

ТО 7

**РЕГУЛЯТОР ВОЗБУЖДЕНИЯ
АВТОМАТИЧЕСКИЙ УНИФИЦИРОВАННЫЙ
типа АРВ-СД**

**Техническое описание и инструкция
по эксплуатации**

2АИ.390.028 ТО

SYATSKOVOAESO.COM

РЕГУЛЯТОР ВОЗБУЖДЕНИЯ
АВТОМАТИЧЕСКИЙ УНИФИЦИРОВАННЫЙ
типа АРВ-СД

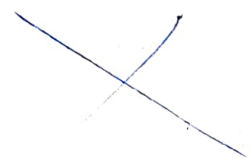
Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

2АИ.390.028 ТО

ВНИМАНИЕ!

Начиная с 1978 г. в принципиальные схемы панелей регулятора и блоков БН, ОБ, БСУР, БТЛ, БОР-21, ОМБ фильтры, ПТ, УМС внесены изменения (см. приложение №4)

№ п/п	Подп.	и дата	Взам. инв.	инв. №	уд. инв. №	Подп. и дата



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	
1.1. Назначение и условия применения	7
1.2. Основные технические данные	7
1.3. Состав оборудования	10
1.4. Устройство и работа регулятора	10
1.4.1. Канал напряжения	10
1.4.2. Канал частоты	11
1.4.3. Канал производной тока ротора	12
1.4.4. Ограничитель перегрузок	12
1.4.5. Блок выбега БВ	12
1.4.6. Ограничитель минимального возбуждения ОМВ	13
1.4.7. Суммирующий усилитель У	13
1.4.8. Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР	13
1.5. Устройство и работа блоков регулятора	14
1.5.1. Блок компаундирования по току БКТ и промежуточные трансформаторы тока ПТТ	14
1.5.2. Блок напряжения БН	14
1.5.3. Операционный блок ОБ	15
1.5.4. Блок обратной связи БОС и делитель к блоку обратной связи ДБОС	16
1.5.5. Блок частоты и защиты БЧЗ	17
1.5.6. Статический преобразователь частоты ПЧМ	17
1.5.7. Ограничитель минимального возбуждения ОМВ	18
1.5.8. Блок подстройки уставки напряжения при точной синхронизации ПУН	18
1.5.9. Блок ограничения двукратного тока ротора БОР-21	18
1.5.10. Блок ограничения перегрузки ОП	19
1.5.11. Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР	21
1.5.12. Блок выбега БВ	21
1.5.13. Блок ограничения напряжения БОН	21
1.5.14. Блок тока БТЛ	21
1.6. Конструкция, размещение и монтаж	21
1.6.1. Конструкция	22
1.6.2. Размещение и монтаж	22
1.7. Пломбирование	22
1.8. Тара и упаковка	22
2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	
2.1. Указание мер безопасности	23
2.2. Подготовка регулятора к работе и включение в работу	23
2.3. Порядок работы	23
2.4. Контроль работы, возможные неисправности и методы их устранения	23
2.5. Объем и периодичность контрольно-профилактических работ	24
2.6. Консервация и расконсервация	24
2.7. Порядок хранения и транспортирование	24
ПРИЛОЖЕНИЯ: 1. Типоисполнения регулятора	25
2. Обмоточные данные трансформаторов, усилителей дросселей	26
3. Перечни элементов к рисункам	45
4. Рисунки 1. 36.	55

ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации содержат сведения об устройстве и принципе действия по монтажу и эксплуатации автоматического регулятора унифицированного, именуемого в дальнейшем АРВ-СД, а также указания по консервации и расконсервации изделия в случае длительного хранения.

В состав технического описания и инструкции по эксплуатации входят 4 приложения:
— типос исполнения регулятора;
— обмоточные данные трансформаторов, усилителей и дросселей;
— перечни элементов к рисункам;
— рисунки.

Принятые к тексту сокращения и условные обозначения:

БВ — блок выбега
БКТ — блок компаундирования по току
БН — блок напряжения
БОН — блок ограничения напряжения
БОР-21 — блок ограничения двукратного тока ротора
БОС — блок обратной связи
БРУ — блок ручного управления уставкой системы сеточного управления
БСУР — блок слежения уставки ручного регулирования
БТЛ — блок тока линии
БЧЗ — блок частоты и защиты
Вх — вход
Вых — выход
Вых. Р — выход регулятора для воздействия на рабочую группу вентилялей
Вых. Ф — выход регулятора для воздействия на форсировочную группу вентилялей
ГОС — гибкая обратная связь
ГРВ — групповое регулирование возбуждения
Д — дифференциатор пассивный
ДБОС — делитель к блоку обратной связи
ДИУ — двигатель изменения уставки
ДС — дифференциальный сельсин
ЖОС — жесткая обратная связь
ЗИП — запасные части, инструмент и принадлежности
ЗУ — запоминающее устройство
ИО — измерительный орган
ИУ — исполнительное устройство
КБ — кнопка управления уставкой «больше»
КВ — концевой выключатель

КГ — ключ группового регулирования
КМ — кнопка управления уставкой «меньше»
КР — ключ режимов
КЧ — канал частоты
НЭ — нелинейный измерительный элемент
ОБ — операционный блок
ОГР. 21 — ограничение двукратного тока ротора
ОГР. мин. — ограничение по минимуму
ОМВ — ограничитель минимального возбуждения
ОП — блок ограничения перегрузок
ОТ выкл. — от выключателя
ОТН. ед. возб. — относительная единица возбуждения
ОТН. ед. напр. — относительная единица напряжения
ОТН. ед. тока рот. — относительная единица тока ротора
ПР — потенциал-регулятор
ПС — панель сопротивлений
ПТ — панель с трансформаторами
ПТТ — промежуточный трансформатор тока
ПТТг — промежуточный трансформатор тока системы группового уравнивания реактивных нагрузок
ПТТк — промежуточный трансформатор тока компенсации
ПТТст — промежуточный трансформатор тока стабилизации
ПУН — блок подстройки уставки регулятора по напряжению
ПУС — устройство подстройки уставки напряжения при самосинхронизации
ПЧМ — преобразователь частоты магнитный
Р — рубильник
РГ — реле группового регулирования
РЕЖ — режим
Реле сс — реле самосинхронизации
РМВ — реле контроля минимального возбуждения
РОП — реле ограничения перегрузки
РОФ — реле ограничения форсировки
РП — реле промежуточное
РПБ — реле подстройки уставки напряжения «больше»
РПВ — реле прекращения возврата
РПМ — реле подстройки уставки напряжения «меньше»
РПП — реле питания регулятора

РПУ — реле подстройки уставки напряжения
 РУБ — реле управления «больше»
 РУМ — реле управления «меньше»
 РЦ — реле центрального управления
 СУР — система управления рабочей группой
 вентилей возбuditеля
 СУФ — система управления форсировочной
 группой вентилей возбuditеля
 ТПТ — трансформатор постоянного тока
 У — усилитель
 УМС — усилитель магнитный суммирующий
 УС — узел сопротивлений
 У2Р — усилитель для воздействия на рабо-
 чую группу вентилей возбuditеля
 У2Ф — усилитель для воздействия на фор-
 сировочную группу вентилей возбuditеля
 Ф — фильтр
 ФД — фазовый дискриминатор
 ФП — функциональный преобразователь
 f — частота напряжения генератора
 f' — производная частота напряжения гене-
 ратора
 Δf — отклонение частоты от номинального
 значения
 I_a — активная составляющая тока генератора
 $I'_{рот}$ — производная тока ротора генератора
 $I_{рот ном}$ — номинальный ток ротора генератора
 $\Delta I_{х.х.}$ — отклонение тока ротора генератора
 от тока холостого хода
 $\Delta I_{рот}$ — отклонение тока ротора от заданной
 величины

I_p — реактивная составляющая тока генера-
 тора
 I^* — ток обмотки ротора (статора) синхрон-
 ной машины, выраженный в единицах номи-
 нального тока соответствующей обмотки
 $I_{рот}$ — ток ротора генератора
 $U_{ном}$ — номинальное напряжение
 U' — производная напряжения
 U_r — напряжение генератора
 $U_{r, ном}$ — напряжение генератора номинальное
 ΔU — отклонение напряжения от заданной
 величины
 $U_{эт}$ — эталонное напряжение
 $U_{f, ном}$ — напряжение возбуждения при номи-
 нальной частоте
 $K_{\Delta U}$ — коэффициент регулирования по каналу
 отклонения напряжения
 $K_{U'}$ — коэффициент регулирования по каналу
 производной напряжения
 $K_{\Delta f}$ — коэффициент регулирования по каналу
 изменения частоты
 $K_{f'}$ — коэффициент регулирования по каналу
 производной частоты
 $K_{I'_{рот}}$ — коэффициент регулирования по кана-
 лу производной тока ротора
 P — активная мощность генератора
 Q — полная мощность генератора
 X_q — синхронное индуктивное сопротивление
 генератора по поперечной оси
 δ_{ro} — внутренний угол генератора

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Назначение и условия применения

Регулятор возбуждения автоматический унифицированный типа АРВ-СД совместно с вентильной неререверсивной системой возбуждения и быстродействующей полупроводниковой системой управления применяется для регулирования возбуждения гидротурбогенераторов, турбогенераторов и синхронных компенсаторов.

Регулятор предназначен для поддержания заданного уровня напряжения на шинах станции (подстанции); для демпфирования качаний в послеаварийных режимах и для повышения статической и динамической устойчивости линий электропередачи.

Регулятор осуществляет регулирование возбуждения по отклонению напряжения, производной напряжения, изменению частоты, производной частоты, производной тока ротора.

1.2. Основные технические данные.

Приведенные в настоящем разделе основные электрические параметры и характеристики регулятора обеспечиваются в условиях эксплуатации совместно с системой возбуждения и синхронной машиной в замкнутой системе регулирования.

1.2.1. Регулятор обеспечивает следующие режимы работы синхронной машины:

а) регулирование возбуждения в соответствии с заданным законом и поддержание напряжения на зажимах синхронной машины в соответствии с заданной уставкой и статизмом в нормальных режимах работы синхронной машины при изменении напряжения возбуждения в следующих пределах: для генераторов — от $0,1 U_{fном}$ до $2 U_{fном}$,

для синхронных компенсаторов — во всем диапазоне регулировочной характеристики возбудителя;

б) форсирование возбуждения и развозбуждение способом инвертирования для двухгрупповой схемы в пределах, определяемых возбудителем;

в) ограничение минимального и двукратного значений тока ротора, а также ограничение перегрузки обмотки ротора (статора) в соответствии с требованиями, изложенными ниже;

г) устойчивую работу генератора на холостом ходу;

д) режимы пуска и останова машины.

1.2.2. Максимальные коэффициенты по каналам регулирования составляют:

а) по каналу отклонения напряжения при номинальном напряжении статора синхронной машины

$$K_{\Delta U} — 15; 25 \text{ или } 50 \frac{\text{отн. ед. возб.}}{\text{отн. ед. напр.}} \pm 7\%;$$

б) по каналу производной напряжения при номинальном напряжении статора синхронной машины $K_{U'}$ от 6,0 до $8,5 \frac{\text{отн. ед. возб.}}{\text{отн. ед. напр./с}}$;

в) по каналу изменения частоты

$$K_{\Delta f} — \text{от } 11,0 \text{ до } 14,4 \frac{\text{отн. ед. возб.}}{\text{Гц}};$$

г) по каналу производной частоты

$$K_{f'} — \text{от } 4,0 \text{ до } 5,5 \frac{\text{отн. ед. возб.}}{\text{Гц/с}};$$

д) по каналу производной тока ротора

$$K_{I'_{рот}} — \text{от } 2,0 \text{ до } 3,0 \frac{\text{отн. ед. возб.}}{\text{отн. ед. тока рот/с.}}$$

Примечания: 1. За относительную единицу напряжения статора, напряжения возбуждения и тока ротора принимаются соответственно номинальные напряжения статора, напряжение ротора и ток ротора синхронной машины.

2. Для синхронных компенсаторов предусмотрена возможность установки коэффициента $K_{U\Delta} = 75$ ед. возб./ед. напр. $\pm 7\%$.

1.2.3. Время нарастания напряжения возбуждения при форсировании от номинальной до максимальной величины составляет не более 0,05с при понижении напряжения в точке сети, где регулятор поддерживает напряжение постоянным, вследствие внезапной посадки напряжения в энергосистеме до величин, больше указанных:

— 5% $U_{гном}$ для кратности форсирования 2;

— 7,5% $U_{гном}$ для кратности форсирования 3;

— 10% $U_{гном}$ для кратности форсирования 4.

Время нарастания напряжения возбуждения при форсировании от напряжения возбуждения меньше номинального до максимального не более 0,07с при тех же условиях

1.2.4. Регулятор обеспечивает возможность изменения статизма на шинах синхронной машины с помощью устройства токовой стабилизации в пределах $\pm \frac{7,5}{0,0} \%$ для устойчи-

вого распределения реактивной нагрузки между машинами, объединенными на уровне генераторного напряжения, а также возможность изменения статизма на шинах повышающего трансформатора в пределах $\pm \frac{0,0}{15} \%$

с помощью устройства токовой компенсации реактивного сопротивления повышающего трансформатора.

Примечание: Максимальная величина статизма прямо пропорциональна величине вторичного тока трансформаторов тока синхронной машины и обеспечивает указанные пределы стабилизации и компенсации при вторичном токе трансформаторов тока 5А.

1.2.5. Регулятор обеспечивает поддержание напряжения на шинах станции с точностью $\pm 1\%$ от заданной статической характеристики с дифференциальным статизмом, отличающимся от среднего не более чем на $\pm 1\%$, в пределах от $0,1 I_{\text{рот.ном}}$ до $I_{\text{рот.ном}}$; и не более, чем на $\pm 2\%$ в остальной части регулировочной характеристики возбуждателя.

1.2.6. Стабильность уставки регулятора по напряжению находится в пределах $\pm 1\%$.

1.2.7. В регуляторе имеется устройство дистанционного изменения уставки напряжения в пределах от 82 до 110% от номинального значения. При этом предусмотрена возможность изменения граничных значений диапазона уставки в пределах:

нижняя граница — от 77 до 87%;

верхняя граница соответственно от 105 до 115%.

1.2.8. Время изменения уставки напряжения регулятора в полном диапазоне (от нуля до 135° по шкале уставки) составляет:

а) при управлении от индивидуального привода 60 ± 6 с;

б) при управлении от синхронного вала системы группового регулирования возбуждения 300 ± 30 с.

Примечание: По согласованию между предприятием-изготовителем и потребителем может быть изготовлен регулятор с временем изменения уставки при управлении от индивидуального привода 180 ± 18 с.

1.2.9. Регулятор ограничивает потребляемую генератором реактивную мощность (минимальный ток ротора) с уставкой, зависящей от активной мощности и уровня напряжения на шинах станции.

1.2.10. Допустимое отклонение уставки ограничителя от заданной характеристики по реактивной составляющей тока статора не более $\pm 5\%$.

1.2.11. Точность поддержания тока ротора ограничителем в режиме недовозбуждения и номинальной активной мощности при повышении напряжения генератора на 10% не ниже 10% от уставки ограничителя.

1.2.12. В режимах форсирования возбуждения регулятор осуществляет ограничение тока ротора двукратной величиной по отношению к номинальной без выдержки времени.

1.2.13. Точность поддержания двукратного тока ротора в режиме ограничения находится в пределах $\pm 10\%$.

1.2.14. При повышении тока ротора или статора синхронной машины или обоих токов вместе сверх номинальной величины регулятор осуществляет ограничение перегрузки обмотки ротора (статора), т. е. снижает ток перегрузившейся обмотки до номинальной величины с выдержкой времени, зависящей от степени перегрузки и заданной предприятием-изготовителем синхронной машины из расчета допустимого нагрева ее обмоток.

1.2.15. При перегрузочной способности обмотки ротора и обмотки статора, характеризующейся разными кривыми, выдержка времени устройства ограничения перегрузки соответствует той кривой, которая допускает меньшую длительность. При этом предусмотрена возможность смещения кривой перегрузки в пределах, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Кратность перегрузки	$I/I_{\text{ном. рот. (ст.)}}$	2	1,5	1,3	1,1
		Время перегрузки, с.	минимальное	$16 \pm 1,6$	38 ± 4
	максимальное	50 ± 5	120 ± 12	240 ± 24	1800 ± 180

1.2.16. В регуляторе для синхронного компенсатора с форсированным водородным охлаждением предусмотрены зажимы для оперативного переключения накладкой вне регулятора ограничителя перегрузки на другую кривую перегрузки, соответствующую работе с воздушным охлаждением.

1.2.17. Снижение большего из токов обмоток до номинальной величины производится путем автоматического воздействия на уставку напряжения синхронной машины. Одновременно для ускорения процесса снижения тока, пока уставка напряжения регулятора не достигла положения, соответствующего номинальному току обмотки, автоматически включается регулирование возбуждения по отклонению тока от номинальной величины.

1.2.18. В процессе восстановления напряжения в точке сети, где регулятор поддерживает напряжение постоянным, до первоначального уровня производится автоматический возврат уставки напряжения синхронной машины к первоначальной.

1.2.19. В процессе восстановления напряжения в точке сети, где регулятор поддерживает напряжение постоянным, до уровня, меньшего первоначального, производится автоматический возврат уставки напряжения синхронной машины к уровню, обеспечивающему ток ротора (статора), близкий к номинальному.

1.2.20. Автоматическое восстановление уставки регулятора прекращается при регу-

лировании уставки дежурным персоналом с помощью ключа управления.

1.2.21. Регулятор допускает повторную длительную перегрузку синхронной машины до предельно допустимого нагрева обмотки после предшествующей автоматической разгрузки. При этом устройство ограничения учитывает предшествующий нагрев обмотки.

1.2.22. При повторных кратковременных перегрузках синхронной машины, каждая из которых не приводит к ее нагреву до предельно допустимой температуры, при отсчете допустимого времени перегрузки устройство ограничения учитывает нагрев во время предыдущих перегрузок и последующее остывание.

1.2.23. Для повышения динамической устойчивости при коротких замыканиях во время действия ограничителя канал по отклонению тока ротора в регуляторе отключается. Предусмотрено устройство регулирования времени, в течение которого канал выведен из работы, в пределах от нуля до 10 с.

1.2.24. Допустимые отклонения уставок устройства ограничения перегрузки:

а) по току срабатывания не более $\pm 2,5\%$;
б) по времени нагрева машины не более $\pm 15\%$ в диапазоне от $1,1 I_{\text{рот.ном}}$ до $1,3 I_{\text{рот.ном}}$ и не более $\pm 10\%$ при токах ротора более $1,3 I_{\text{рот.ном}}$;

в) по уровню поддержания тока ротора (статора) не более $\pm 5\%$;

г) по точности возврата уставки напряжения к первоначальному значению не хуже $0,5\%$ от номинального напряжения.

1.2.25. В режимах останова турбогенераторов атомных электростанций регулятор поддерживает ток ротора постоянным на уровне тока холостого хода с точностью $\pm 5\%$ при снижении оборотов генератора до $0,35 \div 0,4$ от номинальной величины.

1.2.26. Регулятор может автоматически разгружать синхронную машину по реактивной мощности при ее нормальной автоматической остановке.

1.2.27. В регуляторе предусмотрена ручная и автоматическая подстройка уставки напряжения синхронной машины к напряжению сети при самосинхронизации и точной синхронизации генератора и при включении синхронного компенсатора в сеть.

1.2.28. Точность автоматической подстройки уставки напряжения синхронной машины не менее $\pm 0,5\%$.

1.2.29. При гашении поля синхронной машины с помощью релейной схемы на выходе регулятора обеспечивается нулевое напряжение.

1.2.30. Регулятор допускает наличие в напряжении питания коммутационных провалов шириной до 40 электрических градусов.

1.2.31. Регулятор может работать с одногрупповой и двухгрупповой системами возбуждения.

1.2.32. В регуляторе имеются три выхода для воздействия на две системы сеточного

управления, из них два для воздействия на форсировочную группу вентилях («Вых. Ф» и «Огр. 21») и один для воздействия на рабочую группу вентилях («Вых. Р»).

1.2.33. Выходные параметры регулятора:

а) для выходов «Вых. Р» и «Вых. Ф» максимальное напряжение во всех предельных режимах изменения частоты и напряжения питания — длительных и кратковременных — не более ± 60 В;

б) для выхода «Огр. 21» максимальное напряжение во всех режимах по току ротора — длительных и кратковременных — не более $+20$ В;

в) сопротивление нагрузки каждого выхода 800 ± 80 Ом.

1.2.34. Двойная амплитуда пульсаций на выходе регулятора не превышает 250 мВ.

1.2.35. Питание измерительной цепи регулятора по каналу напряжения осуществляется трехфазным напряжением 3×100 В частоты 50 Гц от трансформатора напряжения синхронной машины.

Номинальное напряжение питания регулятора 3×380 В частоты 50 Гц (от собственных нужд станции).

Номинальное напряжение сети оперативно-го постоянного тока 220 В.

1.2.36. Нормальная работа регулятора обеспечивается при следующих отклонениях:

а) при длительном изменении величины напряжения питания в пределах $\frac{+10}{-15}\%$ и частоты

в пределах $\frac{+2}{-3}$ Гц от номинальных значений;

б) при длительном изменении напряжения сети оперативно-го постоянного тока 220 В в пределах $\frac{+10}{-20}\%$ от номинального значения.

1.2.37. При кратковременных отклонениях частоты и напряжения питания от номинальных значений регулятор обеспечивает следующие режимы работы синхронной машины:

а) форсировку при уменьшении напряжения питания до 50% от номинального значения в системе самовозбуждения;

б) поддержание напряжения генератора с точностью $\pm 5\%$ от уставки при изменении напряжения питания в пределах $\frac{+25}{-20}\%$ от номинального значения;

в) поддержание напряжения генератора с точностью $\pm 10\%$ при изменении частоты в пределах от 40 до 80 Гц.

Примечание. Кратковременными считаются изменения напряжения в течение времени работы резервных защит линии ≈ 10 с; частоты в сторону увеличения в течение времени восстановления скорости гидрогенератора после сброса нагрузки ≈ 30 с; частоты от 40 до 47 Гц в процессе пуска машины.

1.2.38. Мощность, потребляемая регулятором от измерительного трансформатора напряжения, не более 120 ВА на три фазы.

1.2.39. Мощность, потребляемая регулятором по цепям 380 В, 50 Гц, не более 1,5 кВА на три фазы.

1.2.40. Мощность, потребляемая регулятором от сети оперативного тока, не более 100 Вт.

1.2.41. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока по цепям стабилизации (по фазам А и С), не более 40 ВА на фазу.

1.2.42. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока по цепям ограничения минимального возбуждения (по фазам А и С), не более 40 ВА на фазу.

1.2.43. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока по цепям группового регулирования (по фазе В), не более 100 ВА.

1.2.44. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока по цепям компенсации (по фазам А и С), не более 75 ВА на фазу.

1.2.45. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока, используемого в схеме выбега (по трем фазам), не более 15 ВА на фазу.

1.2.46. Мощность, потребляемая регулятором от трансформатора тока по цепям ограничения тока статора синхронной машины (по трем фазам), не более 15 ВА на фазу. При этом допускается работа трансформатора тока в классе не ниже 1.

1.2.47. Мощность, потребляемая регулятором от датчика тока ротора, не более 75 ВА.

Примечание. В цепях, указанных в пунктах 1.2.41.—1.2.47, приведены мощности для номинальных значений тока статора (ротора).

1.3. Состав оборудования.

1.3.1. В комплект поставки регулятора входят собственно регулятор, запасные части по ведомости ЗИП предприятия-изготовителя, эксплуатационная документация и приспособления для наладки согласно табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Тип	К-во, шт.
1. Ключ торцовый шестигранный		2
2. Ключ торцовый		1
3. Клеймо		1
4. Кабель соединительный	КС-20	2
5. Провод соединительный, длина 2 м	ПС-1	8
6. Провод соединительный, длина 4 м	ПС-2	8

1.3.2. В комплект эксплуатационной документации регулятора входят:

- паспорт регулятора;
- техническое описание и инструкция по эксплуатации;
- комплект протоколов приемо-сдаточных испытаний регулятора;
- ведомости ЗИП.

1.4. Устройство и работа регулятора.

На рис. 1 приведена функциональная схема регулятора.

Принцип действия регулятора состоит в измерении, преобразовании и суммировании необходимых сигналов, последующем усилении этих сигналов и воздействии на систему управления возбудителя.

В соответствии с выбранным законом регулирования регулятор содержит следующие каналы: канал отклонения и производной напряжения, канал отклонения и производной частоты, канал производной тока ротора.

1.4.1. Канал напряжения. Для получения сигнала отклонения напряжения ΔU (см. рис. 1) напряжение от трансформатора напряжения синхронной машины подводится к блоку напряжения БН через сопротивление к блоку компаундирования по току БКТ и промежуточные трансформаторы тока стабилизации и компенсации (ПТТст и ПТТк), обеспечивающие возможность изменения статизма на шинах синхронной машины и на стороне высшего напряжения силового трансформатора.

Принцип работы БКТ и ПТТ заключается в следующем.

При отсутствии БКТ регулятор с коэффициентом усиления по напряжению 50 отн. ед. возб/отн. ед. напр. поддерживает напряжение синхронной машины постоянным со статизмом по реактивному току 1÷2%. Если при этом синхронная машина работает в блоке с силовым трансформатором, то статизм на стороне высшего напряжения силового трансформатора может достигать до 13÷14%.

Для компенсации реактивного сопротивления силового трансформатора промежуточный трансформатор тока ПТТк включается на ток трансформатора тока синхронной машины таким образом, что с ростом реактивной нагрузки напряжение, подаваемое на вход канала напряжения регулятора, уменьшается; напряжение на выводах синхронной машины увеличивается, а на стороне высшего напряжения силового трансформатора поддерживается постоянным со статизмом, величину которого можно регулировать. Минимальная величина статизма ограничивается условиями устойчивого распределения реактивных нагрузок между синхронными машинами, параллельно работающими через трансформаторы на шины высшего напряжения, и составляет 2÷4%.

Аналогично, если несколько синхронных машин, снабженных регуляторами, работают параллельно на общие шины, то вследствие малого статизма регуляторы могут возникнуть трудности с обеспечением устойчивого распределения реактивных нагрузок между ними. Для того, чтобы этого избежать, промежуточный трансформатор тока ПТТст включается на ток статора синхронной машины. При включении БКТ и ПТТст с ростом реактивной нагрузки подаваемый на вход канала напряжения сигнал увеличивается, а на выводах синхронной машины напряжение уменьшается со статизмом, величину которого можно регулировать.

Напряжение после БКТ поступает в канал напряжения блока БН, в котором осуществляется выпрямление и фильтрация входного напряжения и определение величины и знака отклонения напряжения синхронной машины ΔU от уставки. Выпрямленное и отфильтрованное напряжение синхронной машины подается на пассивный дифференциатор Д, где преобразуется в сигнал производной U' , а затем совместно с сигналом ΔU подается на суммирующий усилитель У, осуществляющий суммирование поступающих на его вход сигналов и усиление их.

Подаваемое в блок БН напряжение источника повышенной частоты «от ПЧМ» служит источником «подпорного» напряжения, обеспечивающего правильную работу регулятора при близких коротких замыканиях. Характеристика канала напряжения без подпора такова, что прямая пропорциональная зависимость между отклонением напряжения синхронной машины от уставки и выходом канала напряжения сохраняется без ограничений при росте напряжения выше уставки; при уменьшении напряжения синхронной машины линейная зависимость сохраняется только до напряжения $\approx 0,6 U_{ном}$: при дальнейшем уменьшении напряжения синхронной машины выходное напряжение канала ΔU снижается, доходя до нуля при нулевом напряжении синхронной машины. Для обеспечения сигнала, достаточного для форсирования возбуждения при близких коротких замыканиях, в схеме применен дополнительный «подпорный» выпрямитель, питающийся от независимого источника повышенной частоты. Выпрямленное напряжение «подпорного» выпрямителя, составляющее во всех режимах работы синхронной машины величину порядка $0,55 U_{ном}$, включается параллельно выпрямленному входному напряжению канала напряжения и препятствует его уменьшению ниже $0,55 U_{ном}$, обеспечивая тем самым форсирование возбуждения синхронной машины при значительных посадках напряжения в сети.

Изменение уставки напряжения регулятора может осуществляться с помощью потенциал-регулятора ПР как вручную, так и автоматически воздействием на его приводы — двигатель изменения уставки ДИУ1 либо сельсин ДИУ2. Оба привода воздействуют на ротор потенциал-регулятора через механический дифференциал. Через двигатель ДИУ1 осуществляется индивидуальное управление уставкой регулятора с пульта управления, от устройства подгонки уставки напряжения при самосинхронизации синхронной машины ПУС, от устройства подгонки уставки напряжения генератора при точной синхронизации ПУН, от ограничителя перегрузки ОП и ограничителя минимального возбуждения ОМВ, от схемы уравнивания реактивной мощности системы группового регулирования возбуждения. Через сельсин ДИУ2 осуществляется воздействие на уставку от центрального регулятора

напряжения ЦРН системы группового регулирования возбуждения.

Устройство подгонки уставки напряжения при самосинхронизации (ПУС) при подаче сигнала на синхронизацию осуществляет подгонку уставки напряжения регулятора к напряжению сети воздействием на ДИУ1 и шунтирование выхода регулятора на выходе фильтров усилителей форсировочной и рабочей групп возбудителя Ф1 и Ф2. При подаче возбуждения на синхронной машине, включенной методом самосинхронизации, устанавливается ток возбуждения, определяемый настройкой возбудителя. Включение регулятора производится по окончании подгонки уставки.

При осуществлении точной синхронизации на вход блока ПУН подается напряжение синхронного генератора и напряжение сети; при разнице этих напряжений ПУН воздействует на устройство дистанционного изменения уставки регулятора, подгоняя напряжение генератора к напряжению сети. В регуляторах для синхронных компенсаторов ПУН не устанавливается.

1.4.2. Канал частоты.

Для получения сигналов, пропорциональных изменению и производной частоты $\Delta f, f'$, используется блок частоты и защиты БЧЗ. Основные элементы БЧЗ — измеритель частоты, питающийся от трансформатора напряжения синхронной машины после БКТ, и усилитель, питающийся от ПЧМ. Выходное напряжение БЧЗ, пропорциональное отклонению частоты от номинальной, с помощью пассивного дифференциатора Д и канала частоты КЧ преобразуется в сигнал производной f' и изменения частоты Δf ; затем эти сигналы подаются на вход суммирующего магнитного усилителя У.

Введение в закон регулирования сигналов, пропорциональных производным режимных параметров (производной напряжения, частоты, тока ротора — см. ниже) в сочетании с быстродействующей системой возбуждения обеспечивает высокое качество регулирования, повышение пределов статической и динамической устойчивости электропередачи, эффективное демпфирование качаний в энергосистеме. Однако в некоторых режимах, например, в момент отключения короткого замыкания, при сбросах нагрузки, по цепям производных поступают ложные сигналы на развозбуждение либо форсирование возбуждения синхронной машины. Поэтому в регуляторе предусмотрен ряд блокировок:

а) в БЧЗ входит защитное устройство, блокирующее действие сигналов Δf и f' при повышении частоты напряжения синхронного генератора вследствие 100%-ного сброса нагрузки (откл. $f', \Delta f$). Устройство предотвращает нежелательное в этом случае форсирование возбуждения, которое может быть вызвано работой цепей Δf и f' . В регуляторах для синхронных компенсаторов защитное устройство не используется и отключается специальными накладками;

б) аналогично блокирование сигналов Δf и f' при повышении частоты напряжения генератора, возникающем вследствие отключения генераторного выключателя, производится блок-контактом выключателя (сигнал «от выкл.», см. рис. 1):

в) расположенное в блоке напряжения устройство релейного форсирования возбуждения РФ предназначено для компенсации сигнала на развозбуждение, поступающего по цепям производных напряжения и частоты в момент отключения короткого замыкания.

Устройство релейного форсирования возбуждения включается на выход канала напряжения, срабатывает при снижении напряжения, подает в суммирующий усилитель постоянный по величине сигнал на форсирование возбуждения синхронной машины; поскольку реле имеет задержку на отпадение, сигнал на форсирование сохраняется в течение $\approx 0,2$ с. после отключения короткого замыкания. Источником для сигнала форсирования служит выпрямитель В.

1.4.3. Канал производной тока ротора.

Для получения сигнала производной тока ротора $I'_{\text{рот}}$ напряжение от источника напряжения, пропорционального току ротора (трансформатора постоянного тока ТПТ), подается в блок ограничения двукратного тока ротора БОР-21, который наряду с другими функциями, осуществляет фильтрацию напряжения ТПТ. Отфильтрованное напряжение ТПТ поступает в пассивный дифференциатор Д, где преобразуется в сигнал $I'_{\text{рот}}$, а затем поступает на вход суммирующего усилителя. Панель сопротивлений ПС служит нагрузкой для ТПТ.

В качестве источника напряжения, пропорционального току ротора, может использоваться установленный во второй панели блок тока БТЛ-5-2, который включается на трансформатор тока вспомогательного генератора, питающего возбудитель; трансформатор тока должен измерять полный ток ротора.

1.4.4. Ограничитель перегрузок.

Большинство современных крупных синхронных машин и их возбудители имеют ограничение по предельно допустимому току статора и ротора: максимально допустимый ток ротора не должен превосходить двукратного по отношению к номинальному; меньшие перегрузки разрешаются в течение времени, зависящего от кратности перегрузки. Поэтому для обеспечения надежной работы синхронной машины при перегрузках в регуляторе предусмотрены специальные устройства: блок ограничения двукратного тока ротора БОР-21 и ограничитель перегрузки ОП.

При достижении током ротора величины, составляющей $(1,8 \div 2,0) I_{\text{рот. ном.}}$, и срабатывании реле двукратного тока ротора (от реле $2 I_{\text{рот}}$, см. рис. 1) срабатывает узел ограничения форсирования, расположенный в блоке БОР-21, и ограничивает величину выходного напряжения усилителя форсиро-

вочной группы регулятора сигналом, соответствующим току ротора, близкому к двукратному, при нагревом до номинальной температуры ротора и номинальном напряжении питания возбудителя (сигнал к фильтру усилителя форсировочной группы Ф1).

Если, несмотря на вступление в работу узла ограничения форсирования, ток ротора превосходит величину $(1,8 \div 2,0) I_{\text{рот. ном.}}$, БОР-21 осуществляет регулирование возбуждения синхронной машины по отклонению тока ротора $\Delta I_{\text{рот}}$ от указанного значения, воздействуя непосредственно на систему управления возбуждения (СУФ) и уменьшая ток ротора до требуемого значения.

Если в качестве возбудителя используется тиристорный преобразователь, имеющий несколько параллельно включенных ветвей в плечах, то при выходе из строя части ветвей тиристорного возбудителя в блоке БОР-21 автоматически уменьшается как величина уставки ограничения выходного напряжения усилителя форсировочной группы, так и величина тока ротора, при которой вступает в работу регулирование по $\Delta I_{\text{рот}}$.

Датчиком тока ротора для БОР-21 служит ТПТ либо БТЛ-5-2.

Ограничение тока ротора двукратной величиной не ухудшает предела динамической устойчивости электропередач, т. к. при коротких замыканиях за время действия основных защит ток ротора не нарастает до величины, превышающей двукратную.

Ограничение перегрузки по току ротора (статора) синхронной машины осуществляется с помощью блока ограничения перегрузок ОП. Сигнал тока ротора поступает в ОП после блока БОР-21, сигнал тока статора — от блока тока БТЛ-5-1, преобразующего ток от трансформатора тока синхронной машины в напряжение, ему пропорциональное. Источник напряжения повышенной частоты ПЧМ используется для питания магнитного усилителя ОП. При вступлении в работу ограничителя перегрузки по цепи « $\Delta I_{\text{рот}}$ » (см. рис. 1) производится регулирование по отклонению тока от номинальной величины; по цепи «к ДИУ-1» производится снижение уставки напряжения; по цепи «к ПР» — запоминающие уставки напряжения синхронной машины.

1.4.5. Блок выбега БВ.

Поддержание тока ротора постоянным на уровне тока холостого хода в режимах останова турбогенераторов атомных электростанций осуществляется с помощью блока выбега БВ.

При подаче сигнала на останов генератора регулятор (блок выбега БВ) отключает канал ΔU и включает регулирование по отклонению тока ротора от тока холостого хода $\Delta I_{\text{хх}}$. Поскольку напряжение генератора в режиме останова уменьшается, для обеспечения нормальной работы регулятора производится переключение питания регулятора с собственных нужд возбудителя на собственные нужды станции.

Датчиком тока ротора при останове служит блок тока БТЛ-5-2. Использование ТПТ в качестве датчика тока для БВ не допускается вследствие малой точности ТПТ при токах холостого хода и наличии в схеме АРВ-СД электрической связи между блоками ОП и БВ.

1.4.6. Ограничитель минимального возбуждения ОМВ.

Для предотвращения чрезмерного увеличения потребляемой генератором реактивной мощности в режимах недовозбуждения служит блок ограничения минимального возбуждения ОМВ. Величина реактивной нагрузки генератора при недовозбуждении ограничивается как условиями нагрева, так и условиями устойчивости. Повышенный нагрев генератора при недовозбуждении объясняется возрастанием потоков рассеяния в зоне лобовых частей обмотки статора, следствием которого является повышение температуры крайних пакетов активной стали, нажимных плит и т. д. Характеристика ограничителя зависит от конструктивных особенностей генератора и настраивается по следующему закону:

$$\frac{Q}{U_r} - K \frac{P}{U_r} = -A,$$

т. е. величина допустимой реактивной нагрузки снижается пропорционально напряжению.

Ограничение величины потребляемой генератором реактивной мощности может определяться также условиями статической устойчивости. В этом случае блок ОМВ может быть настроен на следующую характеристику

$$\frac{Q}{U_r^2} - K \frac{P}{U_r^2} = -A.$$

Выбирая величины K и A в соответствии с соотношениями

$$A = \frac{1}{X_q}, \quad K = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta_{10}},$$

можно обеспечить вступление в работу ограничителя при определенном заданном значении внутреннего угла генератора δ_{10} .

При наличии регулятора возбуждения типа АРВ-СД ограничивающим условием оказывается, как правило, нагрев генератора. Последнее объясняется тем, что допустимая по условиям устойчивости величина внутреннего угла генератора обычно близка к 90° .

Выходной сигнал ОМВ воздействует как на суммирующий усилитель регулятора по цепи «огр. мин.», так и на повышение уставки регулятора по цепи «к ДИУ 1».

1.4.7. Суммирующий усилитель У.

Суммирующий магнитный усилитель У, осуществляющий суммирование и усиление входных сигналов имеет один первый У1 и два вторых каскада У2-1 и У2-2 для управления форсировочной и рабочей группами возбуждателя при двухгрупповом возбуждатель.

При одногрупповом возбуждатель управлением возбуждатель осуществляется от усилителя форсировочной группы У2-1.

Выходные напряжения усилителей фильтруются с помощью фильтров Ф1 и Ф2, обеспечивающих допустимый уровень пульсаций на входе системы управления возбуждатель.

Первый каскад усилителя имеет отрицательную обратную связь, улучшающую условия устойчивой работы усилителя; обратной связью охвачен усилитель У2-2; кроме того, с выхода усилителя У2-1 на вход У1 предусмотрена обратная связь, улучшающая линейность характеристики, уменьшающая «дрейф» и постоянную времени.

Для расширения зоны устойчивой работы на холостом ходу синхронной машины при наличии сигнала U' усилитель охвачен гибкой отрицательной обратной связью по напряжению выхода второго каскада (корректирующая цепь КЦ).

Для линеаризации характеристик системы регулятор—возбудитель и уменьшения, постоянных времени в регулятор вводится жесткая обратная связь ЖОС по напряжению возбуждателя, кроме того, вводится гибкая обратная связь ГОС по напряжению возбуждателя, способствующая устранению высокочастотных колебаний в системе. Напряжение возбуждателя подается в усилитель через делитель ДБОС и блок обратной связи БОС. Блок БОС состоит из потенциометров и разделительного устройства и предназначен для формирования и регулирования сигналов жесткой и гибкой обратной связи и потенциального разделения цепей регулятора и высоковольтных цепей ротора.

Предусмотрена возможность при необходимости работать без разделительного устройства блока БОС, надежная работа регулятора обеспечивается при этом благодаря тому, что изоляция всех цепей, связанных с возбуждатель, и цепей ЖОС и ГОС рассчитана на полное напряжение возбуждателя.

Питание магнитных усилителей, а также некоторых других цепей регулятора осуществляется от двух стабилизированных преобразователей частоты ПЧМ, являющихся источниками напряжения повышенной частоты.

1.4.8. Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР.

БСУР предназначен для уменьшения бросков тока и напряжения синхронной машины при отключении регулятора и переводе на ручное управление. При отключении регулятора на синхронной машине устанавливается режим, определяемый блоком ручного регулирования уставки системы сеточного управления БРУ.

БСУР осуществляет сравнение величины выходного напряжения суммирующего усилителя и блока ручного регулирования уставки системы сеточного управления БРУ. При наличии несоответствия между этими напряжениями, являющегося результатом изменения режима работы синхронной машины, БСУР осуществляет воздействие на БРУ в сторону уменьшения этого несоответствия, т. е. изменяет уставку ручного регулирования системы сеточного управления.

1.5. Устройство и работа блоков регулятора.
1.5.1. Блок компаундирования по току БКТ и промежуточные трансформаторы тока ПТТ. Схема блока БКТ приведена на рис. 2. Сопротивления R_{A4} , R_{C4} предназначены для стабилизации внешней характеристики синхронной машины; сопротивления R_{A1} , R_{A2} , R_{A3} , R_{C1} , R_{C2} , R_{C3} — для компенсации реактивного сопротивления силового трансформатора. Величина каждого сопротивления 1,5 Ом.

На рис. 3 приведена схема включения БКТ и ПТТ, обеспечивающая компенсацию реактивного сопротивления силового трансформатора; на рис. 4 — векторные диаграммы, поясняющие работу БКТ и ПТТ в этой схеме. В режиме выдачи реактивной мощности при $\cos\varphi=0$ напряжение, подаваемое на вход канала напряжения АРВ-СД, меньше напряжения синхронной машины; в режиме выдачи генератором активной мощности при $\cos\varphi=1$ величина напряжения, подаваемого на вход канала напряжения АРВ-СД, практически равна по величине напряжению синхронной машины, — изменяется только фаза.

В канал напряжения АРВ подается сигнал от трансформатора напряжения за вычетом падения напряжения от тока синхронной машины на двух сопротивлениях БКТ в каждой фазе: R_{A1} , R_{A2} (R_{C1} , R_{C2}).

В системе уравнивания реактивных нагрузок, требующей полной компенсации реактивного сопротивления силового трансформатора, используются дополнительно сопротивления R_{A3} , R_{C3} .

Промежуточные трансформаторы тока (рис. 9) служат для потенциального разделения цепей регулятора и трансформаторов тока и согласования их входных и выходных параметров. Цепи регулятора рассчитаны таким образом, что при номинальном токе трансформатора тока синхронной машины ток в сопротивлениях БКТ должен составлять 5А. Поэтому при номинальном вторичном токе трансформатора тока 5А используемый в схеме стабилизации ПТТ имеет коэффициент трансформации 5/5.

В схеме компенсации реактивного сопротивления силового трансформатора используется суммарный ток трансформаторов тока машин, работающих блоком на один трансформатор, поэтому тип промежуточных трансформаторов тока зависит от суммарного вторичного тока трансформаторов тока, т. е. от количества машин, работающих параллельно на один трансформатор:

при работе двух машин на один трансформатор ПТТ-10/5;

при работе трех машин на один трансформатор ПТТ-15/5;

при работе четырех машин на один трансформатор ПТТ-20/5.

1.5.2. Блок напряжения БН.

Схема блока приведена на рис. 6.

Выходной трансформатор блока БН представляет собой группу из трех однофазных трансформаторов $Tr2 \div Tr4$, соединенных

в звезду по первичной обмотке. Применение трех однофазных трансформаторов вместо одного трехфазного позволяет улучшить симметрию и уменьшить величину составляющей 100 Гц в кривой выпрямленного напряжения на выходе трехфазного мостового выпрямителя $D15 \div D26$. Этой же цели служит сопротивление $R8$ в фазе В, позволяющее устранить несимметрию фазных напряжений, возникшую из-за падения напряжения на сопротивлениях БКТ от тока, потребляемого каналом напряжения от трансформатора напряжения. Величина $R8$ равна суммарному сопротивлению БКТ в фазе А, либо С.

В выпрямителе канала напряжения, как и в других блоках регулятора, используются кремниевые диоды; для повышения надежности применено последовательное включение диодов.

Фильтр канала напряжения, снижающий величину переменной составляющей частоты 100 Гц и выше в кривой выпрямленного напряжения, выполнен по трансформаторной схеме.

Сигнал отклонения напряжения от уставки ΔU получается с помощью нелинейного измерительного моста на стабилитронах $D27 \div D86$; для увеличения надежности в блоке напряжения, как и в других блоках, применено параллельное включение стабилитронов.

Трансформатор $Tr5$ и выпрямители $D99 \div D106$ служат для создания «подпорного» напряжения. Выпрямители $D107$, $D108$ препятствуют протеканию тока от канала напряжения по цепям подпора в режимах, когда напряжение канала напряжения выше напряжения подпора и выпрямитель подпора не работает.

Релейное форсирование возбуждения выполнено с помощью реле РФ2 типа РП-7, емкости $C28$, $C29$ обеспечивают задержку на отпадание контактов реле. Сопротивления $R19 \div R25$ и стабилитроны $D113 \div D115$ предназначены для регулирования уставки на срабатывание реле; пределы регулирования 80 ÷ 93% от уставки напряжения синхронной машины. Стабилитрон $D112$ повышает коэффициент возврата реле. Выпрямитель $D111$ препятствует протеканию тока в реле при напряжениях, превышающих уставку, что уменьшает нагрузку канала напряжения.

В случае выполнения возбудителя по схеме самовозбуждения с серийными трансформаторами во время близких коротких замыканий возможно уменьшение напряжения возбуждения длительностью 20 ÷ 40 мс вследствие наличия постоянной времени в регуляторе. Для устранения этого явления применено реле РФ1, включающееся при понижении напряжения на входе АРВ на 15%. Реле РФ1 обеспечивает форсирование возбуждения, воздействуя непосредственно на систему управления форсировочной группой вентиляей.

Трансформатор $Tr1$ и мостовой выпрямитель $D1 \div D8$ служат источником постоянного напряжения 24 В, которое используется в це-

пях, содержащих контакты реле РП-7. Выбранная величина постоянного напряжения обусловлена необходимостью обеспечения надежной работы контактов реле РП-7, имеющих малые зазоры ($\approx 0,1$ мм).

Емкости С5÷С8 предназначены для фильтрации сигнала на форсирование возбуждения.

Потенциал-регулятор, осуществляющий изменение уставки напряжения, представляет собой дифференциальный сельсин ДС со схемой обмотки ДД, соединенный с входными трансформаторами блока напряжения Тр2÷Тр4; обмотки статора сельсина питаются от отпаек на первичной стороне, а обмотки ротора включаются последовательно со вторичными обмотками трансформаторов; вторичное напряжение трансформаторов Тр2÷Тр4 зависит от угла поворота ротора сельсина.

Индивидуальное изменение уставки напряжения осуществляется с помощью однофазного двигателя М, емкость С1 предназначена для обеспечения пуска двигателя. Изменение уставки от центрального регулятора напряжения системы группового регулирования возбуждения осуществляется с помощью сельсина Сс. Оба привода воздействуют на ротор потенциал-регулятора через механический дифференциал (рис. 7), осуществляющий независимое вращение ротора потенциал-регулятора от каждого из двух приводов и суммирование углов поворота при одновременной работе обоих приводов.

Концевые выключатели КВ1 и КВ2 служат для отключения АРВ из системы группового регулирования при крайних положениях потенциал-регулятора.

Фрикционные муфты, осуществляющие связь между двигателями и ротором потенциал-регулятора, предохраняют ротор от повреждений в режимах, когда двигатели работают, а ротор стоит на упоре (замкнуты КВ1 либо КВ2).

Рукоятка ручного привода потенциал-регулятора позволяет от руки изменять уставку напряжения регулятора.

На корпусе потенциал-регулятора расположены два запоминающих устройства (ЗУ), предназначенных для запоминания положения вала и ограничения его вращения в определенных режимах работы машины. Каждое ЗУ состоит из фрикционной муфты с электромагнитом, упора и заводной пружины.

Фрикционная муфта состоит из двух частей: контактного элемента, жестко закрепленного на валу, и подвижного элемента, имеющего относительно вала две степени свободы — в осевом направлении и вращении вокруг оси. При отсутствии команды на запоминание или ограничение вала устройства и закрепленные на нем элементы муфт вращаются в любом направлении вместе с контролируемым валом. Подвижные элементы муфт зафиксированы у неподвижных упоров с помощью заводных пружин.

При поступлении сигнала на любую из фрикционных муфт она замыкается и вал

устройства вместе с контролируемым валом имеет возможность поворачиваться только в сторону от упора, преодолевая сопротивление заводной пружины. При этом упор становится началом отсчета угла поворота вала и соответствует исходному положению вала в момент подачи сигнала.

В блоке напряжения расположено устройство подгонки уставки напряжения синхронной машины при самосинхронизации генератора и при включении в сеть синхронного компенсатора ПУС, включающее в себя реле РПМ, РПБ, РПУ (см. рис. 6). При подаче сигнала на самосинхронизацию (на клемму 28 блока БН) срабатывает реле РПУ; контактами 3—4 и 5—6 шунтирует выход регулятора; контактом 7—8 замыкает цепи катушек реле РПБ и РПМ, включенных на напряжение ΔU . Пока существует разница между напряжением сети и уставкой напряжения синхронной машины ($\Delta U \neq 0$), одно из реле, РПБ либо РПМ, находится в сработавшем состоянии; при этом срабатывают реле РУБ или РУМ, изменяя уставку регулятора, а реле РПУ удерживается в сработавшем состоянии.

После подгонки уставки ($\Delta U = 0$) размыкаются контакты реле РПБ (РПМ), затем реле РУБ (РУМ), после них РПУ, и регулятор вводится в работу. Для надежной работы схемы реле РПУ имеет задержку на отпадание контактов.

В схеме предусмотрена возможность включения регулятора без подгонки уставки напряжения, что предназначено, в основном для синхронных компенсаторов. Для этого положительный полюс источника напряжения 24 В подается в цепь, обеспечивающую самодержжание РПУ (на клемму 39) через кнопку. При размыкании кнопки РПУ обесточивается, и регулятор вводится в работу независимо от уровня напряжения, которое он поддерживает.

1.5.3. Операционный блок ОБ.

Операционный блок ОБ (рис. 10) включает в себя потенциометры, регулирующие коэффициенты усиления по входным каналам; дифференциаторы; суммирующий усилитель УМС; схему, создающую зону нечувствительности; выходные фильтры Ф1 и Ф2.

Регулирование коэффициентов усиления производится равными ступенями; одна ступень соответствует десятой части максимального коэффициента усиления.

Дифференциаторы выполнены на пассивных элементах РС.

Схема суммирующего магнитного усилителя приведена на рис. 11. Каждый из трех каскадов усилителя представляет собой усилитель с самонасыщением, выполненный по двухтактной дифференциальной схеме с суммированием напряжений плеч на балластных сопротивлениях. Сердечники тороидальной формы из пермаллоя марки 79НМ, обладающие высокой магнитной проницаемостью и малой величиной коэрцитивной силы.

Первый каскад VI имеет 14 обмоток управления, предназначенных для суммирования входных сигналов. 12 обмоток выполне-

ны с изоляцией, рассчитанной на испытательное напряжение 1 кВ между обмотками и 2 кВ относительно корпуса блока; две обмотки 1ВН и 2ВН, предназначенные для включения обратных связей по напряжению возбуждателя, рассчитаны на испытательное напряжение 7,5 кВ относительно корпуса блока.

Первый каскад работает на обмотку управления усилителя У2-1 через малое активное сопротивление, благодаря чему он имеет высокий коэффициент усиления по току. Обмотка управления усилителя У2-2 включена на выход усилителя У2-1.

Нагрузочные сопротивления вторых каскадов равны балластным и составляют 800 Ом.

Рабочие обмотки, а также обмотки смещения первого каскада питаются от источника стабилизированного напряжения, что снижает дрейф нуля усилителя при изменении напряжения питания рабочих обмоток осуществляется с помощью стабилитронов Д23÷Д28; стабилизация смещения осуществляется с помощью стабилитронов Д29, Д30. Потенциометр в цепи смещения первого каскада R56 служит для установки нулевого напряжения на выходе усилителя при отсутствии сигналов на входе.

Усилитель У2-1 осуществляет управление форсировочной группой возбуждателя; усилитель У2-2 осуществляет управление рабочей группой возбуждателя. Однако, при необходимости, управление форсировочной группой может производиться от У2-2, а рабочей — от У2-1, для чего в выходных цепях усилителей установлены специальные переключки (6—7, 8—9, 10—11, 12—13, 14—15, 16—17 — см. рис. 10).

На выходе усилителя, работающего на форсировочную группу возбуждателя, включена специальная схема, создающая зону нечувствительности регулятора при управлении форсировочной группой двухгруппового возбуждателя (рис. 10). Схема состоит из стабилитронов Д7÷Д22, диодов Д3÷Д6 и сопротивлений R43÷R46; с помощью этой схемы создается требуемое распределение токов двухгруппового возбуждателя при управлении со стороны регулятора.

При необходимости (например, при работе с одnogрупповым возбуждателем) схема может быть отключена и не использоваться (закорачиваются клеммы «+» фильтра Ф1 и «+» выход Ф», см. рис. 10).

Схема выходных фильтров Ф1 и Ф2 приведена на рис. 12.

Коэффициент усиления по контрольному входу (по обмотке 75 витков) усилителя У2-1 80 В/мА $\pm 7\%$.

Коэффициент усиления по контрольному входу (по обмотке 75 витков) усилителя У2-2 120 В/мА $\pm 7\%$.

1.5.4. Блок обратной связи БОС и делитель к блоку обратной связи ДБОС.

Блок обратной связи БОС (рис. 13) состоит из модулятора, разделительных трансфор-

маторов, демодулятора и потенциометров для регулирования коэффициентов усиления по цепям ЖОС и ГОС.

Модулятор преобразует постоянное напряжение на выходе блока $U_{вх}$ в переменное напряжение на обмотках 1—2 трансформаторов Тр2, Тр3, амплитуда которого пропорциональна входному постоянному напряжению.

Схема модулятора состоит из двух симметричных частей, включающих в себя вторичные обмотки 3—4, 5—6 трансформатора Тр1, связанные с ними сопротивления и выпрямители.

Модулирующим напряжением является переменное напряжение на обмотках 3—4, 5—6 трансформатора Тр1. Наличие двух симметричных частей обеспечивает работу модулятора в положительный и отрицательный полупериод модулирующего напряжения.

В тот полупериод модулирующего напряжения, когда выпрямители, включенные последовательно со вторичной обмоткой трансформатора Тр1, проводят модулирующий ток (например, проводят ток выпрямители Д11, Д12, включенные последовательно с обмоткой 3—4 трансформатора Тр1), напряжение на обмотке 1—2 трансформатора Тр3 равно нулю, т. к. входное напряжение $U_{вх}$ «запирается» встречным модулирующим напряжением. В следующий полупериод, когда выпрямители Д11—Д12 «запирают» модулирующее напряжение, по цепи R24, Д35, Д36 (либо по цепи R23, Д33, Д34, в зависимости от полярности входного напряжения) в обмотку 1—2 трансформатора Тр3 проходит импульс входного напряжения.

Вторая часть схемы модулятора, связанная с обмоткой 5—6 трансформатора Тр1, работает аналогично и создает импульсы на обмотке 1—2 трансформатора Тр2.

При изменении полярности входного сигнала фаза переменного напряжения на обмотках 1—2 трансформаторов Тр2 и Тр3 меняется на 180° .

Форма модулирующего напряжения близка к прямоугольной; такая форма получается вследствие резонанса напряжений, который создается в первичной цепи трансформатора Тр1 с помощью емкостей С1÷С4. Импульсы напряжения на обмотках 1—2 трансформаторов Тр2, Тр3 также близки к прямоугольным, т. к. повторяют форму модулирующего напряжения.

Входное постоянное напряжение, преобразованное в модуляторе в переменное, трансформируется разделительными трансформаторами Тр2, Тр3 и выпрямляется в демодуляторах. Для уменьшения связи по цепям ГОС и ЖОС каждая цепь выполнена со своим демодулятором. Процесс выпрямления в демодуляторе аналогичен процессу коммутации в модуляторе. Поскольку форма напряжения в Тр2 и Тр3 близка к прямоугольной, пульсации напряжения после демодуляторов небольшие; для уменьшения пульсаций установлены фильтрующие емкости С11÷С16.

Регулируемые сопротивления в цепях ЖОС и ГОС выполнены на двухплатных переключателях таким образом, что при любом положении движка переключателя суммарное сопротивление в каждой из цепей составляет примерно 3 кОм.

Делитель к блоку обратной связи (рис. 14) предназначен для согласования входных параметров блока БОС, максимальное входное напряжение которого составляет 12 В, с параметрами возбuditелей, максимальное выходное напряжение которых значительно превышает входное напряжение блока БОС и может изменяться в широких пределах в зависимости от типа возбuditелей. При номинальном напряжении ротора до 900 В напряжение ротора включается на клеммы 2, 3; до 1200 В — на клеммы 1, 3; до 1700 В — на клеммы 1, 4.

1.5.5. Блок частоты и защиты БЧЗ.

Схема блока частоты и защиты приведена на рис. 15. БЧЗ состоит из двух узлов: блока частоты, содержащего измерительный и усилительный элементы, и блока защиты.

Измерительный элемент блока частоты представляет собой два резонансных контура Др2, С19, С20 и Др3; С21, настроенных на резонанс при частотах ≈ 45 Гц и ≈ 55 Гц. Выпрямленное и отфильтрованное напряжение резонансных контуров подается на обмотки управления магнитного усилителя БЧЗ. УМ-А, УМ-Б с противоположной полярностью. Настройка резонансных контуров и усилителя производится с таким расчетом, что при изменении частоты от ≈ 48 до ≈ 52 Гц выходное напряжение усилителя изменяется прямо пропорционально частоте, а при частоте ≈ 50 Гц равно нулю. Усилитель выполнен по схеме с самонасыщением на сердечниках из пермаллоя марки 79 НМ; применена дифференциальная схема с суммированием напряжений плеч на балластных сопротивлениях R35, R36. Усилитель имеет отрицательную обратную связь (обмотка 1) по напряжению выхода для уменьшения дрейфа, улучшения линейности и гибкую обратную связь (обмотка 4) для регулирования постоянной времени. Фильтр выходного напряжения усилителя (Др5, С45÷С47) выполнен по трансформаторной схеме. Цепи смещения усилителя питаются от стабилизированного источника (стабилитроны Д87÷Д94).

Установленный в цепи питания усилителя (в цепи 110 В, 450 Гц) стабилизатор напряжения состоит из LC-фильтра (Др4, С28÷С33), нагруженного на активное сопротивление R25; стабилитроны Д67÷Д86 стабилизируют выходное напряжение фильтра. Стабилизатор предназначен для уменьшения паразитных связей по цепям 110 В, 450 Гц.

Стабилитроны Д35÷Д50. Стабилизирующие входное напряжение измерительных цепей, предназначены для устранения паразитных связей по цепям 100 В, 50 Гц.

Блок защиты отключает каналы регулирования по изменению напряжения и производной частоты, если напряжение генератора

и скорость изменения частоты одновременно увеличиваются и достигают величин, имеющих место при сбросе нагрузки.

Реле Р1, фиксирующее возрастание напряжения, включено на выход схемы эталонного напряжения (трансформатор Тр1 с выпрямительным мостом Д1÷Д8, фильтр, стабилитроны Д9÷Д32), питающегося от трансформатора напряжения синхронной машины. Величину уставки по напряжению можно регулировать сопротивлениями R4÷R6 в пределах 110÷125% от номинального напряжения. Реле Р5, фиксирующее скорость изменения частоты, включено на выход блока частоты. Величину уставки по производной частоты можно регулировать в пределах 1÷8 Гц/с.

При повышении напряжения и производной частоты выше уставок срабатывания реле Р1 и Р5 срабатывает реле Р3 и контактами 8—9 и 10—11 шунтирует цепи изменения и производной частоты (контакт 3—5 реле Р4 при этом вначале замкнут, после срабатывания Р3 он шунтируется его контактом 4—5).

Цепь, состоящая из контакта 12—13 реле Р3, выпрямителя Д33 и сопротивления R11, предназначена для того, чтобы не произошло отключение схемы блокировки при достижении усилителем БЧЗ потолочного напряжения.

Реле Р2, имеющее уставку по напряжению срабатывания 125÷140% от номинального напряжения, обеспечивает работу схемы блокировки в случае отказа реле Р1 либо Р5.

В режиме глубоких синхронных качаний машины, возникающих после отключения короткого замыкания при асинхронном ходе, возможны значительные повышения напряжения и частоты, однако отключение сигналов Δf , f' нецелесообразно. Отстройка от качаний, возникающих после отключения короткого замыкания, производится с помощью регулируемого сопротивления R13.

При асинхронном ходе, когда контакт Я—Л реле Р1 замкнут, а контакт Я—П реле Р5 попеременно замыкается и размыкается, периодического срабатывания реле Р3 не происходит вследствие того, что контакт 3—5 реле Р4 имеет задержку на отпадание, превышающую возможную длительность качаний (8÷10 с); Р3 находится в обесточенном состоянии, сигналы Δf , f' не отключаются.

Линейная зависимость выходного напряжения от частоты обеспечивается в диапазоне 48÷52 Гц.

1.5.6. Статический преобразователь частоты ПЧМ.

Статический преобразователь частоты ПЧМ состоит из статического умножителя частоты (удевятерителя), входного стабилизатора напряжения, компенсирующих емкостей С28÷С33 и выходного трансформатора Тр10 (рис. 8).

Удевятеритель состоит из девяти трансформаторов Тр1÷Тр9, работающих в режиме насыщения. Соотношение чисел витков и схема соединения обмоток выбраны из условия

создания симметричной девятифазной системы магнитных потоков при соединении первичных обмоток трансформаторов в сложную звезду. Вторичные обмотки всех трансформаторов соединяются в разомкнутый девятиугольник; при таком соединении выходное напряжение удевятерителя равно геометрической сумме э. д. с. всех вторичных обмоток. В режиме насыщения на выходе удевятерителя появляется э. д. с. нечетных гармоник, кратных числу сердечников, т. е. 9, 27 и т. д.

Линейные дроссели $Dp1 \div Dp3$, емкости $C1 \div C27$ и нелинейные индуктивности фаз удевятерителя составляют входной резонансный стабилизатор напряжения; емкости $C1 \div C27$ также уменьшают потребляемую удевятерителем реактивную мощность.

Компенсирующие емкости $C28 \div C33$, предназначенные для компенсации индуктивного сопротивления блока (продольная компенсация), улучшают внешнюю характеристику блока и повышают величину максимально отдаваемой мощности.

Номинальное напряжение питания 380 В, 50 Гц.

Номинальное выходное напряжение 110 В, 450 Гц.

Номинальная выходная мощность 200 ВА.

1.5.7. Ограничитель минимального возбуждения ОМВ.

В соответствии с рассмотренной ранее требуемой характеристикой

$$\frac{Q}{U_r} - K \frac{P}{U_r} = -A$$

блок ОМВ вступает в работу при определенном соотношении активной и реактивной мощностей генератора и напряжения на его выводах и воздействует на регулятор в сторону уменьшения потребляемой генератором реактивной мощности. Реализация данной характеристики ограничителя осуществляется следующим образом. Уравнение требуемой характеристики может быть представлено в виде:

$$I_p - KI_a = -A,$$

где $I_p = \frac{Q}{U_r}$, $I_a = \frac{P}{U_r}$ — реактивная и активная составляющие тока статора.

В соответствии с данным уравнением и выполнена принципиальная схема блока (рис. 16). Блок состоит из следующих элементов:

а) фазового дискриминатора ФД, вычисляющего величину $I_p - KI_a$ и состоящего из трансформаторов тока $Tr1$, $Tr2$, выпрямителей $D1 \div D8$ и $D11 \div D18$;

б) источника опорного напряжения; источник включает в себя трансформатор $Tr3$, мостовой выпрямитель $D29 \div D36$ и стабилизаторы;

в) выходных фильтров $\Phi 1$ и $\Phi 2$;

г) элементов, обеспечивающих регулирование коэффициента передачи и устойчивости работы блока ($R6 \div R11$, $D9$, $D10$, $D19$, $D20$,

$C21$, $C37$) при воздействии на суммирующий усилитель регулятора по цепи «огр. мин» (см. рис. 1);

д) релейной части, состоящей из реле $P1 \div P4$ и связанных с ними элементов и осуществляющей воздействие на уставку напряжения регулятора, отключение генератора от схемы группового регулирования возбуждения и сигнализацию работы ОМВ.

При вступлении в работу ОМВ срабатывает реле $P2$ и с помощью реле-повторителя $P1$ включает цепь на подъем уставки напряжения регулятора («+РУБ», клемма 15). Воздействие на уставку импульсное; выполнено с помощью пульс-пары, состоящей из реле $P3$, сопротивления $R27$ и емкостей $C45$, $C46$. Импульсное воздействие на уставку обеспечивает более высокую точность реализации характеристики ограничителя.

Реле $P4$ имеет уставку по току срабатывания несколько меньшую, чем $P2$, и перед вступлением в работу ОМВ осуществляет отключение генератора от схемы группового регулирования возбуждения.

Контакты Я—П реле $P2$ и $P4$, шунтирующие сопротивления $R23$ и $R25$, предназначены для увеличения коэффициентов возврата реле.

Поскольку величина «К» в исходном уравнении характеризует с определенной точностью тангенс угла φ наклона требуемой характеристики ОМВ к оси абсцисс на плоскости I_a, I_p

$$K = \operatorname{tg} \varphi,$$

настройка блока облегчена путем введения панели «Переключатель угла φ », позволяющей непосредственно установить в градусах угол φ .

1.5.8. Блок подстройки уставки напряжения при точной синхронизации ПУН.

Схема блока приведена на рис. 17.

Напряжения трансформаторов напряжения синхронизируемого генератора и сети подаются на трансформаторы $Tr1$ и $Tr2$ блока и выпрямляются выпрямительными мостами $D1 \div D8$ и $D11 \div D18$. Потенциометры $R1$, $R3$, $R6$, $R8$ служат для грубого и точного уравнивания напряжений на делителях при одинаковых напряжениях трансформаторов напряжения генераторов и сети. Поляризованные реле $P1$, $P2$ срабатывают (либо $P1$, либо $P2$) при наличии разницы напряжений генератора и сети и воздействуют на уставку напряжения генератора, подгоняя ее к напряжению сети.

Выпрямители $D9$, $D10$ установлены для уменьшения нагрузки на делители. Емкости $C3 \div C8$ и дроссель Dp предназначены для фильтрации.

1.5.9. Блок ограничения двукратного тока ротора БОР-21.

Блок представлен на рис. 18. Схема, осуществляющая выделение сигнала, пропорционального отклонению тока ротора от двукратного, выполнена с помощью последовательной цепи стабилизаторов $D31 \div D70$. Изменением количества последовательно включен-

ных стабилитронов можно изменять величину тока ротора, при которой вступает в работу ограничитель. Питание цепи стабилитронов от ТПТ производится через фильтр Ф, от БТЛ — без фильтра, т. к. схема БТЛ включает в себя фильтр.

Реле ограничения форсирования РОФ является повторителем реле двукратного тока, установленного вне панели. При срабатывании реле двукратного тока ограничение выходного напряжения усилителя форсировочной группы осуществляется подключением на выход усилителя с помощью контактов РОФ цепи стабилитронов Д81÷Д120. Изменяя количество последовательно включенных стабилитронов, можно менять величину выходного напряжения усилителя в режиме ограничения двукратного тока ротора.

При срабатывании схемы контроля ветвей тиристорного возбудителя в результате выхода из работы части параллельных ветвей тиристорного возбудителя происходит закорачивание части стабилитронов как в цепи Д31÷Д70, так и в цепи Д81÷Д120.

1.5.10. Блок ограничения перегрузки ОП.

На рис. 26 приведена блок-схема ограничителя перегрузки ОП.

При достижении током ротора (статора) величины $\approx 1,07$ от номинального срабатывает реле РФП, фиксирующее перегрузку, с помощью реле-повторителя Р7 включает измерительный орган ограничителя перегрузки. Вентили В₁, В₂ обеспечивают воздействие на ограничитель того тока, который имеет большую кратность перегрузки.

Измерительный орган ОП включает в себя функциональный преобразователь ФП, интегрирующий усилитель ИУ и эталонный элемент. Входное напряжение функционального преобразователя пропорционально току ротора (статора); выходное напряжение (рис. 26) приближенно пропорционально выражению

$$U_{\text{вых}} = (I_*^2 - 1),$$

где I_* — ток обмотки ротора (статора) синхронной машины, выраженный в единицах номинального тока соответствующей обмотки.

Напряжение выхода функционального преобразователя подается на вход интегрирующего усилителя; выходное напряжение последнего пропорционально величине

$$U_{\text{вых}} = \int_0^t (I_*^2 - 1) dt,$$

т. е. нагреву обмотки синхронной машины.

Напряжение выхода эталонного элемента соответствует величине максимально допустимого нагрева обмотки. По достижении выходным сигналом интегрирующего усилителя величины, соответствующей максимально допустимому нагреву, срабатывает выходное реле измерительного органа — двухобмоточное реле ограничения перегрузки РОП, включенное на разность напряжений интегрирующего усилителя и эталонного элемента, и с помощью реле-повторителей Р8 и Р9 включает исполнительное устройство ИУ, осуществ-

ляющее воздействие на регулятор с целью снижения тока перегруженной обмотки до номинального:

а) реле Р9 включает схему снижения уставки напряжения регулятора. Для обеспечения устойчивости регулирования схема осуществляет импульсное воздействие на уставку, которое создается с помощью пульсары, собранной на реле Р4;

б) реле Р8 включает нелинейный измерительный мост, и пока ток перегруженной обмотки не снизится до номинального, осуществляется воздействие на суммирующий усилитель регулятора сигналом, пропорциональным отклонению тока от номинального.

Окончание процесса снижения тока возбуждения до номинального фиксируется реле Р2. Последнее отключает реле Р9, выводя из работы как статическую, так и астатическую схему воздействия на АРВ.

После ликвидации перегрузки блок ОП может обеспечивать один из двух режимов остывания машины:

Режим 1 — ограничитель перегрузки поддерживает ток перегрузившейся обмотки постоянным и равным номинальному, не допуская повторных перегрузок в течение времени, необходимого для полного остывания синхронной машины при номинальном токе.

Режим 2 — во время остывания синхронной машины могут быть обеспечены повторные перегрузки. В этом случае учет нагрева производится по суммарному тепловому действию перегрузок. Допустимость осуществлений такого режима должна быть согласована с заводом-изготовителем синхронной машины.

Режим 1 — обеспечивается с помощью обмотки 3—4 реле РОП, включаемой на выход интегрирующего магнитного усилителя контактом Л—Я реле Р5, являющегося повторителем реле РОП (накладка выбора режимов находится в положении «реж. 1»).

При таком питании обмоток РОП его контакт, осуществляющий включение исполнительного устройства ограничителя перегрузки и поддержание тока перегруженной обмотки номинальным, остается замкнутым в течение времени, необходимого для снижения напряжения интегрирующего усилителя до напряжения отпускания реле РОП по обмотке 3—4. Это время устанавливается равным времени остывания синхронной машины.

В режиме 2 обмотка 3—4 реле РОП отключена, РОП удерживается в сработанном состоянии только по обмотке 1—2. Контакт РОП, осуществляющий включение исполнительного устройства и поддержание тока нагруженной обмотки номинальным, размыкается, разрешая повторную перегрузку, как

только напряжение $\int_0^t (I_*^2 - 1) dt - U_{\text{эт}}$ снизится до напряжения отпускания РОП, т. е. практически как только ток снизится до номинального.

Задержка включения исполнительного устройства ОП при коротких замыканиях,

происходящих в процессе остывания синхронной машины, осуществляется контактом выходного реле РЗ схемы разрешения форсирования, установленным в цепи обмотки реле Р9 и имеющим задержку на замыкание. Схема разрешения форсирования возбуждения запускается реле Р2, включенным на выход нелинейного измерительного элемента, и срабатывает при снижении тока нагретой обмотки до величины порядка $0,98 I_{ном}$, размыкая контактом выходного реле РЗ цепь питания реле исполнительного устройства ограничителя перегрузки Р9 и препятствуя тем самым снижению тока перегрузившейся обмотки. При возникновении короткого замыкания обесточивается реле Р2, а затем и схема разрешения форсирования, однако замыкание контакта реле РЗ в цепи исполнительного устройства ограничителя перегрузки и введение в работу ограничителя происходит с выдержкой времени, которая может регулироваться элементами схемы разрешения форсирования.

После восстановления напряжения в энергосистеме автоматический возврат уставки напряжения производится следующим образом:

При возникновении перегрузки реле Р8 включает в работу запоминающее устройство, расположенное в блоке напряжения, и фиксирует положение потенциал-регулятора в момент перегрузки. При восстановлении напряжения в энергосистеме после перегрузки, поскольку произошло снижение уставки напряжения регулятора, ток перегрузившейся обмотки оказывается сниженным. При величине тока $\approx 0,9 \div 0,95$ от номинального срабатывает реле Р1, включенное на выход нелинейного измерительного моста, и включает цепь на подъем уставки («РУБ», см. рис. 20).

Воздействие на повышение уставки также импульсное.

Процесс повышения уставки напряжения прекращается в следующих случаях:

а) когда отпадает контакт реле Р1 (ток перегрузившейся обмотки возвращается к величине, близкой к номинальной);

б) когда размыкается блок-контакт запоминающего устройства (уставка напряжения возвращается к уровню, который имел место до перегрузки);

в) когда срабатывает схема прекращения возврата (при воздействии на уставку со стороны дежурного персонала) и своим выходным реле РПВ обесточивает Р8, которое и отключает цепь воздействия на уставку в сторону увеличения.

Принципиальная схема блока ОП приведена на рис. 27.

Реле фиксации перегрузки включается на выход датчиков тока через стабилитроны ДЗЗ÷Д47, обеспечивающие отстройку от номинального режима.

Функциональный преобразователь выполнен на стабилитронах Д9÷Д17, осуществля-

ющих кусочно-линейную аппроксимацию параболы

$$U_{вых} = I^2_{*} - 1.$$

Интегрирующий магнитный усилитель выполнен двухкаскадным (У1, У2). Каждый каскад выполнен по дифференциальной схеме и состоит из усилителей с внутренней положительной обратной связью. Сердечники из пермаллоя марки 79НМ. Двухкаскадный усилитель охвачен жесткой обратной связью (R10, R14, R17) и гибкими обратными связями, обеспечивающими режим интегрирования (цепь R38, C23÷C28) и устойчивость работы (цепь R11, C2).

Предусмотрена возможность с помощью контакта 10—11 реле Р7, шунтирующего сопротивление R16 в цепи жесткой обратной связи, изменять коэффициент усиления и увеличивать постоянную времени интегрирования усилителя. Тем самым обеспечивается реализация различных постоянных времени нагревания и остывания синхронной машины, если в этом есть необходимость.

Эталонный элемент выполнен на стабилитронах Д69÷Д72, нелинейный измерительный мост — на стабилитронах Д52÷Д65.

Импульсное воздействие на уставку как в сторону снижения, так и в сторону ее подъема производится с помощью одной пульс-пары, собранной на реле Р4, емкостях С66÷С69 и сопротивлении R59. Реле Р4 контактом П—Я периодически снимает напряжение с обмотки реле управления уставкой (РУМ либо РУБ); частота импульсов регулируется с помощью емкостей С66÷С69.

Цепь, обеспечивающая возможность кратковременного форсирования возбуждения синхронной машины при коротком замыкании в процессе перегрузки, собрана на двухобмоточном реле РЗ. Емкости С70÷С74, шунтирующие обмотку 3—4 реле, обеспечивают протекание тока по этой обмотке и удержание контакта П—Я в цепи обмотки Р9 замкнутым после отключения реле РЗ от источника постоянного напряжения контактом реле Р2.

Схема, прекращающая режим возврата уставки напряжения при вмешательстве дежурного персонала, состоит из двухобмоточного реле РПВ, выпрямителей Д93÷Д94, сопротивлений R57, R67 и контакта Л—Я реле Р4. При управлении уставкой напряжение на реле управления уставкой подается контактом П—Я реле Р4.

Этим же контактом подается напряжение на обе обмотки РПВ — на обмотку 1—2 в сторону отпадания, на обмотку 3—4 в сторону срабатывания; сопротивления R57 и R67 выбраны таким образом, что ампервитки срабатывания меньше ампервитков отпадания, и срабатывание РПВ в этом режиме не происходит. При срабатывании реле Р1, свидетельствующем о снижении тока перегруженной обмотки до величины $\approx 0,9 \div 0,95$ от номинальной, обмотки 1—2 РПВ шунтируются. Если при этом дежурный персонал воздей-

ствуется на уставку, то на обмотку 3—4 реле РПВ подается напряжение; реле РПВ срабатывает и размыкает цепь самоудерживания реле РС, ликвидируя цепь запоминания уставки.

Цепь, состоящая из реле фиксации номинального тока ротора (статора) РФН и промежуточного реле Р6, срабатывает при токах, превышающих номинальный на $2 \div 4\%$, и отключает синхронную машину от схемы группового регулирования возбуждения по цепям уравнивания. Одновременно осуществляется запрет на изменение уставки в сторону «Больше» от центрального регулятора напряжения.

1.5.11. Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР.

Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР (рис. 19) представляет собой магнитный усилитель (УМ-А, УМ-Б); сравнительные величины выходного напряжения суммирующего усилителя операционного блока и блока ручного регулирования уставки системы сеточного управления производится на обмотках управления магнитного усилителя блока БСУР (второй и третьей). При наличии соответствия между уставкой БРУ и выходным напряжением суммирующего усилителя блока ОБ с помощью смещения, осуществляемого по первой обмотке усилителя БСУР, на выходе усилителя устанавливается нулевое напряжение; при отсутствии соответствия на выходе усилителя БСУР устанавливается напряжение, отличное от нуля; при этом срабатывает одно из реле, Р1 либо Р2, и своими контактами Л—Я воздействует на БРУ в сторону подъема или снижения уставки.

1.5.12. Блок выбега БВ.

Основные элементы блока выбега (рис. 33) — нелинейный измерительный мост на стабилитронах Д1—Д28 и два двухпозиционных реле с защелкой Р1, Р2.

Нелинейный измерительный мост рассчитан таким образом, что его выходное напряжение равняется нулю при холостом ходе турбогенератора. При токах ротора, меньших тока холостого хода, выходное напряжение моста пропорционально отклонению тока ротора генератора от тока холостого хода.

Применение реле с защелкой, производящих переключение питания регулятора, обеспечивает надежную и четкую работу схемы.

1.5.13. Блок ограничения напряжения БОН.

Принципиальная схема блока представлена на рис. 29.

Блок включает в себя измерительный элемент — насыщающийся дроссель Др, последовательно с которым через мостовой выпрямитель Д1—Д8 включены соединенные параллельно сопротивления нагрузки R , сглаживающие емкости С1, С2 и выходное реле Р. Емкости С3—С8 служат для отстройки от колебаний частоты и напряжения в переходных режимах; стабилитроны Д9—Д16 предназначены для обеспечения необходимого коэффициента возврата реле.

На вход блока подается напряжение от измерительных цепей регулятора. Когда напряжение на выводах силового трансформатора достигает уровня ограничения, дроссель Др насыщается, и на сопротивлении R1 появляется напряжение, достаточное для срабатывания Р1, которое своими контактами Л—Я замыкает цепь на снижение уставки напряжения регулятора (к РУМ).

Насыщение дросселя при частоте 50 Гц происходит при напряжении порядка $0,96 \div 0,99 U_{ном}$. С понижением частоты напряжение насыщения дросселя пропорционально уменьшается, и включение РУМ происходит при меньшем напряжении.

Напряжение срабатывания и отпускания реле Р при различных частотах соответствует табл. 3.

Таблица 3

Частота, Гц	48	50	52
Напр. срабатывания, В	≈ 101	$\approx 104,5$	$\approx 108,5$
Напр. отпускания, В	≈ 100	$\approx 103,5$	$\approx 105,5$

1.5.14. Блок тока БТЛ.

Основные элементы блока тока — трехфазный трансформатор Тр, выпрямитель Д1—Д3 и фильтр (рис. 28). На первичную обмотку трансформатора подается ток от трансформатора тока синхронной машины. Выпрямление вторичного напряжения производится с помощью селеновых выпрямителей; это объясняется надежной работой селеновых выпрямителей при перегрузках, которые могут быть значительными в цепях статора синхронной машины. Фильтрация выходного напряжения производится с помощью трансформаторного фильтра.

1.6. Конструкция, размещение и монтаж.

1.6.1. Конструкция.

Аппаратура регулятора размещается в одной либо в двух панелях, в зависимости от типа регулятора. Вне панелей устанавливаются блоки ПУН и ДБОС.

Принципиальные схемы соединения блоков внутри панелей приведены на рис. 20, 30, 34, 35.

В первой панели (рис. 20), кроме блоков, функции которых описаны ранее, установлены следующие основные элементы:

а) реле 1РПР двухпозиционное с защелкой, с помощью которого производится включение регулятора и отключение его от действия защит и автоматики агрегата;

б) ключ режимов КР, предназначенный для выбора режима работы синхронной машины. Ключ имеет два положения «автоматическое» и «ручное». При положении ключа, соответствующем ручному регулированию, выход регулятора отключается от входа системы управления возбуждением;

в) ключ группового регулирования КГ, предназначенный для выбора режима работы

регулятора. Ключ имеет два положения «индивидуальное» и «групповое». При положении ключа «индивидуальное» регулятор отключается от схемы группового регулирования возбуждения;

г) кнопки КМ и КБ, с помощью которых можно изменять уставку напряжения синхронной машины с панели регулятора соответственно в сторону «меньше» или «больше»;

д) аппаратура схемы уравнивания реактивной мощности, включающая в себя трансформаторы ПТТ-5, ПТТ-Г, панель трансформаторов ПТ (рис. 25) и узел сопротивлений УС;

е) рубильник Р, отключающий входные цепи блока БОС;

ж) реле 1РГ, 2РГ, подключающие регулятор к системе группового регулирования возбуждения; реле РЦ и РМВ, относящиеся к системе группового регулирования возбуждения.

Комплектация второй панели регулятора блоками зависит от модификации регулятора (рис. 29, 33, 34).

Большинство блоков установлены в панелях на направляющих и при наладке могут выниматься из панели.

На устанавливаемые вне панели блоки ПУН и ДБОС надеются кожуха.

Каждый блок имеет клеммник, на который выводятся входные и выходные цепи блока в соответствии с его принципиальной схемой. Каждому клеммнику блока соответствует отдельный клеммник, закрепленный в панели; клеммник блока соединяется с клеммником, закрепленным в панели, соответствующими перемычками. К клеммникам, закрепленным в панели, осуществляется подвод всех соединений между блоками и элементами, установленными в панели. Такая конструкция позволяет иметь съемные блоки без отключения проводов от клеммников, что устраняет ошибки при подключении блоков.

Операционный блок и блок ограничения перегрузки имеют контрольные клеммы на лицевой стороне, предназначенные для производства измерений (рис. 10 и 27).

Блоки, имеющие существенный перегрев относительно температуры окружающей среды (ПЧМ, БКТ), располагаются в верхних частях панелей. Для вентиляции предусмотрены прикрытые сетками отверстия в нижних частях панелей и зазоры между крышками и верхними рамами панелей.

С лицевой стороны первой панели для удобства наладки и контроля за работой регулятора находятся:

а) лимб потенциал-регулятора изменения уставки напряжения регулятора и рукоятка ручного изменения уставки;

б) кнопки управления уставкой КМ и КБ и ключи КР и КГ;

в) пластинчатый переключатель коэффициента усиления по каналу напряжения на четыре положения, соответствующих коэффициентам усиления 15, 25, 50 и 75 ед. возб./ед. напр.;

г) ступенчатые переключатели сопротивлений на 10 положений для регулирования коэффициентов усиления по каналам U' ; Δf ; f' ; $I'_{\text{рот}}$; корректирующей цепи;

д) наклейки, отключающие сигналы по входным каналам регулятора; в верхнем положении накладок на обмотки управления суммирующего усилителя включаются соответствующие сигналы, в нижнем — сигналы отключаются, и обмотки управления включаются на эквивалентные сопротивления;

е) потенциометр установки нуля суммирующего усилителя;

ж) вольтметр для измерения напряжения в различных точках схемы ОБ; с помощью кнопки изменяются пределы измерения вольтметра.

С лицевой стороны второй панели находятся:

а) пластинчатый переключатель на два положения («Реж.1 — Реж. 2»), позволяющий изменять режим остывания синхронной машины, обеспечиваемый блоком ОП;

б) наклейки, отличающие входные цепи интегрирующего магнитного усилителя блока ОП и цепь его гибкой обратной связи « $I_{\text{вх}}1$ », « $I_{\text{вх}}2$ », «ГОС»;

в) ступенчатый переключатель сопротивлений на 10 положений для регулирования коэффициента усиления по $\Delta I_{\text{рот}}$ (стат.);

г) три потенциометра установки нуля интегрирующего усилителя блока ОП;

д) вольтметр для измерения напряжения в различных точках схемы ОП; с помощью кнопки изменяются пределы измерения вольтметра.

Внешний вид панелей и блоков ПУН и ДБОС, габаритные и установочные размеры и размещение блоков в панелях приведены на рис. 21—24, 31, 32, 37.

1.6.2. Размещение и монтаж.

Панели регулятора следует устанавливать в ряду панелей щита возбуждения каждого агрегата; блок ПУН — на панели синхронизатора; блок ДБОС — вблизи возбудителя.

Включение регулятора производится с помощью кабелей, подводимых к клеммникам панелей. Исключение представляет собой кабель от обмотки возбуждения синхронной машины, который подводится непосредственно к рубильнику Р в панели, минуя клеммник.

Клеммники располагаются на правой и левой боковинах панелей и в нижней части первой панели; на нижний клеммник выводятся цепи, связанные с групповым регулированием возбуждения.

1.7. Пломбирование.

Крышки из органического стекла на лицевой панели регулятора должны быть закрыты и опломбированы. Это требование в части крышек сохраняется при нормальной работе регулятора во время эксплуатации.

В случае длительного хранения регулятора в нерабочем состоянии пломбированию подлежат дверь и крышки из органического стекла на лицевой панели.

1.8. Тара и упаковка.

Упаковка регулятора производится в соответствии с чертежами на упаковочную тару предприятия—разработчика.

Комплект запасных блоков к регуляторам, кроме деревянной упаковочной тары, размещен в металлической упаковке, выполненной в виде этажерки.

Этажерка служит постоянным местом хранения запасных блоков.

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Указание мер безопасности.

Все основные цепи регулятора имеют номинальное напряжение ниже 1000 В, кроме цепей, связанных с ротором синхронной машины. Работа в этих цепях выполняется в соответствии с правилами работы в цепях вторичной коммутации.

Работа в цепях трансформаторов тока (блоки ОМВ, БКТ, ПТТ, БТЛ, БВ, ОП) допускается только после закорачивания токовых цепей.

Работа в панели регулятора допускается только при отключенном рубильнике ЖОС. Должны быть приняты меры, не допускающие включение его, вывешен плакат с предупредительной или запрещающей надписями.

Работа в цепях до рубильника ЖОС при возбужденной синхронной машине не допускается.

2.2. Подготовка регулятора к работе и включение в работу.

Перед включением проводится внешний осмотр АРВ, проверяется, что все накладки клеммников блоков и накладки на лицевой панели блока ОБ находятся в заданном положении.

Проверяется отключенное положение ключей регулятора. Включаются автоматы 380 В и 100 В, 50 Гц. По прибору блока ОБ проверяется, что на АРВ подаются сигналы тока ротора, напряжение выхода БЧЗ. Воздействием на потенциал-регулятор уставкой с помощью кнопок КБ и КМ, установленных на панели регулятора, устанавливается $\Delta U=0$ по прибору блока ОБ.

Включение регулятора может производиться с панели управления, если там установлены ключ управления уставкой и вольтметр, измеряющий выход регулятора.

Включением ключа КР регулятор вводится в работу.

2.3. Порядок работы.

Нормальной является работа синхронной машины с включенным регулятором. Вывод АРВ производится только на ревизию и при неисправности.

При остановленном в резерв агрегате нормальное положение ключей на панели АРВ включенное.

АРВ автоматически включается в работу при пуске агрегата и возбуждении синхрон-

ной машины и отключается автоматически при останове агрегата.

Управление уставкой АРВ осуществляется с панели АРВ кнопками, ключом с агрегатного щита или ключом с центрального пульта управления.

Контроль при этом осуществляется по приборам, измеряющим ток ротора, напряжение статора и реактивную мощность синхронной машины.

Длительная работа регулятора главного генератора допустима только при включенном регуляторе вспомогательного генератора.

На начальном периоде эксплуатации допускается работа регулятора без сигналов отклонения и производной частоты, без производной тока ротора с коэффициентом усиления по каналу отклонения напряжения

$$K_{\Delta U} = 15 \frac{\text{ед. возб.}}{\text{ед. напр.}}$$

При нормальной длительной работе регулятора двери панели, а также плексиглазовые крышки на блоках должны быть закрыты.

Порядок операций при включении и отключении АРВ из системы группового регулирования возбуждения ГРВ приведен в описании системы ГРВ.

2.4. Контроль работы, возможные неисправности и методы их устранения.

Контроль за нормальной работой регулятора осуществляется дежурным персоналом по щитовым приборам режима работы синхронной машины на щите возбуждения, агрегатном щите и центральном пульте управления.

Дополнительно в регуляторе предусмотрена возможность создания сигналов, свидетельствующих о неисправностях или некоторых определенных режимах:

«Регулятор отключен»

«Групповое регулирование отключено»

«Перегрузка»

«Работает ОМВ»

«Работает БВ».

Неисправность регулятора определяется дежурным персоналом по существенному изменению режима работы синхронной машины по сравнению с другими синхронными машинами. Неисправный регулятор отключается, машина переводится на ручное управление.

При установлении факта неисправности регулятора следует иметь в виду, что изменение режима машины может быть вызвано не аварией в регуляторе, а работой ограничителя минимального возбуждения, ограничителя двукратного тока ротора, ограничителя перегрузки, отключением регулятора от схемы группового регулирования возбуждения, о чем подаются соответствующие сигналы.

Контроль за нормальным режимом регулятора, определение и устранение неисправностей производится специально обученным персоналом.

В нормальном режиме работы регулятора показания вольтметра, установленного на I панели, должны быть в следующих пределах.

Положение переключателя вольтметра	Напряжение, В
ΔU	$\pm 4,5$
0,2 Uf	37÷44
0,2 I _{пот}	4÷20
У1-А	10÷20
У1	$\pm 0,02$
У2Ф-А	15÷35
У2Ф	± 5
Выход Ф	± 4

При возникновении неисправности по вольтметру, установленному на I панели, проверяется режим работы отдельных каналов регулирования, при этом рекомендуется остальные каналы отключать накладками на лицевой панели ОБ или соответствующими переключателями.

Если при всех отключенных каналах неисправность АРВ сохраняется, то это свидетельствует о неисправности магнитного усилителя.

При отыскании неисправности необходимо обратить особое внимание на наличие питания 380 В, 50 Гц и 100 В, 50 Гц. Наличие питания 380 В проверяется по включенному положению автомата и наличию напряжения на выходах магнитных усилителей. Отключение автоматов сигнализируется, а при отключении автомата трансформатора напряжения производится автоматическое отключение регулятора.

При обнаружении неисправности определенного узла АРВ проверяются цепи этого узла.

Отключение регулятора производится воздействием на его реле IРПР с соответствующей сигнализацией. После аварийного отключения регулятора ключ КР необходимо поставить в положение «Ручное», устранить причину отключения и вновь ввести регулятор в работу в соответствии с п. 2.2.

2.5. Объем и периодичность контрольно-профилактических работ.

Контрольно-профилактические работы проводятся в следующем объеме специально обученным персоналом во время капитальных ремонтов агрегата:

а) очистка панели регулятора от пыли. При чистке соседних панелей сетки на дверях и сверху панелей закрываются щитами. На начальном периоде эксплуатации станции и в период строительства эти щиты не снимаются с целью предохранения регулятора от повреждения;

б) проверка целостности всех паек, качества всех контактных соединений;

в) проверка изоляции;

г) снятие основных характеристик блоков, характеристик регулятора в целом;

д) проведение комплексных испытаний регулятора с возбудителем и синхронной машиной.

2.6. Консервация и расконсервация.

Для длительного хранения регулятора необходимо:

а) все неокрашенные наружные металлические части аппаратуры смазать незасыхающим, химическим неактивным жировым веществом;

б) вентиляционные отверстия в задних дверях и боковых щитах закрыть глухими крышками. Верхние крышки наглухо привернуть к верхним рамам панелей.

в) задние двери запереть на ключ и опломбировать;

г) крышки на лицевых частях панелей опломбировать.

При расконсервации необходимо:

а) снять смазку;

б) снять крышки с вентиляционных отверстий;

в) снять верхние крышки;

г) распломбировать только задние двери.

Расконсервацию производить с учетом п. 2.5. 2.7. Порядок хранения и транспортирования.

Автоматический регулятор возбуждения, блоки, приспособления и ЗИП, входящие в его комплектацию, должны храниться в складском помещении при температуре от +5°C до +45°C, при относительной влажности воздуха не более 80% и при отсутствии в воздухе агрессивных примесей, вредно действующих на регулятор и упаковку.

Транспортирование упакованного регулятора может производиться любым видом транспорта. При этом транспортирование автомобильным транспортом допускается на расстояние не более 1000 км по шоссе и на дорогам с любой скоростью и не более 500 км по грунтовым дорогам со скоростью не более 30 км в час.

ТИПОИСПОЛНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА

Обозначение регулятора	Исполнения								
	по составу аппаратуры					по первичному току трансформаторов тока			
	без ограничителя перегрузки и блока выбега	с ограничителем перегрузки	с ограничителем перегрузки и блоком выбега	с ограничителем перегрузки и блоком ограничения напряжения	с ограничителем перегрузки, блоком ограничения напряжения, блоком выбега	ПТТ 5/5	ПТТ 10/5	ПТТ 15/5	ПТТ 20/5
1. АРВ-СД-01-1-У4	+	-	-	-	-	+	-	-	-
2. АРВ-СД-01-2-У4	+	-	-	-	-	-	+	-	-
3. АРВ-СД-01-3-У4	+	-	-	-	-	-	-	+	-
4. АРВ-СД-01-4-У4	+	-	-	-	-	-	-	-	+
5. АРВ-СД-02-1-У4	-	+	-	-	-	+	-	-	-
6. АРВ-СД-02-2-У4	-	+	-	-	-	-	+	-	-
7. АРВ-СД-02-3-У4	-	+	-	-	-	-	-	+	-
8. АРВ-СД-02-4-У4	-	+	-	-	-	-	-	-	+
9. АРВ-СД-03-1-У4	-	-	+	-	-	+	-	-	-
10. АРВ-СД-03-2-У4	-	-	+	-	-	-	+	-	-
11. АРВ-СД-03-3-У4	-	-	+	-	-	-	-	+	-
12. АРВ-СД-03-4-У4	-	-	+	-	-	-	-	-	+
13. АРВ-СД-05-1-У4	-	-	-	+	-	+	-	-	-
14. АРВ-СД-05-2-У4	-	-	-	+	-	-	+	-	-
15. АРВ-СД-05-3-У4	-	-	-	+	-	-	-	+	-
16. АРВ-СД-05-4-У4	-	-	-	+	-	-	-	-	+
17. АРВ-СД-06-1-У4	-	-	-	-	+	+	-	-	-
18. АРВ-СД-06-2-У4	-	-	-	-	+	-	+	-	-
19. АРВ-СД-06-3-У4	-	-	-	-	+	-	-	+	-
20. АРВ-СД-06-4-У4	-	-	-	-	+	-	-	-	+

Примечания:

1. Знак «+» указывает на соответствие комплектации регулятора условному обозначению типоразмера.
2. Регуляторы возбуждения типов АРВ-СД-01-1, АРВ-СД-01-2, АРВ-СД-01-3, АРВ-СД-01-4 занимают по одной панели; регуляторы возбуждения остальных типов занимают по две панели.

Обмоточные данные трансформаторов

Шифр блока	Позиционное обозначение	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы от витка	Данные провода	Тип магнитопровода
Б43	Тр1		1-2 3-6 3-4 3-5	1180 1510	1150 1330	пэлшко ϕ 0,25 пэлшко ϕ 0,23 пэлшко ϕ 0,23 пэлшко ϕ 0,23	Ш - 19 x 35 Э330
	Тр2		1-3 1-2 4-9 4-5 4-6 4-7 4-8	850	800 950 150 650 750 850	пэлшко ϕ 0,27 пэлшко ϕ 0,27 пэлшко ϕ 0,25 пэлшко ϕ 0,25 пэлшко ϕ 0,25 пэлшко ϕ 0,25 пэлшко ϕ 0,25	Ш - 20 x 40 Э330

Продолжение табл. 1

Шифр блока	Позиционное обозначение	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы от витка	Данные провода	Проводы или материалы			
543	Tr3		1-4	220		пэлка φ 0,55	0530 02x02-Ш			
			1-2		180	пэлка φ 0,55				
			1-3		200	пэлка φ 0,55				
			5-7	25		пэлка φ 0,55				
			5-6		20	пэлка φ 0,55				
			8-10	190		пэлка φ 0,64				
			8-9		160	пэлка φ 0,64				
			11-13	23		пэлка φ 0,64				
			11-12		15	пэлка φ 0,64				
			40							
			50							
			60							
			70							
80										
90										
100										
110										
120										
543	Tr4		1-3	245		пэлка φ 0,47	0530 02x02-Ш			
			1-2		220	пэлка φ 0,47				
			4-5	400		пэлка φ 0,19				
			6-12	2680		пэлка φ 0,19				
			6-7		120	пэлка φ 0,19				
			6-8		240	пэлка φ 0,19				
			6-9		1340	пэлка φ 0,19				
			6-10		2440	пэлка φ 0,19				
			6-11		2560	пэлка φ 0,19				

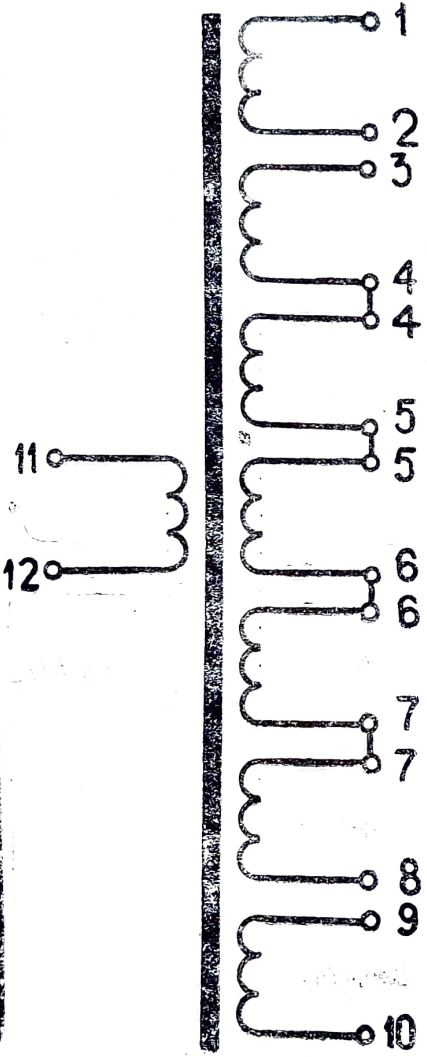
Шифр блока	Элементарные соединения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы	Данные провода	Тип монтажных проводов
05	Тр1... Тр4		1-2 3-4 5-7 5-6 8-10 8-9 11-13 11-12 Экран	500 500 45 15 600 300 45 30 —	ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО ПЭЛШО	φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,44 φ 0,15	ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08 ПЭЛШО - 0,08

Продолжение табл. 1

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы	Данные провода	Тип магнитопровода
БН	Тр 1		1-5 1-2 1-3 1-4 6-8 6-7 9-11 9-10 Экран	4640 315 210 350 280 —	1500 3800 4220 —	пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,19$ пэвшко $\phi 0,72$ пэвшко $\phi 0,72$ пэвшко $\phi 0,15$	Ш-25x25 3330
	Тр 2... Тр 4		1-6 1-2 1-3 1-4 1-5 7-9 7-8 Экран	500 1000 800 —	320 360 380 400 —	пэвшко $\phi 0,64$ пэвшко $\phi 0,64$ пэвшко $\phi 0,64$ пэвшко $\phi 0,64$ пэвшко $\phi 0,64$ пэвшко $\phi 0,38$ пэвшко $\phi 0,38$ пэвшко $\phi 0,15$	Ш-25x25 3330

Шифр блока	Элементы и обозначение	Схема трансформатора	Номер группы	Число витков	Промежуточные отводы от витка	Данные провода	Тип провода
БН	Тр5		1-2	500		пэлшо $\phi 0,44$	800 - 099E 10 45/70 - 10 3360 - 008
			3-4	500		пэлшо $\phi 0,44$	
			5-7	45		пэлшо $\phi 0,44$	
			5-6		15	пэлшо $\phi 0,44$	
			8-10	600		пэлшо $\phi 0,44$	
			8-9		300	пэлшо $\phi 0,44$	
			11-13	45		пэлшо $\phi 0,44$	
			11-12		30	пэлшо $\phi 0,44$	
			Экран		-	пэлшо $\phi 0,15$	
БС	Тр2 Тр3		1-2	1000		пэлшко $\phi 0,17$	
			3-4	1200		пэлшко $\phi 0,17$	
			5-6	600		пэлшко $\phi 0,17$	

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номер вывода	Число витков	Полное сопротивление обмотки	Данные провода	Размер типичного провода				
Б0С	Тр1		1-2	1600		пэлшкo φ 0,38	Ш-25x10 усл. 3330				
			3-4	500		пэлшкo φ 0,27					
			5-6	500		пэлшкo φ 0,27					
			7-8	500		пэлшкo φ 0,15					
			13-14	500		пэлшкo φ 0,15					
			9-10	300		пэлшкo φ 0,12					
			11-12	300		пэлшкo φ 0,12					
			Б0П-1	Тр1 Тр2		1-11		2210		пэлшкo φ 0,25	Ш-15/70-40 800-0996 100 04-01/51
						1-2		390		пэлшкo φ 0,25	
						1-3		990		пэлшкo φ 0,25	
						1-4		1050		пэлшкo φ 0,25	
						1-5		1120		пэлшкo φ 0,25	
1-6	1210					пэлшкo φ 0,25					
1-7	1340					пэлшкo φ 0,25					
1-8	1490					пэлшкo φ 0,25					
1-9	1650					пэлшкo φ 0,25					
1-10	1910					пэлшкo φ 0,25					
12-14	1200					пэлшкo φ 0,25					
Б0СР	Тр		12-13		600	пэлшкo φ 0,25					
			15-16	300		пэлшкo φ 0,25					

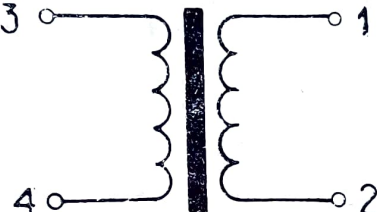
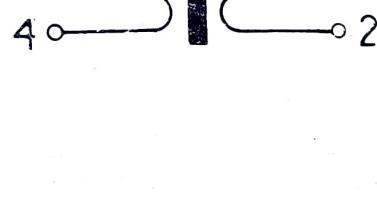
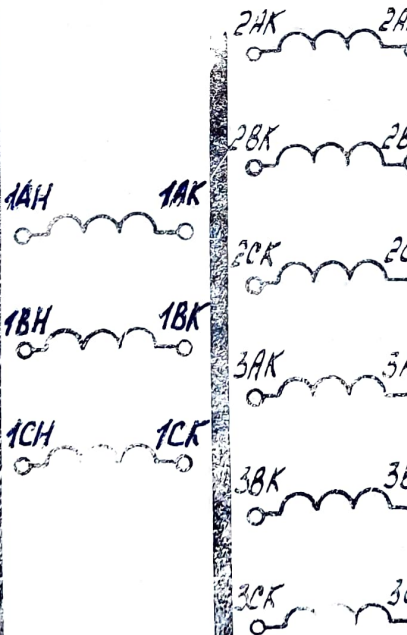
Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число выводов всей обмотки	Промежуточные отводы от витка	Данные провода	Тип маркировки проводов		
0MB	Tr1 Tr2		1-2	32		ПЭВТЛ-2 φ 1,45	0330 04X02-1T Ш-2040		
			3-8	12		ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			3-4		2	ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			3-5		5	ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			3-6		7	ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			3-7		10	ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			9-10	10		ПЭВТЛ-2 φ 1,45			
			11-12	278		ПЭВТЛ-2 φ 0,67			

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков каждой обмотки	Промежуточные отводы от витков	Данные провода	Проводы или шпильки
DMB	Tr		1-2	740		пэвшко φ 0,23	DSE Ш-2040
			3-4	675		пэвшко φ 0,23	
			5-6	675		пэвшко φ 0,23	
			7-8	35		пэвшко φ 0,15	
			9-10	70		пэвшко φ 0,15	
			11-13	70	14	пэвшко φ 0,15	
			11-12			пэвшко φ 0,15	
			14-15	105		пэвшко φ 0,15	
			16-18	480		пэвшко φ 0,15	
			16-17		430	пэвшко φ 0,15	

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы	Данные провода	Тип магнитопровода
ПЧМ	Тр 5		1-2 3-4 5-6 7-8 9-10 11-12 13-14	45 5 200 20 130 13 75		пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3	01 45/70 - 10 3350 - 0,08
			1-2 3-4 5-6 7-8 9-10 Экран	150 150 36 12 4		пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 1,3 пэвшко - 0,41	01 54/06 - 40 3360 - 0,08
			1-2 3-4	1408 1280		пэвшко φ 0,25 пэвшко φ 0,25	02 19x19 3330

Шифр блока	Элементы схемы	Схема трансформатора	Намер. вывод	Число витков	Диаметр провода	Диаметр шп. для укладки	Данные провода	Диаметр шп. или материал
АРВ - СД	ПТТ-Г		1-3	200			ПЭВ-2 ϕ 2,26	Ш-35x70 3330
			1-2		150		ПЭВ-2 ϕ 2,26	
			4-7	5000		ПЭЛШКО ϕ 0,25		
			4-5		3000	ПЭЛШКО ϕ 0,25		
			4-6		4000	ПЭЛШКО ϕ 0,25		
АРВ-СД-0-1 АРВ-СД-0-2 АРВ-СД-0-3 АРВ-СД-0-4	ПТТ-1*, ПТТ-2*		1-2	200			ПБД ϕ 1,81	Ш-35x50 3330
			3-4	200		ПБД ϕ 1,81		
			1-2	100		ПБД ϕ 2,63		
			3-4	200		ПБД ϕ 1,81		
			1-2	57		ПБД ϕ 3,05		
			3-4	200		ПБД ϕ 1,81		
			1-2	50		ПБД 1,63x0,3		
			3-4	200		ПБД ϕ 1,81		

* Исполнение в зависимости от заказа

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков обмотки	Примечания к работе обмотки	Данные провода	Тип материала провода
АРВ-СД	ПТТ-3... ПТТ-5		1-2 3-4	200 200		ПБД $\phi 1,81$ ПБД $\phi 1,81$	ОСБС Ш-35x50 3330
ПЧН	Тр1, Тр2		1-2 3-4	800 1760		ПЭЛШКО $\phi 0,35$ ПЭЛШКО $\phi 0,19$	ОСБС Ш-20x40 3330
БТЛ-5-2, БТЛ-5-1	Тр		1АН-1АК 1ВН-1ВК 1СН-1СК	50 50 50 600 600 600 600 600 600		ПБД $\phi 1,81$ ПБД $\phi 1,81$ ПБД $\phi 1,81$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$ ПЭЛШКО $\phi 0,59$	ОСБС Ш-35x50 3330

Обмоточные данные усилителей

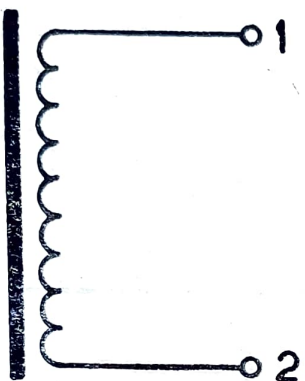
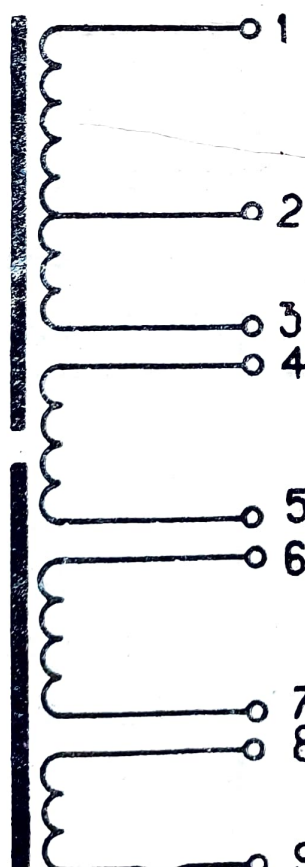
Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема усилителя	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Промежуточные отводы от витка	Данные провода	Тип магнитопровода
643	УМ-А, УМ-Б		1PH-1PK	3000		пэлшо $\phi 0,17$	40/50-10 19НМ-0,05
			2PH-2PK	3000		пэлшо $\phi 0,17$	
			1H-1K	600		пэлшо $\phi 0,17$	
			2H-2K	200		пэлшо $\phi 0,17$	
			3H-3K	200		пэлшо $\phi 0,17$	
			4H-4K	200		пэлшо $\phi 0,17$	
5H-5K	150		пэлшо $\phi 0,17$				
06	УМ2-А, УМ2-Б		1PH-1PK	1200		пэлшо $\phi 0,44$	40/50-10 19НМ-0,05
			1H-1K	150		пэлшо $\phi 0,25$	
			3H-3K	75		пэлшо $\phi 0,25$	
			5H-5K	100		пэлшо $\phi 0,1$	
			7H-7K	75		пэлшо $\phi 0,1$	
			9H-9K	100		пэлшо $\phi 0,1$	
			2PH-2PK	1200		пэлшо $\phi 0,44$	
			2H-2K	150		пэлшо $\phi 0,25$	
			4H-4K	75		пэлшо $\phi 0,25$	
			6H-6K	100		пэлшо $\phi 0,1$	
8H-8K	75		пэлшо $\phi 0,1$				
10H-10K	100		пэлшо $\phi 0,1$				

Продолжение табл. 2

Шифр блока	Позиционное обозначение	Схема усилителя	Номера выводов	Число витков всей обмотки	Протяженность обмотки от вывода	Данные провода	Диаметр и шаг	
05	УМ1-А, УМ1-Б		19H-19K	1300	пэлшо	φ 0,19	0,1 / 40/50 - 10 / 19H-1 0,05	
		18K	18H	2PH-2PK	1300	пэлшо		φ 0,19
		12K	12H	1H-1K	450	пэлшо		φ 0,1
		11K	11H	2H-2K	225	пэлшо		φ 0,1
		10K	10H	3H-3K	225	пэлшо		φ 0,1
		9K	9H	4H-4K	225	пэлшо		φ 0,1
		8K	8H	5H-5K	150	пэлшо		φ 0,1
		7K	7H	6H-6K	150	пэлшо		φ 0,1
		6K	6H	7H-7K	75	пэлшо		φ 0,1
		5K	5H	8H-8K	150	пэлшо		φ 0,19
		4K	4H	9H-9K	75	пэлшо		φ 0,1
		3K	3H	10H-10K	75	пэлшо		φ 0,1
		2K	2H	11H-11K	25	пэлшо		φ 0,1
		1K	1H	12H-12K	100	пэлшо		φ 0,1
				18H-18K	75	пэлшо		φ 0,1
				28H-28K	75	пэлшо		φ 0,1

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема усилителя	Номера выводов	Число витков вей обмотки	Промежуточные отводы от витков	Данные провода	Тип монтажного провода
БСУР	УМ		1Н-1К	200		ПЭЛШО $\phi 0,1$	40/50 - 10 ПЛ 97НМ-0,05
			2Н-2К	40		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			3Н-3К	40		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			4Н-4К	200		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			5Н-5К	100		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			6Н-6К	200		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			7Н-7К	2750		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			8Н-8К	2750		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			9Н-9К	100		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			1РН-1РК	1200		ПЭЛШО $\phi 0,15$	
	2РН-2РК	1200		ПЭЛШО $\phi 0,15$			
ОП-1	УМ1-А, УМ1-Б		1Н-1К	100		ПЭЛШО $\phi 0,1$	40/50 - 10 ПЛ 97НМ-0,05
			2Н-2К	6000		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			3Н-3К	100		ПЭЛШО $\phi 0,1$	
			1РН-1РК	1200		ПЭЛШО $\phi 0,15$	
			2РН-2РК	1200		ПЭЛШО $\phi 0,15$	

Обмоточные данные дросселей

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема дросселя	Номер вывода	Число витков всей обмотки	Расстояние между витками	Данные провода	Данные дросселя	Размеры и тип магнитопровода
	Др1		1-2	2500		ПЭЛШКО $\phi 0,25$	$X_L = 630 \text{ Ом} \pm 16 \text{ Ом}$	Ш-16 x 32 3330
	Др2		1-3	3800		ПЭВ-2 $\phi 0,25$	$X_L = 1,41 \pm 0,12 \text{ кОм}$	Ш-20 x 25 3330
			1-2		3150	ПЭВ-2 $\phi 0,25$		
			3-4	270		ПЭВ-2 $\phi 0,25$		
			6-7	90		ПЭВ-2 $\phi 0,25$		
			8-9	30		ПЭВ-2 $\phi 0,25$		
	Др3							

Б43

Шифр блока	Позиционные обозначения	Схема трансформатора	Номера выводов	Число витков	Промежуточные значения отдачи от витка	Данные провода	Данные трансформатора	Обозначение типа трансформатора
Б43	Др4		1-4 1-2 1-3	350	270 300	ПЭЛШКО $\phi 0,64$ ПЭЛШКО $\phi 0,64$ ПЭЛШКО $\phi 0,64$	$X_L = 10 \pm 0,25 \text{ Ом}$	Ш-16x32 Э330
	Др5		1-2 3-4	1500 150		ПЭВ-2 $\phi 0,2$ ПЭВ-2 $\phi 0,2$	$X_L = 150 \pm 15 \text{ Ом}$	Ш-11x11 Э330
БН	Др		1-2 3-4	1800 1800		ПЭЛШКО $\phi 0,23$ ПЭЛШКО $\phi 0,25$	—	Ш-11x40 Э330
	БТЛ-5-1 БТЛ-5-2	Др						Ш-11x40 Э330
ОМВ	Др1		1-4 1-2	3200	600	ПЭВТЛ-2 $\phi 0,21$ ПЭВТЛ-2 $\phi 0,21$	$X_L = 1600 \text{ Ом} \pm 15\%$	Ш-11x22 ушпр. Э330
	Др2		1-3		1200	ПЭВТЛ-2 $\phi 0,21$		

Шифр блока	Позиционное обозначение	Схема дросселя	Намеренный вывод	Число витков в катушке	Промежуточные витки	Данные провода	Данные дросселя	Размеры для монтажа
Ф/50P-2I/1; Ф1, Ф2 / 05	Др1		1-3 1-2	1600	1400	ПЭВТЛ-2 $\phi 0,55$ ПЭВТЛ-2 $\phi 0,55$	$X_L = 2,84 \pm 0,25 \text{ кОм}$	$08 \times 04 \times 02 \text{ мм}$ $1120 \times 40 \times 80$
Ф/50P-2I/1; Ф1, Ф2 / 05	Др2		1-5 1-2 1-3 1-4	2500	2300 2400 2450	ПЭВТЛ-2 $\phi 0,44$ ПЭВТЛ-2 $\phi 0,44$ ПЭВТЛ-2 $\phi 0,44$ ПЭВТЛ-2 $\phi 0,44$	$X_L = 4,77 \pm 0,48 \text{ кОм}$	$08 \times 04 \times 02 \text{ мм}$ $1120 \times 40 \times 80$
ПУН	Др		1-4 1-2 1-3	8000	6000 7000	ПЭВТЛ $\phi 0,15$ ПЭВТЛ $\phi 0,15$ ПЭВТЛ $\phi 0,15$	$X_L = 19 \pm 0,95 \text{ кОм}$	$11-16 \times 32$ 9330

Продолжение табл. 3

Шифр блока	Позиционное обозначение	Схема дросселя	Номера выводов	Число витков	Диаметр проволоки от блока	Диаметр проволоки для катушки	Данные провода	Диаметр проволоки
ПЧМ	Др 1... Др 3		1-2 3-4	100 600			пэлшкo $\phi 1,0$ пэлшкo $\phi 1,0$	WD 002 - 7X
НОД	Др		1-4 1-2 1-3 5-7 5-6 8-9 10-11 12-13	4500 3500 4100 500 300 100 1000 1000			пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$ пэлшкo $\phi 0,15$	WD 05 x 52 - M ш. 25 x 50

WD 05 x 52 - M
ш. 25 x 50

Перечень элементов к рис. 2

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
RA1	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.026	1	
RC1	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.026	1	
RC4	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027-03	1	
RA2	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027-03	1	
RA3	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027-03	1	
RA4	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027	1	
RC2	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027	1	
RC3	Сопротивление 1,5 Ом 6ТЛ.273.027	1	

Перечень элементов к рис. 5

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1*	Резистор МЛТ-2-510 Ом ±5%	1	Подбирается по таблице
R2	Резистор МЛТ-2-3,9 кОм ±5%	1	Подбирается по таблице
R3*	Резистор МЛТ-2-6,9 кОм ±5%	1	Подбирается по таблице
R4	Резистор МЛТ-2-39 кОм ±5%	1	Подбирается по таблице
R5*	Резистор МЛТ-2-62 кОм ±5%	1	Подбирается по таблице
R6	Резистор МЛТ-2-390 кОм ±5%	1	

ПРИМЕЧАНИЕ: Здесь и далее знаком «*» отмечены элементы, подбираемые при регулировании.

Перечень элементов к рис. 6

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
РУМ, РУВ	Реле ПЭ-21, постоянного тока 24 В, переднее присоединение 2ПР.309.145.924	2	
РПУ	Реле РП-252, постоянного тока 24 В, переднее присоединение 27-252.002.1	1	
РФ1, РФ2	Реле РП-7 РСЧ.521.004 ПП	2	
РПБ, РПМ	Реле РП-7 РСЧ.521.004 ПП	2	
Тр1	Трансформатор 6ТЛ.179.041	1	
Тр2...Тр4	Трансформатор 6ТЛ.179.037	3	
Тр5	Трансформатор 6ТЛ.179.032	1	
Пр	Потенциал-регулятор Пр 60/300-3У 6ТЛ.161.000	1	
В	Переключатель 6ТЛ.264.004	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R19...R25 Д113...Д115	Резистор МЛТ-0,5-4,3 кОм ±5% Стабилитрон полупроводниковый Д814А	1	
Д1...Д8	Диод полупроводниковый Д-242Б	3	По 2 шт. последовательно
Д9, Д10	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	8	Параллельно
Д11...Д14	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	2	2 послед. цепи из 2-х парал. шт.
Д15...Д26	Диод полупроводниковый Д211	12	Последовательно
Д27...Д56	Стабилитрон кремниевый Д818В	39	15 послед. цепей из 2-х парал. шт.
Д57...Д86	Стабилитрон кремниевый Д818В	30	15 послед. цепей из 2-х парал. шт.
Д87...Д98	Диод полупроводниковый Д211	12	По 2 шт. последовательно
Д99...Д106	Диод полупроводниковый Д211	8	По 2 шт. последовательно
Д107, Д108	Диод полупроводниковый Д211	2	Последовательно
Д109...Д111	Диод полупроводниковый Д211	3	
Д112	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	1	
Др	Дроссель 6ТЛ.271.031	1	
R1	Резистор ПЭВР-50-510 Ом 10%	1	
R2	Резистор МЛТ-2-3,9 кОм ±5%	1	
R3	Резистор МЛТ-2-22 кОм ±10%	1	
R4	Резистор МЛТ-2-1,6 кОм ±10%	1	
R5, R6	Резистор МЛТ-2-330 Ом ±10%	1	
R7	Резистор МЛТ-2-430 Ом ±10%	1	
R8	Резистор ПЭВР-10-3,9 Ом 10%	1	
R9	Резистор ПЭВР-100-750 Ом 5%	1	
R10, R11	Резистор ПЭВ-50-3,3 кОм 10%	2	
R12, R13	Резистор ПЭВ-50-10 кОм 10%	2	
R14	Резистор МЛТ-2-200 Ом ±5%	1	
R15	Резистор МЛТ-2-30 кОм ±5%	1	
R16	Резистор ПЭВ-50-10 кОм 10%	1	
R17	Резистор МЛТ-2-330 Ом ±10%	1	
R18	Резистор МЛТ-2-43 кОм ±5%	1	
C1	Конденсатор МВГЧ-1-1-500-1 ±10%	1	
C2...C4	Конденсатор МВГО-1-160-20-11	3	Параллельное
C5...C8	Конденсатор МВГО-1-160-20-11	4	Параллельное
C9	Конденсатор МВГО-1-500-2-11	1	
C10...C13	Конденсатор МВГО-1-500-2-11	4	Параллельное
C14...C17	Конденсатор МВГО-1-500-2-11	4	Параллельное
C18...C24	Конденсатор МВГО-1-500-4-11	7	Параллельное
C25	Конденсатор МВГО-1-500-2-11	1	
C26, C27	Конденсатор МВГО-1-300-4-11	2	Параллельное
C28, C29	Конденсатор МВГО-1-300-10-11	2	Вкл. 10 мкФ
C30...C33	Конденсатор МБМ-160-0,5 ±10%	4	
R26...R29	Резистор МЛТ-2-1 кОм ±10%	4	

Перечень элементов к рис. 8

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор ПЭВР-100-75 Ом ±5%	1) Параллельное
C1...C8	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-2 ±10%	8	
C9	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-1 ±10%	1	
C10...C17	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-2 ±10%	8	
C18	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-1 ±10%	1	
C19...C26	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-2 ±10%	8	
C27	Конденсатор МВГЧ-1-1-750-1 ±10%	1	
C28...C33	Конденсатор МВГЧ-1-1-250-4 ±10%	6	
Др1...Др3	Дроссель 6ТЛ.271.036	3	
Тр1...Тр9	Трансформатор 6ТЛ.179.048	9	
Тр10	Трансформатор 6ТЛ.176.052	1	

Перечень элементов к рис. 10

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор МЛТ-2-24 КОМ ±5%	1) Последовательное R=100 КОМ ±5%
R2	Резистор МЛТ-2-47 КОМ ±5%	1	
R3	Резистор МЛТ-2-82 КОМ ±5%	1	
R4	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±5%	1	
R5	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	1	
R5-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R5-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R5-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R5-4	Резистор МЛТ-0,5-1,0 КОМ ±5%	1	
R5-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R5-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R5-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R5-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R5-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	
R6	Резистор МЛТ-0,5-430 Ом ±5%	1	
R7, R8	Резистор 6ТЛ.273.025	2	
R9	Резистор 6ТЛ.273.025-02	1	
R10	Резистор МЛТ-2-27 КОМ ±10%	1	
R11, R12	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	2	
R11-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R12-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R12-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R12-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R12-4	Резистор МЛТ-0,5-1,0 КОМ ±5%	1	
R12-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R12-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R12-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R12-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R12-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R12-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1) Последовательное R=100 КОМ ±5%
R11-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R12-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R11-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	
R12-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	2	
R13, R14	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±5%	1	
R15	Резистор 6ТЛ.273.025-02	1	
R16, R17	Резистор 6ТЛ.273.025-02	2	
R18*	Резистор МЛТ-2-560 Ом ±10%	1	
R19	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	1	
R19-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R19-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R19-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R19-4	Резистор МЛТ-0,5-1,0 КОМ ±5%	1	
R19-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R19-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R19-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R19-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R19-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	
R20	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±5%	1	
R21...R23	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±10%	3	
R24	Резистор МЛТ-2-24 КОМ ±5%	1	
R25	Резистор МЛТ-2-1,0 КОМ ±5%	1	
R26	Резистор МЛТ-2-1,8 КОМ ±5%	1	
R27	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	1	
R27-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R27-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R27-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R27-4	Резистор МЛТ-0,5-1,0 КОМ ±5%	1	
R27-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R27-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R27-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R27-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R27-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	
R28	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±5%	1	
R29	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±10%	1	
R30	Резистор ППБ-3В-6,8 КОМ ±5%	1	
R31	Резистор МЛТ-2-16 КОМ ±5%	1	
R37*, R38*	Резистор МЛТ-2-1,5 КОМ ±5%	2	
R39	Резистор МЛТ-2-1,6 КОМ ±5%	1	
R40	Резистор МЛТ-2-1,8 КОМ ±5%	1	
R41	Резистор МЛТ-2-1,6 КОМ ±5%	1	
R42	Резистор МЛТ-2-1,8 КОМ ±5%	1	
R43*	Резистор МЛТ-2-910 Ом ±10%	1	
R44*	Резистор МЛТ-2-3,3 КОМ ±10%	1	
R45*, R46*	Резистор МЛТ-2-1,5 КОМ ±5%	2	
R47	Резистор МЛТ-2-510 Ом ±10%	1	
R48	Резистор МЛТ-2-910 Ом ±10%	1	
R49	Резистор МЛТ-2-1,6 КОМ ±5%	1	
R50	Резистор МЛТ-2-1,8 КОМ ±5%	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R88, R89	Резистор 6ТЛ.273.025	2	В схему не включать
R90	Резистор 6ТЛ.273.025-02	1	то же
R91	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	1	"
R91-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	"
R91-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	"
R91-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	"
R91-4	Резистор МЛТ-0,5-1,0 КОМ ±5%	1	"
R91-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	"
R91-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	"
R91-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	"
R91-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	"
R91-9	Резистор МЛТ-0,5-92 КОМ ±5%	1	"
R92	Резистор МЛТ-2-430 Ом ±5%	1	"
C1...C6	Конденсатор КБГ-МН-2-400 В-2 мкФ ±10%	6	Параллельное С=6 мкФ
C7, C8	Конденсатор КБГ-МН-1000 В-0,1 мкФ ±10%	2	Включить
C9...C14	Конденсатор КБГ-МН-2-400 В-2 мкФ ±10%	6	Параллельное С=6 мкФ
C15...C18	Конденсатор МБГО-1-300-30-И	4	Включить С=30 мкФ
C19, C20	Конденсатор КБГ-МН-2-1000 В-0,1 мкФ ±10%	2	Включить С=0,1 мкФ
C21, C22	Конденсатор КБГ-МП-2-1000 В-0,1 мкФ	2	Включить С=0,1 мкФ
C23...C26	Конденсатор МБГО-1-300-30-И	4	Параллельное С=90 мкФ
C27...C30	Конденсатор КБГ-МН-2-400 В-2 мкФ ±10%	4	Параллельное Последовательное С=3 мкФ
C31, C32	Конденсатор КБГ-МП-2-1000 В-0,1 мкФ ±10%	2	Включить С=0,1 мкФ
C33*, C34*	Конденсатор КБГ-И-200 В-2200 пФ ±10%	2	"
C35*, C37*	Конденсатор КБГ-И-200 В-4700 пФ ±10%	2	"
C38*	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,02 мкФ ±10%	3	"
C39*	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,03 мкФ ±10%	1	"
C40	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,07 мкФ ±10%	1	"
C41...C43	Конденсатор МБГО-1-160-4-И	3	Включить С=4 мкФ
C44...C46	Конденсатор МБГО-1-160-2-И	3	Параллельное С=4 мкФ
V	Вольтметр 6ТЛ.332.000	1	"
B	Переключатель Пр2/12 двухплотный 6ТЛ.264.010	1	"
D1, D2	Диод полупроводниковый Д211	2	Последовательное
D3...D6	Диод полупроводниковый Д229Е	4	Последовательное по 2 шт.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
D7...D22	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	16	4 послед. цепи, каждая по 2 шт. параллельно
ПДС	Панель добавочных сопротивлений 5ТЛ.060.247	1	"
Кн1, Кн2	Кнопка 5к	2	"
Ф1, Ф2	Фильтр 5ТЛ.433.025	2	"
D57...D76	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	20	Последоват. из 2-х парал.
D77, D78	Диод полупроводниковый Д229Е	2	Последовательное
Перечень элементов к рис. П1			
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R51	Резистор ПЭВР-50-510 Ом 5%	1	"
R52, R53	Резистор ПЭВ-7,5-820 Ом 10%	2	"
R54	Резистор МЛТ-2-1,8 КОМ ±10%	1	"
R55	Резистор МЛТ-2-240 Ом ±10%	1	"
R56	Резистор ППБ-3В-330 Ом ±5%	1	"
R57*	Резистор МЛТ-2-3,3 КОМ ±10%	1	"
R58, R59	Резистор ПЭВ-25-620 Ом 5%	2	"
R60*	Резистор МЛТ-2-100 Ом ±5%	1	"
R61*	Резистор МЛТ-2-30 КОМ ±5%	1	"
R62*	Резистор МЛТ-2-3,3 КОМ ±5%	1	"
R63...R66	Резистор МЛТ-2-100 Ом ±5%	4	Параллельное R=25 Ом
R67*	Резистор МЛТ-2-220 Ом ±5%	1	"
R68*	Резистор МЛТ-2-3,3 КОМ ±10%	1	"
R69	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	"
R70	Резистор ППБ-3В-330 Ом ±5%	1	"
R71	Резистор ППБ-3В-6,8 КОМ ±5%	1	"
R72	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±10%	1	"
R73	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	"
R74, R75	Резистор ПЭВ-50-200 Ом ±5%	2	"
R76*	Резистор МЛТ-2-330 Ом ±5%	1	"
R77*	Резистор МЛТ-2-3 КОМ ±5%	1	"
R78*	Резистор МЛТ-2-3,3 КОМ ±10%	1	"
R79	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	"
R80	Резистор ППБ-3В-330 Ом ±5%	1	"
R81	Резистор ППБ-3В-6,8 КОМ ±5%	1	"
R82	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±10%	1	"
R83	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	"
R84, R85	Резистор ПЭВ-50-200 Ом ±5%	2	"
R86	Резистор МЛТ-2-1 КОМ ±5%	1	"
R87	Резистор МЛТ-2-6,8 КОМ ±5%	1	"
C47	Конденсатор МБГО-1-300-10-И	1	"
C48...C51	Конденсатор МБГО-1-300-4-И	4	"
C52...C54	Конденсатор МБГО-1-300-10-И	3	Параллельное С=16 мкФ
C55...C57	Конденсатор МБГО-1-300-10-И	3	Параллельное С=30 мкФ
			С=30 мкФ

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C58...C60	Конденсатор МБГО-1-300-10-П	3	Параллельное С=30 мкФ
C61...C63	Конденсатор МБГО-1-300-10-П	3	Параллельное С=30 мкФ
C64, C65	Конденсатор МБГО-1-300-10-П	2	Последовательное по 3 шт.
D23...D28	Стабилитрон кремниевый Д815Ж	6	Параллельное
D29, D30	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	2	Последовательное
D31, D32	Диод полупроводниковый Д211	2	Последовательное
D33, D36	Диод полупроводниковый Д211	4	по 2 шт.
D37, D40	Диод полупроводниковый Д211	4	Последовательное по 2 шт.
D41, D44	Диод полупроводниковый Д229Е	4	Последовательное по 2 шт.
D45...D48	Диод полупроводниковый Д229Е	4	Последовательное по 2 шт.
D49...D52	Диод полупроводниковый Д229Е	4	Последовательное по 2 шт.
D53...D56	Диод полупроводниковый Д229Е	4	Последовательное по 2 шт.
Тр1...Тр3	Трансформатор 6ТЛ.179.032	3	
Тр4	Трансформатор 6ТЛ.179.032	1	
УМ1-А	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.029	1	
УМ1-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.029	1	
УМ2-А	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.028	2	
УМ2-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.028	2	

Перечень элементов к рис. 12

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C1	Конденсатор МБГО-1-400-1-П	1	Параллельное Включить С=10 мкФ
C2	Конденсатор МБГО-1-160-2-П	1	
C3...C5	Конденсатор МБГО-1-160-4-П	3	
C6	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,02 мкФ ±10%	1	Параллельное Включить С=0,17 мкФ
C7, C8	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,05 мкФ ±10%	2	
C9, C10	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,1 мкФ ±10%	2	Параллельное Включить С=5 мкФ
C11...C16	Конденсатор КБГ-И-200 В-4700 пФ ±10%	6	
C17	Конденсатор МБГО-1-160-4-П	1	
C18, C19	Конденсатор МБГО-1-300-1-П	2	
Др1	Дроссель 6ТЛ.271.030-03	1	
Др2	Дроссель 6ТЛ.271.030	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1...R12	Резистор МЛТ-2-82 кОм ±10%	12	Включить по 2 параллельно
R13...R20	Резистор ПЭВ-50-1,5 кОм 5%	8	
R21...R24	Резистор ПЭВ-50-430 Ом 5%	4	
R25	Резистор МЛТ-2-9,1 кОм ±5%	1	
R26	Резистор МЛТ-2-7,5 кОм ±5%	1	R27 — II плата
R27, R28	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.003	1	R28 — I плата
R27-1...R27-10	Резистор МЛТ-0,5-300 Ом ±5%	10	
R28-1	Резистор МЛТ-0,5-330 Ом ±5%	1	
R28-2	Резистор МЛТ-0,5-430 Ом ±5%	1	
R28-3	Резистор МЛТ-0,5-560 Ом ±5%	1	
R28-4	Резистор МЛТ-0,5-680 Ом ±5%	1	
R28-5	Резистор МЛТ-0,5-1,0 кОм ±5%	1	
R28-6	Резистор МЛТ-0,5-1,5 кОм ±5%	1	
R28-7	Резистор МЛТ-0,5-2,4 кОм ±5%	1	
R28-8	Резистор МЛТ-0,5-5,1 кОм ±5%	1	
R28-9	Резистор МЛТ-0,5-15 кОм ±5%	1	
R29	Резистор МЛТ-2-4,7 кОм ±5%	1	
R30	Резистор МЛТ-2-240 Ом ±5%	1	
R31	Резистор МЛТ-2-6,8 кОм ±5%	1	
R32, R33	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.003	1	R32 — II плата
R32-1...R32-10	Резистор МЛТ-0,5-300 Ом ±5%	10	R33 — I плата
R33-1	Резистор МЛТ-0,5-330 Ом ±5%	1	
R33-2	Резистор МЛТ-0,5-430 Ом ±5%	1	
R33-3	Резистор МЛТ-0,5-560 Ом ±5%	1	
R33-4	Резистор МЛТ-0,5-680 Ом ±5%	1	
R33-5	Резистор МЛТ-0,5-1,0 кОм ±5%	1	
R33-6	Резистор МЛТ-0,5-1,5 кОм ±5%	1	
R33-7	Резистор МЛТ-0,5-2,4 кОм ±5%	1	
R33-8	Резистор МЛТ-0,5-5,1 кОм ±5%	1	
R33-9	Резистор МЛТ-0,5-15 кОм ±5%	1	
R34	Резистор МЛТ-2-5,6 кОм ±5%	1	
C1...C4	Конденсатор МБГЧ-1-1-750-2 ±5%	4	Последоват. С=1 мкФ
C5, C6	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	Включить С=2 мкФ
C7	Конденсатор МБГО-1-500-2-П	1	
C8...C10	Конденсатор МБМ-160-0,1 ±10%	3	Последоват. С=2 мкФ
C11...C13	Конденсатор МБГО-1-160-4-П	3	
C14...C16	Конденсатор МБГО-1-160-4-П	3	Последоват. С=2 мкФ
Д1...Д36	Диод полупроводниковый Д229Е	36	
Тр1	Трансформатор 6ТЛ.179.034	1	По 2 последоват. дополнительно
Тр2, Тр3	Трансформатор 6ТЛ.179.035	2	

Перечень элементов к рис. 14

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
R1, R2	Резистор ПЭВ-100-2,4 Ом 5%	2	
R3	Резистор ПЭВР-25-430 Ом 5%	1	
R4, R5	Резистор ПЭВ-100-2,4 Ом 5%	2	
C	Конденсатор МБГО-2-300-10-11	1	

Перечень элементов к рис. 15

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
R1, R2	Резистор МЛТ-2-51 Ом ±10%	2	Последовательное
R3	Резистор ПЭВР-50-1 Ом 5%	1	
R4...R6*	Резистор МЛТ-2-2 Ом ±5%	3	1,8...2,2 КОМ
R7...R9*	Резистор МЛТ-2-2 Ом ±5%	3	1,8...2,2 КОМ
R10	Резистор ППБ-3 В-22 Ом ±10%	1	
R11	Резистор ПЛТ-2-330 Ом ±10%	1	
R12	Резистор МЛТ-2-510 Ом ±10%	1	
R13	Переключатель с резисторами БТД.264.001-06	1	
R13-1	Резистор МЛТ-0,5-30 Ом ±5%	1	
R13-2	Резистор МЛТ-0,5-2 Ом ±5%	1	
R13-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R13-4	Резистор МЛТ-0,5-360 Ом ±5%	1	
R13-5	Резистор МЛТ-0,5-220 Ом ±5%	1	
R13-6	Резистор МЛТ-0,5-150 Ом ±5%	1	
R13-7	Резистор МЛТ-0,5-110 Ом ±5%	1	
R13-8	Резистор МЛТ-0,5-82 Ом ±5%	1	
R13-9	Резистор МЛТ-0,5-75 Ом ±5%	1	
R14, R16	Резистор ПЭВР-50-750 Ом 5%	3	
R17	Резистор МЛТ-2-510 Ом ±10%	1	
R18	Резистор МЛТ-2-220 Ом ±5%	1	
R19, R20	Резистор МЛТ-2-2 Ом ±5%	2	
R21	Резистор МЛТ-2-510 Ом ±10%	1	
R22	Резистор МЛТ-2-220 Ом ±5%	1	
R23, R24	Резистор ПЭВ-25-100 Ом 5%	1	
R25	Резистор МЛТ-2-2 Ом ±10%	1	
R26	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	
R27	Резистор МЛТ-2-1,2 Ом ±10%	1	
R28	Резистор МЛТ-2-240 Ом ±10%	1	
R29	Резистор МЛТ-2-2,2 Ом ±10%	1	
R30	Резистор ППБ-3В-6,8 Ом ±5%	1	
R31	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±10%	1	
R32	Резистор ППБ-3В-330 Ом ±5%	1	
R33, R34	Резистор МЛТ-2-1 Ом ±10%	1	
R35, R36	Резистор ПЭВ-10-4,3 Ом 5%	2	
R37	Резистор МЛТ-2-33 Ом ±10%	2	
R38	Резистор МЛТ-2-1 Ом ±10%	1	
R39	Резистор ППБ-3В-6,8 Ом ±5%	1	
R40	Резистор МЛТ-2-2,7 Ом ±5%	1	
R41	Резистор МЛТ-2-1 Ом ±10%	1	
C1	Конденсатор МБГО-1-160-30-11	1	

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
C2...C7	Конденсатор КБГ-И-220 В-4700 пФ ±10%	6	
C8	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,02 мкФ ±10%	1	Включить
C9, C10	Конденсатор КБГ-И-200 0,05 мкФ ±10%	2	1 мкФ
C11, C12	Конденсатор КБГ-И-200 В-0,1 мкФ ±10%	2	
C13	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-1 ±10%	1	Параллельное С=60 мкФ
C14...C16	Конденсатор МБГО-1-160-30-11	3	Параллельное
C17	Конденсатор МБГО-1-500-1-11	1	Параллельное
C18	Конденсатор МБГО-1-300-4-11	1	Параллельное
C19	Конденсатор МБГО-1-300-1-11	1	Параллельное
C20	Конденсатор МБГО-1-500-0,5-11	1	Параллельное
C21	Конденсатор МБГО-1-300-1-11	1	
C22, C23	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-4 ±10%	2	
C24	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-10 ±10%	1	
C25, C26	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-4 ±10%	2	
C27	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-10 ±10%	1	
C28...C30	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-1 ±10%	3	
C31	Конденсатор МБГЧ-1-1-750-0,25 ±10%	1	Параллельное С=3,25 мкФ
C32, C33	Конденсатор МБГЧ-1-1-500-0,25 ±10%	2	
C34	Конденсатор МБГО-1-300-4-11	1	
C35	Конденсатор МБГО-1-160-10-11	1	
C36, C37	Конденсатор МБГО-1-300-4-11	2	
C38, C39	Конденсатор МБГО-1-300-10-11	2	
C40...C44	Конденсатор МБГО-1-300-4-11	5	Параллельное
C45	Конденсатор МБГО-1-600-0,25-11	1	
C46	Конденсатор МБГО-1-300-1-11	1	
C47	Конденсатор МБГО-1-500-0,5-11	1	
C48...C51	Конденсатор МБГО-1-300-1-11	4	С=1 мкФ
C52	Конденсатор МБМ-160-0,5 ±10%	1	
Д1...Д8	Днод полупроводниковый Д229Е	8	Последоват. по 2 шт. 12 последоват. цепей, каждая из 2-х парал. стабилитронов
Д9...Д32	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	24	4 последоват. цепи, каждая из 2-х парал. стабилитронов
Д33, Д34	Днод полупроводниковый Д229Е	2	
Д35...Д50	Полупроводниковый стабилитрон Д814А	16	4 последоват. цепи, каждая из 2-х парал. стабилитронов
Д51...Д66	Днод полупроводниковый Д211	16	Послед. по 2 шт.
Д67...Д86	Кремниевый стабилитрон Д815В	20	5 последоват. цепей, каждая из 2-х парал. стабилитронов
Д87...Д94	Полупроводниковый стабилитрон Д814А	8	4 последоват. цепи, каждая из 2-х парал. стабилитронов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
D95...Д104	Диод полупроводниковый Д211	10	Последоват. по 2 шт.
Др1	Дроссель 6ТЛ.271.035	1	
Др2, Др3	Дроссель 6ТЛ.271.033	2	
Др4	Дроссель 6ТЛ.271.034	1	
Др5	Дроссель 6ТЛ.271.032	1	
Р1, Р2	Реле РП-7 РСЧ.521.009 П1	2	
Р3	Реле промежуточное, переднее при- соединение ПЭ-21 2ПР.309.145.924	1	
Р4	Реле ЭВ 143.220 В. 26.143.004.2	1	
Р5	Реле переднее присоединение	1	
Тр1	Реле РП-7 РСЧ.521.004 П1	1	
Тр2	Трансформатор 6ТЛ.179.046	1	
Тр3	Трансформатор 6ТЛ.179.047	1	
Тр4	Трансформатор 6ТЛ.179.045	1	
УМ-А, УМ-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.030	1	

Перечень элементов к рис. 16

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р1	Резистор ПЭВ-50-51 Ом 5%	1	
Р2	Резистор ПЭВ-25-24 кОм 10%	1	
Р3	Резистор ППБ-3В-470 Ом $\pm 10\%$	1	
Р4	Резистор ПЭВ-25-24 кОм 10%	1	
Р5	Резистор ПЭВ-50-51 Ом 5%	1	
Р6	Резистор МЛТ-2-51 кОм $\pm 5\%$	1	
Р7	Резистор МЛТ-2-3 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001-03	1	
Р8-1	Резистор МЛТ-0,5-56 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-2	Резистор МЛТ-0,5-22 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-3	Резистор МЛТ-0,5-22 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-4	Резистор МЛТ-0,5-6,2 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-5	Резистор МЛТ-0,5-5,1 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-6	Резистор МЛТ-0,5-3,6 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-7	Резистор МЛТ-0,5-2,7 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-8	Резистор МЛТ-0,5-1,8 кОм $\pm 5\%$	1	
Р8-9	Резистор МЛТ-0,5-1,6 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9	Резистор МЛТ-0,5-1,2 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-1	Переключатель с резисторами 6ТЛ.264.001	1	
Р9-2	Резистор МЛТ-0,5-22 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-3	Резистор МЛТ-0,5-6,8 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-4	Резистор МЛТ-0,5-3,6 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-5	Резистор МЛТ-0,5-2,2 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-6	Резистор МЛТ-0,5-1,5 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-7	Резистор МЛТ-0,5-1 кОм $\pm 5\%$	1	
Р9-8	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом $\pm 5\%$	1	
Р9-9	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом $\pm 5\%$	1	
Р10, Р11	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом $\pm 5\%$	2	
Р12	Резистор МЛТ-2-820 Ом $\pm 10\%$	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р13, Р14	Резистор МЛТ-2-3 кОм $\pm 10\%$	2	Параллельное
Р15, Р16	Резистор МЛТ-2-15 кОм $\pm 10\%$	2	
Р17, Р18	Резистор МЛТ-2-5,1 кОм $\pm 10\%$	2	
Р19, Р20	Резистор ППБ-3В-3,3 кОм $\pm 10\%$	2	Параллельное
Р21, Р22	Резистор МЛТ-2-3 кОм $\pm 10\%$	2	
Р24	Резистор МЛТ-2-36 кОм $\pm 10\%$	1	
Р25, Р23	Резистор МЛТ-2-43 кОм $\pm 10\%$	2	
Р26, Р27	Резистор МЛТ-2-30 кОм $\pm 10\%$	2	
Р28	Резистор МЛТ-2-36 кОм $\pm 10\%$	1	
Р29, Р30	Резистор ППБ-3В-10 кОм $\pm 10\%$	2	
Р31	Резистор МЛТ-2-750 Ом $\pm 10\%$	1	
Р32...Р34	Резистор МЛТ-2-1 кОм $\pm 10\%$	3	
С5...С7	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-10 $\pm 10\%$	3	Параллельное С=36 мкФ
С8...С12	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-2 $\pm 10\%$	5	Параллельное
С13...С15	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-10 $\pm 10\%$	3	С=36 мкФ
С16...С20	Конденсатор МБГЧ-1-1-250-2 $\pm 10\%$	5	Параллельное
С21...С30	Конденсатор МБГО-1-160-30-П	10	С=10 мкФ
С31, С32	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	Параллельное
С33...С37	Конденсатор МБГО-1-1-160-2-П	5	С=6 мкФ
С38	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	1	Параллельное
С39, С40	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	С=200 мкФ
С41, С42	Конденсатор К-50-6-50-200	2	С=200 мкФ
С43, С44	Конденсатор К-50-6-50-200	2	Последоват. - параллельное
С45...С47	Конденсатор К-50-6-50-20	3	С=13,3 мкФ
С48, С49	Конденсатор МБМ-160-0,5 $\pm 10\%$	2	По 2 шт. последоват. в плече
Д1...Д8	Диод полупроводниковый Д211	8	
Д9, Д10	Диод полупроводниковый Д211	2	
Д11...Д18	Диод полупроводниковый Д211	8	По 2 шт. последоват. в плече
Д19, Д20	Диод полупроводниковый Д211	2	
Д21...Д28	Диод полупроводниковый Д211	8	По 2 шт. последоват. в плече
Д29...Д36	Диод полупроводниковый Д211	8	По 2 шт. последоват. в плече
Д37...Д39	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	3	Последоват.
Д40, Д41	Диод полупроводниковый Д211	2	
Д73	Диод полупроводниковый Д211	3	
Д42...Д44	Стабилитрон кремниевый Д818В	3	Последоват.
Д45...Д47	Стабилитрон кремниевый Д818В	3	Последоват.
Д48...Д57	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	10	Включить 6 шт. последоват.
Д58...Д67	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	10	Включить 4 шт. последоват.
Д68, Д69	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	2	Включить 1 шт. последоват.
Д70...Д72	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	3	
Р1	Реле промежуточное ПЭ-21, переднее присоединение 2ПР.309.145.924	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R2, R3, R4 Tr1, Tr2	Реле РП-7, РСЧ.521.004 П1	3	
Tr3	Трансформатор 6ТЛ.179.036	2	
Ф1, Ф2	Трансформатор 6ТЛ.179.029	1	
Др1, Др2	Фильтр свдвоенный 6ТЛ.271.027	1	
С1, С2	Дроссель 6ТЛ.271.028	4	
С3, С4	Конденсатор МБГО-1-160-2-П	4	
	Конденсатор МБГО-1-500-0,5-П	4	

Перечень элементов к рис. 17

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор ПЭВР-50-100 Ом 10%	1	
R2	Резистор ПЭВ-50-6,8 КОМ 5%	1	
R3	Резистор ПЭВР-50-1 КОМ 10%	1	
R4, R5	Резистор МЛТ-2-2,2 КОМ ±10%	2	
R6	Резистор ПЭВР-50-100 Ом 10%	1	
R7	Резистор ПЭВ-50-6,8 КОМ 5%	1	
R8	Резистор ПЭВР-50-1 КОМ 10%	1	
С1, С2	Конденсатор МБГО-1-500-10-П	2	С=20 мкФ параллельное
С3...С7	Конденсатор КБГ-И-600 В-6800 пФ ±10%	5	С=0,034 мкФ параллельное
С8	Конденсатор КБГ-И-400 В-0,05 мкФ ±10%	1	
С9, С10	Конденсатор МБГО-1-300-20-П	2	С=40 мкФ параллельное
С11, С12	Конденсатор МБГО-1-500-10-П	2	С=20 мкФ параллельное
Д1...Д8	Диод Д211	8	По 2 шт. в плече
Д9, Д10	Диод Д211	2	
Д11...Д18	Диод Д211	8	По 2 шт. в плече
Др	Дроссель 6ТЛ.271.025	1	
Р1, Р2	Реле РП-7 РСЧ.521.004 П1	2	
Tr1, Tr2	Трансформатор 6ТЛ.179.026	2	

Перечень элементов к рис. 18

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор ЛЭВ-50-390 Ом 10%	1	
R2	Резистор ПЭВР-50-390 Ом 10%	1	
R3	Резистор ПЭВР-50-75 Ом 10%	1	
Д1...Д30	Полупроводниковый стабилизатор Д814А	30	15 последоват. цепей, каждая из 2-х параллельн. стабилизаторов
Д31...Д40	Полупроводниковый стабилизатор Д814А	10	5 последоват. цепей, каждая из 2-х параллельн. стабилизаторов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Д41...Д70	Полупроводниковый стабилизатор Д814А	30	15 последоват. цепей, каждая из 2-х параллельных стабилизаторов
Д71...Д80	Полупроводниковый стабилизатор Д814А	10	5 последоват. цепей, каждая из 2-х параллельн. стабилизаторов
Д81...Д120	Полупроводниковый стабилизатор Д814А	40	20 последоват. цепей, каждая из 2-х параллельн. стабилизаторов
Д121, Д122	Диод полупроводниковый Д211	2	Последовательное
Д123, Д124	Диод полупроводниковый Д229Е	2	Последовательное
Д125, Д126	Диод полупроводниковый Д211	2	Последовательное
РОФ	Реле РП 23, 220 В переднее подключение	1	
Ф	Фильтр 5ТЛ.433.025	1	

Перечень элементов к рис. 19

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1	Резистор МЛТ-2-240 Ом ±10%	1	
R2	Резистор МЛТ-2-3,0 КОМ ±10%	1	
R3	Резистор ПЭВ-3 В-6,8 КОМ ±5%	1	
R4, R5	Резистор ПЭВ-7,5-820 Ом ±5%	2	
R6	Резистор ПЭВ-3 В-330 Ом ±5%	1	
R7	Резистор МЛТ-0,5-4,3 КОМ ±10%	1	
R8	Резистор МЛТ-2-820 Ом ±5%	1	
R9	Резистор ПЭВ-3 В-10 КОМ ±5%	1	
R10, R11	Резистор МЛТ-2-2,2 КОМ ±10%	2	
R12, R13	Резистор ПЭВ-25-620 Ом ±10%	2	
R14, R15	Резистор МЛТ-2-3,9 КОМ ±10%	2	
R16	Резистор МЛТ-2-43 КОМ ±5%	1	
R17*, R18*	Резистор МЛТ-2-200 Ом ±5%	2	
R19, R20	Резистор МЛТ-2-1 КОМ ±10%	2	
С1...С3	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	3	
С4...С7	Конденсатор МБГО-1-300-30-П	3	
С8...С9	Конденсатор МБМ-160-0,5 ±10%	4	Параллельное
Д1, Д2	Диод полупроводниковый Д211	2	По 2 шт.
Д3...Д16	Стабилизатор полупроводниковый Д814А	14	Последоват. Параллельное
Д3, Д4	Стабилизатор полупроводниковый Д814А	2	
Р1, Р2	Реле РП-7 РСЧ.521.004 П1	2	
Tr	Трансформатор 6ТЛ.179.040	1	
УМ-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.025	1	
УМ-А	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.025	1	

Перечень элементов к рис. 20

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
1РГ, 2РГ	Реле РП 25, 220 В переднее присоединение	3	
1РПР	Реле РПС 220 В	1	
1РМВ	Реле РП23, 24 В переднее присоединение	1	
Ш1, Ш2	Блок установочный электротехнический УБ-0-1	3	
Ш3	Переключатель шестипакетный	2	
КГ, КР	ПМО Ф-90-11111/П-Д42	2	
КБ, КМ	Кнопка КМЕ-1120 исполнение 1	2	
ПТТ-3	Промежуточный трансформатор тока 6ТЛ.176.053	3	
ПТТ-5	Промежуточный трансформатор тока 6ТЛ.176.053-03	2	в зависимости от заказа
ПТТ-1	Промежуточный трансформатор тока грушевого регулирования 6ТЛ.176.050	2	
ПТТ-2	Блок коммутирования по току БКТ 6ТЛ.279.025	1	
ПТТ-Г	Блок ограничения БН 6ТЛ.367.505	1	
БКТ	Блок ограничения двукратного тока ротора БОР-21 6ТЛ.360.068	1	
БН	Блок обратной связи БОС 6ТЛ.296.000	1	
БОР-21	Блок слежения уставки ручного регулирования БСУР 6ТЛ.360.073	1	
БОС	Блок частоты и защиты БЧЗ 6ТЛ.367.506	1	
БСУР	Блок операционный ОБ 6ТЛ.360.070	1	
БЧЗ	Ограничитель минимального возбуждения ОМВ 6ТЛ.366.000	1	
ОБ	Панель с трансформаторами ПТ 5ТЛ.060.236	1	
ОМВ	Преобразователь частоты магнитный ПЧМ 6ТЛ.294.000	1	
ПТ	Рубильник 6ТЛ.250.000	1	
ПЧМ	Панель с резисторами 6ТЛ.277.025	1	
Р	Резистор ПЭВР-100-110 Ом 5%	4	
ПС	Узел сопротивления 6ТЛ.367.507	1	
Р1...R4	Сопротивление 6ТЛ.273.031	1	0-3,6 Ом
УС	Сопротивление 6ТЛ.273.032	2	3,6 Ом
Р1		1	
Р2, R3		2	

Перечень элементов к рис. 25

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
Тр1	Трансформатор 6ТЛ.179.039	1	
Тр2	Трансформатор 6ТЛ.179.038	1	

Перечень элементов к рис. 27

Поз. обозначение	Наименование	Код	Примечание
К1, К6, R9	Резистор ПЭВ-15-150 Ом 10%	3	
К2, К3	Резистор ПЭВ-15-820 Ом 10%	2	
К3, К5, R12	Резистор ППБ-3В-1 КОМ ±10%	2	
К13, К22	Резистор ППБ-3В-1 КОМ ±10%	2	
К4, К7	Резистор ПЭВ-15-1,5 КОМ 10%	2	
К2, К54	Резистор ПЭВ-15-1,5 КОМ 10%	2	
К6	Резистор ППБ-3В-33 Ом 10%	1	
R10	Резистор ПЭВ-10-1,5 КОМ 10%	1	
K11	Резистор МЛТ-2-330 Ом ±10%	1	
R14	Резистор ППБ-3В-100 Ом ±10%	1	
R17	Резистор ПЭВ-10-10 КОМ 10%	1	
K16, R30	Резистор ППБ-3В-470 Ом 10%	2	
R51	Резистор ППБ-3В-470 Ом 10%	1	
R18, R24	Резистор ППБ-2-4,3 КОМ ±10%	1	
R44	Резистор МЛТ-2-4,3 КОМ ±10%	1	
R19	Резистор ПЭВР-50-1,5 КОМ 10%	1	
R20	Резистор ПЭВ-50-1 КОМ 10%	1	
R21	Резистор ПЭВР-10-20 Ом 5%	1	
R23, R31	Резистор ПЭВ-10-5,6 КОМ 10%	2	
R25, R26	Резистор ППБ-3В-22 КОМ 10%	2	
R42	Резистор ППБ-3В-22 КОМ 10%	2	
R27, R28	Резистор 6ТЛ.273.025	1	
R29	Резистор 6ТЛ.273.025-02	2	
R32, R40	Резистор МЛТ-2-1 КОМ ±10%	1	
R43, R53	Резистор МЛТ-2-1 КОМ ±10%	2	
R33, R35	Резистор ПЭВ-50-1,5 КОМ 10%	2	
R34, R36	Резистор ПЭВ-25-620 Ом 5%	2	
R37	Резистор ПЭВ-10-470 Ом 10%	1	
R38	Резистор МЛТ-2-24 КОМ ±5%	1	
R39	Резистор МЛТ-2-7,5 КОМ ±5%	1	
R67	Резистор МЛТ-2-7,5 КОМ ±10%	1	
R41, R59	Резистор МЛТ-2-30 КОМ ±10%	2	
R62, R66	Резистор МЛТ-2-30 КОМ ±10%	2	
R45	Резистор МЛТ-2-5,1 КОМ ±5%	2	
R46, R47	Резистор МЛТ-2-3,6 КОМ ±10%	2	
R48, R49	Резистор 6ТЛ.264.001	2	
R48-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R49-1	Резистор МЛТ-0,5-470 Ом ±5%	1	
R48-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R49-2	Резистор МЛТ-0,5-620 Ом ±5%	1	
R48-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R49-3	Резистор МЛТ-0,5-750 Ом ±5%	1	
R48-4	Резистор МЛТ-0,5-1 КОМ ±5%	1	
R49-4	Резистор МЛТ-0,5-1 КОМ ±5%	1	
R48-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R49-5	Резистор МЛТ-0,5-1,5 КОМ ±5%	1	
R48-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R49-6	Резистор МЛТ-0,5-2,2 КОМ ±5%	1	
R48-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R49-7	Резистор МЛТ-0,5-3,6 КОМ ±5%	1	
R48-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R49-8	Резистор МЛТ-0,5-6,8 КОМ ±5%	1	
R48-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	
R49-9	Резистор МЛТ-0,5-22 КОМ ±5%	1	

Последовательное

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Д83, Д84	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	2	Последоват.
Д96	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	1	
Д97	Диод полупроводниковый Д211	2	
Кп1, Кп2	Кнопка Бк	1	
ПДС	Панель добавочных сопротивлений 6ТЛ.060.247	1	
РОП, РПВ	Реле РП-7 РСЧ.521.004 ПИ	2	
РФН, РФП	Реле РП-7 РСЧ.521.004-П	2	
Р1...Р5	Реле РП-7 РСЧ.521.004-П	5	
Р6...Р9	Реле РЭ-21 переднее присоединение 2ПР.309.145.924	4	
Тр1, Тр2	Трансформатор 6ТЛ.179.040	2	
УМ1-А	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.025	1	
УМ1-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.025	1	
УМ2-А	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.032	1	
УМ2-Б	Усилитель магнитный 6ТЛ.278.032	1	

Перечень элементов к рис. 28

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р1, Р2	Резистор ПЭВР-100-130 Ом 5%	2	последоват. С=10 мкФ
Р3, Р4	Резистор ПЭВ-100-100 Ом 5%	2	
Р5, Р6	Резистор ПЭВ-50-1,5 кОм 10%	2	С=2 мкФ Параллельное
С1, С2	Конденсатор МБГО-1-500-20-П	2	
С3...С5	Конденсатор МБГП-1-400-2-П	3	С=6 мкФ
С6...С10	Конденсатор МБГП-1-400-2-П	5	
Д1...Д3	Выпрямитель селеновый 4ОГД24А	3	С=10 мкФ
Др	Дроссель 6ТЛ.271.031	1	
Тр	Трансформатор 6ТЛ.179.058-03	1	

Перечень элементов к рис. 29

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р	Резистор МЛТ-2-1,5 кОм ±10%	1	Включить С=50 мкФ
С1, С2	Конденсатор МБГО-1-160-30-П	2	
С3...С8	Конденсатор К50-6-50-100	6	По 2 шт. в плечо последовательно
Д1...Д8	Диод полупроводниковый Д211	8	
Д9...Д16	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	8	Последовательно
Др	Дроссель 6ТЛ.271.039	1	
Р1	Реле РП-7 РСЧ.521.004 ПИ	1	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Р55, Р56	Резистор ПЭВ-25-820 Ом 10%	2	Включить 4 мкФ
Р57, Р61	Резистор МЛТ-2-30 кОм ±5%	2	
Р63	Резистор МЛТ-2-30 кОм ±10%	1	Параллельное
Р58	Резистор ППВ-3В-10 кОм ±10%	2	
Р60, Р64	Резистор МЛТ-2-10 кОм ±10%	1	Параллельное
Р65	Резистор МЛТ-2-2 кОм ±10%	4	
Р68...Р71	Резистор МЛТ-2-1 кОм ±10%	4	Параллельное
С1, С4	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	
С5, С6	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	С=30 мкФ
С2, С3	Конденсатор МБГО-1-300-4-П	2	
С7...С14	Конденсатор МБГО-1-400-10-П	8	Параллельное
С15, С22	Конденсатор МБГО-1-160-20-П	2	
С62, С63	Конденсатор МБГО-1-160-20-П	2	С=10 мкФ
С16...С21	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	6	
С23...С28	Конденсатор КБГ-МН-2-200	6	Параллельное
С29...С33	В-10 мкФ ±10%	5	
С34, С35	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	Параллельное
С36...С39	Конденсатор МБГО-1-160-20-П	4	
С41...С61	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	21	Параллельное
С64, С65	Конденсатор МБГО-1-160-10-П	2	
С66...С69	Конденсатор МБГО-1-160-20-П	4	Параллельное
С70...С74	Конденсатор К50-6-50-200	5	
С75...С79	Конденсатор МБМ-160-0,5 ±10%	5	Параллельное
В	Вольтметр 6ТЛ.332.000	1	
В	Переключатель двухлатный Пр-2/8 6ТЛ.264.010	1	Последоват. по 2 шт.
Д1...Д4	Диод полупроводниковый Д211	4	
Д66, Д67	Диод полупроводниковый Д211	2	Последоват.
Д73, Д74	Диод полупроводниковый Д211	2	
Д93...Д95	Диод полупроводниковый Д211	3	Последоват.
Д5, Д68	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	2	
Д48...Д51	Диод полупроводниковый Д211	4	Последоват.
Д9...Д11	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	3	
Д12...Д17	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	6	Последоват.
Д18...Д32	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	15	
Д33...Д47	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	15	Последоват.
Д52...Д65	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	14	
Д69...Д72	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	4	Последоват.
Д75...Д82	Диод полупроводниковый Д211	8	
Д85...Д92	Диод полупроводниковый Д211	8	Вкл. по 2 шт.

Перечень элементов к рис. 30

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БТЛ-5-1	Блок тока линии 6ТЛ.296.001-03	1	
БТЛ-5-2	Блок тока линии 6ТЛ.296.001	1	
ОП-1	Ограничитель перегрузки 6ТЛ.387.000	1	
ПЧМ	Преобразователь частоты магнитный 6ТЛ.294.000	1	
Ш-1, Ш-2, Ш-3	Блок установочный электротехнический УБ-0-1	3	
БОН	Блок ограничения напряжения 6ТЛ.387.528	1	

54

Перечень элементов к рис. 33

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R1, R3	Резистор ПЭВ-25-10 кОм 10%	2	
R2*	Резистор МЛТ-2-5,1 кОм $\pm 10\%$	1	от 10 до 43 кОм
R4	Резистор МЛТ-2-10 кОм $\pm 10\%$	1	
Д1...Д9	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	18	по 9 шт. последоват.
Д15...Д23	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	10	по 5 шт. последоват.
Д10...Д14, Д24...Д28	Стабилитрон полупроводниковый Д814А	10	Последоват.
P1, P2	Реле РП-II 220 В переднее присоединение 27.011.004-1	2	

Перечень элементов к рис. 34

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БТЛ-5-1	Блок тока линии 6ТЛ.296.001-03	1	
БТЛ-5-2	Блок тока линии 6ТЛ.296.001	1	
ОП-1	Ограничитель перегрузки 6ТЛ.387.000	1	
ПЧМ	Преобразователь частоты магнитный 6ТЛ.294.000	1	
Ш-1, Ш-2, Ш-3	Блок установочный электротехнический УБ-0-1	3	

Перечень элементов к рис. 35

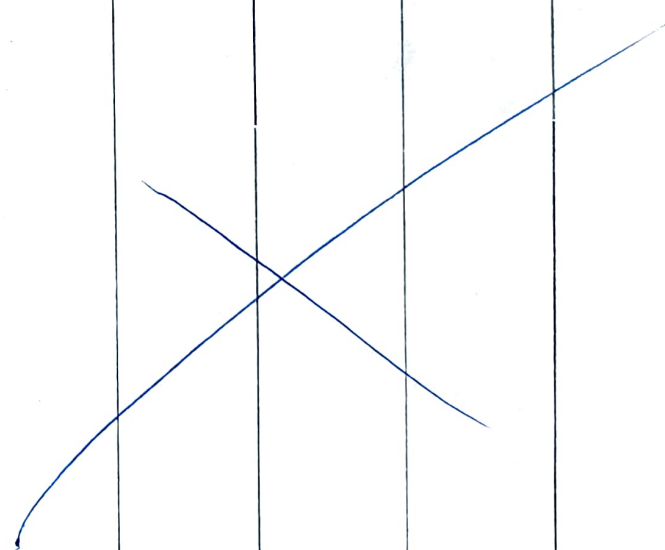
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БВ	Блок выбега 6ТЛ.367.508	1	
БТЛ-5-2	Блок тока линии 6ТЛ.296.001	1	
БТЛ-5-1	Блок тока линии 6ТЛ.296.001-03	1	
ОП-1	Ограничитель перегрузки 6ТЛ.387.000	1	
ПЧМ	Преобразователь частоты магнитный 6ТЛ.294.000	1	
Ш-1, Ш-2, Ш-3	Блок установочный электротехнический УБ-0-1	3	

Перечень элементов к рис. 36

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БВ	Блок выбега 6ТЛ.367.508	1	
БТЛ-5-1	Блок тока линии 6ТЛ.296.001-03	1	
БТЛ-5-2	Блок тока линии 6ТЛ.296.001	1	
ОП-1	Ограничитель перегрузки 6ТЛ.387.000	1	
ПЧМ	Преобразователь частоты магнитный 6ТЛ.294.000	1	
Ш-1, Ш-2, Ш-3	Блок установочный электротехнический УБ-0-1	3	
БОН	Блок ограничения напряжения 6ТЛ.367.528	1	

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					



Печатных листов 7 + 15 вкл. Формат бумаги 60x84₁₈. Тир. 300. Заказ 176-2

Смолгорттипография Управления издательств, полиграфии
и книжной торговли Смоленского облисполкома. 1976 г.