

**Электропривод
унифицированный
трехфазный
серии ЭПУ1-...Д,М**

**П а с п о р т
ИГФР.654673.001-09 ПС**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения об электроприводе	3
2. Назначение	3
3. Основные технические данные и характеристики	4
4. Комплектность	5
5. Конструкция и состав электропривода	7
6. Устройство и принцип работы электропривода и его составных частей	7
7. Указания мер безопасности	20
8. Размещение и монтаж	20
9. Подготовка к работе	1
10. Порядок работы	21
11. Контроль за работой	23
12. Техническое обслуживание	23
13. Возможные неисправности и способы их устранения	24
14. Правила хранения	24
15. Транспортирование	24
16. Свидетельство о приемке	24
17. Свидетельство об упаковке	25
18. Гарантии изготовителя	25
Приложение 1. Ведомость цветных металлов содержащихся в блоке управления	26
Приложение 2. Структура условного обозначения	27
Приложение 3. Габаритные, установочные размеры и масса	29
Приложение 4. Схемы расположения элементов на печатных платах	32
Приложение 5. Схемы электрические принципиальные	35
Приложение 6. Схема электрическая соединений	59

Паспорт является эксплуатационным документом удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики электроприводов, поставляемых в комплекте. Паспорт входит в комплект поставки электропривода.

Все записи в паспорте производить только чернилами отчетливо и аккуратно. Подчистки, помарки, незаверенные исправления не допускаются.

Паспорт содержит технические данные, сведения об устройстве и назначении, необходимые для правильной эксплуатации электропривода, указания мер безопасности, порядок монтажа, возможные неисправности электропривода и способы их устранения, а также указания по техническому обслуживанию.

В приложениях даны необходимые для изучения чертежи, принципиальные схемы.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Электропривод ЭПУ-1-1-3747 ДУХЛУ

Фабричный ордер _____

Индекс _____

Дата изготовления 26.01.99

Предприятие-изготовитель НПО «Электромашинна»

Заводской номер _____

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Электропривод трехфазный серии ЭПУ1 (в дальнейшем именуемый электропривод) исполнения Д—двухзонный с реверсом по полю, М—однозонный с реверсом по полю) предназначен для переверсивных приводов механизмов главного движения станков с ЧПУ и др. механизмов.

2.2. Электропривод предназначен для работы в закрытых отапливаемых помещениях при следующих условиях:

высота над уровнем моря не более 1000 м;

температура окружающего воздуха (внутри шкафа) от 5 до 45°C;

относительная влажность окружающего воздуха 80% при температуре 30°C.

2.3. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Основные технические параметры электропривода приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Технические требования	Результаты испытаний
Напряжение сети, В	380	380
Частота сети, Гц	50	50
Мощность двигателя, кВт	11,2	11,2
Максимальный диапазон регулирования скорости вращения электродвигателя в том числе по полю	1000 до 5	1000 -

3.2. Электроприводы предназначены для работы в режимах по ГОСТ 183-74:

- 1) длительном (S1);
- 2) кратковременном (S2);
- 3) повторно-кратковременном (S3).

3.3. Статические характеристики электропривода в зависимости от скорости вращения электродвигателя приведены в таблице 2.

Таблица 2

Скорость электродвигателя	Погрешность скорости вращения от установленной, % не более			Коэффициент неравномерности, Кн не более
	суммарная $\Delta \Sigma$	при изменении нагрузки Δn	при изменении направления вращения Δp	
n _{ном}	2	0,5	1	0,1
0,1 n _{ном}	10	2	2	0,1
0,01 n _{ном}	15	5	5	0,2
0,001 n _{ном}	25	10	10	0,25

Примечание. Для электроприводов с однозонным регулированием максимальная скорость равна номинальной. Для электроприводов с двухзонным регулированием скорости диапазон ослабления поля до 5 в соответствии с характеристикой двигателей.

Содержание драгоценных материалов:

золота — 0,07918 г.

серебра — 0,001 г.

3.4. Ведомость цветных металлов, содержащихся в блоке управления приведена в приложении 1.

5. КОНСТРУКЦИЯ И СОСТАВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

5.1. Электропривод состоит из блока управления (преобразователя), электродвигателя постоянного тока, сглаживающего реактора, коммутационного реактора, аппаратуры защиты при коротких замыканиях, датчика скорости технологического.

Вся аппаратура выполнена в открытом исполнении и предназначена для встройки в шкаф.

5.2. Состав комплекта электропривода, включая конкретный тип двигателя при заказе определяется опросным листом на основании информационных материалов.

5.3. Структура условного обозначения электропривода и блока управления приведена в приложении 2.

5.4. Габаритные, установочные размеры и масса блока управления, реактора сглаживающего и реактора коммутационного приведены в приложении 3.

6. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

6.1. Электропривод представляет собой электромеханическое устройство, служащее для регулирования и стабилизации скорости вращения электродвигателя постоянного тока в диапазоне до 1000 с постоянным моментом для однозонного исполнения, с обратной связью по скорости вращения и полным потоком возбуждения до номинальной скорости вращения и с уменьшением потока возбуждения выше номинальной для двухзонного исполнения.

Для электропривода принята структура с ПИ-регулятором скорости, адаптивным устройством для линеаризации характеристик электропривода и обратной связью по току на вход управляющего органа СИФУ.

Функциональная схема электропривода приведена на рис. 1.

Принципиальные электрические схемы электропривода приведены в приложении 5.

Допускаются изменения принципиальной схемы и замена элементов, не влияющие на технические характеристики привода.

Временные диаграммы, поясняющие работу электропривода при реверсе и подтормаживании приведены на рис. 2.

Скорость вращения электродвигателя определяется задающим напряжением U_3 и равна Ω_1 . При реверсе меняется полярность U_3 , при этом преобразователь возбуждения переводится в инверторный режим, что ведет к изменению знака тока возбуждения. Момент перехода тока возбуждения через нуль фиксируется датчиком проводимости вентилей (ДПВ), который выдает в логическое устройство (ЛУ) сигнал на включение другой группы реверсивного преобразователя возбуждения, при этом в ЛУ формируется сигнал U_4 , подготавливающий преобразователь якоря к работе в инверторном режиме. При изменении направления тока возбуждения ЭДС электродвигателя меняет знак и начинается рекуперативное торможение электродвигателя, а затем разгон в другую сторону.

При подтормаживании напряжение задания снижается до $U_{32} < U_3$, при этом изменяется знак сигнала формирователя момента (ФМ), так как $\Omega_2 < \Omega_1$. Ток возбуждения меняет знак и начинается торможение электродвигателя как при реверсе. При $\Omega_2 = \Omega_1$ сигнал ФМ принимает первоначальный знак, ток возбуждения I_b принимает прежнее направление, значение скорости вращения Ω_2 и тока возбуждения I_b соответствует их новому значению, определяемому U_{32} .

6.2. Силовая схема.

6.2.1. Силовая схема якорной цепи электропривода (см. рис. 4 приложения 5) состоит из полностью управляемого выпрямителя, выполненного по трехфазной мостовой схеме. Выпрямитель выполнен на модульных тиристорах $V1-V3$, для повышения надежности включены защитные RC-цепи. К силовой схеме относятся также коммутационный реактор, аппаратура защиты, при необходимости в цепь якоря электродвигателя включается дроссель.

В силовой схеме блока управления в зависимости от применяемого электродвигателя допускается использовать модули на ток 63 А, 10-12 класса.

Реверсивный преобразователь возбуждения состоит из двух комплектов однополупериодных выпрямителей с нулевыми тиристорами, включенными встречно-параллельно и работающих по принципу раздельного управления. В него входят сетевые тиристоры $V5$ и нулевые тиристоры $V4$, а также защитные RC-цепи (см. рис. 4 приложения 5). Для гальванической развязки силовой цепи и цепей управления служит преобразователь на транзисторах $VT2+VT5$ и импульсные трансформаторы. Преобразователь возбуждения работает в следующих режимах: режиме выпрямления и режиме инвертирования.

6.2.2. Режим выпрямления.

При работе комплекта выпрямителя с тиристорами $V5$ (1, 2) и $V4$ (1, 2) на управляющий электрод тиристора $V5$ (1, 2) во время действия положительной полуволны питающего напряжения подаются управляющие импульсы (УИ) и дежурные импульсы начала инвертирования (ИНИ), сдвинутые в сторону опережения относительно точки окончания положительной полуволны питающего напряжения (см. рис. 3). На управляющий переход нулевого тиристора $V4$ (1, 2) подается отпирающее напряжение и дежурные импульсы конца инвертирования (ИКИ), сдвинутые в сторону опережения относительно точки окончания отрицательной полуволны питающего напряжения. При этом выпрямитель работает как обычная однополупериодная схема с нулевым диодом.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

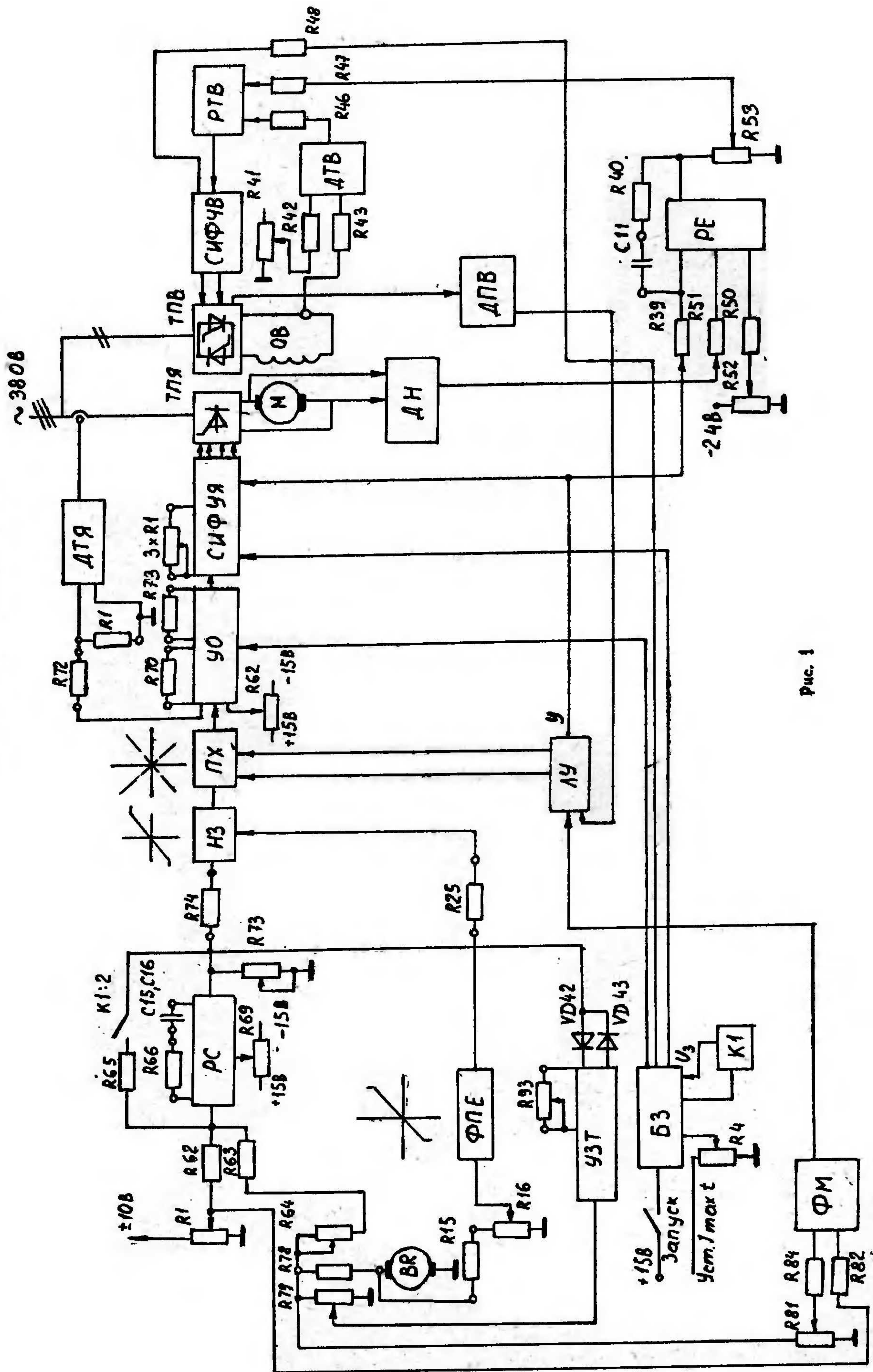


Рис. 1

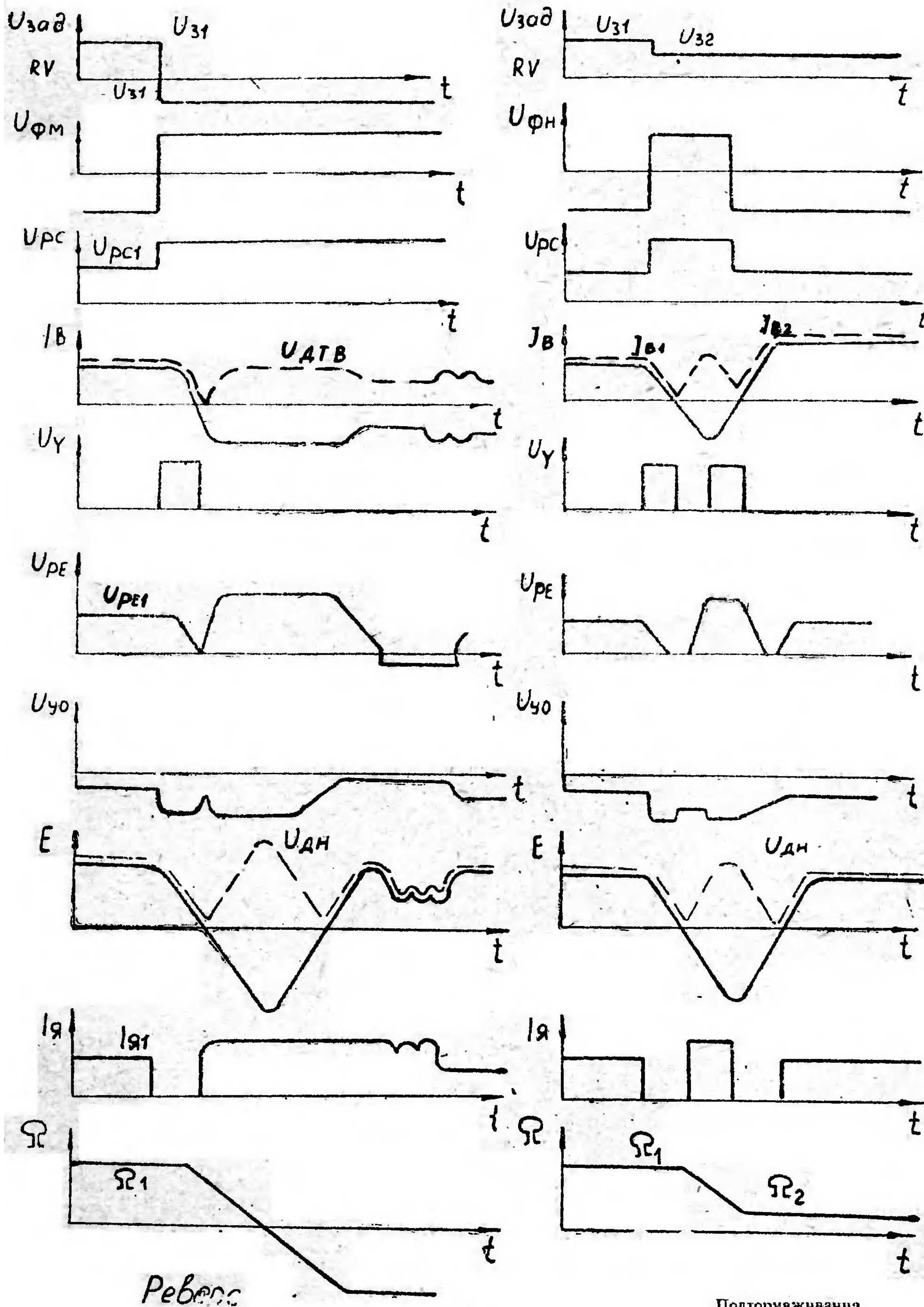


Рис. 2

Подтормаживание

ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Режим выпрямления

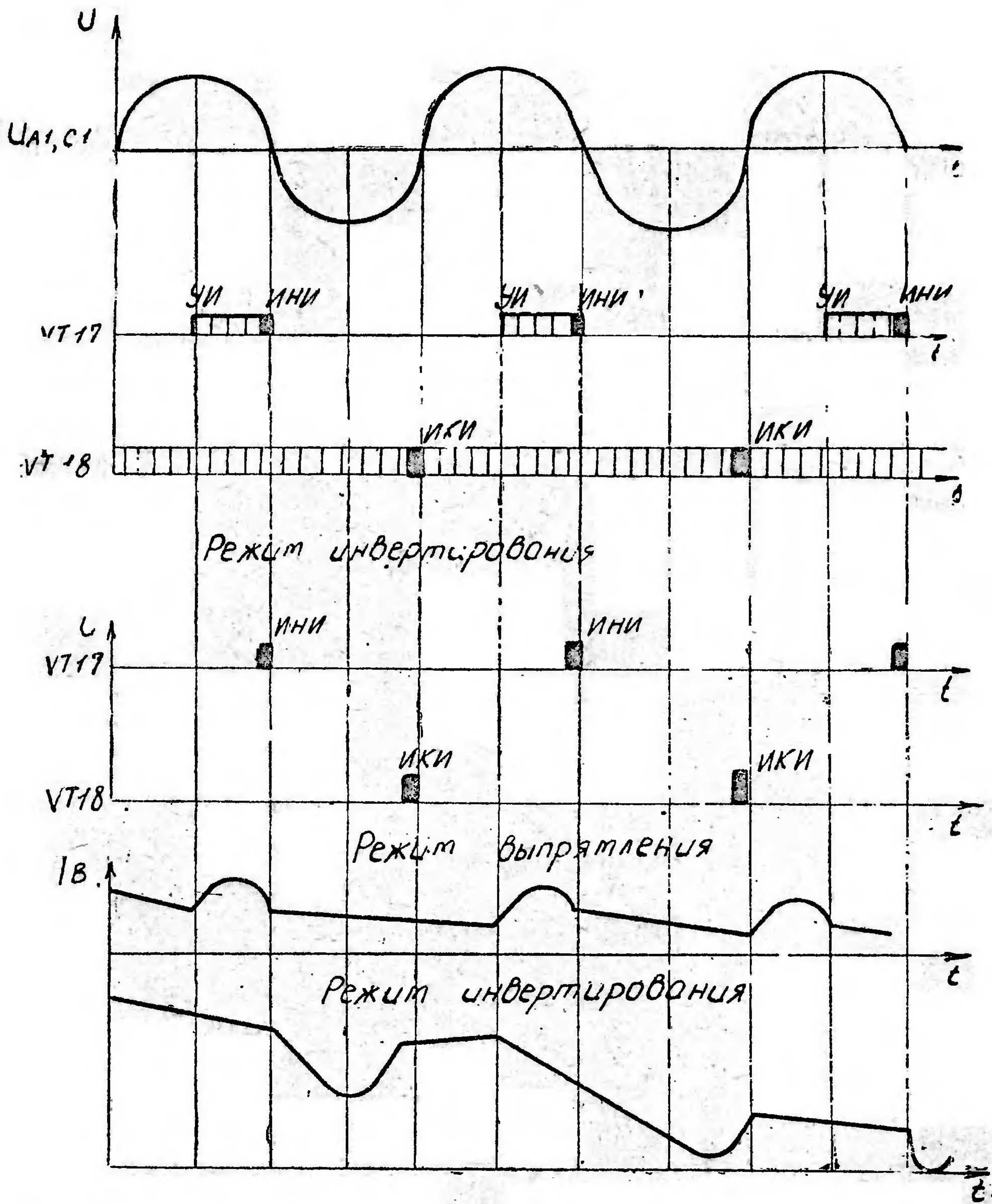


Рис. 3

6. 2. 3. Режим инвертирования

В режиме инвертирования на управляющие переходы тиристоры подаются только импульсы ИНИ и ИКИ. Тиристор V5 (1, 2) включается импульсом ИНИ в конце положительной рабочей полуволны и остается включенным и на время отрицательной полуволны питающего напряжения за счет ЭДС самоиндукции обмотки возбуждения, которая и поддерживает ток в обмотке в этом полупериоде, при этом происходит быстрое спадание тока возбуждения и рекуперация энергии обмотки возбуждения в сеть. На время положительной полуволны питающего напряжения включается тиристор V4 (1, 2) импульсом ИКИ, спадание тока возбуждения происходит с постоянной времени обмотки возбуждения. При уменьшении тока возбуждения до нуля с выдержкой времени включаются тиристоры V5 (1, 3) и V4 (1, 3) другой группы.

6. 3. Система импульсно-фазового управления якорной цепи

Система импульсно-фазового управления якорной цепи (СИФУЯ) предназначена для преобразования постоянного управляющего напряжения в последовательность управляющих импульсов соответствующей фазы, подаваемых на управляющие электроды тиристоров силовых вентильных комплектов (см. рис. 2 приложения 5).

Функциональная схема СИФУЯ, изображена на рис. 4, временные диаграммы, поясняющие работу СИФУЯ, приведены на рис. 5.

Формирователь импульсов (ФИ) состоит из следующих узлов: фильтра (Ф) R1, R2, C1, двух пороговых элементов (ПЭ) VT1, VT2, VT3, VT4, формирователя синхронизирующих импульсов (ФСИ) DD1, генератора пилообразного напряжения (ГПН) VT5, C2, DA1, нуля-органа (НО) DA2, формирователя длительности импульсов (ФДИ) C3, VT6. Схема работает следующим образом:

Синхронизирующее фазное напряжение, поступающее от источника синусоидальных напряжений (ИСН) сдвигается по фазе фильтром Ф на угол 30° . С выхода фильтра синусоидальное напряжение поступает на пороговые элементы ПЭ1, ПЭ2, где преобразуется в прямоугольные импульсы. Длительность указанных импульсов определяет зону разрешения выдачи управляющих импульсов для соответствующих тиристоров и составляет для каждой фазы примерно 176° , что исключает одновременную выдачу управляющих импульсов в двух противофазных вентильных выпрямительного моста.

На выходе ФСИ формируется синхрои́мпульс (сигнал логической «1»), которым осуществляется через транзистор VT5 разряд интегрирующей емкости ГПН. С момента исчезновения синхрои́мпульса напряжение на выходе ГПН начинает линейно нарастать от нуля до 10 В. Момент превышения уровня напряжения ГПН над управляющим напряжением, поступающим с выхода управляющего органа (УО), фиксируется нуль-органом, который изменяет свое состояние с «1» на «0», формируя прямоугольный меандр который дифференцируется цепочкой C3, R15, отрицательный фронт формирует на выходе ФДИ импульс, который в соответствии с сигналами пороговых элементов ПЭ1 и ПЭ2 формирует управляющие импульсы на входах усилителей импульсов (УИ) «а» или УИ «х». Далее усиленный импульс поступает на вводное устройство силового комплекта.

Усилитель импульсов собран по схеме составного транзистора, нагрузкой которого являются вводные устройства. УИ имеет два входа: один для «своего» импульса, другой для «чужого», идущего с другого формирователя импульсов. Это необходимо для получения двоясных импульсов, обеспечивающих нормальную работу трехфазной мостовой схемы выпрямления.

Вводное устройство служит для гальванического разделения силовой цепи и цепи управления. Вводным устройством является импульсный трансформатор. Управляющий орган на микросхеме DA6 служит для согласования выхода канала регулирования с входами СИФУЯ и для установки углов $\alpha_{\min}$, $\alpha_{\max}$, $\alpha_{\text{нач}}$. Начальный угол регулирования ($\alpha_{\text{нач}}$) устанавливается 120° переменным резистором R62 при нулевых сигналах на входе УО (см. рис. 3 приложения 5). Угол $\alpha_{\min}$, равный $5-10^\circ$ устанавливается резистором R73. Угол $\alpha_{\max}$ равный 160° устанавливается переменным резистором R70.

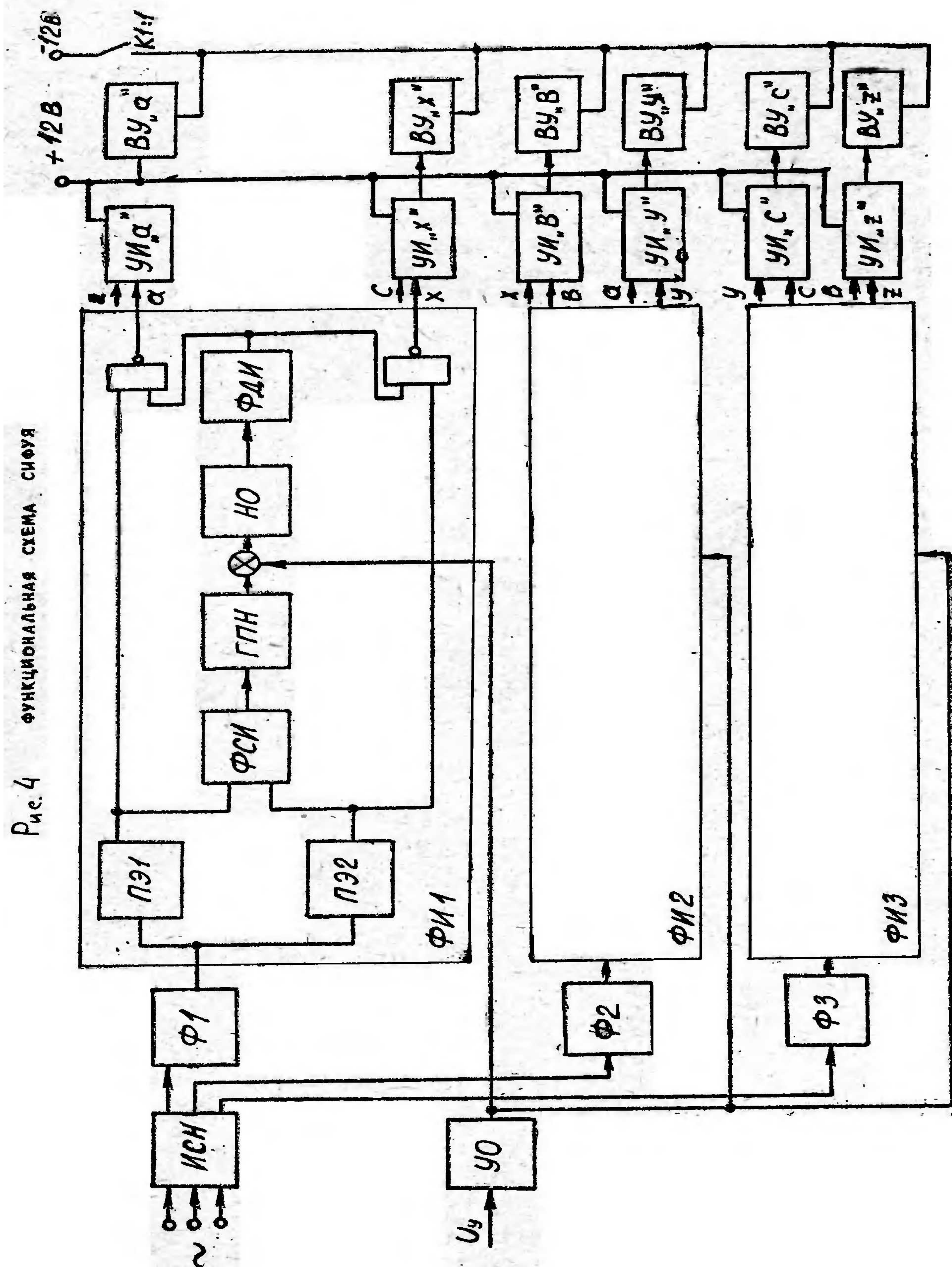
6. 4. Логическое устройство управления реверсивным преобразователем возбуждения

6. 4. 1. Логическое устройство

Логическое устройство (ЛУ) содержит два логических элемента И—НЕ DD4. 1, DD4. 2 (см. рис. 3 приложения 5), на первые входы которых поданы соответственно сигналы $U_{\text{ин}}$ и $U_{\text{дс}}$, на вторые—напряжение датчика состояния $U_{\text{дс}}$, а выходы подключены к входам триггера на элементах DD4. 3, DD4. 4 в перекрестных связях которого включены элементы задержки R76, R77, C12, C13, VD16, VD17, два элемента И—НЕ DD5. 1, DD5. 4, схема совпадения—DD5. 2, DD5. 3, DD3. 4.

Временные диаграммы работы логического устройства приведены на рис. 6. При подаче команды К на реверс тока возбуждения в момент времени t_1 на выходе схемы совпадения DD3. 4 появляется сигнал $U_{\text{л}}$ логической «1», снимающий с сетевых тиристоров импульс УИ, что ведет к спаданию тока возбуждения до нуля и фиксируется датчиком состояния тиристоров возбуждения в момент времени t_2 . При этом напряжение на выходе DD5. 4 изменяется с логической «1» на логический «0», что ведет к полному снятию управляющих импульсов с работающей группы. Напряжение на выходе DD5. 1, являющееся разрешающим для работы другой группы, происходит с задержкой времени t_2-t_3 определяемой параметрами C12-R76 или C13-R77.

Рис. 4 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СИФУЯ



ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ СИФУЯ.

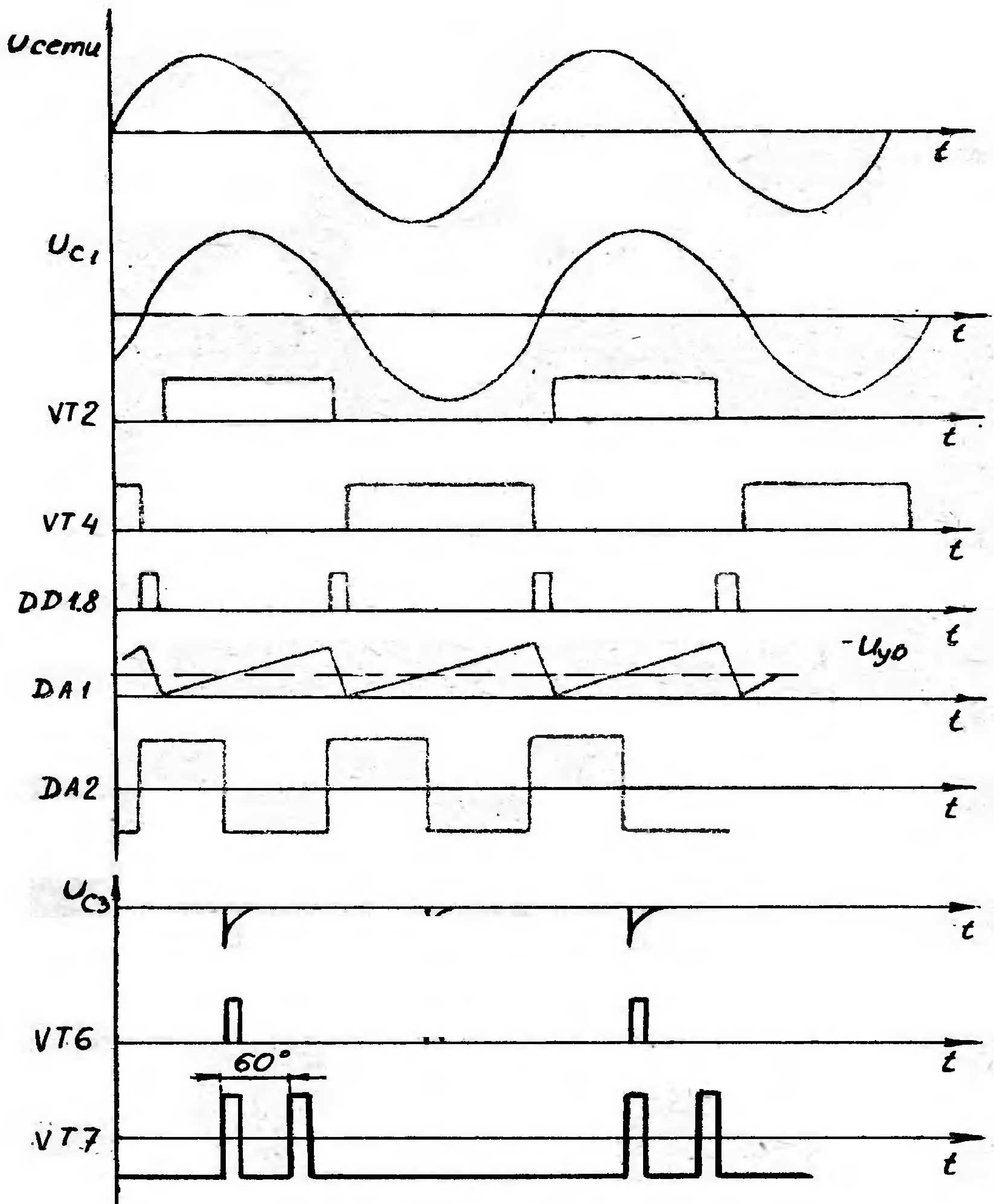


Рис. 5

ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

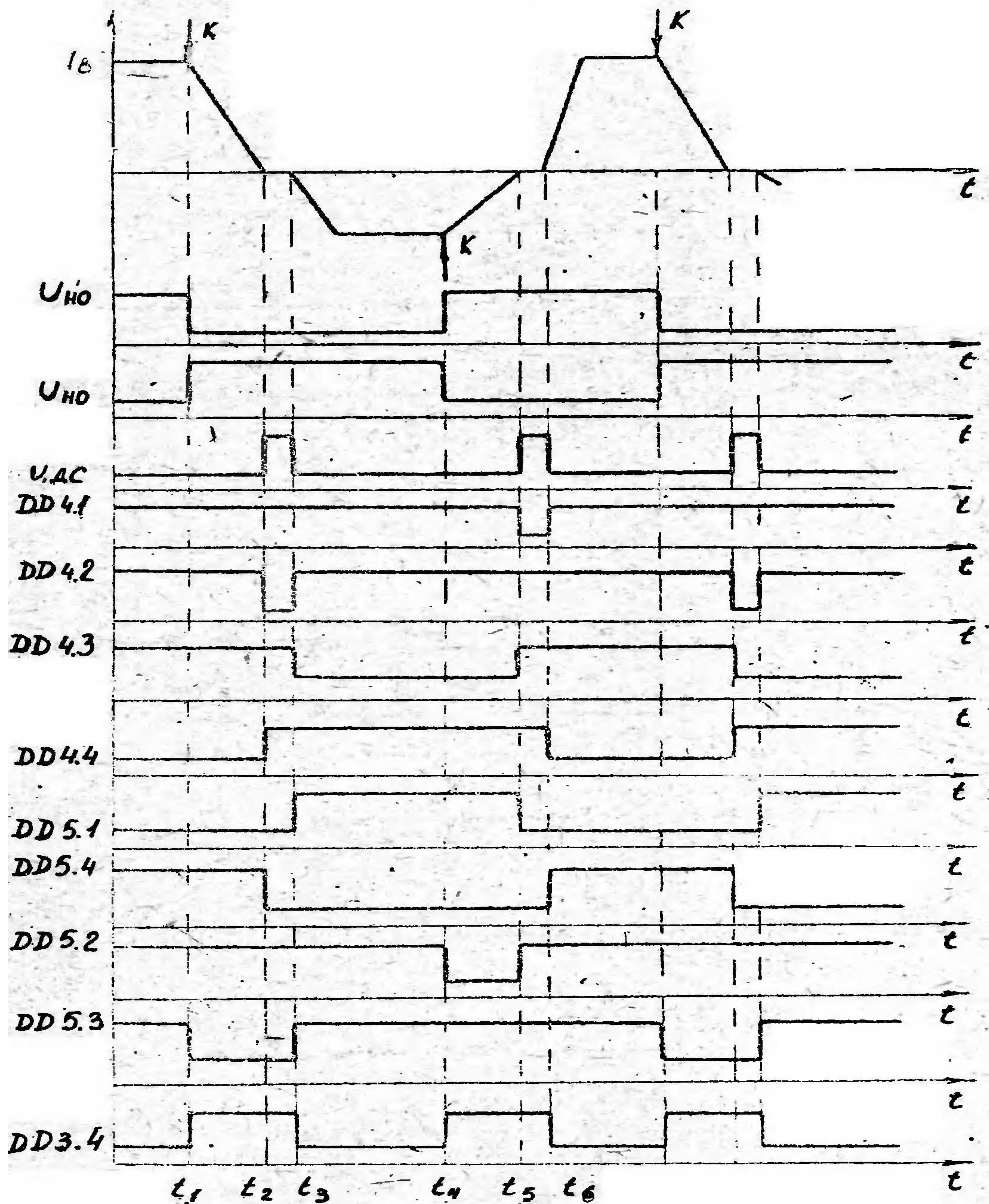


Рис. 6

6.4.2. Датчик проводимости вентилей возбуждения.

Датчик проводимости вентилей (ДПВ) предназначен для контроля состояния тиристоров возбуждения и работает по принципу контроля падения напряжения на переходе анод-катод тиристоров (см. рис. 4 приложения 5). ДПВ имеет два канала на транзисторах VT6—VT8, входы которых подключены к сетевому тиристорному тиристорному через резистор R22, а к нулевым — через резистор R23. При наличии тока хотя бы в одном из тиристоров возбуждения последний шунтирует входы ДПВ, при этом транзисторы VT6, VT7 закрыты, а транзистор VT8 открыт. Транзисторы VT8 и общий транзистор VT9 осуществляют логическую операцию «И».

При отсутствии тока в цепи возбуждения (тиристоры закрыты) на входы обоих каналов ДПВ поступает напряжение сетевого и нулевого тиристорных тиристорных, транзисторы VT8 закрываются, а VT9 — открывается. По излучающему диоду оптопары VD17, осуществляющему гальваническую развязку, протекает ток, при этом открывается фотодиод оптопары, шунтируя входной транзистор логического устройства, последнее выдает сигнал логической «1», что соответствует закрытому состоянию тиристорных тиристорных возбуждения.

6.5. Система импульсно-фазового управления преобразователем возбуждения.

Система импульсно-фазового управления преобразователем возбуждения (СИФУВ) предназначена для формирования управляющих импульсов и распределения их на тиристоры возбуждения в соответствии с сигналами ЛУ. Временная диаграмма работы СИФУВ и распределителя импульсов приведена на рис. 7.

Поступающее на вход СИФУВ, сдвинутое по фазе цепочкой R41, R42, C4 (см. рис. 3 приложения 5) синхронизирующее напряжение с помощью ключевых элементов DA3, DD2.1 в соответствии с сигналами триггера ЛУ проходит на вход генератора пилообразных напряжений (ГПН), синхронизированного с работающей группой тиристорных тиристорных через микросхемы DD3.1, DD3.2. При этом на конденсаторе C5 с помощью генератора тока VT13 происходит формирование пилообразного опорного напряжения. Пилообразное напряжение ГПН через резистор R48 и сигнал регулятора тока возбуждения через резистор R47 сравниваются на входе компаратора DA4, выходной импульс которого дифференцируется конденсатором C7 и проходит на один из входов RS-триггера DD6.2, DD6.4, на другой вход которого поступает продифференцированный цепочкой R51, C6 передний фронт пилообразного напряжения. Сигнал RS-триггера поступает на транзисторы VT17, VT19 выходных каскадов усилителей сетевых тиристорных тиристорных в соответствии с сигналами заданного направления вращения $U_{\text{мн}}$ и $U_{\text{мр}}$.

С помощью дифференцирующих цепей C14, R78 и C15, R79 формируются дежурные импульсы «ИИП» и «ИКИ», которые с помощью распределителя импульсов DD7.3, DD7.4, DD8.3, DD8.4 суммируются с постоянным напряжением в соответствии с сигналами $U_{\text{мн}}$ и $U_{\text{мр}}$. Сформированные распределителем импульсов сигналы подаются на транзисторы VT18, VT20, последние управляют работой нулевых тиристорных тиристорных.

6.6. Система ограничения тока якоря.

Система ограничения тока якоря (см. рис. 2 приложения 5) обеспечивает ограничение тока якоря в функции скорости вращения путем ограничения выходного напряжения РС. При нулевой частоте вращения напряжение на выходе усилителей DA15, DA16, определяемое величиной напряжения смещения (резистор R93), запирает диоды VD42, VD43.

Делитель R70, R73 формирует начальный участок АВ кривой токоограничения (см. рис. 8).

По мере возрастания скорости вращения напряжение тахогенератора через делитель R77, R79 поступает на схему выделения модуля DA14. Выходной сигнал DA14 положительной полярности поступает на инвертирующий вход DA15, уменьшая напряжение на его выходе. При равенстве напряжения на выходе DA15 (DA16) напряжению делителя R70, R73 формируется точка В кривой токоограничения и при дальнейшем возрастании скорости вращения напряжение на выходе DA15 (DA16) уменьшается, формируя спадающий участок ВС кривой токоограничения. Для постоянного токоограничения движок резистора R79 находится в крайнем нижнем положении (соединен с нулевой шиной), R93 находится в крайнем верхнем положении и величина установки токоограничения определяется резистором R73.

6.7. Система регулирования ЭДС и скорости вращения.

6.7.1. Регулятор ЭДС

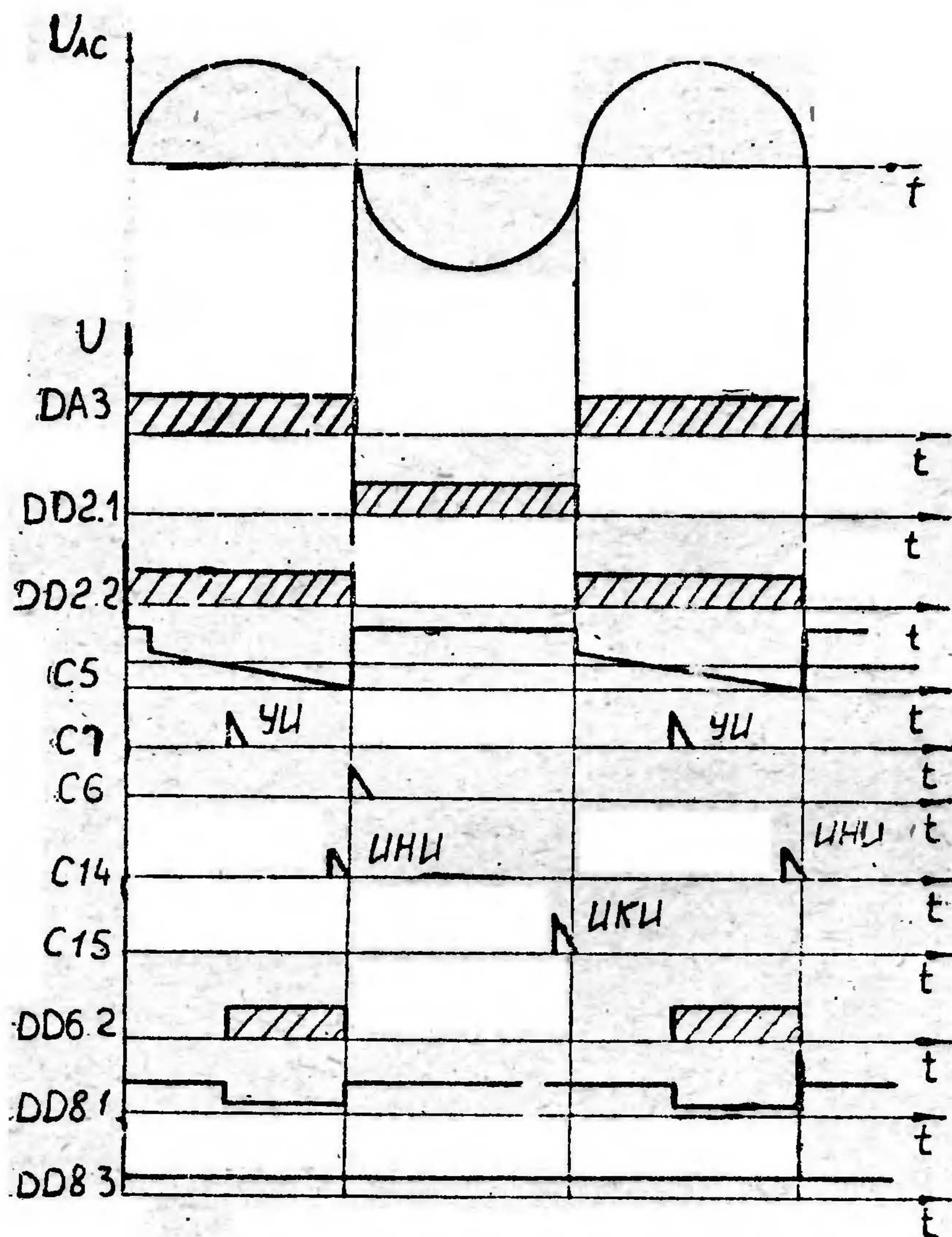
Регулятор ЭДС выполнен на операционном усилителе DA4 и представляет собой ПИ-регулятор (см. рис. 2 приложения 5). На вход регулятора ЭДС поступают сигналы задания с резистора R52 и датчика напряжения через резистор R51. При реверсах и подтормаживаниях выход регулятора ЭДС сигналом U_y через резистор R39 приводится к нулевому уровню (при переходе тока возбуждения через нуль), что улучшает качество переходного процесса. Коррекция переходного процесса производится элементами R40, C10, C11.

6.7.2. Датчик напряжения якорной цепи

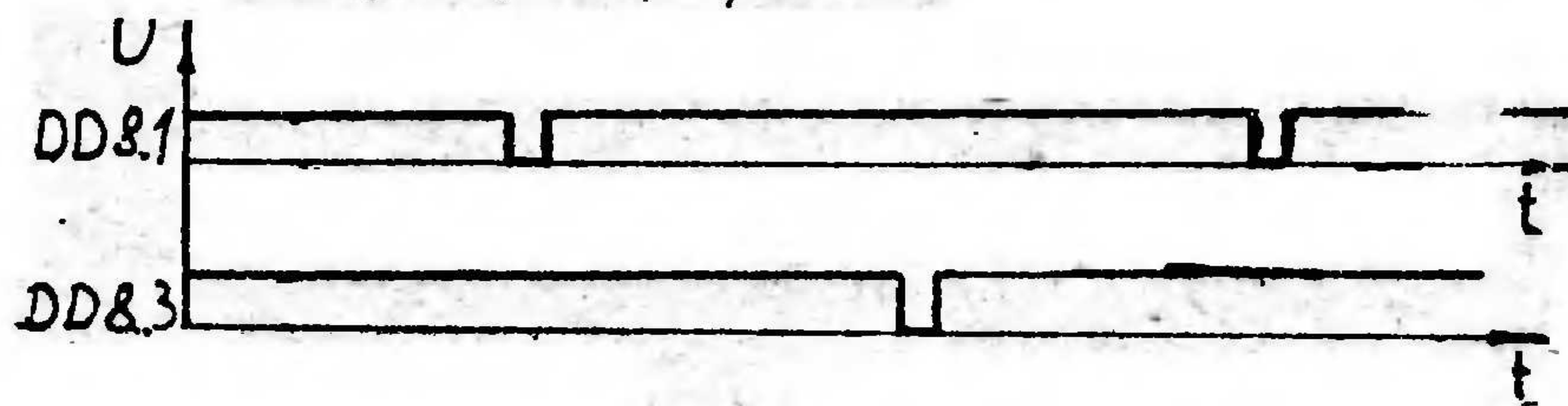
Датчик напряжения (ДН) предназначен для гальванической развязки силовой цепи и цепей управления и получения сигнала, пропорционального напряжению якоря (см. рис. 4 приложения 5). ДН представляет собой блокинг-генератор, выполненный на трансформаторе TV3 и транзисторе VT1. Резисторы R8-R11 образуют делитель напряжения. Выходное напряжение блокинг-генератора выпрямляется диодом VD11 и подается на вход регулятора ЭДС.

ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА РАБОТЫ СИФУ ВОЗБУЖДЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ИМПУЛЬСОВ

Выпрямительный режим



Инверторный режим



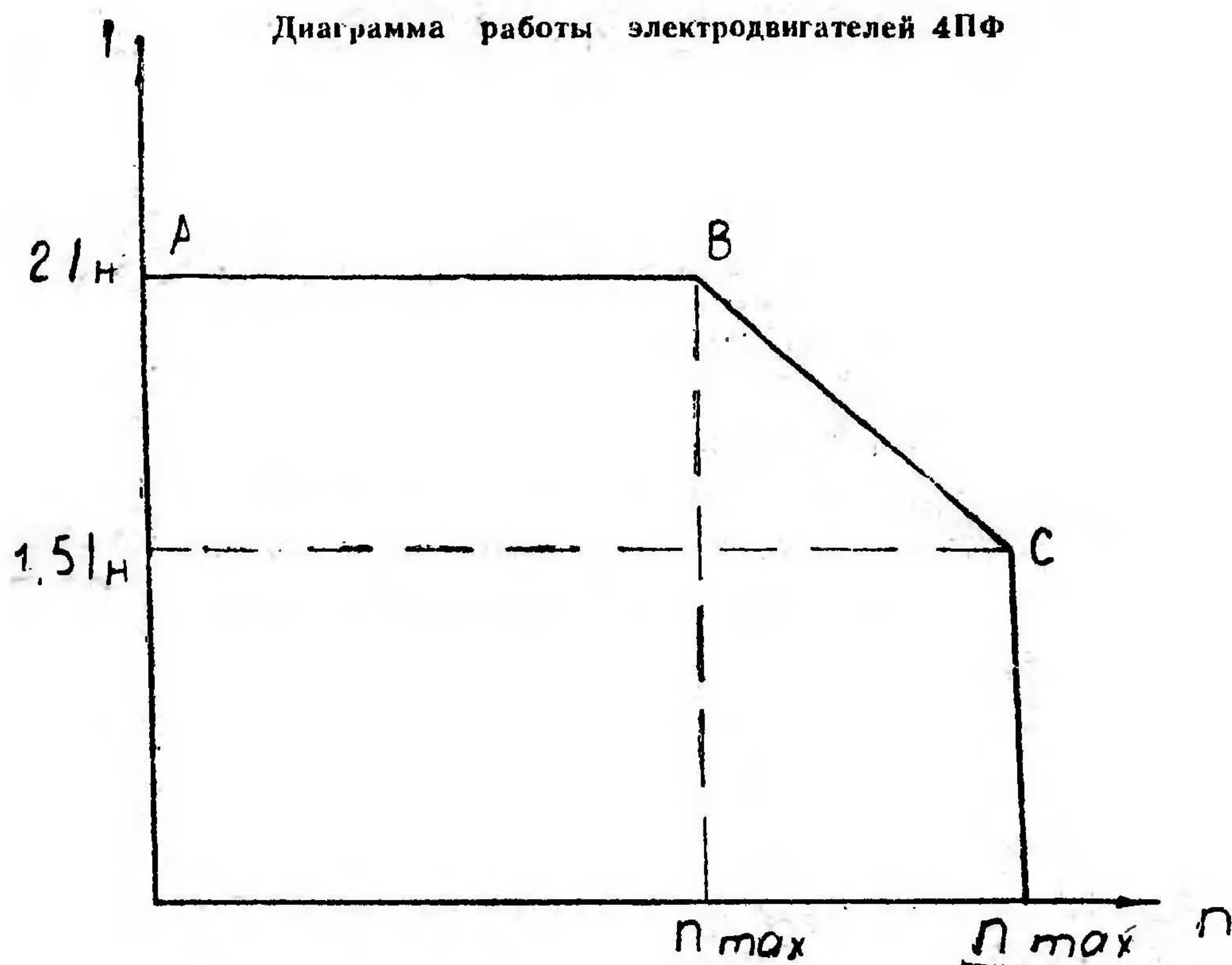


Рис. 8

6.7.3. Регулятор тока возбуждения

Регулятор тока возбуждения (РТВ) выполнен на операционном усилителе DA6 и представляет собой П—регулятор с коэффициентом, обеспечивающим необходимую статическую точность поддержания тока возбуждения (см. рис. 2 приложения 5). Резистором R53 устанавливается номинальный ток возбуждения. Диод VD17 срезает напряжение положительной полярности на выходе РТВ.

6.7.4. Датчик тока возбуждения

Датчик тока возбуждения (ДТВ) представляет собой управляемый током возбуждения мультивибратор, выполненный на импульсном трансформаторе TV8 и транзисторной сборке DA1. Обмотки трансформатора включены в коллекторные цепи транзисторов, токопровод обмотки возбуждения проходит внутри кольцевого магнитопровода трансформатора (см. рис. 4 приложения 5). В зависимости от величины тока возбуждения происходит изменение среднего тока, потребляемого мультивибратором. Падение напряжения на резисторе R21 от этого тока используется как информация о токе возбуждения. Напряжение с резистора R21 подается на вход усилителя DA5 (см. рис. 2 приложения 5), обеспечивающего необходимый коэффициент усиления датчика. Компенсация начального напряжения ДТВ осуществляется с помощью резистора R41.

6.7.5. Регулятор скорости.

Регулятор скорости выполнен на микросхеме DA9 и представляет собой ПИ—регулятор, на входе которого алгебраически суммируются сигнал задания скорости вращения и сигнал тахогенератора. Резистором R69 устанавливается нулевая скорость вращения, максимальная скорость вращения регулируется резисторами R63, R64. Коррекция переходного процесса производится с помощью R66, C15, C16 (см. рис. 2 приложения 5).

6.7.6. Нелинейное звено.

Нелинейное звено предназначено для компенсации нелинейной выходной характеристики преобразователя якорной цепи и выполнено на микро схеме DA10 (см. рис. 2 приложения 5), в обратную связь которой введены резистор R76 и последовательно-параллельно включенные диоды VD28÷VD33, увеличивающие коэффициент обратной связи на малых сигналах.

6.7.7. Функциональный преобразователь ЭДС.

Функциональный преобразователь ЭДС выполнен на микросхеме DA1 (см. рис. 2 приложения 5), предназначен совместно с нелинейным звеном для компенсации нелинейной характеристики преобразователя якорной цепи.

Резистором R16 устанавливается начало работы микросхемы DA1, соответствующее достижению номинальной скорости вращения двигателя и пробой стабилитрона VD6.

6.7.8. Переключатель характеристик.

Переключатель характеристик выполнен на микросхеме DA5 и транзисторе VT15. В зависимости от сигнала логического устройства и полярности сигнала регулятора скорости открывается нижний или верхний переход VT15, при этом сигнал подается на инвертирующий или неинвертирующий вход DA5, на выходе которой образуется однополярный сигнал для работы управляющего органа.

6.8. Защиты, сигнализация и обменные сигналы

В электроприводе предусмотрено 2 варианта защит и обменных сигналов:

Вариант 1 содержит все нижеперечисленные защиты.

Вариант 2 — кроме защит отмеченных знаком*.

Все виды защит при срабатывании воздействуют на триггер на элементах DD2.3 и DD2.4 и через элемент DD2.1 воздействуют на управляющий орган УО переводя его в положение $\alpha_{\max}$ и блокируя управляющие импульсы (см. рис. 2 приложения 5).

6.8.1. Максимально токовая защита и защита от короткого замыкания.

Защита при коротких замыканиях осуществляется при помощи силового автомата и устройства, устанавливающего угол регулирования тиристоров в положение $\alpha_{\max}$.

Устройство выполнено на транзисторе VT2 и триггере образованном двумя элементами микросхемы DD2.3 и DD2.4 (см. рис. 2 приложения 5). Через резистор R5 на базу VT2 подается запирающее отрицательное напряжение (уставка срабатывания защиты). От датчика тока через резистор R6, на базу VT2 подается положительное напряжение, пропорциональное току якоря. При превышении уставки происходит срабатывание защиты и транзистор VT2 отпирается, воздействуя на триггер DD2.3, DD2.4.

6.8.2. Защита от перегрева двигателя (от токовых перегрузок).

Защита от перегрева двигателя осуществляется интегратором, собранным на операционном усилителе DA2. Напряжение на выходе DA2 изменяется согласно зависимости

$$U = f(I - I_{уст}) \cdot dt$$

где U — выходное напряжение;
 I — текущее значение тока;
 $I_{уст}$ — заданная уставка тока (устанавливаемая резистором R4);
 t — время;

Эта защита может быть использована для тепловой защиты двигателя и с ней совмещена защита от обрыва тока возбуждения двигателя.

В электродвигателях, имеющих встроенную защиту (серии 4П) защита электродвигателя от перегрева осуществляется с помощью датчика температуры — позистора, встроенного в электродвигатель. При достижении температуры двигателя выше допустимой сопротивление позистора возрастает и на входе 13 микросхемы DD4 (см. рис. 1 приложения 5) формируется сигнал логического «0», триггер DD4.3, DD4.4, переключается, на выходе 8 микросхемы DD4 появляется сигнал логического «0», воздействующий на триггер общей защиты.

6.8.3. Защита от понижения напряжения питающей сети*.

Схема защиты от понижения напряжения питающей сети срабатывает при снижении напряжения всех или одной фаз более чем на 15%. В состав схемы входят диоды VD9—VD11, резисторы R23, R24, конденсатор C9 (см. рис. 1 приложения 5) и триггер на элементах DD4.1, DD4.2 (см. рис. 1 приложения 5). При понижении напряжения сети на конденсаторе C9 появляется сигнал низкого уровня, который через резисторы R23, R24 воздействует на триггер DD4.1, DD4.2 сигнал с выхода которого через диод VD5 поступает на общий триггер защиты.

6.8.4. Защита от исчезновения напряжения питающей сети в силовой цепи или цепи управления, в том числе по причине сгорания предохранителей и от неправильного чередования фаз.

Схема защиты от исчезновения напряжения питающей сети и неправильного чередования фаз (см. рис. 1 приложения 5) состоит из входных делителей R7, R8, R14, R15, фазосдвигающей цепочки C5, R16, микросхем DD3, DD1.4, разделительных диодов VD3, VD4, накопительного конденсатора C6.

Схема работает следующим образом:

на элементах микросхемы DD3 и DD1.4 суммируются синусоидальные напряжения фаз А, В и С, причем напряжение фазы В с помощью цепочки C5, R16 сдвигается в сторону опережения на 60° (см. рис. 1 приложения 5). При этом на выходе 8 элемента DD3 и выходе 11 элемента DD3 формируются прямоугольные импульсы частотой 50 Гц и длительностью 5 мс, которые сглаживаются конденсатором C6 и в виде сигнала, соответствующего логической «1» поступают на входы 12, 13 элемента DD1.4 (см. рис. 2 приложения 5), на выходе которого включен светодиодный индикатор VD1H, а также на вход 9 микросхемы DD1.2, разрешающей прохождение сигнала «Запуск».

При исчезновении одной из фаз или неправильном чередовании фаз питающей сети на выходе 11 DD3 импульсы отсутствуют, конденсатор C6 разряжен и формируется сигнал «0», выключающий электропривод.

6.8.5. Защита от обрыва цепи тахогенератора

Защита от обрыва цепи тахогенератора осуществляется с помощью усилителя DA3 и сглаживающей цепочки R36, C8 (см. рис. 2 приложения 5). При обрыве цепи тахогенератора автогенератор на DA3 самовозбуждается и импульсное напряжение выпрямляется диодом VD13 и отпирает транзистор VT4. На выходе VT4 при этом формируется сигнал «0», переключающий триггер общей защиты.

6.8.6. Защита от перегрева преобразователя

Защита от перегрева преобразователя осуществляется с помощью терморезистора, установленного на радиаторе силовых модулей, с помощью усилителя DA1, триггера на элементах DD2.3 и DD2.4 (см. рис. 1 приложения 5). При перегреве силового блока сопротивление терморезистора падает, пороговый элемент переключает триггер, на выходе 8 микросхемы DD2 устанавливается потенциал логического «0», воздействующий на триггер общей защиты через диод VD2.

6.8.7. Защита от превышения максимальной скорости двигателя.*

Защита от превышения максимальной скорости двигателя воздействует на общий триггер защиты отключая электропривод при превышении скорости вращения 1,2—1,25 $n_{\text{ном}}$ и состоит из транзисторного ключа VT7 на базу которого подано смещение через резистор R116 и напряжение модуля скорости с выхода микросхемы DA18 через резистор R115 (см. рис. 2 приложения 5).

6.8.8. Защита от перенапряжений.*

Защита от перенапряжений отключает электропривод при перенапряжениях, которые могут возникнуть в аварийных режимах, при работе электропривода со скоростью выше номинальной. Устройство состоит из интегратора на микросхеме DA7, на входе которого суммируется напряжение смещения через резистор R56 и напряжение $U_{\text{ш}}$ через резистор R55. При превышении напряжения $U_{\text{ш}}$ установленного значения выходное напряжение DA7, переключает триггер DD3.3 и DD3.4, воздействующий на триггер общей защиты. Одновременно через инвертор DA8 этот сигнал уменьшает поток возбуждения двигателя до минимального.

6.8.9. Формирование сигнала «Скорость меньше минимальной ($n < n_{\text{min}}$)».*

Устройство предназначено для включения реле K1 (см. рис. 1 приложения 5) при достижении минимальной скорости вращения и состоит из интегратора на микросхеме DA19 (см. рис. 2 приложения 5) и выпрямителя напряжения на микросхемах DA17 и DA18. Регулировка уставки срабатывания защиты производится резистором R108 и сменным резистором R119. Сигнал с выхода микросхемы DA19 на вход DD1.1 блокирует отключение электропривода до момента достижения минимальной скорости.

6.8.10. Формирование сигнала «Скорость равна заданной ($n = n_{\text{зад}}$)».*

Устройство предназначено для блокировки работы приводов подачи станка во время переходных процессов. Устройство представляет собой усилитель на микросхеме DA11 и выпрямитель на усилителе DA12 (см. рис. 2 приложения 5) и выходной каскад на транзисторе VT6. На вход устройства поступает сигнал рассогласования по заданию и скорости вращения через резисторы R98. Напряжение смещения через резистор R106 обеспечивает устойчивую работу при достижении заданной скорости вращения.

6.8.11. Формирование сигнала «Готовность к работе».

При нормальном функционировании электропривода сигнал «Готовность к работе» выдается с помощью реле K2, управляемого транзистором VT3 (см. рис. 2 приложения 5), на базу которого подается сигнал с выхода общего триггера защиты DD2.3, DD2.4.

6.8.12. Формирование сигнала «Сброс защиты».

Устройство выполнено на микросхемах DD1.1, DD1.2 (см. рис. 1 приложения 5).

При включении электропривода в сеть напряжение на конденсаторе C1 возрастает от нуля по экспоненте, при этом на выходе появляется сигнал логического нуля, приводящий все триггеры защиты в исходное состояние.

При срабатывании какой-либо из защит с помощью кнопки «Сброс» триггеры переводятся в рабочее положение по цепи R3, C2.

6.8.13. Блокировка регулятора

Узел блокировки регулятора предназначен для исключения ползучей скорости двигателя при снятии сигнала «Запуск». Узел состоит из элементов DD1.1 и DD1.3, транзистора VT1, реле K1, время задающей цепочки на элементах C1, R1, R2 (см. рис. 2 приложения 5).

При подаче напряжения +15В на вход «Запуск» на выходе 3 микросхемы DD1 появляется сигнал «1». При этом транзистор VT1 открывается и срабатывает реле K1, которое своими контактами расшунтирует регулятор скорости и подается напряжение на вводные устройства СИФУЯ. При снятии напряжения +15В «Запуск» за счет C1, R1, R2 происходит медленное спадание напряжения на конденсатор C1, что обеспечивает выдержку времени для торможения двигателя.

6.8.14. Блокировка управляющих импульсов

Узел блокировки управляющих импульсов состоит из элемента DD1.2, резистора R11 и конденсатора C3 (см. рис. 2 приложения 5). Переключение триггера на DD2.3, DD2.4, вызванное срабатыванием защиты приводит к появлению на выходе 6 микросхемы DD1 сигнала, соответствующего логическому «0», блокирующего выдачу управляющих импульсов с СИФУЯ.

6.8.15. Сигнализация

В схеме электропривода предусмотрено 8 светодиодных индикаторов.

Индикатор VD4H (свечение зеленое) включается при наличии напряжения питания (электропривод включен).

Включение остальных индикаторов (свечение красное) сигнализирует о срабатывании защит (см. таблицу 4).

В схеме также предусмотрен контакт на входном разъеме для подключения внешней индикации о срабатывании общего триггера защит.

Таблица 4

Расположение светодиодов на плате (рабочее положение преобразователя)	Максимально-токовая защита и защита от короткого замыкания. От превышения максимальной скорости двигателя	От перегрева двигателя (от токов перегрузок, от обрыва тока возбуждения)	От понижения напряжения питающей сети	От исчезновения напряжения питающей сети в силовой цепи или цепи управления и неправильного чередования фаз.	От обрыва цепи тахогенератора	От перегрева преобразователя	От перенапряжений	Примечание
VD8H ○	○	○	○	○	○	○	●	Знак ●
VD4H ○	○	○	○	●	○	○	○	горящий
VD2H ○	●	●	●	○	●	●	●	светодиод
VD3H ○	○	○	●	○	○	○	○	
VD5H ○	○	○	○	○	●	○	○	
VD6H ○	○	●	○	○	○	○	○	
VD7H ○	○	○	○	○	○	●	○	

6. 9. Блок питания

Блок питания (см. рис. 1 приложения 5) обеспечивает питание всех цепей управления постоянным стабилизированным напряжением $\pm 15V$, нестабилизированным напряжением $\pm 24V$, $\pm 12V$.

Стабилизатор напряжением минус 15В собран по схеме стабилизатора напряжения с последовательно включенным регулирующим транзистором VT2. Усилитель постоянного тока в цепи обратной связи стабилизатора собран на операционном усилителе DA3. Стабилизатор +15В собран на микросхеме DA4.

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К обслуживанию электроприводов допускаются лица высокой квалификации, прошедшие специальный технический инструктаж и изучившие данный паспорт. Обслуживание электроприводов должно проводиться в соответствии с действующими «Правилами устройств электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Электродвигатель, блок управления, сглаживающий реактор, коммутационный реактор должны быть заземлены, для чего соответствующие болты заземления необходимо подключить к контуру заземления медным проводом сечением не менее 2,5 мм².

Осмотр, чистка, ремонт аппаратуры должны производиться только после отключения устройства от питающей сети.

8. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

Блок управления монтируется в электрошкаф в вертикальном положении. Температура внутри шкафа должна быть от 5 до 45°C.

Электродвигатели устанавливаются и монтируются в соответствии с инструкцией по эксплуатации электродвигателей.

При подсоединении блока управления к сети необходимо соблюдать правильность чередования фаз.

Проверить сопротивление изоляции блока управления относительно корпуса мегаомметром на 1000 В.

При монтаже электропривода следует обратить особое внимание на надежность заземления корпуса электродвигателя, блока управления, сглаживающего реактора, коммутационного реактора.

Подсоединение кабелей внешнего монтажа производить в полном соответствии со схемой элек-

трической соединений, приведенной в приложении 6.

Кнопки и провода внешнего монтажа и элементы рекомендуемой схемы подключения в комплект поставки не входят.

Рекомендуемая схема подсоединения органов управления ЭПУ показана на схеме электрической соединений (III).

При нажатии кнопки SB1 («Пуск») срабатывает реле KV1 и своим нормально открытым контактом KV1:3 самоблокируется второй нормально открытый контакт KV1:2 подключает напряжение +15 В к клемме «Работа». Перекидной контакт KV1:1 переключает цепи питания датчика скорости RI с клеммы «Общий» на средний контакт ключа SA1 осуществляющего реверс электродвигателя путем подачи на датчик скорости напряжения ± 10 В. Резистором R2 устанавливается минимальная скорость вращения электродвигателя.

При нажатии на кнопку SB2 («Стоп») контакты реле KV1 возвращаются в исходное положение, при этом на входе RI сигнал задания становится равным нулю, электродвигатель останавливается и через 2-3 с снимаются управляющие импульсы и шунтируется выход датчика скорости.

Ключ SA2 замыкается на время проведения наладочных работ и своими контактами подключает резистор R3 к выходу U_p , уменьшая уставку токоограничения и резисторы R4, R5, R6 к выходу «Уставка T», уменьшая уставку срабатывания защиты от токовых перегрузок.

Переключатель SB3 «Сброс» замыкается при необходимости выключения сработавших защит.

Кнопка SB4 служит для аварийной остановки привода. Нажатие на кнопку SB4 приводит к срабатыванию общего триггера защит.

Величина резисторов R3, R4, R5, R6 выбирается потребителем в зависимости от необходимого уровня токоограничения.

Рекомендуемые номинальные сопротивления резисторов: R3—10 кОм, R4—15 кОм, R5—510 Ом, R6—1 кОм.

Мощность резисторов 0,25 Вт. Эта цепь используется только в наладочных режимах.

Диод VD1 типа КД 209 А.

При срабатывании любой из предусмотренных защит загорается индикатор HL.

В качестве HL может быть использован любой индикатор с током потребления не более 100 мА.

В качестве реле KV1 может быть использовано любое реле с рабочим напряжением 24 В и током не более 50 мА.

Сопротивление датчика скорости технологического 1 кОм, при этом задающее напряжение на уровне ± 10 В.

Входной разъем блока управления имеет контакты (± 24 В и ± 15 В), которые потребитель использует в схеме электрической соединений.

Провода, подходящие к датчику скорости вращения и к тахогенератору, скрутить (шаг скрутки 25 мм) и поместить в заземленный экран.

Перемычки между контактами 16 и 18 разъема X8 устанавливать в случае отсутствия тепловой защиты двигателя (резистора).

Вентилятор подключать при $I_{дв}$ более 40 А.

Силовые цепи и цепи управления должны быть уложены в разные жгуты, исключающие электромагнитные наводки.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Перед установкой и монтажом электропривода провести тщательный осмотр, обратив внимание на прочность болтовых соединений токоведущих частей и вентилях, на пайку монтажных проводов цепей управления, защиты и сигнализации.

Подключение блока управления, коммутационного реактора, сглаживающего реактора и электродвигателя проводить по схеме электрической соединений, указанной в приложении 6, соблюдая последовательность чередования фаз питающей сети, указанной на схеме.

По окончании подготовки к работе произвести пуск электропривода.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Для электроприводов, поставляемых в комплекте, регулирование скорости и изменение направления вращения электродвигателя осуществляется изменением задающего напряжения в пределах ± 10 В. Для двигателей с номинальным напряжением 440 В выпрямленное напряжение преобразователя на холостом ходу выставлять 400 В.

10.2. Электроприводы ЭПУ1...Д и ЭПУ1...М, поставляемые не в комплекте (без электродвигателя) отличаются только настройкой, особенности настройки ЭПУ1...М приведены в п. 10.3.

Для настройки электроприводов ЭПУ1...Д поставляемых не комплектно необходимо провести следующие работы:

1) установить в зависимости от номинального тока двигателя сопротивление шунтирующего резистора RI (см. рис. 4 приложения 5) датчика тока якоря в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Ток двигателя, А	Номинальное сопротивление RI, Ом	Коэффициент датчика тока, Кдт
до 50	24	0,06
Свыше 50	12	0,03

2) установить на плате №1 резистор R5 с сопротивлением, рассчитанным по формуле:

$$R_5 = \frac{225}{K_{дт} \times I_{дв. \max}}$$

где $K_{дт}$ —коэффициент передачи датчика тока,

$I_{дв. \max}$ —максимальный ток двигателя, определяемый уставкой токоограничения;

3) рассчитать величину сопротивления резистора R28 (узел защиты от токовой перегрузки) по формуле:

$$R_{28} = \frac{K_{дт} (I_{дв. \max} - I_{дв. ном})}{15C_4} \Delta t$$

где

$I_{дв. ном}$ —номинальный ток двигателя;

$I_{дв. \max}$ —максимальный ток двигателя, определенный из перегрузочной характеристики двигателя;

Δt —допустимое время протекания тока;

C_4 —2,2 мкФ

4) подать напряжение на преобразователь при разомкнутой якорной цепи двигателя, предварительно отпаяв резистор R51, установить резистором R4 (плата № 1) напряжение U_{R4} на его среднем выводе рассчитанное по формуле:

$$U_{R4} = \frac{1000 \times K_{дт} \times I_{дв. \max}}{R_{28}} < 15 \text{ В};$$

5) подключить электронный вольтметр к выходу датчика тока возбуждения (микросхема DA5, плата № 1) и резистором R41 выставить ноль на выходе микросхемы;

6) выставить резистором R69 ноль на выходе микросхемы DA9 (регулятор скорости) не нажимая кнопки «Пуск»;

7) нажать кнопку SB1 «Пуск», резистором R53 (плата № 1) установить номинальный ток обмотки возбуждения;

8) проверить изменение полярности напряжения возбуждения, меняя полярность задающего напряжения переключателем SA2;

9) вывести резисторы R79, R16, R17, R73 в положение минимального сопротивления, а резистор R93 в положение максимального сопротивления;

10) установить задатчик скорости R1 в положение, соответствующее минимальной скорости вращения двигателя;

11) восстановить якорную цепь двигателя, нажать кнопку «Пуск», предварительно увеличив сопротивление резистора R73;

12) вывести задатчиком скорости двигатель на $0,25 I_{ном}$. Установить резистором R73 ток двигателя (0,7—1,0) $I_{ном}$ и замерить соответствующее этому току напряжение $U_{рс}$;

13) установить резистором R73, при выключенной цепи якоря и максимальном задающем напряжении, напряжение $U_{рс}$ соответствующее максимальной уставке токоограничения, рассчитанное по формуле:

$$U_{з.т. \max} = \frac{U_{рс}}{I_{дв}} I_{дв. \max}$$

где

$U_{з.т. \max}$ —напряжение $U_{рс}$ для значения тока $I_{дв. \max}$

$U_{рс}$ — напряжение в точке 16С разъема X2.

14) оставить в положении минимального сопротивления резистор R79 для токоограничения типа «токовая отсечка»;

15) установить резистором R93 для зависимого токоограничения напряжение на выходах микросхем DA15, DA16, определяемое по формуле:

$$U_{DA15}, U_{DA16} = \frac{D+1}{D} U_{з.т. \max} - 0,7$$

где

D—диапазон регулирования скорости вращения по второй зоне;

16) восстановить якорную цепь. Припаять резистор R51. Установить задатчиком скорости номинальную скорость вращения электродвигателя. Резистором R79 установить на выходе микросхем DA15, DA16, напряжение определяемое по формуле:

$$U_{DA15}, U_{DA16} = 0,75 U_{з.т. \max}$$

17) установить резистором R16 при номинальной скорости вращения двигателя напряжение пробоя стабилитрона VD6 (плата № 1) с помощью осциллографа, включенного на среднюю точку резистора R16;

18) установить резистором R52 начало работы двигателя с ослабленным полем (начало уменьшения тока возбуждения) при номинальном напряжении на якоре электродвигателя;

19) вывести задатчиком скорости двигатель на максимальную скорость вращения, подстройку осуществить переменным резистором R64 и сменным резистором R63;

20) измерить электронным вольтметром напряжение датчика U3 (контакт 22С разъема X2) при пуске также напряжение в точке соединения резистора R81 и диодов VD34, VD35. Разница между ними должна составить 10%. Подстройку производить резистором R81. Эта разница определяет диапазон подтормаживания скорости электродвигателя;

21) подключить электронный вольтметр к выходу регулятора скорости и резистором R17 при максимальной скорости вращения электродвигателя установить напряжение регулятора скорости близкое к нулю;

22) проверить токовую диаграмму и диаграмму скорости в режиме пуска и торможения на соответствие параметрам электродвигателя.

Выравнивание пускового тока и тока торможения осуществлять резистором R17.

23) произвести коррекцию работы электропривода элементами:

R66, C15, C16—регулятора скорости (плата № 1)

R69, C10—управляющего органа (плата № 2)

R49—регулятора тока возбуждения (плата №1)

R40, C11—регулятора ЭДС (плата № 1)

24) добиться резистором R108 срабатывания реле K1 (см. рис. 1 приложения 5) при достижении минимальной скорости вращения;

25) добиться сменным резистором R116 (см. рис. 2 приложения 5) срабатывания защиты от превышения максимальной скорости.

После проверки защиты вновь установить п. 23.

26) добиться сменным резистором R106 переключения реле K3 (см. рис. 2 приложения 5) в переходных режимах.

10.3. Особенности настройки электропривода ЭПУ1..М:

1) для исполнения ЭПУ1..М максимальной скоростью является номинальная скорость электродвигателя;

2) работы по пункту 10.2 п. п. 15, 16, 17, 18 не проводить;

3) ограничение тока в ЭПУ1..М только типа «токовая отсечка»;

4) установить резистором R16 при номинальной скорости вращения электродвигателя напряжение стабилитрона VD6, не достигающее напряжения пробоя.

11. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ

11.1. Для контроля за работой электропривода применяются следующие приборы:

1) универсальный осциллограф типа С1—68 И22.044.053ТУ;

2) амперметры магнитоэлектрической системы типа М2015ТУ 25-04-3109-78 или другие не ниже 1 класса точности;

3) вольтметры магнитоэлектрической системы на 150, 200, 500В типа М2017ТУ-25-04-3109-78 или другие не ниже 1 класса точности;

4) вольтметр универсальный типа В7-26 ЯЫ2.728.027 ТУ;

5) фазоуказатель типа И517М.ТУ11 ОПП.532.547-61;

6) шунты типа РИ75 ГОСТ 8042-78 или им подобные.

11.2. Допускается использовать другие измерительные приборы с техническими данными, близкими к перечисленным.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12.1. С целью контроля за нормальным техническим состоянием электропривода необходимо периодически проводить планово-предупредительные осмотры.

12.2. В зависимости от объема и сроков проведения, осмотры разделяются на осмотр 1, осмотр 2 и освидетельствование.

Осмотр 1 проводить не реже одного раза в месяц.

Осмотр 2 проводить не реже одного раза в 3 месяца.

Освидетельствование электропривода производить после выработки гарантийного ресурса, при авариях и поломках.

12.3. При осмотре 1 устранить с наружных и легкодоступных частей электропривода пыль, грязь, масло и посторонние предметы. Очистить коллектор электродвигателя от пыли. Продуть электродвигатель, блок управления сухим сжатым воздухом давлением не более $1,01 \cdot 10^5$ Па.

12.4. При осмотре 2 выполнить требования осмотра 1 и, кроме того, проверить надежность крепления элементов электропривода, соединение муфты, арматуры и щеткодержателей электродвигателя, крепление траверсы электродвигателя и установку ее по заводской метке, состояние рабочей поверхности коллектора и износ щеток, состояние релейно-контакторной аппаратуры, надежность заземления элементов электропривода.

Проверить мегаомметром сопротивление изоляции электропривода относительно корпуса. Сопротивление изоляции должно быть не менее 3 МОм.

12.5. При освидетельствовании выполнить все требования осмотров 1 и 2, кроме того, проверить весь крепеж электропривода и поджать крепежные детали, проверить равномерность нажатия пружин щеткодержателей электродвигателя, убедиться в надежности контактных соединений проводов, шин, кабелей. Смазку электродвигателя производить согласно инструкции по эксплуатации электродвигателя.

13. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

13.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1. При включении электропривода срабатывает выключатель	Короткое замыкание в цепи постоянного тока, пробой тиристора	Проверить исправность тиристоров Устранить короткое замыкание
2. При включении электропривода срабатывает выключатель В2 в цепи возбуждения	Короткое замыкание в цепи обмотки возбуждения, пробой диодов и тиристора	Проверить правильность подключения обмотки возбуждения, устранить короткое замыкание
3. После подачи команды «Работа» двигатель выходит на максимальную скорость вращения при любой величине задающего напряжения	Отсутствует обратная связь по скорости	Восстановить цепь обратной связи
4. Электродвигатель работает неустойчиво	Нарушение в цепи коррекции R40, C11, R66, C15 Неправильно установлен начальный угол регулирования $\alpha_{нач}$	Восстановить цепи коррекции (плата № 1) Установить резистором R62 платы № 2 требуемый угол
5. При номинальной величине задающего напряжения не достигается номинальное напряжение на выходе электропривода (номинальная скорость вращения)	Неправильно установлен резистор R64, регулирующий глубину обратной связи (плата № 1) Неправильно установлен минимальный угол регулирования	Установить резистором R64 номинальную скорость вращения (плата № 1) Установить требуемую величину скорости вращения резистором R73 (плата № 2)
6. При работе электропривода наблюдается повышенная пульсация скорости вращения рывки	Не работает один из каналов СИФУ	Восстановить работоспособность каналов СИФУ
7. Горит один или несколько индикаторов срабатывания защиты	Срабатывание одной или нескольких защит, предусмотренных в схеме электропривода	Определить по таблице причину срабатывания защиты и устранить ее. Чтобы привести электропривод в рабочее состояние необходимо выключить и отключить кнопку «Сброс».

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Электропривод хранить в вентилируемом помещении при температуре воздуха не ниже 5° и относительной влажности не более 80%. Воздух не должен содержать газов, угольной пыли, кислотных и других паров, вредно действующих на материалы, из которых изготовлен электропривод. Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика 1 год.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

15.1. Условия транспортирования электроприводов в части воздействия механических факторов Л— для внутрисююзных поставок (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов), С— для внутрисююзных поставок в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 23216-76. В части воздействия климатических факторов — 5(ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

15.2. Перевозка электроприводов допускается любым видом транспорта и осуществляется в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта.

15.3. Упакованные блоки управления укладываются в дощатые ящики, защищающие электроприводы от механических повреждений, атмосферных осадков и агрессивных сред при транспортировании и хранении.

15.4. Допускается отгрузка упакованных электроприводов в транспортных пакетах в крытом транспорте и без транспортной тары в контейнерах.

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

Обозначение электропривода

Э П У 1 1 00 0 0 0 0000

Электропривод

Постоянного тока

Унифицированный

Номер разработки

Исполнение по реверсу

1-нереверсивный

Ток блока управления

37-50А; 40-100А

Выпрямленное напряжение

блока управления:

2-230В; 4-460В

Напряжение трехфазной

питающей сети:

4-220В, 50 Гц; 7-380В, 50 Гц;

8-400В, 50 Гц; 9-415В, 50 Гц;

Р-220 В; 60 Гц;

Ф-230 В; 60 Гц; С-380 В; 60 Гц;

Ц-400 В, 60 Гц; Э-415 В, 60 Гц;

Т-400 В, 60 Гц

Функциональная характеристика:

Д-двухзонный, перегрузка по

току до 2, диапазон регулирования до 1000

М-однозонный, с обратной связью по

скорости двигателя, перегрузка по

току до 2, диапазон регулирования до 1000.

Климатическое исполнение и категория

размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69

ОБОЗНАЧЕНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

БС 3 0 03 - 00 0 0 0 000

Блок станочный

Класс: статический преобразователь
для электроприводов постоянного тока

Группа: 1-нереверсивный однозонный;
3-нереверсивный двухзонный

Номер разработки

Номинальный ток:

37-50А; 40-100А

Номинальное выпрямленное напряжение:
2-230В; 4-460В

Напряжение питающей сети:
4-220В, 50 Гц; 7-380В, 50 Гц;
8-400В, 50 Гц; 9-115В, 50 Гц;
Р-220 В, 60 Гц; Ф-230 В, 60 Гц;
С-380 В, 60 Гц; Ц-400 В, 60 Гц;
Э-415 В, 60 Гц; Т-440 В, 60 Гц.

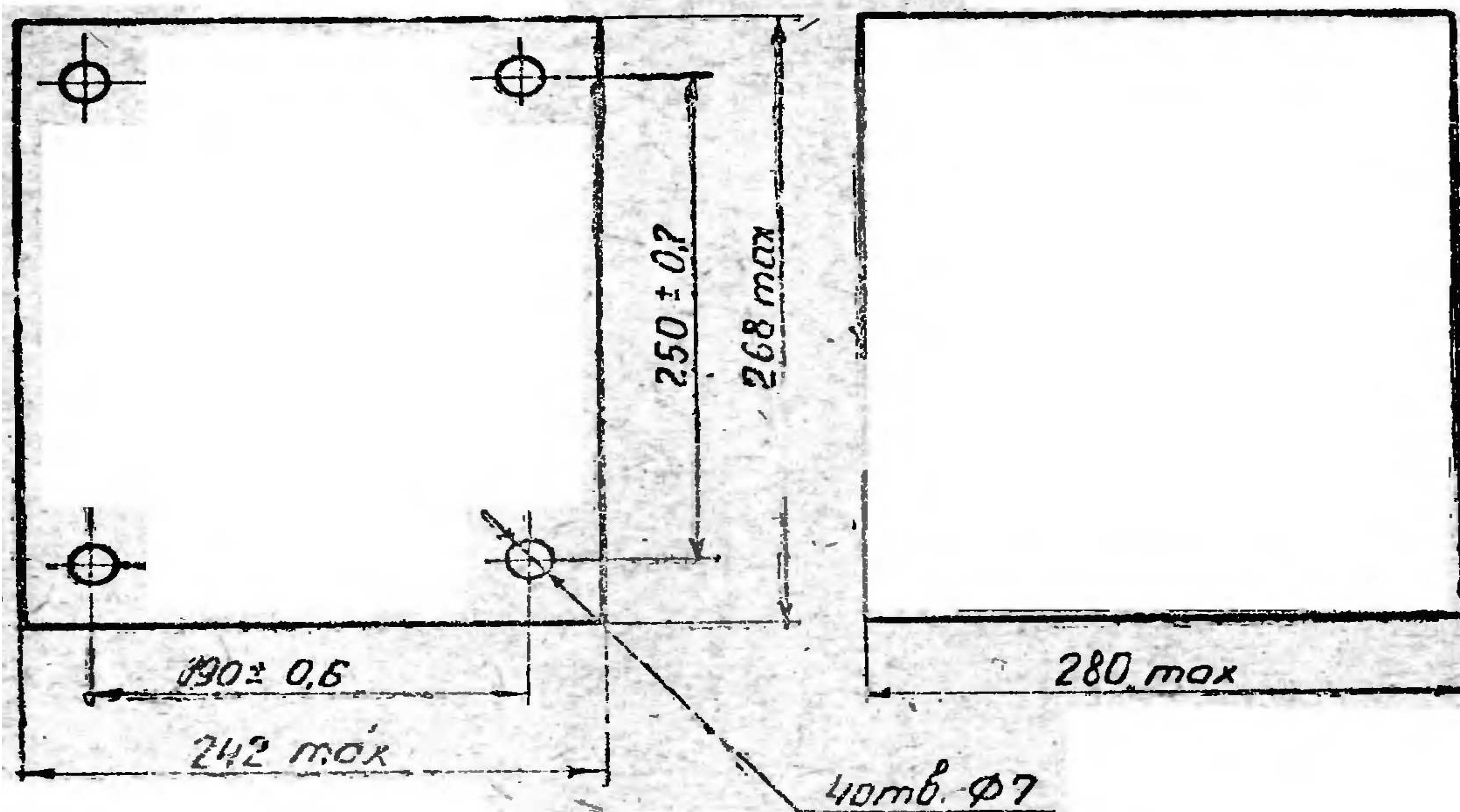
Функциональная характеристика:

Д-двухзонный, перегрузка по
току до 2, диапазон регулирования до 1000
М-однозонный, с обратной связью по
скорости двигателя, перегрузка по
току до 2, диапазон регулирования до 1000

Климатическое исполнение и категория
размещения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69

ГАБАРИТНЫЕ. УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА

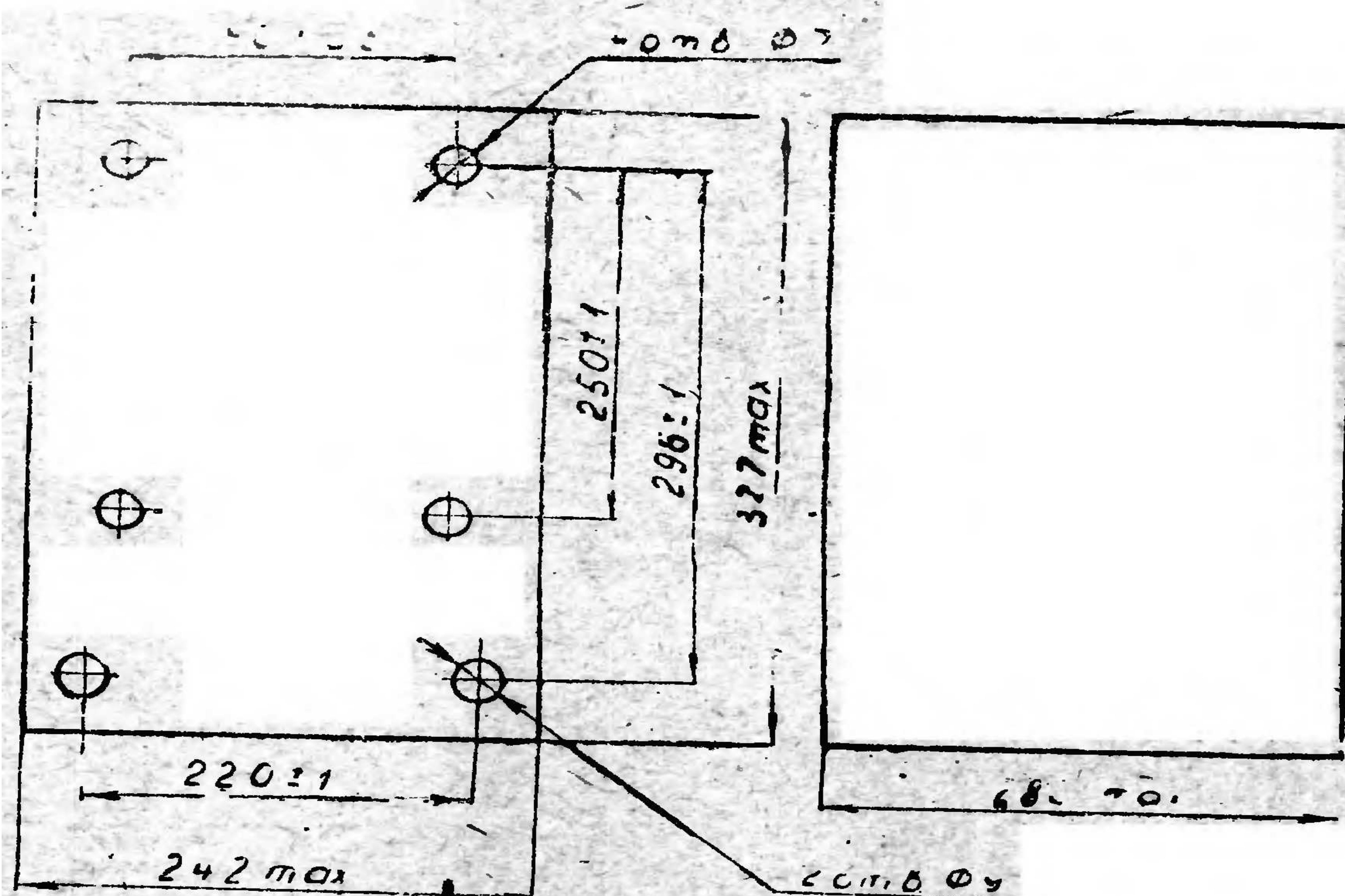
Блок управления на 50 А



Масса, не более 12,5

Рис. 1

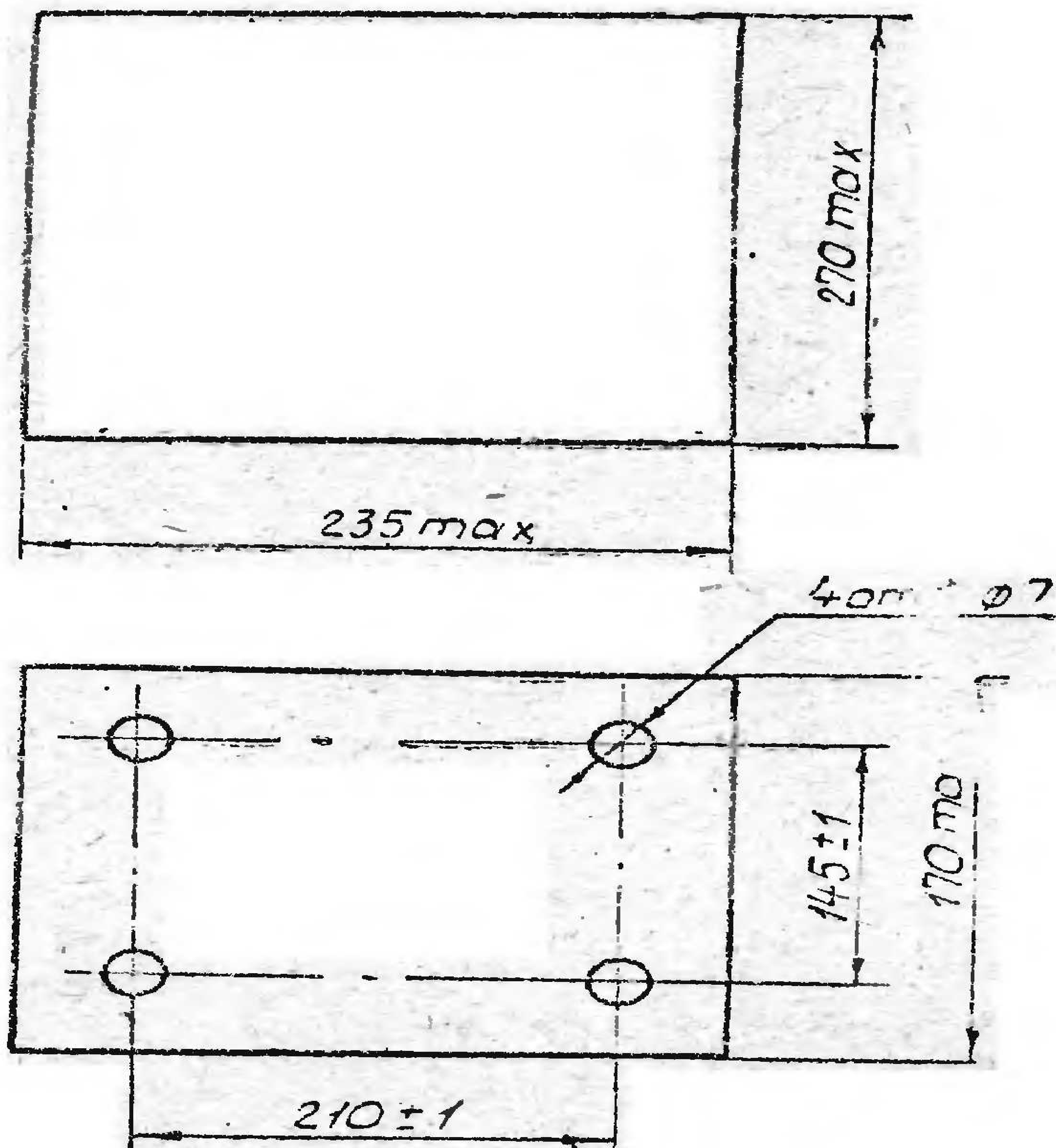
Блок управления на 100 А



Масса, кг, не более 14,5

Рис. 2

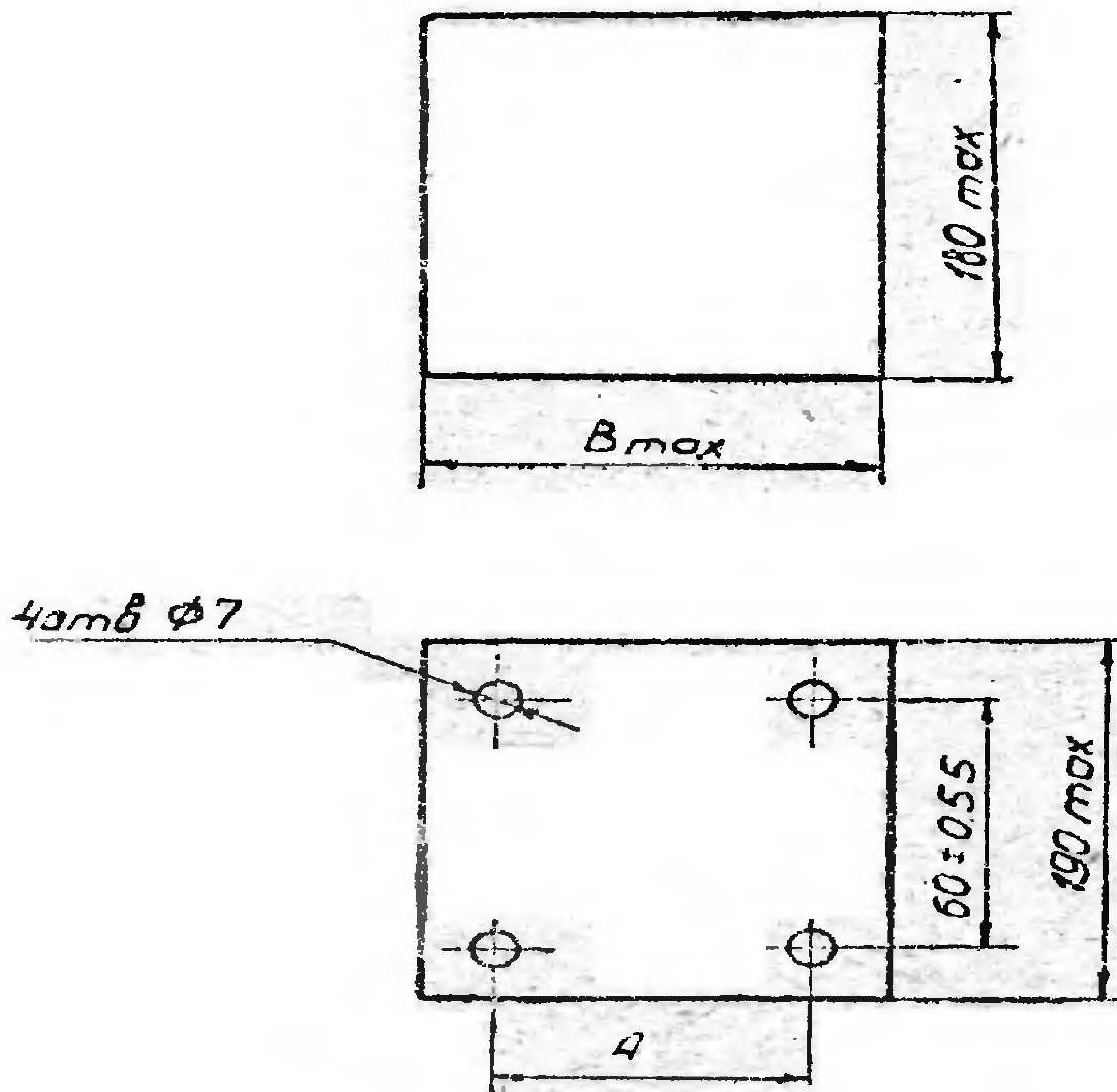
Реактор коммутационный



Масса. кг. не более 18

Рис. 3

Реактор сглаживающий



Тип	В, мм	А, мм	Масса, кг, не более
РТН-1	110	66 ± 0.55	6,0
РТН-2			6,0
РТН-3			6,5
РТН-4	145	96 ± 0.55	10,0
РТН-5			11,0

Рис. 4

СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ

Блок питания

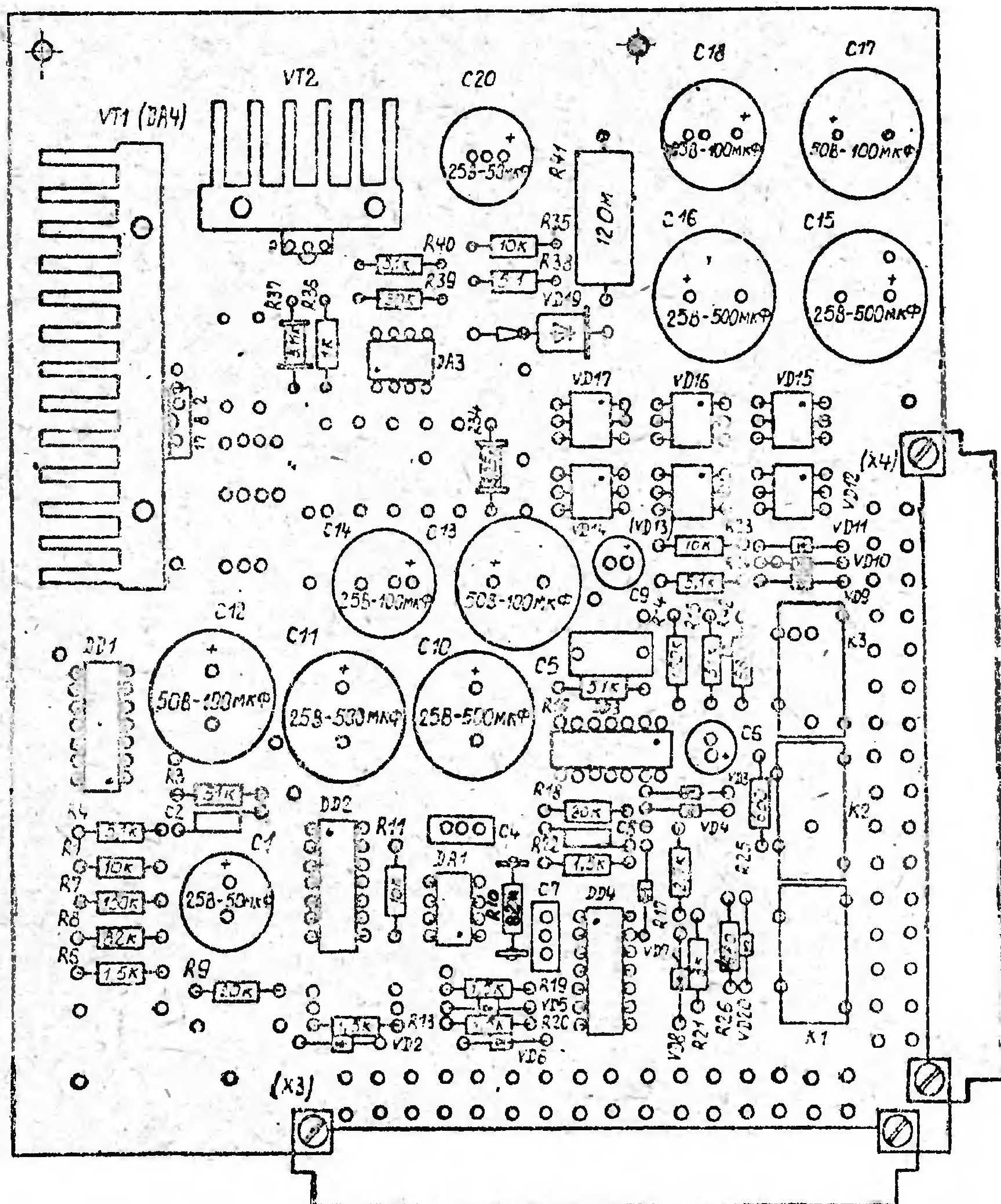


Рис. 1

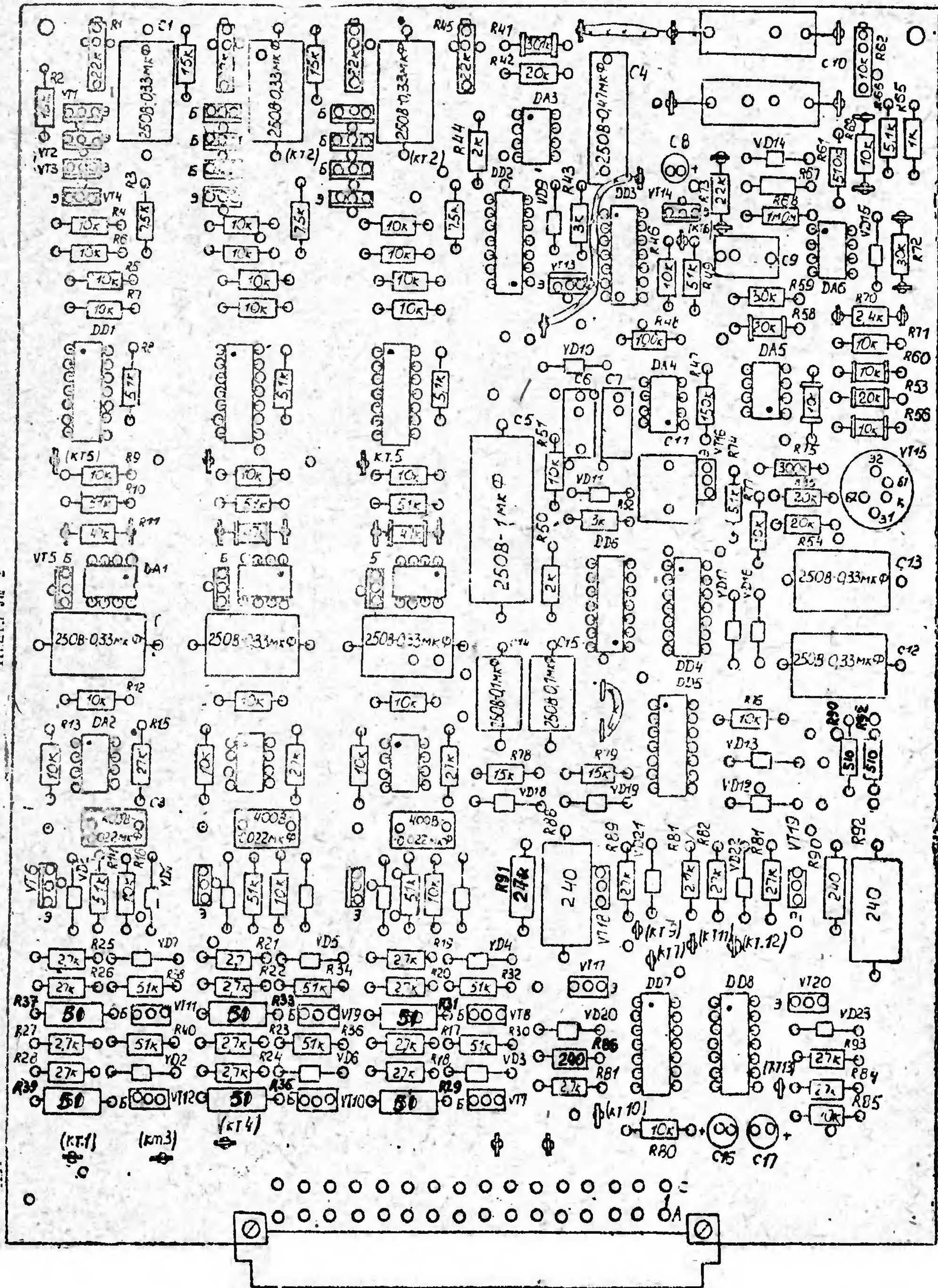
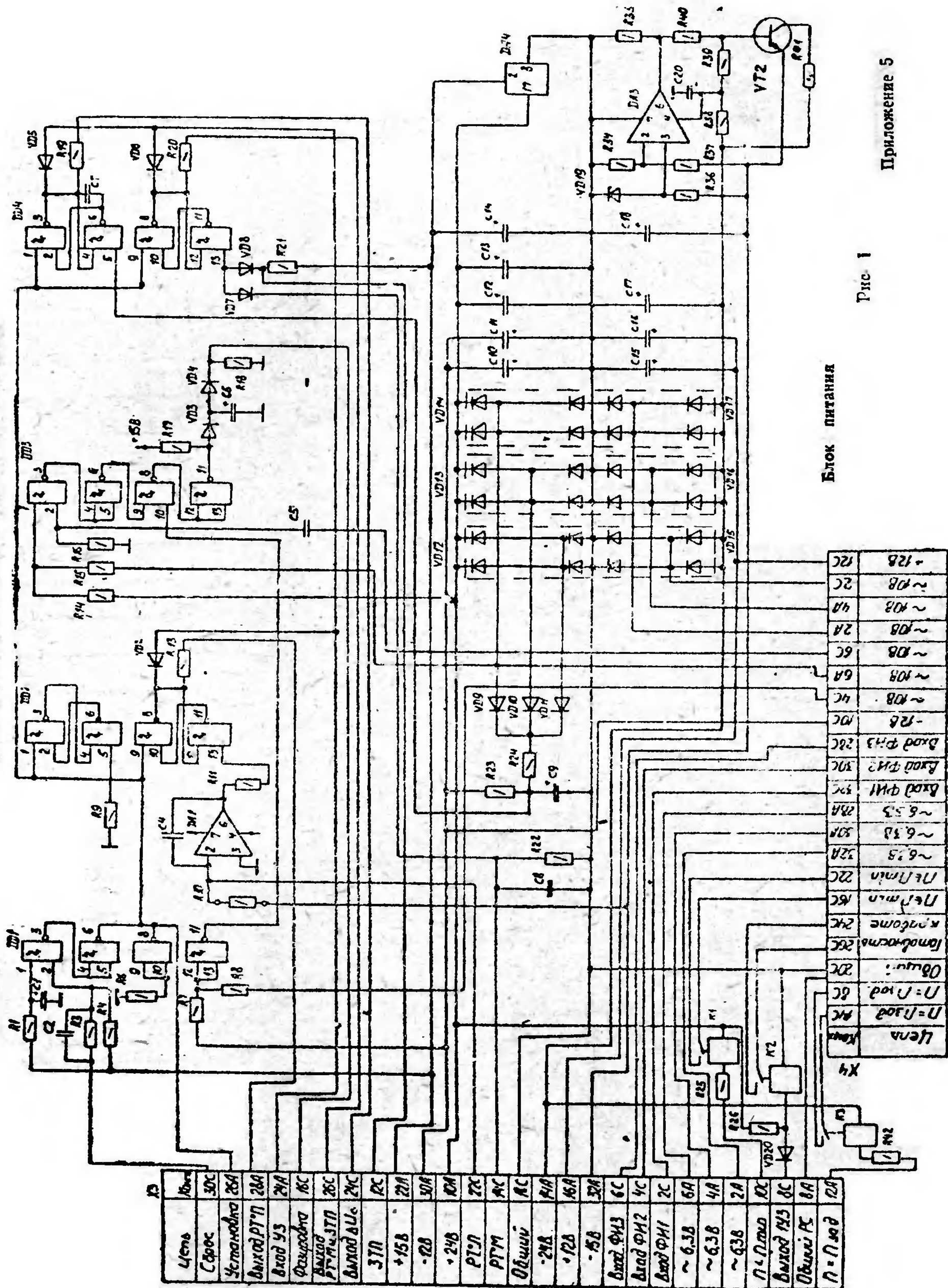


Рис. 3

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ



Блок питания

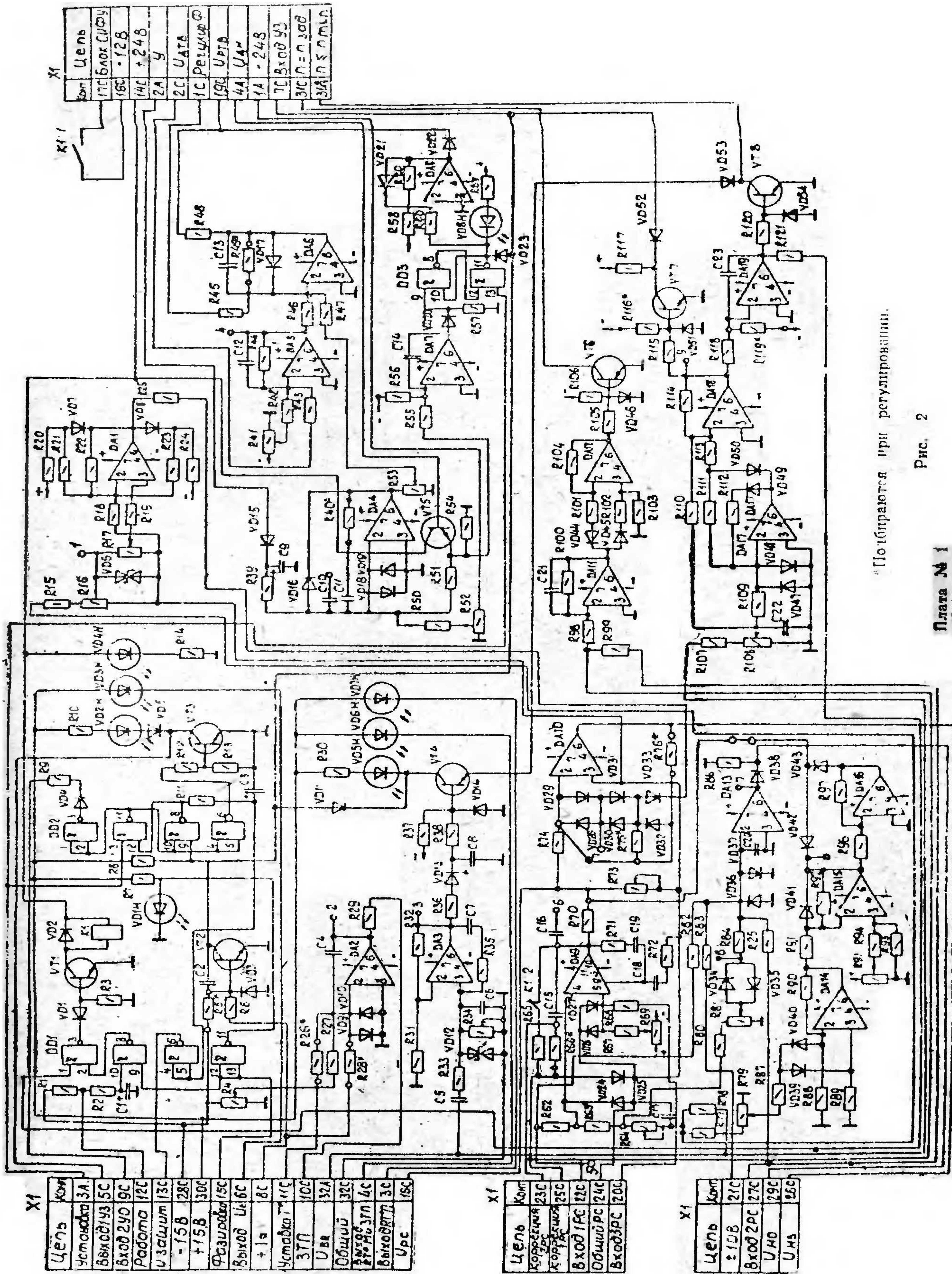
Рис 1

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ К СХЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОСТИ БЛОК ПИТАНИЯ.

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы КМ-5 ОЖО.460.043 ТУ		
	Конденсаторы К73-11 ОЖО.461.093 ТУ		
	Конденсаторы К73-17 ОЖО.461.104 ТУ		
	Конденсаторы К50-16 ОЖО.464.111 ТУ		
	Конденсаторы К22-5 ОЖО.464.115 ТУ		
C1	К50-16-25В-50 мкФ	1	
C2	КМ-5а-1190-0,017 мкФ $\pm 80\%$ -20%	1	
C4	К22-5-1500 пФ $\pm 10\%$ -М47	1	
C5	К73-17-250В-0,047 мкФ $\pm 10\%$	1	
C6	К50-16-25В-5 мкФ	1	
C7	К22-5-1500 пФ $\pm 10\%$ -М47	1	
C8	КМ-5а-1190-0,017 мкФ $\pm 80\%$ -20%	1	
C9	К50-16-25В-5 мкФ	1	
C10, C11	К50-16-25В-500 мкФ	2	
C12, C13	К50-16-50В-100 мкФ	2	
C14	К50-16-25В-100 мкФ	1	
C15, C16	К50-16-25В-500 мкФ	2	
C17	К50-16-50В-100 мкФ	1	
C18	К50-16-25В-100 мкФ	1	
C20	К50-16-25В-50 мкФ	1	
DA1, DA3	Микросхема КР544УД 1А 6КО.348.257ТУ	2	
DA4	Микросхема КР142 ЕН8Е 6КО.347.098 ТУ	1	
DD1-DD4	Микросхема К511 ЛА5 6КО.348.149 ТУ	4	
K1...K3	Реле РПГ-6-240 1УЗ. 15В ТУ 16-523.553-78	3	
	Резисторы МЛТ ОЖО.467.180 ТУ		
	Резисторы С2-14 ОЖО.467.036 ТУ		
R1	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R3	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	

По- символическое	Наименование	Кол	Примечание
R4	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R6	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R7	МЛТ-0,25-150 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R8	МЛТ-0,25-82 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R9	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R10	МЛТ-0,25-82 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R11	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R13	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R14	МЛТ-0,25-150 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R15, R16	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	2	
R17	МЛТ-0,25-2,7 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R18	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R19, R20	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	2	
R21	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R22	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R23	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R24	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R25, R26	МЛТ-0,25-680 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	2	
R34	C2-14-0,25-8,25 кОм $\pm 0,5\%$ А 1,0	1	
R35	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R36	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R37	C2-14-0,25-5,11 кОм $\pm 0,5\%$ А 1,0	1	
R38	МЛТ-0,25-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R39	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R40	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R41	МЛТ-2-12 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R42	МЛТ-0,25-680 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
VD2...VD11	Диод КД 522Б ДРЗ.362.029 ТУ	10	

[illegible]



X1

Цепь	ком
Устойчивость	3А
Входной	5С
Входной	9С
Работа	12С
Устойчивость	13С
-15В	28С
+15В	30С
Функционал	15С
Входной	16С
+1В	8С
Устойчивость	11С
3ТН	10С
U _{ВР}	32А
Общий	32С
Входной	4С
Входной	3С
Упр	15С

X1

Цепь	ком
Корректировка	23С
Корректировка	25С
Входной	1С
Общий	1С
Входной	20С

X1

Цепь	ком
±10В	21С
Входной	27С
U _{Н0}	29С
U _{Н5}	26С

X1

Цепь	ком
Входной	17С
Входной	18С
Входной	14С
2А	У
2С	U _{АТБ}
1С	Результат
19С	U _{ПТБ}
4А	U _{АМ}
1А	-24В
7С	Входной
3С	Входной
3А	Входной

«Подбираются при регулировании»

Рис. 2

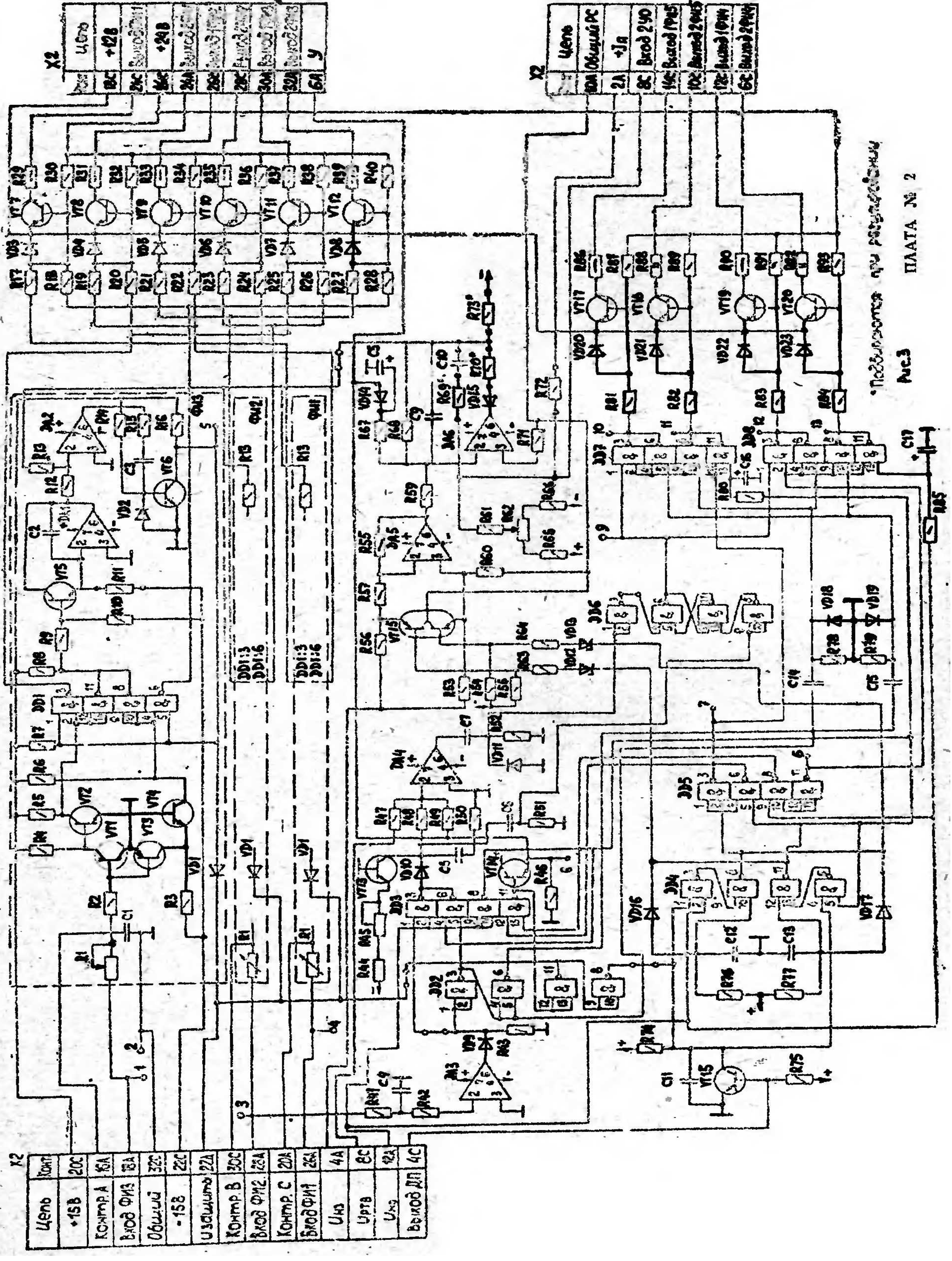
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R3	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R4	РП1-48-0,25-10 кОм $\pm$ 10%-В	1	
R5, R6	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R7	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R8	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R9	МЛТ-0,25-1,2 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R10	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R11	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R12	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R13	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R14	МЛТ-0,25-2,4 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R15	МЛТ-0,5-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R16, R17	РП1-48-0,25-22 кОм $\pm$ 10%-В	2	
R18	МЛТ-0,25-2 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R19	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R20	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R21	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R22	МЛТ-0,25-270 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R23	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R24	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R25	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R26, R27	МЛТ-0,25-510 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R28	МЛТ-0,25-200 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R29	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R30	МЛТ-0,25-1,5 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R31	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R32	МЛТ-0,25-15 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R33	МЛТ-0,25-2,7 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R34	РП1-48-0,25-10 кОм $\pm$ 10%-В	1	
R35	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R36	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы К73-11 ОЖО.461.093 ТУ		
	Конденсаторы К73-17 ОЖО.461.104 ТУ		
	Конденсаторы КМ-5 ОЖО.460.043 ТУ		
	Конденсаторы К50-16 ОЖО.464.111 ТУ		
	Конденсаторы К22-5 ОЖО.464.115 ТУ		
C1	К50-16-16В-100 мкФ	1	
C2	К22-5-6800 пФ ±10%-М470	1	
C3	К50-16-25В-2 мкФ	1	
C4	К73-11-160В-2,2 мкФ ±10%-черт.2	1	
C5...C7	К73-17-250В-0,047 мкФ ±10%	3	
C8, C9	К50-16-25В-2 мкФ	2	
C10	К73-11-160В-2,2 мкФ ±10%-черт.2	1	
C11	К73-11-250В-1 мкФ ±5%-черт. 2	1	
C12	КМ-5а-Н90-0,047 мкФ $\begin{matrix} +80 \\ -20 \end{matrix}$ %	1	
C13, C14	К73-11-250В-0,1 мкФ ±5%-черт. 2	2	
C15, C16	К73-11-160В-1,5 мкФ ±10%-черт. 2	2	
C17	К73-17-250В 0,47 мкФ ±10%	1	
C18	КМ-5а-Н90-0,047 мкФ $\begin{matrix} -20 \\ +80 \end{matrix}$ %	1	
C19	К22-5-1500 пФ ±10%-М47	1	
C20	КМ-5а-Н90-0,047 мкФ $\begin{matrix} +80 \\ -20 \end{matrix}$ %	1	
C21	К73-11-250В-0,1 мкФ ±5%-черт. 2	1	
C22	К73-11-250 В-0,33 мкФ ±20%-черт. 2	1	
C23	К22-5-0,01 мкФ ±10%-Н30	1	
DA1...DA8	Микросхема КР544УД1А 6КО.348.257 ТУ	8	
DA9	Микросхема КР551УД 1А 6КО.348.375 ТУ	1	
DA10...	Микросхема КР544УД 1А	10	
DA19	6КО 348.257 ТУ		
DD1...DD3	Микросхема К511 ЛА1 6КО.348.149 ТУ	3	
	Резисторы С2-14 ОЖО.467.036 ТУ		
	Резисторы МЛТ ОЖО.467.180 ТУ		
	Резисторы РП1-48 ОЖО.468.375 ТУ		
R1	МЛТ-0,25-82 кОм ±5%-Д1	1	
R2	МЛТ-0,25-270 Ом ±5%-А-Д1	1	

Номер обозначения	Наименование	Кол.	Примечание
R37	МЛТ-0,25-51 кОм ± 5% -Д1	1	
R38	МЛТ-0,25-5,1 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R39	МЛТ-0,25-3 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R40	МЛТ-0,25-30 кОм ± 5% -Д1	1	
R41	РП1-48-0,25-22 кОм ± 10% -В	1	
R42, R43	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% -Д1	2	
R44	МЛТ-0,25-30 кОм ± 5% -Д1	1	
R45	МЛТ-0,25-200 кОм ± 5% -Д1	1	
R46	МЛТ-0,25-10 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R47	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% -Д1	1	
R48	МЛТ-0,25-1 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R49, R50	МЛТ-0,25-100 кОм ± 5% -Д1	2	
R51	МЛТ-0,25-51 кОм ± 5% -Д1	1	
R52, R53	РП1-48-0,25-10 кОм ± 10% -В	2	
R54	МЛТ-0,25-10 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R55	МЛТ-0,25-15 кОм ± 5% -Д1	1	
R56	МЛТ-0,25-18 кОм ± 5% -Д1	1	
R57	МЛТ-0,25-3 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R58	МЛТ-0,25-510 кОм ± 5% -Д1	1	
R59, R60	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% -Д1	2	
R61	МЛТ-0,25-1,5 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R62	С2-14-0,25-5,11 кОм ± 0,5% А 1,0	1	
R63	С2-14-0,25-30,1 кОм ± 0,5% А 1,0	1	
R64	РП1-48-0,25-33 кОм ± 10% -В	1	
R65	МЛТ-0,25-2 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R66, R67	МЛТ-0,25-510 кОм ± 5% -Д1	2	
R68	С2-14-0,25-5,11 кОм ± 0,5% А 1,0	1	
R69	РП1-48-0,25-10 кОм ± 10% -В	1	
R70	МЛТ-0,25-2,7 кОм ± 5% -А-Д1	1	
R71	МЛТ-0,25-270 Ом ± 5% -А-Д1	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R72	МЛТ-0,25-270 Ом $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R73	РП1-48 0,25-10 кОм $\pm$ 10%-В	1	
R74	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R75	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R76	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R77	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R78	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R79	РП1-48 0,25-22к Ом $\pm$ 10%-В	1	
R80	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R81	РП1-48 0,25-22к Ом $\pm$ 10%-В	1	
R82	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R83	МЛТ-0,25-510 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R84	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R85	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R86	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R87	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R88, R89	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R90, R91	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R92	МЛТ-0,25-150 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R93	РП1-48 0,25-22 кОм $\pm$ 10%-В	1	
R94	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R95	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R96, R97	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R98	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R99	МЛТ-0,25-510 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R100	МЛТ-0,25-2 мОм $\pm$ 5%-Ж	1	
R101, R102	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R103	МЛТ-0,25-270 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R104	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% - Д1	1	
R105	МЛТ-0,25-10 кОм ± 5% - А-Д1	1	
R106	МЛТ-0,25-30 кОм ± 5% - Д1	1	
R107	МЛТ-0,25-51 кОм ± 5% - Д1	1	
R108	РП1-48-0,25-22 кОм ± 10% - В	1	
R109	МЛТ-0,25-27 кОм ± 5% - Д1	1	
R110	МЛТ-0,25-51 кОм ± 5% - Д1	1	
R111...R113	МЛТ-0,25-27 кОм ± 5% - Д1	3	
R114	МЛТ-0,25-51 кОм ± 5% - Д1	1	
R115	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% - Д1	1	
R116	МЛТ-0,25-30 кОм ± 5% - Д1	1	
R117	МЛТ-0,25-20 кОм ± 5% - Д1	1	
R118	МЛТ-0,25-5,1 кОм ± 5% - А-Д1	1	
R119	МЛТ-0,25-510 кОм ± 5% - Д1	1	
R120, R121	МЛТ-0,25-10 кОм ± 5% - А-Д1	2	
K1	Реле РЭС-48 А РС 4.590.201 П2 РСО.459 004ТУ	1	
VD1	Стабилитрон Д814В СМЗ 362.012 ТУ	1	
VD2...VD5	Диод КД522Б ДРЗ.362.029 ТУ	4	
VD6	Стабилитрон КС 162 А ХЫЗ.369.001 ТУ	1	
VD7...VD11	Диод КД522Б ДРЗ.362.029 ТУ	5	
VD12	Стабилитрон КС 162 А ХЫЗ.369.001 ТУ	1	
VD13...VD54	Диод КД522Б ДРЗ.362.029 ТУ	42	
VD1H...	Диод светоизлучающий		
VD3H	АЛ 307 АМ аАО.336.076 ТУ	3	
VD4H	Диод светоизлучающий АЛ 307 ВМ аАО.336.076 ТУ	1	
VD5H...	Диод светоизлучающий		
VD8H	АЛ 307 АМ аАО.336.076 ТУ	4	
VT1, VT2	Транзистор КТ315Е ЖКЗ.365.200 ТУ	2	
VT3	Транзистор КТ972Б аАО.336.452 ТУ	1	
VT4	Транзистор КТ315Е ЖКЗ.365.200 ТУ	1	
VT5	Транзистор КТ972Б аАО.336.452 ТУ	1	
VT6	Транзистор КТ973Б аАО.336.453 ТУ	1	
VT7, VT8	Транзистор КТ972Б аАО.336.452 ТУ	2	
X1	Вилка СНП 59-64/94х11В-23-2 КсО.364.043 ТУ	1	



ПЛАТА № 2
Рис. 3

СПИСОК ЭЛЕМЕНТОВ К СХЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЧАСТИ № 2

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы К73-11 ОЖО.461.093 ТУ		
	Конденсаторы К73-17 ОЖО.461.104 ТУ		
	Конденсаторы К50-16 ОЖО.464.111 ТУ		
	Конденсаторы КМ-6 ОЖО.460.061 ТУ		
C1, C2	К73-11-250В-0,33 мкФ $\pm 5\%$ — черт. 2	6	
C3	К73-17-400В-0,022 мкФ $\pm 10\%$	3	
C4	К73-17-250В-0,47 мкФ $\pm 10\%$	1	
C5	К73-11-250В-1 мкФ $\pm 5\%$ — черт. 2	1	
C6, C7	К73-17-250В-0,047 мкФ $\pm 10\%$	2	
C8	К50-16-25В-5 мкФ	1	
C9	К73-17-250В-0,047 мкФ $\pm 10\%$	1	
C10	К73-17-250В-0,47 мкФ $\pm 10\%$	2	параллельно
C11	КМ 6а-Н90-0,47 мкФ $\begin{matrix} +80 \\ -20 \end{matrix} \%$	1	
C12, C13	К73-11-250В-0,33 мкФ $\pm 5\%$ — черт. 2	2	
C14, C15	К73-11-250В-0,1 мкФ $\pm 5\%$ — черт. 2	2	
C16, C17	К50-16-25В-5 мкФ	2	
DA1...DA6	Микросхема КР544УД1А БКО.348.257 ТУ	10	
DD1	Микросхема К511ЛА1 БКО.348.149 ТУ	3	
DD2	Микросхема К511ЛА5 БКО.348.149 ТУ	1	
DD3...DD8	Микросхема К511ЛА1 БКО.348.149 ТУ	6	
	Резисторы МЛТ ОЖО.467.180 ТУ		
	Резисторы С2-14 ОЖО.467.036 ТУ		
	Резисторы РП1-48 ОЖО.468.375 ТУ		
R1	РП1-48-0,25-22 кОм $\pm 10\%$ -В	3	
R2	МЛТ-0,25-15 кОм $\pm 5\%$ -Д1	3	
R3	МЛТ-0,25-7,5 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	3	
R4...R7	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	12	
R8	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	3	
R9	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	3	
R10	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	3	
R11	С2-14-0,25-47 кОм $\pm 0,5\%$ А1,0	3	

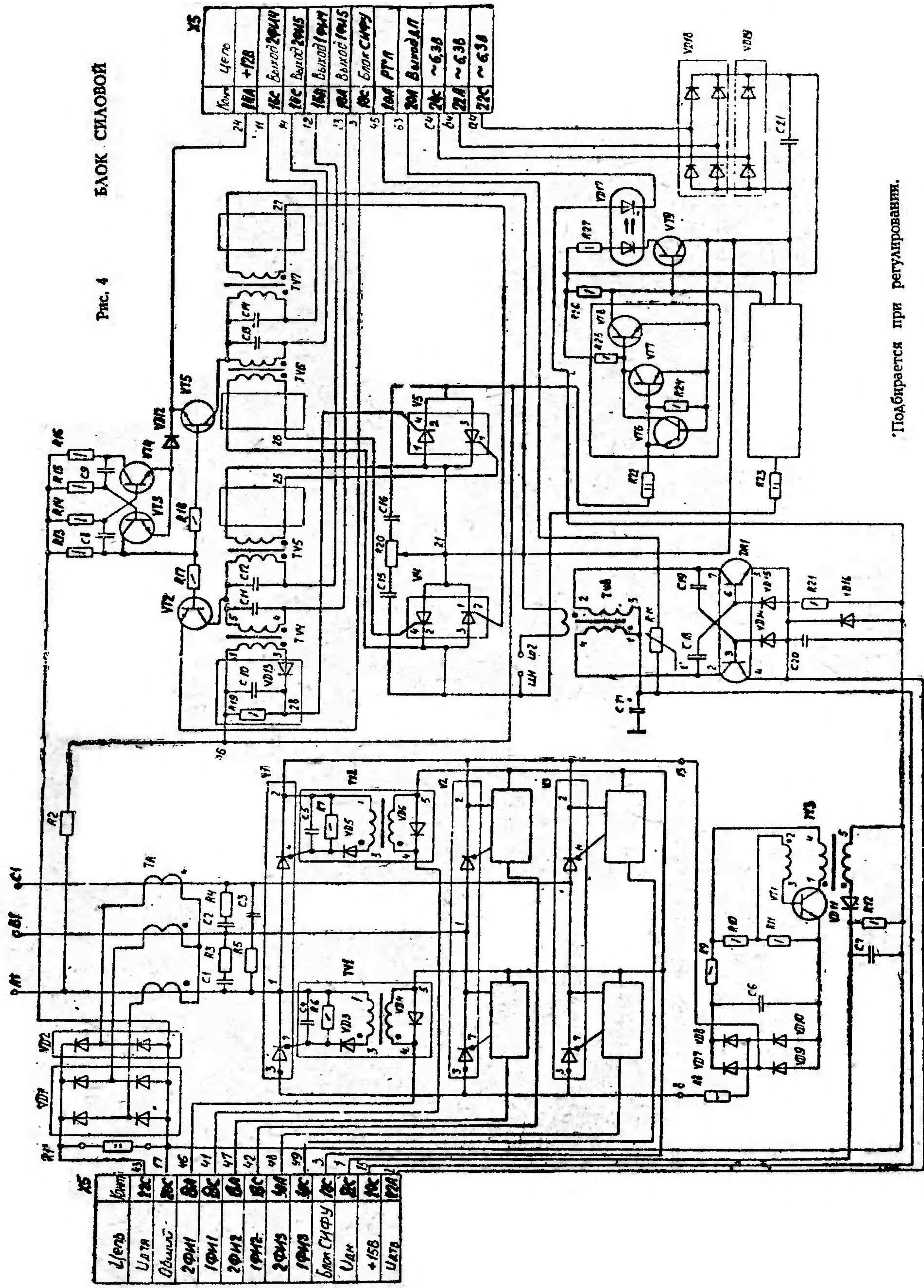
Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
R12, R13	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	6	
R14	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	3	
R15	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$ -Д1	3	
R16	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	3	
R17...R28	МЛТ-0,25-2,7 кОм $\pm 5\%$ -А, Д1	12	
R29	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R30	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R31	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R32	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R33	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R34	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R35	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R36	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R37	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R38	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R39	МЛТ-0,5-51 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R40	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R41	С2-14-0,25-30,1 кОм $\pm 0,5\%$ -А 1,0	1	
R42	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R43	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R44	МЛТ-0,25-2 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R45	РП1-48-0,25-22 кОм $\pm 10\%$ -В	1	
R46	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R47	МЛТ-0,25-150 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R48	МЛТ-0,25-100 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R49	МЛТ-0,25-51 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R50	МЛТ-0,25-2 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R51	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R52	МЛТ-0,25-3 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R53	С2-14-0,25-20 кОм $\pm 0,5\%$ А 1,0	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R54, R55	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R56, R57	С2-14-0,25-10 кОм $\pm$ 0,5% А 1,0	2	
R58	С2-14-0,25-20 кОм $\pm$ 0,5% А 1,0	1	
R59	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R60	С2-14-0,25-10 кОм $\pm$ 0,5% А 1,0	1	
R61	МЛТ-0,25-510 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R62	РП1-48-0,25-10 кОм $\pm$ 10%-В	1	
R63, R64	МАТ-0,25-510 Ом $\pm$ 5%-А-Д1	2	
R65	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R66, R67	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	2	
R68	МЛТ-0,25 1 мОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R69	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R70	МЛТ-0,25-2,4 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R71	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R72	МЛТ-0,25-30 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R73	МЛТ-0,25-22 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R74	МЛТ-0,25-5,1 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R75	МЛТ-0,25-300 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R76, R77	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	2	
R78, R79	МАТ-0,25-15 кОм $\pm$ 5%-Д1	2	
R80	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R81...R84	МЛТ-0,25-2,7 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	4	
R85	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R86	МЛТ-0,5-240 Ом $\pm$ 10%-А-Д1	1	
R87	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R88	МАТ-2-240 Ом $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R89	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R90	МЛТ-0,5-240 Ом $\pm$ 10%-А-Д1	1	
R91	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	
R92	МАТ-2-240 Ом $\pm$ 5%-А-Д1	1	
R93	МЛТ-0,25-27 кОм $\pm$ 5%-Д1	1	

[illegible]

5802

Рис. 4 БЛОК СИЛОВОЙ



Подбирается при регулировании.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ К СХЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ

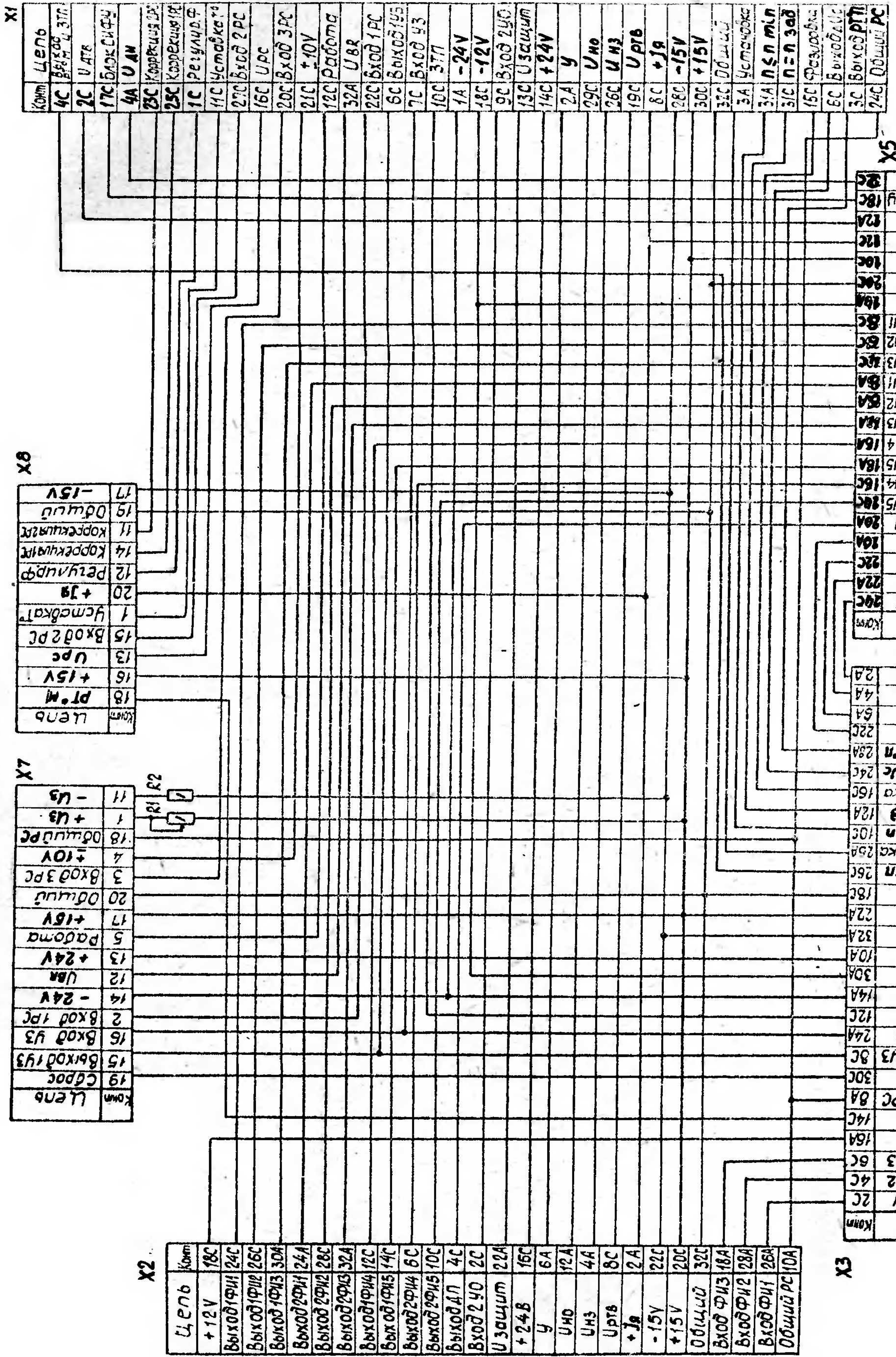
БЛОК СИЛОВОЙ

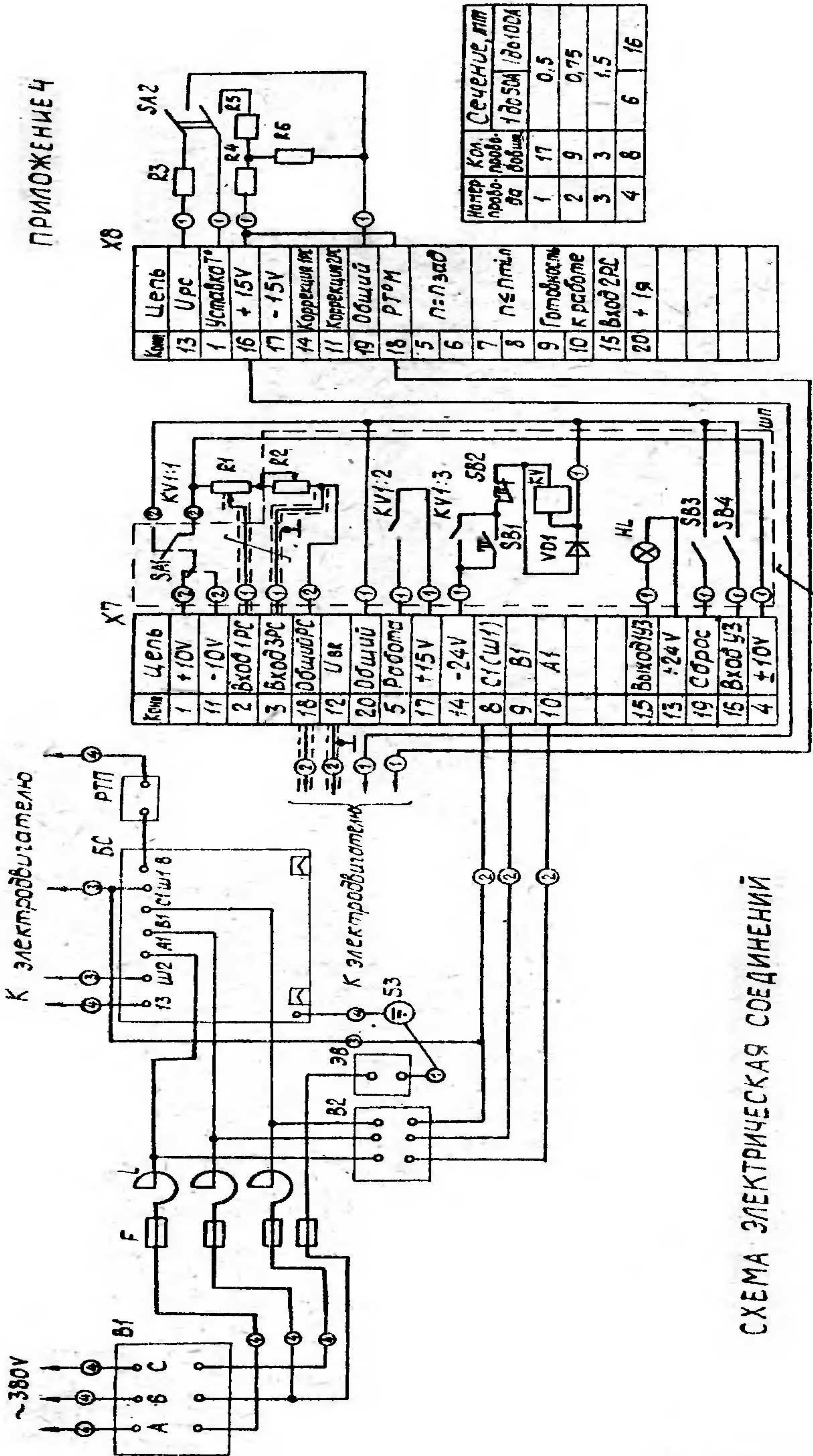
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
> Конденсаторы			
C1...C3	МБГЧ 1-2А-500В-0,5 мкФ $\pm 10\%$ ОЖО.462.049 ТУ	3	
C4, C5	КМ-5а-Н90-0,047 мкФ $\begin{matrix} +80 \\ -20 \end{matrix} \%$ ОЖО.460.043 ТУ	6	
C6, C7	К73-17-250В-0,047 мкФ $\pm 10\%$ ОЖО.461.104 ТУ	2	
C8, C9	К22-5-6800 пФ $\pm 10\%$ -М470 ОЖО.464.115 ТУ	2	
C10...C14	КМ-5а-Н90-0,047 мкФ $\begin{matrix} +80 \\ -20 \end{matrix} \%$ ОЖО.460.043 ТУ	8	
C15, C16	МБГЧ 1-2А-500В-0,25 мкФ $\pm 10\%$ ОЖО.462.049. ТУ	2	
C17	К50-16-25В-50 мкФ ОЖО.464.111 ТУ	1	
C18...C20	К31-11-3-Г-7500 пФ $\pm 5\%$ ОЖО.461.106 ТУ	3	
C21*	К50-16-25В-50 мкФ ОЖО.464.111 ТУ	1	
DA1	Микросхемы КР159НГ1Б ХМ3.456.006 ТУ	1	
Резисторы			
R1	МЛТ-2-12 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1 ОЖО.467.180 ТУ	1	
	МЛТ-2-240м $\pm 5\%$ -А-Д1 ОЖО.467.180 ТУ	1	
R2	Сопротивление БТА.273.3х1,1	1	
R3...R5	ПЭВ 10-100 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.467.546 ТУ	3	
R6, R7	МЛТ-0,25-100 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1 ОЖО.467.180 ТУ	6	
R8	МЛТ-1-300 кОм $\pm 5\%$ -Д1 ОЖО.467.180 ТУ	1	
R9	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1 ОЖО.467.180 ТУ	1	
R10	МЛТ-0,25-100 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R11	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R12	МЛТ-0,25-200 кОм $\pm 5\%$ -Д1	1	
R13	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R14, R15	МЛТ-0,25-20 кОм $\pm 5\%$ -Д1	2	
R16	МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	1	
R17, R18	МЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$ -А-Д1	2	
R19	МЛТ-0,25-100 Ом $\pm 5\%$ -А-Д1	4	

Но- обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание
R20	Резистор С5-30Б-10 Вт-220 Ом±10%		
	ОЖО.467.541 ТУ	1	
R21	МЛТ-0,25-1 кОм±5%-А-Д1	1	
R22	МЛТ-2-20 кОм±5%-Д1	2	последовательно
R23	МЛТ-2-10 кОм±5%-А-Д1	2	последовательно
R24	МЛТ-0,25-10 кОм±5%-А-Д1	2	
R25, R26	МЛТ-0,25-82 кОм±5%-Д1	3	
R27	МЛТ-0,5-510 Ом±5%-А-Д1	1	
RK	Терморезистор СТ1-19-6,8 кОм±20%		
	ОЖО.468.031 ТУ	1	
ТА	Трансформатор тока	3	
TV1, TV2	Трансформатор напряжения	6	
TV3	Трансформатор импульсный		
	МИТ-4В ИЮО.467.004 ТУ	1	
TV4...TV7	Трансформатор напряжения	4	
TV8	Трансформатор импульсный		
	МИТ-4В ИЮО.467.004 ТУ	1	
V1...V5	Модуль МПТ2-80-10-2У2 ТУ16-88		
	ИЖКМ.435742.001 ТУ	5	
VD1, VD2	Выпрямительный мост КЦ 407 А		
	ТТ3.362.146 ТУ	2	
VD3...VD6	Диод КД209А а АО.336.469 ТУ	12	
VD7...VD10	Диод КД209В а АО.336.469 ТУ	4	
VD11, VD12	Диод КД522Б дР3.362.029 ТУ	2	
VD13	Диод КД209А а АО.336.469 ТУ	4	
VD14...VD16	Диод КД522Б дР3.362.029 ТУ	3	
VD17	Модуль МД01-АУ2 ТУ16-739.222-80	1	
VD18, VD19	Выпрямительный мост КЦ 407 А		
	ТТ3.362.146 ТУ	2	

[illegible]

Блок межплатных соединений





Условные обозначения

- В1, В2 - выключатели
 F - предохранители
 L - реактор коммутационный
 БС - блок управления
 РТМ - реактор сглаживающий
 ЭВ - электродвигатель
 X7, X8 - входные разъемы