

ПТО „ЭЛПРОМ“
ЗАВОД „НАЙДЕН КИРОВ“ — РУСЕ

ЭЛЕКТРОПРИВОД ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ
ТИПА „КЕМТОР“

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Комплектный электропривод типа „КЕМТОР“ предназначен для главного движения металлорежущих станков с числовым программным управлением. В электроприводе используется принцип двузонного регулирования скорости и схемы реверсирования якоря.

1.1. Состав электропривода

— преобразователь тиристорный для питания якоря и обмотки возбуждения двигателя;

— электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением, с встроенным тахогенератором и вентилятором.

— коммутационный трехфазный дроссель.

— трансформатор для питания обмотки возбуждения.

— коммутационный блок, включая и блок динамического торможения.

1.2. Условия работы

— температура окружающего воздуха для преобразователя от +5 до 40° С.

— температура окружающего воздуха для двигателя от +5 до 40° С

— относительная влажность окружающего воздуха не более 80% при +30° С.

— высота над уровнем моря до 1000м /эксплуатация на большой высоте допустима при соответствующем уменьшении мощности, что согласуется со заводом-изготовителем.

— окружающая среда — невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

1.3. Технические данные

1.3.1. Технические данные преобразователя и привода — таблица 1.

1.4. Конструкция

Все комплектующие изделия, за исключением двигателя в открытом исполнении ИРОО. Двигатель — в исполнении IP23.

Конструктивные и схемные решения преобразователя типа „КЕМТОР“ максимально унифицированы с известными уже на рынке преобразователями типа „КЕМРОН“, „КЕМТОК“.

Преобразователь имеет блочную конструкцию, позволяющую оперативную замену блоков и свободный доступ к контрольным точкам в отдельных элементах. Оформлены три блока: две силовых и один с информационной электроникой.

Таблица 1

Преобразователь тиристорный „КЕМТОР“	Параметр Обозначение ном. №	Значение параметра						
		3E03	5E03	5E03M	5E03-OC	10E03M	10E03	10E03H-OC
1	2	3	4	5	7	8	9	10
Тип двигателя		MP132S	MP132M	MP132L	MP160S	2ПФШ —	2ПФШ —	2ПФШ
Номинальная мощность /режим S1/	кВт	5,5	11	15	11	22	30	22
Номинальный выпрямленный ток преобразователя для якоря двигателя	I _н /А/	32	50	50	50	100	100	
Максимальный ток преобразователя для якоря двигателя	I _{макс} .А	64	100	100	100	200	200	
Номинальное напряжение питания	U _н /бр. V/	3 x 380						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Допустимые отклонения питающего напряжения	%	от -15 до +10						
Частота сети питания	н/Hz/	50 ± 2%						
Номинальное выпрямленное напряжение якоря двигателя	U _н я/V/	400						
Номинальное выпрямленное напряжение преобразователя для возбуждения двигателя	U _н в/V/	180	110	180	110	110	110	
Номинальный ток возбуждения	I _н в/А/	2,45	5,8	4,5	5,8	10	11	
Режим работы		продолжительный						
Климатическое исполнение		нормальное						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Степень защиты	IP	IP00						
Максимальная скорость вращения двигателя	min	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Номинальная скорость вращения двигателя	min	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Диапазон регулирования	1:1000							
Управляющее напряжение	Uy/V/	±10						
Пульсации управляющего напряжения	%	≤2						
Масса	кг	12,5	12,5	12,5	13	38	38	39

1.3.2. Трансформатор возбуждения

Таблица 2

1. Номинальная мощность привода	кW	5,5	11	15	18,5	22	30	55
1. Трансформатор возбуждения 1. типовое обозначение		ТВ — P _н — V _{1н} /V _{2н} /V _{3н}						
2. Выполнение		однофазное						
3. Параметры								
3.1. Номинальная мощность P _н	кVA	0,77	1,4	1,1		1,7	1,7	
3.2. Номинальное питающее напряжение — U _{1н}	V	380						
3.3. Номинальные выходные напряжения:								
— мощной обмотки — U _{2н}	V	220	160	220		160	160	
— маломощной обмотки — U _{3н}	V	18						
3.4. Номинальный выходной ток								
— мощной обмотки — I _{2н}	A	3	8	5,5		11	11	
— маломощной обмотки — I _{3н}	A	0,2						
3.5. Класс теплостойкости		F						
3.6. Степень защиты		IP00						
3.7. Масса	кг	9	11	11		15	15	

1.3.3. Дроссель коммутационный сетевой

Таблица 3

Номинальная мощность привода	кВт	5,5	11	15	18,5	22	30	55
Дроссель коммутационный сетевой		РКО525	РКО548	РКО5410		РКО2612	РКО21020	
1. — типовое обозначение								
2. — выполнение		трехфазное						
3. Параметры								
3.1. Индуктивность — L	мН	0,5	0,5	0,5		0,2	0,2	
3.2. Рядовое напряжение	V	380						
3.3. Номинальный ток — I _н	A	25	40	40		60	100	
3.4. Класс теплостойкости		F						
3.5. Степень защиты		IP00						
3.6. Масса	кг	8	8	8,5		7	9	

Блок информационной электроники оформлен как „тетрадь“ включает в себе три платы из которых одна неподвижно закреплена и две вращаются. Условные наименования плат и их конструктивные номера показаны в таблице 4.

Таблица 4

Функциональное предназначение	Условное обозначение	Номер
Управление тиристоров	УТ	13.00
Фазовое управление	ФУ	14.00
Регуляторы и логическая часть	РЛ	15.00
Токовая плата	ТП	16.00

Датчик тока в цепи возбуждения и датчик тока в якорной цепи размещены в шасси преобразователя.

1.5. Устройство и принцип работы

Структурная схема электропривода дана на рис. 1, где:

1-датчик интенсивности разгона и торможения

2-корректирующее звено

3-регулятор скорости

4-токоограничение

5-модуль задания тока

6-регулятор тока

7-блок определения направления вращения

8-задание тока при нулевой скорости

9-преобразователь сигнала пропорционального скорости двигателя

10-формирование сигнала, пропорционального току якоря

11-СИФУ

12-трансформатор питания обмотки возбуждения

13-СИФУ для преобразователя возбуждения

14-модуль якорного напряжения

15-регулятор тока обмотки возбуждения

16-корректирующее звено

17-Датчик тока возбуждения

18-сетевой дроссель/не входит в конструкцию преобразователя/

- 19-токовые трансформаторы
- 20-реверсивный выпрямитель напряжения якоря
- 21-нереверсивный выпрямитель возбуждения
- 22-блок ограничения момента привода

Привод подсоединяется к питающей сети при помощи трех-фазного дросселя оберегающего ее от коммутационных токов преобразователя. Тиристорный блок преобразователя для питания обмотки якоря состоит из двух встречно-паралельных трех-фазных мостовых выпрямителей.

Управление — раздельное.

Питание обмотки возбуждения осуществляется неперевисным полууправляемым выпрямителем, с выполнением по однофазной мостовой схеме.

Система автоматического регулирования осуществляется по двухконтурной схеме с подчиненным регулированием. Сигнал для тока якоря получается выпрямлением сигнала с двух трансформаторов тока.

Регулирование скорости двухзонное. В первой зоне /до номинальной скорости/ регулирование осуществляется изменением напряжения якоря при сохранении постоянного значения тока возбуждения. Максимальный момент в этой зоне является постоянной величиной и поэтому ее называют зоной регулирования при постоянном моменте:

Во второй зоне /выше номинальной скорости/ регулирование осуществляется изменением тока возбуждения при сохранении постоянного значения напряжения в якоре /ровное максимальному/. В этой зоне значения номинальной и максимальной мощностей являются постоянными величинами и поэтому ее называют зоной регулирования при постоянной мощности.

Величина тока возбуждения регулируется в зависимости от напряжения якоря.

Блочная схема комплекта дана на рис. 2, где:

- 1-модуль мгновенной ошибки скорости
- 2-задержка времени
- 3-сигнал привод вышел в режим"
- 4-сигнал „момент привода ограничен“
- 5-сигнал „достижение нулевой скорости“
- 6-защита от большой ошибки при отработывании заданной скорости
- 7-защита от срыва фазы /или неправильного чередования фаз/
- 8-защита от превышения максимального тока

- 9-сигнал пропорциональный току якоря
- 10-защита от превышения максимальной скорости
- 11-модуль сигнала действительной скорости
- 12-защита от обрыва цепи тахагенератора
- 13-защита от выпадения возбуждения
- 14-сигнал „Привод готов“
- 15-Логический блок
- 16-Модуль управляющего напряжения

Световые индикации показаны в таблице 5.

Интерфейс привода показан в таблице 6. Беспотенциальные контакты осуществляются через нормально открытые контакты ридреле /I макс. = 0,5А; U макс. = 150V; P макс. = 12W/.

Комплект защиты и сигнализации служит для более удобного запуска в эксплуатацию и безаварийной работы. При срабатывании защиты сразу блокируется подача управляющих импульсов к тиристорам. Более подробно защиты и индикации, в том числе и режимы, при которых срабатывают, даны в таблице 7. Кроме выше указанных электронных защит, преобразователь защищен от перегрузок тока и междупазовых коротких замыканий с помощью автоматического выключателя.

Для питания информационной электроники используются встроенные в преобразователь трансформаторы, намоточные данные которых даны на рис. 3а. На рис. 3б даны намоточные данные обоих токовых трансформаторов, данные обоих токовых трансформаторов, а на фиг. 3в даны намоточные данные импульсных трансформаторов для зажигания тиристоров.

Схема внутренних электрических связей преобразователя показана на рис.4, а кабельная форма на рис.5.

Принципные схемы плат, их монтажные чертежи и спецификации даны в отдельном приложении.

Таблица 5

Световые индикации

Светодиод	Символ	Светодиод светится
1	2	3
VH 306	CP	ФАЗА. Сработала защита от срыва фаз или неправильного чередования фаз питающей сети.
VH 302	FL	ВОЗБУЖДЕНИЕ. Сработала защита от обрыва тока возбуждения.
VH 304	TG	ТАХОГЕНЕРАТОР. Сработала защита от обрыва цепи обратной связи по скорости.
VH 301	OS	ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ. Сработала защита от превышения максимальной скорости вращения.
VH 303	OC	БОЛЬШОЙ ТОК. Сработала защита от превышения максимального тока
VH 305	EE	ОШИБКА. Сработала защита от большой ошибки при отработывании заданной скорости.
VH 307	RD	ГОТОВ. Привод исправен и можно его включать через сигнал „Работа“
VH 182	ONK	РАБОТА. Поданы управляющие импульсы тиристорам анодной или катодной группы.
/VH 183/	/ONA/	

Таблица 6

ИНТЕРФЕЙС ПРИВОДА

Выходные сигналы Символ		Сигнализация
1	2	3
Беспотенциальный ZS контакт между клеммами X ₂ -7 и X ₂ -8		НУЛЕВАЯ СКОРОСТЬ. Контакт замкнут когда действительная скорость двигателя ниже 35min ⁻¹ . Минимальная длительность сигнала 45ms
Беспотенциальный SA контакт между клеммами X ₂ -5 и X ₂ -6		ПРИВОД ВЫШЕЛ В РЕЖИМ. Контакт замкнут, когда скорость двигателя выше 85% заданной.
Беспотенциальный TL контакт между клеммами X ₂ -9 и X ₂ — 10		ОГРАНИЧЕНИЕ МОМЕНТА. Контакт замкнут когда привод в режиме уменьшения момента — подан входный сигнал
Беспотенциальный RD контакт между клеммами X ₂ -3 и X ₂ -4		ГОТОВ. Контакт замыкается через приблизительно 0,5s после подачи питания если не сработала ни одна из защит. При срабатывании какой-либо из защит контакт размыкается.
Клеммы X ₃ -1; X ₃ -2	ON	РАБОТА. Осуществляется подача управляющих импульсов к тиристорам при замыкании клеммы через внешний контакт с время задержкой около 1/2s.
Клеммы X ₃ -4; X ₃ -3	U зад.	ЗАДАННАЯ СКОРОСТЬ. Внешний источник ±10V/зад. акт — X ₃ -4/. 10 V соответствует максимальной скорости вращения.
Клеммы X ₃ -7; X ₃ -6	Uд.	ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ. Сигнал получается с выводов тахогенератора.
Клеммы X ₃ -2; X ₃ -1	TL	ОГРАНИЧЕНИЕ МОМЕНТА. Замыкание клемм через внешний контакт приводит к ограничению момента.

ЗАЩИТЫ ПРИВОДА

Таблица 7

Наименование защиты	Символ	Индикация	Причина срабатывания	Метод восстановления защиты
1	2	3	4	5
1. Защита от срыва или неправильного чередования фаз	CP	Светит светодиод VH306, выключается сигнал RD	Неправильное чередование фаз Срыв фазы (предохранитель сгорел)	После устранения причины защита само восстанавливается через около 0,5 с
2. Защита от обрыва тока возбуждения	FL	Светит светодиод VH302, выключается сигнал RD	Ток возбуждения меньше 600mA	
3. Защита от обрыва обратной связи по скорости	TG	Светит светодиод VH304, выключается сигнал RD	Обрыв цепи тахогенератора	Выключается сигнал разрешающий работы привода /RD/
4. Защита от превышения максимальной скорости	OS	Светит светодиод VH301, выключается сигнал RD	Неправильное масштабирование скорости Положительная обратная связь по скорости Повреждение в преобразователе	Выключается сигнал разрешающий работы привода /RD/
5. Защита от превышения максимального тока	OC	Светит светодиод VH303, выключается сигнал RD	Повреждение в преобразователе	Выключается сигнал разрешающий работы привода (RD)

1	2	3	4	5
6. Защита от большой ошибки при отработывании заданной скорости	EE	Светит светодиод VH305 выкл. сигнал RD	Перегрузка привода выше допустимой величины	Выключается сигнал разрешающий работы привода (RD)
СОСТОЯНИЕ ПРИВОДА				
Готовность привода	RD	Светит светодиод VH307, контакт между клеммами X ₂ -3 и X ₂ -4 замкнут		
Привод включен. Тиристоры получают управляющие импульсы	ON	Светит светодиод VH 182 или VH18 3		Клеммы X2-1 и X2-2 накоротко замкнуты через внешний контакт
Скорость близка к нулю	ZS	Замкнут релейный выход X2-7 и X2-8 минимальная длительность 45ms		Действительная скорость ниже 35min ⁻¹
Достижение заданной скорости	SA	Замкнут релейный выход X2-5 и X2-6		Привод вышел в режим
Ограничение момента	TL	Замкнут релейный выход X2-9 и X2-10		Привод работает в режиме ограничения момента

ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ

1. МОНТАЖ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Изделия, комплектующие привод, за исключением двигателей монтируются в шкафу.

Тиристорный преобразователь должен быть смонтирован таким образом, чтобы была обеспечена вертикальная циркуляция воздуха через тиристорные блоки. При этом над преобразователями должно оставаться свободное расстояние не менее 60 мм а под ними — не менее 200 мм для удобства монтажа и эксплуатации.

Монтаж двигателя производится согласно „Технической информации по эксплуатации двигателя постоянного тока для главного привода“.

2. ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Габаритные и присоединительные размеры комплектующих изделий указаны на рис.6, а для двигательного агрегата даны в „Технической информации“ о двигателях.....

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОНТАЖ

Общая схема электрического монтажа привода дана на рис.7 где указаны и рекомендуемые сечения соединительных проводов.

При исполнении электрических соединений необходимо иметь ввиду следующее: использовать кабели для соединения по возможности наименьшей длины.

— экранированные провода управляющего напряжения прокладывать по возможности отдельно от силовых цепей.

3.1. ЗАУЛЕНИЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Зануление и заземление производится согласно рис.8 где показаны и сечения проводов.

В случаях, когда в шкафу нет нулевой шины, необходимо иметь в виду, что провода от клеммы 11 /кл. X2/ должны быть подсоединены к одной и той же точке заземляющей шины.

3.2. СОЕДИНЕНИЕ ТАХОГЕНЕРАТОРА

Соединение тахогенератора /см. рис. 9/ производится посредством экранированного кабеля сечением $2 \times 0,35 \text{ мм}^2$.

При обеспечении электрической цепи через внешний клеммник или щепсельный разъем следует иметь отдельную клемму для экрана.

3.3. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ИСТОЧНИКА ЗАДАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Для присоединения источников задающего напряжений /задание по скорости/ /см. рис. 9/, рекомендуется использовать двухжильный экранированный кабель сечением $2 \times 0,35 \text{ мм}^2$.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВВЕДЕНИЮ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

После распаковки комплектующих электропривод изделий прежде всего осмотрите их и убедитесь в том, что во время транспортировки груза не произошло таких повреждений, как поломка, нарушение изоляции трансформатора, дросселя и др. При отсутствии таковых подсоедините электропривод изделия согласно „Инструкции по монтажу“.

Необходимая аппаратура для пуска и настройки:

- двухлучевой запоминающий осциллоскоп;
- цифровой мультимер /4 разряда/;
- устройство для подачи управляющего напряжения $\pm 10\text{V}$, 10mA , с исходным сопротивлением меньше $1\text{k}\Omega$ с пульсацией не более 2%.

При первоначальном пуске желательно чтобы двигатель был присоединен к механизмам станка /к шпинделю/.

2. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА И ИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВодОВ

2.1. После монтажа электропривода проверьте еще раз, правильны ли и надежны ли все соединения. Обратите особое внимание на кабели для заземления /см. рис.8/. Проверьте поставлены ли все разъемы на платах. Запаяйте резисторы R420 и R435 на соответствующих штифах и отпаяйте M13 на плате РЛ.

Включите питающее напряжение. Проверьте направление вращения двигателя вентилятора.

При включении питающего напряжения должен светить светодиод VH 302, который гаснет примерно после 2 секунд и срабатывает светодиод VH 307 /см. табл. 4/.

В тот же момент реле K1 замыкает цепь между клеммами 3 и 4 на клеммнике X₂ /сигнал „готов“, см. табл.5/ и привод готов к работе.

В случаях, когда один из светодиодов не светится, то это индикация о наличии неисправности /см. табл. 7/.

2.2. Проверьте напряжение в контрольной точке I33 на плате ФУ, которая должна быть $-3 \pm 0,2\text{V}$ /см. табл. 8/.

2.3. Проверьте напряжение в контрольной точке I54 на плате РЛ. Одно должно быть 0V. При этом положении привод может быть включен в режим работы.

2.4. Включение в режим работы происходит замыканием цепи между клеммами 1 и 2 Кл. X2 /например, через внешний контакт

реле/. Через около 0,5 секунд загорается светодиод VH 182 или VH 183 на плате ФУ. Привод приступил к выполнению задания.

2.5. Задавайте управляющее напряжение с величиной около 3V /см. табл. 8/ и наблюдайте осциллографом $0,1 \text{ V/cm}$, 10ms/cm / сигнал в контрольной точке I58 /см. осциллограмму № 23/. Поменяйте полярность управляющего напряжения и двигатель должен изменить направление вращения /реверс/. Напряжение в контрольной точке I58 имеет полярность, как на осциллограмме № 23.

2.6. При условиях работы по П-2,4 проверьте правильность подключения тахогенератора. Тахогенератор подсоединен правильно, если напряжение в контрольной точке I54 и на незапаанном выводе тахогенератора имеют различную полярность. В противном случае поменяйте выводы тахогенератора.

2.7. При выключенном напряжении соедините окончательно тахогенератор, отпаяйте резисторы R420 и R435, запаяйте M13.

2.8. Включите питающее напряжение и включите в режим работы. Подайте задающее напряжение 2,85 V., при котором скорость двигателя должна быть 1000 оборотов в минуту. Для преобразователя 55 кВт при задающей напряжении 3,33V скорость двигателя должна быть 600 оборотов в минуту. При необходимости сделайте донастройку с потенциометром RP22 на плате РЛ.

3. Оптимизация динамики приводов

Перед тем чтобы оптимизировать динамику привода убедитесь в качестве присоединения вала двигателя к механизмам станка. Наличие люфтов или скольжения в значительной степени ухудшают качество переходных процессов. Необходимо также настроить величину времени достижения заданной скорости до требуемое значение с помощью потенциометра RP23. /поворот потенциометра по часовой стрелке соответствует уменьшению времени/. Качество переходных процессов определяется параметрами регуляторов тока и скорости. Регулятор тока настроен на заводе и не рекомендуется изменений его параметров.

Подстройка регулятора скорости совершается при подаче скообразного задающего напряжения. Рекомендуется подстройку делать при скорости около 1500min^{-1} . Коробка передачи станка должна быть в положении соответствующем минимальному дополнительному моменту инерции к валу двигателя. т.э. — в диапазоне самых низких скоростей шпинделя.

Наблюдается переходные процессы тока и скорости с помощью запоминающего осциллографа. Оптимальная форма указана на

осцилл. 24 /для скорости/ и осцилл. 25 /для тока/. На заводе настройка сделана при дополнительном моменте инерций равно моменту инерций двигателя.

Подстройка на реальном станке делается с помощью потенциометра RP25 /поворот потенциометра по часовой стрелке соответствует увеличению коэффициента усиления регулятора скорости/.

Если при минимальном значении коэффициента усиления наблюдается на осциллограммах перерегулирование или колебание тока в установленном режиме проверьте еще раз нет ли люфтов. Другая причина для колебания тока — наличие провалов в напряжении тахогенератора. В этом случае необходимо обратиться к сервису.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. При появлении каких-либо неисправностей при проверке второго раздела, согласно настоящей инструкции необходимо обратиться к сервису.

2. Расположение контрольных точек и потенциометров на платах даны на рис. 10, 11, 12, а функции потенциометров в табл.

Таблица 8

КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ

Контрольная точка	Сигнал	Номинальная стоимость		Местонахождение
		1	2	
I1	Осциллограмма № 1			УТ 17-91
I2	"	2		УТ 17-75
I3	"	3		УТ 17-60
I4	"	4		УТ 64-65
I5	"	5		УТ 64-70
I6	"	6		УТ 63-55
I7	"	7		УТ 15-39
I8	"	8		УТ 15-36
I9	"	9		УТ 15-22
I10	"	10		УТ 64-37
I11	"	11		УТ 64-24
I12	"	12		УТ 64-11
I13	"	13		УТ 19-108
I14	"	14		УТ 78-94
I15	"	15	$0 \div \pm 0,8 \pm 0,2/V$	УТ 28-92
I16	+ 24V			УТ 56-29
I17	-30V			УТ 24-37
I18	-24V			УТ 23-40
I19	⊥			УТ 56-25
I20	+ 15V		+15V ±0,1V	УТ 56-32
I21	-15V		-15V ±0,1V	УТ 26-40
I22	Защита СР		-4,4 ±0,2V	УТ 21-37
I23	Осциллограмма № 20			ФУ 12-41
I24	"	17		ФУ 37-32
I25	"	17		ФУ 31-72
I26	"	18		ФУ 30-41
I27	"	21		ФУ 55-72
I28	"	21		ФУ 49-72
I29	"	22		ФУ 48-41

1	2	3	4
I30	Пилообразное напряжение		ФУ 72-41
I32	Напряжение соответствующее току возбуждения	$-3V \pm 0,2V$	ФУ 85-97
I33	Регулятор тока возбуждения		ФУ 85-29
I34	Регулирующее напряжение		ФУ 85-41
I35	Модуль якорного напряжения	$0 \div 3 \pm 0,2V$	ФУ 81-09
I36	Напряжение смещения	$-6,5V \pm 0,1V$	ФУ 74-97
I37			ФУ 60-86
I38	Осциллограмма № 19		ФУ 19-72
I39	19		ФУ 13-72
I41	OS		РЛ 15-83
I42	FL		РЛ 45-83
I43	OC		РЛ 25-83
I44	TG		РЛ 55-83
I45	EE		РЛ 35-83
I46	CP		РЛ 05-83
I47	Модуль скорости	$0 \div 10 \pm 0,2V$	РЛ 15-65
I48	Генератор защиты	TG	РЛ 55-65
I49	Мгновенная ошибка скорости		РЛ 25-65
I51	"	ZS	РЛ 35-65
I52	Моновибратор для ZS		РЛ 35-47
I53	⊥		РЛ 55-47
I54	Задатчик интенсивности	$0 \div /10 \pm 0,1V$	РЛ 65-47
I55	Регулятор скорости		РЛ 75-83
I56	Модуль регулятора скорости		РЛ 85-65
I57	Регулятор тока		РЛ 85-83
I58	Модуль Ia		РЛ 55-24

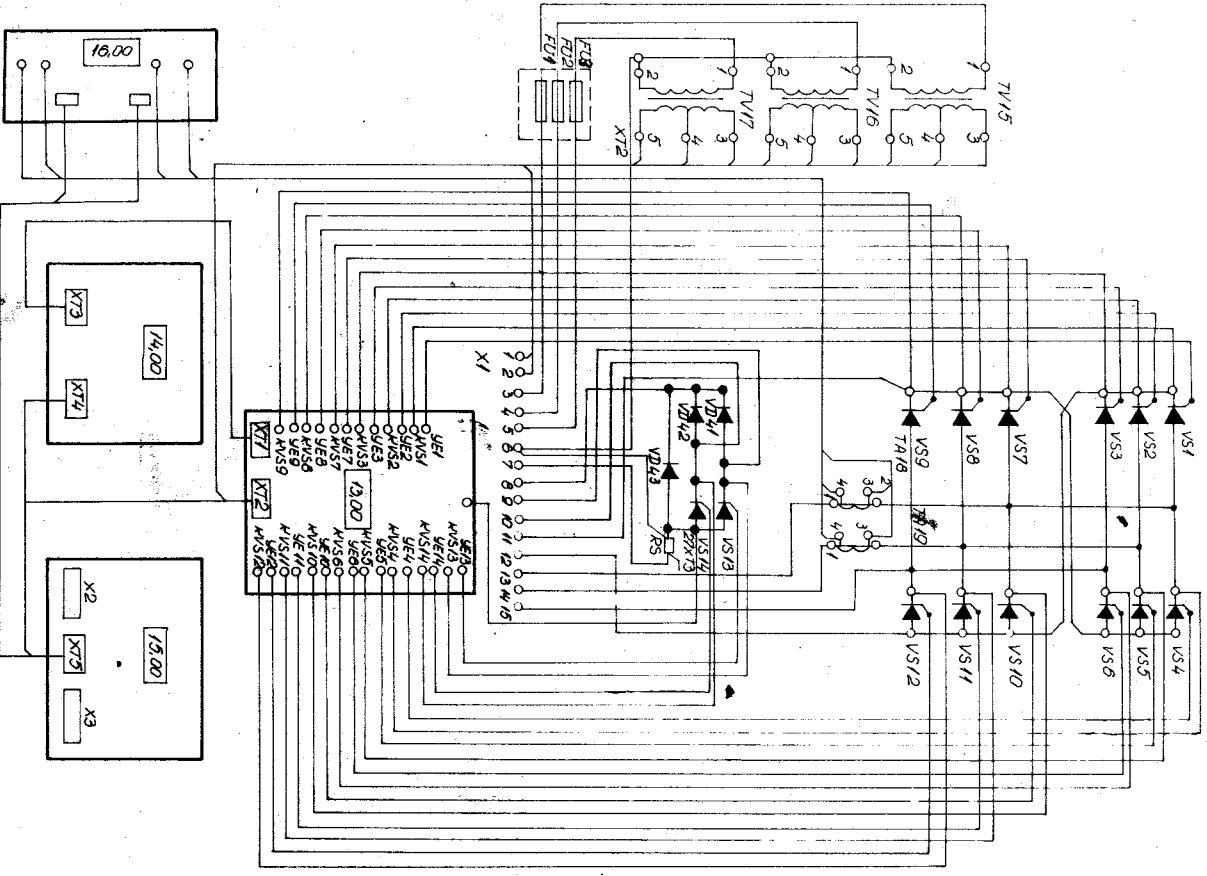
ПОТЕНЦИОМЕТРЫ

Обозначение	Плата	Функция	Стандартное положение	контроль- ная точка	Номинальная стойкость
RP1		УТ Симметрирование датчика напряжения якоря		I15	Нулируется синфазным напряжением
RP2 (RP10)		УТ Масштабирование датчика напряже- (Ф4) ния якоря		I15/I35/ I38-I39/I24	
RP11/13/15		ФУ Дефазирование фильтра		I25/I27-28 I23/I26/I29	=1,8ms /33° эл./ -9V ±0,1V
RP12/14/16		ФУ Амплитуда пилообразного сигнала		I32	-9V ±0,1V
RP17		ФУ Амплитуда пилообразного сигнала		I23/I26/I29/I32	
RP18		ФУ Симметрирование пилообразного сигнала		I30	-6;5 ±0,1V
RP19		ФУ Напряжение смещения			табл. 1
RP20		ФУ Величина возбуждающего тока			
RP21		РЛ Уровень срабатывания SA		I50	
RP22		РЛ Масштабирование скорости			
RP23		РЛ Задания время интенсивности разгона		I54	
RP24		РЛ Нулирование РС		I 55	
RP25		РЛ Усиление РС		I 55	

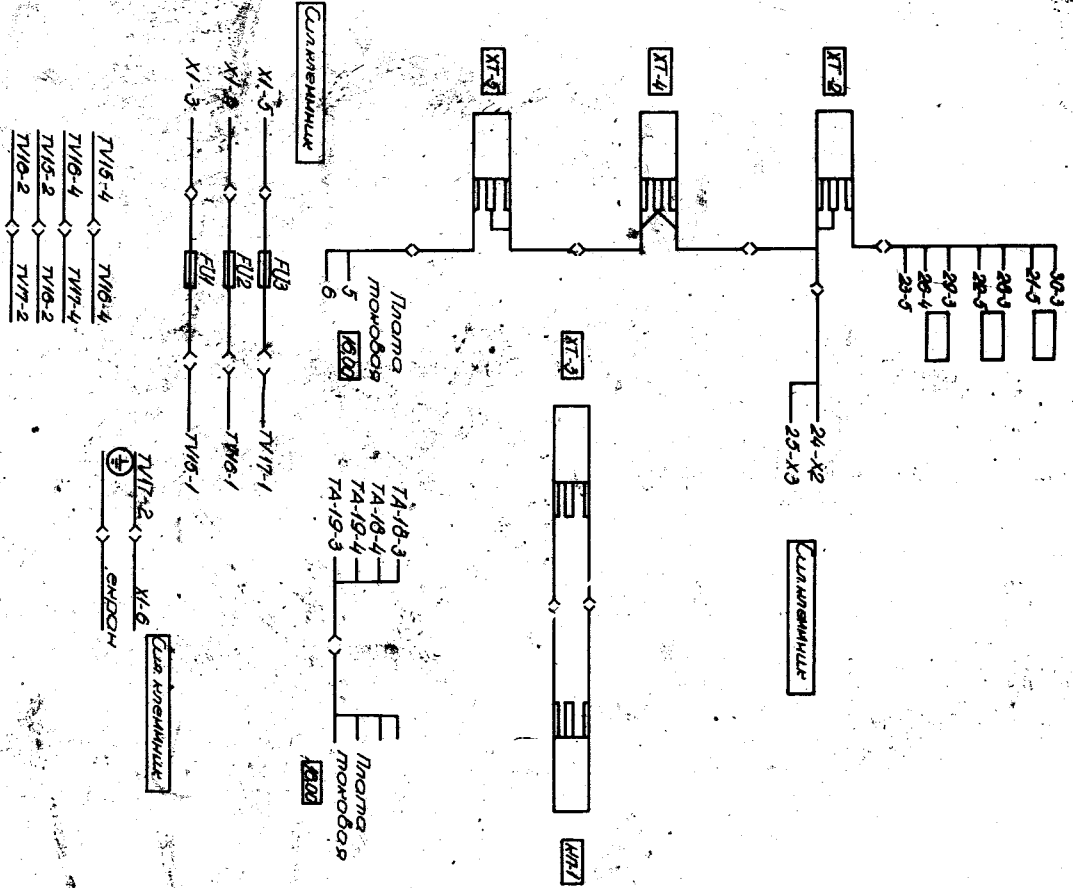
ПРИМЕЧАНИЕ: Привод настроен заводом-изготовителем. Рекомендуется дополнительная настройка /если она необходима/ производить только потенциометрами RP21 — RP25.

Таблица 10

Плата	Элемент	Обозначение	5,5кW	11кW	15кW	22кW	30кW
1	2	3	4	5	6	7	8
	R117	Ω	33	33	33	15	15
	R120	Ω	33	33	33	15	15
	R137	Ω	33	33	33	15	15
	R140	Ω	33	33	33	15	15
Плата	R157	Ω	33	33	33	15	15
„Фазовое	R160	Ω	33	33	33	15	15
управление“	R210	кΩ	620	330	620	620	620
	R214	кΩ	680	510	510	510	750
	C157	μF	0,47	0,68	0,68	0,68	0,68
	C164	μF	—	—	—	1	1
	R318	Ω	300±10%	300±10%	300±10%	100±5%	100±5%
	R427		2к±10%	2к±10%	2к±10%	750±5%	750±5%
Плата	R423	кΩ	3,3	5,1	9,1	6,2	6,2
„Регуляторы“	R452	кΩ	3,3	5,1	9,1	6,2	6,2
	R406	кΩ	13	13	13	18	18
	R432	кΩ	39	30	30	30	30
	R324	кΩ	20	43	62	43	43
	R379	кΩ	130	130	130	240	240
	R446	кΩ	150	180	150	180	180
	R437	кΩ	510	430	430	510	510



Puc 4



Puc 5

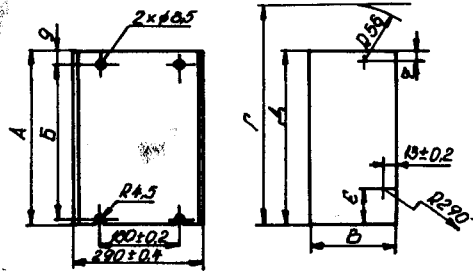


рис. 6

	A/mm	B/mm	B/mm	P/mm	D/mm	E/mm
5,5кВт	380	362	190	429	380	76
11кВт	380	362	190	429	380	76
15кВт	380	362	190	429	380	76
11кВт OC	380	362	215	429	380	76
22кВт	570	552	320	670	570	265
30кВт	570	552	320	670	570	265
22кВт OC	570	552	350	670	570	265

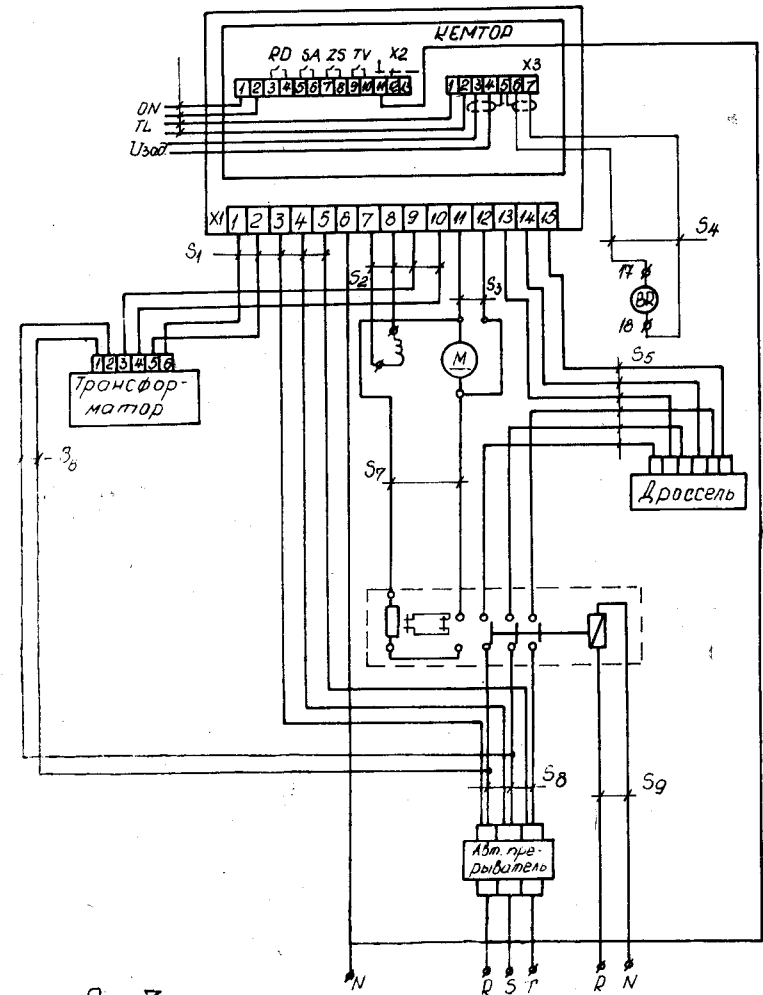
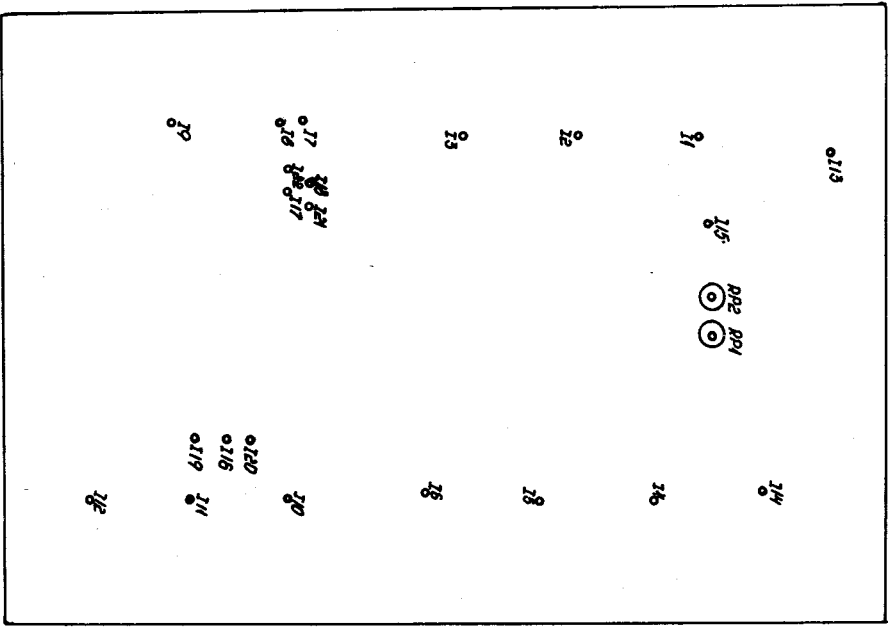
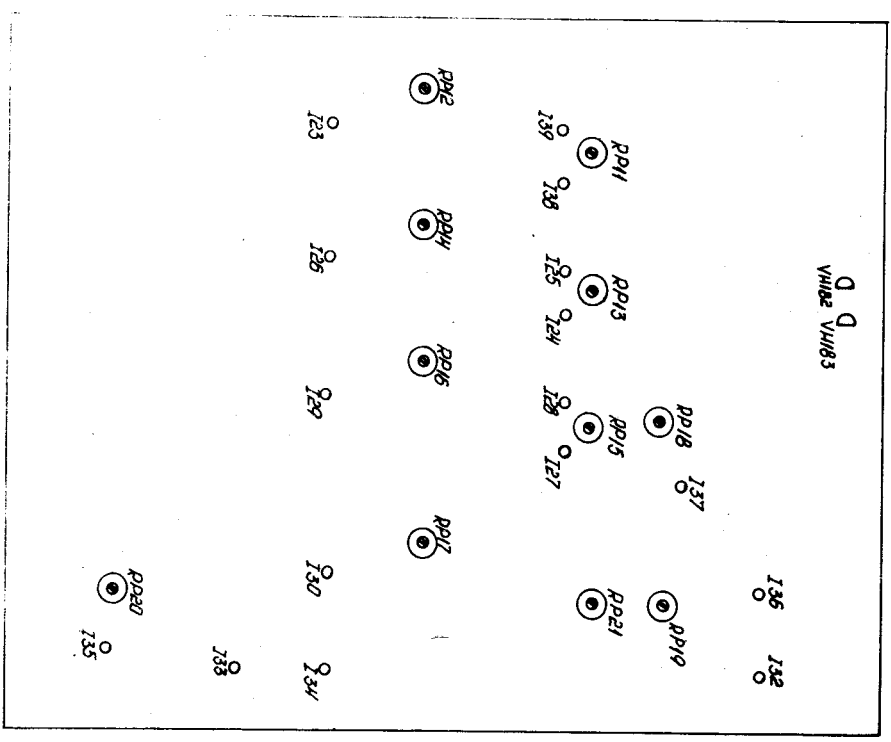


рис. 7

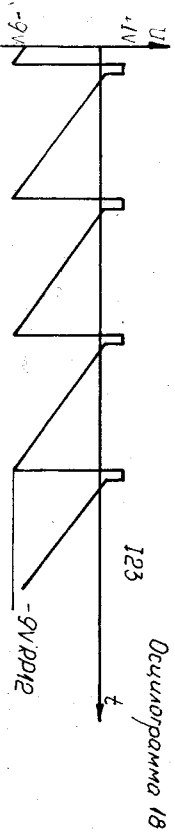
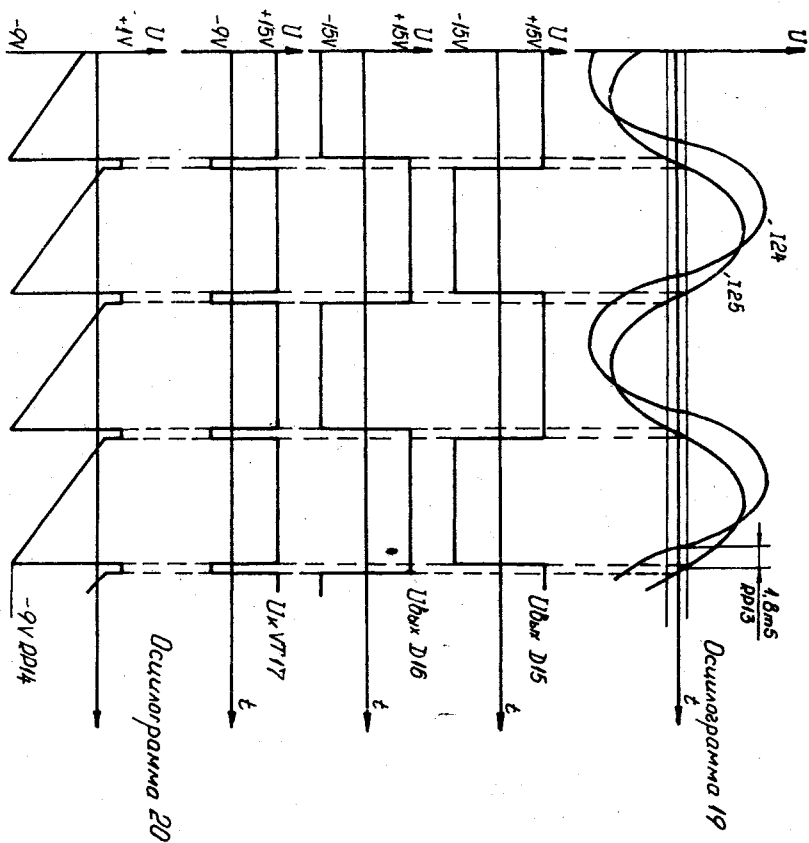
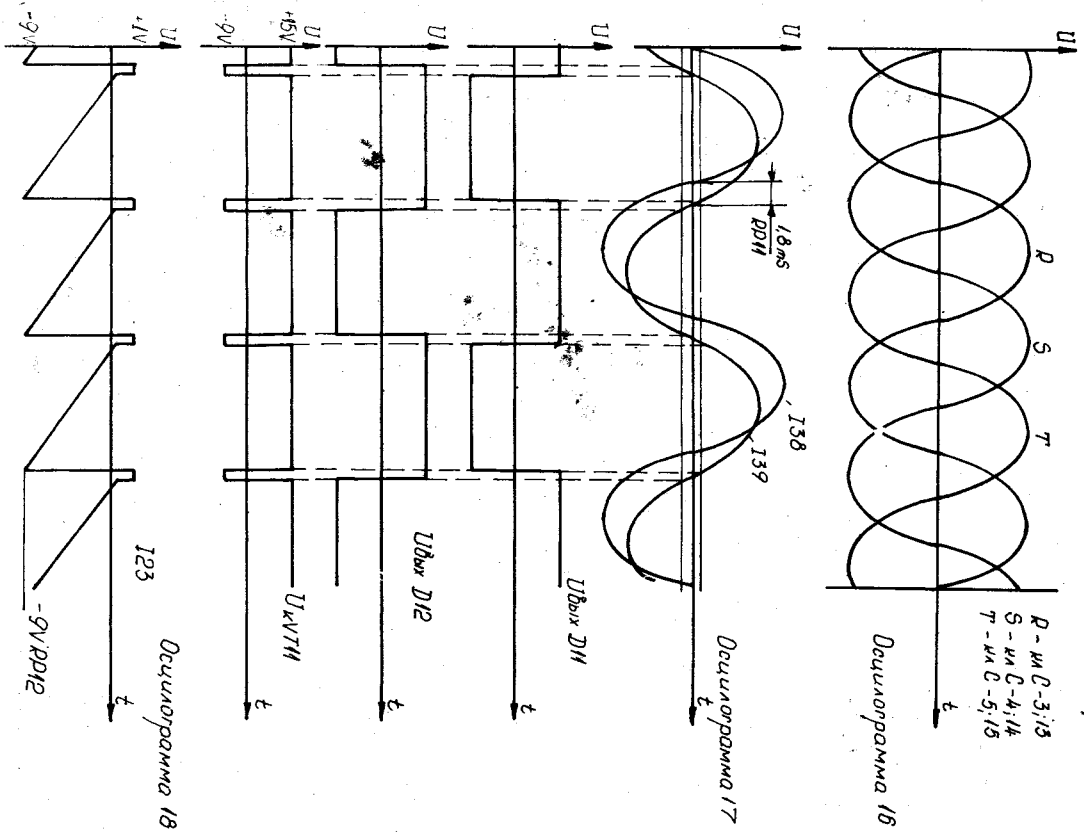
	S ₁ /mm ²	S ₂ /mm ²	S ₃ /mm ²	S ₄ /mm ²	S ₅ /mm ²	S ₆ /mm ²	S ₇ /mm ²	S ₈ /mm ²	S ₉ /mm ²	S ₁₀ /mm ²
5,5кВт	1	1	6	0,35	4	1	4	6	1	4
11кВт	1	1,5	10	0,35	6	2,5	6	6	1	6
15кВт	1	1,5	10	0,35	6	2,5	6	6	1	6
18,5кВт	1	2,5	16	0,35	10	2,5	10	10	1	10
22кВт	1	2,5	16	0,35	10	2,5	10	10	1	10
30кВт	1	2,5	25	0,35	16	2,5	16	16	1	16
55кВт	1	2,5	25	0,35	25	2,5	25	25	1	25

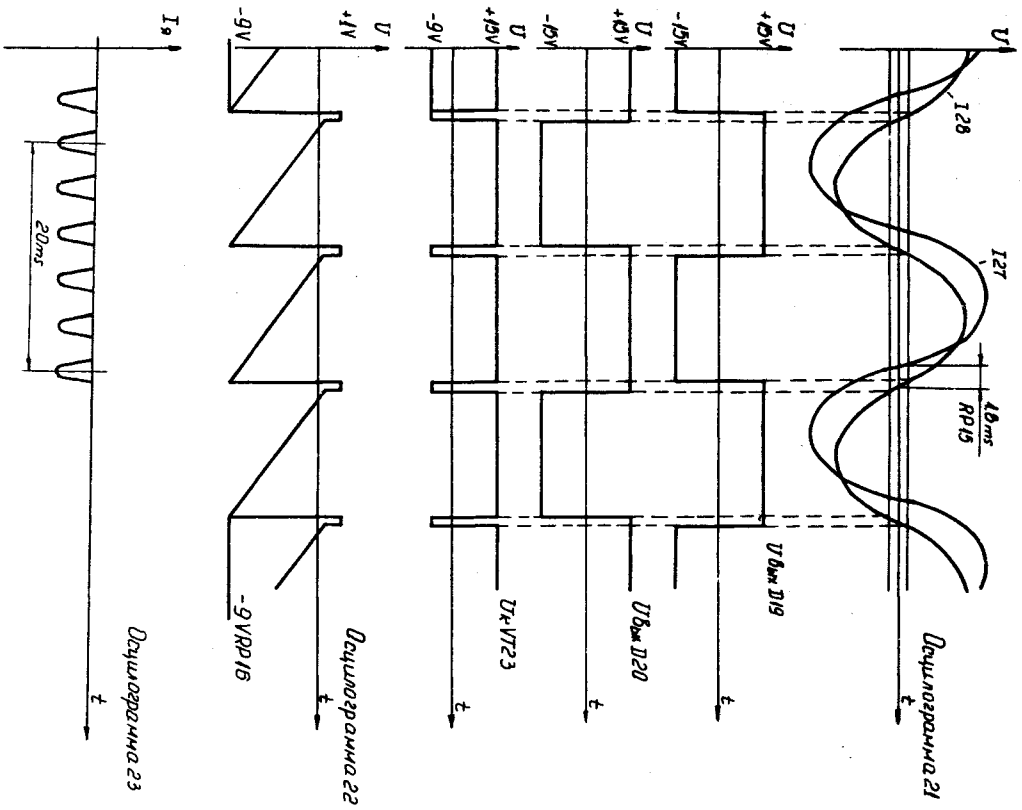


Планирование и управление турпотоком.
 рис. 10

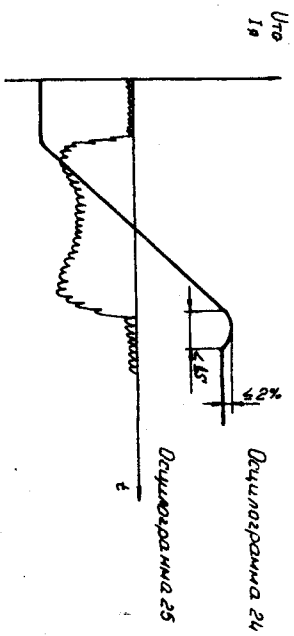


Планирование управления турпотоком.
 рис. 11





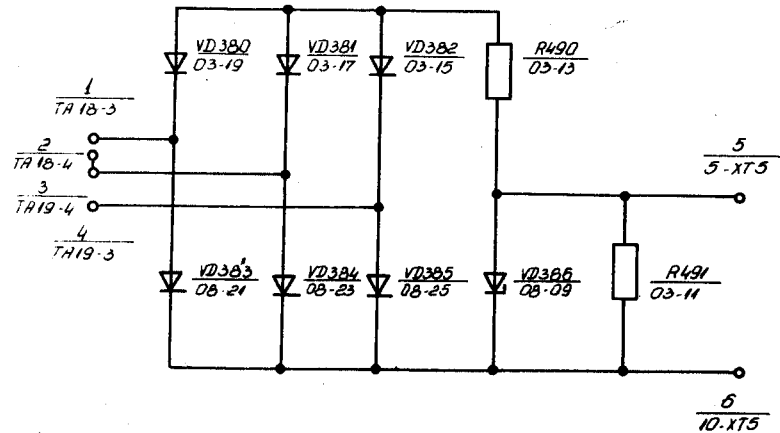
10



41

СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТЫ „ПИТАНИЕ И
УПРАВЛЕНИЕ ТИРИСТОРОВ

P85-2



№	Обозначение	Наименование	Количество
1	2	3	4
1.	XT1,XT2	Куплунг-форма 202-1020 TGL 31427/01 /ГДР/	2
2.		Интегральные схемы	
	D1	1У0741/БНР/	1
	D2, D3	1РН723 /БНР/	2
3.		ТРАНЗИСТОРЫ	
	VT1,VT4	2Т9135 /БНР/	2
	VT2	2Т3167 /БНР/	1
	VT3,VT5	2Т3851 /БНР/	2
4.		ДИОДЫ	
	VD 1 ÷ VD 26	1N4001 — 7 /УНР/	26
	VD 32 ÷ VD 36	2Д5607 БНР/	5
	VD — 28 ÷ VD 31	6NZ70 /СССР/	4
	VD27	Д814А /СССР/	1
5.		РЕЗИСТОРЫ	
	R23,R31	С5-5В ±5% 1W /СССР/	2
	R19,R27	МАТ-2 24Ω±5% 2W /СССР/	2
	R10,R11	РПМ-2 150±5% /БНР/	2
	R1,R6	С5-5 330Ω±5% 5W /СССР/	6
	R21,R30	РПМ-2 560Ω±5% 0,25 W /БНР/	2
	R24,R35	“ 1,1 кΩ±5% 0,25 W /БНР/	2
	R35	“ 2,2 кΩ±5% 0,25 W “	1
	R32,R33	“ 3,3 кΩ±5% 0,25 W “	2
	R20,R56	“ 3,9 кΩ±10% 0,25 W “	2
	R18,R24,R37	“ 5,6 кΩ±5% 0,25 W “	3
	R25	“ 6,2 кΩ±5% 0,25 W “	1
	R8	“ 6,2 кΩ±5% 0,5 W “	1
	R51	“ 6,8 кΩ±5% 0,25W “	1
	R28	“ 8,2 кΩ±10% 0,25 W “	1
	R26,R34,R36	“ 10 кΩ±5% 0,25 W “	3
	R41,R47,R52,R54	“ 15 кΩ±5% 0,25 W “	4
	R40,R42,R46,R48		
	R53,R55	РПМ-2 18 кΩ±5% 0,25 W /БНР/	6
	R45	“ 20 кΩ±5% 0,25 W “	1
	R38,R43,R49	“ 24 кΩ±5% 0,25 W “	3
	R22,R29	“ 27 кΩ±5% 0,25 W “	2

P85-2

1	2	3	4
R12 ÷ R17		" 33 кΩ ± 5% 0,25 W "	6
R7, R9		" 51 кΩ ± 5% 0,5 W "	2
R39, R44, R50		" 82 кΩ ± 5% 0,25 W "	3
6.		ПОТЕНЦИОМЕТРЫ	
RP1, RP2		СП5-16ВА 4,7 кΩ ± 10% 0,25W /СССР/	2
7.		КОНДЕНСАТОРЫ	
C28		КрДВН1200 100pF ± 20% 63V /БНР/	1
C27		КрДПД1 470pF ± 20% 63V "	1
C1 ÷ C14		КрДПД1 10000pF ± 20% 63V /БНР/	14
C30, C32		КрМПЦ2 0,1μF ± 20% 63V "	2
C33		КрМП-ПЕ2 1μF ± 20% 63V /БНР/	1
C25, C26, C29, C31		ЕАПИПМ 7Ц 220μF 35V /БНР/	4
C15, C16		КМПТ-Пр96 0,22μF ± 10% 630V /БНР/	2
C17 ÷ C22		В32650 0,22μF ± 10% 1000V	6
C23, C24		КрМП-П-С2 0,22 F ± 20% 630V	2

ПРИМЕЧАНИЕ: Диод VD27 монтируется только когда интегральная схема D2 в корпусе ТО-100.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТЫ „ФАЗОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ“

P85-2

№	Обозначение	Наименование	Количество
1	2	3	4
1.	ХТ3, ХТ4	Куплунг-форма 202-1020 TGL31427/01 /ГДР/	2
2.	D11 ÷ D33	ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ 1УО 741 /НРБ/	23
	DD1, DD2	К511 ЛА1 /СССР/	2
3.	VT11, VT12, VT17, VT18, VT23, VT24, VT29, VT30, VT37, VT38, VT39, VT40 VT13, VT14, VT19, VT20 VT25, VT26, VT31, VT32, VT41	ТРАНЗИСТОРЫ 2Т3167 /НРБ/	12
	VT15, VT16, VT21, VT22 VT27, VT28 VT33, VT34 VT35, VT36	2Т 3851 /НРБ/	9
4.	VD101 ÷ VD174; VD176 ÷ VD178, VD181 ÷ VD183; VD185 ÷ VD199 VD179, VD180 VD175, VD184 VH182, VH183	ДИОДЫ 2Т 6551 /НРБ/	6
		2Т 3608 /НРБ/	2
		2Т 6821 /НРБ/	2
5.	R117, R120, R137, R140, R157, R160 R177, R180 R108, R128, R148, R168, R188, R196, R197, R236, R237	ДИОДЫ 2D 5607 /НРБ/	95
		1N4001 ÷ 1N4007 /УНР/	2
		КС 156А /СССР/	2
		VQA 13 /ГДР/	2
		РЕЗИСТОРЫ РПМ-2 0,25W /НРБ/	
		табл. 10 ± 10%	6
		56Ω ± 10%	2
		100Ω ± 5%	4
		100Ω ± 10%	5

1	2	3	4
R107,R127,R147,R167 R115,R118,R135,R138, R155,R158,R175,R178 R186,R187, R190,R191	430Ω±10%		4
R240,R241,R246	750Ω±10%		12
R231	1,5 кΩ±10%		3
R200	3к±5%		1
R101,R121,R141,R161	таблица 10±5%		1
R207	3,6к±5%		4
R203	3,6к±10%		1
R111,R113,R131,R133, R151,R153,R171,R173, R183,R185,R192,R194, R221,R223	3,9к±5%		1
R204	5,1к±10%		14
R109,R129,R149,R169, R202,R206,R208,R209,R219	9,1к±5%		1
R195,R198,R205,R211, R230,R232,R233,R235, R244,R245,R248, R222,R224,R226,R228	10к±5%		9
R220	10к±10%		11
R199	C2-14 10к±1% 0,25W /СССР/ РПМ-2 0,25W /НРБ/		4
R242,R243	12к±5%		1
R103,R123,R143,R163	13к±5%		1
R218	13к±10%		2
R110,R130,R150,R170	16к±5%		4
R201	18к±5%		1
R225,R227	20к±5%		1
R106,R126,R146,R166 R104,R105,R124,R125, R144,R145,R164,R165, R212,R247	20к±10%		1
R238,R239	C2-14 20к±1% 0,25W /СССР/ РПМ-2 0,25W /НРБ/		2
R102,R122,R142,R162	33к±5%		4
R229	33к±10%		10
R217	47к±5%		2
R112,R114,R116,R119, R132,R134,R136,R139, R152,R154,R156,R159,	62к±5%		4
	39к±10%		1
	91к±10%		1
	100к±10%		22

1	2	3	4
R172,R174,R176,R179, R181,R182,R184,R189 R193,R234			
R213,R215,R216	300к±10%		3
R210	табл. 10±10%		1
R214	табл. 10±10%		1
6.	ПОТЕНЦИОМЕТРЫ		
RP11,RP13,RP15,RP18 RP19,RP21	СП5-16ВА 6,8к±10% 0,25W /СССР/		6
RP12,RP14,RP16, RP17,RP20	СП5-16ВА 22к±10% 0,25W /СССР/		5
7.	КОНДЕНСАТОРЫ		
C102;C105,C107;C111, C113;C116,C118;C122, C124;C127,C129;C138, C140;C144,C147,C148, C150,C151,C158,C161, C162,C163	КрД-П-Д1 10000pF ±20% 63V /НРБ/		43
C101,C106,C112,C117, C123,C128,C139	МПТ-Пр96 0,22μF ±10% 160V МПТ-Пр96 0,33μF ±10% 160V		2 7
C145,C146	ЕАПИ1ПМ-7Ц 100μF /16V		2
C152,C153,C155	—“— 100μF /25V		3
C149	—“— 220μF /35V		1
C159	КрМП-П-С2 0,15μF ±20% 63V		1
C160	—“— 0,33μF ±20% 63V		1
C157	—“— табл. 10 ±20% 63V		1
C154,C156	КрМП-П-Е2 1μF ±20% 63V		2
C164	табл. 10 ±20% 63V		1

СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТЫ
„РЕГУЛЯТОР И ЛОГИКА“

P85-2

№	Обозначение	Наименование	Количество
1	2	3	4
1.	XT5	куплунг-форма 202-1020 TGL 31427/01 /ГДР/	1
2.	D40:D64	ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ 1У0741	25
3.	VT66,VT67,VT70,VT71, /VT66,VT70/ VT50:VT60,VT62:VT65, VT69	ТРАНЗИСТОРЫ KF520 /СССР/ /2N4393-США/ 2Т 3167 /НРБ/	4/2/ 16
4.	VD308:VD358,VD360: VD364,VD366,VD367, /VD368,VD369 только для 2N4393:США/ VH301;VH307 VD359 VD365	ДИОДЫ 2Д 5607 /НРБ/ VQA13 /ГДР/ KZ260/15V КС175А /СССР/	58/60/ 7 1 1
5.	K1:K4	РЕЛЕ РМК 11105/5V /НРБ/	4
6.	R392 R 3 18 R447 R307,R311,R382,R385, R402,R429,R434,R451 R398 R407 R448 R4 27 R351,R408 R301:R306,R310 R342,R372,R378,R439 R333 R312 R423,R452	РЕЗИСТОРЫ РПМ-2 0,25W /НРБ/ 100Ω±5% таблица 10 300Ω±10% 1кΩ±10% 1,8кΩ±5% 2кΩ±5% 2кΩ±10% табл.10 2,7кΩ±5% 3кΩ±10% 3,3кΩ±10% 3,9кΩ±5% 4,7кΩ±5% табл.10 ±5%	1 1 1 8 1 1 1 1 2 7 4 1 1 1 2

ГПГ

P85-2

1	2	3	4
R412,R422		5,1к Ω±5%	2
R363,R364,R381,R425, R440,R445		5,1к Ω±10%	6
R365		6,2к Ω±5%	1
R424		табл.10 Ω±5%	1
R327,R332,R337,R340, R368,R369,R397,R403, R409,R410,R411,R415, R416, R316,R391,R417:R419		10к Ω±10%	13
R355,R356,R357,R359, R360,R361,R370,R371, R375,R376,R426,R430, R433,R438,R442,R443		C2-14 10к Ω±1% 0,25W /СССР/	5 16
R313,R414, R406		РПМ-2 0,25W /НРБ/ 11к Ω±5%	2
R317,R390,R413		табл.10 Ω±5%	1
R366		15к Ω±5%	3
R362,R377,R404,R405, R444		18к Ω±5%	1
R309,R315,R320,R321, R322,R325,R329,R330, R331,R334,R335,R336 R341,R344,R345,R347, R349,R353,R380,R384 R386,R389,R393,R395, R396,R400,R435,R450, R454		20к Ω±5% 20к Ω±10%	5 29
R358,R373,R374,R431 R441		C2-14 0,25W 20к Ω±1% /СССР/	5 5
R326		РПМ-2 0,25W /НРБ/ 30к Ω±5%	1
R319,R338,R339,R350		33к Ω±10%	6
R354,R399 R324,R432		таблица 10 Ω±5%	2
R420		51к Ω±10%	1
R453		56к Ω±5%	1
R460		82к Ω±5%	1
R323		100к Ω±5%	1
R308,R314,R343,R346, R348,R352,R367,R383,		100к Ω±10%	11

P85-2

1	2	3	4
R387, R401, R449			
R379	таблица 10Ω ± 5%		1
R446	таблица 10 ± 5%		1
R458	180к ± 5%		1
R437	таблица 10 ± 5%		1
R388, R394	510кΩ ± 10%		2
R421, R436, R428	1MΩ ± 10%		3
R459	таблица 10 ± 10%	1	
7.	Потенциометры		
RP22, RP23, RP25	СП5-16ВА 0,25W 6,8к ± 10% / СССР /		3
RP21, RP26	СП-5-16ВА 0,25W 10к ± 10% / СССР /		2
RP24	СП5-14W 10к ± 10% / СССР /		1
8.	Конденсаторы		
	КрМП-И-С2 ± 20% 63V		
C314, C330	0,047 μF		2
C309, C325, C332,	0,1 μF		4
C301, C312, C313	0,22 μF		3
C316	таблица 10		1
C310	0,33 μF		1
C315	таблица 10		1
C320	таблица 10		1
C318	таблица 10		1
C317, C319	КрМП-И-Е2 1 μF ± 20% 63V		2

СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОКОВОЙ ПЛАТЫ

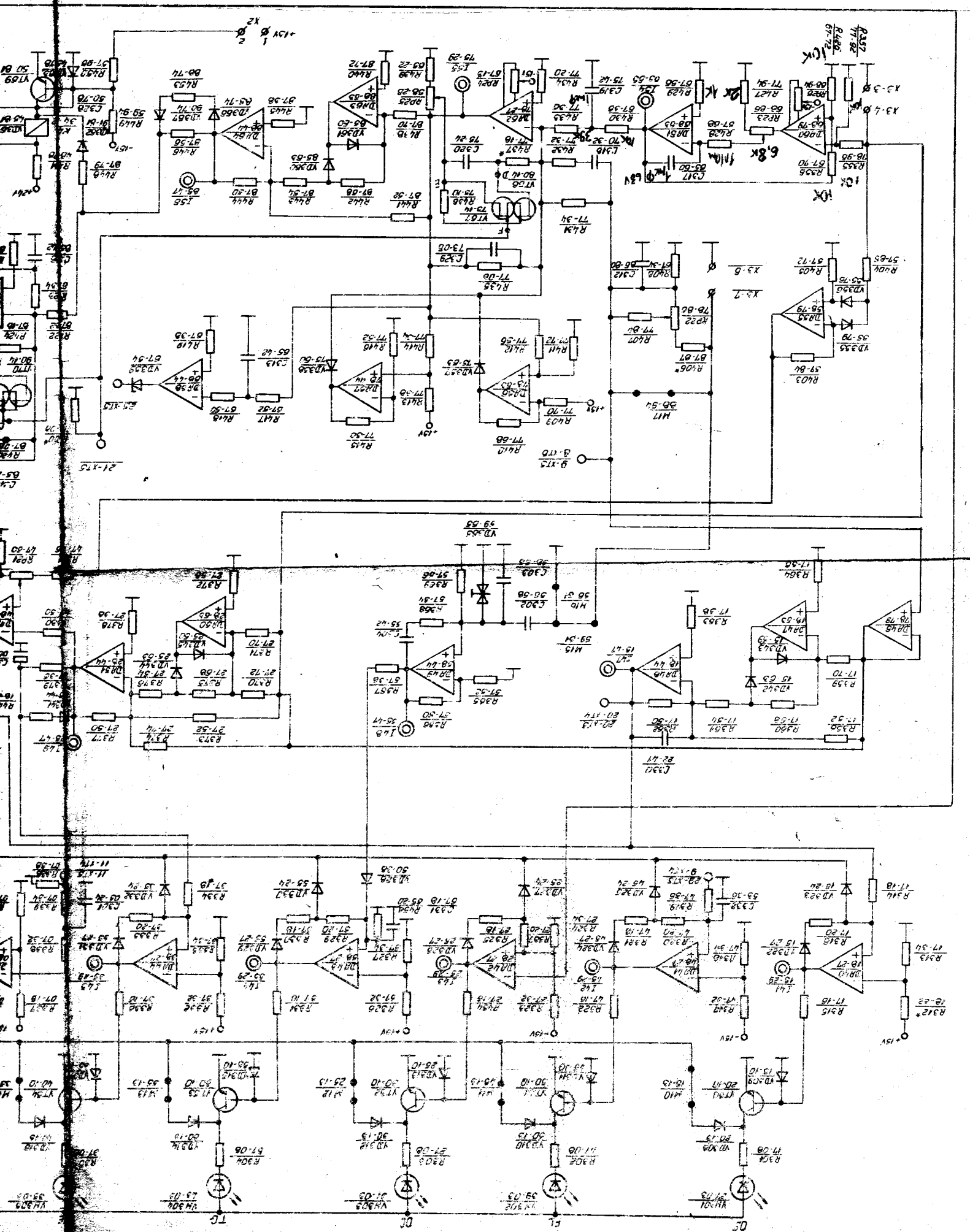
P85-2

Обозначение	Наименование	Количество
R490, R491	Резистор РПМ-2 24 Ω ± 5% 0,5W (НРБ)	2
VD380 ÷ VD385 VD386	Диоды 1N 4001 ÷ 1N 4007 / УНР / KZ260/10	6 1

X 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X 1-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 1-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X

1	2	3	4	5	6	7	8
X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X	X 15-51 X



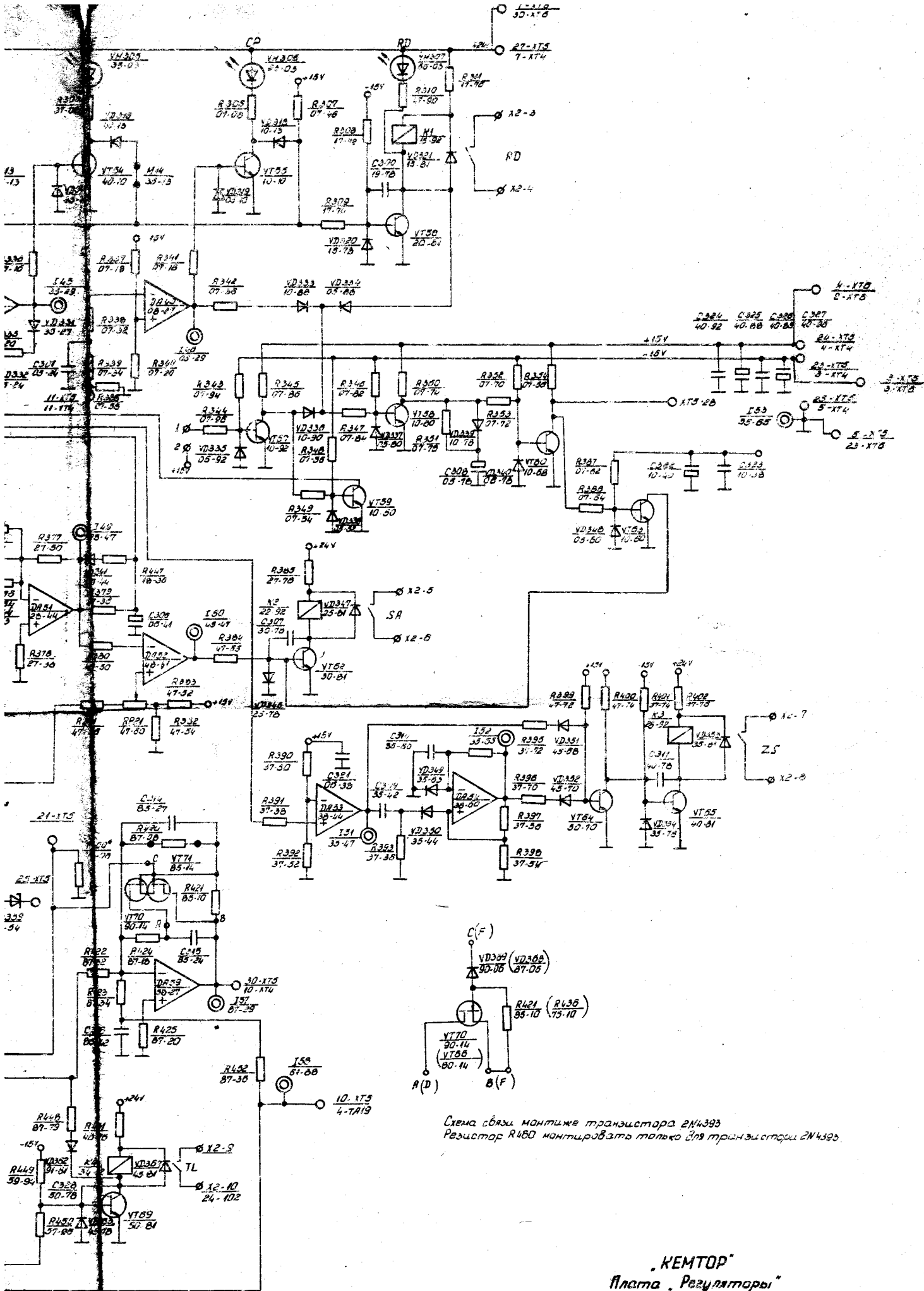
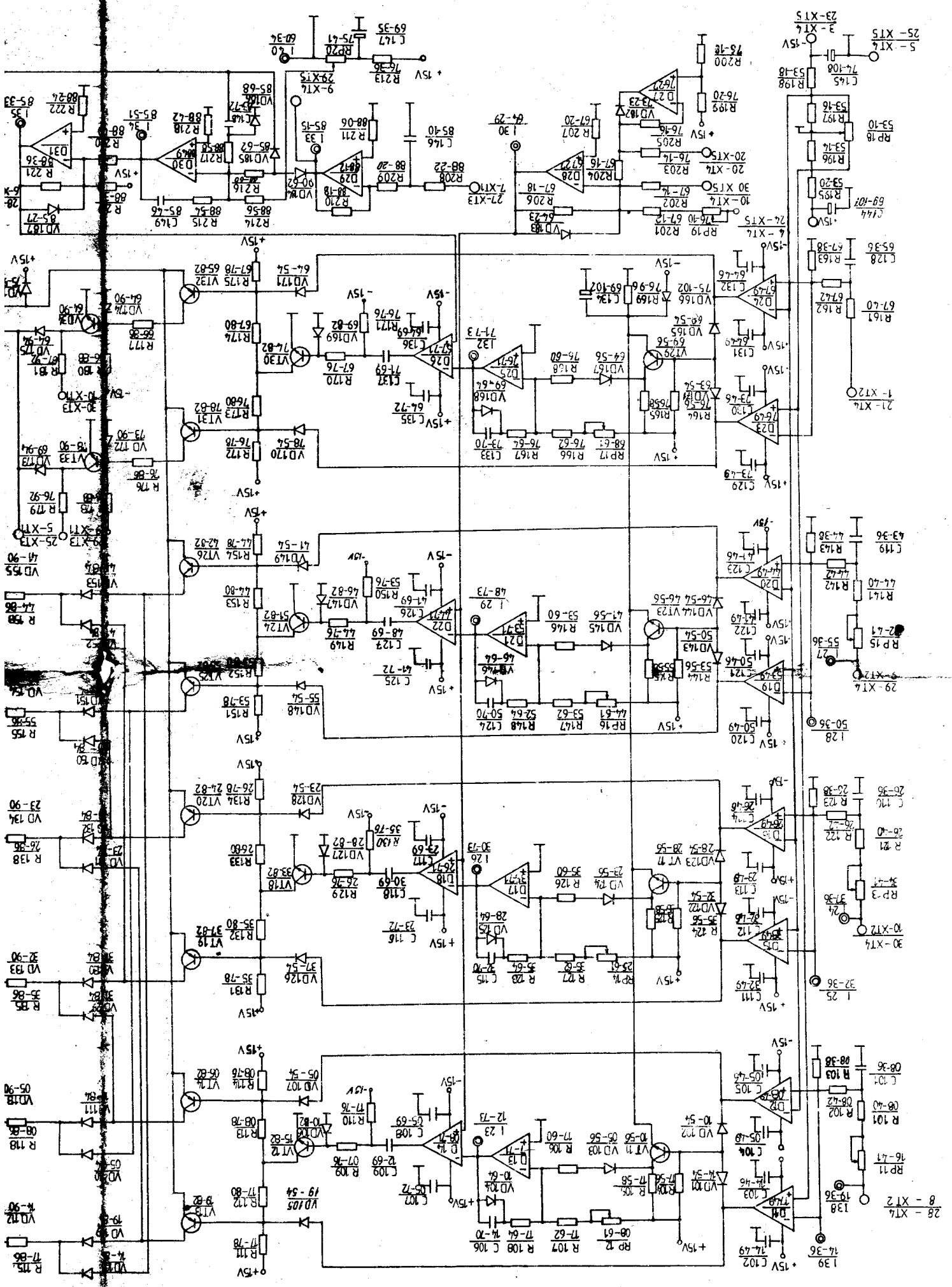


Схема сборки монтажной транзистора 2N4393
 Резистор R460 монтируется только для транзистора 2N4393

„КЕМТОР“
 Плата „Регуляторы“



25 - XT4
5 - XT4

65-36
C128
67-70
R161
R162

21 - XT4
R161
R162

43-36
C119
R143
R142
R141

47-70
R141
R142

55-36
R145
R146
R147

29 - XT4
R145
R146
R147

50-36
C120
R148
R149

26-36
C116
R123
R122

26-40
R121
R122

30 - XT4
R121
R122

37-36
C111
R123
R122

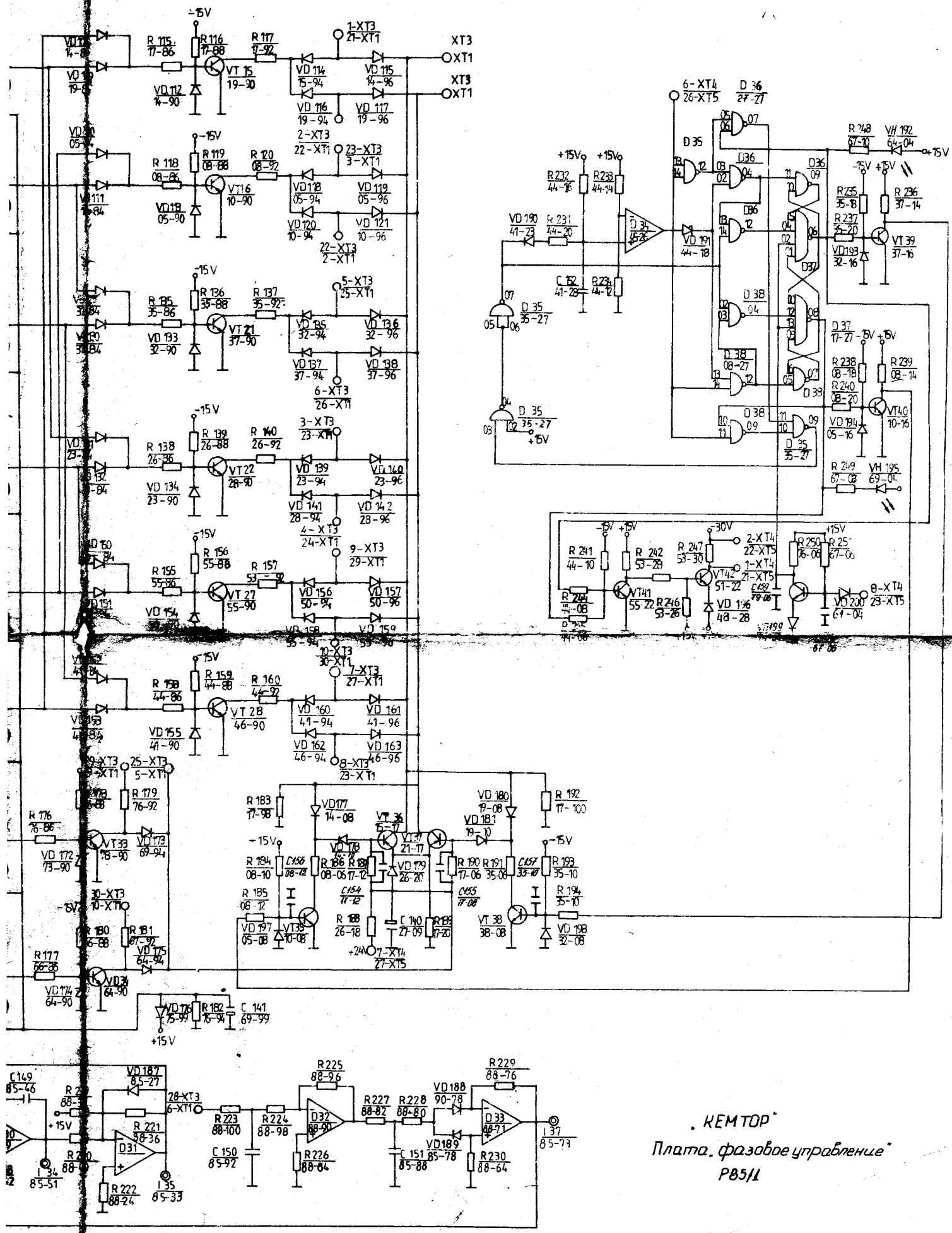
08-36
C101
R103
R102

08-70
R101
R102

16-41
R111
R112

28 - XT4
19-36
R138
R139

17-36
R138
R139



КЕМТОР
 Плата фазовое управление
 PB5/11

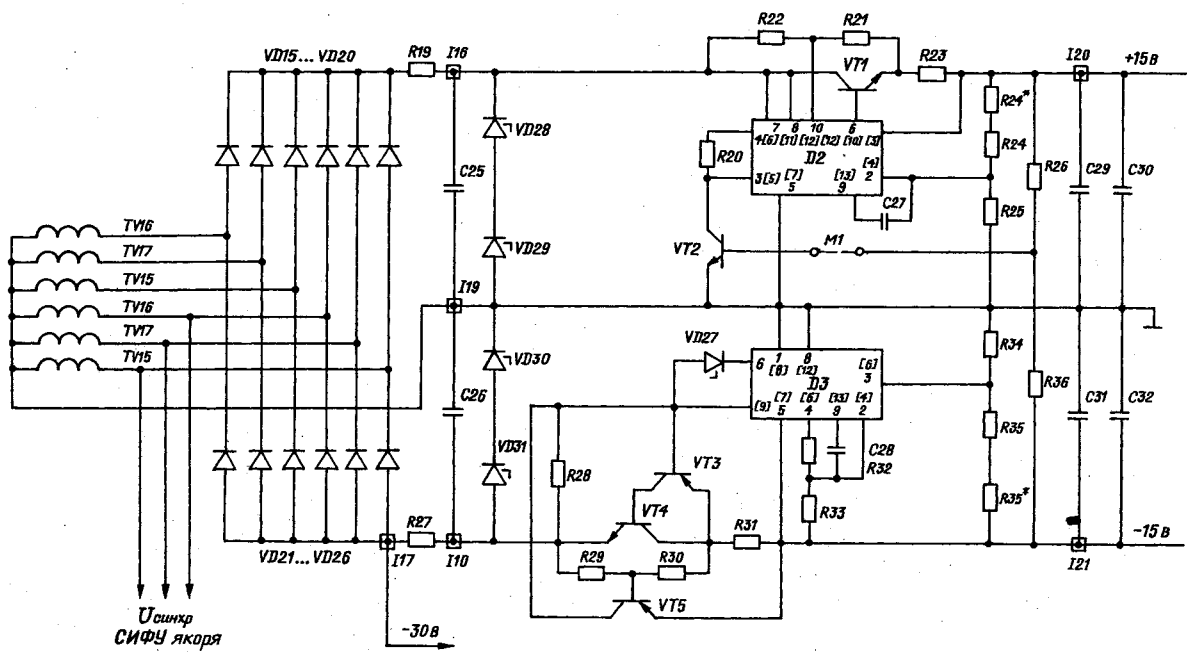


Рис. 2.22. Схема источника питания

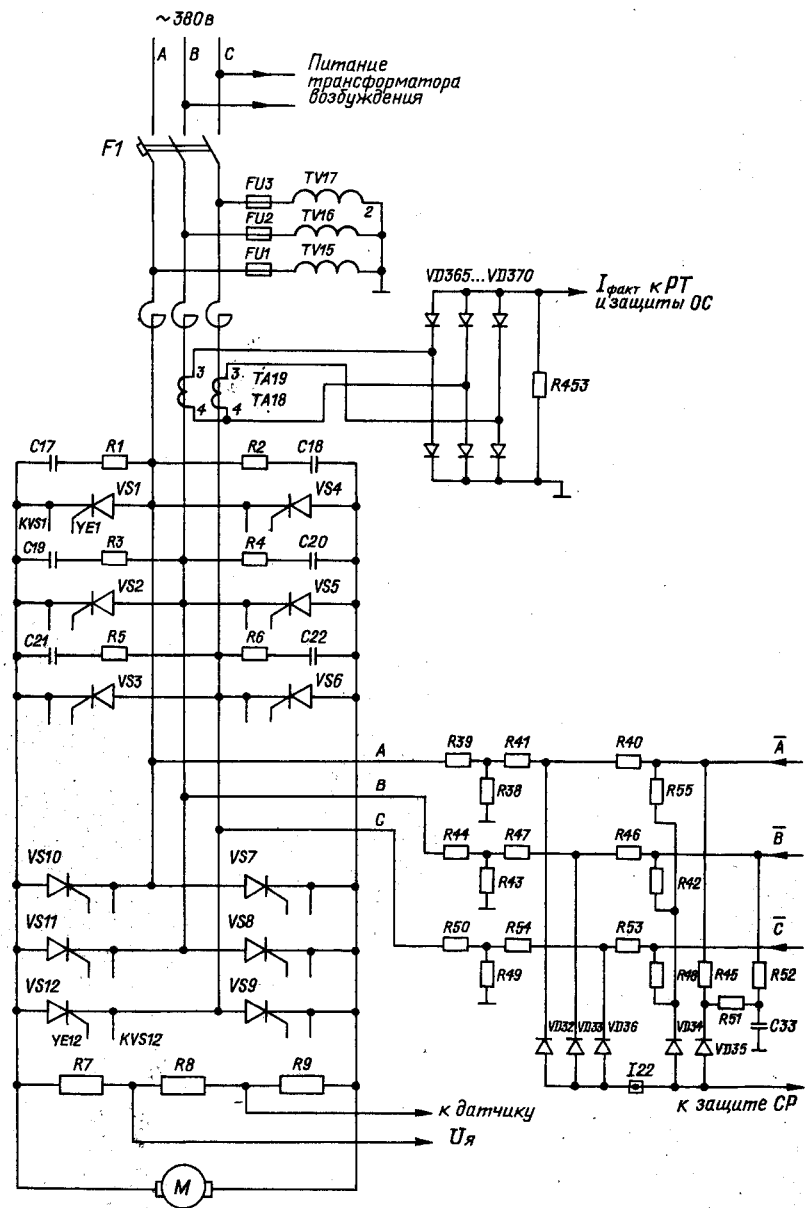


Рис. 2.3. Силовая схема