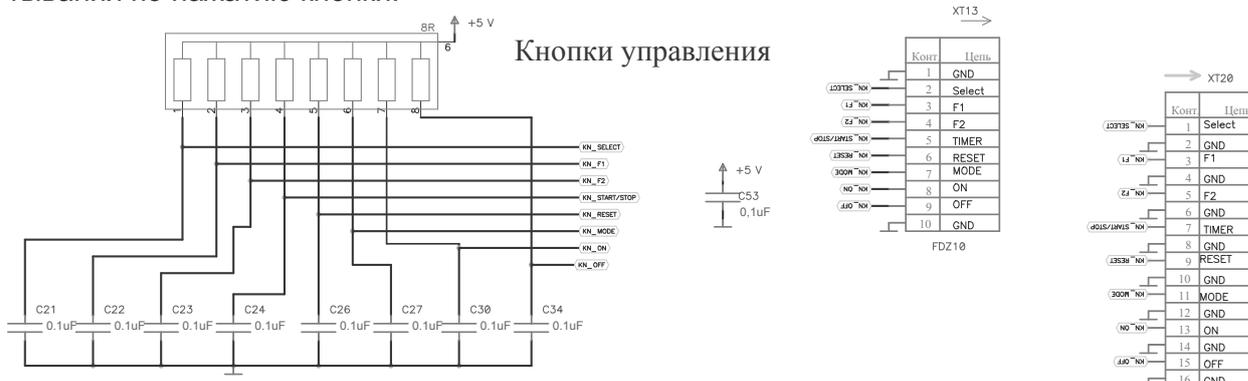
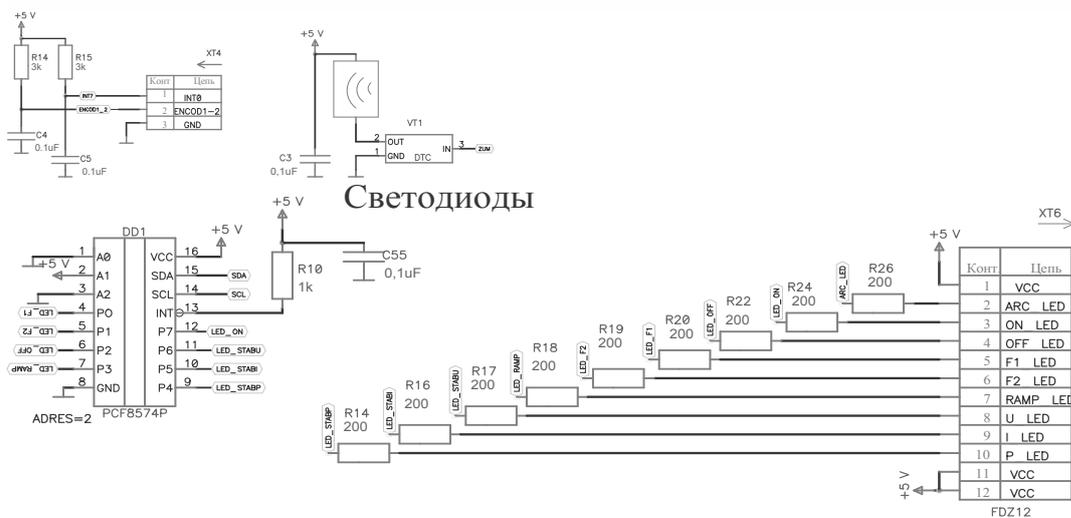


Рис. 8 Схема организации управления через интерфейс RS485

Режим работы микросхемы определяется состоянием входа DE и управляются сигналом OF. Выходы A и B микросхемы включаются установкой 1 на DE. Если выходы включены, то устройство работает как передатчик. Если наоборот, то как приемник. Передаваемый сигнал(MISO) поступает на вход DI.

Опрос кнопок на лицевой панели осуществляется контроллером через экспандер. Нажатие каждой кнопки сопровождается звуковыми сигналами для подтверждения срабатывания по нажатию кнопки.





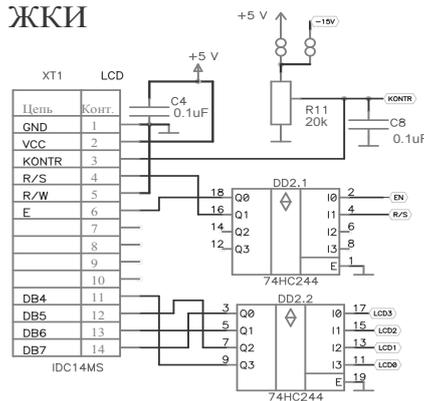
**Рис. 9** Схема кнопок подключения панели управления, энкодера и зумера

Также для управления источником используется энкодер, который изменяет своим вращением значения опор тока, напряжения или мощности, и переключает режимы работы источника (импульсный и DC).

Вывод текущих данных на LCD.

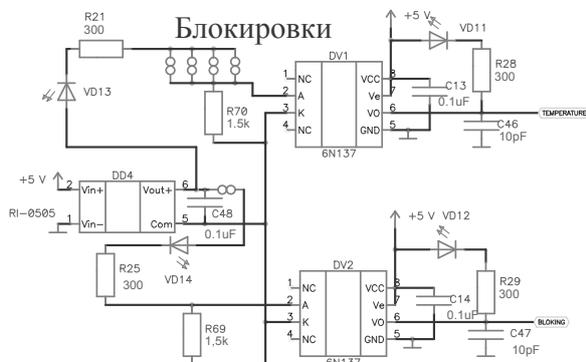
Передача данных в LCD осуществляется через микросхему 74HC244.

### ЖКИ



**Рис. 10** Схема подключения ЖК-дисплея

Блокировка:



**Рис. 11** Схема организации блокировок источника

Блокировка необходима для прерывания работы источника при возникновении аварийных ситуаций связанных с прекращением подачи воды на магнетрон, перегрев эле-



ментов и т.д. Это определяется с помощью внутренних или внешних дополнительных датчиков.

Датчики работают в ключевом режиме, и при их срабатывании разрыв закорачивается и возникает сигнал, который поступает на вход оптопары и передается на микроконтроллер, который выключает источник.

Срабатывание защиты:

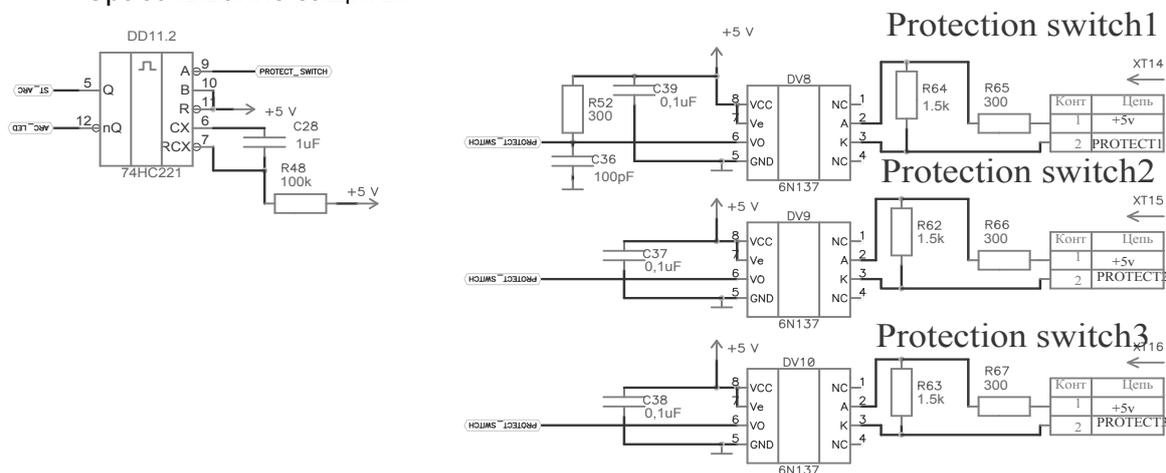


Рис. 12 Срабатывание защиты

При срабатывании защиты по дуге с платы управления приходит сигнал остановки вых. ключа. На выходе VO оптопары DV5 формируется сигнал «0» в результате чего срабатывает одновибратор DD9:2. Который формирует 2 сигнала: один поступает на панель индикации (зажигается светодиод «арс», оповещая о срабатывании защиты), другой на микроконтроллер (останавливает работу вых. ключа на время определяемое одновибратором DD9:1)

Формирование сигнала SST (SoftStart)

## 10. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Ремонт прибора должен производиться квалифицированным персоналом. Для доступа к узлам ИП при ремонте необходимо отключить прибор от сети и вскрыть его в соответствии с указаниями, приведенными в п. 8. Перечень наиболее возможных неисправностей и указания по их устранению приведены в табл. 2.

Таблица 2. Перечень возможных неисправностей

Неисправность	Возможная причина	Действия	Примечания
Прибор не включается	Отсутствует сетевое напряжение Обрыв сетевого кабеля	Проверьте сеть Проверьте сетевой кабель	
Частое дугообразование	Установлен слишком большой расход газа	Снизьте расход газа	
Светодиод «ДУГА» горит постоянно, выходной ток отсутствует	Замыкание разрядного промежутка ионного источника	Чистка ионного источника	См. П.5 «Реакция ИП на глухое КЗ»



Неисправность	Возможная причина	Действия	Примечания
Автоматический выключатель срабатывает после пуска ИП, подключенного к ионному источнику	Замыкание разрядного промежутка ионного источника	Чистка ионного источника	См. П.5 «Реакция ИП на глухое КЗ»
Автоматический выключатель срабатывает после пуска ИП, отключенного от нагрузки	Неисправность прибора		
Выходное напряжение отключается автоматически	Срабатывание встроенной защиты от перегрузки	Выключите и включите тумблер «ВКЛ/ВЫКЛ»	Сообщение “Protection!” отображается на дисплее
На выходе источника максимальное напряжение и нет возможности его регулировать	Неисправность ключа чоппера Вышел из строя ЦАП DD9	Заменить неисправный элемент	DD9 см. рис.7

## 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы проводятся не реже 1 раза в год с целью обеспечения работоспособности прибора в течение срока его эксплуатации и включают в себя следующие работы:

а) внешний осмотр состояния прибора;

- проверка крепления органов управления и регулировки, плавности их действия и четкости фиксации;
- проверка комплектности прибора;
- проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий;

б) осмотр внутреннего состояния монтажа и узлов проводится после истечения гарантийного срока. Проверяется крепление узлов, состояние паяк, удаляется грязь и коррозия.

*Примечание: пыль из ИП рекомендуется удалять с помощью бытового пылесоса.*

## 12. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

ИП, прибывшие заказчику для длительного хранения, содержатся в транспортировочном ящике в капитальных отапливаемых помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 30<sup>0</sup>С при относительной влажности до 85 %.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

При вводе в эксплуатацию необходимо прибор освободить от упаковки и выдержать в нормальных условиях в течение не менее одного часа.



### **13. ТРАСПОРТИРОВАНИЕ**

Транспортирование ИП потребителю в транспортной таре может осуществляться всеми видами транспорта без принятия дополнительных мер при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50<sup>0</sup>С.

В процессе транспортирования должна быть предусмотрена защита прибора от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.

### **15. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Изготовитель гарантирует соответствие изделия «ИП АРЕL-IS-3500» требованиям технической документации при соблюдении Потребителем условий и правил эксплуатации, приведенных в настоящем руководстве пользователя.

Установленный срок гарантии на изделие – 2 года. Начало гарантийного срока исчисляется с момента пуска ИП в эксплуатацию у потребителя, но не позднее 18 месяцев с момента отгрузки.

Изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно устранять неисправности, возникшие по вине Изготовителя. Гарантийные обязательства не распространяются на неисправности, возникшие не по вине Изготовителя, а вследствие неверного транспортирования, хранения, нарушения условий эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве пользователя.

### **16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

ИП АРЕL-IS-3500, заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует комплекту конструкторской документации ТУ 3416-001-71735573-2011 ИП АРЕL-IS-3500 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Подпись \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Управление по интерфейсу RS485

### Управление по интерфейсу RS485

С помощью функции интерфейса RS485 возможна организация связи и управления источником питания от персонального компьютера.

Назначение выводов разъема удаленного управления:

5 4 3 2 1	Контакт	Обозначение	Функция
	1	Rx	Прием
	2	Tx	передача
	3	Shutter	экран
	4	Block	блокировка
	5	Block	блокировка
	6 – 9	NC	Не используется

**Таблица 1. Спецификация параметров связи**

Элемент	Управляющий объект	
Стандарт связи	RS-485	
Скорость обмена	19200 бит/сек	
Протокол	Модифицированный ModBus RTU	
Система кадрирования	8-битовая двоичная система	
Метод взаимодействия	Полудуплекс	
Параметры связи	Кодировка символов	нет
	Количество стоповых бит	2
	Конечных символов	нет
	Формат данных	8
	Вид контроля	Контроль четности отсутствует
	Контроль формата	отсутствует
Контрольная сумма	Присутствует всегда- CRC	

Адрес источника питания можно проверить удержанием кнопки OFF и одновременным включением тумблера питания.

При отпускании кнопки OFF, на экране появится текущий адрес устройства. При необходимости его можно изменить вращением энкодера.

Для запоминания в энергонезависимую память необходимо однократно нажать кнопку OFF.

Для управления ИП с удаленного места (компьютер, ПУ) используется модифицированный протокол обмена Modbus RTU. В протоколе используется две функции F3 и F6.

Адрес источника питания по умолчанию равен 1.

Ниже приведено описание функции F3 и формат данных.

**Таблица 2. Описание функции F3**

Данные	Адрес Slave(1)	Функция(3)	Кол-во регистров	Старший байт CRC	Младший байт CRC
Номер байта	1	2	3	4	5



При выдаче функции F3 master устройство запрашивает от slave устройства три двух-байтных регистра данных и один одно байтный регистр: текущее напряжение, текущий ток, величину количества дуг, регистр состояния аварийных статусов соответственно. Ответ на запрос функции F3 осуществляется в следующем формате (11 байт)

**Таблица 3. Ответ на запрос функции F3**

Данные	Адрес мастера	Функция (3)	Кол-во регистров	Старший байт Ucur	Младший байт Ucur
байт	1	2	3	4	5

Старший байт Icur	Младший байт Icur	Регистр LED	Регистр STATUS	Старший байт CRC	Младший байт CRC
6	7	8 (табл. 4)	9(табл. 5)	10	11

*Примечание: Запрос функции F3 осуществлять не раньше чем через 15 ms после предыдущего пакета данных.*

**Таблица 4. Регистр LED**

Номер бита	Значение (Регистр LED)
0	Не используется
1	Не используется
2	Светодиод выхода на режим (Ramp)
3	Не используется
4	Светодиод включенного источника
5	Светодиод выключенного источника
6	Не используется
7	Не используется

*Примечание: Значение бита равное 0 означает, что светодиод на панели ИП горит, соответственно лог 1 означает выключенный светодиод.*

**Таблица 5. Регистр STATUS**

Номер бита	Значение (Регистр STATUS)
0	Не используется
1	Не используется
2	Блокировка 0- не сработала защита 1- сработала защита
3	Блокировка 0-ок 1- сработала блокировка
4	Не используется
5	Не используется
6	Не используется
7	Не используется



Контроллер ИП выдает ответные посылки при условии  
1 Совпадения адреса  
2 Совпадения контрольной суммы  
3 Обращению по адресу 255.

Управление параметрами ИП реализуется функцией F6 (9 байт).  
Формат данных приведен ниже.

**Таблица 6. Описание функции F6**

Данные	Адрес мастера	Функция (6)	Адрес регистра (старший байт)	Адрес регистра (младший байт)
байт	1	2	3	4 (табл. 7)
<b>Данные</b>	<b>Старший регистр параметра</b>	<b>Младший регистр параметра</b>	<b>Регистр (всегда ноль)</b>	<b>старший байт CRC</b>
байт	5	6	7	8
				<b>младший байт CRC</b>
				9

В следующей таблице приведено соответствие адреса регистра (младший байт) значению регистра

**Таблица 7. Соответствие адреса регистра (младший байт) значению регистра**

Номер параметра	Название
0	не используется
1	Регистр состояния дискретного выхода 1. включить ИП 2. выключить ИП
2	не используется
3	Напряжение уставки 50 ..350 (500-3500 В)
4	не используется
5	не используется
6	не используется
7	не используется

При удачном исполнении функции F6, slave – устройство возвращает master устройств тот же пакет данных (в качестве адреса указывается адрес источника питания, который выдает ответное сообщение).

Функция расчета контрольной суммы соответствует стандарту ModBus RTU.

Пример расчета на языке приведен ниже:

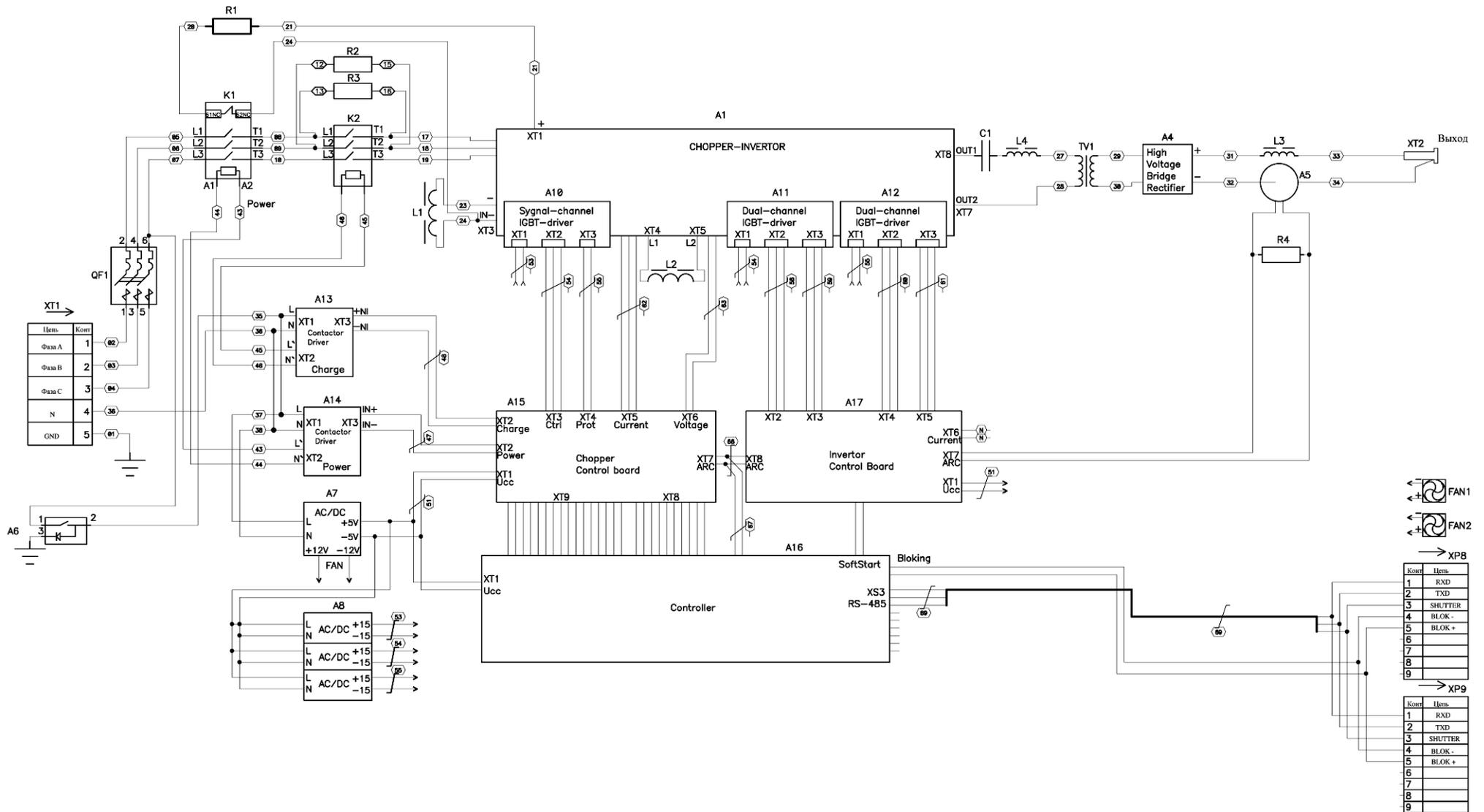
```
// CRC - cyclic redundance check - только в RTU режиме
unsigned int mbfCRC(int cnt,unsigned char volatile * buf)
{
    int i,j;
    unsigned f;
    mbCRC = 0xFFFF;
    for (i = 0; i<cnt; i++)
    {
        mbCRC = mbCRC ^ buf[i];
        for (j = 1; j <= 8; j++)
```



```
        {
            f = mbCRC & 0x0001;
            mbCRC = mbCRC >> 1;
            if (f) mbCRC = mbCRC ^ 0xA001;
        }
    }
f = mbCRC >> 8;
mbCRC = (mbCRC << 8) | f;
return(mbCRC);
```

/\*\* Reverse byte order.

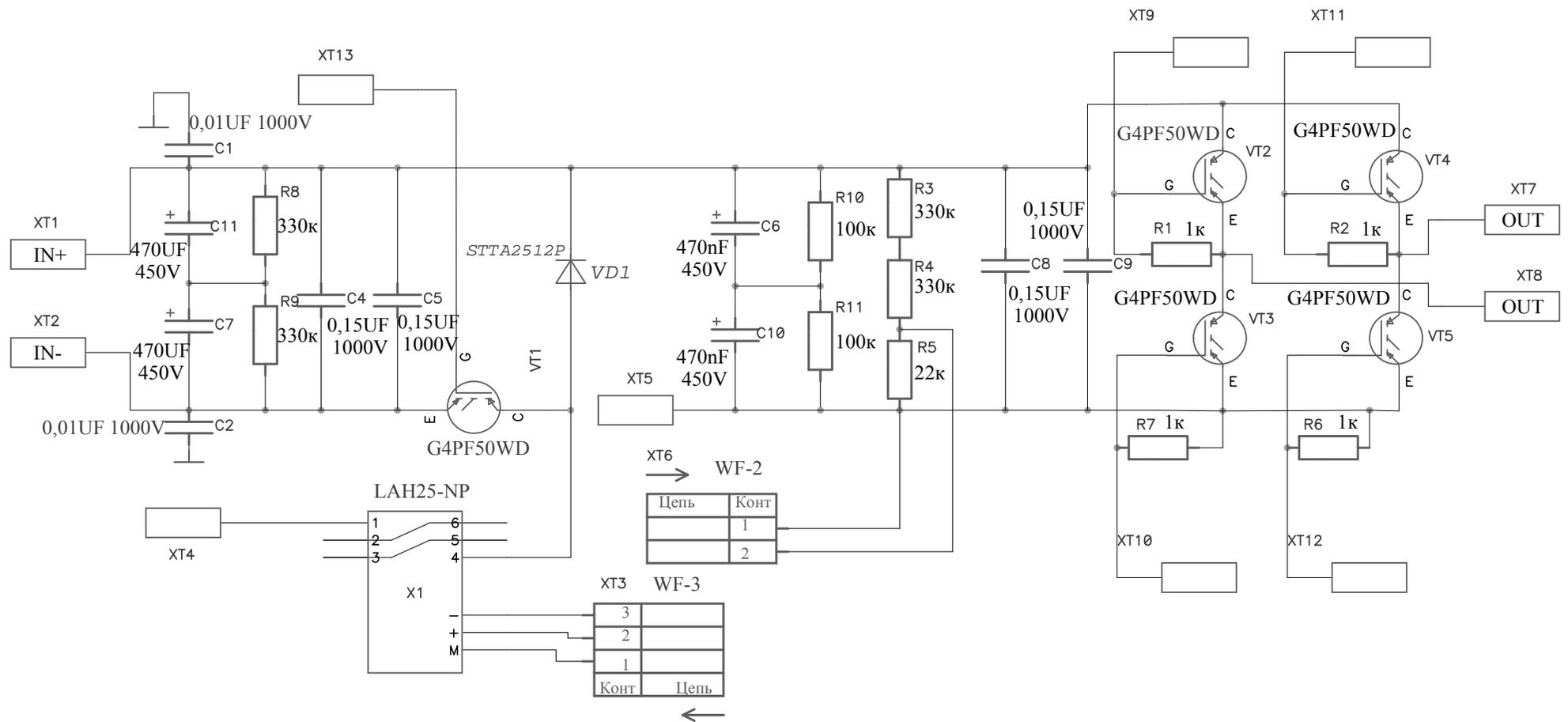
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Общая силовая схема



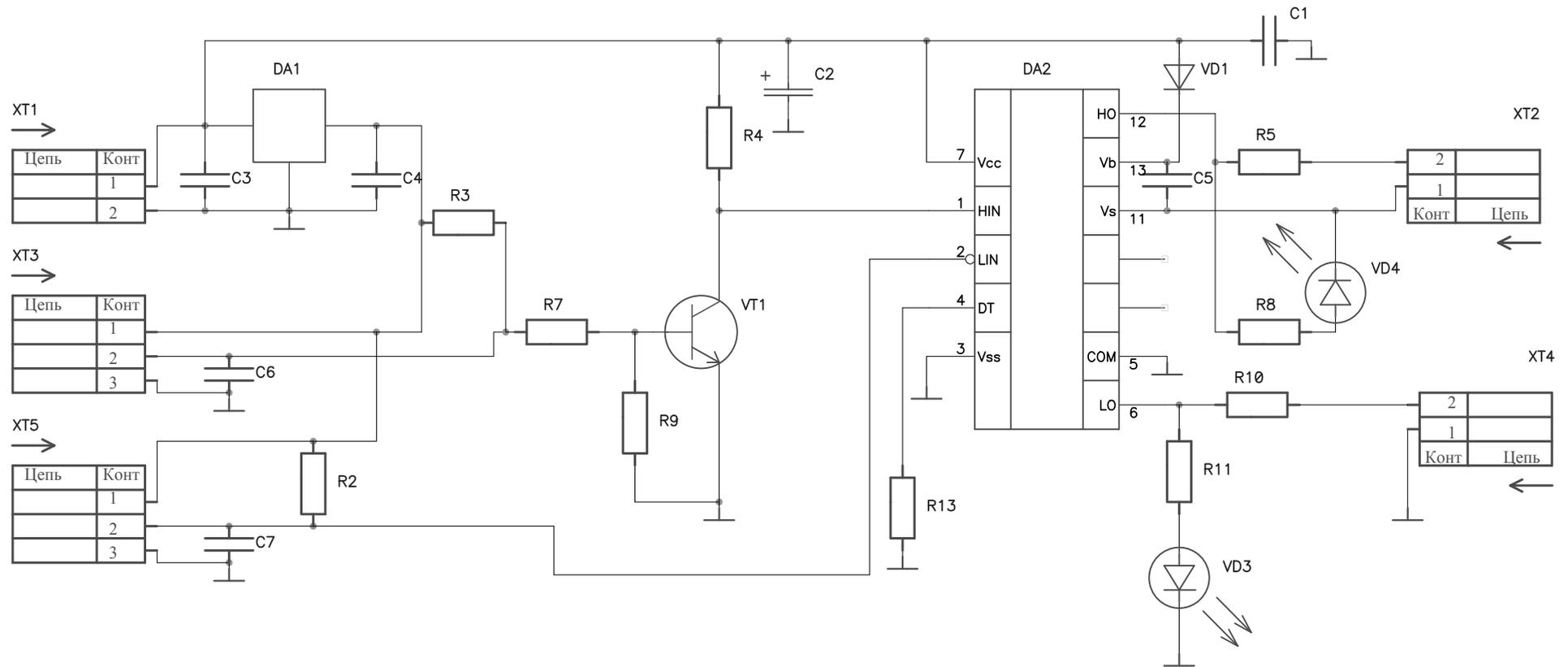
Конт.	Ием.
1	RXD
2	TXD
3	SHUTTER
4	BLOK -
5	BLOK +
6	
7	
8	
9	

Конт.	Ием.
1	RXD
2	TXD
3	SHUTTER
4	BLOK -
5	BLOK +
6	
7	
8	
9	

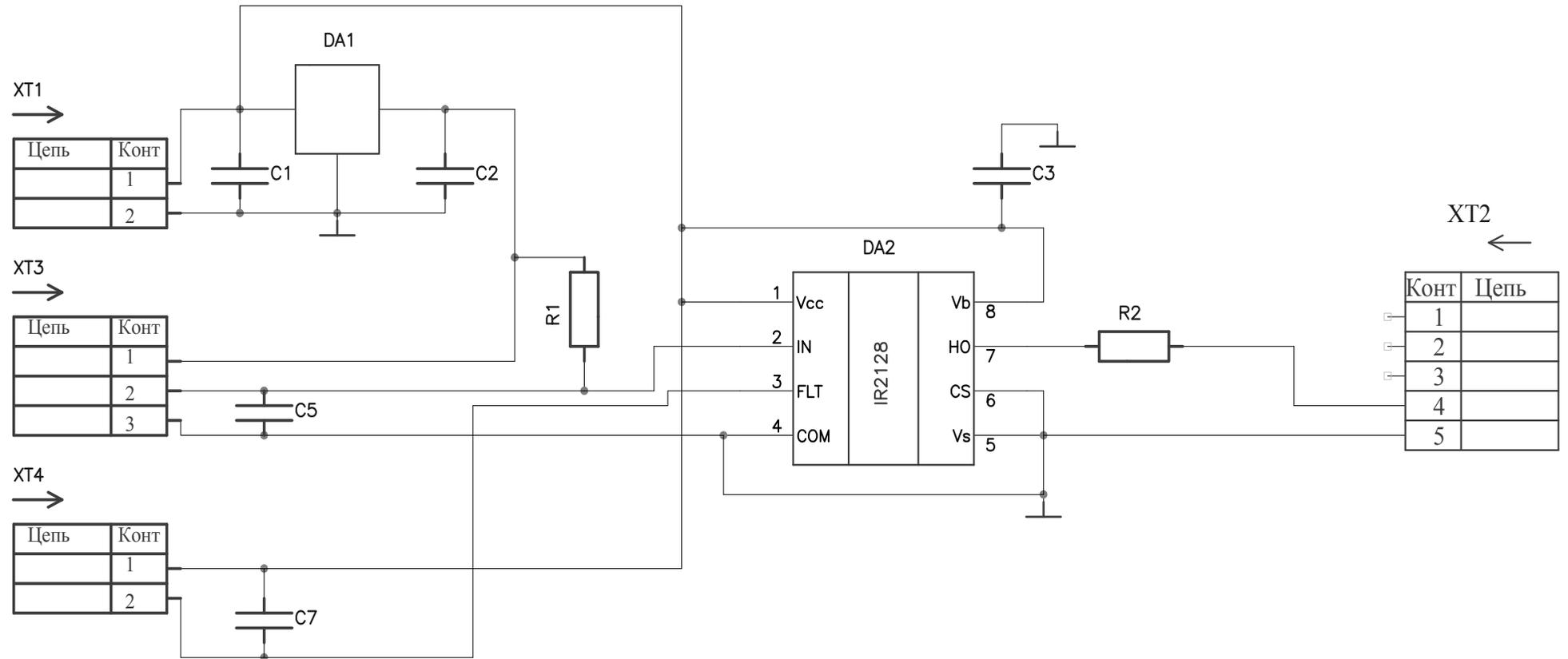
# ПРИЛОЖЕНИЕ 2.1 Схема чоппер-инвертора



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2. Схема драйвера инвертора



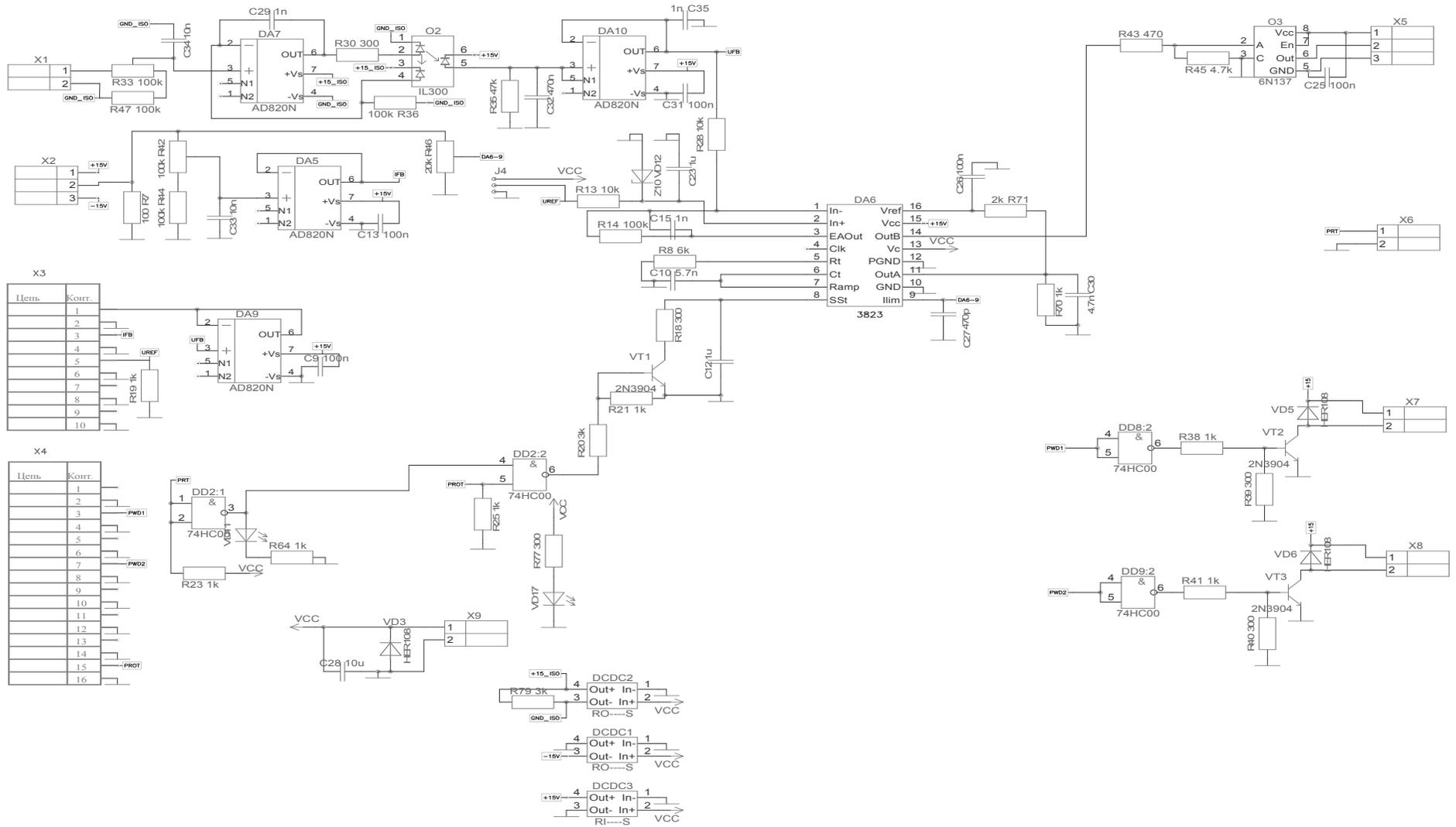
### ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3. Схема драйвера чоппера



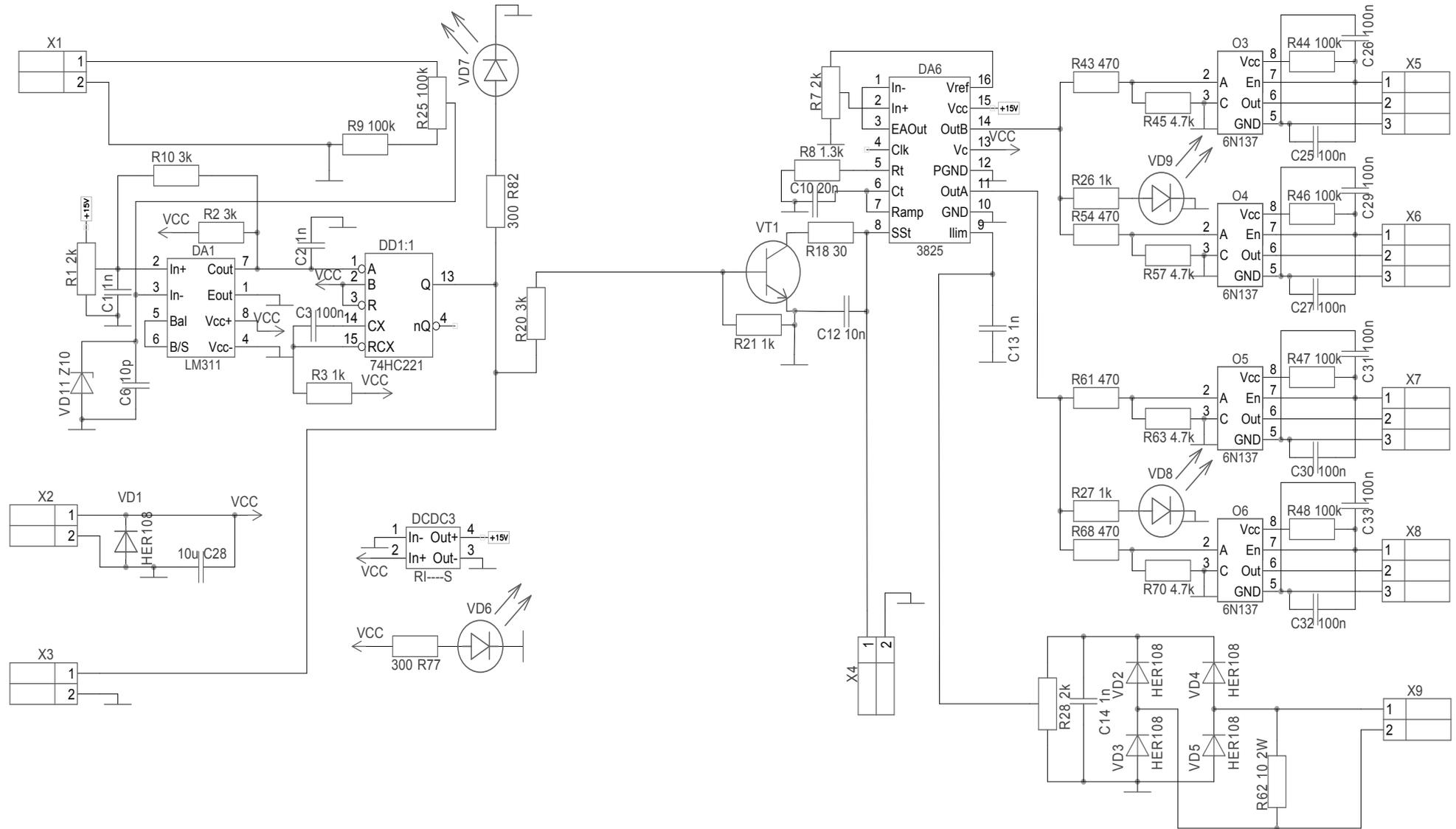




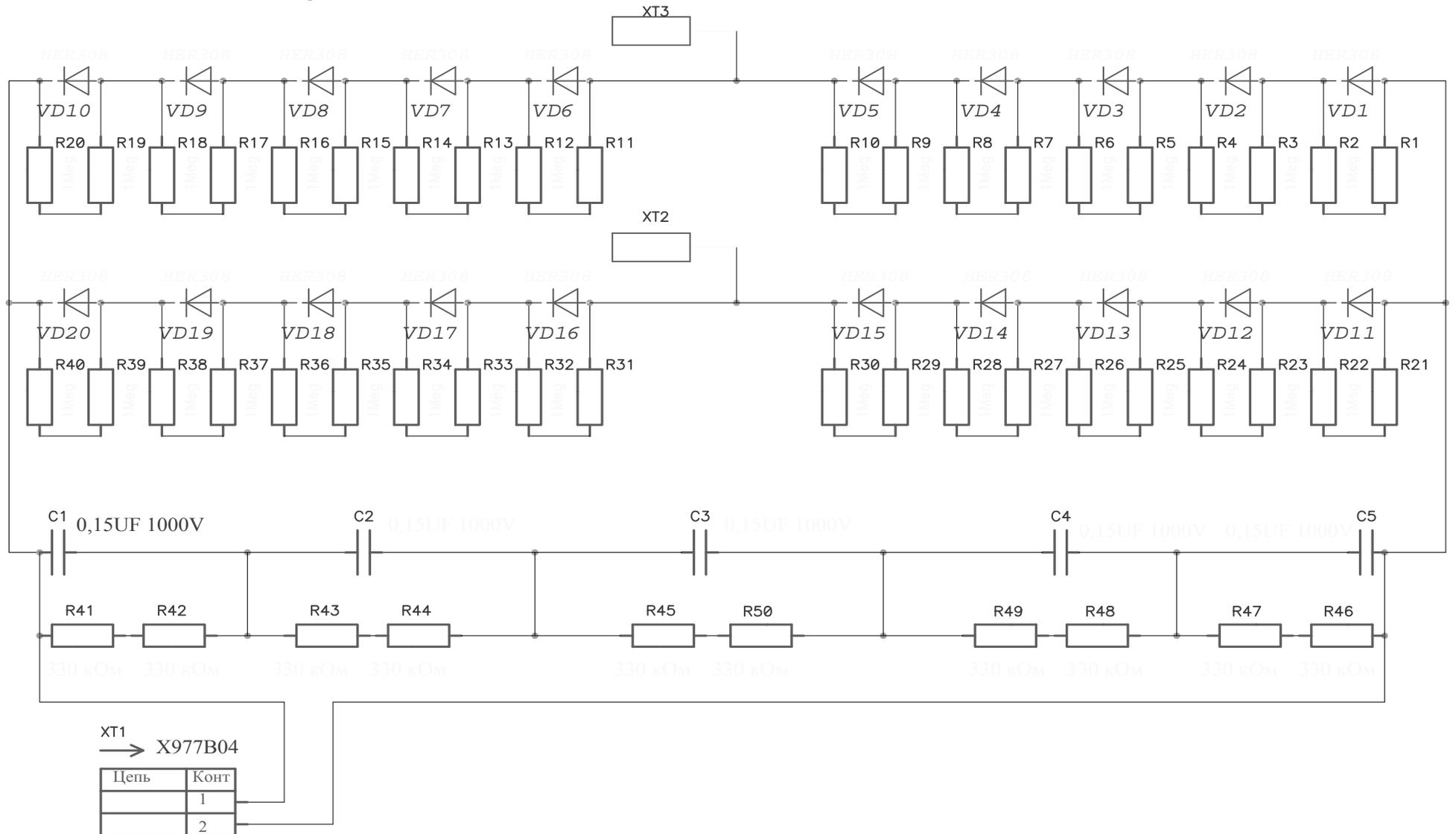
# ПРИЛОЖЕНИЕ 4.1 Схема управления чоппером



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2 Схема управления инвертором



## ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Выпрямитель





**Наши координаты:**  
ООО «Прикладная электроника». Адрес: 634055, г. Томск, пр. Академический 15, оф.80,  
офис 20, Тел. (3822) 597-451, тел.(факс) 491-651,  
e-mail: [nss4@yandex.ru](mailto:nss4@yandex.ru), [www.apelvac.com](http://www.apelvac.com)