ЭЛЕКТРУМ АВ

Паспорт

Драйверы тиристорных преобразователей

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-**03-58**
Казань (843)206-**01-48**
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

www.electrum.nt-rt.ru || emt@nt-rt.ru

ДРМ ОС

(Драйвер регулятора мощности с обратной связью)

ДРМ ОС предназначен для работы в составе регулятора мощности активной и активно-индуктивной нагрузки в цепях переменного тока 220 В и 380 В частотой 50 Гц. В зависимости от исполнения, драйвер позволяет осуществлять стабилизацию по обратной связи следующих параметров:

V – напряжения на нагрузке;

V^2 – квадрата напряжения на нагрузке;

I – тока нагрузки;

I^2 – квадрата тока нагрузки;

V × I – мощности нагрузки.

В драйвере применен вертикально-импульсный метод регулирования мощности в нагрузке, при котором изменение мощности в нагрузке производится изменением длительности открытого состояния пары внешних тиристоров, включенных встречно-параллельно, в течение соответствующего полупериода сетевого напряжения.

Структурная схема драйвера представлена на рисунке 1.

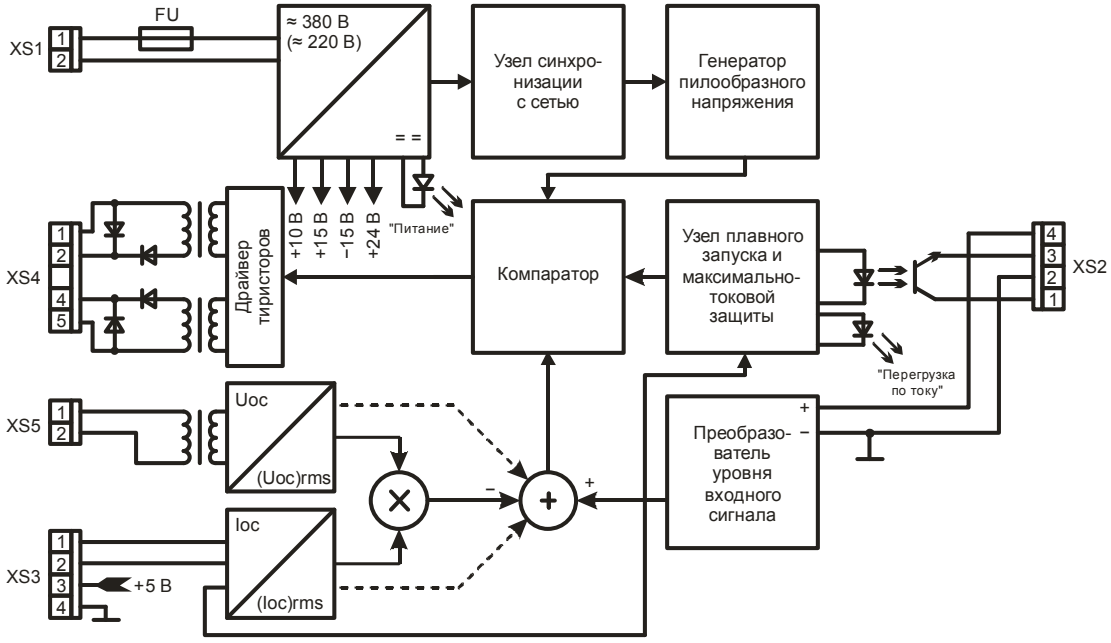


Рисунок 1 – Структурная схема драйвера

Узел синхронизации с сетью формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения. Схема преобразователя уровня входного сигнала служит для согласования рабочего сигнала схемы со стандартными аналоговыми сигналами управления (0…5 В, 0…10 В, 4…20 мА, 0…5 мА, 0…20 мА). Узел обратной связи формирует сигнал рассогласования. В компараторе сравнивается напряжение генератора пилообразного напряжения и сигнала рассогласования. При компарировании пилообразного напряжения и сигнала рассогласования, в драйвере управления тиристорами вырабатывается импульсы включения внешних силовых тиристоров. Регулирование мощности в нагрузке осуществляется изменением величины сигнала управления. В ДРМ ОС предусмотрен режим плавного пуска (500 мс) по включению питания, чем обеспечивается снижение величины пускового тока при работе на активно-индуктивную нагрузку.

Также в ДРМ ОС предусмотрена максимально-токовая защита от перегрузки. При достижении мгновенного значения тока в нагрузке выше $I_{ком.\ ср.\ кв.}$ соответствующий узел снимает напряжение с нагрузки, происходит открытие статусного транзистора. Через 500 мс защита снимается, происходит закрытие транзистора статусного оптрона и осуществляется плавный пуск (плавное нарастание напряжения на нагрузке от нуля до величины, определяемой величиной сигнала управления). Если перегрузка не устранена, вышеописанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность.

Под крышкой ДРМ ОС имеется десятипозиционный переключатель (0 – 9), позволяющий пользователю установить максимальное значение рабочего тока (при полностью открытых тиристорах) при вводе ДРМ ОС в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»). Значения токов представлены в таблице 1

Таблица 1 – Значения рабочих токов

Положение переключателя	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Величина максимального тока, А	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Допускаемая величина повторяющегося импульсного напряжения в закрытом состоянии внешних силовых тиристоров составляет 1200 В.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения модуля, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20 мА; 4…20 мА) в сигнал для двух типов характеристики управления. Также в драйвере имеется выход стабилизированного напряжения 5 В для управления в ручном режиме. Регулировочные характеристики двух типов представлены на рисунках. Обратная связь в регуляторе предназначена для стабилизации заданной величины при изменении величины сетевого напряжения в пределах ±30 %.

V – стабилизация напряжения на нагрузке (характеристика 3). Мощность, выделяемая на линейной нагрузке, соответствует характеристике 1.

V^2 – стабилизация мощности в нагрузке (характеристика 2). Мощность, выделяемая на линейной нагрузке, соответствует характеристике 3.

I – стабилизация тока в нагрузке (характеристика 3). Мощность, выделяемая на линейной нагрузке, соответствует характеристике 1.

I^2 – стабилизация мощности в нагрузке (характеристика 2). Мощность, выделяемая на линейной нагрузке, соответствует характеристике 3.

V×I – стабилизация мощности в нелинейной нагрузке. Для каждой точки регулировочной характеристики сохраняется постоянство значения V×I.

Прямая регулировочная характеристика

Обратная регулировочная характеристика

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

Функциональное назначение разъемов представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональное назначение разъемов

Наименование разъема	Нумерация выводов	
XS1	1	Питание
	2	
XS2	1	Коллектор оптрона (перегрузка по току)
	2	Сигнал управления (–)
	3	Эмиттер оптрона (перегрузка по току)
	4	Сигнал управления (+)
XS3	1	Трансформатор тока (обратная связь по току)
	2	
	3	Выход 5 В (ручное управление) (+)
	4	Выход 5 В (ручное управление) (–)
XS4	1	Управление тиристором VS1 (катод)
	2	Управление тиристором VS1 (упр. электрод)
	4	Управление тиристором VS2 (упр. электрод)
	5	Управление тиристором VS2 (катод)
XS5	1	Обратная связь по напряжению (для исполнений 1, 2, 5)
	2	

Основные параметры драйвера ДРМ ОС представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные параметры драйвера ДРМ ОС

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
1. Значение сигнала управления, соответствующего минимальной мощности	В	5 ±0,5	10 ±1,0	–	–	–	0 –0,5	0 –1,0	–	–	–	
	мА	–	–	20 ±2,0	5 ±0,5	20 ±2,0	–	–	4 ±0,4	0 –0,5	0 –2,0	
2. Значение сигнала управления, соответствующего максимальной мощности	В	0 –0,5	0 –1,0	–	–	–	5 ±0,5	10 ±1,0	–	–	–	
	мА	–	–	4 ±0,4	0 –0,5	0 –2,0	–	–	20 ±2,0	5 ±0,5	20 ±2,0	
3. Входное сопротивление цепи управления	кОм	10,0	10,0	0,06	0,2	0,05	10,0	10,0	0,06	0,2	0,05	
4. Потребляемая мощность	Вт	15										
5. Напряжение питания	В	~ 220 ~ 380										±10%
6. Напряжение обратной связи XS5	В	~ 0…220 ~ 0…380										±10%
7. Ток обратной связи XS3	мА	~ 0…150										
8. Амплитуда импульса тока управления тиристорами	А	0,8 ÷ 1,2										$R_н$ = 1 Ом
9. Скорость нарастания импульса тока управления тиристорами	А/мкс	1,2 ÷ 1,8										$R_н$ = 1 Ом
11. Электрическая прочность изоляции по цепям «XS1, XS4, XS5 – XS3, XS2»	кВ	4										1 мин
12. Диапазон рабочих температур	°С	– 40 ÷ + 85										
13. Габаритные размеры	мм	171 × 152 × 55										

Драйвер конструктивно выполнен в прямоугольном герметичном пластмассовом корпусе. Габаритный чертеж драйвера показан на рисунке 3.

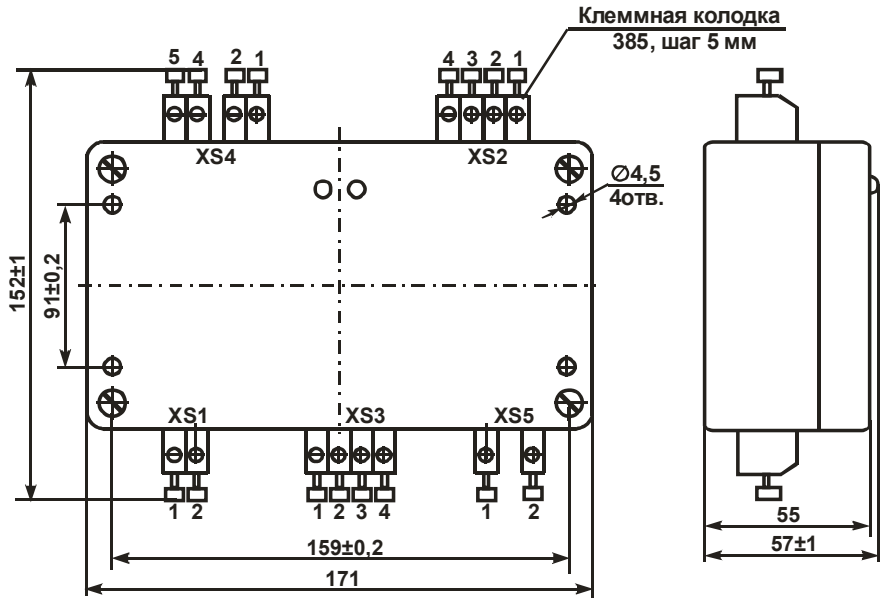


Рисунок 3 - Габаритный чертеж драйвера

На боковых поверхностях корпуса расположены разъемы для подключения монтажных проводов.

Система обозначений:

$$\frac{ДРМ}{1}-\frac{ОС}{2}-\frac{Б}{3}-\frac{3}{4}-\frac{5}{5}-\frac{220}{6}$$

1 – ДРМ — драйвер регулятора мощности;
2 – ОС — с обратной связью;
3 – А — обратная регулировочная характеристика;
Б — прямая регулировочная характеристика;
4 – вид сигнала управления:
1 — 0…5 В;
2 — 0…10 В;
3 — 4…20 мА;
4 — 0…5 мА;
5 — 0…20 мА;
5 – вид применяемой обратной связи:
1 — V – обратная связь по напряжению;
2 — V^2 – обратная связь по квадрату напряжения;
3 — I – обратная связь по току;
4 — I^2 – обратная связь по квадрату тока;
5 — V × I – обратная связь по мощности в нагрузке;
6 – рабочее напряжение драйвера (~ 220 В или ~ 380 В).

Схемы подключения драйвера представлены на рисунках 4 – 6.

Для исполнений по видам обратной связи 3, 4, 5 драйвер комплектуется трансформатором тока ДТ 005.007-2 с коэффициентом трансформации 1:2000.

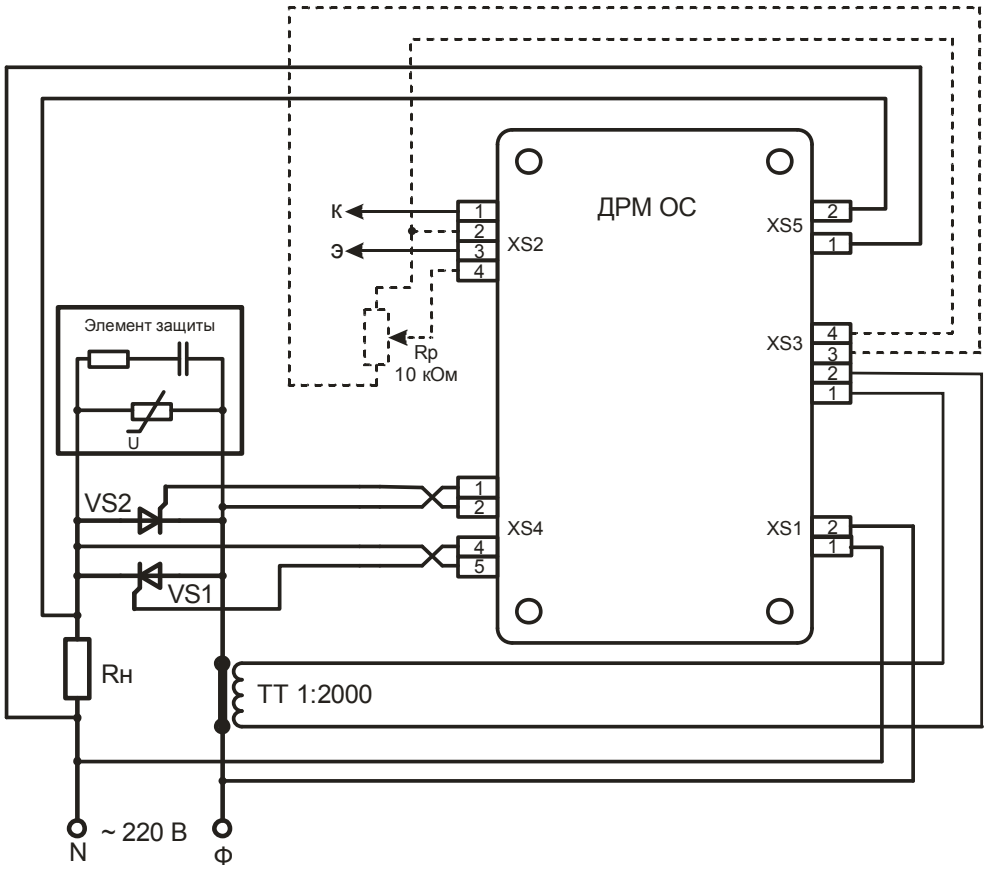


Рисунок 4 – Схема подключения драйвера с исполнением по виду обратной связи 5, и питанием от сети ~ 220 В

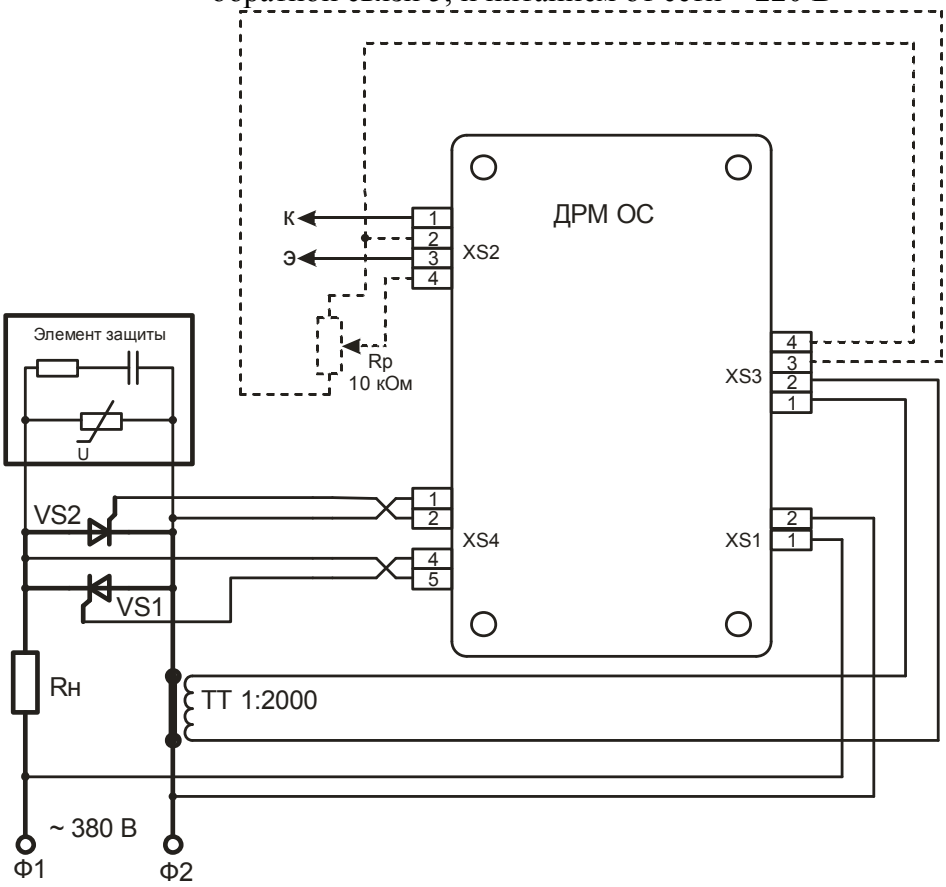


Рисунок 5 – Схема подключения драйвера с исполнениями по виду обратной связи 3, 4 и питанием от сети ~ 380 В

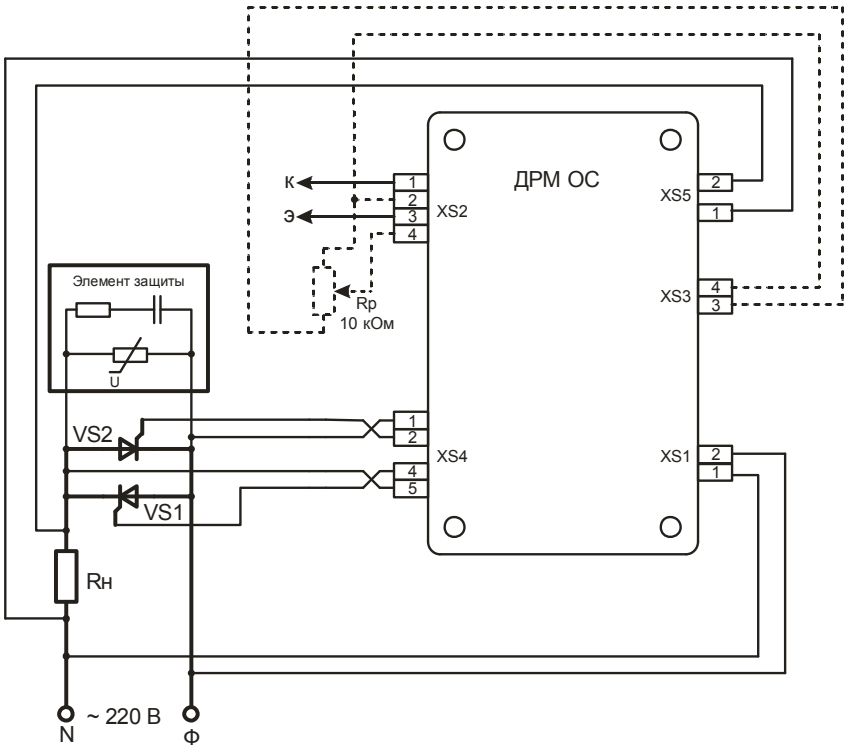


Рисунок 6 – Схема подключения драйвера с исполнениями по виду обратной связи 1, 2 и питанием от сети ~ 220 В

Сведения о приемке

ДРМ ОС _____ соответствует комплекту КД

Место для штампа ОТК

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. Драйвер	_____	_____ шт.
2. Датчик токовый 1:2000±2%	_____	_____ шт.
3. Паспорт	_____	_____ шт.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕРЫ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДЛЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ С ДЕЙСТВУЮЩИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

ДТРВ-А1-400-01, ДТРВ-А2-400-01, ДТРВ-А3-400-01, ДТРВ-А4-400-01, ДТРВ-А5-400-01, ДТРВ-Б1-400-01, ДТРВ-Б2-400-01, ДТРВ-Б3-400-01, ДТРВ-Б4-400-01, ДТРВ-Б5-400-01

Драйвер трехфазного регулируемого выпрямителя (ДТРВ-400-01) предназначен для управления трехфазным тиристорно-диодным мостом в трехфазном регулируемом выпрямителе. Драйвер предназначен для работы в цепях трехфазного переменного тока частотой 400 Гц, с линейным напряжением 24 или 27 В.

В ДТРВ-400-01 применен вертикально-импульсный метод регулирования выпрямленного напряжения, при котором регулирование значения выпрямленного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния тиристоров.

Функциональная схема ДТРВ-400-01 показана на рисунке 1.

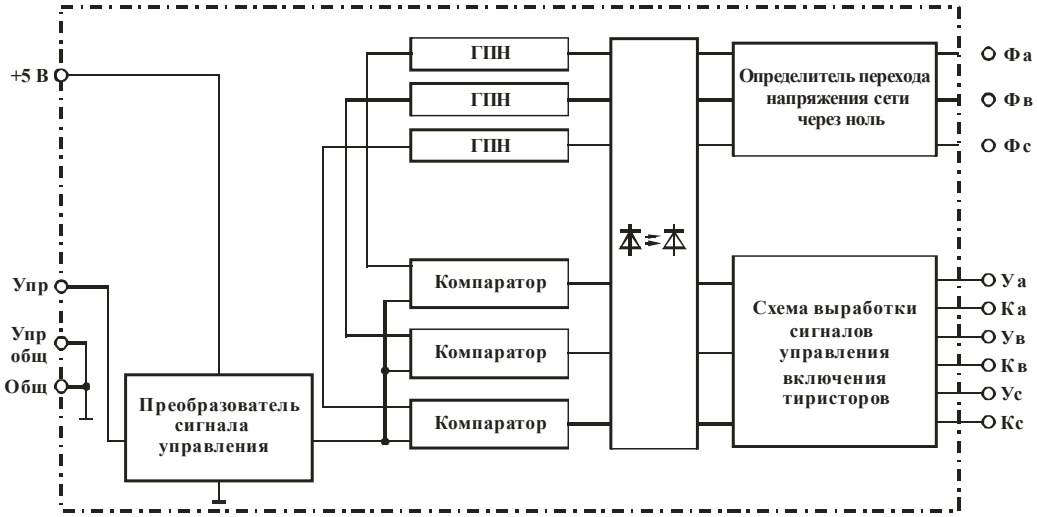
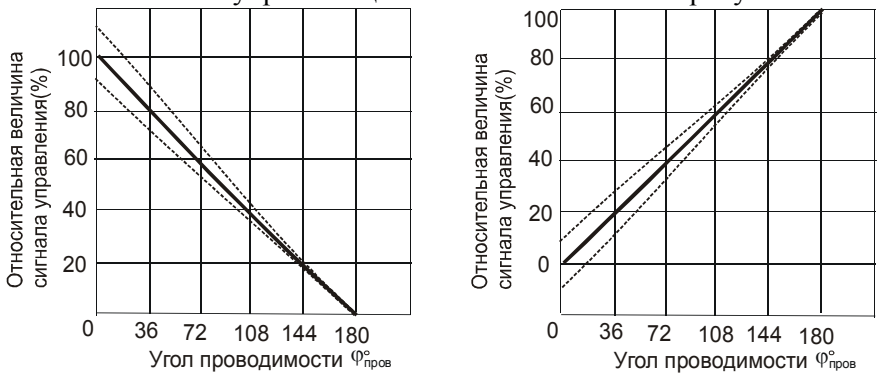


Рисунок 1 – Функциональная схема ДТРВ-400-01

Определитель перехода напряжения сети через нуль формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через ноль, которые синхронизируют трехканальный генератор пилообразного напряжения (ГПН). В трехканальном компараторе сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. При совпадении напряжения ГПН с напряжением управляющего сигнала, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Регулирование выходного напряжения осуществляется изменением длительности открытого состояния силовых тиристоров.

ДТРВ-400-01 управляются внешним аналоговым сигналом одного из пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА). ДТРВ-400-01 изготавливается в одном из двух вариантов зависимости угла проводимости тиристоров от относительной величины сигнала управления. Зависимости угла проводимости тиристоров от относительной величины управляющего сигнала показаны на рисунке 2.



А Б

А – 100% сигнала управления соответствует минимальному напряжению на нагрузке;
Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному напряжению на нагрузке.

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

Основные технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики

Наименование параметров	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры												
1 Ток потребления, не более	мА	50										Uпит = 5 В
2 Значение сигнала управления, соответствующее минимальному напряжению на нагрузке	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
3 Значение сигнала управления, соответствующее максимальному напряжению на нагрузке	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
4 Сопротивление входной цепи сигнала управления	кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	
5 Напряжение изоляции по постоянному току	В	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	1 мин
Предельно допустимые значения основных параметров												
1 Напряжение питания	не менее	В	4,5									
	не более	В	5,5									
2 Напряжение на входе «Упр»	не более	В	6	12	2	2	2	6	12	2	2	2
3 Пиковое значение напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс»	не более	В	200									tи ≤ 10 мкс
4 Действующее значение линейного напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс»	не менее	В	18									
	не более		36									
5 Выходной ток по выводу управления	не менее	А	1									tи ≤ 50 мкс
6. Частота трехфазной сети		Гц	400									±10 %
7. Рабочий диапазон температур		°С	–40…+80									

Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 –Назначение выводов ДТРВ-400-01

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS1		Фа	Вход фазы А силовой сети переменного тока
XS2		Уа	Подключение управляющего электрода тиристора
XS3		Ка	Подключение катода тиристора
XS4		Фв	Вход фазы В силовой сети переменного тока
XS5		Ув	Подключение управляющего электрода тиристора
XS6		Кв	Подключение катода тиристора
XS7		Фс	Вход фазы С силовой сети переменного тока
XS8		Ус	Подключение управляющего электрода тиристора
XS9		Кс	Подключение катода тиристора
XS10	1	Общ (-5 В)	Общий «минус» цепей питания
	2	+5 В	Напряжение питания +5 В
	3	Упр.общ	«Минус» сигнала управления
	4	Упр	Вход сигнала управления

Габаритный чертеж ДТРВ-400-01 показан на рисунке 3.

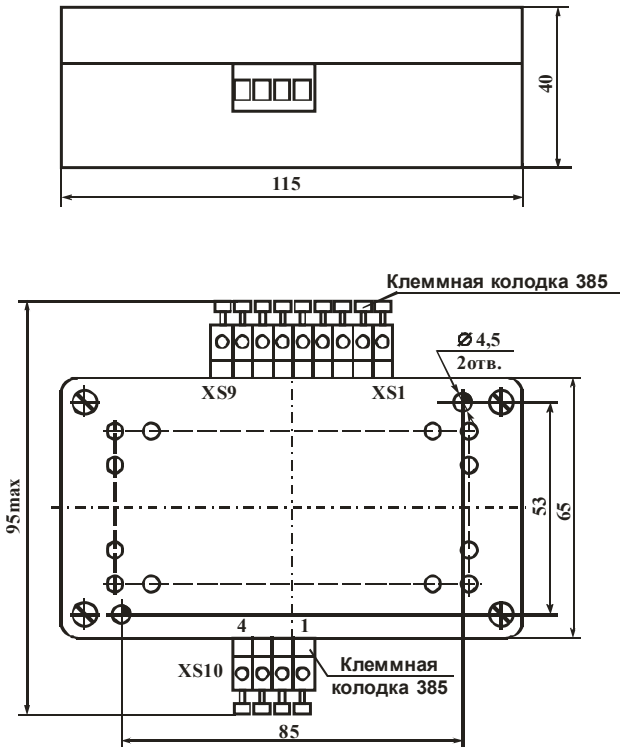


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ДТРВ-400-01

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ}}{1} - \frac{\text{А}}{2} - \frac{1}{3} - \frac{400}{4} - \frac{01}{5}$

1 Наименование драйвера
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют минимальному напряжению;
Б - 100% сигнала управления соответствуют максимальному напряжению.
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА.
4 Частота трехфазной сети.
5 Конструктивное исполнение.

Рекомендации по подключению

Схемы подключения ДТРВ-400-01 показаны на рисунках 4 – 6.

ДТРВ-400-01 монтировать как можно ближе к управляемому мосту, но не на охладителе, на котором он размещен. При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода управления для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Внимание! При подключении необходимо обеспечить строгое чередование фаз.

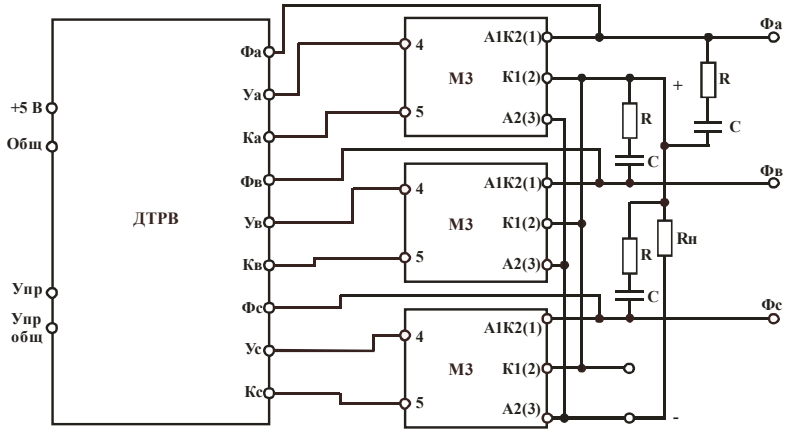


Рисунок 4 – Схема подключения ДТРВ-400-01 к мосту на основе модулей М3

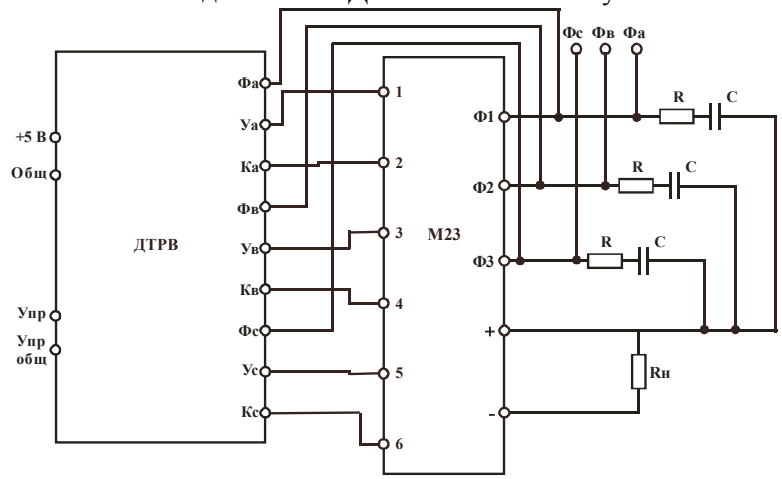


Рисунок 5 – Схема подключения ДТРВ-400-01 к мосту М23

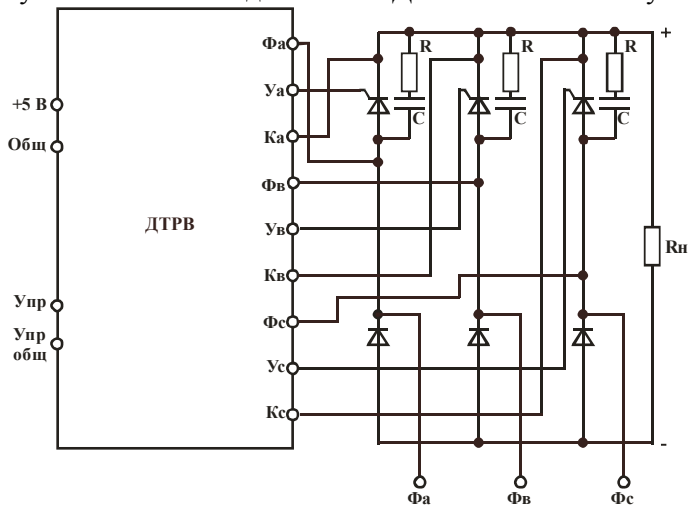


Рисунок 6 – Схема подключения ДТРВ-400-01 к диодно-тиристорным модулям

Для улучшения стойкости к dU/dt необходимо шунтировать модуль RC цепями (см.рис. 4, 5, 6)

СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль _____соответствует комплекту КД

Место для штампа ОТК

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. Драйвер _____ _____ шт.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕРЫ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

ДТРВ-А1-400, ДТРВ-А2-400, ДТРВ-А3-400, ДТРВ-А4-400, ДТРВ-А5-400, ДТРВ-Б1-400, ДТРВ-Б2-400, ДТРВ-Б3-400, ДТРВ-Б4-400, ДТРВ-Б5-400 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Драйвер трехфазного регулируемого выпрямителя (ДТРВ-400) предназначен для управления трехфазным тиристорно-диодным мостом в трехфазном регулируемом выпрямителе. Драйвер предназначен для работы в цепях трехфазного переменного тока частотой 400 Гц, с линейным напряжением 200 ÷ 430 В.

В ДТРВ-400 применен вертикально-импульсный метод регулирования выпрямленного напряжения, при котором регулирование значения выпрямленного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния тиристоров.

Функциональная схема ДТРВ-400 показана на рисунке 1.

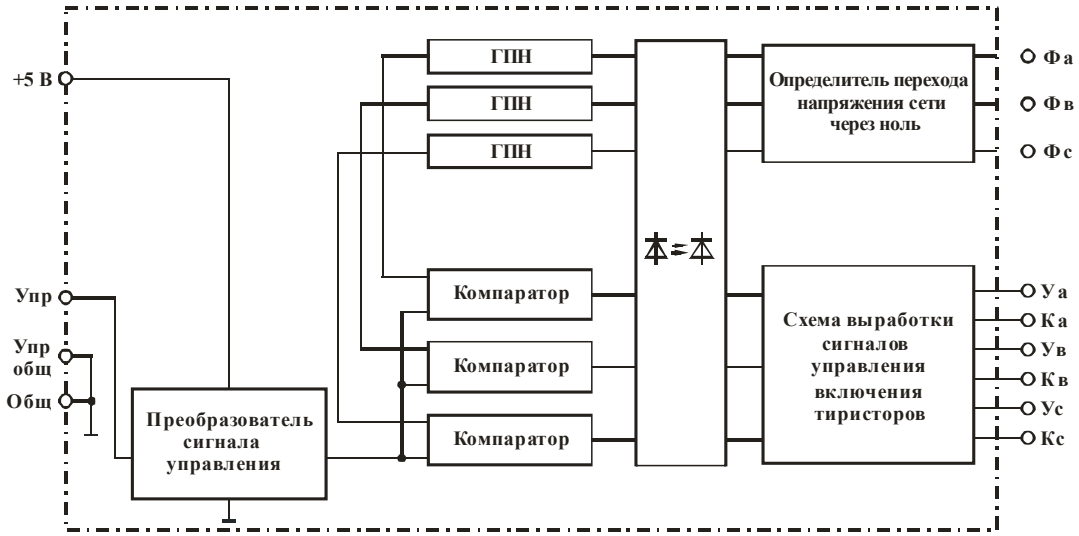
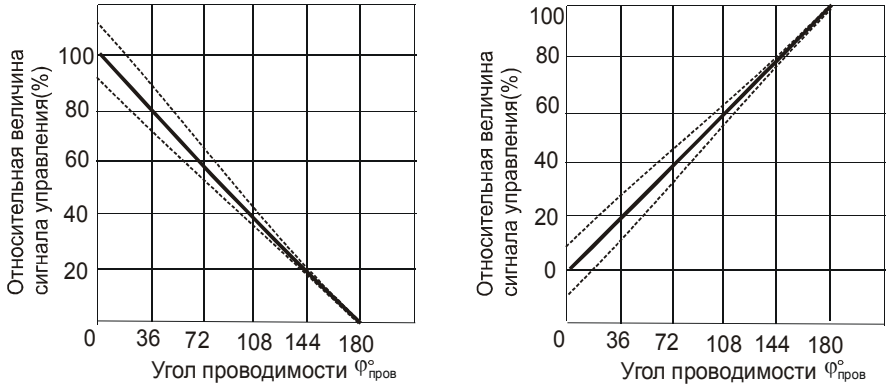


Рисунок 1 – Функциональная схема ДТРВ-400

Определитель перехода напряжения сети через нуль формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через ноль, которые синхронизируют трехканальный генератор пилообразного напряжения (ГПН). В трехканальном компараторе сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. При совпадении напряжения ГПН с напряжением управляющего сигнала, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Регулирование выходного напряжения осуществляется изменением длительности открытого состояния силовых тиристоров.

ДТРВ-400 управляются внешним аналоговым сигналом одного из пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА). ДТРВ-400 изготавливается в одном из двух вариантов зависимости угла проводимости тиристоров от относительной величины сигнала управления. Зависимости угла проводимости тиристоров от относительной величины управляющего сигнала показаны на рисунке 2.



А – 100% сигнала управления соответствует минимальному напряжению на нагрузке;
Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному напряжению на нагрузке.

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

Основные технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики

Наименование параметров	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры												
1 Ток потребления, не более	мА	50										Uпит = 5 В
2 Значение сигнала управления, соответствующее минимальному напряжению на нагрузке	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
3 Значение сигнала управления, соответствующее максимальному напряжению на нагрузке	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
4 Сопротивление входной цепи сигнала управления	кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	
5 Напряжение изоляции по постоянному току	В	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	1 мин
Предельно допустимые значения основных параметров												
1 Напряжение питания	не менее	В	4,5									
	не более	В	5,5									
2 Напряжение на входе «Упр»	не более	В	6	12	2	2	2	6	12	2	2	2
3 Пиковое значение напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс»	не более	В	1200									tи ≤ 10 мкс
4 Действующее значение линейного напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс»	не менее	В	200									
	не более		430									
5 Выходной ток по выводу управления	не менее	А	1									tи ≤ 50 мкс
6. Частота трехфазной сети		Гц	400									±10 %
7. Рабочий диапазон температур		°С	–40…+80									

Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 –Назначение выводов ДТРВ-400

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS1		Фа	Вход фазы А силовой сети переменного тока
XS2		Уа	Подключение управляющего электрода тиристора
XS3		Ка	Подключение катода тиристора
XS4		Фв	Вход фазы В силовой сети переменного тока
XS5		Ув	Подключение управляющего электрода тиристора
XS6		Кв	Подключение катода тиристора
XS7		Фс	Вход фазы С силовой сети переменного тока
XS8		Ус	Подключение управляющего электрода тиристора
XS9		Кс	Подключение катода тиристора
XS10	1	Общ (-5 В)	Общий «минус» цепей питания
	2	+5 В	Напряжение питания +5 В
	3	Упр.общ	«Минус» сигнала управления
	4	Упр	Вход сигнала управления

Габаритный чертеж ДТРВ-400 показан на рисунке 3.

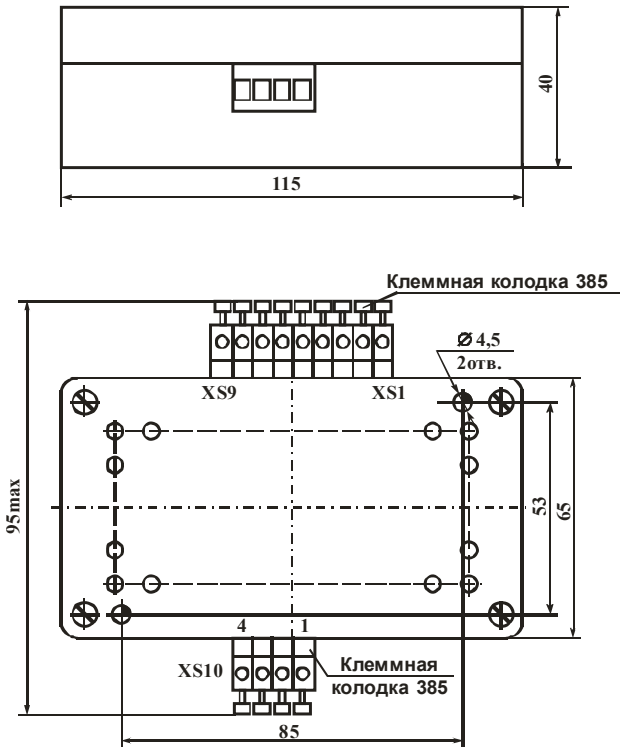


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ДТРВ-400

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ}}{1} - \frac{\text{А}}{2} - \frac{1}{3} - \frac{400}{4}$

1 Наименование драйвера
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют минимальному напряжению;
Б - 100% сигнала управления соответствуют максимальному напряжению.
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА.
4 Частота трехфазной сети.

Рекомендации по подключению

Схемы подключения ДТРВ-400 показаны на рисунках 4 – 6.

ДТРВ-400 монтировать как можно ближе к управляемому мосту, но не на охладителе, на котором он размещен. При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода управления для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Внимание! При подключении необходимо обеспечить строгое чередование фаз.

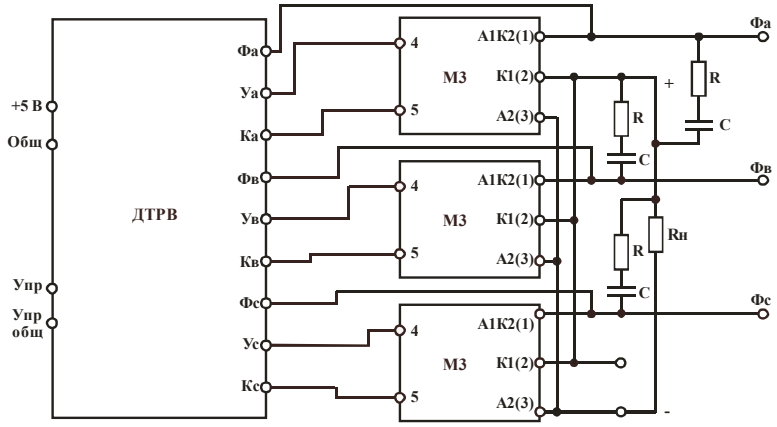


Рисунок 4 – Схема подключения ДТРВ-400 к мосту на основе модулей М3

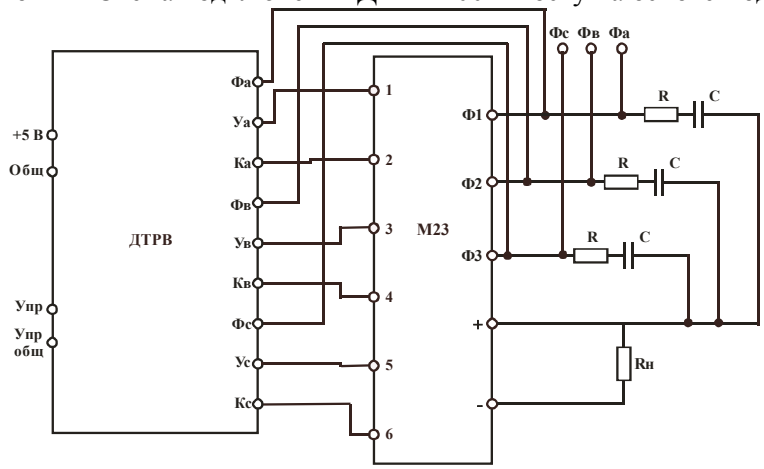


Рисунок 5 – Схема подключения ДТРВ-400 к мосту М23

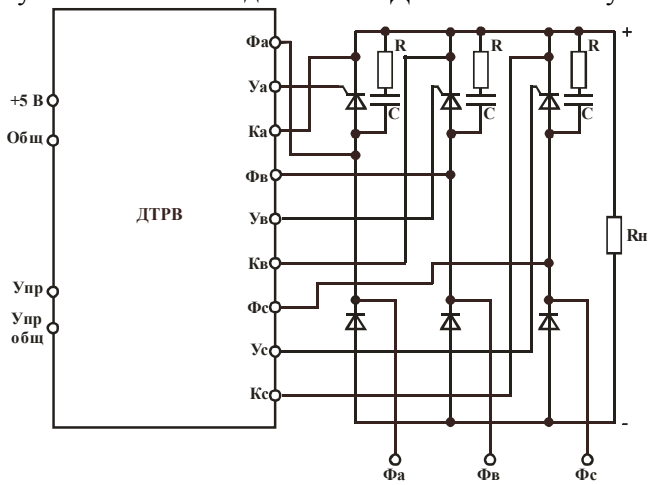


Рисунок 6 – Схема подключения ДТРВ-400 к диодно-тиристорным модулям

R = 5,1 Ом х 10 Вт
C = 0,15 мкФ х 1000 В

Для улучшения стойкости к dU/dt необходимо шунтировать модуль RC цепями (см.рис. 4, 5, 6)

СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль _____соответствует комплекту КД

Место для штампа ОТК

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. Драйвер _____ _____ шт.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕР ТРЕХФАЗНОГО ТИРИСТОРНОГО МОДУЛЯ ДТРВ – 6-DIN

Драйвер трехфазного тиристорного модуля ДТРВ-6-DIN предназначен для управления силовыми тиристорными модулями М1, М8, М24, М26 и совместно с ними позволяет построить следующие виды трехфазных преобразователей для работы в трехфазных цепях переменного тока частотой 50 Гц.

1 Трехфазный регулируемый шестипульсовый выпрямитель (совместно с тиристорным модулем М24 или тремя тиристорными модулями М1);

2 Трехфазный регулируемый шестипульсовый выпрямитель с регулированием по первичной обмотке силового трансформатора (совместно с тиристорным модулем М26 или тремя тиристорными модулями М8, включенными в первичную обмотку трансформатора.

Драйвер обеспечивает защиту тиристорных модулей по максимальному току (исполнение ПТ1 и ПТ2). Также драйвер может быть выполнен без максимально-токовой защиты (исполнение ПТ0).

Область применения

1 Выпрямители для питания IGBT инверторов с возможностью плавного заряда конденсаторных батарей;

2 Выпрямители для заряда аккумуляторных батарей;

3 Выпрямители устройств катодной антикоррозионной защиты;

4 Выпрямители для питания привода постоянного тока.

Принципы работы

В ДТРВ-6-DIN применен вертикально-импульсный метод регулирования среднего значения напряжения на нагрузке, при котором изменение среднего значения производится изменением длительности открытого состояния тиристоров в течение соответствующего полупериода напряжения сети.

Функциональная схема ДТРВ-6-DIN приведена на рисунке 1.

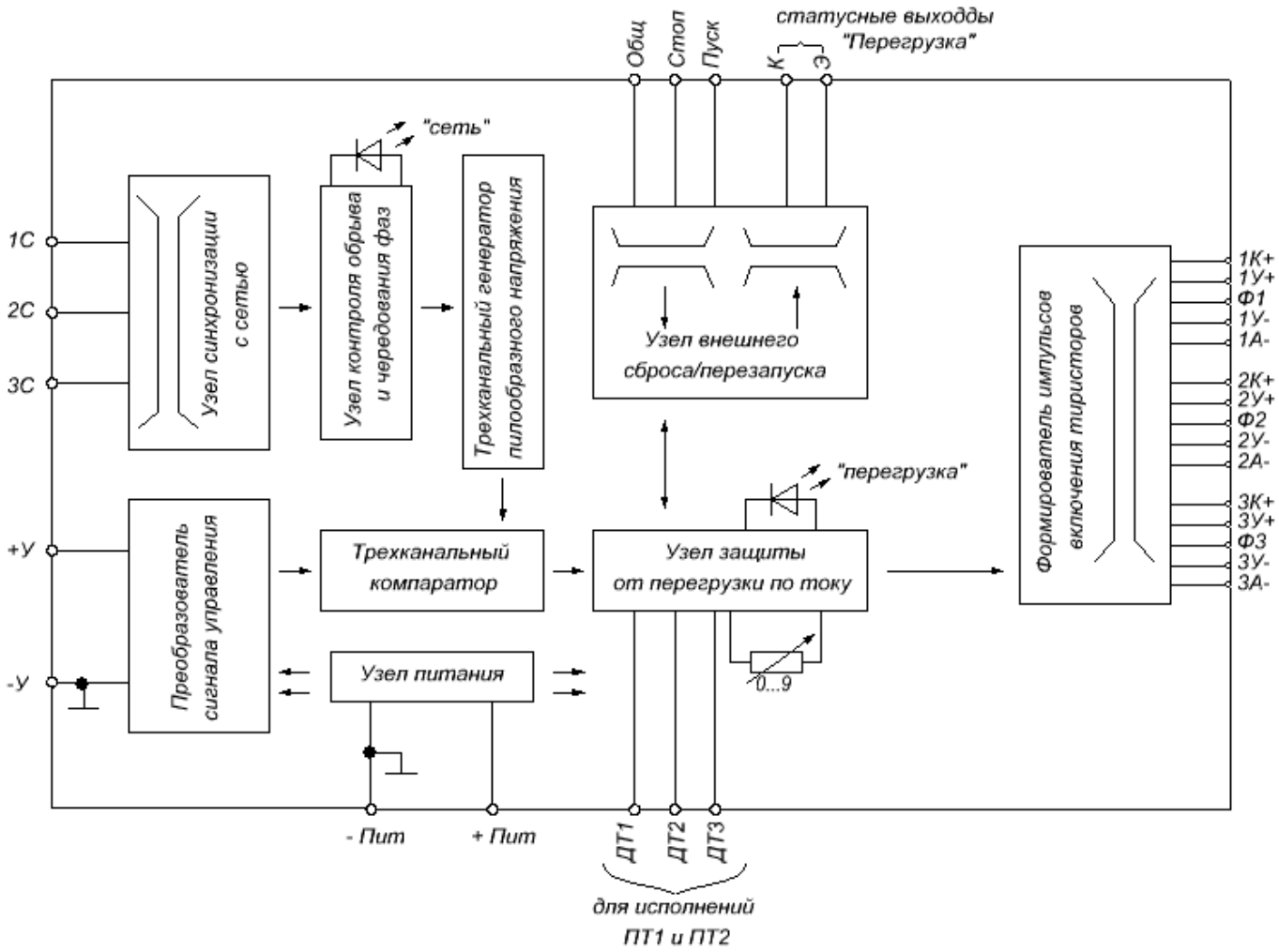


Рисунок 1 – Функциональная схема

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов ДТРВ-6-DIN

Вывод	Обозначение	Назначение
X1	Стоп	Вход сигнала «Стоп» (для исполнения с внешним перезапуском)
X2	Пуск	Вход сигнала «Пуск» (для исполнения с внешним перезапуском)
X3	Общ.	Общий вывод для сигналов «Пуск» и «Стоп» (для исполнения с внешним перезапуском)
X4	Э	Эмиттер статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X5	К	Коллектор статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X6	Не используется	
X7	ДТ1	Вход датчика тока фаза 1
X8	ДТ2	Вход датчика тока фаза 2
X9	ДТ3	Вход датчика тока фаза 3
X10	- Пит	Питание 5 В
X11	+ Пит	
X12	+ У	Управление
X13	- У	
X14	3 У-	Управляющий электрод тиристора анодной группы фазы 3
X15	3 А-	Анод тиристора анодной группы фазы 3
X16	3 К+	Катод тиристора катодной группы фазы 3
X17	3 У +	Управляющий электрод тиристора катодной группы фазы 3
X18	ФЗ	Вход фазы 3 силовой сети
X19	2 У-	Управляющий электрод тиристора анодной группы фазы 2
X20	2 А-	Анод тиристора анодной группы фазы 2
X21	2 К+	Катод тиристора катодной группы фазы 2
X22	2 У +	Управляющий электрод тиристора катодной группы фазы 2
X23	Ф2	Вход фазы 2 силовой сети
X24	1 У-	Управляющий электрод тиристора анодной группы фазы 1
X25	1 А-	Анод тиристора анодной группы фазы 1
X26	1 К+	Катод тиристора катодной группы фазы 1
X27	1 У +	Управляющий электрод тиристора катодной группы фазы 1
X28	Ф1	Вход фазы 1 силовой сети
X29	Ф3 с	Входы синхронизации с сетью
X30	Ф2 с	
X31	Ф1 с	

Узел синхронизации с сетью формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения. В трехканальном компараторе сравнивается напряжение генератора пилообразного напряжения и управляющего сигнала $U_{упр}$, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. При достижении напряжения ГПН величины $U_{упр}$, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Изменение величины управляющего сигнала приводит к изменению момента равенства напряжения ГПН и $U_{упр}$ и, соответственно, угла проводимости тиристоров. Таким образом достигается регулирование среднего значения напряжения на нагрузке.

В ДТРВ-6-DIN предусмотрен режим плавного пуска по включению питания, подаче синхронизирующих сигналов и при возврате из режима «Перегрузка по току» (для исполнения ПТ1 и ПТ2) в рабочий режим, исключающий большой начальный пусковой ток, что позволяет снизить пусковой ток при работе на трансформатор или при заряде емкостного фильтра (трехфазный регулируемый выпрямитель).

В ДТРВ-6-DIN с исполнением ПТ1 и ПТ2 предусмотрены токовые входы для подключения датчиков тока, предназначенные для обеспечения защиты модулей М1, М8, М24, М26 от перегрузки токами превышающими номинальное значение. При достижении значения тока в нагрузке выше допустимого, ДТРВ-6-DIN переходит в состояние «Перегрузка по току», происходит включение статусного светодиода (с красным цветом свечения) или открывание транзистора статусного оптрона (в зависимости от исполнения), на выходах управления тиристорами формируются сигналы, соответствующие их закрытому состоянию. Через 300 мс защита снимается. Происходит отключение статусного светодиода (или закрытие транзистора статусного оптрона), на выходах управления тиристорами формируются сигналы, осу-

ществляющие плавный пуск от нуля до величины среднего значения напряжения на нагрузке, определяемой величиной сигнала управления.

Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность. Также ДТРВ-6-DIN может быть изготовлен в исполнении, при котором возврат из режима «Перегрузка по току» в рабочий режим производится по внешним сигналам, подаваемым на вход «Пуск», например с платы контроллера управления. Также предусмотрена возможность принудительного перевода ДТРВ-6-DIN в режим «Перегрузка», посредством подачи сигнала на вход «Стоп».

Для исполнения ПТ1 и ПТ2 под крышкой ДТРВ-6-DIN имеется десятипозиционный переключатель (0 … 9), позволяющий пользователю установить необходимый ток срабатывания защиты при вводе ДТРВ-6-DIN в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку ДТРВ-6-DIN и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»).Величина тока для исполнения ПТ1 и ПТ2 приведена в таблице 1.

Помимо защиты от перегрузки по току, в ДТРВ-6-DIN имеется защита, позволяющая контролировать наличие напряжения на всех трех фазах, подключенных к тиристорному преобразователю, а также правильный порядок чередования фаз. Тем самым исключается работа в неполнофазном режиме, а также неуправляемое состояние при нарушении порядка чередования фаз. При наличии напряжения во всех трех фазах и при правильном порядке чередования фаз, индикатор «Сеть» имеет зеленый цвет свечения, при обрыве фаз, а также при нарушении порядка их чередования, индикатор «Сеть» не светится, на выходах управления тиристорами, сформированы сигналы соответствующие их закрытому состоянию.

ДТРВ-6-DIN работает в комплекте с управляющими устройствами (стороннего производителя), имеющими стандартный аналоговый выходной сигнал постоянного тока.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРВ -6, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.

Таблица 2 - Величина тока для исполнения ПТ1 и ПТ2

Положение переключателя		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исполнение ПТ1	Ток срабатывания защиты, А	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
Исполнение ПТ2	Ток срабатывания защиты, А	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266

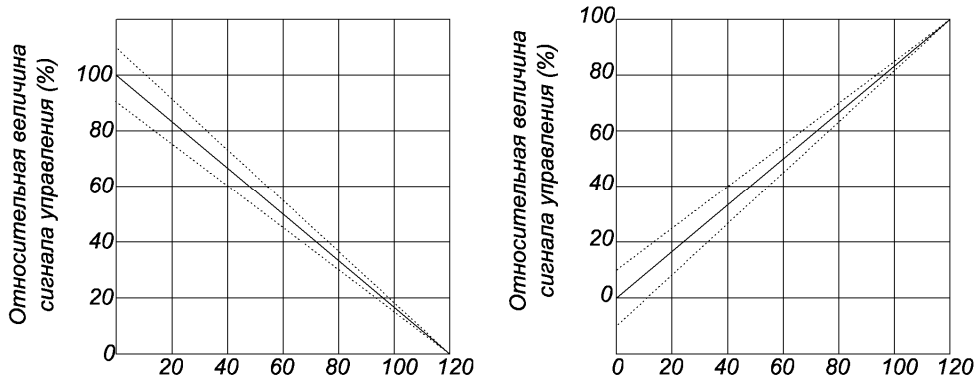


Рисунок 2 – Характеристика управления

Технические характеристики

Таблица 2 – Основные технические характеристики

1 Питание

Наименование параметра	Ед. изм.	Величина	Примечание
1.Напряжение питания	В	5	постоянного тока
2. Отклонение величины напряжения питания, не более	%	10	
3. Потребляемый ток, не более	мА	150	

2 Характеристики входных цепей

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей ДТРВ-6										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
1 Значение сигнала управления, соответствующего минимальной мощности	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
2 Значение сигнала управления, соответствующего максимальной мощности	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
3 Сопротивление входной цепи сигнала управления, $R_{вх}$, не более	кОм	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	

3 Характеристики выходной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Пиковое значение напряжения на входах «Са», «Св», «Сс», Uвх.пик	не более	В	1200	tи ≤ 10 мс
2 Выходной ток по выводу управления	не более	А	1	tи ≤ 10 мс
3. Коммутируемое напряжение среднеквадратическое значение, $U_{ком.ср.кв.}$	не менее	В	100	
	не более	В	400	

4 Характеристики статусной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Ток коллектора	не более	мА	50	
2 Напряжение коллектор – эмиттер	не более	В	40	

5 Характеристики цепей внешнего перезапуска («Пуск», «Стоп»)

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Величина напряжения импульса перезапуска	не более	В	5	
2. Длительность импульса перезапуска	не менее	мс	10	

6 Характеристики цепей синхронизации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Напряжение синхронизации		В	100÷440	
2. Ток потребляемый по входу синхронизации	не менее	мА	10	

7 Характеристики изоляции

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Электрическая прочность изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего перезапуска относительно выходных цепей	не более	кВ	2,5	переменного тока 50 Гц
4 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего перезапуска относительно выходных цепей при нормальных условиях	не менее	МОм	40	испытательное напряжение 1000 В постоянного тока

8 Массогабаритные показатели

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Масса	не более	кг	-	
2 Габаритные размеры	не более	мм	90x140	исполнение 01
			91x160	исполнение 02

9 Условия эксплуатации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Рабочая температура		˚С	-45 ÷ + 65	
2 Относительная влажность	не более	%	80	

Система обозначений

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ - 6}}{1} - \frac{\text{А}}{2}\,\frac{1}{3} - \frac{\textit{ПТ}2}{4} - \frac{\text{А}}{5} - \frac{1}{6} - \frac{\text{DIN}}{7}\,\frac{1}{8}$

1 Наименование драйвера;
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;
Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности;
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА;
4 Диапазон токовой защиты
ПТ1 - 20…200 А;
ПТ2 - 200…380 А;
ПТ0 – без токовой защиты
5 Вид перезапуска по срабатыванию токовой защиты
А - автоматический
В - внешний
6 Вид индикации при срабатывании токовой защиты
1 - статусный светодиод
2 - статусный оптрон;
7 Крепление на DIN-рейку 35 мм.
8 Вариант конструкторского исполнения определяет поставщик

ВНИМАНИЕ:

Для драйверов с исполнением ПТ0, вид перезапуска по срабатыванию ТЗ (5), и вид индикации при срабатывании ТЗ (6) в заказе НЕ УКАЗЫВАЕТСЯ!

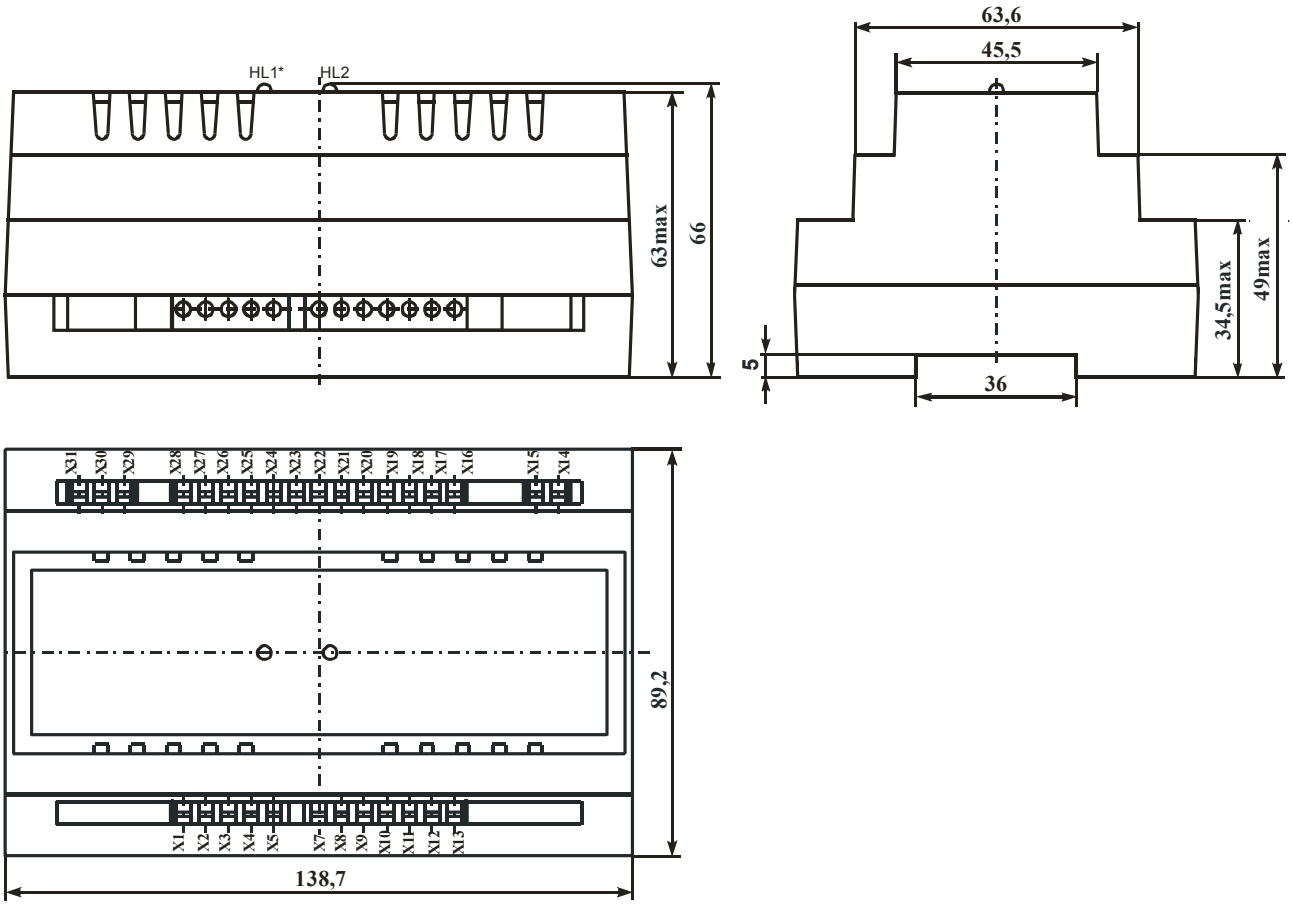


Рисунок 3.1 – Габаритный чертеж - исполнение 1
*только для вида индикации статусный светодиод

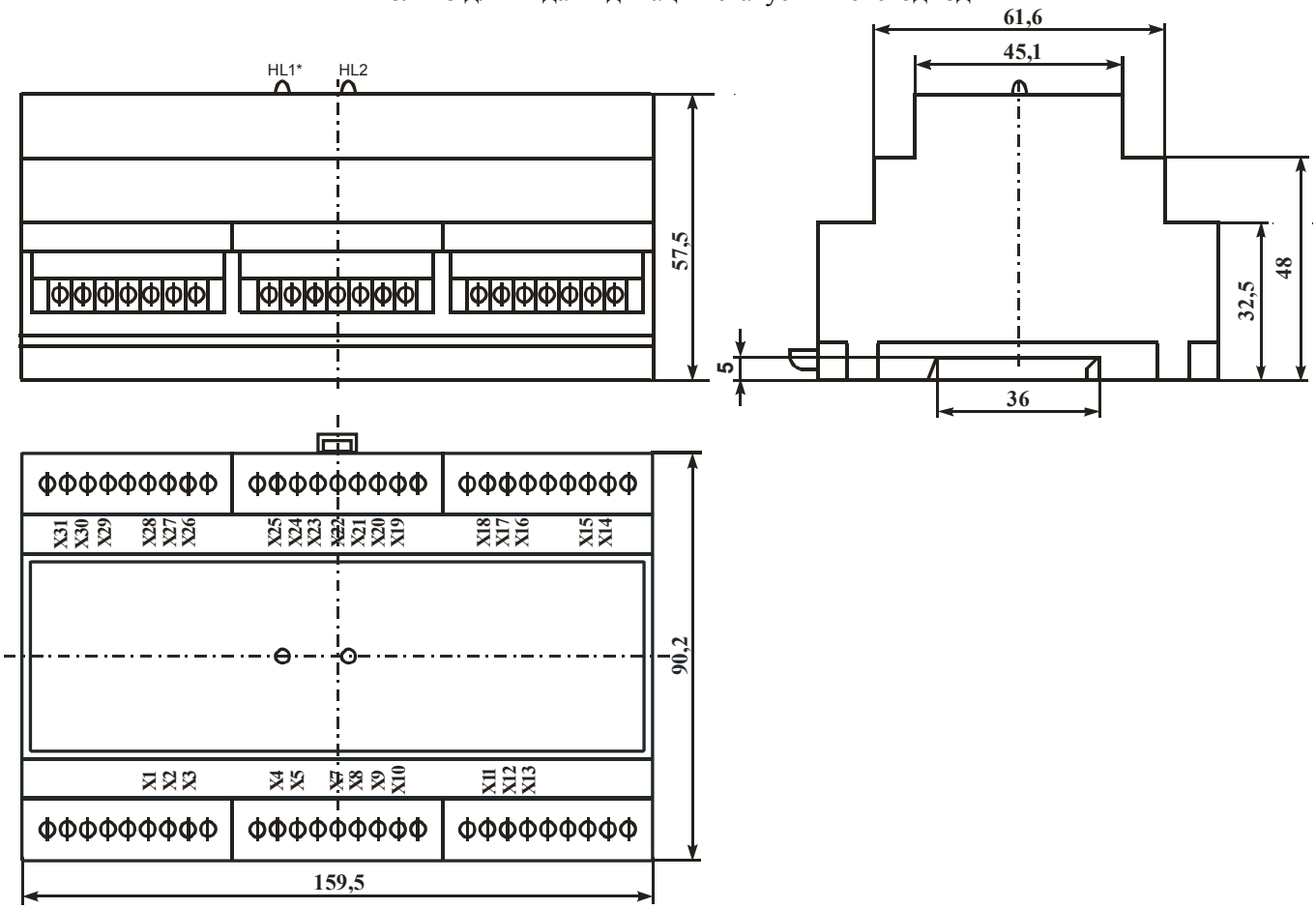
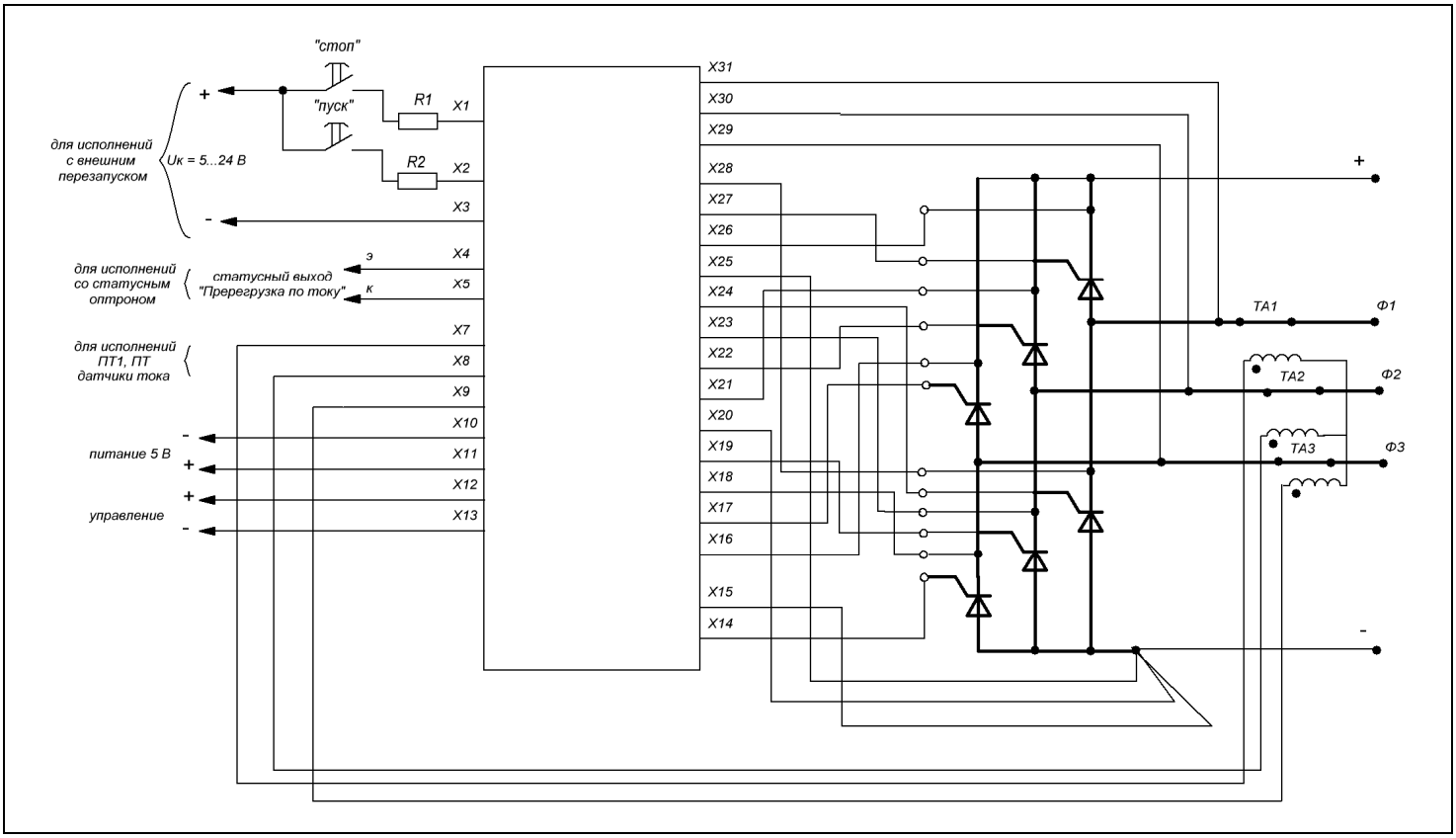


Рисунок 3 – Габаритный чертеж - исполнение 2
*только для вида индикации статусный светодиод

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Схема подключения ДТРВ-6 показана на рисунке 4



$$\text{Где R1, R2} = \frac{\text{Uп} - 5}{0{,}01}\ (\text{Ом})$$

Рисунок 4 – Схема подключения

СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

ДТРВ-6-DIN_____ соответствует комплекту КД

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. ДТРВ-6-DIN _____ _____ шт.
2. Датчик токовый 1:2000±2% _____ _____ шт.

Место штампа ОТК

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕР ТРЕХФАЗНОГО ТИРИСТОРНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДТРВ – 6.2-DIN

Драйвер трехфазного тиристорного выпрямителя ДТРВ-6.2-DIN предназначен для формирования импульсов управления драйверами ДТ с волоконно-оптическим приемниками (производства АО «Электрум-АВ») в составе силового мостового трехфазного тиристорного выпрямителя питающегося от трехфазной сети частотой 50 Гц, с линейным напряжением 80 ÷ 100 В.

Драйвер обеспечивает защиту тиристоров по максимальному току (исполнение ПТ1 и ПТ2). Также драйвер может быть выполнен без максимально-токовой защиты (исполнение ПТ0).

Принципы работы

В ДТРВ-6.2-DIN применен вертикально-импульсный метод регулирования среднего значения напряжения на нагрузке, при котором изменение среднего значения производится изменением длительности открытого состояния тиристоров в течение соответствующего полупериода напряжения сети.

Функциональная схема ДТРВ-6.2-DIN приведена на рисунке 1. Функциональное назначение выводов ДТРВ-6.2-DIN представлено в таблице 1.

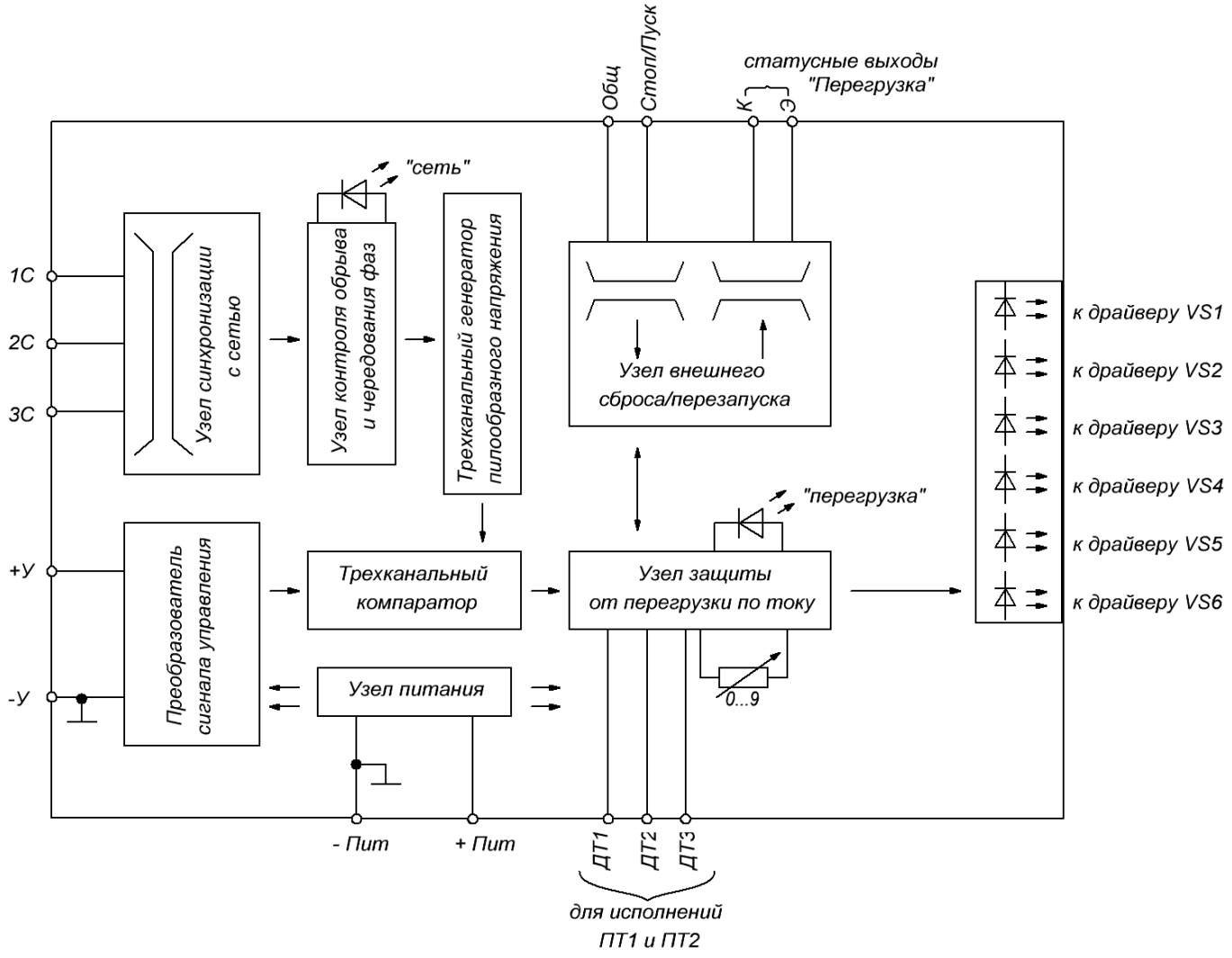


Рисунок 1 – Функциональная схема

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов ДТРВ-6.2-DIN

Вывод	Обозначение	Назначение
X1	Стоп / Пуск	Вход сигнала запрета / разрешения (для исполнения с внешним управлением)
X3	Общ.	Общий вывод для сигнала запрета / разрешения (для исполнения с внешним управлением)
X4	Э	Эмиттер статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X5	К	Коллектор статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X7	ДТ1	Вход датчика тока фаза 1 (для исполнений ПТ1 и ПТ2)
X8	ДТ2	Вход датчика тока фаза 2 (для исполнений ПТ1 и ПТ2)
X9	ДТ3	Вход датчика тока фаза 3 (для исполнений ПТ1 и ПТ2)
X10	– Пит	Питание 5 В
X11	+ Пит	
X12	+ У	Управление
X13	– У	
X14	ДТ VS6	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS6
X17	ДТ VS5	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS5
X19	ДТ VS4	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS4
X22	ДТ VS3	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS3
X24	ДТ VS2	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS2
X27	ДТ VS1	Оптический разъем подключения драйвера тиристора VS1
X29	ФЗ с	Входы синхронизации с сетью
X30	Ф2 с	
X31	Ф1 с	

Узел синхронизации с сетью формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения. В трехканальном компараторе сравнивается напряжение генератора пилообразного напряжения и управляющего сигнала $U_{упр}$, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. При достижении напряжения ГПН величины $U_{упр}$, вырабатывается импульсы включения драйверов тиристоров. Изменение величины управляющего сигнала приводит к изменению момента равенства напряжения ГПН и $U_{упр}$ и, соответственно, угла проводимости тиристоров. Таким образом достигается регулирование среднего значения напряжения на нагрузке.

В ДТРВ-6.2-DIN предусмотрен режим плавного пуска по включению питания, подаче синхронизирующих сигналов и при возврате из режима «Перегрузка по току» (для исполнения ПТ1 и ПТ2) в рабочий режим, позволяющий снизить пусковой ток заряде емкостного фильтра трехфазного регулируемого выпрямителя.

В ДТРВ-6.2-DIN с исполнением ПТ1 и ПТ2 предусмотрены токовые входы для подключения датчиков тока, предназначенные для обеспечения защиты силовых тиристоров от перегрузки токами превышающими номинальное значение. При достижении значения тока в нагрузке выше допустимого, ДТРВ-6.2-DIN переходит в состояние «Перегрузка по току», происходит включение статусного светодиода (с красным цветом свечения) или открывание транзистора статусного оптрона (в зависимости от исполнения), на выходах управления драйверами тиристоров формируются сигналы, соответствующие закрытому состоянию тиристоров. Через 300 мс защита снимается. Происходит отключение статусного светодиода (или закрытие транзистора статусного оптрона), на выходах управления драйверами тиристоров формируются сигналы, осуществляющие плавный пуск от нуля до величины среднего значения напряжения на нагрузке, определяемой величиной сигнала управления. Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность.

Также ДТРВ-6.2-DIN может быть изготовлен в исполнении, при котором запрет / разрешение работы драйвера производится по внешним сигналам, подаваемым на вход «Стоп / Пуск», например с платы контроллера управления. При этом состоянию «Стоп» соответствует сигнал низкого логического уровня, а состоянию «Пуск» сигнал высокого логического уровня.

Для исполнения ПТ1 и ПТ2 под крышкой ДТРВ-6.2-DIN имеется десятипозиционный переключатель (0 … 9), позволяющий пользователю установить необходимый ток срабатывания

защиты при вводе ДТРВ-6.2-DIN в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку ДТРВ-6.2-DIN и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»).Величины токов для исполнений ПТ1 и ПТ2 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Величина тока для исполнения ПТ1 и ПТ2

Положение переключателя		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исполнение ПТ1	Ток срабатывания защиты, А	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
Исполнение ПТ2	Ток срабатывания защиты, А	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266

Помимо защиты от перегрузки по току, в ДТРВ-6.2-DIN имеется защита, позволяющая контролировать наличие напряжения на всех трех фазах, подключенных к тиристорному выпрямителю, а также правильный порядок чередования фаз. Тем самым исключается работа в неполнофазном режиме, а также неуправляемое состояние при нарушении порядка чередования фаз. При наличии напряжения во всех трех фазах и при правильном порядке чередования фаз, индикатор «Сеть» имеет зеленый цвет свечения, при обрыве фаз, а также при нарушении порядка их чередования, индикатор «Сеть» не светится, на выходах управления драйверами тиристоров, сформированы сигналы соответствующие их закрытому состоянию.

ДТРВ-6.2-DIN работает в комплекте с управляющими устройствами (стороннего производителя), имеющими стандартный аналоговый выходной сигнал постоянного тока.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРВ -6.2, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.

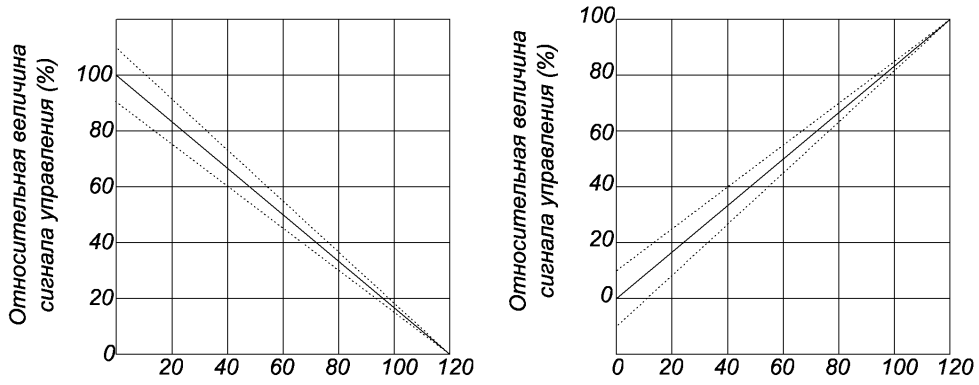


Рисунок 2 – Характеристика управления

Основные технические характеристики ДТРВ-6.2-DIN приведены в таблице 3. Габаритные размеры ДТРВ-6.2-DIN представлены на рисунке 3.

Технические характеристики

Таблица 3 – Основные технические характеристики

1 Питание

Наименование параметра	Ед. изм.	Величина	Примечание
1.Напряжение питания	В	5	постоянного тока
2. Отклонение величины напряжения питания, не более	%	± 10	
3. Потребляемый ток, не более	мА	600	

2 Характеристики входных цепей

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей ДТРВ-6.2 DIN										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
1 Значение сигнала управления, соответствующего минимальной мощности	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
2 Значение сигнала управления, соответствующего максимальной мощности	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
3 Сопротивление входной цепи сигнала управления, $R_{вх}$, не более	кОм	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	

3 Характеристики выходной цепи

Тип используемого оптического передатчика	HFBR-1522

4 Характеристики статусной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Ток коллектора	не более	мА	50	
2 Напряжение коллектор – эмиттер	не более	В	40	

5 Характеристики цепей внешнего управления («Пуск / Стоп»)

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Величина напряжения внешнего управления	не более	В	5	без внешнего резистора
2. Время плавного запуска		мс	50 ±20 %	

6 Характеристики цепей синхронизации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Напряжение синхронизации		В	80 ÷ 100	
2. Ток потребляемый по входу синхронизации	не более	мА	15	

7 Характеристики изоляции

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Электрическая прочность изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего управления относительно выходных цепей	не более	кВ	2,5	переменного тока 50 Гц
2 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего управления относительно выходных цепей при нормальных условиях	не менее	МОм	40	испытательное напряжение 1000 В постоянного тока

8 Массогабаритные показатели

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Масса	не более	кг	-	
2 Габаритные размеры	не более	мм	91x160	исполнение 02

9 Условия эксплуатации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Рабочая температура		˚С	– 40 ÷ + 60	
2 Относительная влажность	не более	%	80	

Система обозначений

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ-6.2}}{1} - \frac{\text{А}}{2} - \frac{1}{3} - \frac{\textit{ПТ}2}{4} - \frac{\text{А}}{5} - \frac{1}{6} - \frac{\text{DIN}}{7}$

1 Наименование драйвера;
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;
Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности;
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА;
4 Диапазон токовой защиты
ПТ1 - 20…200 А;
ПТ2 - 200…380 А;
ПТ0 – без токовой защиты
5 Внешнее / автоматическое управление
А - автоматическое
В - внешнее
6 Вид индикации при срабатывании токовой защиты
1 - статусный светодиод
2 - статусный оптрон;
7 Крепление на DIN-рейку 35 мм.

ВНИМАНИЕ:

Для драйверов с исполнением ПТ0, вид перезапуска по срабатыванию ТЗ (5), и вид индикации при срабатывании ТЗ (6) в заказе НЕ УКАЗЫВАЕТСЯ!

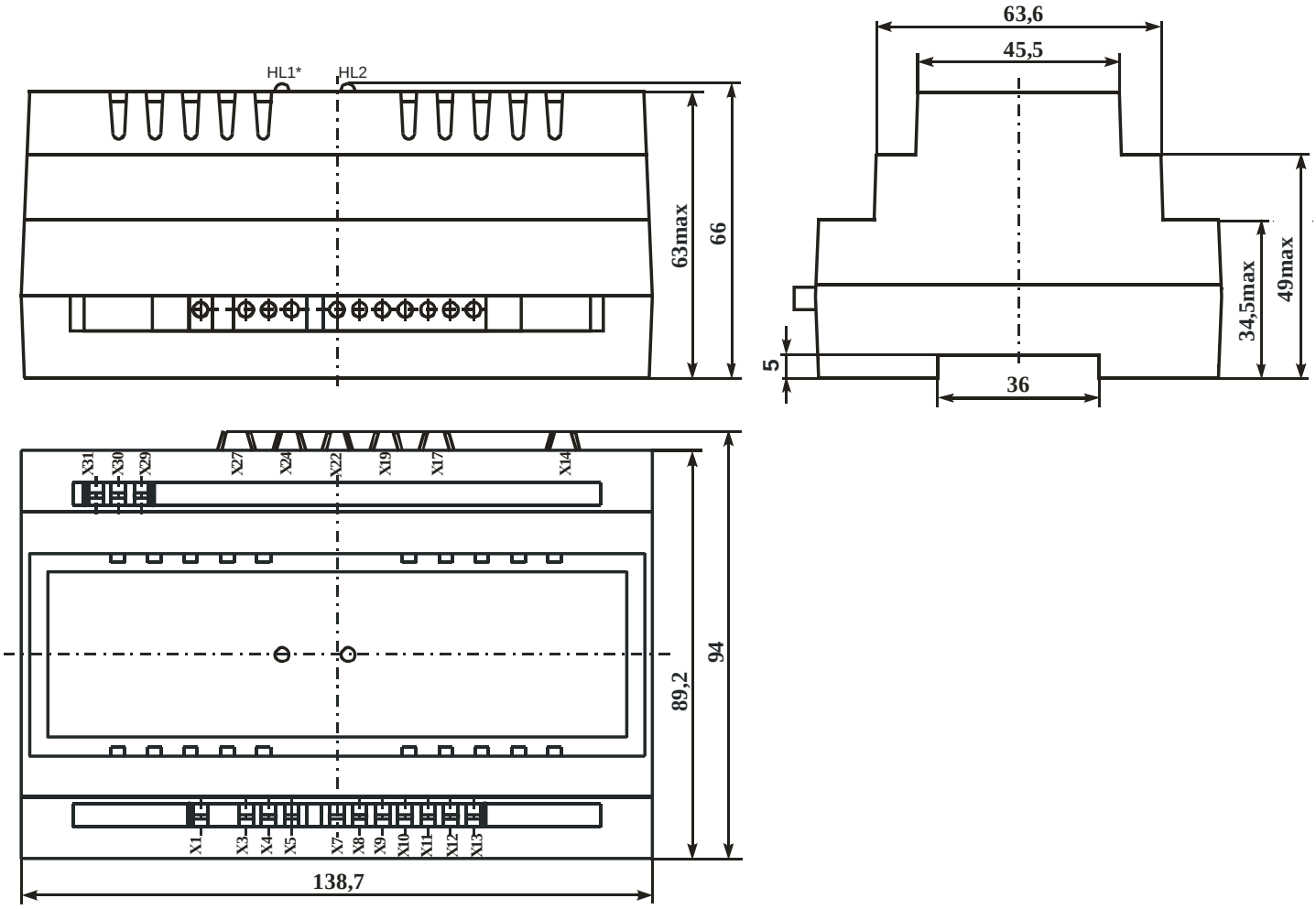


Рисунок 3 – Габаритный чертеж
(два светодиода только для исполнения «Статусный светодиод»)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Схема подключения ДТРВ-6.2-DIN показана на рисунке 4

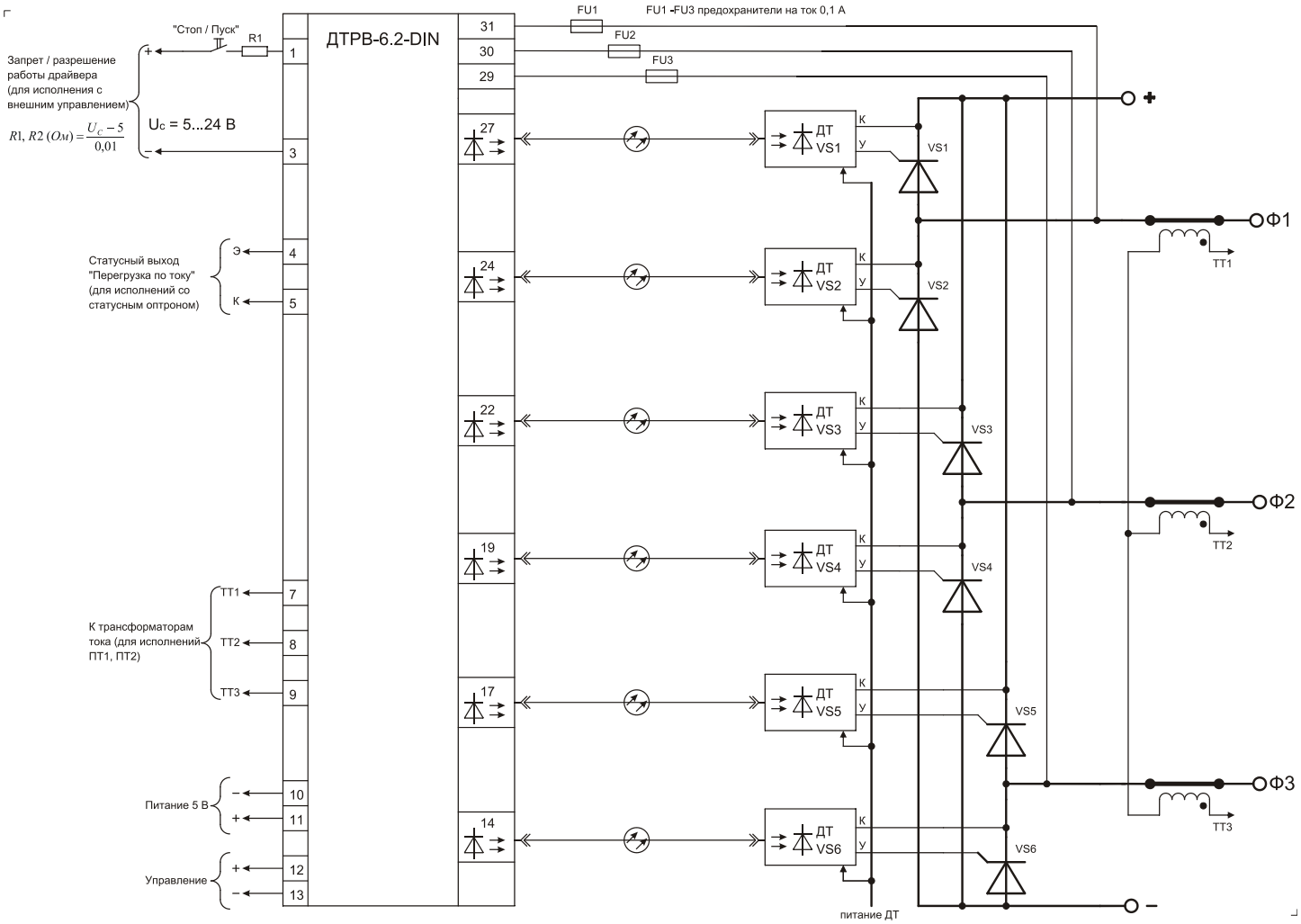


Рисунок 4 – Схема подключения

СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

ДТРВ-6.2-DIN_____ соответствует АЛЕИ .431169.007ТУ

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. ДТРВ-6.2-DIN _____ _____ шт.
2. Датчик токовый 1:2000±2% (для исполнений ПТ1, ПТ2) _____ _____ шт.

Место штампа ОТК

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕР ТРЕХФАЗНОГО ТИРИСТОРНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДТРВ – 6.1 – DIN

Драйвер трехфазного тиристорного выпрямителя ДТРВ-6.1-DIN предназначен для формирования импульсов управления драйверами ДТ (производства АО «Электрум-АВ») в составе силового мостового тиристорного выпрямителя питающегося от трехфазной сети частотой 50 Гц.

Драйвер обеспечивает защиту тиристоров по максимальному току (исполнение ПТ1 и ПТ2). Также драйвер может быть выполнен без максимально-токовой защиты (исполнение ПТ0).

Область применения

1 Выпрямители для питания IGBT инверторов с возможностью плавного заряда конденсаторных батарей;
2 Выпрямители для заряда аккумуляторных батарей;
3 Выпрямители устройств катодной антикоррозионной защиты;
4 Выпрямители для питания привода постоянного тока.

Принципы работы

В ДТРВ-6.1-DIN применен вертикально-импульсный метод регулирования среднего значения напряжения на нагрузке, при котором изменение среднего значения производится изменением длительности открытого состояния тиристоров в течение соответствующего полупериода напряжения сети.

Функциональная схема ДТРВ-6.1-DIN приведена на рисунке 1. Функциональное назначение выводов ДТРВ-6.1-DIN представлено в таблице 1.

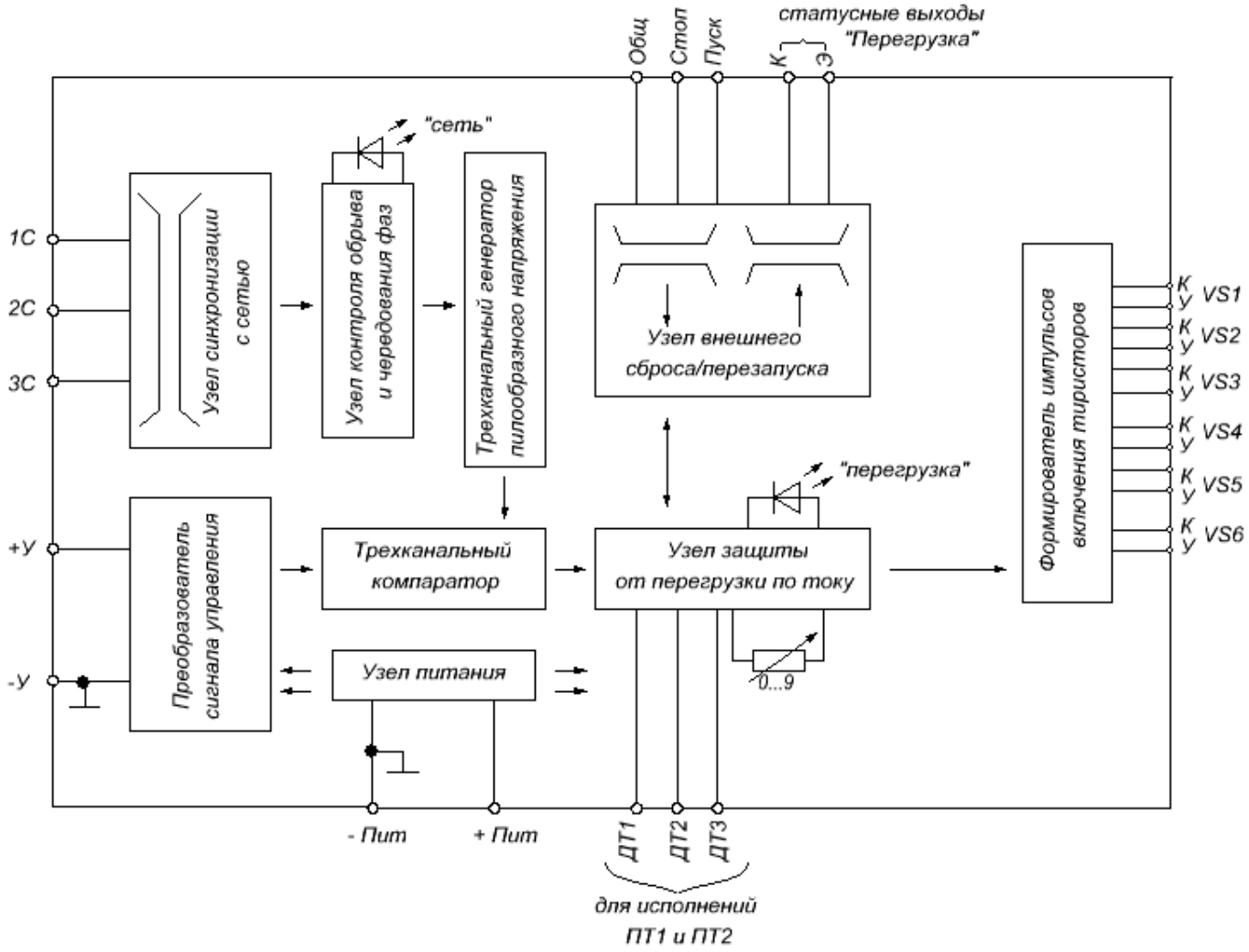


Рисунок 1 – Функциональная схема

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов ДТРВ-6.1-DIN

Вывод	Обозначение	Назначение
X1	Стоп	Вход сигнала «Стоп» (для исполнения с внешним перезапуском)
X2	Пуск	Вход сигнала «Пуск» (для исполнения с внешним перезапуском)
X3	Общ.	Общий вывод для сигналов «Пуск» и «Стоп» (для исполнения с внешним перезапуском)
X4	Э	Эмиттер статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X5	К	Коллектор статусного оптрона (для исполнения со статусным оптроном)
X6	Не используется	
X7	ДТ1	Вход датчика тока фаза 1
X8	ДТ2	Вход датчика тока фаза 2
X9	ДТ3	Вход датчика тока фаза 3
X10	- Пит	Питание 5 В
X11	+ Пит	
X12	+ У	Управление
X13	- У	
X14	– VS6	– Драйвера тиристора VS6
X15	+ VS6	+ Драйвера тиристора VS6
X16	Не используется	
X17	– VS5	– Драйвера тиристора VS5
X18	+ VS5	+ Драйвера тиристора VS5
X19	– VS4	– Драйвера тиристора VS4
X20	+ VS4	+ Драйвера тиристора VS4
X21	Не используется	
X22	– VS3	– Драйвера тиристора VS3
X23	+ VS3	+ Драйвера тиристора VS3
X24	– VS2	– Драйвера тиристора VS2
X25	+ VS2	+ Драйвера тиристора VS2
X26	Не используется	
X27	– VS1	– Драйвера тиристора VS1
X28	+ VS1	+ Драйвера тиристора VS1
X29	Ф3 с	Входы синхронизации с сетью
X30	Ф2 с	
X31	Ф1 с	

Узел синхронизации с сетью формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения. В трехканальном компараторе сравнивается напряжение генератора пилообразного напряжения и управляющего сигнала $U_{упр}$, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. При достижении напряжения ГПН величины $U_{упр}$, вырабатывается импульсы включения драйверов тиристоров. Изменение величины управляющего сигнала приводит к изменению момента равенства напряжения ГПН и $U_{упр}$ и, соответственно, угла проводимости тиристоров. Таким образом достигается регулирование среднего значения напряжения на нагрузке.

В ДТРВ-6.1-DIN предусмотрен режим плавного пуска по включению питания, подаче синхронизирующих сигналов и при возврате из режима «Перегрузка по току» (для исполнения ПТ1 и ПТ2) в рабочий режим, позволяющий снизить пусковой ток заряде емкостного фильтра трехфазного регулируемого выпрямителя.

В ДТРВ-6.1-DIN с исполнением ПТ1 и ПТ2 предусмотрены токовые входы для подключения датчиков тока, предназначенные для обеспечения защиты силовых тиристоров от перегрузки токами превышающими номинальное значение. При достижении значения тока в нагрузке выше допустимого, ДТРВ-6.1-DIN переходит в состояние «Перегрузка по току», происходит включение статусного светодиода (с красным цветом свечения) или открывание транзистора статусного оптрона (в зависимости от исполнения), на выходах управления драйверами тиристоров формируются сигналы, соответствующие закрытому состоянию тиристоров. Через 300 мс защита снимается. Происходит отключение статусного светодиода (или закрытие транзистора статусного оптрона), на выходах управления драйверами тири-

сторов формируются сигналы, осуществляющие плавный пуск от нуля до величины среднего значения напряжения на нагрузке, определяемой величиной сигнала управления.

Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность. Также ДТРВ-6.1-DIN может быть изготовлен в исполнении, при котором возврат из режима «Перегрузка по току» в рабочий режим производится по внешним сигналам, подаваемым на вход «Пуск», например с платы контроллера управления. Также предусмотрена возможность принудительного перевода ДТРВ-6.1-DIN в режим «Перегрузка», посредством подачи сигнала на вход «Стоп».

Для исполнения ПТ1 и ПТ2 под крышкой ДТРВ-6.1-DIN имеется десятипозиционный переключатель (0 … 9), позволяющий пользователю установить необходимый ток срабатывания защиты при вводе ДТРВ-6.1-DIN в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку ДТРВ-6.1-DIN и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»).Величины токов для исполнений ПТ1 и ПТ2 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Величина тока для исполнения ПТ1 и ПТ2

Положение переключателя		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исполнение ПТ1	Ток срабатывания защиты, А	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
Исполнение ПТ2	Ток срабатывания защиты, А	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266

Помимо защиты от перегрузки по току, в ДТРВ-6.1-DIN имеется защита, позволяющая контролировать наличие напряжения на всех трех фазах, подключенных к тиристорному выпрямителю, а также правильный порядок чередования фаз. Тем самым исключается работа в неполнофазном режиме, а также неуправляемое состояние при нарушении порядка чередования фаз. При наличии напряжения во всех трех фазах и при правильном порядке чередования фаз, индикатор «Сеть» имеет зеленый цвет свечения, при обрыве фаз, а также при нарушении порядка их чередования, индикатор «Сеть» не светится, на выходах управления драйверами тиристоров, сформированы сигналы соответствующие их закрытому состоянию.

ДТРВ-6.1-DIN работает в комплекте с управляющими устройствами (стороннего производителя), имеющими стандартный аналоговый выходной сигнал постоянного тока.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРВ -6.1, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.

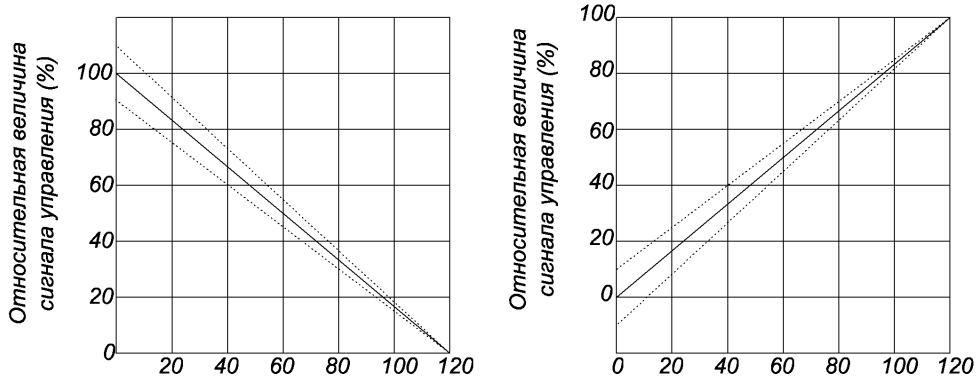


Рисунок 2 – Характеристика управления

Основные технические характеристики ДТРВ-6.1-DIN приведены в таблице 3. Габаритные размеры ДТРВ-6.1-DIN представлены на рисунках 3 и 4.

Технические характеристики

Таблица 3 – Основные технические характеристики

1 Питание

Наименование параметра	Ед. изм.	Величина	Примечание
1.Напряжение питания	В	5	постоянного тока
2. Отклонение величины напряжения питания, не более	%	± 10	
3. Потребляемый ток, не более	мА	150	

2 Характеристики входных цепей

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей ДТРВ-6.1 DIN										Примечание
		А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
1 Значение сигнала управления, соответствующего минимальной мощности	В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
	мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
2 Значение сигнала управления, соответствующего максимальной мощности	В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
	мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
3 Сопротивление входной цепи сигнала управления, $R_{вх}$, не более	кОм	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	12,5	11,1	0,062	0,2	0,05	

3 Характеристики выходной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
Выходной ток	не более	мА	12	ti ≤ 10 мс
Выходное напряжение	не более	В	5	цепь управления разомкнута

4 Характеристики статусной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Ток коллектора	не более	мА	50	
2 Напряжение коллектор – эмиттер	не более	В	40	

5 Характеристики цепей внешнего перезапуска («Пуск», «Стоп»)

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Величина напряжения импульса перезапуска	не более	В	5	
2. Длительность импульса перезапуска	не менее	мс	10	

6 Характеристики цепей синхронизации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1. Напряжение синхронизации		В	30 ÷ 80	
2. Ток потребляемый по входу синхронизации	не более	мА	15	

7 Характеристики изоляции

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Электрическая прочность изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего перезапуска относительно выходных цепей	не более	кВ	2,5	переменного тока 50 Гц
4 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания, входных цепей, статусных цепей, цепей внешнего перезапуска относительно выходных цепей при нормальных условиях	не менее	МОм	40	испытательное напряжение 1000 В постоянного тока

8 Массогабаритные показатели

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Масса	не более	кг	-	
2 Габаритные размеры	не более	мм	90x140	исполнение 01
			91x160	исполнение 02

9 Условия эксплуатации

Наименование параметра		Ед. изм.	Величина	Примечание
1 Рабочая температура		˚С	-45 ÷ + 65	
2 Относительная влажность	не более	%	80	

Система обозначений

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ-6.1}}{1} - \frac{\text{А}}{2}\,\frac{1}{3} - \frac{\textit{ПТ2}}{4} - \frac{\text{А}}{5} - \frac{1}{6} - \frac{\text{DIN}}{7}\,\frac{1}{8}$

1 Наименование драйвера;
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;
Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности;
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА;
4 Диапазон токовой защиты
ПТ1 - 20…200 А;
ПТ2 - 200…380 А;
ПТ0 – без токовой защиты
5 Вид перезапуска по срабатыванию токовой защиты
А - автоматический
В - внешний
6 Вид индикации при срабатывании токовой защиты
1 - статусный светодиод
2 - статусный оптрон;
7 Крепление на DIN-рейку 35 мм.
8 Вариант конструкторского исполнения

ВНИМАНИЕ:

Для драйверов с исполнением ПТ0, вид перезапуска по срабатыванию ТЗ (5), и вид индикации при срабатывании ТЗ (6) в заказе НЕ УКАЗЫВАЕТСЯ!

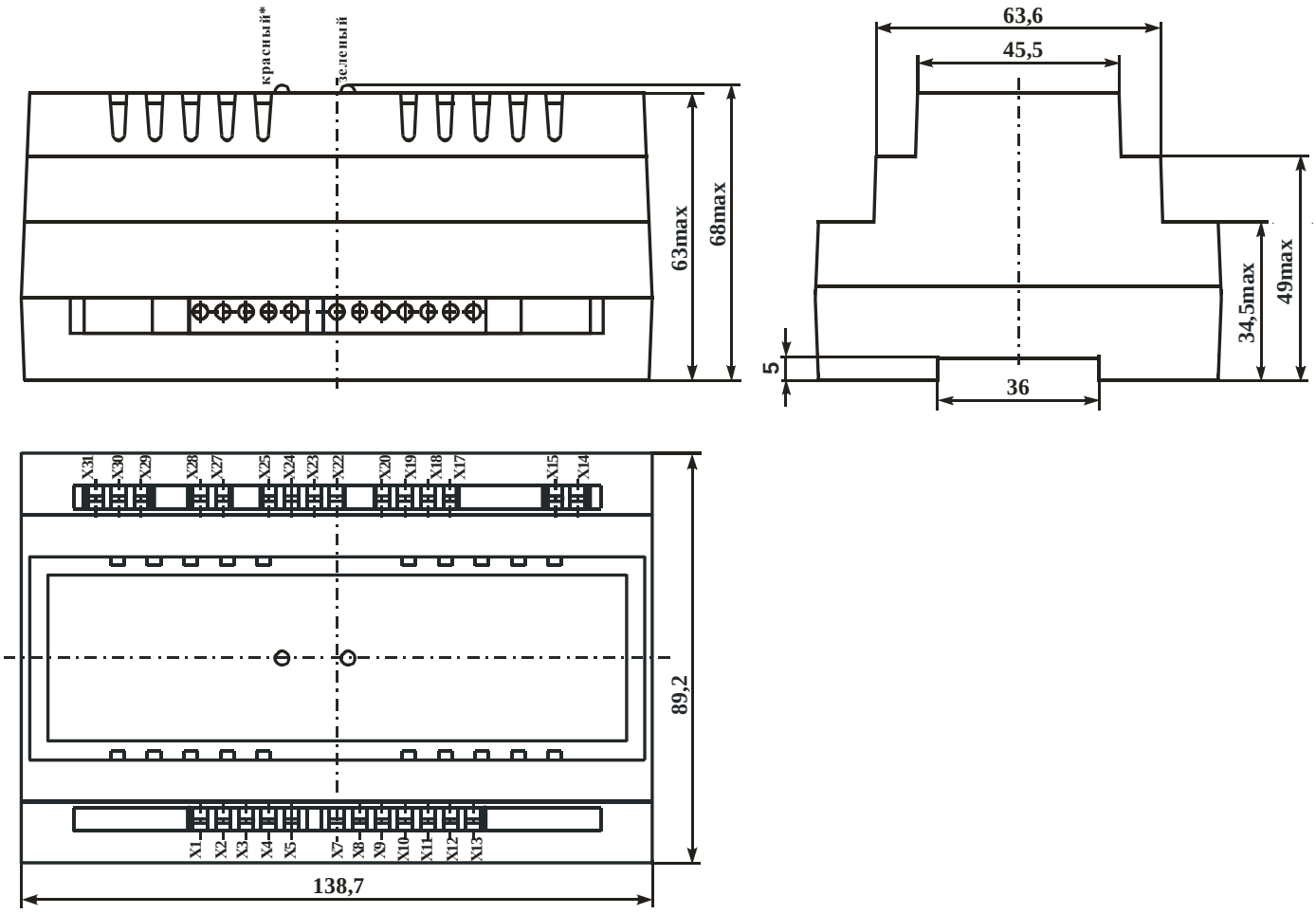


Рисунок 3 – Габаритный чертеж - исполнение 1
*только для вида индикации статусный светодиод

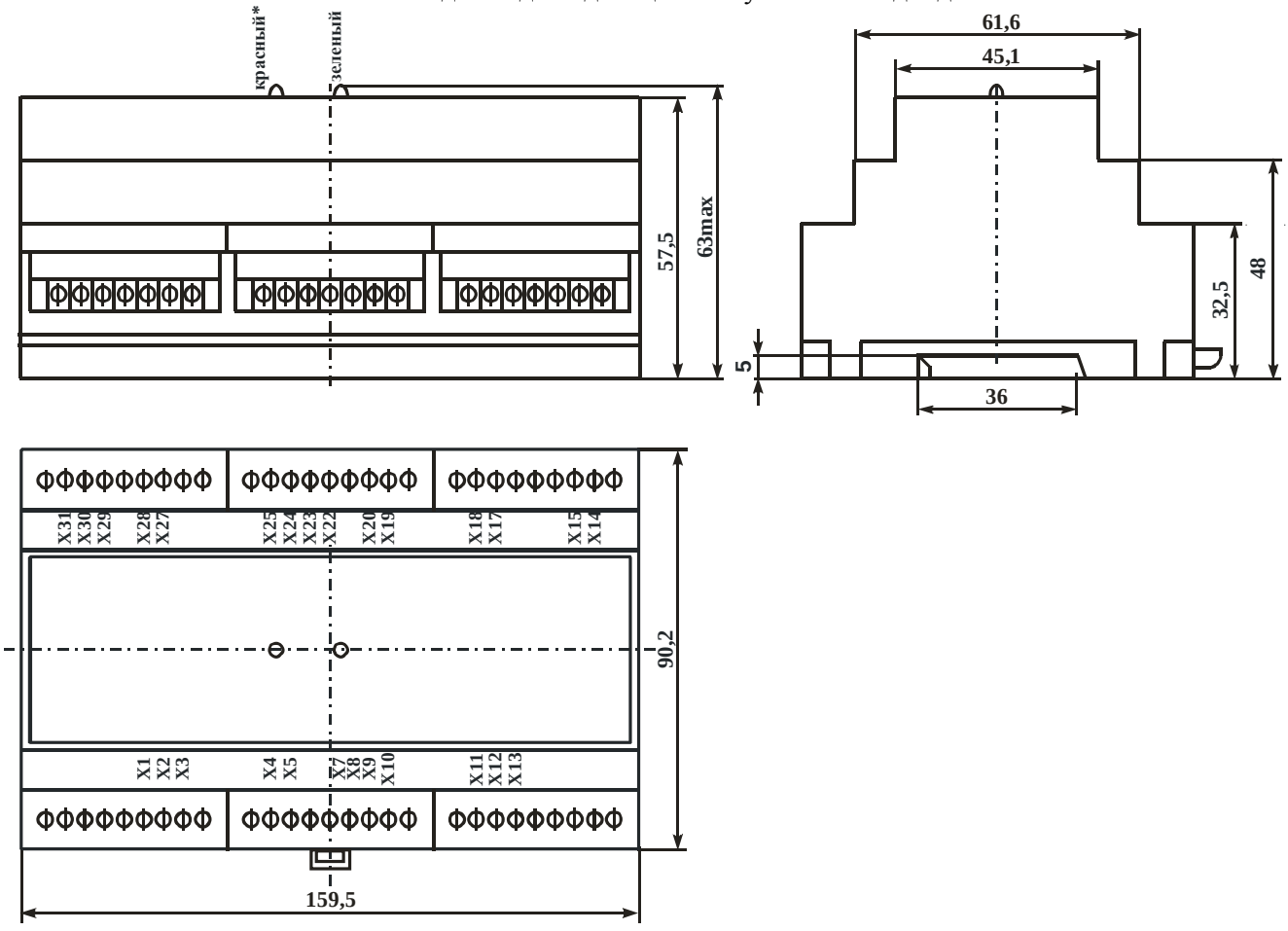


Рисунок 4 – Габаритный чертеж - исполнение 2
*только для вида индикации статусный светодиод

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Схема подключения ДТРВ-6.1-DIN показана на рисунке 5

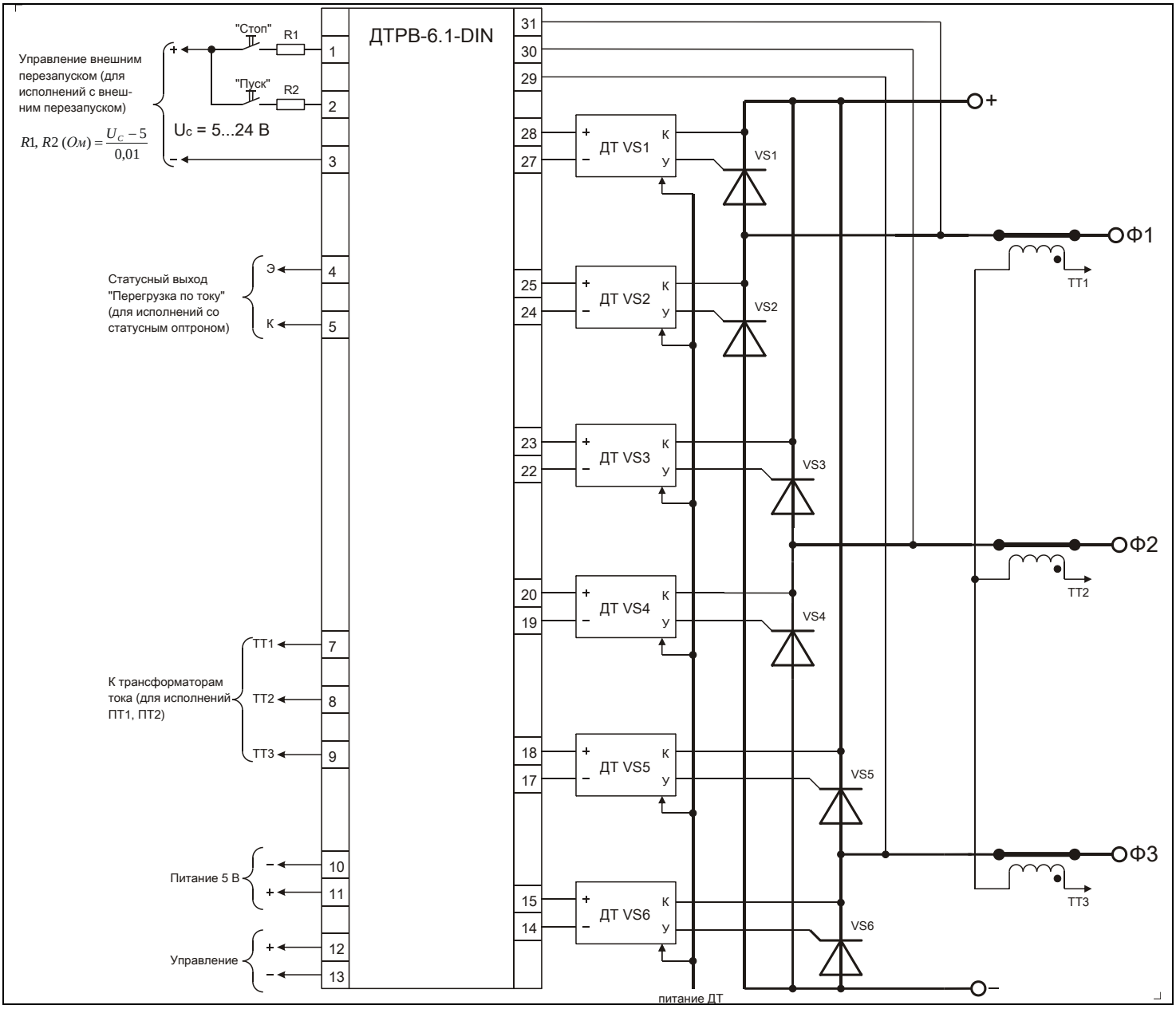


Рисунок 5 – Схема подключения

СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

ДТРВ-6.1-DIN_____ соответствует комплекту КД

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. ДТРВ-6.1-DIN _____ _____ шт.
2. Датчик токовый 1:2000±2% (для исполнений ПТ1, ПТ2) _____ _____ шт.

Место штампа ОТК

ДРАЙВЕРЫ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

1 Назначение и функции

Драйвер трехфазного регулируемого выпрямителя ДТРВ (в дальнейшем – ДТРВ) предназначен для управления трехфазным тиристорно-диодным мостом М23 или аналогичным мостом на модулях М3 или другим трехфазным тиристорно-диодным мостом и совместно с ними позволяет построить трехфазный регулируемый выпрямитель. ДТРВ обеспечивает гальваническую изоляцию цепей управления и цепей управления тиристорами.

В ДТРВ применен фазовый метод регулирования выпрямленного напряжения, при котором изменение действующего значения выпрямленного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния тиристоров, в течение полупериода.

Принцип действия и функциональное назначение узлов ДТРВ показаны на рисунке 1.

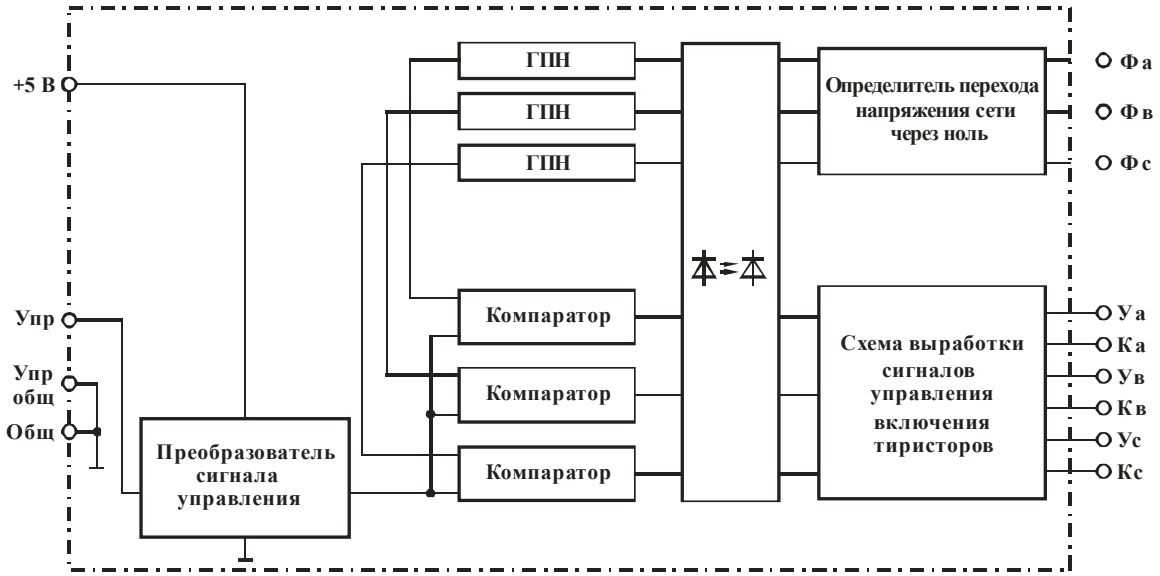
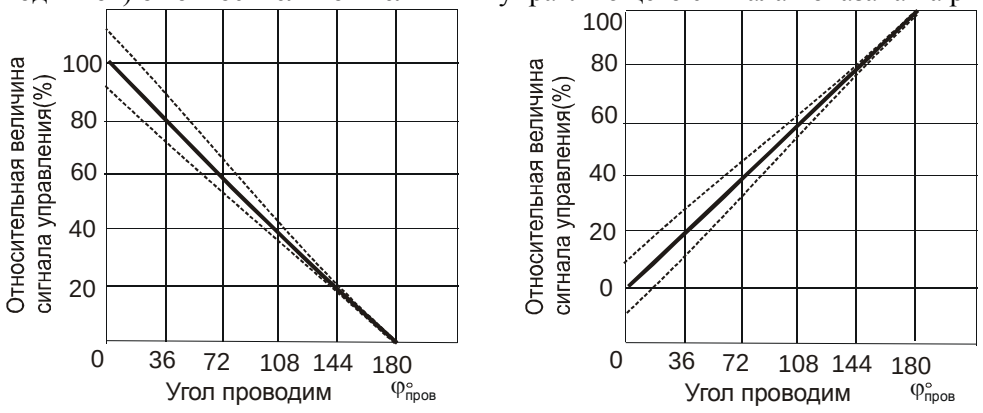


Рисунок 1 – Функциональная схема ДТРВ

Определитель перехода напряжения сети через нуль (ОПНН) формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения (ГПН). В компараторе (К) сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала Uупр, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. Когда напряжение ГПН достигает величины Uупр, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Изменяя величину управляющего сигнала, тем самым изменяем момент равенства напряжения ГПН и Uупр и, соответственно, фазу включения тиристоров. Этим самым и достигается регулирование величины средне-квадратичного значения напряжения в нагрузке.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРВ, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.



А – 100% сигнала управления соответствует минимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке;

Б – 100% сигнала управления соответствует максимальному средне-квадратичному значению напряжения на нагрузке.

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

2 Основные параметры

Основные технические данные и характеристики входных цепей отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические данные и характеристики входных цепей

Наименование параметров		Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
			А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры													
1 Ток потребления, Iпот, не более		мА	50										Uпит = 5 В
2 Значение сигнала управления, соответствующее минимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке		В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
		мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
3 Значение сигнала управления, соответствующее максимальному ср. кв. значению напряжения на нагрузке		В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
		мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
4 Сопротивление входной цепи сигнала управления, Rвх		кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	
5 Напряжение изоляции по постоянному току		В	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	1 мин
Предельно допустимые значения основных параметров													
1 Напряжение питания, Uпит	не менее	В	4,5										
	не более	В	5,5										
2 Напряжение на входе «Упр», Uв	не более	В	6	12	2	2	2	6	12	2	2	2	
3 Пиковое значение напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс», Uвх.пик	не более	В	1200										tи = 10 мс
4 Действующее значение линейного напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс», Uвх.лин	не менее	В	200										
	не более		450										
5 Выходной ток по выводу управления	не менее	А	1 10										tи = 1 мс tи = 100 мкс
6 Рабочий диапазон температур, Траб		°С	-40…+80										

3 Габаритные размеры и назначение выводов

Габаритный чертеж ДТРВ показан на рисунке 3.

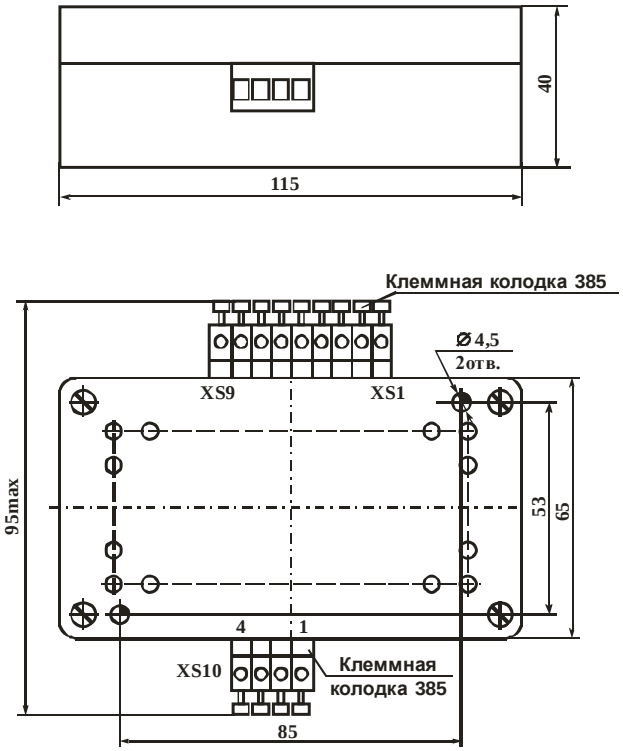


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ДТРВ

Функциональное назначение выводов отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональное назначение выводов ДТРВ

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS1		Фа	Вход фазы А силовой сети переменного тока
XS2		Уа	Подключение управляющего электрода тиристора
XS3		Ка	Подключение катода тиристора
XS4		Фв	Вход фазы В силовой сети переменного тока
XS5		Ув	Подключение управляющего электрода тиристора
XS6		Кв	Подключение катода тиристора
XS7		Фс	Вход фазы С силовой сети переменного тока
XS8		Ус	Подключение управляющего электрода тиристора
XS9		Кс	Подключение катода тиристора
XS10	1	Общ (-5 В)	Общий «минус» цепей питания
	2	+5 В	Напряжение питания +5 В
	3	Упр.общ	«Минус» сигнала управления
	4	Упр	Вход сигнала управления

4 Рекомендации по применению

Схемы подключения ДТРВ в цепь нагрузки показана на рисунках 4 – 6.

ДТРВ монтировать как можно ближе к управляемому мосту, но не на охладителе, на котором он размещен. При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода управления для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

Внимание! При подключении фазовых проводов обеспечить строгое чередование фаз согласно рисункам 4, 5 и 6.

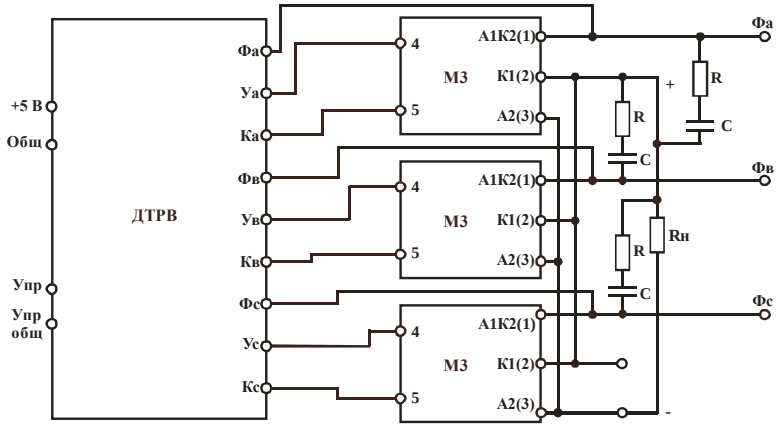


Рисунок 4 – Схема включения ДТРВ совместно с тремя модулями М3 к нагрузке

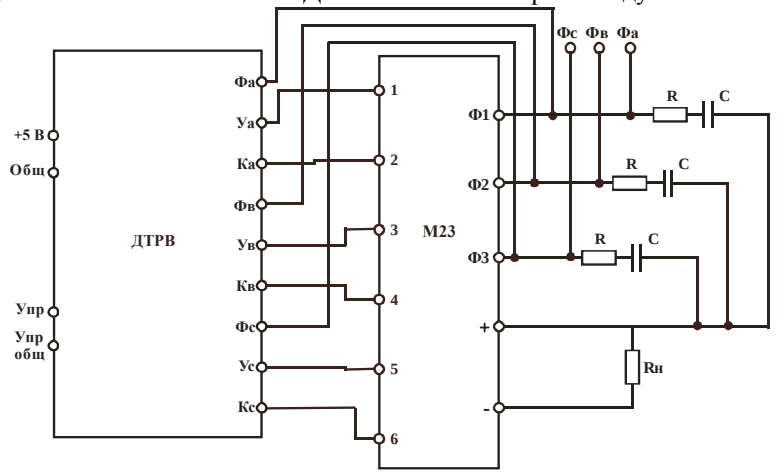


Рисунок 5 – Схема включения ДТРВ совместно с мостом М23 к нагрузке

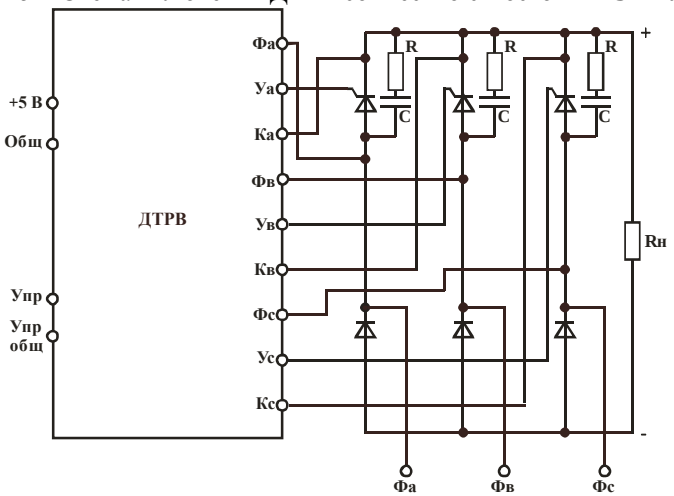


Рисунок 6 – Схема включения ДТРВ совместно с другими диодно-тиристорными модулями

R = 10…27 Ом х 10 Вт
C = 0,33 мкФ х 1000 В
Для улучшения стойкости к dU/dt необходимо шунтировать модуль RC цепями (см.рис. 4, 5, 6)

5 Система обозначения

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРВ}}{1}-\frac{\text{А}}{2}-\frac{1}{3}$

1 Наименование драйвера трехфазного регулятора мощности
2 Характеристика управления:
А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;
Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности.
3 Вид сигнала управления:
1 - 0…5 В;
2 - 0…10 В;
3 - 4…20 мА;
4 - 0…5 мА;
5 - 0…20 мА.

6 Сведения о приемке

Модуль _____соответствует комплекту КД

Место для штампа ОТК

7 Комплект поставки

1. Драйвер _____ _____ шт.

8 Рекомендации по утилизации

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕРЫ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ ДТРМ-А1-05, ДТРМ-А2-05, ДТРМ-А3-05, ДТРМ-А4-05, ДТРМ-А5-05, ДТРМ-Б1-05, ДТРМ-Б2-05, ДТРМ-Б3-05, ДТРМ-Б4-05, ДТРМ-Б5-05

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Драйвер трехфазного регулятора мощности ДТРМ-05 (далее – ДТРМ) предназначен для управления тремя парами встречно-параллельно включенных тиристоров через драйвера ДТ, изготовленными АО "Электрум АВ", и совместно с ними обеспечивает построение трехфазного регулятора мощности.

В ДТРМ применен фазовый метод регулирования мощности в трехфазной нагрузке, при котором изменение действующего значения переменного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния одного из тиристоров в течение соответствующего полупериода частоты сети. Драйвер синхронизируется переменным напряжением 50 Гц.

Линейное напряжение 200 ÷ 430 В. Диапазон рабочих токов 330 ÷ 780 А.

Принцип действия и функциональное назначение узлов ДТРМ показаны на рисунке 1.

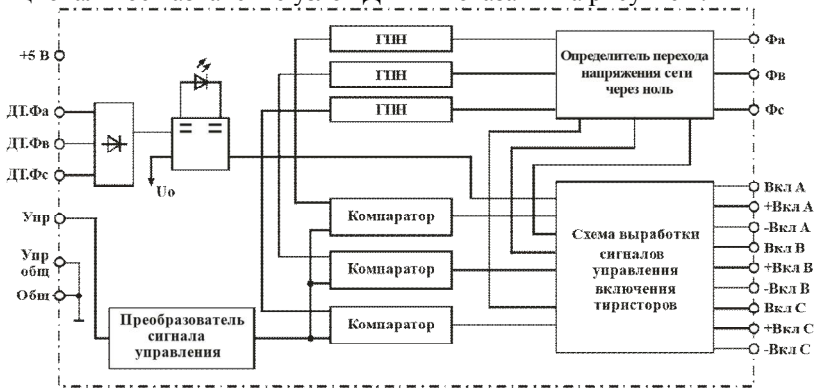


Рисунок 1 – Функциональная схема ДТРМ

Определитель перехода напряжения сети через нуль (ОПНН) формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения (ГПН). В компараторе (К) сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала Uупр, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. Когда напряжение ГПН достигает величины Uупр, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Изменяя величину управляющего сигнала, тем самым изменяем момент равенства напряжения ГПН и Uупр и, соответственно, фазу включения тиристоров. Этим самым и достигается регулирование мощности в нагрузке. В ДТРМ предусмотрен режим плавного пуска по включению питания и при перегрузке, исключающий большой начальный пусковой ток. В ДТРМ предусмотрены токовые входы для подключения датчиков тока, чем обеспечивается защита оптотиристоров от перегрузки. При достижении мгновенного значения тока в нагрузке Im= 1,41·Iком.ср.кв. ДТРМ переходит в состояние «Перегрузка», происходит изменение цвета свечения статусного светодиода с зеленого на красный, на выходах управления тиристорами формируются сигналы, соответствующие нулевой мощности в нагрузке. Через 300 мс защита снимается. Цвет свечения статусного светодиода меняется на зеленый, на выходах управления тиристорами формируются сигналы, осуществляющие плавный пуск от нулевой мощности в нагрузке до мощности, определяемой величиной сигнала управления. Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность.

Под крышкой ДТРМ имеется десятипозиционный переключатель (0 – 9), позволяющий пользователю установить необходимый ток срабатывания защиты при вводе ДТРМ в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку ДТРМ и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»). Функциональное назначение выводов отражено в таблице 1.

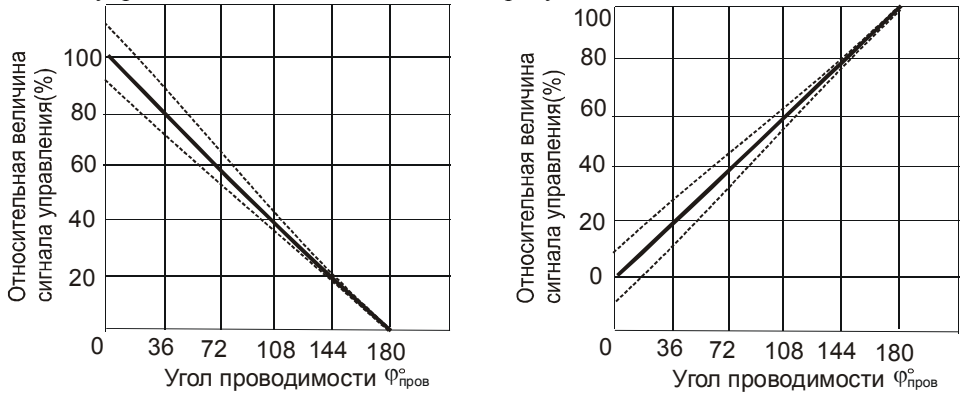
Таблица 1 – Функциональное назначение выводов ДТРМ

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS1	1	Упр.общ	«Минус» сигнала управления
	2	Упр	Вход сигнала управления
	3	+5 В	Напряжение питания +5 В
	4	Общ (-5 В)	Общий «минус» цепей питания
XS2	1	Фа	Фазовые входы силовой сети переменного тока
	2	Фв	
	3	Фс	
XS3	1	Вкл.Фа	Вывод включения фазы А
	2	-Вкл.Фа	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы А
	3	+Вкл.Фа	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы А
	4	Вкл.Фв	Вывод включения фазы В
	5	-Вкл.Фв	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы В

Продолжение таблицы 1

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS3	6	+Вкл.Фв	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы В
	7	Вкл.Фс	Вывод включения фазы С
	8	-Вкл.Фс	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы С
	9	+Вкл.Фс	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы С
XS4	1	ДТ. Фа	Вывод для подключения датчика тока Фа
	2	ДТ. Фв	Вывод для подключения датчика тока Фв
	3	ДТ. Фс	Вывод для подключения датчика тока Фс

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРМ, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.



А Б

А – 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;
Б – 100% сигнала управления соответствуют полной мощности.

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

Основные технические данные и характеристики входных цепей отражены в таблице 2. Основные технические данные и характеристики выходной цепи отражены в таблице 3.

Таблица 2 – Основные технические данные и характеристики входных цепей

Наименование параметров		Ед. изм	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
			А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры													
1 Ток потребления, Iпот, не более		мА	120										Uпит = 5 В
2 Ток входов «Фа», «Фв», «Фс» ср. кв. значение, Iвх.ср.кв.		мА	7										Uвх = ~380В
3 Значение сигнала управления при нулевой мощности		В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
		мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
4 Значение сигнала управления при полной мощности		В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
		мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
5 Сопротивление входной цепи сигнала управления, Rвх		кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	
Предельно допустимые значения основных параметров													
1 Напряжение питания, Uпит	не менее	В	4,5										
	не более	В	5,5										
2 Напряжение на входе «Упр», Uв	не более	В	6	12	2	2	2	6	12	2	2	2	
3 Действующее значение линейного напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс», Uвх.лин	не менее	В	9										
	не более		18										

Таблица 3 – Предельно-допустимые значения параметров выходной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Параметр	Примечание
1 Выходной ток «Вкл.Фа», «-Вкл.Фа», «+Вкл.Фа», «-Вкл.Фв», «+Вкл.Фв», «Вкл.Фв»,	не более	мА	100	
«-Вкл.Фс», «+Вкл.Фс», «Вкл.Фс», Iвых				
2 Рабочий диапазон температур, Траб		◦С	0…+80	

Габаритный чертеж ДТРМ показан на рисунке 3.

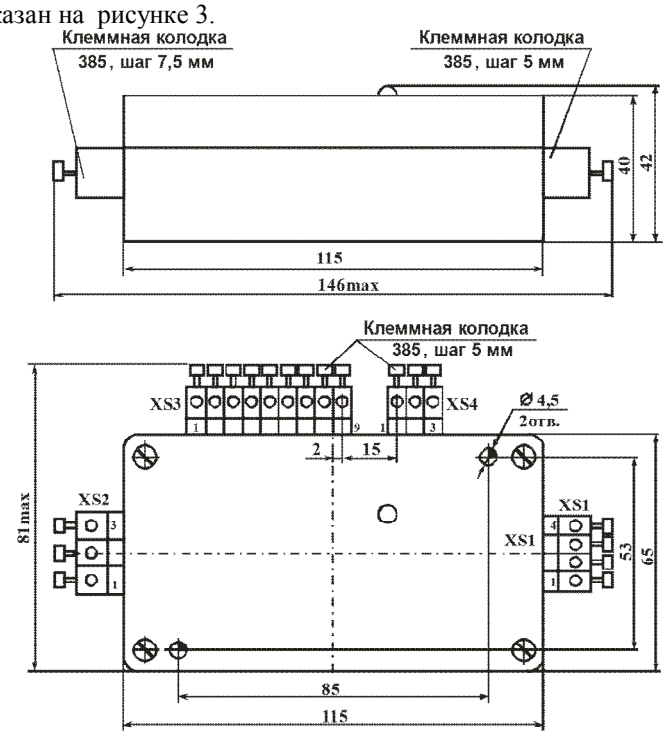


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ДТРМ

Драгоценных и цветных металлов не содержится.

Система обозначений: $\frac{\text{ДТРМ}}{1} - \frac{\text{А}}{2} - \frac{1}{3} - \frac{\text{ПТ1}}{4} - \frac{05}{5}$

1 Наименование драйвера трехфазного регулятора мощности; 2

2 Характеристика управления:

А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;

Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности; 3

3 Вид сигнала управления:

1 - 0…5 В;

2 - 0…10 В;

3 - 4…20 мА;

4 - 0…5 мА; 5 - 0…20 мА;

4 Токовая защита:

ПТ – в диапазоне от 330 до 780 А

5 05 – Вариант исполнения

Рекомендации по применению

Схема подключения ДТРМ в цепь нагрузки показана на рисунке 4.

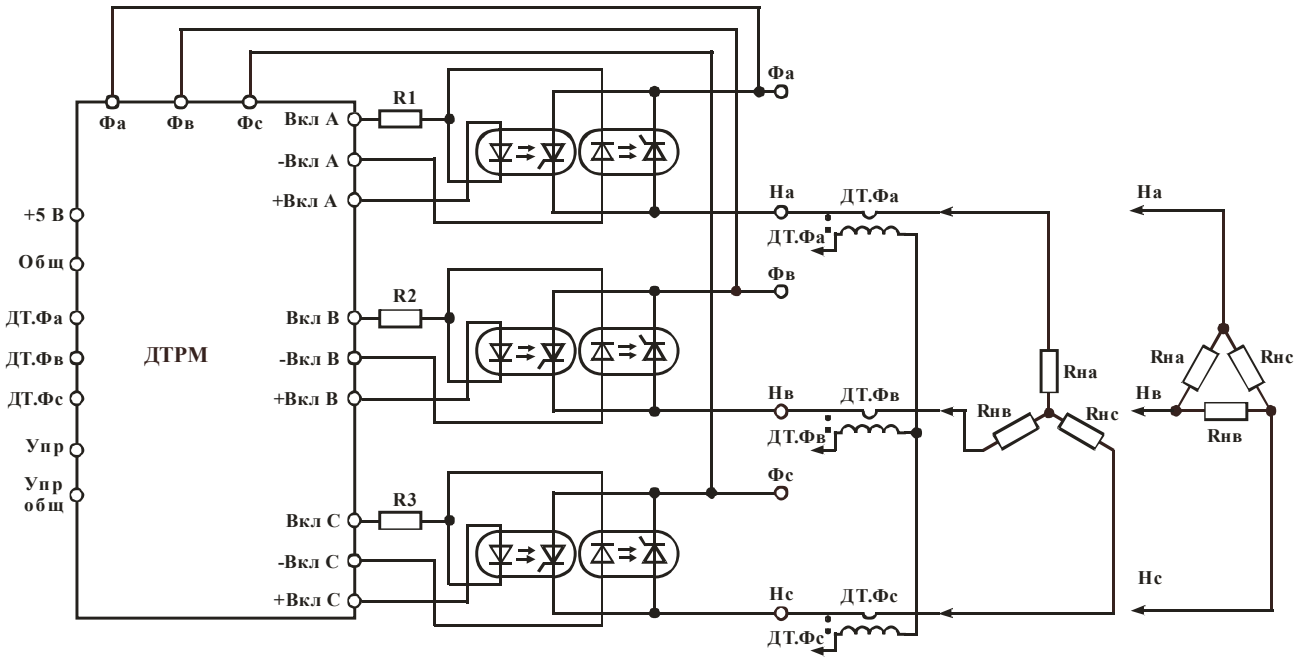
ДТРМ монтировать как можно ближе к управляемым модулям, но не на охладителе, на котором они размещены. При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода управления для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

ДТРМ комплектуется датчиками тока с коэффициентом передачи тока 1:6000. В случае применения датчиков тока, отличных от рекомендуемых, необходимо обеспечить входной ток по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв и ДТ.Фс согласно таблице 4.

Таблица 4

Положение переключателя	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ток срабатывания защиты в нагрузке, А	330	380	430	480	530	580	630	680	730	780
Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	76	88	100	112	124	136	148	160	172	184

ВНИМАНИЕ! Для правильного функционирования защиты ДТРМ и токовой защиты необходимо строго соблюсти подключение фаз к ДТРМ и полярность подключения обмоток токового трансформатора (ДТ) в соответствии с рисунком 4.



R1= R2= R3 и рассчитываются по формуле $R = \frac{5}{I_\Delta}$, где I_Δ - ток светодиода оптопары

Рисунок 4 – Схема подключения к нагрузке ДТРМ совместно с тремя парами встречно-параллельно включенных тиристоров с опторазвязкой

Гарантии изготовителя

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

Сведения о приемке

ДТРМ _____ соответствует комплекту КД
Место для штампа ОТК

Комплект поставки

1 ДТРМ _____ _____ шт.
2 Датчик токовый ТТ80-1200А-600 (3 шт. на один ДТРМ) _____ _____ шт.

Рекомендации по утилизации

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

ДРАЙВЕРЫ ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ

1 Назначение и функции

Драйвер трехфазного регулятора мощности ДТРМ (в дальнейшем – ДТРМ) предназначен для управления тиристорным модулем с тремя парами встречно-параллельно включенных тиристоров с опторазвязкой МО26Д, тремя тиристорными модулями с парой встречно-параллельно включенных тиристоров с опторазвязкой МО8Д или шестью оптотиристорами и совместно с ними обеспечивает построение трехфазного регулятора мощности.

В ДТРМ применен фазовый метод регулирования мощности в трехфазной нагрузке, при котором изменение действующего значения переменного напряжения на нагрузке производится изменением длительности открытого состояния одного из тиристоров в течение соответствующего полупериода частоты сети.

Принцип действия и функциональное назначение узлов ДТРМ показаны на рисунке 1.

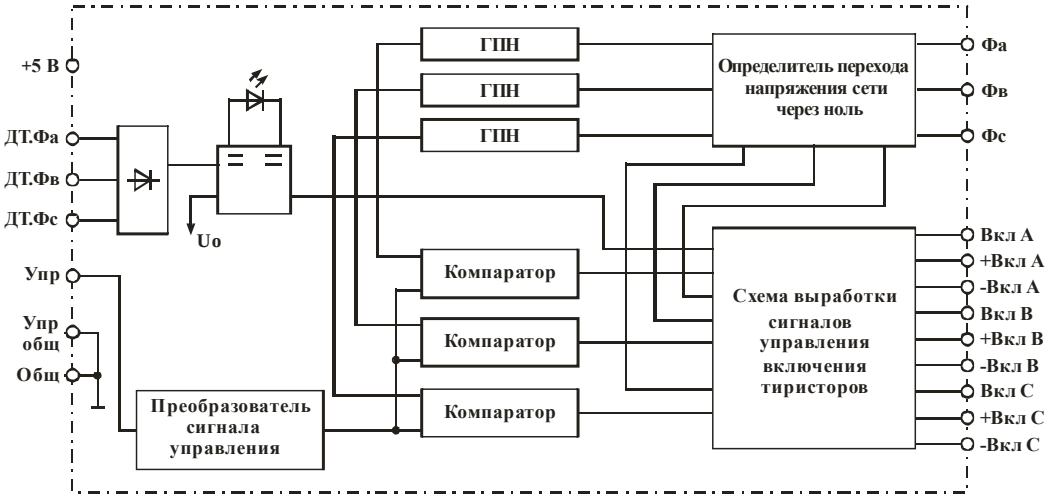


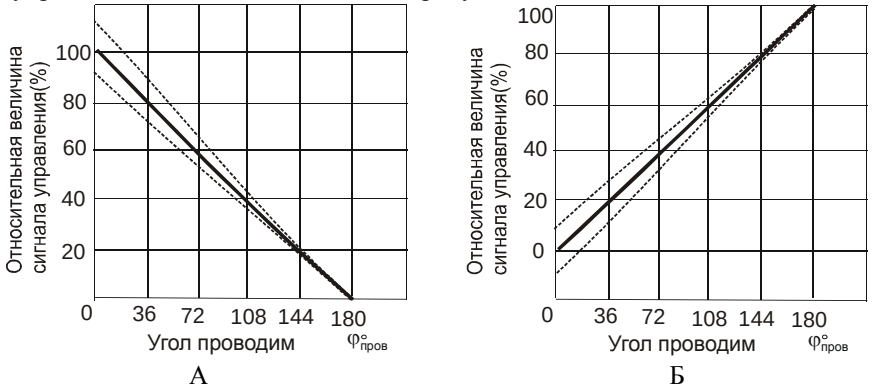
Рисунок 1 – Функциональная схема ДТРМ

Определитель перехода напряжения сети через нуль (ОПНН) формирует импульсы в момент перехода напряжения сети через нуль, которые синхронизируют генератор пилообразного напряжения (ГПН). В компараторе (К) сравнивается напряжение ГПН и управляющего сигнала Uупр, получаемого со схемы преобразователя входного сигнала. Когда напряжение ГПН достигает величины Uупр, вырабатывается импульс включения внешних тиристоров. Изменяя величину управляющего сигнала, тем самым изменяем момент равенства напряжения ГПН и Uупр и, соответственно, фазу включения тиристоров. Этим самым и достигается регулирование мощности в нагрузке. В ДТРМ предусмотрен режим плавного пуска по включению питания и при перегрузке, исключающий большой начальный пусковой ток. В ДТРМ предусмотрены токовые входы для подключения датчиков тока, чем обеспечивается защита модулей МО8Д, МО26Д или оптотиристоров от перегрузки. При достижении мгновенного значения тока в нагрузке Im= 1,41·Iком.ср.кв. ДТРМ переходит в состояние «Перегрузка», происходит изменение цвета свечения статусного светодиода с зеленого на красный, на выходах управления тиристорами формируются сигналы, соответствующие нулевой мощности в нагрузке. Через 300 мс защита снимается. Цвет свечения статусного светодиода меняется на зеленый, на выходах управления тиристорами формируются сигналы, осуществляющие плавный пуск от нулевой мощности в нагрузке до мощности, определяемой величиной сигнала управления. Если аварийная ситуация не устранена, выше описанный процесс продолжается до тех пор, пока не будет устранена неисправность.

Под крышкой ДТРМ имеется десятипозиционный переключатель (0 – 9), позволяющий пользователю установить необходимый ток срабатывания защиты при вводе ДТРМ в эксплуатацию, для чего необходимо снять крышку ДТРМ и установить переключатель нужное положение (при поставке потребителю переключатель установлен в положение «0»). ДТРМ изготавливается в двух исполнениях на два диапазона тока срабатывания защиты согласно таблице 4.

Допускаемая величина повторяющегося импульсного напряжения в закрытом состоянии силовых тиристоров составляет 1200 В, обеспечивая надежность изделия при возникновении перенапряжений, зависящих от характера нагрузки.

Преобразователь сигнала управления, в зависимости от варианта исполнения ДТРМ, производит преобразование управляющего сигнала пяти видов (0…5 В; 0…10 В; 0…5 мА; 0…20мА; 4…20 мА) в сигнал «Uупр» для двух типов характеристики управления. Зависимость угла проводимости тиристоров (времени, в течение которого тиристоры проводят ток) от относительной величины управляющего сигнала показана на рисунке 2.



А – 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;

Б – 100% сигнала управления соответствуют полной мощности.

Рисунок 2 – Типы характеристик управления

2 Основные параметры

Основные технические данные и характеристики входных цепей отражены в таблице 1. Основные технические данные и характеристики выходной цепи отражены в таблице 2.

Таблица 1 – Основные технические данные и характеристики входных цепей

Наименование параметров		Ед. изм.	Обозначение видов и типов входных цепей										Примечание
			А-1	А-2	А-3	А-4	А-5	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	
Основные электрические параметры													
1 Ток потребления, Iпот, не более		мА	120										Uпит = 5 В
2 Ток входов «Фа», «Фв», «Фс» ср. кв. значение, Iвх.ср.кв.		мА	7										Uвх = ~380В
3 Значение сигнала управления при нулевой мощности		В	5±0,5	10±1	-	-	-	0÷0,5	0÷1	-	-	-	
		мА	-	-	20±2	5±0,5	20±2	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	
4 Значение сигнала управления при полной мощности		В	0÷0,5	0÷1	-	-	-	5±0,5	10±1	-	-	-	
		мА	-	-	4±0,4	0÷0,5	0÷2	-	-	20±2	5±0,5	20±2	
5 Сопротивление входной цепи сигнала управления, Rвх		кОм	≥10	≥10	-	-	-	≥10	≥10	-	-	-	
Предельно допустимые значения основных параметров													
1 Напряжение питания, Uпит	не менее	В	4,5										
	не более	В	5,5										
2 Напряжение на входе «Упр», Uв	не более	В	6	12	2	2	2	6	12	2	2	2	
3 Пиковое значение входов «Фа», «Фв», «Фс», Uвх.пик	не более	В	1200										tи = 10 мкс
4 Действующее значение линейного напряжения на входах «Фа», «Фв», «Фс», Uвх.лин	не менее	В	200										
	не более		450										
5 Выходной импульсный ток, Iвых. имп, не менее		мА	10										

Таблица 2 – Предельно-допустимые значения параметров выходной цепи

Наименование параметра		Ед. изм.	Параметр	Примечание
1 Выходной ток «Вкл.Фа», «-Вкл.Фа», «+Вкл.Фа», «-Вкл.Фв», «+Вкл.Фв», «Вкл.Фв», «-Вкл.Фс», «+Вкл.Фс», «Вкл.Фс», Iвых	не более	мА	100	
2 Рабочий диапазон температур, Траб		°С	0…+80	

3 Габаритные размеры и назначение выводов

Габаритный чертеж ДТРМ показан на рисунке 3.

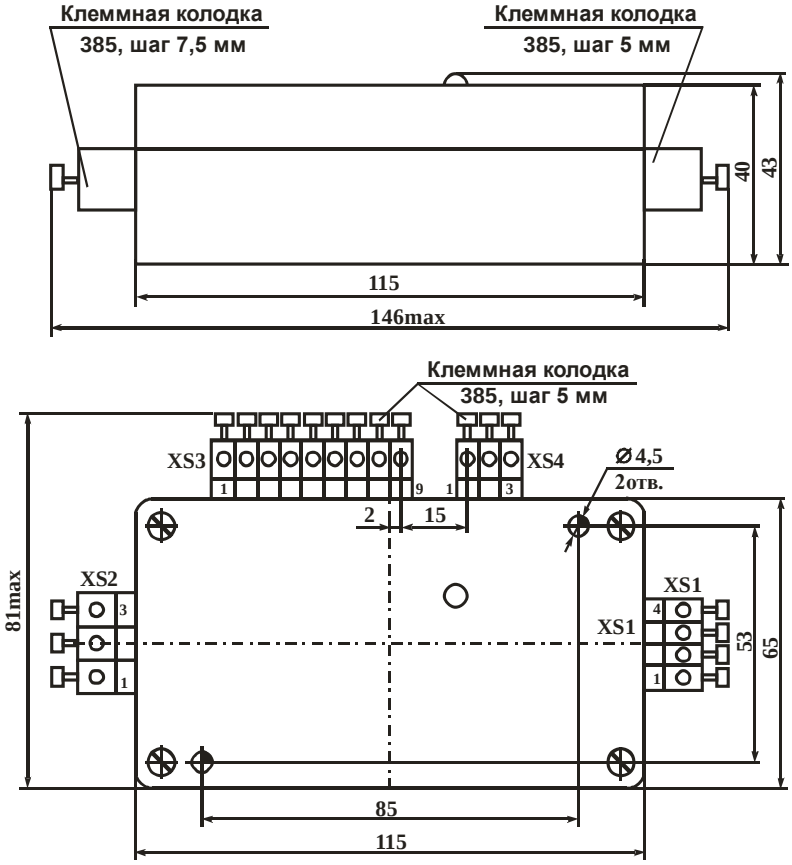


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ДТРМ

Функциональное назначение выводов отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Функциональное назначение выводов ДТРМ

Разъем	№ вывода	Обозначение	Назначение
XS1	1	Упр.общ	«Минус» сигнала управления
	2	Упр	Вход сигнала управления
	3	+5 В	Напряжение питания +5 В
	4	Общ (-5 В)	Общий «минус» цепей питания
XS2	1	Фа	Фазовые входы силовой сети переменного тока
	2	Фв	
	3	Фс	
XS3	1	Вкл.А	Вывод включения фазы А
	2	-Вкл.А	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы А
	3	+Вкл.А	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы А
	4	Вкл.В	Вывод включения фазы В
	5	-Вкл.В	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы В
XS3	6	+Вкл.В	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы В
	7	Вкл.С	Вывод включения фазы С
	8	-Вкл.С	Вывод включения тиристора отрицательной полуволны фазы С
	9	+Вкл.С	Вывод включения тиристора положительной полуволны фазы С
XS4	1	ДТ. Фа	Вывод для подключения датчика тока Фа
	2	ДТ. Фв	Вывод для подключения датчика тока Фв
	3	ДТ. Фс	Вывод для подключения датчика тока Фс

4 Рекомендации по применению

Схема подключения ДТРМ в цепь нагрузки показана на рисунках 4 – 6.

ДТРМ монтировать как можно ближе к управляемым модулям, но не на охладителе, на котором они размещены. При монтаже не допускается прокладывание проводов силовой линии и управляющих цепей в одном жгуте или общей трубе (коробе). Не допускать петель в соединительных проводах цепей управления и питания. Соединительные провода управления для обеспечения помехоустойчивости следует выполнить витыми парами.

ДТРМ комплектуется датчиками тока с коэффициентом передачи тока 1:2000. В случае применения датчиков тока, отличных от рекомендуемых, необходимо обеспечить входной ток по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв и ДТ.Фс согласно таблице 4.

Таблица 4

Положение переключателя		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исполнение I	Ток срабатывания защиты в нагрузке, А	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140
Исполнение II	Ток срабатывания защиты в нагрузке, А	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
	Входной ток срабатывания защиты в нагрузке по входам ДТ.Фа, ДТ.Фв, ДТ.Фс, мА	140	154	168	182	196	210	224	238	252	266

ВНИМАНИЕ! Для правильного функционирования защиты ДТРМ и токовой защиты необходимо строго соблюсти подключение фаз к ДТРМ и полярность подключения обмоток токового трансформатора (ДТ) в соответствии с рисунками 4, 5 и 6.

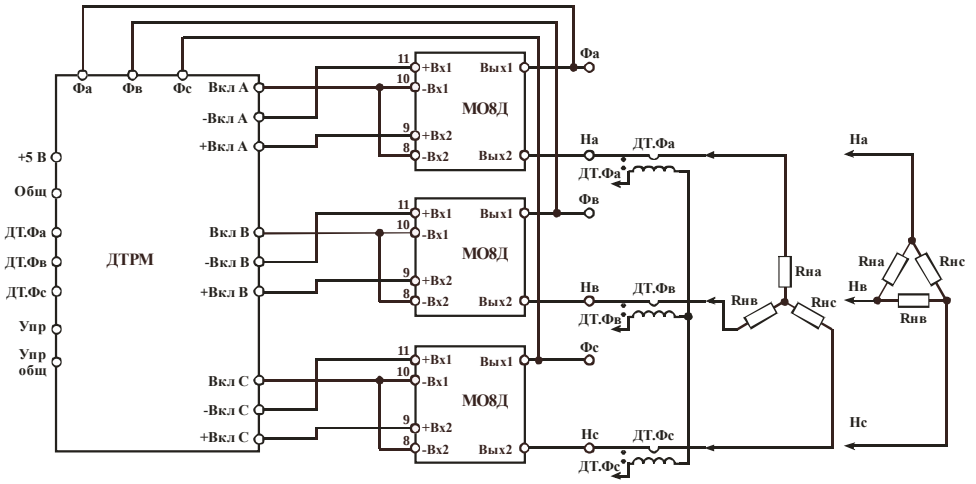


Рисунок 4 – Схема подключения к нагрузке ДТРМ совместно с тремя модулями МО8Д

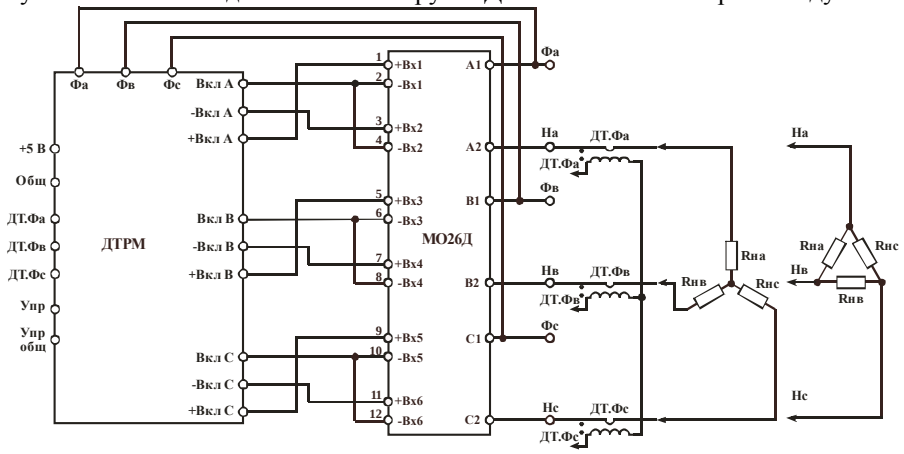
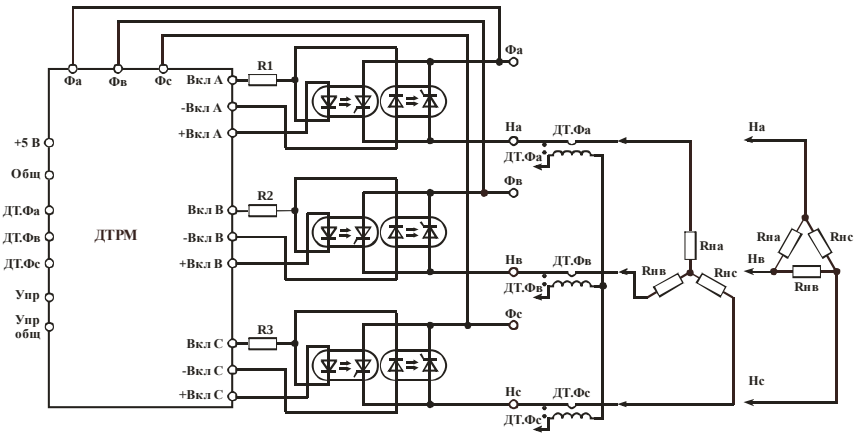


Рисунок 5 – Схема подключения к нагрузке ДТРМ совместно с модулем МО26Д



R1= R2= R3 и рассчитываются по формуле $R = \frac{5}{I_\Delta}$, где I_Δ - ток светодиода оптопары

Рисунок 6 – Схема подключения к нагрузке ДТРМ совместно с шестью оптотиристорами

5 Система обозначения

Система обозначений: $\underset{1}{\underline{\text{ДТРМ}}} - \underset{2}{\underline{\text{А}}} - \underset{3}{\underline{1}} - \underset{4}{\underline{\text{ПТ1}}}$

1 Наименование драйвера трехфазного регулятора мощности;

2 Характеристика управления:

А - 100% сигнала управления соответствуют нулевой мощности;

Б - 100% сигнала управления соответствуют полной мощности;

3 Вид сигнала управления:

1 - 0…5 В;

2 - 0…10 В;

3 - 4…20 мА;

4 - 0…5 мА;

5 - 0…20 мА;

4 Токовая защита:

ПТ1 – в диапазоне от 20 до 200 А;

ПТ2 – в диапазоне от 200 до 380 А.

6 Сведения о приемке

ДТРМ _____ соответствует комплекту КД

Место для штампа ОТК

7 Комплект поставки

1. Драйвер	_____	_____ шт.
2. Датчик токовый 1:2000±2%	_____	_____3____ шт.

8 Рекомендации по утилизации

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-**03-58**
Казань (843)206-**01-48**
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

www.electrum.nt-rt.ru || emt@nt-rt.ru