

ХО "ЕЛПРОМ"

ЗАВОД им. "НАЙДЕНА КИРОВА"-РУСЕ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТИРИСТОРНЫЙ  
ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ

"К Е М Р О С"

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

## 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Регулируемый тиристорный преобразователь постоянного напряжения типа "КЕМРОС" входит в состав комплектного электропривода главного движения металлорежущих станков с ЧПУ. В нем использован принцип двухзонного регулирования и схемы реверсирования тока якоря.

## 2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА (табл. 1)

- тиристорный преобразователь для питания обмоток якоря и возбуждения;
- электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением и с встроенными тахогенератором и вентилятором;
- трехфазный коммутационный дроссель;
- трансформатор для питания обмотки возбуждения;
- коммутационный блок включая блок динамического торможения.

### 2.1. Условия эксплуатации

- температура окружающего воздуха для преобразователя от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ ;
- температура воздуха для двигателя и для фоторастерного преобразователя (ФРП) от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха не более 80% при температуре  $+30^{\circ}\text{C}$ ;
- высота над уровнем моря не более 1000 м (эксплуатация на большой высоте допустима при соответствующем уменьшении мощности, что согласуется со заводом-изготовителем)
- изделие предназначено работать в сухих помещениях с "Нормальной пожарной опасностью" согласно действующим "Противопожарным строительно-техническим нормам;
- запрещается использовать изделие в следующих условиях:
  - в пожароопасной среде;
  - во взрывоопасной среде;
  - в среде содержащей токоведущую пыль;
  - в среде содержащей агрессивные газы и пары;

- в среде содержащей пыл и масла;
- в условиях ударов и вибраций свыше допустимых пределов;

## 2.2. Условия хранения.

- температура - не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ ;
- влажность - 80% при температуре  $30^{\circ}\text{C}$

## 2.3. Условия транспортирования.

- температура - от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$
- влажность - 80% при температуре  $30^{\circ}\text{C}$

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.

### 3.1. Тиристорный преобразователь - см. таблицу 3

### 3.2. Система позиционирования:

- точность позиционирования  $\pm 0,2^{\circ}$ ;
- разрядность принимаемой информации - 12 битов;
- связь с ЧПУ - стандартный 24V интерфейс.

### 3.2.1. Фоторастерный преобразователь (ФРП).

- разрешающая способность - 1024 импульса на 1 оборот;
- два дефазированных на  $90^{\circ}$  выходных импульсных ряда;
- единичный импульс для начала оборота;
- выходные сигналы - стандартный TTL уровень;
- питание  $+5V \pm 0,25V$ .

### 3.2.2. Цифрово-аналоговый преобразователь.

- разрядность входной информации - 12 битов при использовании DAC - 80 - CBI - V или 8 разрядов при использовании DAC - 80 - CCD - V;
- связь с ЧПУ - стандартный 24V интерфейс;
- уровень выходного сигнала  $0 \text{ v } \pm 10V$ .

### 3.3. Трансформатор возбуждения - см. таблицу 2.

ПРИВОД "КЕМРОС"

Таблица 1

Рн. кв	Тип Номер	Трансф.возбуждения	Дросель	Позицио- нирование
5,5	3E0A3-0C 601079.0000	ТВ.380\240\18\13-1,4	РК-0525	да
5,5	3E0A3-0CH 601079.0002	"-"-"	"-"-"	да
5,5	3E0A-0C 497161.8100	"-"-"	"-"-"	да
7,5	3E0A3M-0C 601093.0000	"-"-"	РК-0548	да
11	4E0A3K 601108.0000	ТВ.380\160\18-1,4	"-"-"	нет
11	5EPO3-0C 601055.0000	ТВ.380\160\18\13-1,4	"-"-"	да
11	5E0A3-0C 601073.0000	ТВ.380\240\18\13-1,4	"-"-"	да
15	5E0A3M 601100.0000	ТВ.380\240\18-1,1	РК-05410	нет
15	5E0A3M-0C 601077-0000	ТВ.380\240\18\13-1,4	"-"-"	да
18,5	6E0A3 601094.0000	ТВ.380\240\18-1,1	РК-02510	нет
18,5	6E0A3-0C 601071.0000	ТВ.380\240\18\13-1,4	"-"-"	да
22	8E0A3M-0C 601069.0000	"-"-"	РК-02612	да

Тиристорный преобразователь "КЕМРОС" Таблица 2

1. ТИП ПРИВОДА		ЗЕОАЗ-0С
2. ТИП ДВИГАТЕЛЯ		MP132SA
3. Ном. мощность	$P_n, \text{кВт}$	5,5
4. Напряжение питания	$U_{пит}, \text{В}$	3-фазы 380
5. Ном. выпр. якорный ток		
- преобразователя	$I_n, \text{А}$	32
- двигателя	$I_{нд}, \text{А}$	20
6. Макс. выпр. ток якоря	$I_{макс}, \text{А}$	$2I_n$
7. Ном. выпр. напряжение на якоре	$U_{кн}, \text{В}$	400
8. Ном. выпр. возб. напряжение	$U_{вн}, \text{В}$	180
9. Ном. выпр. возб. ток		
- преобразователя	$I_{вн}, \text{А}$	6
- двигателя	$I_{внд}, \text{А}$	2,5
10. Ном. скорость вращения	$n, \text{мин}^{-1}$	1000
11. Макс. скорость вращения	$n, \text{макс}, \text{мин}^{-1}$	4500
12. Диапазон регулирования		1:1000
13. Управляющее напряжение	$U_{упр.}$	$+/-10\text{В}$
14. Режим работы		-продолжительный
15. Климатическое исполнение		-нормальное
16. Степень защиты		IP00

Таблица 2

1.	ЗЕОАЗ-ОСН	ЗЕОА-ОС	ЗЕОАЗМ-ОС	4ЕОАЗК	5ЕРОЗ-ОС
2.	MP132SB	MP112M	MP112L	MP132M	MP132M
3.	5,5	5,5	7,5	11	11
4.	3-фаз. 380V (+10V-15V)				
5.	32 19	32 20	25 25	40 34	50 34
6.	2In.	—"	—"	50	2In.
7.	400V	—"	—"	—"	—"
8.	180	180	180	110	110
9.	6 2,5	6 4	6 4,5	6 5,8	6 5,8
10.	1000	1000	1000	1000	1000
11.	5500	5500	5500	3500	3500
12.	1:1000	—"	—"	—"	—"
13.	+/-10V с пулс.2% или 12-разр.код				
14.	продолжительный				
15.	нормальное				
16.	IP00	—"	—"	—"	—"

Таблица 2

	5Е0А2-00	5Е0А2М-00	5Е0А2-00	5Е0А3-00	5Е0В
		5Е0А2М	5Е0А3		
С	MP132MA	MP132LA	MP132MB	MP160M	MP160MA
3.	11	15	10,5	22	22
4.	3-фаз., 380V (+10; -15V)		f=50Hz ±1-2%		
5.					
	50	50	63	80	80
	34	46	56	67	64
6.	210.	—	—	—	—
7.	400V	—	—	—	—
8.	180	180	180	180	180
9.					
	6	6	6	12	12
	7,5	5	3,5	6,5	6,5
10.	1000	1000	1000	1000	1000
11.	4500	4500	4500	4000	4500
12.	1:1000	—	—	—	—
13.	±1-10V с пульс. 2% или 12-разр. код				
14.	продолжительный				
15.	нормальное				
16.	1000	—	—	—	—

ТРАНСФОРМАТОР ВОЗБУЖДЕНИЕ

Таблица 3

Типовое обозначение		ТВ-U1н\U2н\U3н\U4н-Рн			
Выполнение		однофазное			
Параметры :					
1.Номинальная мощность	Рн	KVA	1.1	1.4	1.4
2.Ном. напр. питания	U1н	V	380	380	380
3.Ном. выходное. напр.	U2н	V	240	160	240
	U3н	V	18	18	18
	U4н	V	-	-	13
4.Номинальный ток	I1н	A	3.7	3.5	5
	I2н	A	5.5	5.8	7.2
	I3н	A	0.1	0.2	0.2
	I4н	A	-	-	1.5
5.Класс теплостойкости			F	F	F
6.Степень защиты			IP00	IP00	IP00
7.Масса	G	Kg	11	11	13



Дроссель коммутационный

Таблица 4

ТИПОВОЕ ОБЗНАЧЕНИЕ РК 0525 0548 05410 02510 02612

Выполнение

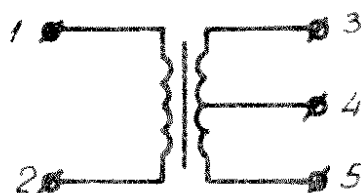
трехфазное

Параметры

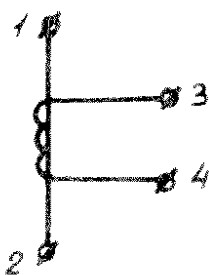
1. Индуктивность		0.5	0.5	0.5	0.2	0.2
2. Номинальный ток	А	25	40	40	50	60
3. Максимальный ток	А	50	80	100	100	120
4. Класс теплостойкости		F	F	F	F	F
5. Степень защиты		IP00	-"-	-"-	-"-	-"-
6. Масса	Кг	8	8	8.5	8.6	7.4

Таблица 5

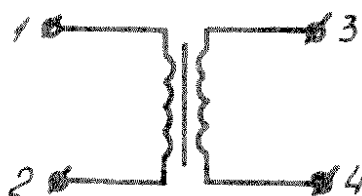
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ	УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ	НОМЕР
Управление тиристорами	УТ	601055.04
Фазовое управление	ФУ	601055.05
Регуляторы и логика	РЛ	601055.06
Токовая плата	ТП	601055.03
ЦАП и позиционирование	ОС	601055.08



$W_{1,2}$ /δp/	$H_{1,2}$ /mm/	$W_{3,4}; W_{4,5}$ /δp/	$H_{3,4}; H_{4,5}$ /mm/
2300	φ 0,14	290	φ 0,22



Преобразователь	$W_{1,2}$ /δp/	$H_{1,2}$ /mm/	$W_{3,4}$ /δp/	$H_{3,4}$ /mm/
3ЕОА3, 3ЕОА, 3ЕОА3М 5ЕРОВ, 5ЕОА3, 5ЕОА3М	2	$S=4\text{mm}^2$	1000	φ 0,1
6ЕОА3, 8ЕОА3	1	$S=2 \times 4\text{mm}^2$	1000	φ 0,1



$W_{1,2}$ /δp/	$H_{1,2}$ /mm/	$W_{3,4}$ /δp/	$H_{3,4}$ /mm/
150	φ 0,125	80	φ 0,125

рис. 1

- 3.4. Коммутационный дроссель — см. таблицу 4.
- 3.5. Питающий трансформатор — см. рис. 1а.
- 3.6. Токовый трансформатор — см. рис. 1б.
- 3.7. Импульсный трансформатор — см. рис. 1в.

#### 4. КОНСТРУКЦИЯ.

Конструктивные и схемные решения тиристорного преобразователя тип "КЕМРОС" каноничально унифицированы с известными преобразователями типа "КЕМТОР", "КЕМРОН" и "КЕМТОР". Преобразователь имеет блочную конструкцию, которая позволяет оперативную замену блоков и свободный доступ к контрольным точкам в отдельных элементах.

Оформлены три основных блока: силовой блок якоря, силовой блок возбуждения двигателя и один блок электронного управления силовыми выпрямителями, который сконструирован в виде "тетради" и включает платы из таблицы 5. Питаящая и токовая платы неподвижно закреплены, а остальные могут вращаться. В зависимости от конкретного применения управляющий блок выполняют с платой или без платы "ЦАП и позиционирование".

##### 4.1. Принцип работы.

Система автоматического регулирования выполнена по двухконтурной схеме с подчиненным регулированием. Сигнал якорного тока получается от выпрямления сигнала из двух токовых трансформаторов.

Регулирование скорости двухзонное (рис. 2). В первой зоне (до номинальной скорости) регулирование осуществляется изменением напряжения на якоре при сохранении постоянного значения тока возбуждения. Максимальный момент в этой зоне является постоянной величиной и ее называют зоной регулирования при постоянном моменте. Во второй зоне (выше номинальной скорости) напряжение на якоре сохраняется постоян-

ным и равным максимальному, а ток возбуждения уменьшается. В этой зоне значения номинальной и максимальной мощностей остаются постоянными величинами и в ней осуществляется регулирование при постоянной мощности.

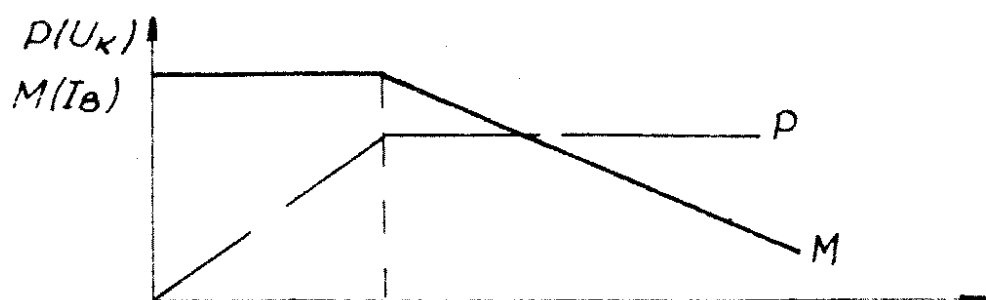


рис. 2

4.2. Блочная схема преобразователя показана на рис. 3, где:

- 1) Задатчик интенсивности.
- 2) Регулятор скорости.
- 3) Токоограничение.
- 4) Блок ограничения момента.
- 5) Регулятор тока.

6 и 7) Блоки задания предварительного угла открывания тиристоров.

8) СИФУ — система импульсно-фазового управления выпрямителем для якоря.

9 и 10) Импульсные трансформаторы.

11) Блок "ЛОГИКА" определяющий направление вращения, причем его сигналы разрешают или не разрешают работы одного из двух управляемых выпрямителей напряжения на якоре.

12) Дифференциальная коррекция обратной связи по скорости.

13) Блок адаптивного токоограничения в зависимости от скорости.

14) Выпрямитель сигнала обратной связи по току якоря.

- 15) Блок определения знака обратной связи по току.
- 16) Детектор направления заданного тока.
- 17) Выпрямитель питания сети якоря.
- 18) Блок задания тока возбуждения.
- 19) Регулятор тока возбуждения.
- 20) СИФУ - система импульсно-фазового управления выпрямителя сети возбуждения.
- 21) Блок импульсных трансформаторов.
- 22) Преобразователь напряжения на якоре.
- 23) Блок модуля сигнала, пропорционального напряжению на якоре.
- 24) Дифференцирующая - интегрирующая цепь.
- 25) Выпрямитель питания цепи возбуждения.
- 26) Переключатель задающего сигнала по скорости.
- 27) Блок позиционирования (рис. 9).
- 28) Блок питания управляющей электроники.

L - сетевой дроссель

TV - трансформатор питания и синхронизации цепи возбуждения

B - датчик тока возбуждения (находится в конструкции преобразователя)

TA - датчики тока якоря (находится в конструкции преобразователя)

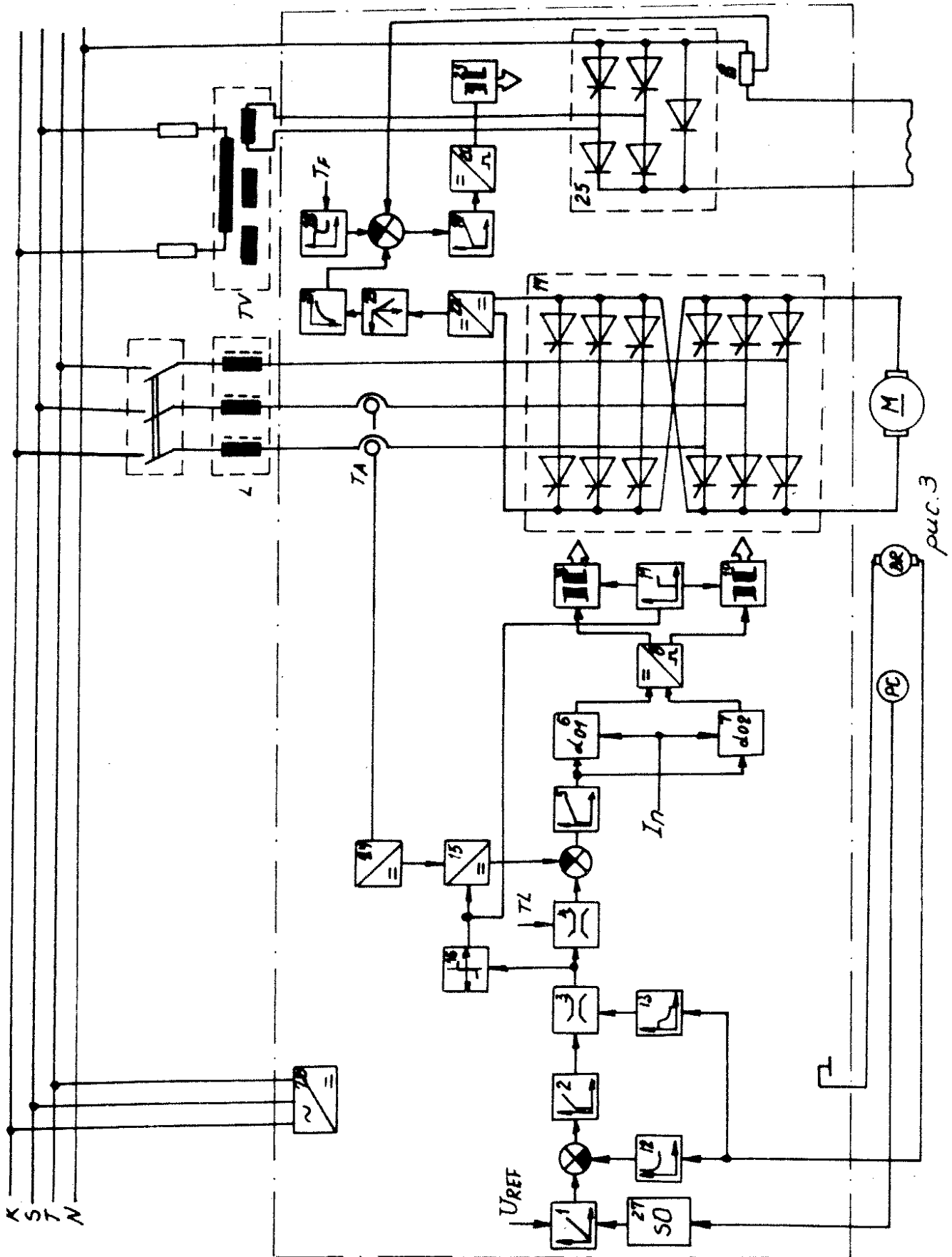
M - двигатель постоянного тока

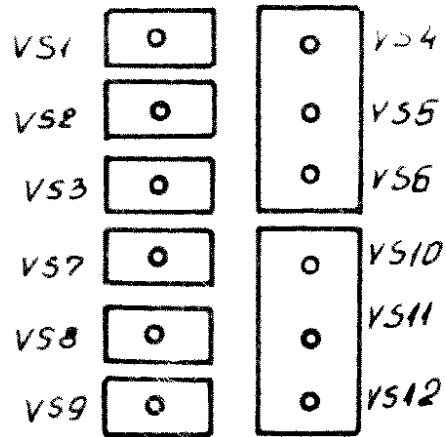
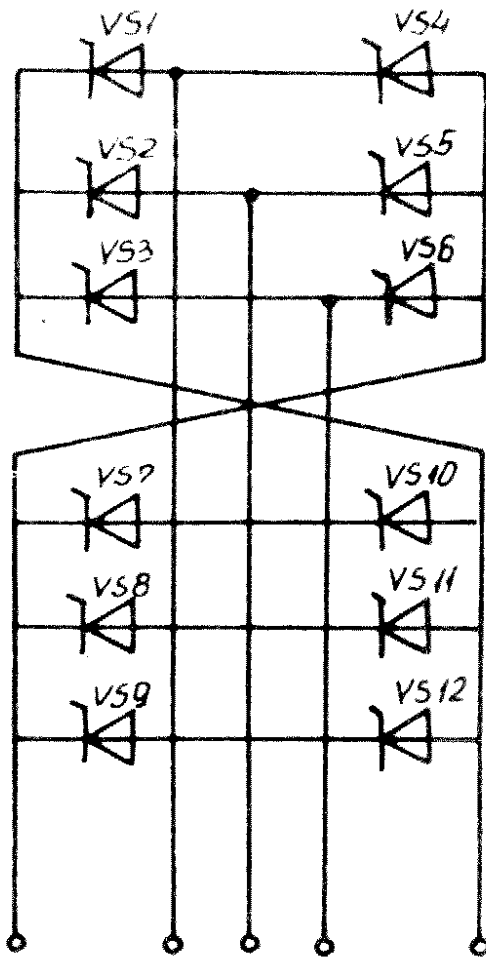
BB - генератор тахометрический

PC - пульсодер (ФРП)

Электропривод подключается к питающей сети с помощью трехфазного дросселя, который предохраняет ее от коммутационных токов преобразователя.

С помощью встречно-параллельно соединенных трехфазных мостовых выпрямителей с разделенным управлением осуществляется питание обмотки якоря. Для вос-





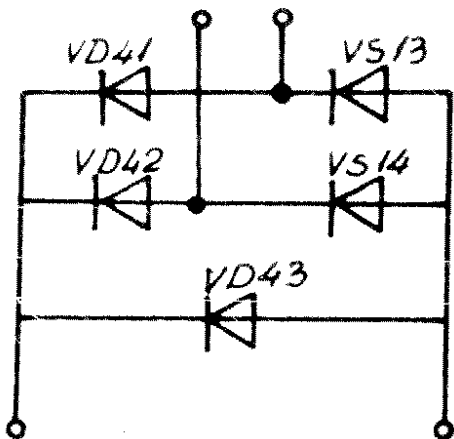
VS1÷VS12/T132-40-9/3E0A, 3E0A3, 3E0A3M

VS1÷VS12/T142-63-9/4E0A3K

VS1÷VS12/T192-80-9/5E0A3, 5E0A3M, 6E0A3



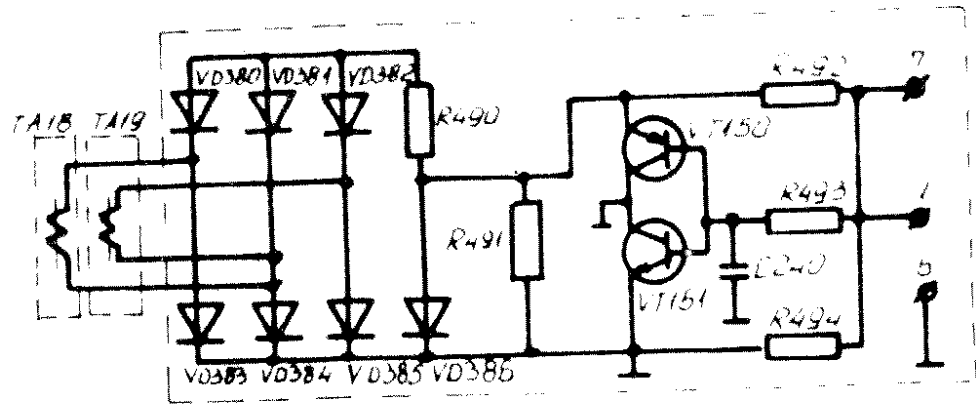
puc. 4 VS1÷VS12/TA2-160-9/8E0A3



VS13; VS14/T132-25-5/

VD41÷VD43/KA2010/

puc. 5



р.л. 5



буждения используют непереворсивный выпрямитель выполненный по однофазной мостовой схеме.

Схема связей выпрямителей, тип тиристоров и их размещение показаны на рис. 4 и 5.

Датчик тока состоит из двух импульсных трансформаторов (ТА) и узла для преобразования сигнала. Принципиальная электрическая схема показана на рис. 6 а данные токового трансформатора показаны на рис. 1б

#### 4.3. Защиты и сигнализации.

Комплекс защит и сигнализации облегчает работу при первоначальной настройке и эксплуатации привода. Блочная схема его показана на рис. 7.

1 - Модуль разницы между заданной и действительной скоростью;

2 - Узел защиты от ошибки при выполнении задания с скорости;

3 - Модуль V-TG

4 - Узел формирования сигнала для SA

5 - Времяопоздание

6 - Блок позиционирования (SD)

7 - Узел задания наименьшего времени сигнализации ZS

8 - Аналоговый выход:

- скорости SM

- тока (нагрузки) LM

9 - Сигнализация:

- готовность к работе (RD)

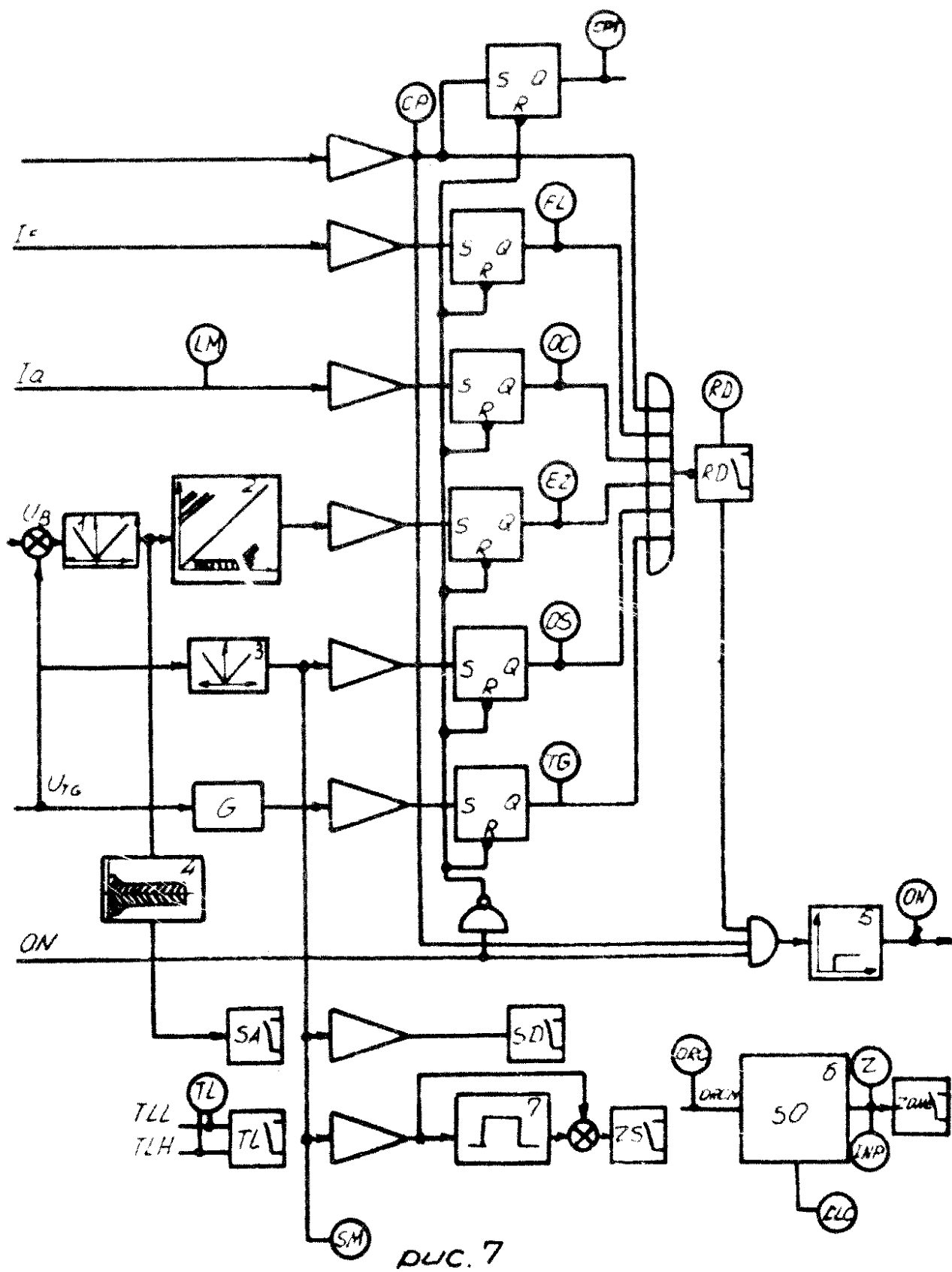
- достигнута заданная скорость (SA)

- достигнута определенная скорость (SD)

- нулевая скорость (ZS)

- ограниченный момент (TL)

- позиция (ZONE) - при выполнении команды позиционирования (ORCM)



10 - Индикации:

- готов (RD)
- сработала защита "фаза" (CP1)
- работа (ON)
- срабатывает защита:
  - а) "фаза"
  - б) "возбуждение" (FL)
  - в) большой ток (OC)
  - г) ошибка (EE)
  - д) высокая скорость (OS)
  - е) генератор тахометрический (TG)
- позиционирование (ORCM)
- выбор передачи (CLCH)
- в позиции: грубое (ZONE)  
тонкое (INP)

Срабатывание какой-либо защиты блокирует подачу управляющих импульсов к тиристорам.

Подробное описание защит и индикации, в том числе и причины, при которых они срабатывают, даны в таблице 6 и 7. Кроме выше указанных электронных защит преобразователь защищен от перегрузок тока и междофазовых коротких замыканий с помощью автоматического выключателя.

В таблице 8 дано описание интерфейса привода. Беспотенциальные контакты осуществляются нормально разомкнутыми контактами рийдреле ( $I_{max}=0.5A$ ;  $U_{max}=150V$ ;  $P_{max}=12W$ ).

#### 4.4. ЦАП и система позиционирования.

На одной плате смонтированы два независимых одно от другого устройства осуществляющие связь между ЧПУ и тиристорным регулятором, где:

- ЦАП преобразующий задание от ЧПУ из цифрового в аналоговый вид (напряжение -  $U_{REF}$  )

- система позиционирования дающая возмож-

ность о позиционировании шпинделя металлорежущего станка в предварительно заданное положение, которое определяется ЧПУ или переключателями смонтированными на самой плате (S503 и S504).

Структурная схема платы "ЦАП и позиционирование" дана на рис. 9, где:

- 1 - Преобразователь уровня (от 24V - TTL)
- 2 - Умножитель импульсных рядов А и В из ФРП
- 3 - Цифрово-аналоговый преобразователь шестнадцатичный DAC-80-CBI (DD605) или десятичный DAC-80-CCD-V (DD606)
- 4 - Двоичный счетчик
- 5 - Двоичный сумматор
- 6 - Переключатель кода позиции
- 7 - Повторитель
- 8 - Масштабирующий блок
- 9 - ЦАП1
- 10 - Дешифратор позиции - точный
- 11 - Дешифратор грубого позиционирования
- 12 - Детектор направления вращения
- 13 - Блок определения полярности задания
- 14 - Масштабирующий усилитель
- 15 - Источник эталонного напряжения
- 16 - Переключатель задающего напряжения
- 17 - Детектор низкой (скользящий) скорости

При отсутствии команды "позиционирование" система принимает из ЧПУ или ЦАП задание о скорости и передает его регулятору без изменения. При подаче команды (ORCM) на диаграмме на рис. 7 обрывается сигнал о задании и на вход регулятора подадут сигнал соответствующий предварительно выбранной низкой скорости. После ее достижения (сигнал SDT) разрешается прием импульса о начале оборота (сигнал SQI), который заряжает код позиции и разрешает работу счетчика. После получения сигнала о переносе счетчиком (SQ2) вход регулятора переключают к сигналу на вы-

коде ЦАП1, который является пропорциональным угловому отклонению от заданной позиции. Таким образом осуществляется обратная связь по местоположению обеспечивающая позиционирование шпинделя.

При использовании цифрового кода о задании управляющего напряжения соответствующий сигнал преобразуется в TTL уровень (блок 1 на рис. 9) и поступает на вход ЦАП (блок 3 на рис. 9), который может быть выполнен в одном из двух вариантов — двоичном или десятичном.

Аналоговое задание получается на выходе блока 8 (рис. 9), который масштабирован и нулирован заводом изготовителем и его полярность определяется блоком 13 (рис. 9).

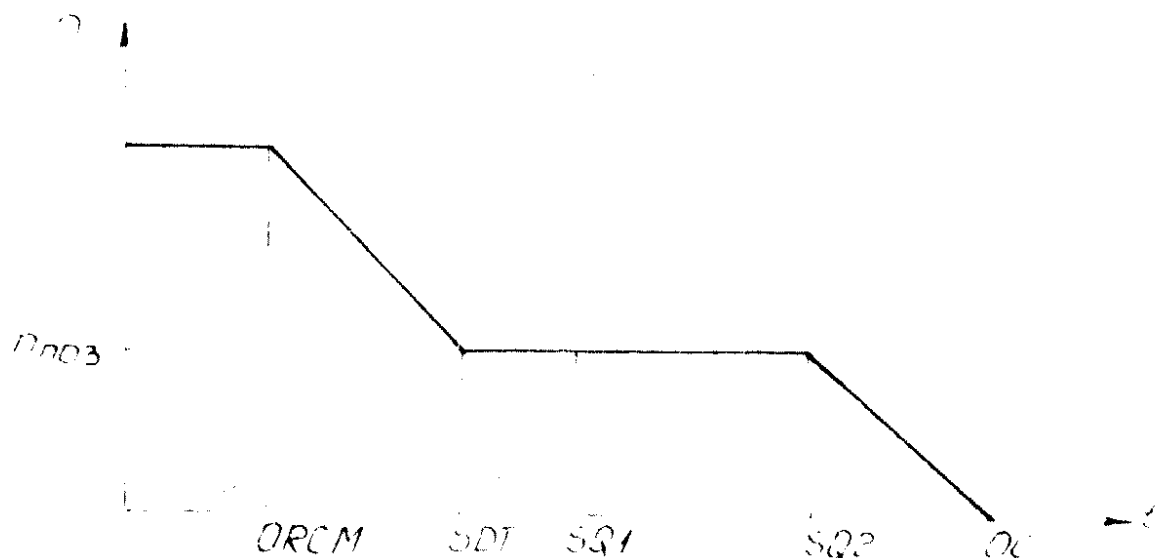
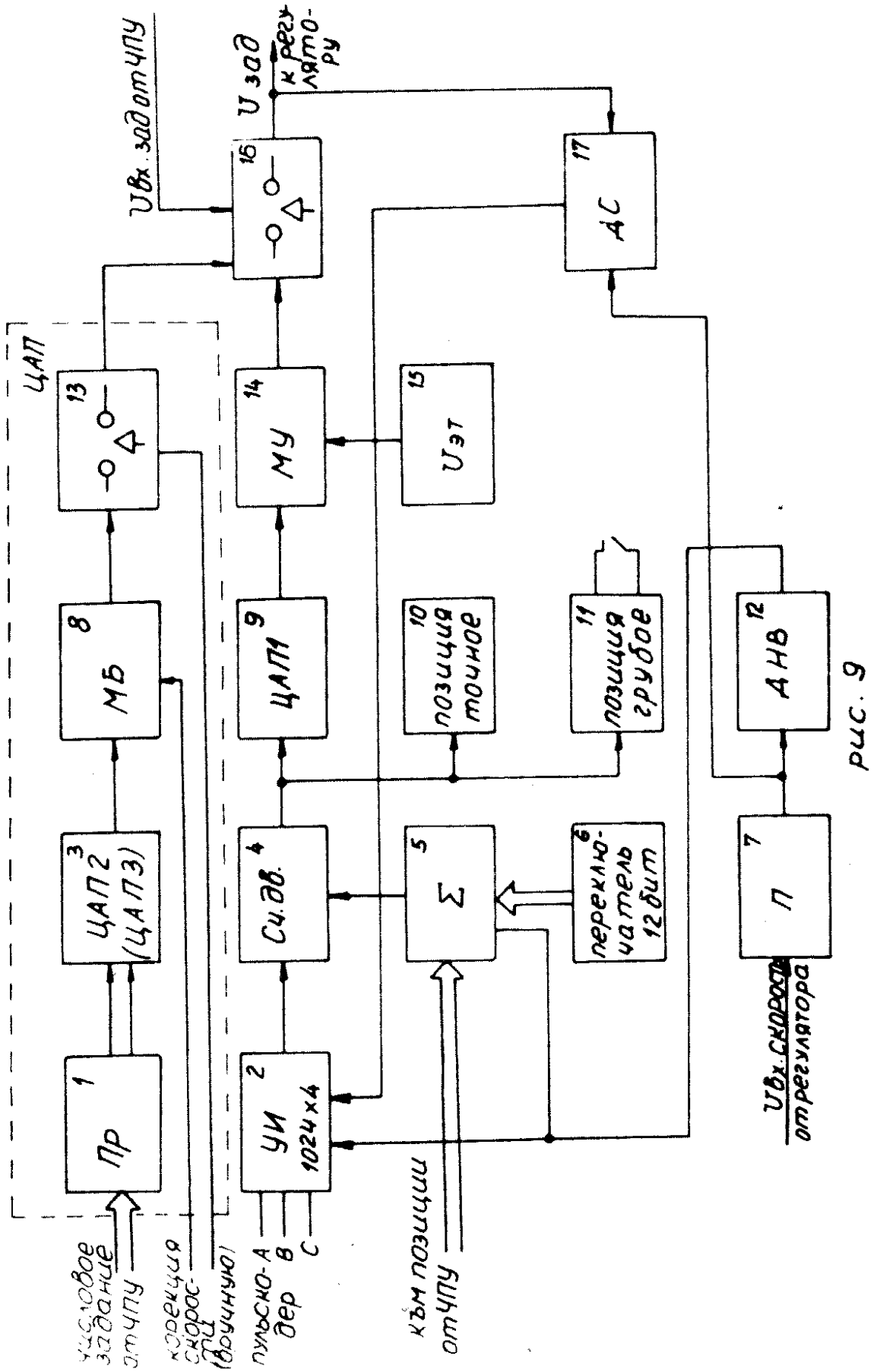


рис. 8

В техническом описании относятся и принципиальные электрические схемы отдельных плат, которые оформлены как приложения к инструкции по эксплуатации.

Спецификации используемых электронных элементов даны в конце описания, где только для импортных



указана страна-изготовитель.

Завод-изготовитель сохраняет себе право на изменение неухудшающие качество продукции, но незафиксированные в эксплуатационной документации, а также и право на замену цитированных электронных элементов аналогами.

## II. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ.

### 1. Монтаж тиристорного преобразователя.

Тиристорный преобразователь должен быть смонтирован таким образом, чтобы была обеспечена вертикальная циркуляция воздуха через тиристорный блок. При этом над преобразователем должно оставаться расстояние не менее 60 мм, а под ним 200 мм для удобства монтажа и эксплуатации.

Монтаж двигателя производится согласно "Технической информации и инструкции по монтажу и эксплуатации двигателей постоянного тока для электроприводов главного движения" завода-изготовителя.

### 2. Габаритные и присоединительные размеры.

Габаритные и присоединительные размеры преобразователя показаны на рис. 10.

Размеры двигателя указаны в "Технической информации и инструкции по эксплуатации" завода-изготовителя.

### 3. Электрический монтаж.

Общая схема электрического монтажа привода показана на рис. 11, где указаны и сечения присоединительных приводов.

При техническом выполнении необходимо иметь ввиду следующие:

- использовать кабели наименьшей длины;
- экранированные провода управляющего назначения прокладывать отдельно от силовых.

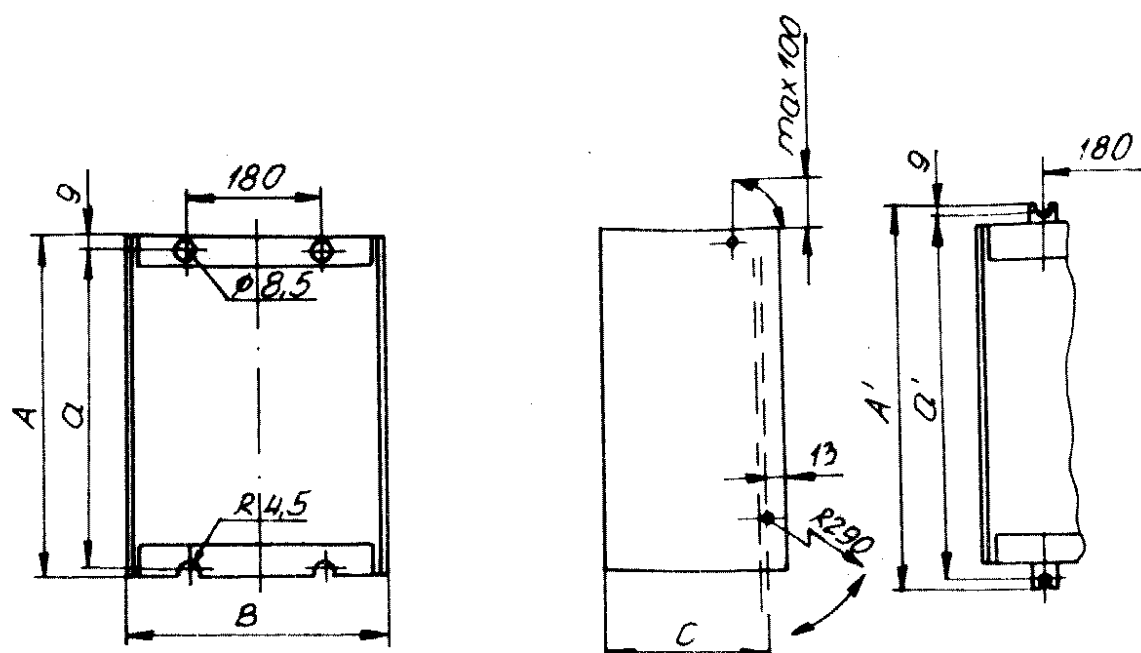
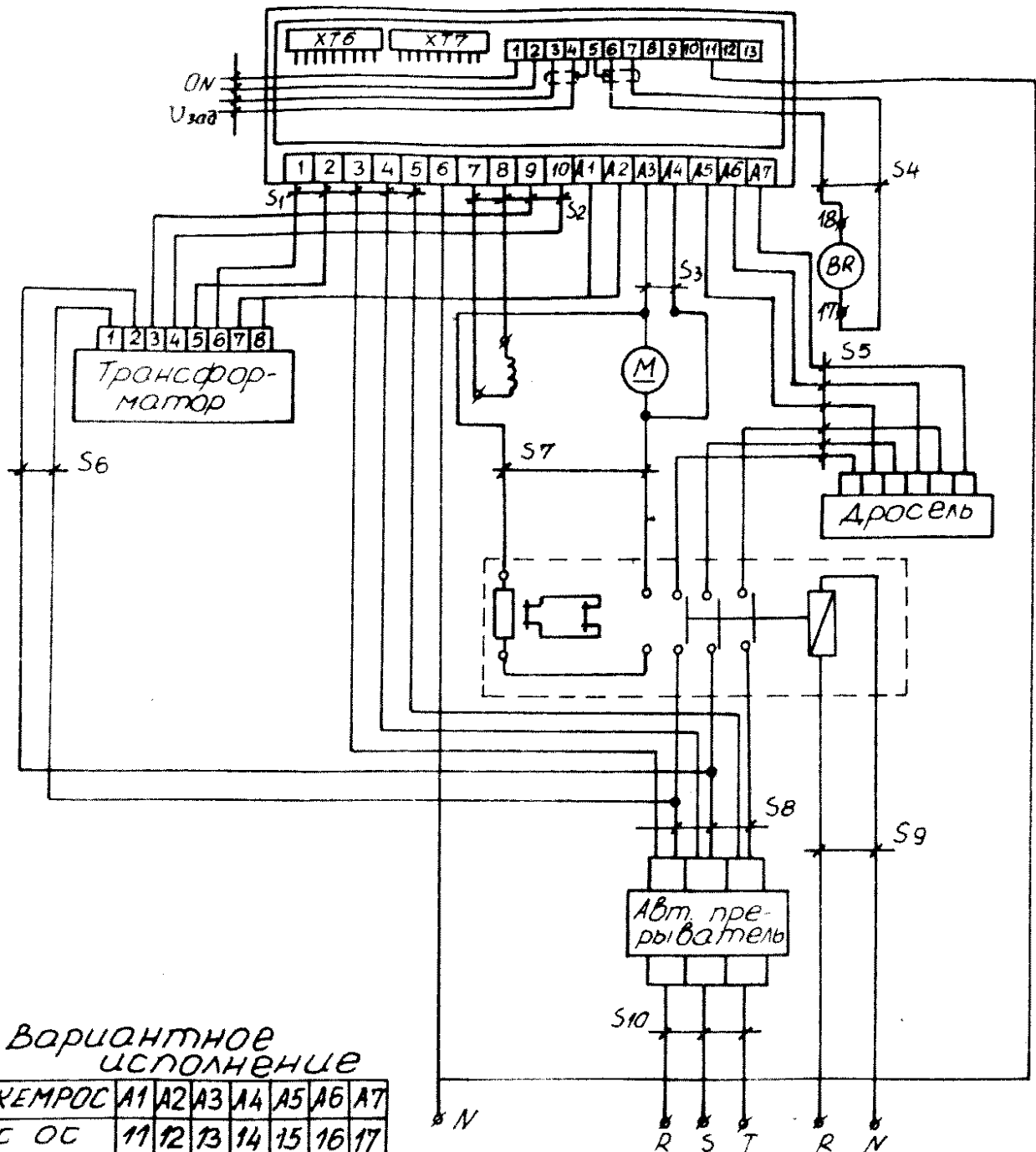


Рис. 10

Типовое означение	A мм.	A мм.	a мм.	a мм.	B мм.	C мм.	масса кгр.
ЗЕОАЗ-ОС	380	428	360	406	290	215	12.5
ЗЕОАЗ-ОСМ	380	428	360	406	290	215	12.5
ЗЕОА-ОС	380	428	360	406	290	215	12.5
ЗЕОАЗМ-ОС	380	428	360	406	290	215	12.5
4ЕОАЗК	380	428	360	406	290	190	12
5ЕРОЗ-ОС	380	428	360	406	290	215	12.5
5ЕОАЗ-ОС	380	428	360	406	290	190	12.5
5ЕОАЗМ	380	428	360	406	290	190	12
5ЕОАЗМ-ОС	380	428	360	406	290	215	12.5
6ЕОАЗ	570	618		598		190	15
6ЕОАЗ-ОС	570	618	550	596	290	230	16
8ЕОАЗ-ОС	400	448	380	426	320	340	20





	$S_1 [mm^2]$	$S_2 [mm^2]$	$S_3 [mm^2]$	$S_4 [mm^2]$	$S_5 [mm^2]$	$S_6 [mm^2]$	$S_7 [mm^2]$	$S_8 [mm^2]$	$S_9 [mm^2]$	$S_{10} [mm^2]$
5,5 kW	1	1,5	4	0,35	4	2,5	4	4	1	4
7,5 kW	1	1,5	4	0,35	4	2,5	4	4	1	4
11 kW	1	1,5	6	0,35	6	2,5	6	6	1	6
15 kW	1	1,5	6	0,35	6	2,5	6	6	1	6
18,5 kW	1	2,5	10	0,35	10	2,5	10	10	1	10
22 kW	1	2,5	10	0,35	10	2,5	10	10	1	10

рис. 11

### 3.1. Зануление и заземление.

Зануление и заземление производится согласно рис. 12, где указаны сечения проводов.

При монтаже ФРП "KURODA" или его аналога необходимо иметь ввиду что связь между его валом и шпинделем металлорежущего станка осуществляется муфтой обеспечивающей высокую угловую точность и исключающей передачу радиальных нагрузок и вибраций. В случае когда нет нулевой шины необходимо чтобы провод от клеммы 11-X2 подсоединить к заземляющей шине.

### 3.2. Соединение тахогенератора.

Соединение тахогенератора (см. рис. 11) производится посредством экранированного кабеля сечением  $2 \times 0,35$  мм}. Когда связь осуществляется через клеммник или штепсельный разъем необходимо иметь дополнительную клемму для экрана.

3.3. Подключение источника питающего напряжения регулируемого в диапазоне от  $-10V$  до  $+10V$ .

В преобразователях неимеющих системы позиционирования можно использовать схему показанную на рис. 13а, где  $R=1\text{ком}$ ,  $RP=3,3\text{ком}$ . С помощью переключателя  $K1$  (реверс) меняют полярность управляющего напряжения, а с  $K2$  (задание) подают управляющее напряжение ( $U_{зад}$ ) к преобразователю.

В преобразователях комплектованных с платой "ОС" коррекции управляющего напряжения можно осуществить согласно рис. 13б, где  $RP1=1\text{ком}$ ;  $RP2=3\text{ком}$ ;  $RP3=10\text{ком}$ ;  $R1=1,8\text{ком}$ ;  $R2=24\text{ком}$ ;  $R3=3,3\text{ком}$ ;  $R4=100\text{ом}$  и  $R5=47\text{ом}$ . Сигналы  $OVR1$ ;  $OVR2$ ;  $DA1$  и  $DA2$  подаются через разъем  $XT9$  (рис. 21, стр. 47).

## III. ИНСТРУКЦИЯ ПО ВВЕДЕНИЮ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

### 1. Общие указания.

#### 1.1. Первоначальный осмотр и проверка.

После распаковки электропривода необходимо внимательно осмотреть все комплектующие узлы чтобы

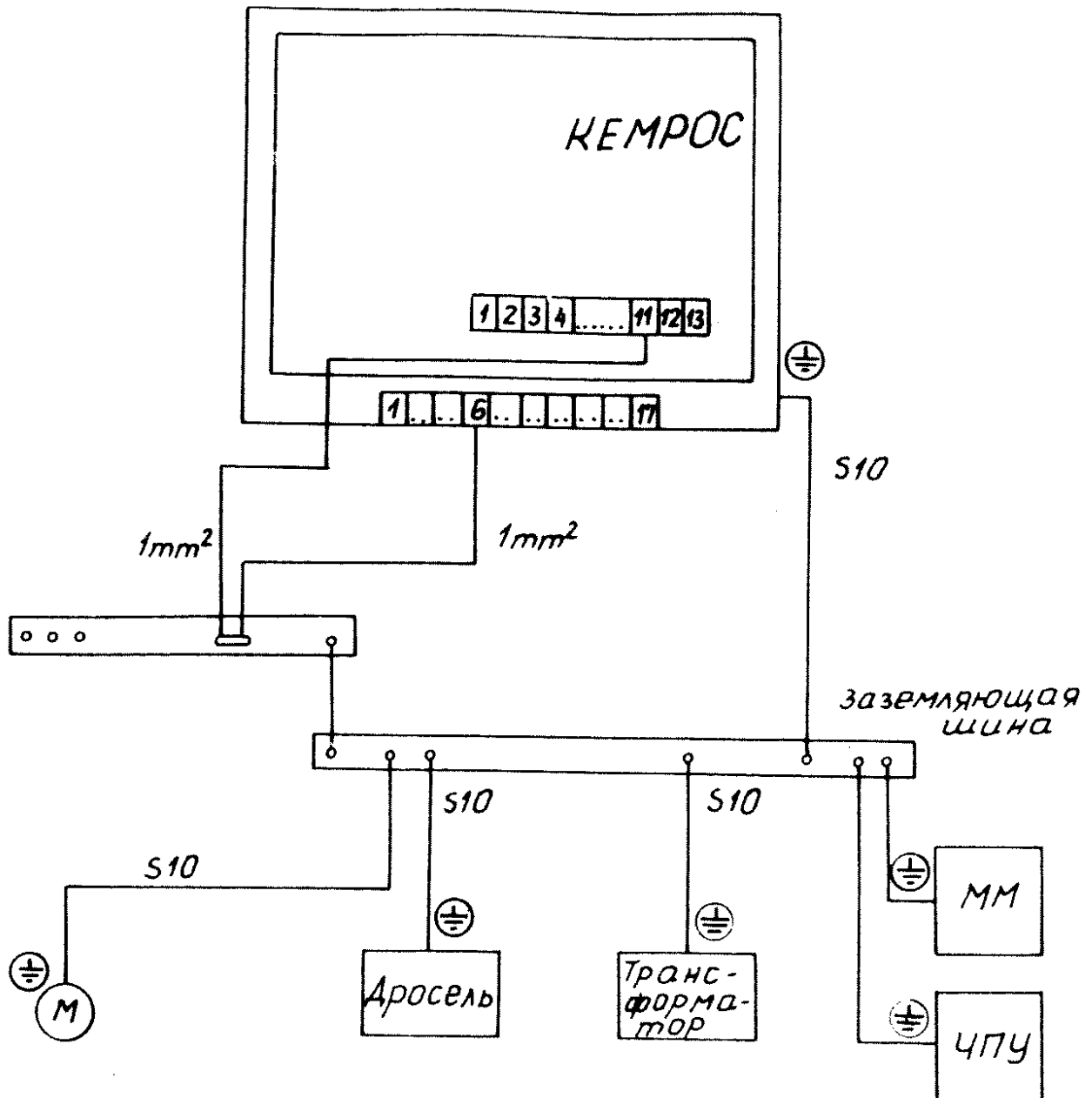
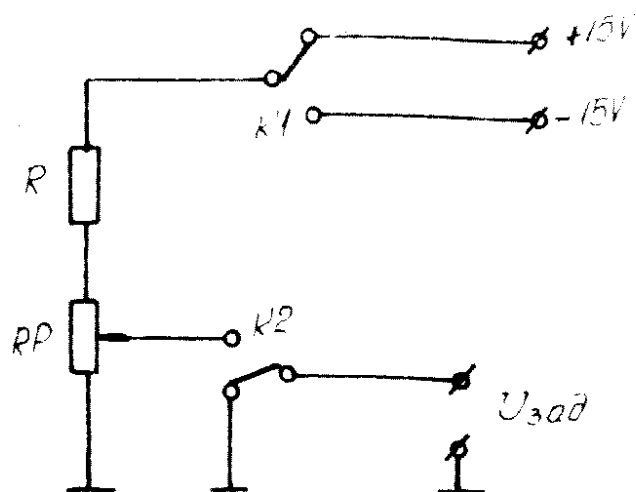
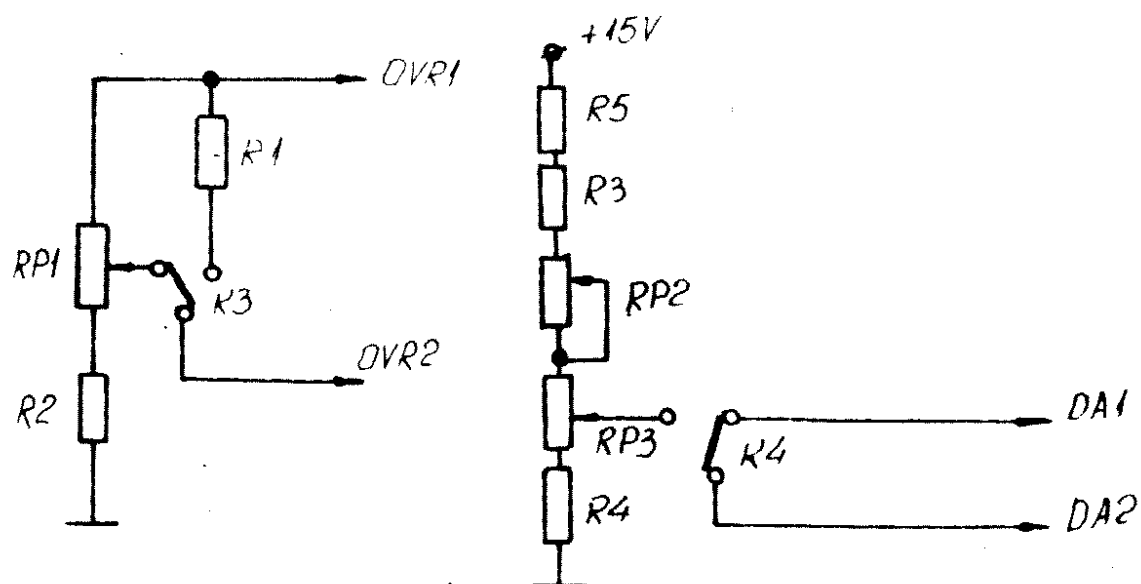


рис. 12



a)



б)

рис. 13

убедиться в том, что во время транспортировки груза не произошло таких повреждений, как поломка, нарушение изоляции трансформаторов, дросселей и др. При отсутствии таковых подключить электропривод согласно "Инструкции по монтажу".

1.2. Необходимая аппаратура для пуска и настройки

- двухлучевой запоминающий осциллоскоп;
- цифровой мультиметр (4 разрядный);
- устройство для подачи управляющего напряжения - регулируемое от  $-10V$  до  $+10V$  с исходным сопротивлением меньше  $2\text{ к}$  и с пульсациями не более  $2\%$ .

или 12 разрядный код.

При первоначальном пуске электропривода желательно чтобы двигатель не был присоединен к механизмам станка (к шпинделю).

2. Проверка электрического монтажа и исправность электропривода.

2.1. Проверка монтажа и электрических связей.

Прежде чем осуществить пуск электропривода желательно еще раз проверить правильны ли электрические связи и их надежность (рис. 14 - 16).

Проверит зануление и правильно ли поставлены все разъемы.

Размещение регулируемых элементов, индикации и контрольных точек на отдельных платах показано на рис. 17 - 20. Контрольные точки и потенциометры находятся в табл. 9 и 10.

2.2. Первоначальный пуск электропривода.

Запаять резисторы R451 и R459 и отпаять мосты M52 и M55 на плате "РД".

Не присоединять активный вывод тахогенератора 7-X2. Снять разъем XT8 с платы "ОС" если электропривод укомплектован с ней.

2.2.1. Подача питающего напряжения.

Необходимо проверить направление вращения вентилятора для охлаждения двигателя.

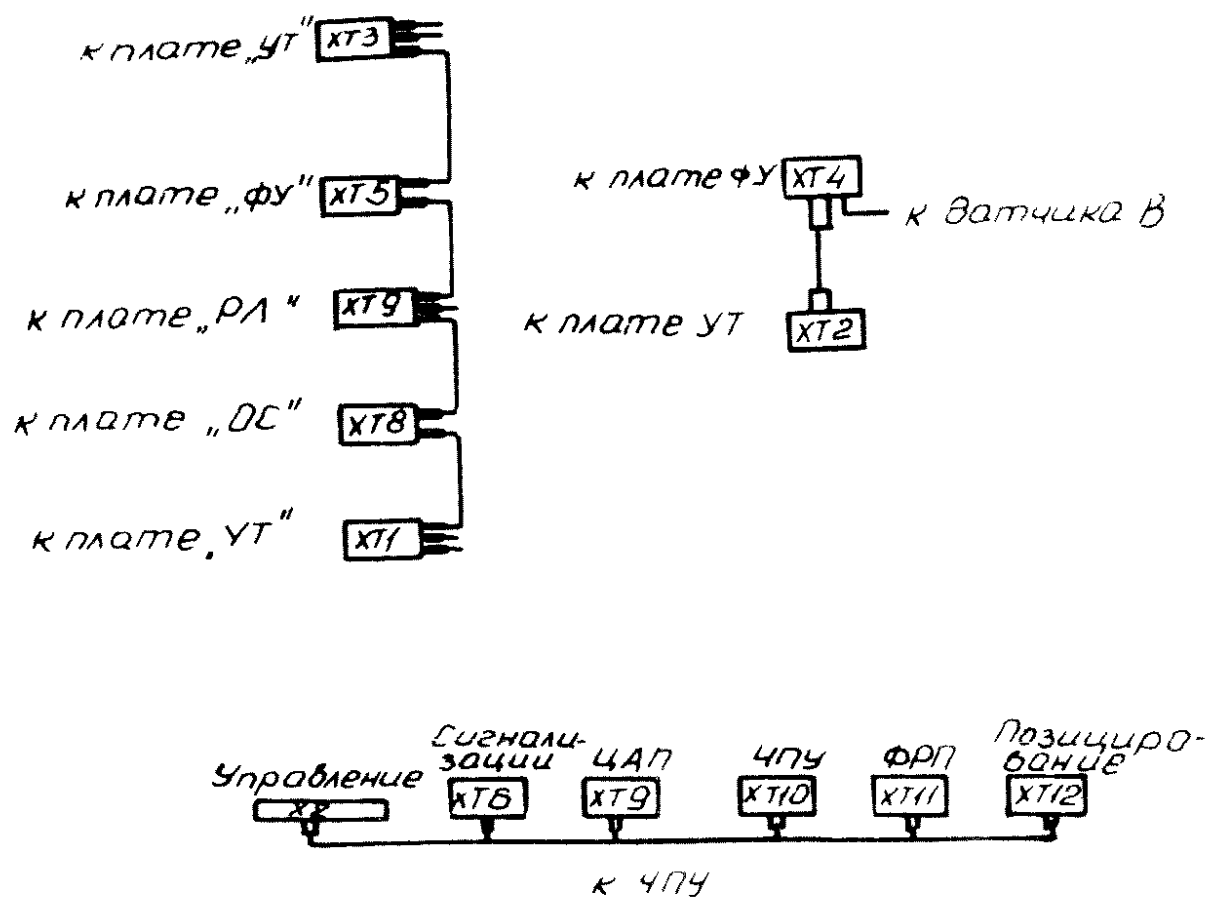
После подачи питающего напряжения светят светодиоды VH16 (CP) и VH17 (CP1) и если не сработала защита после 1 с VH16 гаснет и зажигается VH19 (RD). В тот же момент замыкаются контакты реле K5 (RD) между клеммами 3 и 4 на разъем XT6 (см. табл. 8) и электропривод готов к работе.

В случае когда светит один из светодиодов VH11 (FL), VH13 (OE) или VH14 (OC) (см. табл. 6) это сигнал о неисправности.

2.2.2. Включение в режим "работа".

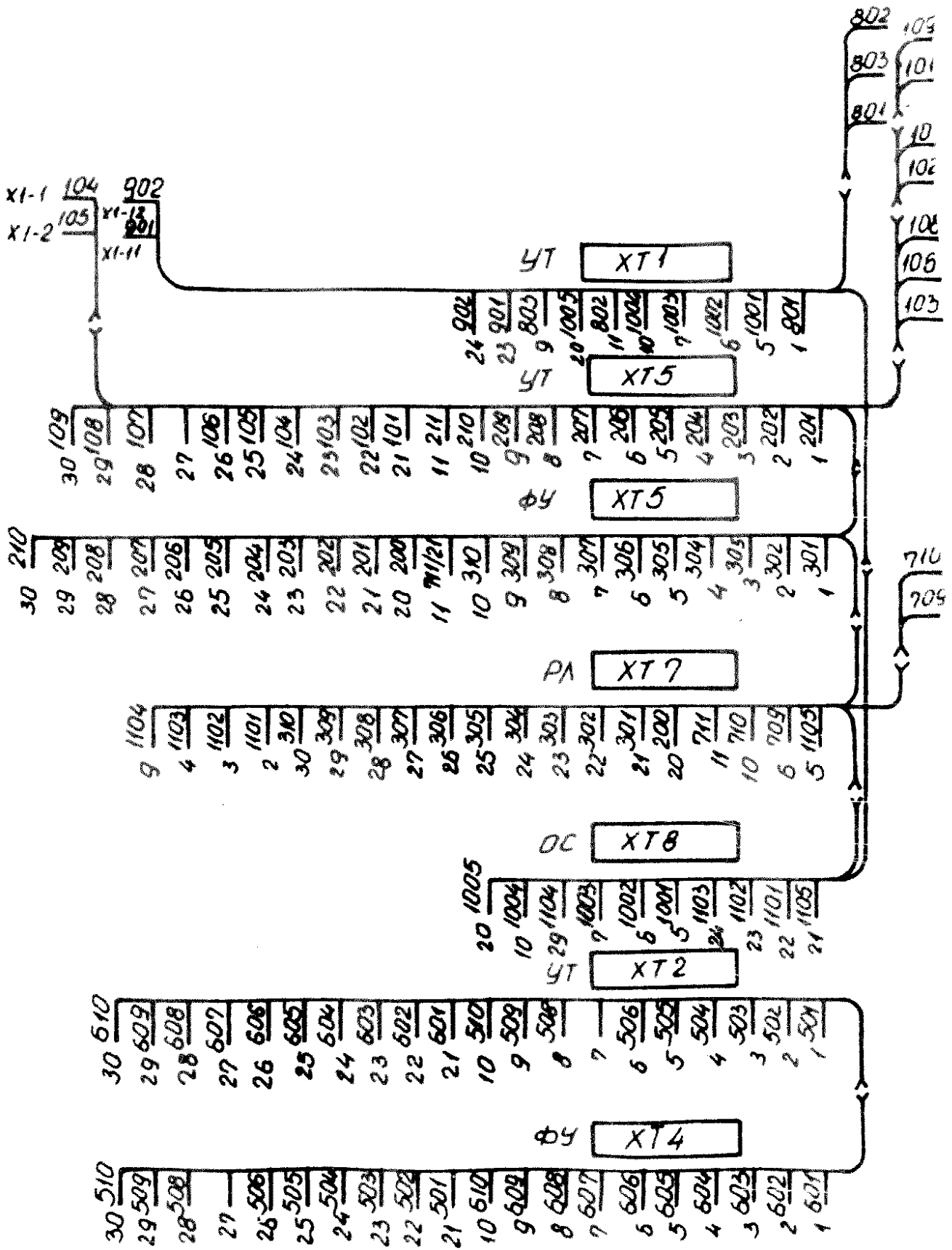
Путем замыкания цепи между клеммами 1 и 2 на





Примечание: Когда нет системы „Позиционирования“ не монтируются XT1, XT8 ÷ XT12

рис. 15





X2 (например контакт реле) разрешается работа электропривода. Через около 0,5 с загорается один из двух светодиодов VH182 или VH183 на плате "ФУ".

Задавайте управляющее напряжение  $U_{зад}$  около 3V (см. табл. 8) и наблюдайте с осциллоскопом (0,1V/дел, 5 мс/дел) сигнал в контрольной точке I71 (см. осциллограмму 8).

Поменяйте полярность управляющего напряжения, при котором двигатель изменяет направление вращения. После реверса вид тока остается таким же, но меняет полярность.

#### 2.2.3. Сфазирование связи по скорости.

По условиям т.2.2.2 проверить чтобы управляющее напряжение в контрольной точке I66 было с обратной полярностью относительно напряжения незапаянного вывода тахогенератора. Если обе напряжения с одинаковой полярностью поменять места выводов тахогенератора.

При отключенном напряжении окончательно соединить выводы тахогенератора. Отпаять резисторы R451 и R459 и запаять мосты M52 и M55 на плате "РЛ".

#### 2.2.5. Масштабирование.

Подают управляющее напряжение 2,86V (2,5V, 2,22V, 2V или 1,82V) в зависимости от максимальной скорости вращения привода 3500 min<sup>-1</sup> (4000 min<sup>-1</sup>, 4500 min<sup>-1</sup>, 5000 min<sup>-1</sup> или 5500 min<sup>-1</sup>), при этом двигатель должен вращаться со скоростью 1000 min<sup>-1</sup>. Если необходимо производят дополнительную настройку оборотов с помощью RP35 на плате "РЛ" (см. табл. 9).

#### 2.2.6. Оптимизация динамики электропривода.

Перед тем чтобы оптимизировать динамику электропривода необходимо обеспечить надежное и прецизное присоединение двигателя к механизмам металло-режущего станка, так как люфты и скольжения значительно ухудшают качество переходных процессов.

Необходимо также с помощью RP37 настроить величину времени достижения заданной скорости (пово-

рот по часовой стрелке соответствует увеличению времени).

Качество переходных процессов определяется параметрами регулятора скорости и тока. Регулятор тока настроен на заводе-изготовитель и не допускается изменений его параметров. Подстройка регулятора скорости производится при подаче скачкообразного напряжения для скорости около 1500 оборотов в минуту. Коробка передачи металлорежущего станка должна быть поставлена в положение соответствующее минимальному моменту инерции к валу двигателя, т.е. — в диапазоне низких скоростей шпинделя. Переходные процессы наблюдают с помощью запоминающего осциллоскопа. Оптимальная форма скорости показана на осциллограмме 10, а для тока — на осциллограмме 11.

На заводе-изготовителе настройку делают при дополнительном моменте инерции равном моменту инерции двигателя. На реальном станке подстройку делают с помощью RP39 (см. табл. 9), причем увеличение коэффициента усиления регулятора скорости совершается поворотом потенциометра по направлению часовой стрелке. Если при минимальном коэффициенте усиления на осциллограмме наблюдается перерегулирование или колебание тока необходимо проверить нет ли где-нибудь люфтов по механической части или срывов напряжения тахогенератора. Когда причины другие необходимо обратиться к сервису.

#### 2.2.7. Позиционирование.

Когда питание отключено поставить разъем XT8. Затем подключить питание и проверить напряжения

+5V в контрольной точке I508

+24V в контрольной точке I510

От ЧПУ подадут цифровой код управляющего напряжения с соответствующим знаком через разъем XT9 при котором исходное напряжение ЦАП (контр. т. I515) должно соответствовать заданному коду.

От ЧПУ подадут команду о позиционировании,

при этом загорается светодиод VH502. Через около 10с что зависит от константы времени задатчика интенсивности разгона и торможения и выбранной скользящей скорости (RP503 или RP504), шпиндель должен остановиться в выбранной позиции и загорятся индикации VH504, о грубом и VH503 о тонком позиционировании. При появлении колебаний около позиции необходимо изменить направление обратной связи по местоположению с помощью переключателей 5, 6, 7, 8 на S501 или если направление правильное — уменьшить скользящую скорость с помощью потенциометров R503 или R504.

Изменение выбранной позиции можно осуществить переключая контакты от 1 ÷ 8 на S503 и от 5 ÷ 8 на S504.

Защиты

Таблица 6

Наименование	Символ	Причина	Восстановление
1. "Фаза"	CP	Неправильное чередование фаз. Исчезновение фазы или напряжений питания или электроника	После устранения причины защита самовосстанавливается
2. Обрыв тока возбуждения	FL	Обрыв цепи возбуждения Ток возбуждения меньше $I_{\text{возб. мин.}}$	Переключается сигнал о работе
3. Обрыв обратной связи по скорости	TG	Обрыв цепи тахогенератора. Пульсации напряжения тахогенератора	Переключается сигнал о работе
4. Превышение максимальной скорости	OS	Неправильное масштабирование скорости. Положительная обратная связь по скорости. Скорость выше $105 \div 115\%$ макс.	Переключается сигнал о работе
5. Превышение максимального тока	OC	Повреждение в преобразователе. Ток выше $125\%$ макс.	Переключается сигнал о работе

Защиты

Таблица 6

Светодиод	Символ	Наименование	Индикация
VH11\PL	FL	Возбуждение	Сработала защита от обрыва Iв036.
VH12\PL	T6	Тахогенератор	- " - от обрыва обр. связи по скорости
VH13\PL	OS	Высокая скорость	- " - от превышения макс. скорости
VH14\PL	OC	Макс. ток	- " - от превышения I макс.
VH15\PL	EE	Ошибка	- " - от большой ошибки скорости
VH16\PL	CP	Фаза	- " - "фаза"
VH17\PL	CP1		- " - "фаза"
VH18\PL	ON	Работа	Разрешение о работе привода
VH19\PL	RD	Готов	Привод готов о работе
VH182\ФУ	ON1	Работа I	Раб. группа тиристоров VS7÷VS12
VH181\ФУ	ON2	Работа II	Раб. группа тиристоров VS1÷VS6
VH504\OC	ZONE	В зоне	Вал двигателя в зоне позицион.
VH503\OC	INP	В позиции	- " - остановлен в заданной позиции
VH502\OC	ORCM	Позицион.	Подан сигнал о позиционировании
VH501\OC	CLCH	Скорость позиц.	- " - о скорости позиционирования

Светодиод	Символ	Наименование	Индикация
-----------	--------	--------------	-----------

Светодиод	Символ	Наименование	Индикация
-----------	--------	--------------	-----------

Светодиод	Символ	Наименование	Индикация
VH11\PL	FL	Возбуждение	Сработала защита от обрыва Iв036.
VH12\PL	T6	Тахогенератор	- " - от обрыва обр. связи по скорости
VH13\PL	OS	Высокая скорость	- " - от превышения макс. скорости
VH14\PL	OC	Макс. ток	- " - от превышения I макс.
VH15\PL	EE	Ошибка	- " - от большой ошибки скорости
VH16\PL	CP	Фаза	- " - "фаза"
VH17\PL	CP1		- " - "фаза"

Светодиод	Символ	Наименование	Индикация
VH18\PL	ON	Работа	Разрешение о работе привода
VH19\PL	RD	Готов	Привод готов о работе
VH182\ФУ	ON1	Работа I	Раб. группа тиристоров VS7÷VS12
VH181\ФУ	ON2	Работа II	Раб. группа тиристоров VS1÷VS6
VH504\OC	ZONE	В зоне	Вал двигателя в зоне позицион.
VH503\OC	INP	В позиции	- " - остановлен в заданной позиции
VH502\OC	ORCM	Позицион.	Подан сигнал о позиционировании
VH501\OC	CLCH	Скорость позиц.	- " - о скорости позиционирования

Таблица 8

ИНТЕРФЕЙС ПРИВОДА

Сигналы	Символ	Контакт между	Требование и описание
1. Исходные			
1. Работа	ON	X2-1; X2-2	Разрешается подача упр. импульсов к тиристорам при замыкании клемм 1 и 2-X2 через внешней контакт
2. Задание			
	Узад.	X2-3; X2-4	Аналоговое задание скорости +\ -10V при укомплектации без платы ОС 10V соответствует на п макс. активный вывод X2-4
3. Действие, скорость			
	U TG	X2-5; X2-6 X2-7	Сигнал с выводов тахогенератора X2-7-активный вывод, X2-5-эксран
4. Огранич. момента:			
- низкое	TLL	X16-20; X16-20	Огранич. момента от 5% до 25%
- высокое	TLM	X16-28; X16-29	Огранич. момента на 50%
5. Код задания			
	R01-R12	У19-11; 21; 1-10 У19-22	Зад. скорости через 12 битовый код замкнут контакт-активный R21-старший разряд
6. Знач. задания			
	BF; SF	У19-20; X10-20 У19-22	Напр. вращения заданное ЧПУ с помощью замыкания контакта

# ИНТЕРФЕЙС ПРИВОДА

Таблица 2

Сигналы	Символ	Контент между	Требуемые и описание
7. Задание ручное	DA1:DA2	XT9-28:XT9-29	Вывод для управления заданием при исполнении преобр. с платой ОС
8. коррекция	OVR1:OVR2	XT9-26:XT9-28	коррект. задания при другом управл.
9. ФРП	A:Ā;B;B;C:Ā;C	XT11-(1÷6)	Импульсные ряды A:Ā;B;B;C:Ā
	EV и QV	XT11-10:Z1	Питание ФРП
10. Позиция	H12÷H01	XT12-11;20:1÷10	Команды о выборе позиции. Замкнут
	QV	XT2-22	Контент активный H12-старший разряд
11. Позицио- нирование	ORCM	XT12-21	Сигнал о подаче команды позицио- нирования
	QV	XT12-22	
12. Выбор передачи	CLH	XT12-25	Сигнал команды о выборе скорости
	QV	XT12-22	Позиционирования
13. Аналог. задание	VCMD	XT12-26	Активный вывод для подачи анало-
	QV	XT12-22	гого задания +1-10V

## ИНТЕРФЕЙС ПРИВОДА

Таблица 2

Сигналы	Символ	Контакт между	Требование и описание
II. Выходные			
1. Приход контакти			
1.1. Задание			
выполнено	SA	ХТ6-1:2	Контакт (К5) замыкается при достижении 50%±95% заданной скорости регулирования через РРЗЗ Настройка на заводе на 85% Получение сигнала при срабатывании
1.2. Готовность	RD	ХТ6-3:4	Контакт (К5) замыкается после 0.55 при первоначальном запуске привода. При повторном пуске контакт не замыкается до тех пор, пока не будет остановлен привод.
1.3. Нулевая скорость	ZS	ХТ6-7:8	Скорость вращения меньше 0.35%±10% макс. регулирования через РРЗЗ Настройка на заводе на 1% макс.



# ИНТЕРФЕЙС ПРИВОДА

Таблица 8

Сигналы	Символ	Контакт между	Требование и описание
1.4. Скорость достигнута	SA	XT6-5:6	Скорость вращения меньше 1%-75% Регулирование через RPII Настройка на заводе на 50% макс.
1.5. Ограничение момента	TL	XT6-9:10	При подаче сигнала TL и TLH
1.6. Зона	ZONE	XT12-27:28	Контакты K501 замкнуты когда привод находится в зоне позицион.
2. Аналоговые выходы			
2.1. Нагрузка	LM	X2-10	Напряжение от 0-10V пропорц. току якоря. На 10V соответствует Imax. Макс. допустимый ток до 5mA.
2.2. Скорости	SM	X2-8	Напряжение от 0-10V пропорц. скорости вращения. На 10V соответствует n макс.
3. Импульсные ряды	A: A; B: B; C: C 0V	XT10-(1÷6) XT10-21	Максимально допустимый ток 5mA от ФРП. Информационные сигналы к ЧПУ

Потенциометры

Обозначение	Плата	Функция	Контр. точка	Ном. значение
РР1	УТ	Симметрирование датчика	114	
РР11;12;15	ФУ	напряжение на выходе (U <sub>к</sub> )		
		напряжения смещ. напряжений	131-132; 134-135; 137-138	1.8 мс.
РР12;14;16;17	ФУ	Амплитуда пилосер. напряжений	133; 135; 136; 139; 140	(30° ел.)
РР18	ФУ	Симметрирование пилосер. напряжений	133; 136; 139; 140	
РР19	ФУ	Задавание тока при нулевой скорости	141	-5.5V + $\lambda$ - 0.2V
РР20	ФУ	Задание тока возбуждения		
РР21	ФУ	Масштабирование U <sub>к</sub> .	145	Таблица 2
РР21	РЛ	Задание тока ZD	155	-2V - (-) 6V
РР22	РЛ	Задание порога ZB	156	+0.1-7.5V
РР23	РЛ	Задание широты зоны для ZH	159	+0.06-0.3V
РР24	РЛ	Задание порога TLT	165	95% Uзад.
РР25	РЛ	Масштабирование скорости	167-7	
РР26	РЛ	Нулирование задаточных интервалов	166	0V
		Зиености разгона и торможения		
РР27	РЛ	Интенсивность разгона	166	2сек. (45. при 22кВ)
РР28	РЛ	Нулирование электропривода	168	0V
РР29	РЛ	Усиление регулятора скорости	167	

Потенциометры

Обозначение	Плата	Функция	Устр. точн	Ном. значение
RP501	OC	Нулирование сигнала из тахогенератора	X2-7	0V
RP502	OC	Нулирование выходного сигнала для I скорости позиционирования	I514	0V
RP503	OC	Масштаб. выходного сигнала для I скорости	I514	(0.1-0.2)V
RP504	OC	Масштаб. выходного сигнала для II скорости	I514	(0.15-0.3)V
RP505	OC	Нулирование выходного сигнала для II скорости	I514	0V
RP601	OC	Масштаб. сигнала из ЦАП2(3)		10V при вкл. R01-R12
RP602	OC	Нулирование сигнала из ЦАП2(3)		0V
RP603	OC	Масштаб. модуля задания	I513	10V при вкл. R01-R12
RP604	OC	Нулирование модуля задания	I513	0V
RP605	OC	Нулирования выходного сигнала при положительной полярности U REF	I515	10V при вкл. R01-R12
RP606	OC	Нулирование выходного сигнала при отрицательной полярности U REF	I515	10V при вкл. R01-R12

Контрольные точки

Таблица 10

Контр. точка	Сигнал	Ном. значения	Местоположение
I1	Осциллограмма 1		УТ 17-83
I2	"		УТ 17-69
I3	"		УТ 17-55
I4	"		УТ 63-77
I5	"		УТ 63-63
I6	"		УТ 63-49
I7	"		УТ 16-41
I8	"		УТ 16-31
I9	"		УТ 16-21
I10	"		УТ 63-35
I11	"		УТ 63-25
I12	"		УТ 63-15
I13	Осциллограмма 2		УТ 63-89
I14	"		УТ 63-101
I15	Осциллограмма 3	$(-6 \pm 1 - 0.5) V$	УТ 44-26
I16	Осциллограмма 4	$0-2V$	УТ 04-95
I17		$+24V (-2V+3V)$	УТ 25-100
I18		$0V$	УТ 23-90
I19		$-24V (+2V-3V)$	УТ 22-100
I21		$+15V \pm 1 - 0.2V$	УТ 25-106
I22		$-15V \pm 1 - 0.2V$	УТ 22-106
I23		$+5V \pm 1 - 0.2V$	УТ 23-39
I31	Осциллограмма 5		ФУ 19-72
I32	"		ФУ 13-72
I33	Осциллограмма 6		ФУ 12-41
I34	Осциллограмма 5		ФУ 37-72
I35	"		ФУ 31-72
I36	Осциллограмма 6		ФУ 30-41
I37	Осциллограмма 5		ФУ 55-72
I38	"		ФУ 49-72
I39	Осциллограмма 6		ФУ 48-41
I40	"		ФУ 72-41

### Контрольные точки

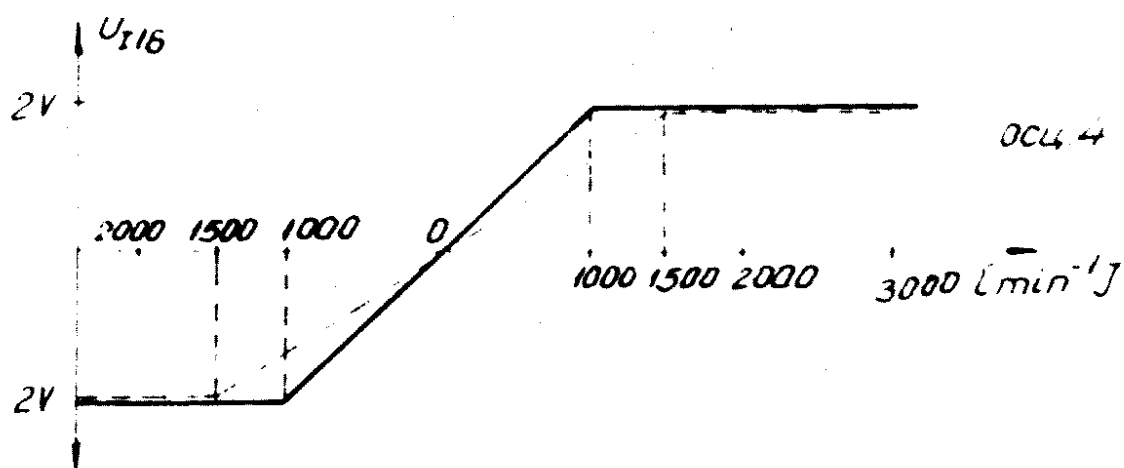
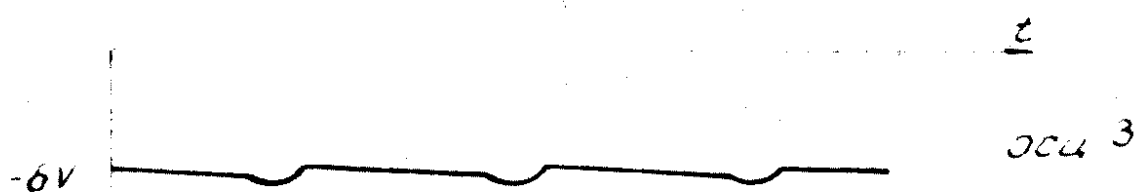
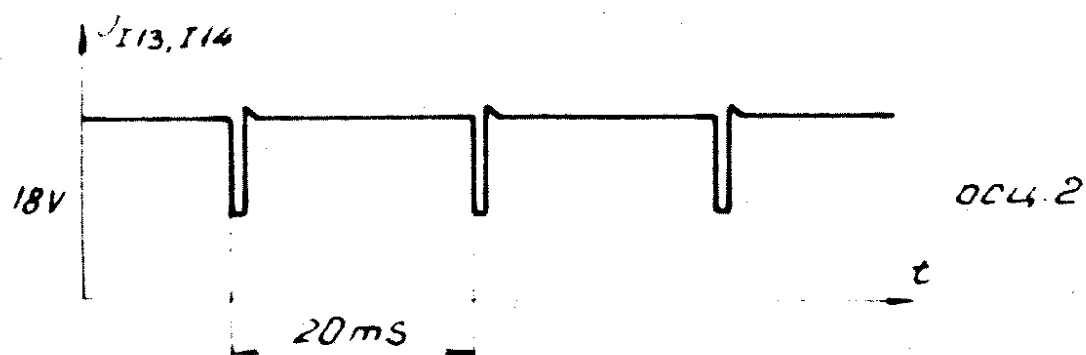
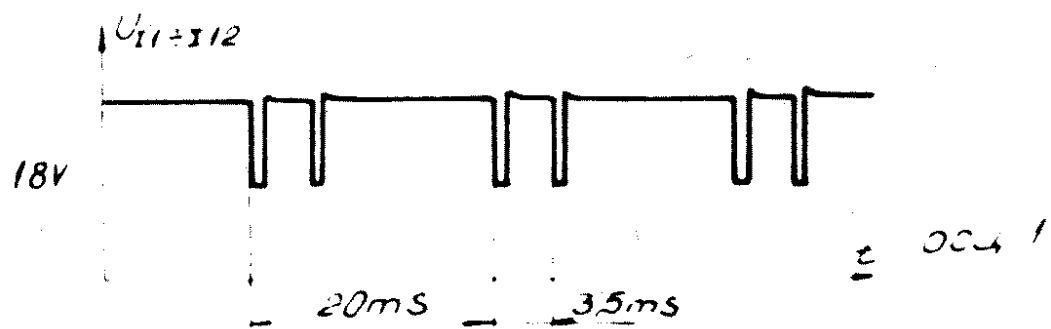
Таблица 10

Контр. точка	Сигнал	Ном. значение	Местоположение
I41	Напряжение соотв. току якоря	-6.5V-0V	ФУ 74-97
I42	Напряжение соотв. току возбуждения	-2.5V-(-)5.5V	ФУ 85-97
I43	Регулятор тока возб.		ФУ 85-30
I44	Регулирующее напряжение		ФУ 85-41
I45	Модуль напряжения на якоре	0V-(-)5.5V	ФУ 88-12
I46		0V	ФУ 60-83
I51	Напряжение порога для FL	-0.3V+/-0.03V	РЛ 09-94
I52	"-"	для TG +5V+/-0.5V	РЛ 18-94
I53	"-"	для OS +11V+/-0.5V	РЛ 36-94
I54	"-"	для OC +6.2V+/-0.3V	РЛ 27-94
I55	"-"	для SD +0.1V-(+)7.5V	РЛ 19-53
I56	"-"	для ZS +0.06V-(+)0.3V	РЛ 27-38
I57	Разница между заданием и действ. скоростью		РЛ 50-85
I58	Блокировка защиты EE при подаче сигнала TTL и TLH		РЛ 57-67
I59	Сигнал SA	-13V или +14V	РЛ 50-31
I60	Напряжение порога для CP	-7.5V+/-0.3V	РЛ 10-53
I61	Выход компаратора для CP	-13.5V+/-0.5V	РЛ 03-53
I62	Включена "Работа" (ON)	-30V в вариант А -15V в вариант В	РЛ 44-62
I63	Сигнал пропорц. U TG	-10V-(+)10V	РЛ 60-31
I64	Аналоговый выход скорости SA	0V-+10V	РЛ 60-85
I65	Кривая динамического то- ограничения	+/-11.2V-(+/-)6.5V	РЛ 60-68
I66	Задатчик интенсивности разгона и торможения	-10V-(+)10V	РЛ 69-49
I67	Регулятор скорости	-11.5V-(+)11.5V	РЛ 78-85
I68	Регулятор тока		РЛ 87-85
I69	Общ. 7		РЛ 12-69
I70	Модуль задания	0V-(+)5V	РЛ 78-31

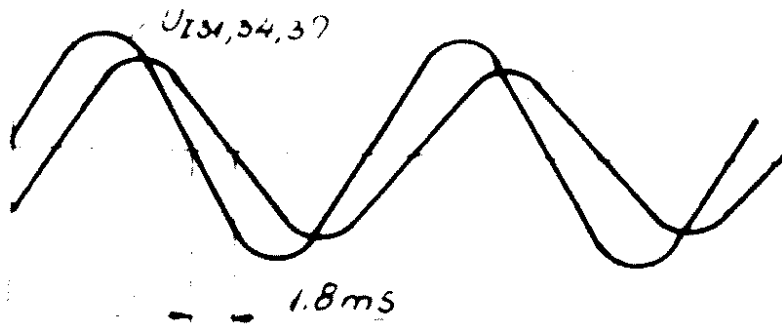
Контрольные точки

Таблица 10

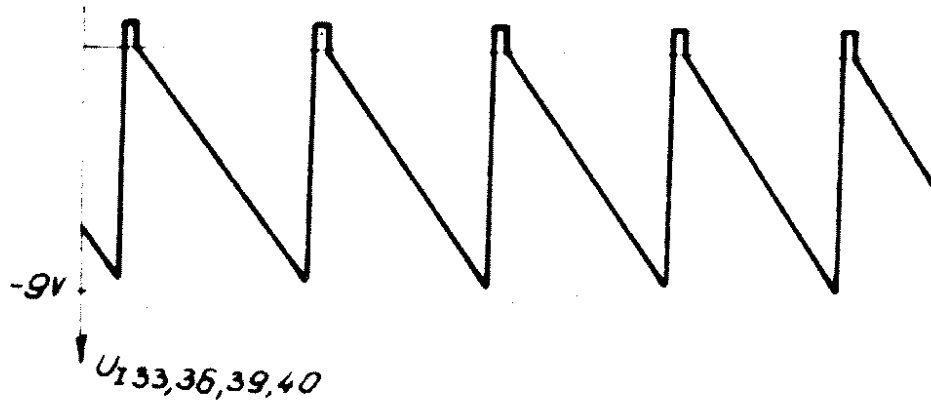
Контр. точка	Сигнал	Ном. значение	Местоположение
I71	Осц. 8		РЛ 78-67
I72	Осц. 9		РЛ 87-69
I73	Аналоговый выход тока LA	0V-(+)10V	РЛ 87-31
I74		0V	РЛ 49-70
I501	Выход модуля зад. от ЦАП2(3)		ОС 56-17
I502	Выход А_ польскодера		ОС 58-17
I503	"- А -"		ОС 60-17
I504	"- В -"		ОС 62-17
I505	"- В -"		ОС 64-17
I506	"- С -"		ОС 66-17
I507	"- С -"		ОС 68-17
I508		+5V+/-0.25V	ОС 70-17
I509		0V	ОС 72-17
I510		+24V	ОС 74-17
I511	"Выбор скорости позицион."		ОС 76-17
I512	"Команда о позицион."		ОС 78-17
I513	"Выход модуля зад. от ЦАП2(3)"		ОС 35-57
I514	"Скорость о позицион."		ОС 35-59
I515	"Задание от ЦАП2(3)"		ОС 35-61
I516	TTL сигнал "Начало позицион."		ОС 38-57
I517	Суммирующий вход счетчика		ОС 38-59
I518	Вычитающий вход счетчика		ОС 38-61
I519	Выход триггера для переноса счетчиками		ОС 04-108
I520	Выход ЦАП1 (D544)		ОС 06-108
I521	Тактовый ряд системы позицион. ОС		ОС 08-108
I522	"Действ. направление вращение"		ОС 10-108
I523	"Скользящая скорость достигнута"		ОС 12-108
I524	Аналог. сигнал о полярности скользящей скорости		ОС 14-108
I525	"Нулевая скорость достигнута"		ОС 16-108



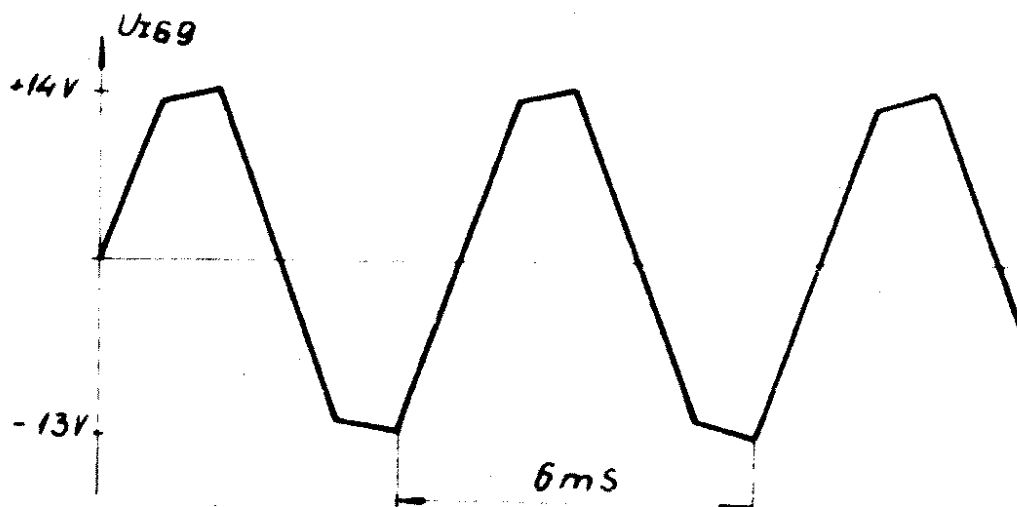
$U_{131,32,34,35,37,38}$



$\tau_{004.5}$



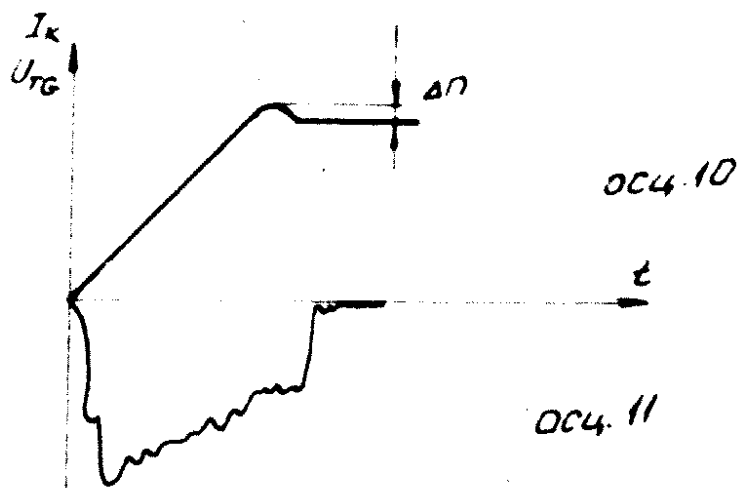
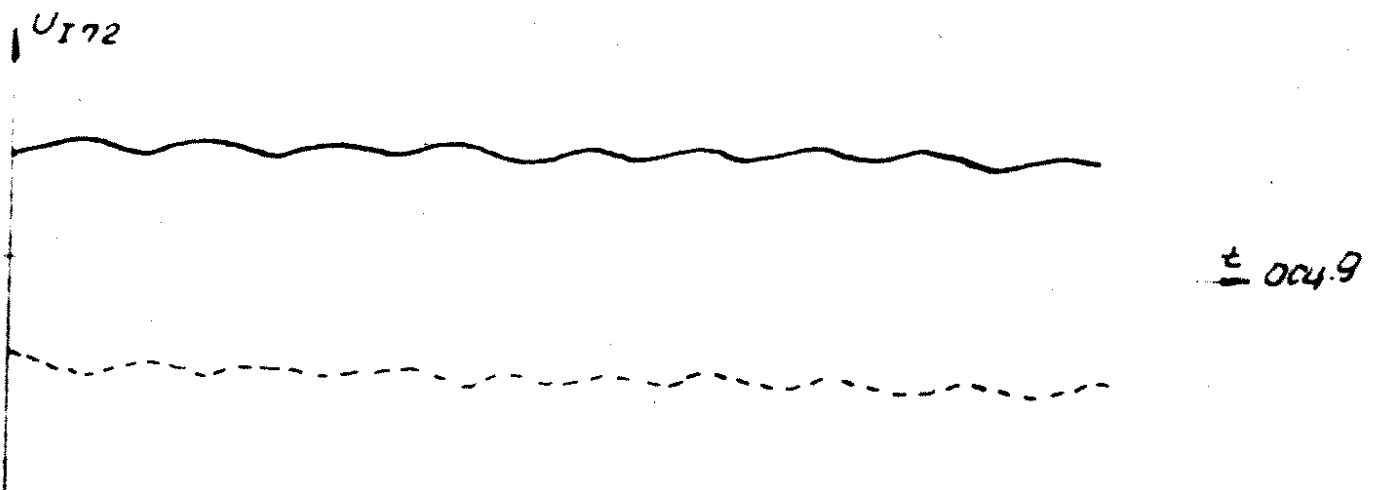
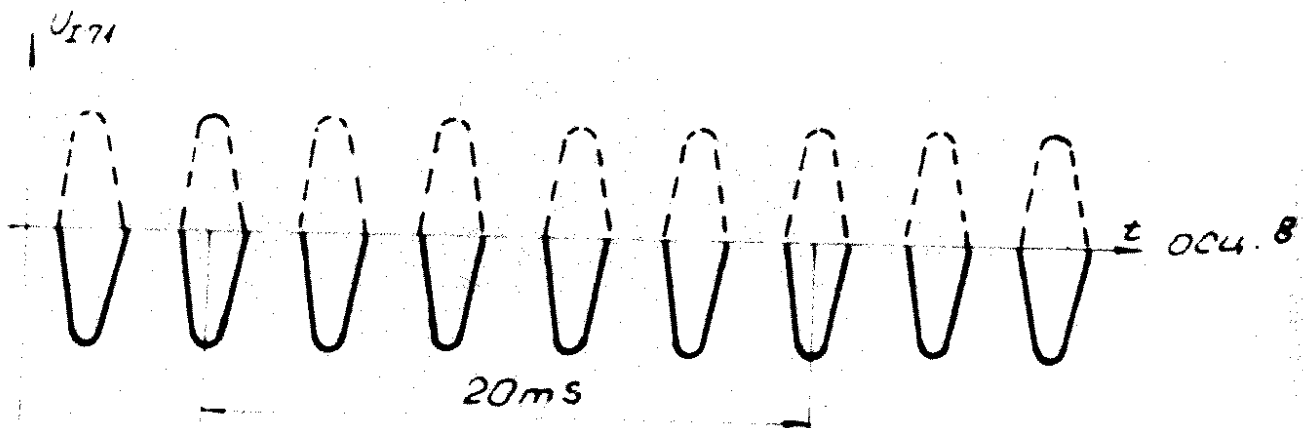
$\tau_{004.6}$

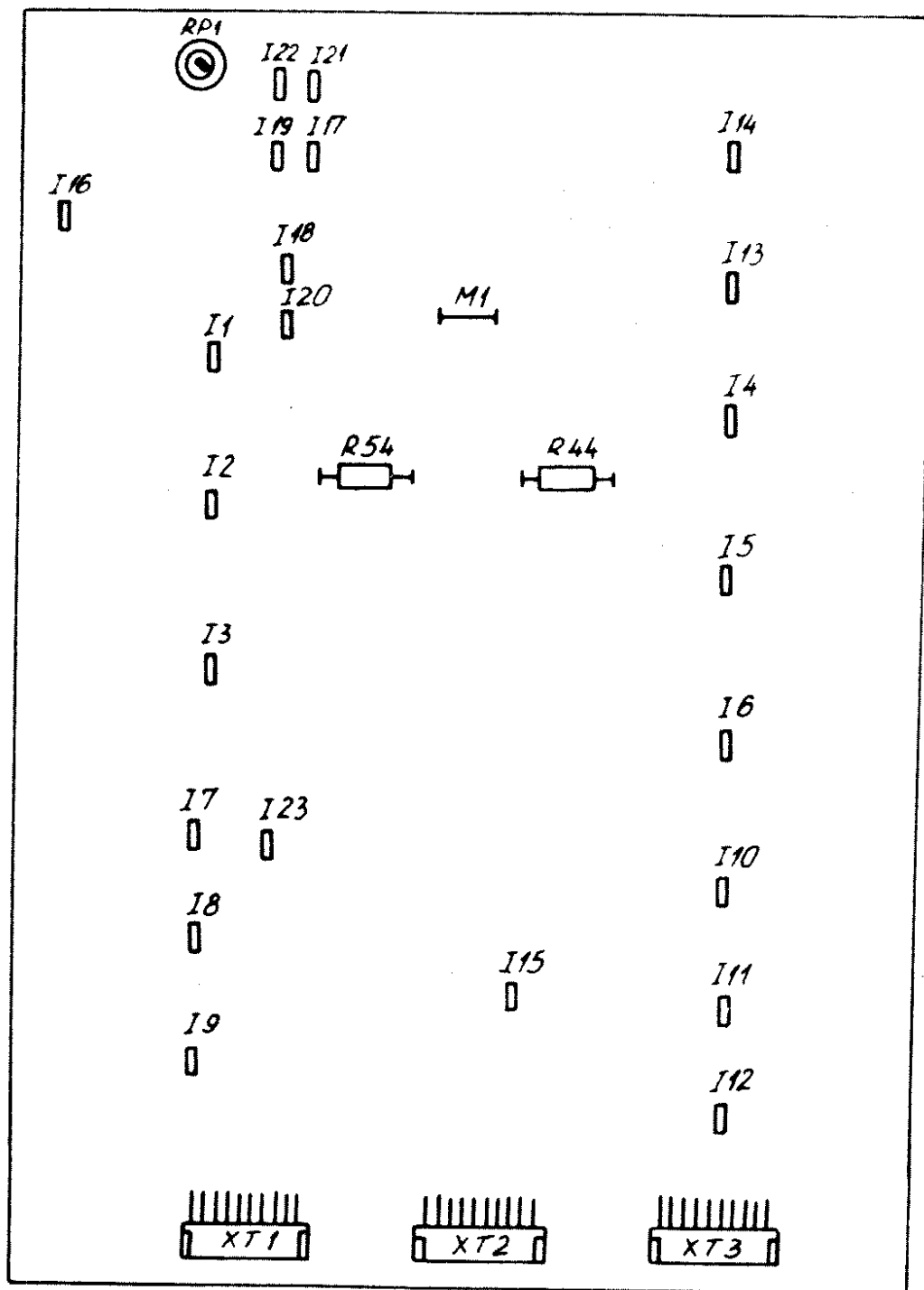


$\tau_{004.7}$

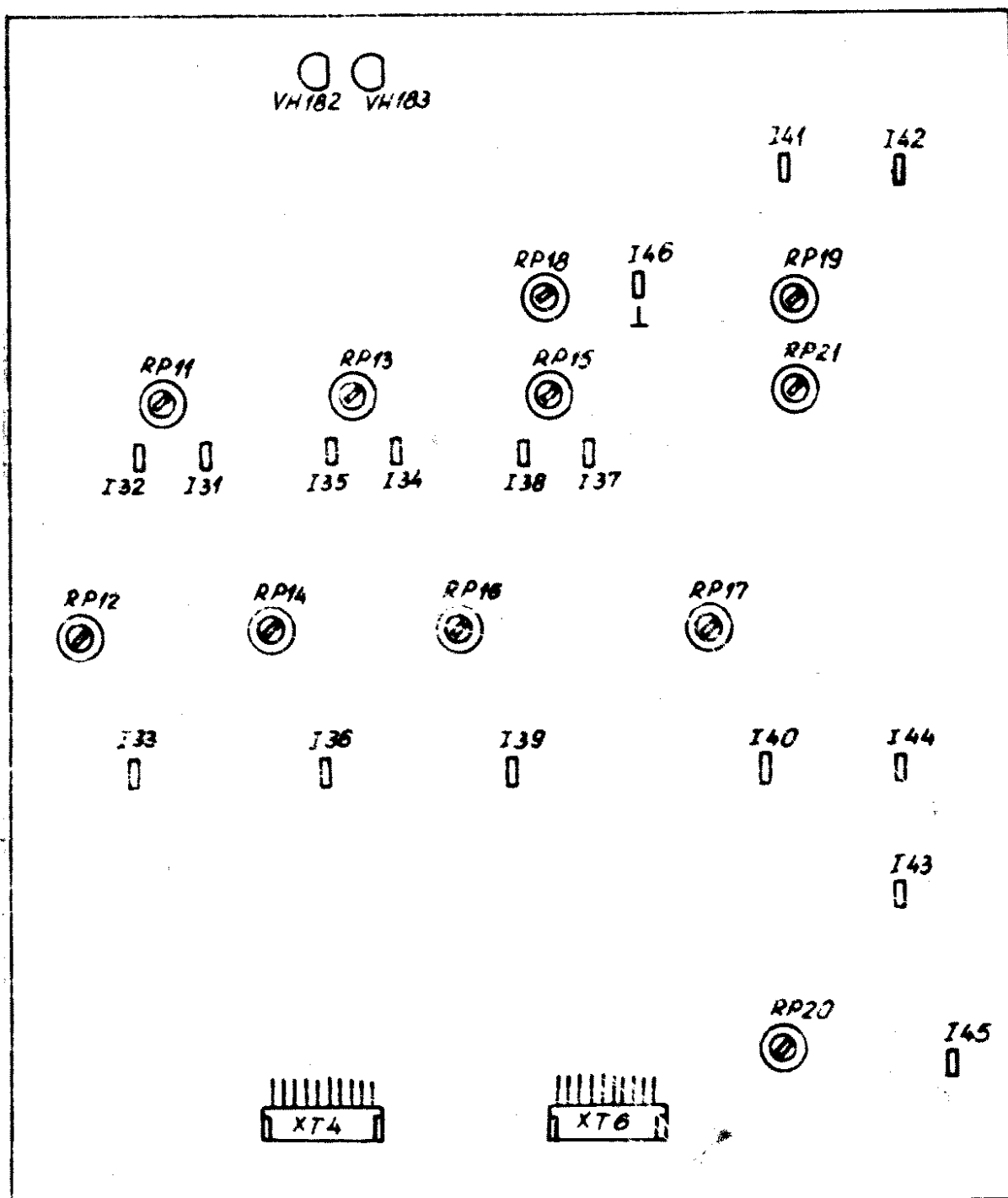


— 49 —



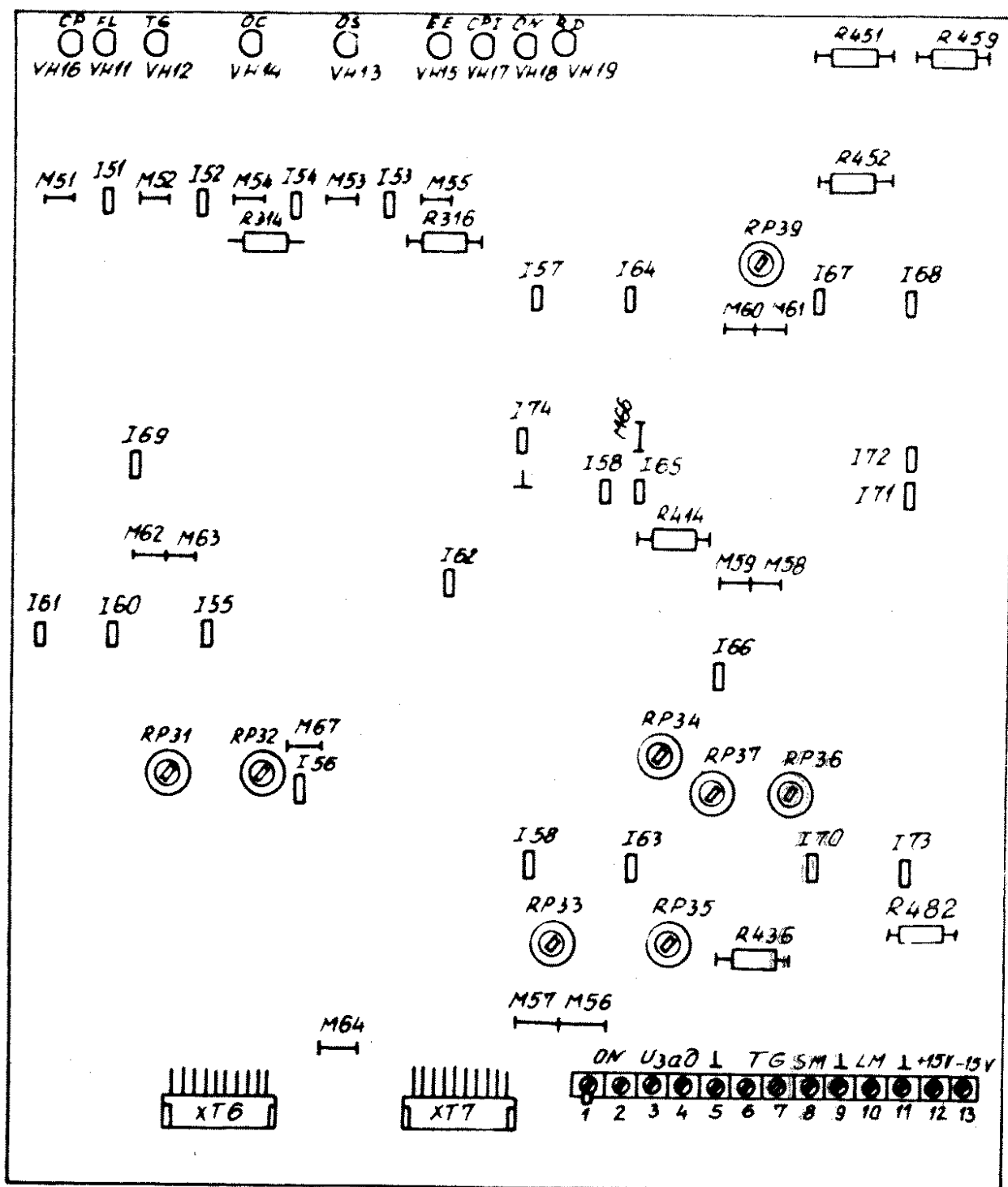


Плата „Питание и управление тиристорами“  
рис. 17



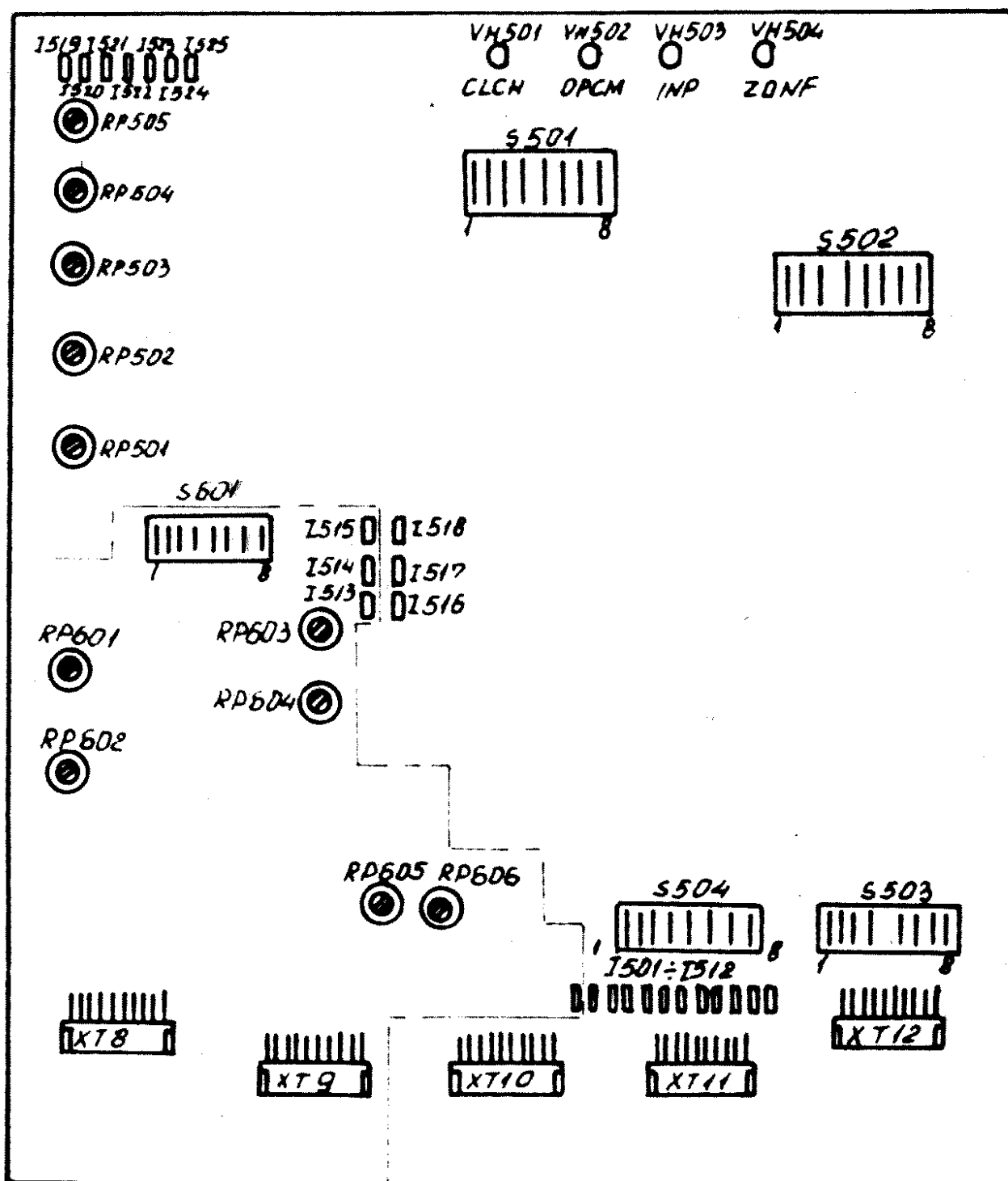
Плата „ фазовое управление

рис. 18

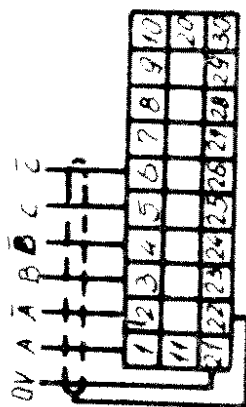


Плата „Регуляторы и логика“

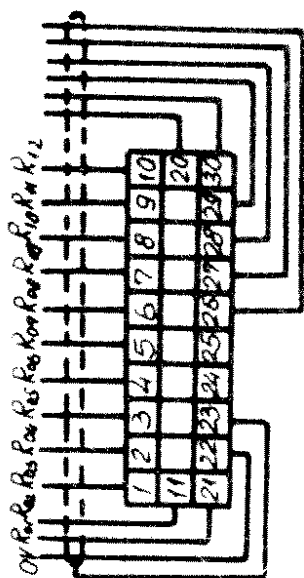
Рис. 19



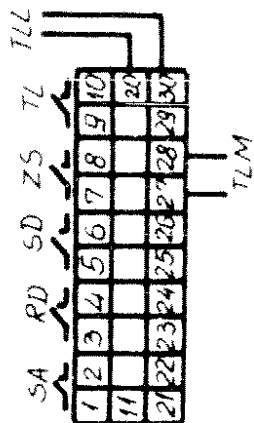
ПЛАТА „ЦАП и позиционирование“  
рис.20



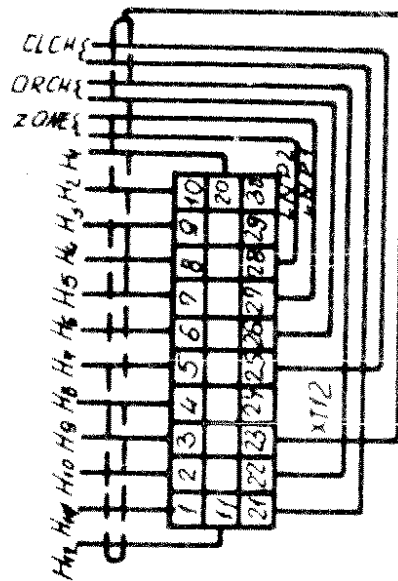
XT10



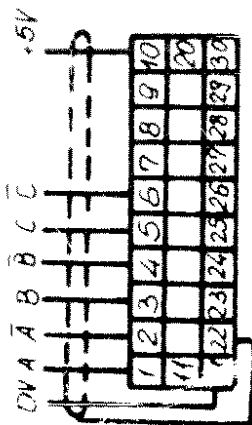
XT9



XT6



XT12



XT11

Спецификация элементов платы  
"Питание и управление тиристоров"

Обозначение	Наименование	Количество
1.	Куплунг форма 202-1020	
XT1:XT3	TGL 31427	ГДР 3
2.	Интегральные схемы	
DA1	1Y0741	1
DA2-DA4	1FH723	3
3.	Транзисторы	
VT1;VT4;VT6	2T9135	3
VT2	2T3167	1
VT3;VT5	2T3851	2
4.	Диоды	
VD15:VD19	2D5607	5
VD1:VD14;VD20:VD31;	1N4002:1N4007	ВНР 30
VD37:VD40		
VD32:VD35	6NZ70	ЧССР 4
VD36	D814	СССР 1
5.	Конденсаторы	
C29	Крд-IP 100пФ+/-20% 63V	1
C28	Крд-II-1 470пФ+/-20% 63V	1
C35	"- 1000пФ+/-20% 63V	1
C1:C14	"- 10000пФ+/-20% 63V	14
C15:C16	МЛТД-Пр96 0.220мкФ+/-20% 63V	2
	КЕА-II-И1ПМ-7Ц	
C37	100мкФ 25V	1
C38	"- 100мкФ 35V	1
C26:C27:C30:C31	"- 220мкФ 35V	4
C34	"- 2200мкФ 16V	1
C32:C33:C36	КрМП-II-02 0.1мкФ+/-20% 63V	3
C23:C24	"- 0.220мкФ+/-20% 63V	2
C25	КрМП-II-E2 1мкФ+/-20% 63V	1
C17:C22	B32650 0.220мкФ SIEMENS	6

Спецификация элементов платы  
"Питание и управление тиристоров"

Обозначение	Наименование	Количество
6.	Резисторы постоянные РПМ-2 5% 0.25W	
R56	100ома	1
R10; R11	150ома	2
R42; R49	560ома	2
R44; R54	510ома-1.5Ком	2
R57	1.5Ком	1
R54	2.2Ком	1
R51; R52	3.3Ком	2
R58	3.6Ком	1
R40	3.9Ком	1
R19; R44	5.6Ком	2
R45	6.2Ком	1
R8	6.2Ком 0.5W	1
R23	6.8Ком	1
R47	8.2Ком	1
R18; R46; R53; R55	10Ком	4
R21; R22; R25; R28	18Ком	6
R24; R30; R33; R36	15Ком	4
R20; R61	20Ком	2
R29; R32; R35	24Ком	3
R41; R48	27Ком	2
R12; R17	33Ком	6
R7; R9	51Ком 0.5W	2
R31; R34; R37	82Ком	3
R43; R50; R59; R60	02-14 1ом +\ -1% 0.25W СССР	4
R38	МЛТ-2 24ома +\ -5% 2W СССР	1
R39	"- 36ома +\ -5% 2W СССР	1
R1; R6	05-5-58т 330ома +\ -5% СССР	6
7.	Резисторы переменные	
RP1	005-168А 4.7Ком +\ -10% 0.25W СССР	1

Примечание: Диод VD36 монтируют только когда ИС-12  
в корпусе TO-100



Спецификация элементов платы  
"Фазовое управление"

Обозначение	Наименование	Количество
1.	Куплунг-форма 202-1020	
XT4; XT5	TGL 31427 ГДР	2
2.	Интегральные схемы	
D11; D33	1Y0741	23
DD1; DD2	K511LA1 СССР	2
3.	Транзисторы	
VT33; VT34	2T3608	2
VT15; VT16; VT21; VT22; VT27 и VT28	2T5651	6
VT35; VT36	2T6821	2
VT11; VT12; VT17; VT18; VT23; VT24; VT29; VT30; VT37; VT38	2T3167	10
VT13; VT14; VT19; VT20; VT25; VT26; VT31; VT32; VT39; VT40	2T3851	10
4.	Диоды	
VD101; VD174; VD178; VD181; VD184; VD186; VD188; VD199	2D5607	93
VD177; VD197	1N4001; 1N4007 ВНР	2
VD175; VD176	KC156A СССР	2
VD200	KZ260\15V ЧССР	1
VH182; VH183	VQA13 ГДР	2
5.	Конденсаторы	
C102; C105; C107; C111; C113; C116; C118; C122; C124; C127; C129; C139; C146; C147; C155; C158; C160; C162	Крд-II-д1 10000пФ+/-20% 63V	42
C144; C145	МПТ-Пр96 0.22мкФ+/-10% 160V	2
C101; C106; C112; C117; C123; C128; C163	— " — 0.33мкФ+/-10% 160V	7
	ЕА-II-И1 ПМ-7Ц	
C142; C143	— " — 100мкФ\16V	2
C140; C141; C154	— " — 100мкФ\25V	3

Спецификация элементов платы "Фазовое управление"

Обозначение	Наименование	Количество
C148	220мкФ\35V	1
	KPMO-II +\ -30% 63V	
C152	0.15мкФ	1
C153	0.33мкФ	1
C151	1мкФ	1
C149	0.22мкФ	1
C159	0.047мкФ	1
6.	Резисторы постоянные	
	РПМ-2 0.25W	
R177; R180	56ома+\ -10%	2
R108; R129; R148; R168	100ома+\ -5%	4
R187; R191; R199	100ома+\ -10%	3
R182; R183	200ома+\ -10%	2
R107; R127; R147; R167	430ома+\ -10%	4
R115; R118; R135; R138; R155; R158; R175; R178; R197; R198; R201; R202;	750ома+\ -10%	10
R189; R193	1.5ком+\ -10%	2
R216	2ком+\ -10%	1
R101; R121; R141; R161; R240	3.6ком+\ -10%	5
R112; R113; R132; R133; R152; R153; R172; R173; R194; R196; R203; R205; R208; R230; R232	5.1ком+\ -10%	15
R110; R130; R150; R170; R213; R215; R217; R218; R228	10ком+\ -5%	9
R181; R184; R190; R239; R241; R242; R214	<del>10ком+\ -10%</del> 10% 10ком+\ -10%	7
R229	12ком+\ -10%	1
R103; R123; R143; R163	16ком+\ -5%	4
R219; R227	18ком+\ -5%	2
R109; R129; R149; R169; R221	20ком+\ -5%	5
R106; R126; R146; R166	33ком+\ -5%	4
R104; R105; R124; R125; R144; R145; R164; R165	33ком+\ -10%	8

Спецификация элементов платы "Фазовое управление"

Обозначение	Наименование	Количество
R238	39кОм+/-10%	1
R188; R192	47кОм+/-5%	2
R122; R122; R142; R162	52кОм+/-5%	4
R226	91кОм+/-10%	1
R111; R114; R116; R119; R131; R134; R136; R139; R151; R154; R156; R159; R171; R174; R176; R179; R185; R186; R195; R200; R204	100кОм+/-10%	21
R222; R223; R225	100кОм+/-10%	3
R206; R207; R209-R212; R231; R233; R235; R237	22-14 13кОм+/-1% СССР	10
R234; R236	"- 20кОм+/-1% СССР	2
Резисторы переменные		
	СП5-16BA +/-5% 0.25W СССР	
RP18	2.2кОм	1
RP11; RP13; RP15; RP19; RP21	6.8кОм	5
RP12; RP14; RP16; RP17; RP20	22кОм	5

Примечание: Для остальных элементов платы смотрите в табл. 11

Спецификация элементов платы  
"Регуляторы"

Обозначение	Наименование	Количество
1.	Куплунг-форма 202-1020	
XT6; XT7	TGL 31427	ГДР 2
2.	Интегральные схемы	
DA51; D53; DA55; DA57; DA59; DA61;		
DA62; DA64; DA69; DA71; DA85	1Y0741	28
D63; D70;	ИСЗ-НР16А-10к	2
D52; D54; D56; D58; D60;	ИС2-КТ06А	5
DD1; DD2	K511ЛА1	2
3.	Транзисторы	
VT101; VT110; VT112; VT115	2Т3167	14
VT111	2Т3851	1
VT116; VT119	KF520	4
4.	Диоды	
VD251; VD307; VD309; VD313;		
VD315; VD317	2Д5607	64
VD308	KС175А	СССР 1
VH11; VH19	VQA 13	ГДР 9
5.	Конденсаторы	
C219	Крд-II-д1 3300пф+/-20% 63V	1
C291; C207; C212; C213; C225; C226	- " - 10000пф+/-20% 63V	6
C224	МПТ-Пр96 0.047мкф+/-20% 160V	1
C204; C208	ЕА-II-И1ПМ-7Ц 100мкф\16V	2
C203; C228; C231	- " - 100мкф\25V	5
	КрМП-II +/-20% 63V	
C210	0.047мкф	1
C211; C215; C227	0.1мкф	3
C206	0.33мкф	1
C202; C205; C209; C214; C216; C217;		
C223	1мкф	7
6. K1; K6	Реле РМК 11105\5V	6

Спецификация элементов платы  
"Регуляторы"

Обозначение	Наименование	Количество
7.	Резисторы постоянные РПМ-2 0.25W	
R322	100ома+/-5%	1
R301; R340; R360; R485; R486	300ома+/-10%	5
R327	360ома+/-5%	1
R328	510ома+/-5%	1
R346; R403; R404	1ком+/-5%	3
R321; R409; R415; R446; R453; R458	1ком+/-10%	6
R325; R333; R351; R381; R400; R433	1.3ком+/-5% 0.5W	6
R372	1.5ком+/-10%	1
R334; R335; R368; R386; R399; R454	3ком+/-10%	6
R412	6.2ком+/-5%	1
R406	4.3ком+/-5%	1
R308	3.6ком+/-5%	1
R339; R352; R378; R395; R401; R402;		
R434; R435; R477; R481; R413	5.1ком+/-5%	11
R466	4.7ком+/-5%	1
R474	7.5ком+/-10%	1
R309; R319; R342; R356; R357; R396;		
R411; R416; R424; R472; R473; R467;		
R469	10ком+/-5%	20
R329; R331; R348; R349; R355; R373;		
R369; R371; R374; R382; R384; R387;		
R388; R390; R392; R408; R462; R463	10ком+/-10%	21
R414	13ком+/-5%	1
R302; R305; R318; R326; R405; R410	15ком+/-5%	6
R468	18ком+/-5%	1
R336; R365; R366; R470; R471; R303	20ком+/-5%	6
R320; R324; R332; R344; R358; R361;		
R363; R364; R375; R377; R379; R397;		
R426; R427; R429; R431; R451; R464	20ком+/-10%	19
R304; R475	30ком+/-5%	2

# Спецификация элементов платы "Регулятор"

Обозначение	Наименование	Количество
R337; R394; R452	30кОм +\ -10%	3
R312	43кОм +\ -5%	1
R343; R456; R459	51кОм +\ -5%	3
R359; R407; R354	51кОм +\ -10%	3
R314	62кОм +\ -5%	1
R311; R313; R317	100кОм +\ -5%	3
R306; R310; R350; R362; R376; R367;		
R380; R385; R389; R398; R425; R428;		
R432	100кОм +\ -10%	10
R307; R315; R338; R345	220кОм +\ -5%	4
R330	100кОм +\ -10%	1
R341	300кОм +\ -5%	1
R323; R347; R353; R393	510кОм +\ -10%	4
R455; R461	1кОм +\ -10%	2
	СД-14 0.25W +\ -1%	
R439; R440; R442; R444; R447; R448;		
R476; R478; R480	10кОм	3
R441; R449; R479	20кОм	3
8.	Резисторы переменные	
	СПБ-1684 +\ -10% 0.25W	
RP32	2.2кОм	1
RP34	4.7кОм	1
RP33; RP37; RP39	5.1кОм	3
RP31; RP36	10кОм	2
RP38	СПБ-14 10кОм +\ -10% 1W	1

Примечание: 1. Для остальных элементов см. Таблица 11

2. За вар. В не монтируют VT116; VT119 (4 шт. - KF520) монтируют VT116; VT118 (2 шт. - 2N4393) и диоды VD313; VD314 (2 шт. - 245607)

3. За 4E0A3K не монтируют DA61; DA73; DD2; VT102; VT113; VT115; VD253; VD254; VD295; VD299; VD302; VD307; VD316; VD317; RP31; RP32; RP34; K1; K6; R319; R325; R228; R403; R410; R425; R435;

Спецификация элементов платы  
"ЦАП и позиционирование"

Обозначение	Наименование	Количество
1.	Куплунг-форма 202-1020	
ХТБ-ХТ12	TGL 31427 \01\	ГДР 5
2.	Интегральные схемы	
DD526-DD529	ИС 03 HP02B	4
DA519; DA520; DA545; DA546;		
DA607*; DA608*	ЦА 747 PC	ВНР 6
DA547-DA549; DA611*; DA612*	DG 200BA	США 5
DD544; DD605*	DAC 80-CBI-V	США 2
DD501; DD502	75107 PC	ВНР 2
DD503; DD539-DD541	7486 PC	ВНР 4
DD504	K155 TM8	СССР 1
DD505	K155 TM2	СССР 1
DD506; DD508; DD509; DD515; DD516;		
DD518; DD522; DD537; DD538; DD609*;		
DD610*	K155 ЛАЗ	СССР 11
DD507	7408 PC	ВНР 1
DD510-DD514; DD536	K155 TB1	СССР 6
DD517; DD521	7402 PC	ВНР 2
DD601-DD604; DD523-DD525	ИС2 ПС01А	7
DD530-DD532	K155 ИМ3	СССР 3
DD533-DD535	K155 ИЕ7	СССР 3
DD542; DD543	K155 ЛАЗ	СССР 2
S501-S504; S601*	Переключатель ПИС8	5
3.	Рийд-релле	
K501	РМК 11105	
4.	Транзисторы	
VT501; VT502; VT504	2Т3167	3
VT503	2Т3851	1
5.	Диоды	
VD503; VD504; VD507; VD508;		
VD510-VD513	205607	8
VD501; VD502; VD601*; VD602*	Д814В	СССР 4

Спецификация элементов платы  
"ЦАП и Позиционирование"

Обозначение	Наименование	Количество
VD509	Д814Г	СССР 1
VD505; VD506; VD514	КД156А	СССР 3
VH501; VH504	В8413	ГДР 4
6.	Конденсаторы	
	КрД-II-D1 63V + $\lambda$ -20%	
C507; C508	470пФ	2
C501-C506; C509	1000пФ	7
C515; C516; C615*	10000пФ	3
C512; C513	МКТ-ДрР6 0.1мкФ+ $\lambda$ -20% 63V	2
C514; C529; C545	ЕА-II И1ПМ 7В 2.2мкФ 63V	12
C510; C511; C517; C528; C601; C614	КрМП-II-F2 1мкФ 63V	28
7.	Резисторы постоянные	
	РПМ-2 0.25W + $\lambda$ -5%	
R519; R526; R530; R531; R563; R566; R630*	100оме	7
R521; R524; R552; R555; R561; R564; R570; R571	220оме	8
R513; R515; R518; R520; R615*	330оме	6
R558	560оме	1
R625*	1.8ком	1
R503; R504; R507; R508; R511; R512	2.2ком	6
R501; R502; R505; R506; R509; R510; R516; R517; R533; R534; R553; R554; R557; R559; R573	3.3ком	16
R618	3.9ком	1
R560; R629*; R633*	5.1ком	3
R522; R523; R540; R551; R601*; R614*; R626*	8.2ком	29
R627	9.1ком	1
R535; R538; R556; R574; R621*; R623*; R624*; R634*	10ком	10
R568	12ком	1



Спецификация элементов платы "ЦАП и Позиционирование"

Обозначение	Наименование	Количество
R528; R529; R532; R567; R569; R572	20ком	6
R525; R527; R562; R565; R628*;	51ком	5
R622*	100ком	1
R619*; R620*	180ком	2
R616*; R617*	270ком	2
R631*; R632*	C2-14 0.25W 10ком 1% СССР	2
9.	Резисторы переменные	
	СП-16BA 0.25W +\ -10% СССР	
RP303	2.2ком	1
RP503; RP504; RP605*; RP606*	10ком	4
RP501; RP502; RP505; RP601*;		
RP602*; RP604*	22ком	6
Примечание: Элементы * монтируют при выполнении платы		
ОС с ЦАП		

Спецификация элементов "Токовой платы"

Обозначение	Наименование	Количество
1.	Транзисторы	
VT151*	2T3167	1
VT150*	2T3851	1
2.	Диоды	
VD130-VD135	1N4001; 1N4007	ВНР 6
VD136	KZ260\10	ЧССР 1
3.	Резисторы РПМ-2 0.25W	
R490; R491	24ома +\ -5%	2
R493*	5.1ком +\ -10%	1
R492*; R494*	10ком +\ -5%	2
4.	Конденсаторы	
C240*	Крд-II-д1 10000пФ +\ -20% 63V	1
Примечание: В некоторых вариантах элементы с *		
монтируют на плату "Регуляторы"		

Таблица 11

Плата элемент

C218	МКФ	0.01	0.01	0.01	0.22	0.15	0.33	0.22	0.15	0.33
C220	МКФ	0.22	0.22	0.22	0.22	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
C221	НФ	22	22	22	22	47	47	22	47	47
C222	МКФ	0.33	0.33	0.33	0.47	0.47	0.47	0.33	0.47	0.47
R436	КОМ	8.2	8.2	8.2	8.2	13	8.2	8.2	8.2	5.1
R437	КОМ	4.7	4.7	4.7	4.7	2	4.7	4.7	4.7	4.7
R439	КОМ	33	33	33	33	2.7	33	33	33	33
R443	КОМ	3.3	3.3	3.3	3.3	2	2	3.3	3.3	3.3
R445	МОМ	1	1	1	1	1	1	1	3	3
R452	МОМ	1	1	1	1	0.75	0.75	1	0.75	0.75
R457	КОМ	8.2	8.2	8.2	8.2	15	11	18	13	15
R460	КОМ	13	13	13	13	13	13	13	9.1	13
R465	КОМ	6.2	6.2	6.2	6.2	3	6.2	6.2	6.2	6.2
R482	КОМ	100	100	100	92	62	62	56	75	56
RP35	КОМ	4.7	4.7	4.7	4.7	10	4.7	4.7	4.7	4.7
C150	МКФ	0.33	0.33	0.33	0.33	0.47	0.47	0.33	0.47	0.47
R117; R120; R137										
ФУ R140; R157; R160	ОМ	33	33	33	33	33	33	33	33	15
R220	КОМ	620	620	620	620	430	620	1620	620	620
R224	МОМ	1	1	1	0.43	0.68	0.82	0.36	0.82	0.82