

УТВЕРЖДЕН

6БС.385.141 РЭ-ЛУ

**СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ  
И РЕГУЛИРОВАНИЯ**

*РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ*

**6БС.385.141 РЭ**

Справ. №

### ВНИМАНИЕ!

Включение секции управления и регулирования разрешается производить только после изучения настоящего руководства по эксплуатации.

В связи с постоянным совершенствованием изделия возможны незначительные изменения в конструкции и схемах электрических принципиальных, не влияющие на технические характеристики, условия монтажа и эксплуатации.

**6БС.385.141 РЭ**

**СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ И  
РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
	2	57

Име. № подл.  
09-4640

Подпись и дата  
05.11.07

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработал		Соханова		12.04.2007
Н. контр.		В-		23.04.07
Утвердил		Самой		25.04.07

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
1.1	<i>ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ</i> .....	5
<b>2</b>	<b>СОСТАВ И КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СУР</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>УСТРОЙСТВО И РАБОТА СУР</b> .....	<b>14</b>
3.1	<i>ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СУР</i> .....	15
3.2	<i>КАССЕТА ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВЫХОДНЫХ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ</i> .....	18
3.3	<i>БЛОК КОНТРОЛЯ РС-ЦЕПЕЙ</i> .....	22
<b>4</b>	<b>ПЛОСКОПАНЕЛЬНЫЙ СЕНСОРНЫЙ МОНИТОР</b> .....	<b>22</b>
4.1	<i>ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ PLC И СЕНСОРНОГО МОНИТОРА</i> .....	22
4.1.1	Местное управление системой возбуждения.....	22
4.1.2	Контроль аппаратуры и диагностика отказов.....	23
4.1.3	Сервисные функции.....	23
<b>5</b>	<b>ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР</b> .....	<b>24</b>
5.1	<i>ФУНКЦИИ КОНТРОЛЛЕРА</i> .....	24
5.2	<i>ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ КОНТРОЛЛЕРА</i> .....	25
5.2.1	Входные дискретные сигналы контроллера.....	25
5.2.2	Выходные дискретные сигналы контроллера.....	30
5.2.3	Входные сигналы, поступающие от АРВ1, АРВ2, и устройства токораспределения по последовательному интерфейсу.....	31
<b>6</b>	<b>АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ</b> .....	<b>32</b>
6.1	<i>АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ ГОТОВНОСТИ СВ К ВОЗБУЖДЕНИЮ</i> .....	32
6.1.1	Алгоритм контроля срабатывания зашит.....	35
6.2	<i>АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТОРА</i> .....	35
6.3	<i>АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ</i> .....	36
6.4	<i>АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ</i> .....	37
6.4.1	Алгоритм контроля неисправностей вторичных источников питания.....	38
6.4.2	Алгоритм контроля исправности регуляторов.....	39
6.4.3	Алгоритмы контроля неисправностей и отказа тиристорного выпрямителя.....	40
6.4.4	Алгоритм контроля связи по сети ETHERNET и по последовательному интерфейсу RS-485.....	43
6.4.5	Алгоритм контроля неисправности оборудования.....	43
<b>7</b>	<b>ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА</b> .....	<b>44</b>
7.1	<i>ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ ВП</i> .....	44
7.2	<i>ОБЩАЯ СТРУКТУРА ВП</i> .....	44
7.3	<i>ОПИСАНИЕ ПОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВП</i> .....	47
7.3.1	Переключение каналов и индикация состояния АРВ.....	47
7.3.2	Управление уставкой и режимами АРВ и генератора.....	48
7.3.3	Управление режимом "Местное/Дистанционное" и ввод пароля.....	48
7.3.4	Квитирование аварийной сигнализации "Сброс сигнализации".....	50

---

7.4	ПОЛЕ ЗАКЛАДОК ОСНОВНЫХ ЭКРАНОВ.....	51
7.4.1	Экран стрелочных приборов (главный экран) .....	51
7.4.2	Экран истории аварийных событий .....	52
7.4.3	Экран активных неисправностей и отказов "НЕИСПРАВНОСТИ" .....	53
7.4.4	Экраны настройки АРВ1 и АРВ2 .....	53
7.4.5	Экран работы с КТР.....	55
7.4.6	Экран настроек PLC .....	56
7.4.7	Экран индикации дискретной информации АРВ1 и АРВ2 (DI/DO) .....	57

10-70 72 6000 1/16/03/05

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы секции управления и регулирования (СУР) в составе системы возбуждения Загорской ГАЭС.

## 1.1 ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- АРВ - Автоматический регулятор напряжения;
- АСУ - Автоматическая система управления;
- СС (АЕ1) - Силовая секция;
- ТС (АЕ2) - Тиристорная секция;
- СУР (АЕ3) - Секция управления и регулирования;
- СУЗ (АЕ4) - Секция управления и защит;
- ТВ - Тиристорный выпрямитель;
- АМ - Мост тиристорного выпрямителя;
- УН - Оптопарный модуль;
- К - Релейный модуль;
- DC - Постоянный ток;
- AC - Переменный ток;
- ФИМ - Формирователь импульсов;
- PLC - Программируемый логический контроллер;
- АГП (QE1) - Автомат гашения поля;
- SF - Автоматический выключатель;
- СВ - Система возбуждения;
- РС - Встраиваемый компьютер;
- FPM - Сенсорный плоскочелпанельный экран;
- КТР - Контроллер токораспределения

## 2 СОСТАВ И КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СУР

Все оборудование СУР расположено в отдельной секции (АЕЗ), входящей в состав щита возбуждения. Секция и установленные в ней кассеты выполнены из конструктивов фирмы "Rittal". Секция представляет собой шкаф с двухсторонним доступом к оборудованию. Часть оборудования расположена в лицевой части шкафа на поворотной раме. Остальное оборудование установлено на жестких рамах с лицевой и задней части шкафа. Встраиваемый компьютер и плоскопанельный сенсорный монитор установлены на двери с лицевой стороны секции СУР.

Виды шкафа СУР спереди с открытой дверью, спереди с открытой поворотной рамой и сзади с открытой дверью, показаны на рисунках 1, 2 и 3 соответственно. Внешний вид лицевой двери шкафа представлен на рисунке 4.

Ниже перечислено основное оборудование СУР, показанное на рисунках 1, 2, 3.

АРВ1, АРВ2	Кассеты автоматического регулятора возбуждения. Установлены на поворотной раме.
Кассета токораспределения и выходных формирователей 5БС.408.255-01	В кассете расположены ячейки ФИМ и КТР, в которых соответственно выполняется усиление и высокочастотное заполнение импульсов управления небольшой мощности, поступающих из кассет АРВ1 и АРВ2, а также распределение токов между параллельно работающими тиристорами методом индивидуальной задержки управляющих импульсов на каждом тиристоре. Кассета установлена на поворотной раме.
ФРМ	Плоскопанельный сенсорный экран для настройки, управления и отображения текущих параметров системы возбуждения и вывода текстовых сообщений о возникающих неисправностях. Установлен на двери с лицевой стороны шкафа СУР.
РС	Встроенный компьютер выполняет управление экраном. Установлен на двери с лицевой стороны шкафа СУР.
PS-PLC1, PS-PLC2	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие резервированным напряжением +24 V цепи питания: PLC, модули дискретных входов DI1...DI6, блоки контроля RC-цепей. Установлены вверху шкафа над поворотной рамой.
PS-COM1, PS-COM2	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие резервированным напряжением +24 V цепи питания: коммутатора сети Ethernet SW1, блоков потенциальной развязки входных и выходных аналоговых сигналов UAI 1, UAI 2, UAO 1, UAO 2, преобразователя протокола U1. Установлены вверху шкафа над поворотной рамой.
PS-K1, PS-K2	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие резервированным напряжением

	+24 V цепи питания выходных релейных блоков К, выходных каскадов АРВ1 и АРВ2, и модули дискретных выходов DO1, DO2. Источники установлены с задней стороны шкафа, вверху на жесткой раме.
PS-UH1, PS-UH2	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие резервированным напряжением +24 V цепи питания оптопарных блоков УН. Источники установлены с задней стороны шкафа, вверху на жесткой раме.
PS-PC1, PS-PC2	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие резервированным напряжением +12 V цепи питания встраиваемого компьютера PC и плоскопанельного экрана FPM. Все источники установлены на двери шкафа.
PS-APB1, PS-APB2	Источники вторичного напряжения, каждый из которых обеспечивает отдельным напряжением питания +24 V кассеты AG4, AG5. Установлены на поворотной раме.
PS-48 V-1...PS-48 V-4	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие отдельным напряжением питания 56 V импульсные трансформаторы блоков устройств выходных тиристорных мостов AM1, AM2, AM3. Установлены на поворотной раме.
PS-LEM1...PS-LEM4	Источники вторичного напряжения, обеспечивающие отдельным напряжением +15 V и минус 15 V цепи питания датчиков LEM, установленных в измерительных цепях напряжения ротора. Установлены с задней стороны шкафа, на жесткой раме.
PLC	Программируемый логический контроллер National Instruments. Установлен на объединительной плате над поворотной рамой.
DI1...DI4	Модули дискретного входа National Instruments. Установлены на объединительной плате над поворотной рамой.
DO1, DO2	Модули дискретного выхода National Instruments. Установлены на объединительной плате над поворотной рамой.
SW1, SW4	Коммутаторы сети Ethernet, обеспечивающие связь между PLC, PC и выходным преобразователем протокола U1 по сети Ethernet. Установлены рядом с объединительной платой над поворотной рамой (SW1) и с задней стороны шкафа, на жесткой раме (SW4).
XT1	Клеммник входных аналоговых сигналов СУР. Установлен под поворотной рамой.
XT2	Клеммник выходных аналоговых сигналов СУР. Установлен на жесткой раме с задней стороны шкафа.

---

XT3	Клеммник входных дискретных сигналов СУР. Установлен на жесткой раме с задней стороны шкафа.
XT4	Клеммник выходных дискретных сигналов СУР. Установлен внизу на жесткой раме с задней стороны шкафа.
XT5	Клеммник, на который поступают сигналы от трансформаторов тока, установленных в фазах А и С тиристорного выпрямителя. Установлен под поворотной рамой.
XT7, XT8	Вспомогательные клеммники, предназначенные для коммутации входных цепей питания СУР.
U1	Преобразователь сигналов интерфейса (Ethernet / RS-485) с гальванической изоляцией. Установлен на жесткой раме с задней стороны шкафа.
URC1, URC2	Блоки контроля RC-цепей, анализирующие сигналы от RC цепей и формирующие сигналы об их неисправности. Установлены над поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
UAI1, UAI2	Блоки аналоговой развязки, на которые поступают аналоговые сигналы 4...20 mA с клеммника XT1, для дальнейшей их передачи в APB1 и APB2. Установлены на жесткой раме с задней стороны шкафа.
UAO1, UAO2	Блоки аналоговой развязки, на которые поступают аналоговые сигналы с регуляторов APB1, APB2, для дальнейшей их передачи во внешний клеммник XT2. Установлены на жесткой раме с задней стороны шкафа.
AIE1, AIE2	Блоки аналогового ввода параметров возбудителя AIE. Служат для измерения и передачи в APB1 и APB2 напряжения и тока возбуждения, напряжения синхронизации. Установлены под поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
AIG1, AIG2	Блоки аналогового ввода параметров генератора AIG. Служат для измерения и передачи в APB1 и APB2 напряжения и тока генератора, напряжения сети. Установлены под поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
AL1, AL2	Лампы местного освещения. Расположены в верхней части шкафа.
UVD1...UVD8	Диодные модули, в которых осуществляется выпрямление напряжения питания переменного тока 140 V для последующего его включения параллельно с напряжением аккумуляторной батареи. Установлены за поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
VD1...VD42	Клемма с диодом для параллельного включения источников вторичного питания. Установлены группами рядом с соответствующими источниками.

---

---

TV1, TV2	Трансформаторы питания, осуществляющие понижение напряжения питания переменного тока 380 V, поступающего из силовой секции, до уровня 140 V. Установлен за поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
R1...R4	Резисторы, предназначенные для ограничения броска тока в цепях импульсных источников напряжения в момент подачи питания на СУР. Установлен за поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.
UH	Оптопарные модули, обеспечивающие гальваническую развязку цепей входных дискретных сигналов СУР. Установлен на жесткой раме с задней стороны шкафа.
ХТ-К	Клеммник релейных модулей, обеспечивающих гальваническую развязку цепей выходных дискретных сигналов СУР. Установлен на жесткой раме с задней стороны шкафа.
K001...K019	Релейные модули, для контроля выходных напряжений источников питания. Установлены группами рядом с соответствующими источниками.
L1, L2	Экранированный кабель из шести витых пар
XJ1...XJ8	Соединительные кабели для связи элементов СУР
XP, XS	Разъемное соединение (вилка и розетка).
Z1, Z2	Сетевые фильтры фирмы Ersos. Установлен за поворотной рамой с лицевой стороны шкафа.

72-4040 40 7103.01

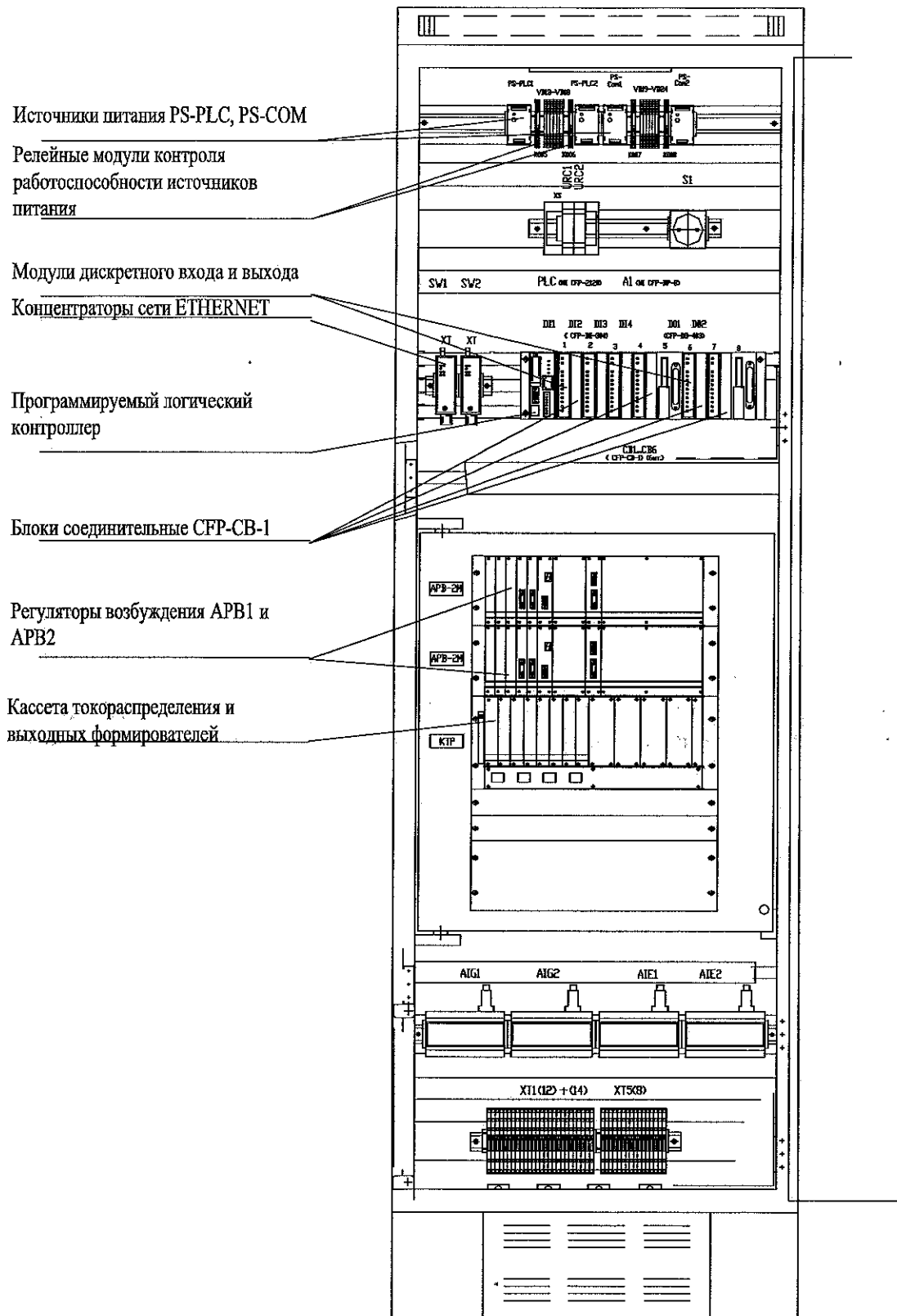


Рисунок 1 - Шкаф СУР. Вид спереди с открытой дверью

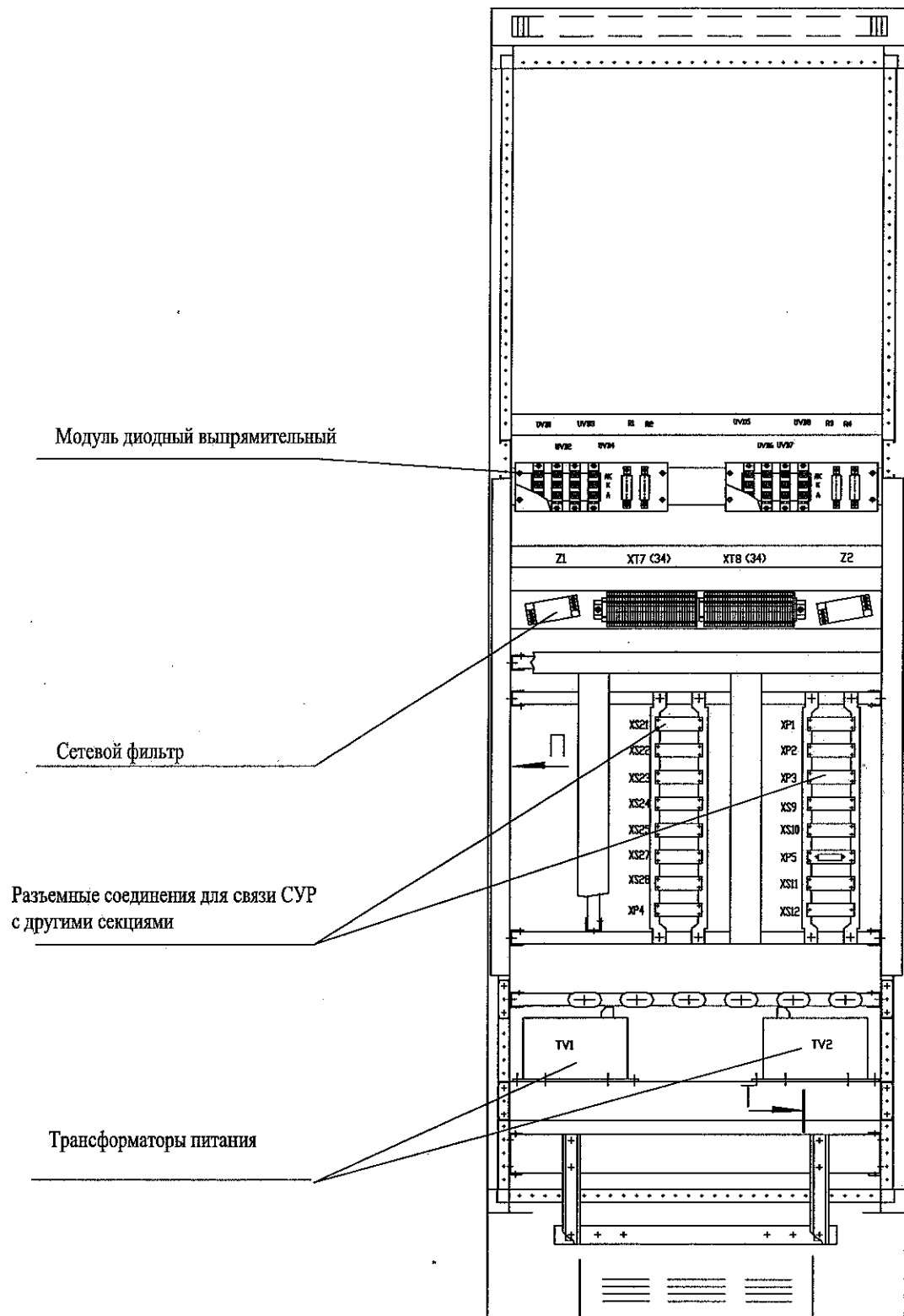


Рисунок 2 – Шкаф СУР. Вид спереди с открытой поворотной рамой

17-03-01 7-03-01

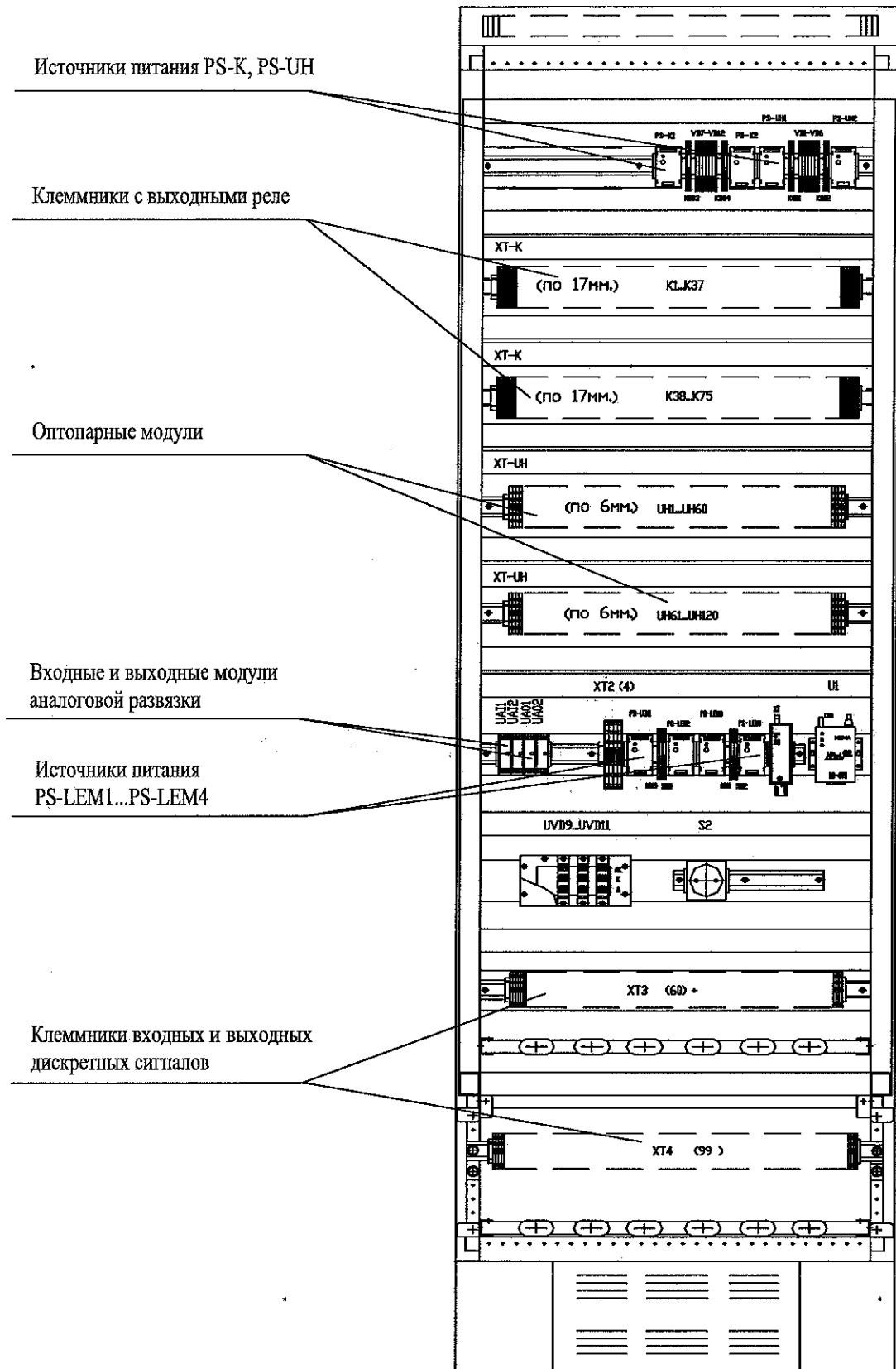


Рисунок 3 - Шкаф СУР. Вид сзади с открытой дверью

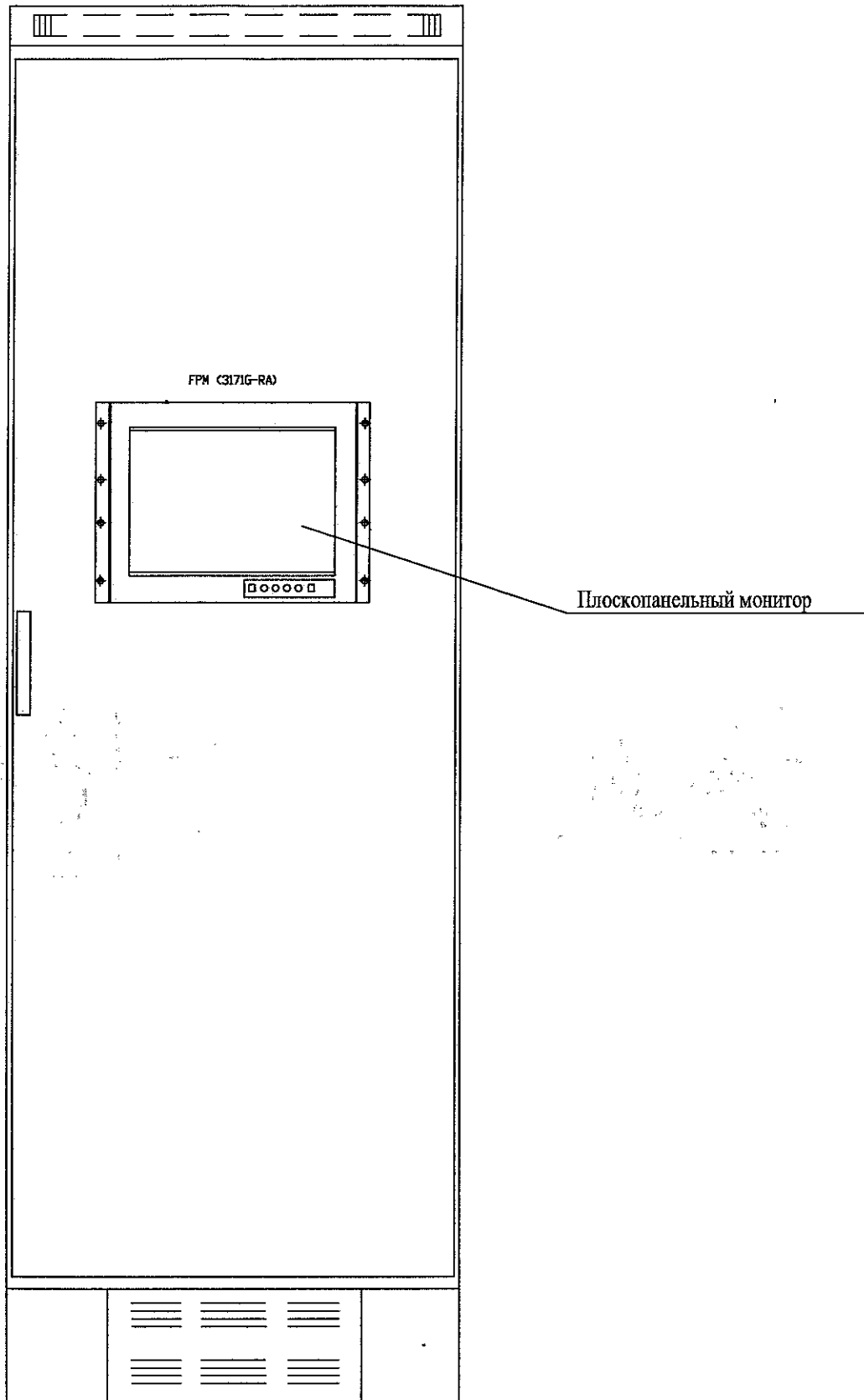


Рисунок 4 - Внешний вид шкафа СУР. Вид спереди

судьба сего 7х68.07

### 3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА СУР

Функциональная схема СУР приведена на рисунке 5.

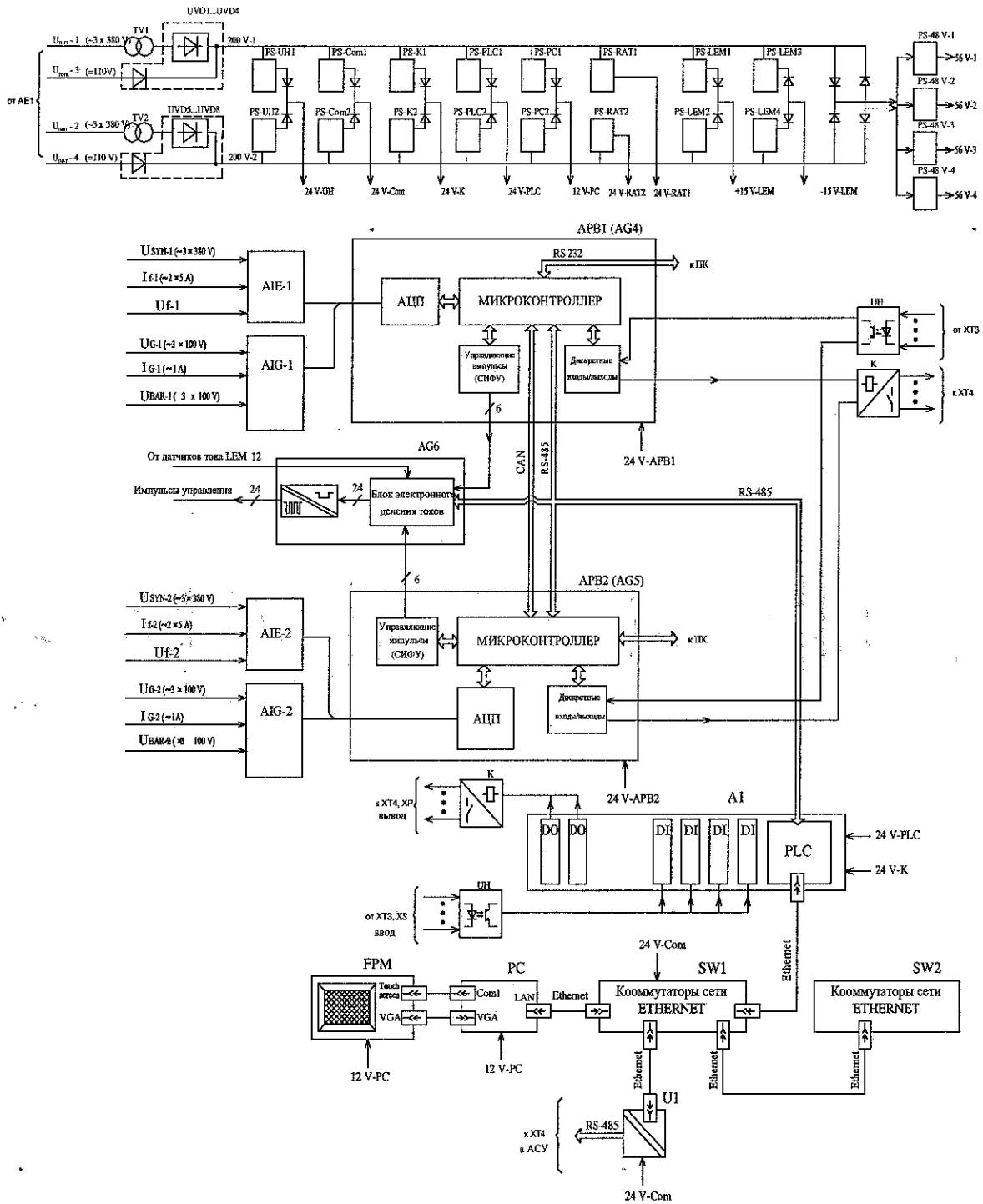


Рисунок 5 - Функциональная схема СУР

---

### 3.1 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СУР

СУР содержит два независимых цифровых регулятора возбуждения АРВ1 и АРВ2, один из которых является основным, другой резервным. Оба регулятора выполнены на базе микроконтроллера ST10F269.

В состав каждого регулятора входит система импульсно – фазового управления.

АРВ1 и АРВ2 генерируют импульсы управления тиристорным выпрямителем, осуществляя управление фазой этих импульсов в соответствии с аналоговыми сигналами, которые поступают на их входы с блоков АIG, АIE, и дискретными сигналами на входах регуляторов. Импульсы управления с выхода активного регулятора поступают в каскету токораспределения и выходных формирователей.

В каскете токораспределения и выходных формирователей выполняется распределение токов между параллельно работающими тиристорами в заданных пропорциях путем формирования индивидуальной задержки управляющих импульсов на каждом тиристоре с последующим усилением этих импульсов и наполнением их переменной составляющей перед выдачей на импульсные трансформаторы блоков устройств выходных (БУВ), установленных непосредственно вблизи тиристорov

В нормальном режиме работы регулирование возбуждения выполняется регулятором АРВ1, при этом регулятор АРВ2 отключен посредством съема (отключения) импульсов управления тиристорами. При одновременном включении питания активным становится регулятор, первым получивший питание.

Резервный регулятор работает как следящий для обеспечения плавного перехода при переключении регуляторов. Регулятор, находящийся в резерве, контролирует исправность активного регулятора, при этом каждый регулятор выполняет программу самотестирования. Обмен информацией между АРВ1 и АРВ2 осуществляется по CAN–интерфейсу и посредством дискретных сигналов.

Переключение с активного регулятора на резервный производится либо автоматически – при отказе активного регулятора, либо вручную – по командам оператора.

Ручной переход на резервный регулятор запрещен в следующих случаях:

- отказ резервного регулятора или потеря им питания от постоянного тока ("220 V");
- неисправен CAN–интерфейс, используемый для обмена информацией между АРВ1 и АРВ2.

При отказе тиристорного выпрямителя, или обоих регуляторов, или при коротком замыкании в цепи ротора АРВ1 и АРВ2 выдают в силовую секцию (АЕ1) соответствующие сигналы "Отказ выпрямителя", "Отказ АРВ1 и АРВ2" или "КЗ в цепях

ротора" на отключение автомата гашения поля. Кроме того, при коротком замыкании происходит автоматический съём импульсов управления.

Сигналы управления режимами работы системы возбуждения могут поступать на входы регуляторов либо с сенсорного экрана, установленного на лицевой двери секции СУР, либо дистанционно со щита управления агрегатом.

Для реализации функций контроля и мониторинга в СУР используется Compact FieldPoint Industrial Control System фирмы National Instruments. Эта система представляет комплект модулей, установленных на объединительную плату. Основным элементом системы является программируемый логический контроллер PLC, который выполняет обработку поступающей информации, формирует алгоритмы управления аппаратурой и обеспечивает связь по сети Ethernet. На объединительной плате также установлены модули ввода и вывода, через которые выполняется обмен дискретными сигналами между PLC и внешними цепями системы управления.

Обмен информацией между PLC, регуляторами и контроллерами устройств токораспределения осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485 и дискретными сигналами.

На двери с лицевой стороны шкафа СУР установлены встроенный компьютер PC и сенсорный экран FPM. Информация с PLC выводится на экране в виде текстовых сообщений и текущих значений параметров системы возбуждения. PLC и PC связаны по сети Ethernet через коммутатор сети SW1. С экрана выполняется местное управление режимами работы системой возбуждения. При управлении с экрана, команды управления возбуждением, поступающие дистанционно со щита управления агрегатом блокируются. Выбор способа управления системой возбуждения осуществляется с экрана переключением "Дистанционное-Местное".

Во внешние цепи данные от PLC передаются по сети Ethernet через коммутатор SW1 и преобразователь сигналов интерфейса (Ethernet/RS-485) U1 и дискретными сигналами через релейные модули К.

Входные дискретные сигналы передаются сухими контактами. От стационарного оборудования сигналы поступают в СУР через клеммник ХТ3, а от оборудования силовой секции (АЕ1), секции управления и зашит (АЕ4) и тиристорной секции (АЕ2) через внутренние разъемы щита возбуждения.

Для потенциальной развязки внутренних цепей СУР от внешних цепей используются оптопарные модули УН (24 VDC, 9 mA). Контролировать поступление сигналов можно по свечению светодиодов в соответствующих модулях.

Сигналы могут подаваться тремя способами: замыканием контактов, размыканием контактов, а также импульсом (от 1 до 2 s).

Выходные дискретные сигналы СУР выводятся на клеммники ХТ4 и каждый сигнал формируется замыканием контактов соответствующего выходного реле К.

-----  
 Нагрузочная способность контактов выходных реле К1...К50 (Wago 286-304):

~	минимальное постоянное напряжение, V:	12
~	максимальное постоянное напряжение, V:	300
~	минимальное переменное напряжение, V:	12
~	максимальное переменное напряжение, V:	250
~	минимальный ток, mA:	5
~	максимальный ток замыкания (4 s), A:	20
~	максимальный ток размыкания, A:	8
~	максимальный длительно допустимый ток, A:	7
~	максимальная переключаемая мощность, W/V·A:	192/1750

(резистивная нагрузка).

В СУР действуют два канала цепей питания вторичных источников питания:

200 V-1 и 200 V-2 (смотри функциональную схему СУР на рисунке 5).

200 V-1 служит для питания источников PS-UH1, PS-Com1, PS-K1, PS-PLC1, PS-PC1, PS-APB1, PS-LEM1, PS-LEM3, установленных в СУР.

200 V-2 служит для питания источников PS-UH2, PS-Com2, PS-K2, PS-PLC2, PS-PC2, PS-APB2, PS-LEM2, PS-LEM4, установленных в СУР.

Источники питания PS-48 V-1, PS-48 V-2, PS-48 V-3 и PS-48 V-4 получают резервированное напряжение 200 V. Буферирование цепей питания 200 V-1 и 200 V-2 выполнено на диодных модулях UVD9...UVD11.

Каждый канал питания резервирован благодаря наличию входов как по переменному трехфазному напряжению 380 V, так и по постоянному от стационарной аккумуляторной батареи напряжением 220 V.

Значение коэффициента трансформации трансформаторов TV1 и TV2 выбрано таким образом, что при входном напряжении переменного тока 380 V выходное выпрямленное напряжение превышает напряжение источника 220 V, и диод VD1 диодных модулей UVD4 и UVD8 закрыт. В этом случае питание всей системы осуществляется только от сети переменного тока 380 V. При снижении этого напряжения или отключении автоматического выключателя, питание осуществляется от аккумуляторной батареи 220 V.

---

Резисторы R1–R4 дополнительно ограничивают пусковые токи вторичных источников питания, исключая срабатывание выключателей, установленных в силовой секции.

Питание входных оптронных модулей УН осуществляется от источников питания PS-УН1, PS-УН2. Питание выходных релейных модулей К, модулей формирования импульсов и модулей дискретного выходов осуществляется от источников питания PS-К1, PS-К2. Питание PLC и модулей дискретного входа осуществляется от источников питания PS-PLC1, PS-PLC2. Питание модулей формирования импульсов напряжением 56 В для последующего питания первичных обмоток трансформаторов блоков устройств выходных мостов АМ1, АМ2, АМ3, АМ4 тиристорного выпрямителя осуществляется источниками питания PS-48 V-1, PS-48 V-2, PS-48 V-3 и PS-48 V-4 соответственно. Питание плоскочелночного сенсорного монитора и встраиваемого контроллера, осуществляется от источников PS-PC1, PS-PC2. Питание модулей формирования импульсов, коммутатора сети, преобразователей интерфейса, блоков аналоговой развязки осуществляется от источников питания PS-Com1, PS-Com2. Буферное включение диодов на выходах перечисленных источников питания обеспечивает резервирование стабилизированного питания.

Каждый регулятор напряжения АРВ питается от своего источника питания PS-АРВ1 и PS-АРВ2.

На лицевой панели каждого источника питания выведена световая индикация, гаснущая при неисправности источника. Кроме этого выход каждого источника питания подключен к соответствующему реле контроля выходного напряжения источника. Логический сигнал о работоспособности источника с выходов этих реле поступают в PLC.

### **3.2 КАССЕТА ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВЫХОДНЫХ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ**

Кассета токораспределения и выходных формирователей 5БС.408.255-01 предназначена для электронного распределения токов между параллельно работающими тиристорами тиристорного выпрямителя, а также для усиления по мощности и высокочастотного заполнения импульсов управления.

В состав кассеты входят четыре ячейки токораспределения (ТР) и четыре ячейки выходных формирователей. Каждому мосту тиристорного выпрямителя соответствует одна ячейка токораспределения ТР и связанная с ней ячейка выходных формирователей.

Цепи токораспределения, формирования и усиления импульсов управления тиристорным выпрямителем образуют канал токораспределения. На рисунке 6 приведена структурная схема канала для тиристорного выпрямителя, состоящего из четырех мостов.

Импульсы управления тиристорным выпрямителем, сформированные активным АРВ, поступают на вход контроллера токораспределения КТР, являющегося основным элементом ячейки токораспределения. На контроллер также поступают три токовых сигнала от датчиков тока, расположенных в трех фазах каждого моста. Выходом контроллера являются шесть импульсов управления, сдвинутых на расчетную задержку относительно входных импульсов АРВ. Величина задержки для каждого тиристора рассчитывается динамически каждый период сети.

Связь между контроллерами осуществляется через резервированную CAN – сеть. Неисправность контроллера токораспределения приводит к отключению моста, управляемого данным контроллером. Настроечные параметры контроллера могут изменяться с сенсорного экрана.

от аппаратуры СУР  
и датчиков тока ТВ

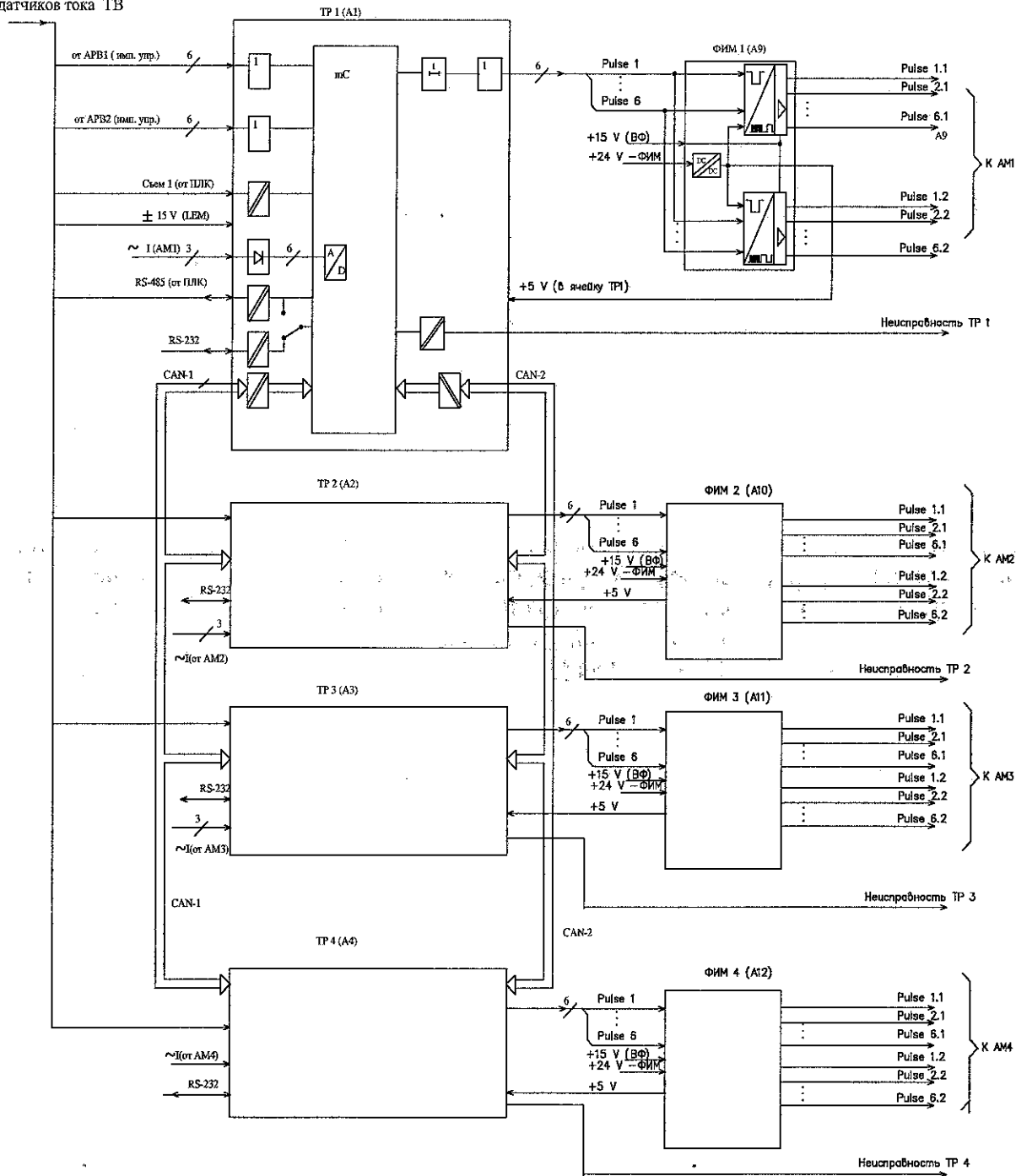


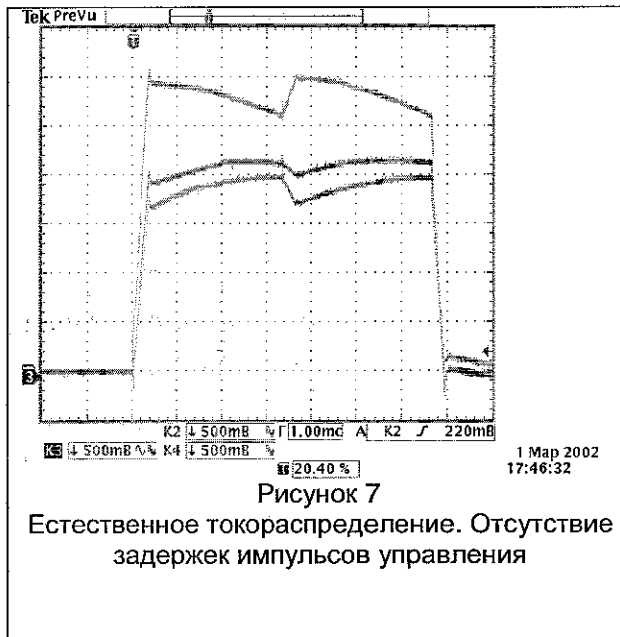
Рисунок 6 - Структурная схема канала токораспределения рабочей группы

КТР поддерживает режим распределения токов. При обнаружении непроходимости тиристора он выводится из расчета токов. При этом оставшиеся тиристоры продолжают делить ток в заданном режиме. Переходный процесс по выравниванию токов или мощности для этого случая длится не более 1 с.

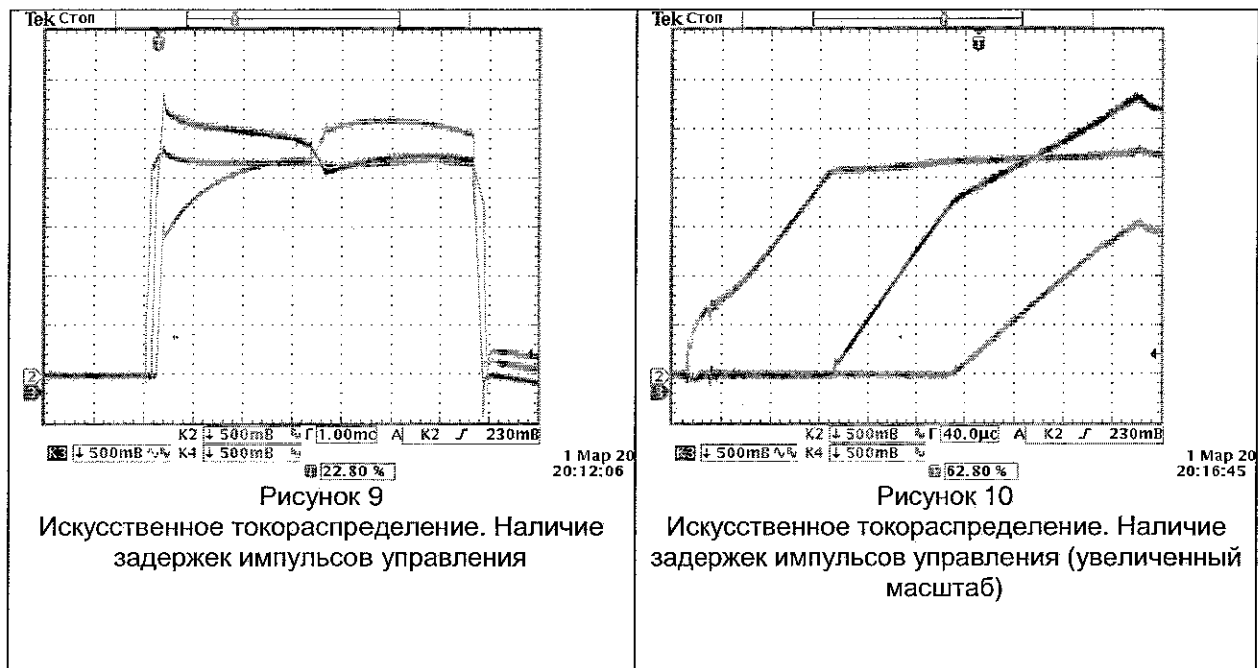
С выхода ячейки ТР импульсы управления поступают в связанную с ней ячейку выходных формирователей, для усиления и наполнения переменной составляющей. Отказ ячейки ТР или ФИМ приводит к отказу управляемого ею моста.

На представленных ниже рисунках 7...10 показан принцип деления токов для трех параллельных тиристоров.

Деление токов выключено:



Деление токов включено:



На рисунках 7 и 8 представлены осциллограммы естественного распределения токов трех параллельных тиристоров (деление токов выключено). Интегралы за период каждого из трех токов различны. Управляющие импульсы на каждый тиристор в этом режиме приходят одновременно.

На рисунках 9 и 10 представлены осциллограммы токов трех тиристоров при включенном электронном делении. При этом интегралы трех токов за период равны (все три тока имеют одну точку пересечения). Из рисунка 9 видно, что этого удается добиться, индивидуально сдвигая импульс управления каждого тиристора.

Контроллеры токораспределения связаны с PLC по последовательному интерфейсу RS – 485 и дискретными сигналами. На лицевой панели каждой ячейки ТР установлен разъем, на который выведен интерфейс RS-232. Это дает возможность, используя компьютер, выполнять настройку каждого контроллера при вводе системы возбуждения в эксплуатацию и читать дневник событий для каждого моста в рабочем режиме.

---

### 3.3 БЛОК КОНТРОЛЯ РС-ЦЕПЕЙ

Блок контроля РС-цепей представляет собой устройство контроля проводимости РС – цепей. На вход блока поступают три импульсных сигнала от первичных датчиков, установленных в блоках РС - цепей в силовой секции. Эти сигналы преобразуются в выходные логические сигналы наличия или отсутствия тока в РС - цепях.

Если сигнал на одном из входов блока отсутствует или его уровень и длительность недостаточны, то на соответствующем выходе появляется логический сигнал неисправности. Логический уровень сигнала неисправности "0" или "1" может задаваться установкой или отсутствием перемычки между контактами 9 и 10 блока. В данном проекте перемычка установлена и сигнал неисправности задается логическим "0". В этом случае потеря блоком контроля цепей напряжения питания будет также диагностироваться как неисправность.

## 4 ПЛОСКОПАНЕЛЬНЫЙ СЕНСОРНЫЙ МОНИТОР

Сенсорный монитор совместно со встраиваемым контроллером предназначен для местного управления возбуждением генератора и отображения на экране состояния системы возбуждения и генератора.

Связь между регуляторами, PLC, встроенным контроллером и монитором осуществляется по сети Ethernet через коммутатор SW1 сети Ethernet.

Сенсорный монитор, встраиваемый контроллер и источники питания PS-PC1, PS-PC2 расположены на двери шкафа.

### 4.1 ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ PLC И СЕНСОРНОГО МОНИТОРА

При помощи контроллера выполняются функции:

- местное управление системой возбуждения;
- контроль аппаратуры и диагностика отказов;
- сервисные функции.

#### 4.1.1 Местное управление системой возбуждения

Управление системой возбуждения главного генератора может осуществляться с сенсорного экрана. При этом выполняются следующие функции:

72-4040 САЧ 7.10.03.07

- 
- выбор способа управления (Местное/Дистанционное);
  - возбуждение и гашение поля генератора;
  - выбор способа регулирования – автоматическое  $U_g$ , либо ручное  $I_f$ ;
  - управление уставкой активного регулятора (Больше/Меньше);
  - выбор активного регулятора (АРВ1/АРВ2);
  - выбор регулятора реактивной мощности или коэффициента мощности при работе в автоматическом режиме ( $Q/\cos \varphi$ ).

#### 4.1.2 Контроль аппаратуры и диагностика отказов

PLC, встраиваемый контроллер и монитор позволяют производить контроль текущего состояния системы возбуждения и генератора по сообщениям, отображаемым на экране монитора.

PLC производит анализ всех дискретных сигналов, поступающих на входы модулей дискретного входа, и на основании этого анализа формирует выходные сигналы о неисправностях и аварийных режимах в системе возбуждения.

#### 4.1.3 Сервисные функции

- Наглядное отображение текущей информации о состоянии системы возбуждения. Текущая информация отображается на экране монитора в виде графических изображений и текстовых сообщений.
- На страницы (экраны) монитора выведены:
  - все анализируемые параметры,
  - неисправности и их причины,
  - состояния дискретных входов и выходов контроллеров регуляторов,
  - состояния дискретных входов и выходов PLC.
- Хранение информации в истории событий. В истории событий (журнале сигнализаций) монитора хранится информация о неисправностях системы возбуждения с указанием даты и времени. Всего может храниться до 500 событий.
- Обеспечение связи по последовательному интерфейсу со станционной системой управления. Предусмотрена возможность передачи информации о состоянии и неисправностях системы возбуждения в станционную систему управления либо по последовательному интерфейсу RS-485, либо по сети Ethernet. Для связи PLC со станционной сетью по последовательному интерфейсу RS-485 в СУР установлены два преобразователя сигналов интерфейса U1, U2 (NPORT 6110). Объем необходимой

информации и тип связи с АСУ оговаривается отдельно с каждым Заказчиком на стадии рабочего проектирования.

- Настройка параметров. Сенсорный монитор позволяет производить настройку параметров регуляторов и PLC с помощью соответствующих экранов.

## 5 ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

В данном проекте предусмотрена модульная система ввода/вывода Compact FieldPoint на основе LabVIEW Real-Time, обеспечивающая рациональное решение задач промышленного мониторинга и управления, использующая встраиваемые контроллеры реального времени.

Устройства семейства Compact FieldPoint относятся к классу программируемых контроллеров, сочетающих гибкость и эффективность персональных компьютеров с надежностью программируемых логических контроллеров.

На объединительную плату устанавливается PLC, четыре модуля дискретного ввода и два модуля дискретного вывода. Через эти модули PLC получает входные сигналы и выдает выходные.

Ниже рассматривается работа программируемого логического контроллера со всеми входящими в него устройствами, содержатся сведения о входных и выходных сигналах PLC, алгоритмах работы PLC в составе системы возбуждения генератора.

### 5.1 ФУНКЦИИ КОНТРОЛЛЕРА

PLC выполняет следующие функции:

- отображение на экране монитора текущих значений параметров возбуждения;
- отображение на экране монитора состояния системы возбуждения и генератора;
- отображение на экране монитора причин неисправностей регуляторов;
- контроль исправности тиристорного выпрямителя;
- контроль исправности источников питания и состояния автоматических выключателей;

- формирование внешних релейных сигналов о состоянии системы возбуждения;
- хранение информации в памяти PLC о неисправностях в системе возбуждения.

## 5.2 ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ КОНТРОЛЛЕРА

### 5.2.1 Входные дискретные сигналы контроллера

Входные дискретные сигналы поступают от внешних цепей, от тиристорного выпрямителя, от оборудования, установленного в силовой секции и оборудования СУР через оптопарные модули УН и релейные модули К. Затем через соединительные блоки СВ1...СВ4 сигналы передаются на модули дискретного входа DI1...DI4, установленные вместе с PLC на объединительной плате в шкафу СУР.

В таблице 1 приведены входные дискретные сигналы PLC, указан их адрес на соответствующем соединительном блоке СВ1...СВ4 в схеме электрической принципиальной 6БС.385.141 ЭЗ и дано описание этих сигналов.

Таблица 1 – Входные дискретные сигналы PLC

Обозначение	Адрес	Комментарий
Сброс сигнализации	СВ1-ХТ:1	Сигнал квитирования неисправности
НО б/к SF APB ~ (1)	СВ1-ХТ:2	Сигнал из секции управления и защит (нормально открытый б/к) о состоянии выключателей переменного тока в канале APB1
НО б/к SF APB ~ (2)	СВ1-ХТ:3	Сигнал из секции управления и защит (нормально открытый б/к) о состоянии выключателей переменного тока в канале APB2
НО б/к SF APB = (1)	СВ1-ХТ:4	Сигнал из секции управления и защит (нормально открытый б/к) о состоянии выключателей постоянного тока в канале APB1
НО б/к SF APB = (2)	СВ1-ХТ:5	Сигнал из секции управления и защит (нормально открытый б/к) о состоянии выключателей постоянного тока в канале APB2
Максимальная токовая защита ТЕ	СВ1-ХТ:14	Сигнал из секции управления и защит о срабатывании максимальной токовой защиты ТЕ

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Адрес	Комментарии
Разрядник +	СВ1-ХТ:6	Сигнал из секции управления и защит о срабатывании разрядника при положительном напряжении на роторе
Разрядник -	СВ1-ХТ:7	Сигнал из секции управления и защит о срабатывании разрядника при отрицательном напряжении на роторе
НО б/к SF AE4	СВ1-ХТ:9	Сигнал из секции управления и защит о состоянии выключателей питания по постоянному току релейной схемы AE1 силовой секции
Отказ оперативного питания АГП	СВ1-ХТ:11	Сигнал из секции управления и защит о наличии питания цепей управления АГП. Отсутствие этого сигнала воспринимается как отказ оперативного питания АГП
Снижение изоляции, 2 ступень	СВ1-ХТ:12	Сигнал из секции управления и защит о снижении сопротивления изоляции ротора (аварийный сигнал)
Защиты генератора	СВ1-ХТ:16	Сигнал из секции управления и защит о срабатывании защит генератора
Снижение изоляции, 1 ступень	СВ1-ХТ:17	Сигнал из силовой секции о снижении сопротивления изоляции ротора (предупредительный сигнал)
Неисправность АК1	СВ1-ХТ:18	Сигнал из силовой секции о неисправности устройства защиты АК1
Неисправность цепей управления АГП	СВ2-ХТ:1	Сигнал из силовой секции о неисправности цепей управления АГП
Отскок щетки	СВ2-ХТ:2	Сигнал из силовой секции о нарушении контакта между измерительной щеткой и валом генератора
FU1	СВ2-ХТ:6	Сигнал из тиристорной секции о неисправности одного или нескольких предохранителей моста AM1
FU2	СВ2-ХТ:7	Сигнал из тиристорной секции о неисправности одного или нескольких предохранителей моста AM2
FU3	СВ2-ХТ:8	Сигнал из тиристорной секции о неисправности одного или нескольких предохранителей моста AM3
FU4	СВ2-ХТ:9	Сигнал из тиристорной секции о неисправности одного или нескольких предохранителей моста AM4
SK1	СВ2-ХТ:10	Сигнал из тиристорной секции о превышении температуры одного или нескольких тириستоров моста AM1
SK2	СВ2-ХТ:11	Сигнал из тиристорной секции о превышении температуры одного или нескольких тиристоров моста AM2
SK3	СВ2-ХТ:12	Сигнал из тиристорной секции о превышении температуры одного или нескольких тиристоров моста AM3
SK4	СВ2-ХТ:13	Сигнал из тиристорной секции о превышении температуры одного или нескольких тиристоров моста AM4

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Адрес	Комментарии
Сработали защиты МУЗА	СВ2-ХТ:14	Сигнал из секции управления и защит о срабатывании одной или нескольких защит в МУЗА
Неисправность МУЗА	СВ2-ХТ:15	Сигнал из секции управления и защит о неисправности МУЗА
Потеря питания автоматики Г/А	СВ2-ХТ:16	Сигнал от автоматики станции о некорректном состоянии релейной схемы управления СВ.
Самосинхронизация	СВ2-ХТ:17	Команда запускает алгоритм самосинхронизации АРВ и одновременно поступает в СС для включения КШР
АРВ1 исправен	СВ3-ХТ:1	Сигнал от регулятора АРВ1 об его исправности
АРВ2 исправен	СВ3-ХТ:2	Сигнал от регулятора АРВ2 об его исправности
RC-цепь RCab11 исправна	СВ3-ХТ:3	Сигнал от блока контроля цепей URC1 об исправности RC-цепей (напряжение Uab) тиристорного выпрямителя
RC-цепь Rcab21 исправна	СВ3-ХТ:4	Сигнал от блока контроля цепей URC2 об исправности RC-цепей (напряжение Uab) тиристорного выпрямителя
RC-цепь RCbc11 исправна	СВ3-ХТ:5	Сигнал от блока контроля цепей URC1 об исправности RC-цепей (напряжение Ubc) тиристорного выпрямителя
RC-цепь RCbc21 исправна	СВ3-ХТ:6	Сигнал от блока контроля цепей URC2 об исправности RC-цепей (напряжение Ubc) тиристорного выпрямителя
RC-цепь Rcca11 исправна	СВ3-ХТ:7	Сигнал от блока контроля цепей URC1 об исправности RC-цепей (напряжение Uca) тиристорного выпрямителя
RC-цепь Rcca21 исправна	СВ3-ХТ:8	Сигнал от блока контроля цепей URC2 об исправности RC-цепей (напряжение Uca) тиристорного выпрямителя
Неисправность ячейки TP1	СВ3-ХТ:9	Сигнал о неисправности ячейки токораспределения TP1, поступающий из кассеты токораспределения и выходных формирователей (AG6). При появлении этого сигнала информация о текущих значениях токов тиристоров в мосте AM1 игнорируется и формируется выходной сигнал на съём импульсов с моста AM1
Неисправность ячейки TP2	СВ3-ХТ:10	Сигнал о неисправности ячейки токораспределения TP2, поступающий из кассеты токораспределения и выходных формирователей (AG6). При появлении этого сигнала информация о текущих значениях токов тиристоров в мосте AM2 игнорируется и формируется выходной сигнал на съём импульсов с моста AM2

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Адрес	Комментарии
Неисправность ячейки ТР3	СВ3-ХТ:11	Сигнал о неисправности ячейки токораспределения ТР3, поступающий из кассеты токораспределения и выходных формирователей (АГ6). При появлении этого сигнала информация о текущих значениях токов тиристоров в мосте АМ3 игнорируется и формируется выходной сигнал на съём импульсов с моста АМ3
Неисправность ячейки ТР4	СВ3-ХТ:12	Сигнал о неисправности ячейки токораспределения ТР4, поступающий из кассеты токораспределения и выходных формирователей (АГ6). При появлении этого сигнала информация о текущих значениях токов тиристоров в мосте АМ2 игнорируется и формируется выходной сигнал на съём импульсов с моста АМ2
Источник 24 V-УН-1 исправен	СВ4-ХТ:1	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника PS-УН1, питающего оптопарные модули УН
Источник 24 V-УН-2 исправен	СВ4-ХТ:2	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника PS-УН2, питающего оптопарные модули УН
Источник 24 V-К-1 исправен	СВ4-ХТ:3	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-К-1, питающего модули дискретных выходов DO1, DO2, выходные каскады АРВ1 и АРВ2 и выходные релейные модули К
Источник 24 V-К-2 исправен	СВ4-ХТ:4	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-К-2, питающего модули дискретных выходов DO1, DO2, выходные каскады АРВ1 и АРВ2 и выходные релейные модули К
Источник 24 V-COM-1 исправен	СВ4-ХТ:5	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-Com-1, питающего, коммутатор сети SW1, преобразователь протокола U1 и блоки аналоговой развязки UAI1, UAI2, UAO1, UAO2
Источник 24 V-COM-2 исправен	СВ4-ХТ:6	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-Com-2, питающего, коммутатор сети SW1, преобразователь протокола U1 и блоки аналоговой развязки UAI1, UAI2, UAO1, UAO2
Источник 24 V-PLC-1 исправен	СВ4-ХТ:7	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-PLC1, питающего PLC, модули дискретных входов DI1... DI4, блоки контроля RC-цепей
Источник 24 V-PLC-2 исправен	СВ4-ХТ:8	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-PLC2, питающего PLC, модули дискретных входов DI1... DI4, блоки контроля RC-цепей
Источник +15 V – LEM1 исправен	СВ4-ХТ:9	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-LEM1, питающего датчики LEM1 в измерительных цепях напряжения ротора

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Адрес	Комментарии
Источник +15 V – LEM2 исправен	СВ4-ХТ:10	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-LEM2, питающего датчик LEM2 в измерительных цепях напряжения ротора
Источник минус 15 V – LEM3 исправен	СВ4-ХТ:11	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-LEM3, питающего датчики LEM1 в измерительных цепях напряжения ротора
Источник минус 15 V – LEM4 исправен	СВ4-ХТ:12	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-LEM4, питающего датчик LEM2 в измерительных цепях напряжения ротора
Источник 24 V-APB1 исправен	СВ4-ХТ:13	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-APB1, питающего регулятор APB1
Источник 24 V-APB2 исправен	СВ4-ХТ:14	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-APB2, питающего регулятор APB2
Источник 48 V-1 исправен	СВ4-ХТ:15	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-48V-1, питающего напряжением 56 V первичные обмотки трансформаторов блоков устройств выходных моста AM1 в тиристорной секции
Источник 48 V- 2 исправен	СВ4-ХТ1:6	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-48V-2, питающего напряжением 56 V первичные обмотки трансформаторов блоков устройств выходных моста AM2 в тиристорной секции
Источник 48 V- 3 исправен	СВ4-ХТ:17	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-48V-3, питающего напряжением 56 V первичные обмотки трансформаторов блоков устройств выходных моста AM3 в тиристорной секции
Источник 48 V- 4 исправен	СВ4-ХТ:18	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-48V-4, питающего напряжением 56 V первичные обмотки трансформаторов блоков устройств выходных моста AM4 в тиристорной секции
Источник 12 V-PC-1 исправен	СВ4-ХТ:19	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-PC1, питающего монитор плоскостанельный FPM и контроллер встраиваемый PC
Источник 12 V-PC-2 исправен	СВ4-ХТ:20	Сигнал о наличии напряжения на выходе источника питания PS-PC2, питающего монитор плоскостанельный FPM и контроллер встраиваемый PC

### 5.2.2 Выходные дискретные сигналы контроллера

Выходные сигналы, сформированные PLC, поступают на модули дискретного вывода, установленные на объединительной плате. Далее эти сигналы через релейные модули К выводятся на внешний клеммник XT4 и в силовую секцию, или через оптопарные модули на входы регуляторов АРВ1 и АРВ2.

В таблице 2 приведены выходные дискретные сигналы контроллера, поступающие на модули дискретного вывода, указан их адрес на соответствующем соединительном блоке СВ6, СВ7 в схеме электрической принципиальной 6БС.385.141 ЭЗ и дано описание этих сигналов.

Таблица 2 – Выходные дискретные сигналы PLC

Обозначение	Адрес	Комментарий
Перейти на АРВ2	СВ6-ХТ:1	Сигнал формируется с выдержкой времени при отсутствии связи по RS-485 между АРВ1 и PLC или сигнала из силовой секции "НО б/к SF АРВ1 =" при условии наличия сигнала от регулятора "АРВ2 исправен". Сигнал поступает на вход АРВ1.
Перейти на АРВ1	СВ6-ХТ:2	Сигнал формируется с выдержкой времени при отсутствии связи по RS-485 между АРВ2 и PLC или сигнала из силовой секции "НО б/к SF АРВ2 =" при условии наличия сигнала от регулятора "АРВ1 исправен". Сигнал поступает на вход АРВ1.
АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы к возбуждению-1	СВ6-ХТ:3	Сигнал формируется при готовности к возбуждению силовой секции, секции управления и защит и тиристорного выпрямителя при исправном АРВ1. Сигнал через оптопару поступает на вход АРВ1
АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы к возбуждению-2	СВ6-ХТ:4	Сигнал формируется при готовности к возбуждению силовой секции, секции управления и защит и тиристорного выпрямителя при исправном АРВ2. Сигнал через оптопару поступает на вход АРВ2.
Ограничить ток (Cos φ =1)-1	СВ6-ХТ:5	Сигнал на ограничение тока ротора величиной, соответствующей режиму Cos φ =1. Формируется при неисправности двух мостов. Сигнал поступает через оптопарный модуль на вход АРВ1.
Ограничить ток (Cos φ =1)-2	СВ6-ХТ:6	Сигнал на ограничение тока ротора величиной, соответствующей режиму Cos φ =1. Формируется при неисправности двух мостов. Сигнал поступает через оптопарный модуль на вход АРВ2
Запрет форсировки-1	СВ6-ХТ:7	Сигнал формируется одновременно с сигналом "Ограничить ток (Cos φ =1)". Сигнал поступает через оптопарный модуль на вход АРВ1
Запрет форсировки-2	СВ6-ХТ:8	Сигнал формируется одновременно с сигналом "Ограничить ток (Cos φ =1)". Сигнал поступает через оптопарный модуль на вход АРВ2

Продолжение таблицы 2

Обозначение	Адрес	Комментарии
Снижение изоляции ротора, 1 ступень	СВ7-ХТ:1	Сигнал формируется при поступлении из силовой секции сигнала "Снижение изоляции, 1 ступень". Через релейный модуль сигнал поступает на выходной клеммник ХТ4 для передачи во внешние цепи.
Исправность системы возбуждения	СВ7-ХТ:2	Сигнал формируется в случае исправной системы возбуждения. Сигнал снимается при возникновении любой неисправности СВ.
Местное управление	СВ7-ХТ:3	Сигнал формируется PLC при выборе на сенсорном экране режима управления "Местное". По последовательному интерфейсу сигнал передается на регуляторы. При этом команды управления, поступающие на регуляторы с входного клеммника ХТ3, блокируются. Одновременно дискретный сигнал "Местное управление" через релейный модуль поступает на выходной клеммник ХТ4 для передачи во внешние цепи
Отключение по защита	СВ7-ХТ:4	Сигнал об отключении АГП при срабатывании защит
Отказ выпрямителя	СВ7-ХТ:5	Аварийный сигнал об отказе тиристорного выпрямителя, поступает в силовую секцию для отключения автомата гашения поля.
Съем импульсов с АМ1	СВ7-ХТ:6	Сигнал на съем импульсов с моста АМ1 формируется при неисправности ячейки токораспределения ТР1
Съем импульсов с АМ2	СВ7-ХТ:7	Сигнал на съем импульсов с моста АМ2 формируется при неисправности ячейки токораспределения ТР2
Съем импульсов с АМ3	СВ7-ХТ:8	Сигнал на съем импульсов с моста АМ3 формируется при неисправности ячейки токораспределения ТР3
Съем импульсов с АМ4	СВ7-ХТ:9	Сигнал на съем импульсов с моста АМ4 формируется при неисправности ячейки токораспределения ТР4
Самосинхронизация	СВ7-ХТ:10	Команда в СС на включение КШР

### 5.2.3 Входные сигналы, поступающие от АРВ1, АРВ2, и устройства токораспределения по последовательному интерфейсу

На последовательный порт контроллера PLC от каждого регулятора поступает блок информации по интерфейсу RS-485. PLC выводит эту информацию на экран монитора и использует ее в алгоритмах контроля работы системы возбуждения.

Информация, поступающая от регуляторов по интерфейсу RS-485, содержит следующие сведения:

- состояние и режимы работы генератора;

- 
- состояние и режимы работы регулятора;
  - значения режимных параметров генератора;
  - состояние дискретных входов и выходов регулятора;
  - диагностические сообщения о неисправностях;
  - параметры регулятора, выводимые на экран.

От ячеек токораспределения по интерфейсу RS-485 поступает информация, содержащая значения средних токов тиристоров в мостах тиристорного выпрямителя. PLC выводит эту информацию на экран и использует в расчетах при определении несимметрии, небаланса и непроводимости тиристоров.

## 6 АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

### 6.1 АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ ГОТОВНОСТИ СВ К ВОЗБУЖДЕНИЮ

Проверка готовности к возбуждению выполняется при подаче питания на СУР.

Контроллер анализирует состояние устройств силовой секции, тиристорного выпрямителя, источников питания СУР и в случае их готовности выдает на вход регуляторов сигналы "АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы к возбуждению-1" на вход АРВ1 и "АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы-2" на АРВ2 соответственно. Кроме того, при проверке готовности к возбуждению контроллер анализирует исправность каналов связи по RS-485 с регуляторами, а также исправность сети Ethernet. Каждый регулятор проводит самотестирование готовности к возбуждению. При отсутствии неисправностей в регуляторе и наличии на его входе сигнала готовности "АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы", на выходе регулятора формируется сигнал "Готовность к возбуждению АРВ1" для регулятора АРВ 1 и "Готовность к возбуждению АРВ 2" для регулятора АРВ 2, которые затем через релейные модули выводятся на выходной клеммник ХТ4.

При неготовности к возбуждению PLC выводит на экран монитора сообщение "Не готов" для АРВ 1 и/или АРВ 2.

Алгоритм формирования сигналов готовности к возбуждению "АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы-1" для АРВ1 и "АЕ1, АЕ4 и ТВ готовы-2" для АРВ2 показан на рисунке 11. Алгоритм готовности к возбуждению моста АМ1 приведен на рисунке 12. Проверка готовности мостов АМ2, АМ3 и АМ4 выполняется аналогично, с учетом замены в алгоритме обозначений соответствующих элементов.

Алгоритм контроля вторичных источников питания СУР приведен на рисунке 13.

#### **Примечание:**

На рисунках 11...19 приняты следующие обозначения:

- в скобках, перед наименованием дискретного сигнала указан его адрес на соответствующей клемме блока соединительного в схеме электрической принципиальной

БЭС.385.141 ЭЗ, или указана ссылка на один из последующих рисунков, в котором раскрывается соответствующий сигнал или алгоритм;

- «\*» обозначены сигналы, формируемые в результате самодиагностики и расчетов PLC;
- «\*\*» обозначены сообщения, которые передаются в PLC по интерфейсу RS-485 от двух регуляторов.

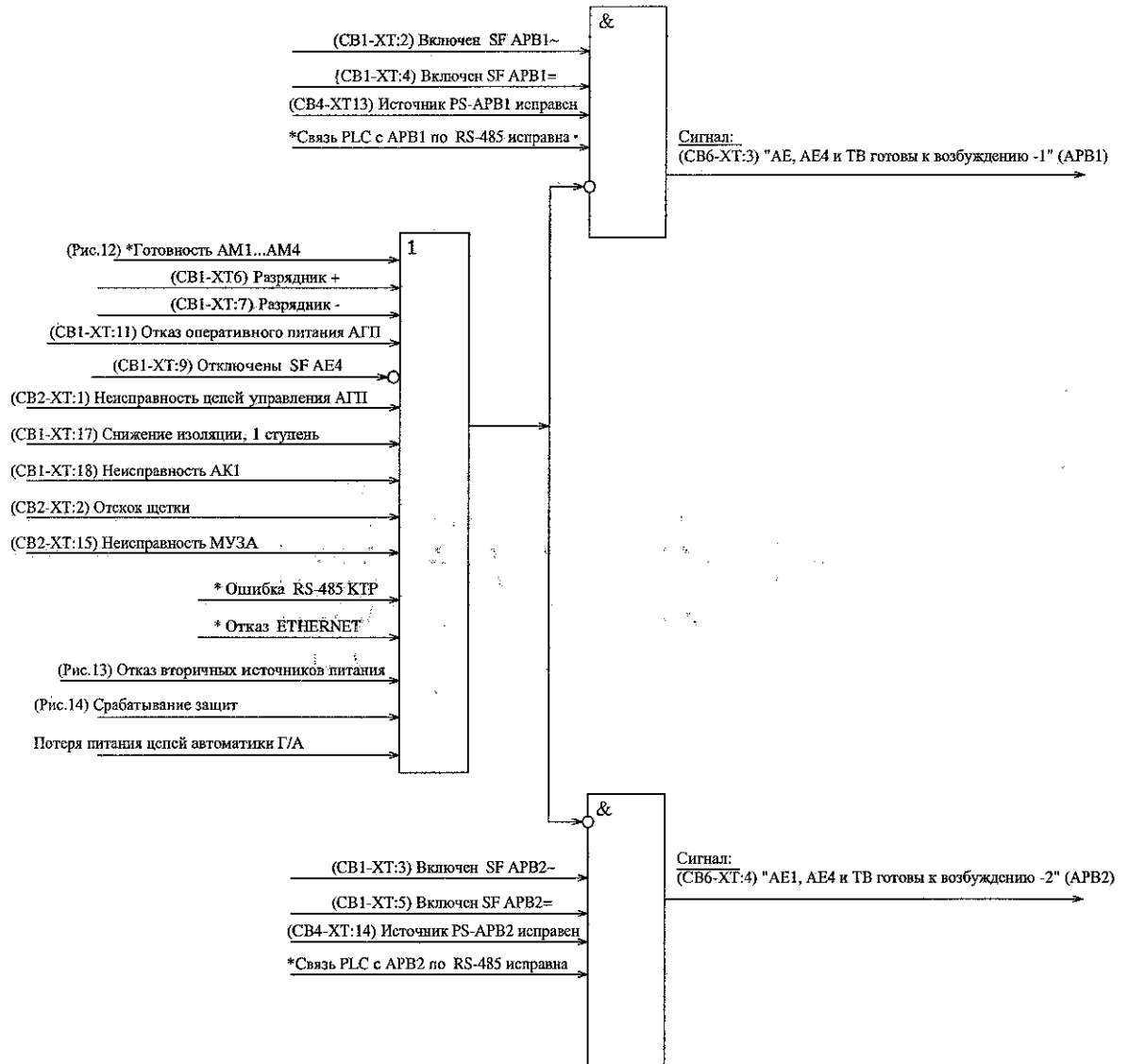


Рисунок 11 --Алгоритм формирования сигнала "АЕ1 и ТВ готовы к возбуждению"

Алгоритм готовности к возбуждению одного моста тиристорного выпрямителя приведен на рисунке 12.

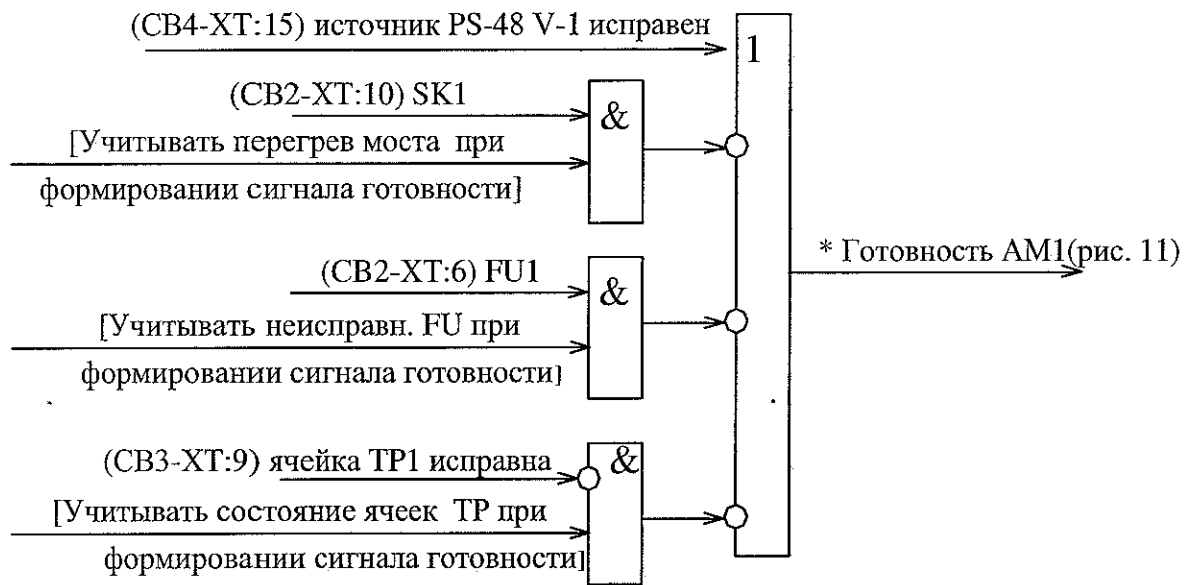


Рисунок 12 – Алгоритм готовности к возбуждению одного моста тиристорного выпрямителя

Алгоритм отказа вторичных источников питания приведен на рисунке 13.

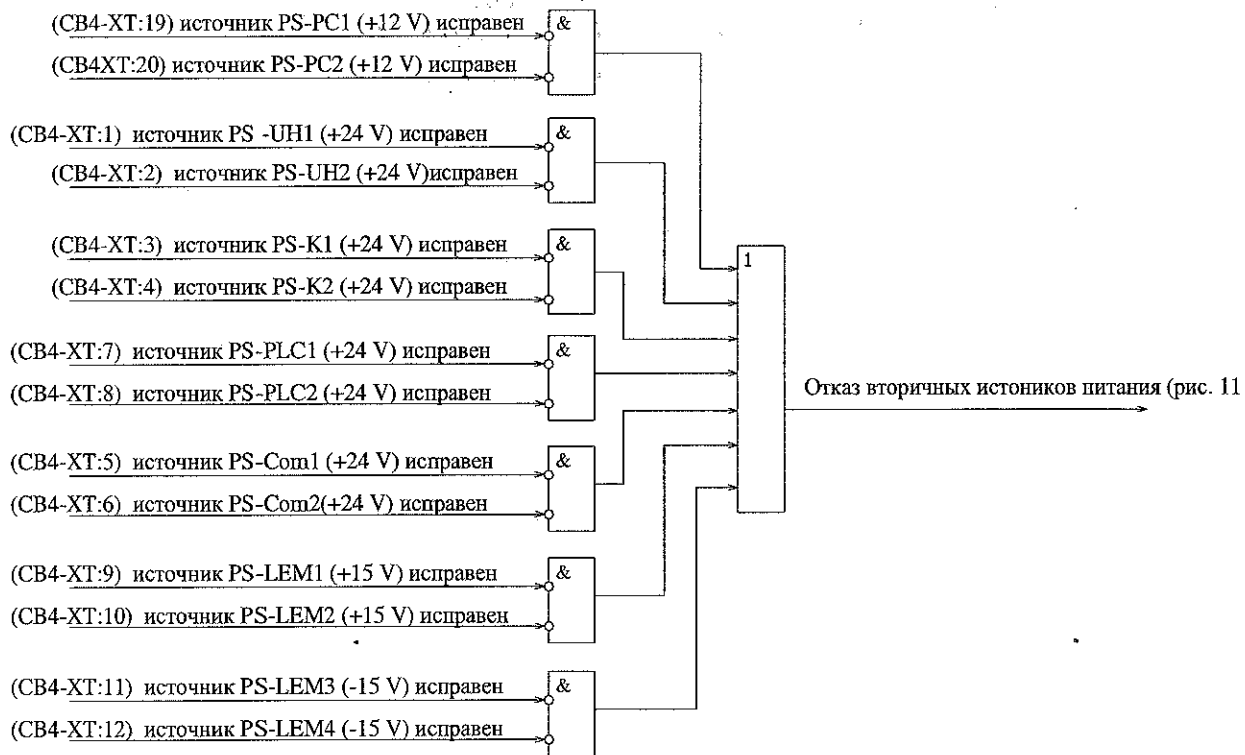


Рисунок 13 – Алгоритм отказа вторичных источников питания

11-4040 664 7х. 63. 01

### 6.1.1 Алгоритм контроля срабатывания защит

При срабатывании любой защиты, вызывающей отключение автомата гашения поля, на вход контроллера поступают соответствующие дискретные сигналы из силовой секции. Контроллер формирует соответствующее сообщение на экране монитора. Алгоритм контроля срабатывания защит представлен на рисунке 14 в виде логической схемы.

Сигнал о коротком замыкании передается в контроллер по последовательному интерфейсу от активного регулятора, и сообщение выводится на экран монитора.

При отказе выпрямителя на экране перечисляются все причины отказов.



Рисунок 14 – Контроль срабатывания защит

## 6.2 АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Информацию о режимах работы и состоянии генератора PLC получает от каждого регулятора по последовательному интерфейсу и отображает эту информацию, полученную от активного регулятора, в виде текстовых сообщений на главном экране монитора. Если обнаружена неисправность в связи по RS-485 с активным регулятором, то

на экран монитора выводится информация о состоянии и режимах работы генератора, полученная от резервного регулятора.

Контролируются следующие состояния и режимы:

- состояние генератора:
  - генератор возбужден ("Возбужден");
  - генератор не возбужден ("Не возбужден");
  - генератор возбужден в насосном режиме ("Насосный режим");
  - генератор работает в режиме холостого хода ("Холостой ход");
  - генератор включен в сеть ("В сети");
  - режимные параметры генератора (ток возбуждения, напряжение и ток статора, активная и реактивная мощности,  $\cos \varphi$ );
  - перегрузка генератора по току ротора ("Перегрузка");
  - перегрузка генератора по току статора ("Перегрузка");
  - работа ограничителей:
    - тока ротора "ОПР";
    - тока статора "ОПС";
    - минимального возбуждения "ОМВ";

### 6.3 АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Информацию о режимах работы и состоянии системы возбуждения PLC получает от активного регулятора по последовательному интерфейсу RS-485. PLC отображает эту информацию в виде текстовых сообщений и световой индикации на сенсорном экране.

Контролируются следующие состояния и режимы:

- активный регулятор "АРВ1" или "АРВ2";
- работа автоматического регулятора напряжения "РегуляторUg";
- работа ручного регулятора тока возбуждения "Регулятор If";
- режим регулирования реактивной мощности "Регулятор Var";
- режим заводских испытаний "Режим ТЕСТ".

10-05-07  
м-4040 см 7х05-07

---

## 6.4 АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ НЕИСПРАВНОСТИ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ

PLC фиксирует каждую неисправность оборудования в силовой секции, СУР или тиристорном выпрямителе. Встраиваемый контроллер РС считывает эти неисправности и выводит на экран монитора информацию о неисправностях и отказах оборудования.

При возникновении неисправности в системе возбуждения, PLC выводит текстовое сообщение на экране монитора с фиксацией неисправности и времени ее возникновения в памяти контроллера и формирует обобщенный выходной сигнал "Неисправность СВ". Этот сигнал поступает на экран монитора и снимается только при устранении неисправности.

Одновременно PLC формирует выходной обобщенный сигнал "Неисправность СВ", который поступает на внешний клеммник ХТ4.

PLC позволяет устанавливать один из двух режимов вывода сигнала о неисправности системы возбуждения. Режим выбирается с экрана монитора и устанавливается в процессе пуско-наладочных работ. В первом случае сигнал "Неисправность СВ" фиксируется и сбрасывается при устранении неисправности кнопкой "Сброс" на главном экране монитора, а также входным сигналом "Сброс сигнализации", поступающим от внешних цепей. При нажатии кнопки "Сброс сигнализации" на сенсорном экране монитора контроллер передает по сети Ethernet команду на сброс сигналов о неисправности в АРВ1 и АРВ2.

При втором режиме вывода сигнал "Неисправность СВ" присутствует только при наличии неисправности в системе возбуждения.

Условно все неисправности, контролируемые PLC, можно разделить на следующие группы:

- неисправности или отказ АРВ1;
- неисправности или отказ АРВ2;
- неисправности или отказ тиристорного выпрямителя;
- неисправности вторичных источников питания СУР;
- неисправности оборудования;
- отключение по защитам;
- отказ в сети Ethernet;
- отказ интерфейса RS-485 (PLC – АРВ1);
- отказ интерфейса RS-485 (PLC – АРВ2);

- отказ интерфейса RS-485 (PLC – устройство токораспределения);

При отказе вторичных источников питания СУР блокируется выполнение всех алгоритмов контроля и сигналов неисправностей, кроме формирования сигнала «Неисправность СВ». В этом случае PLC сформирует выходной дискретный сигнал «Неисправность СВ» с указанием на экране в качестве причины неисправности – отказ вторичных источников питания.

Алгоритм формирования сигнала «Неисправность СВ» приведен на рисунке 15.

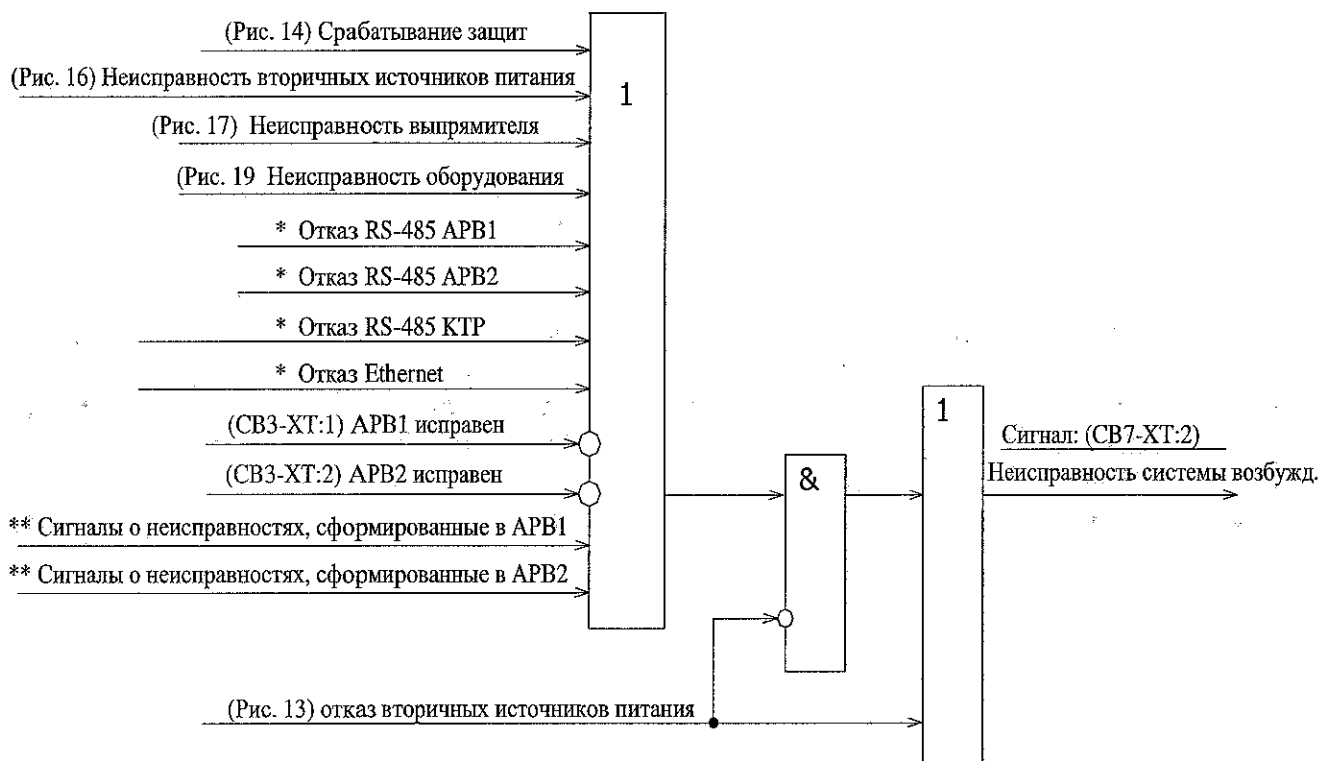


Рисунок 15 – Формирование сигнала "Неисправность системы возбуждения"

#### 6.4.1 Алгоритм контроля неисправностей вторичных источников питания

Алгоритм контроля неисправностей вторичных источников питания СУР приведен на рисунке 16.

При неисправности любого вторичного источника питания СУР на вход контроллера поступает дискретный сигнал, и PLC выводит на дисплей сообщение о неисправном источнике питания.

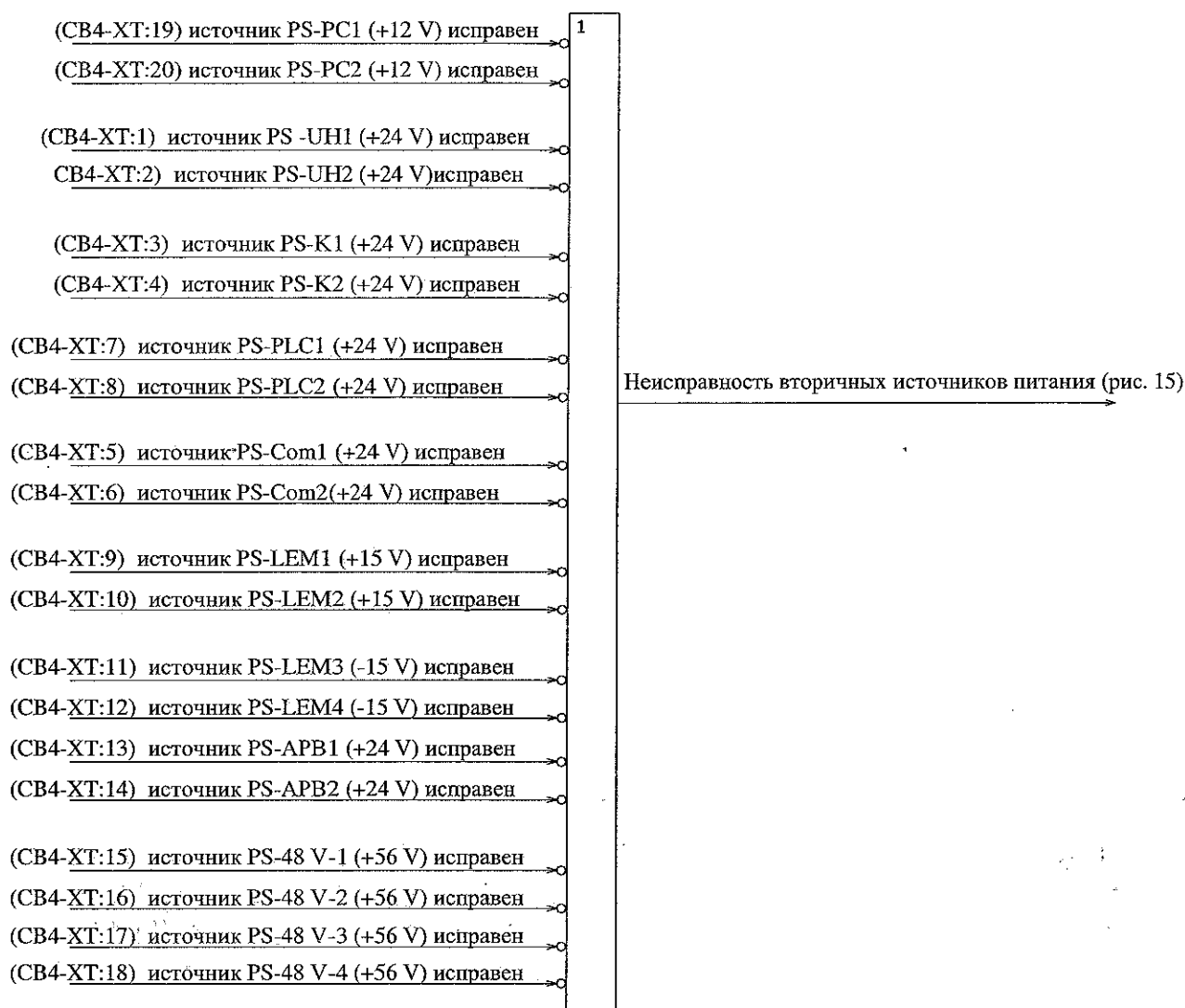


Рисунок 16 – Неисправность вторичных источников питания СУР

### 6.4.2 Алгоритм контроля исправности регуляторов

Алгоритм контроля исправности регуляторов осуществляется регуляторами APB1 и APB2 и приведен в описании регуляторов. От каждого регулятора по последовательному интерфейсу на вход контроллера поступают сигналы, расшифровывающие причины неисправностей и отказов регуляторов. Контроллер выводит эту информацию в виде текстовых сообщений на экран монитора.

При отказе источника питания регуляторов информация, получаемая от них по последовательному интерфейсу, считается недействительной и на экран дисплея выводится только информация об отказе источника питания.

Сигналы об отказе канала, источника питания или неисправности источника питания выходных сигналов каждого регулятора поступают на дискретные входы контроллера.

### 6.4.3 Алгоритмы контроля неисправностей и отказа тиристорного выпрямителя

Неисправности тиристорного выпрямителя включают в себя:

- срабатывание силового предохранителя FU;
- сигнал о превышении температуры в одном из мостов;
- непроводимость любого тиристора;
- небаланс токов в плече выпрямителя;
- несимметричный режим работы выпрямителя;
- неисправность ячейки токораспределения;
- неисправность RC - цепей.

Алгоритм контроля неисправностей выпрямителя показан на рисунке 17.

Алгоритмы формирования сигналов ограничения режимов и отказа выпрямителя приведены на рисунке 18.

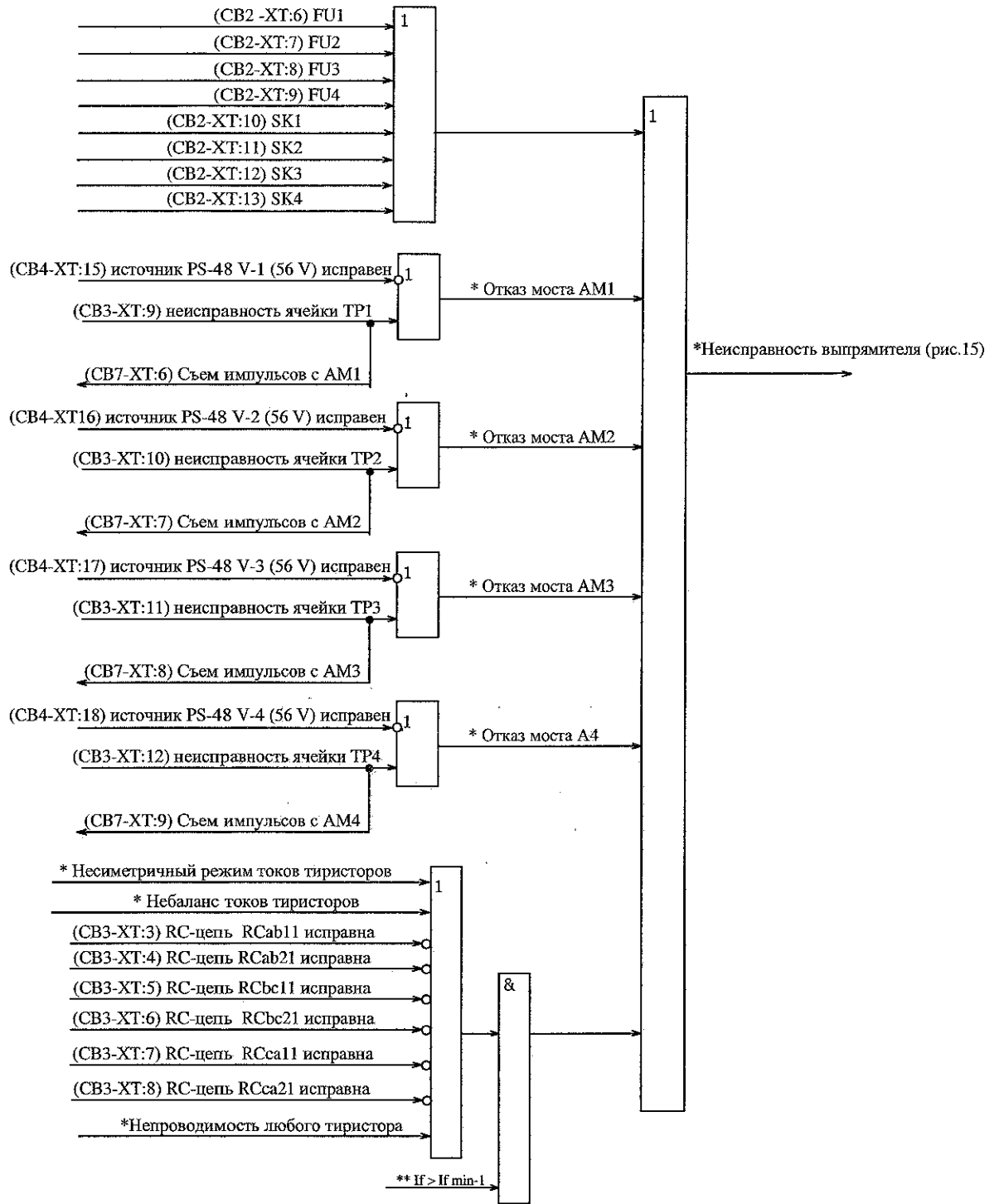


Рисунок 17 – Алгоритм контроля неисправностей тиристорного выпрямителя

22-4640 017 17.05.01

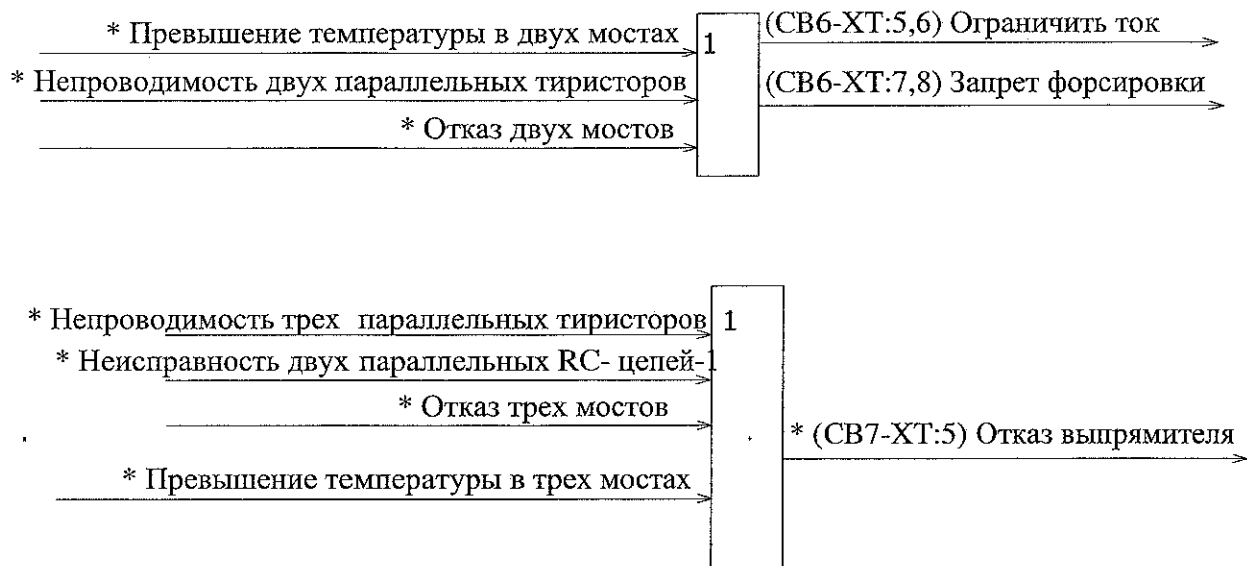


Рисунок 18 – Алгоритмы формирования сигналов ограничения и отказа выпрямителя

При неисправностях и отказах тиристорного выпрямителя на экране монитора формируются сообщения с конкретным указанием неисправных элементов.

Контроль выше перечисленных неисправностей и отказов выпрямителя блокируется при неисправностях источников питания.

Непроводимость тиристоров фиксируется при токе тиристора меньшем, чем минимальная величина тока тиристора. Значение минимального тока тиристора устанавливается с сенсорного экрана при настройке. Контроль не проводимости тиристоров и неисправности RC-цепей начинается при токе возбуждения  $I_f > I_{f \min}$ . При этом  $I_{f \min}$  – параметр, задаваемый с сенсорного экрана при настройке. Контроль неисправности RC-цепей блокируется при потере питания блоками контроля цепей.

Небаланс тока тиристоров определяется, как отклонение тока тиристора от среднего тока тиристора в плече на величину, превышающую допустимое отклонение. Допустимое отклонение устанавливается с экрана в процентах от среднего тока тиристора. При наличии не проводимости тиристора небаланс токов в этом тиристоре не проверяется. Контроль небаланса производится при токе ротора  $I_f > I_{f \min}$ .

Режим несимметрии фиксируется при разнице между токами нечетного и четного плеч одной фазы выпрямителя, превышающей допустимое значение, которое устанавливается с экрана дисплея в процентах от текущего значения тока возбуждения. Контроль несимметрии производится при токе ротора  $I_f > I_{f \min}$ .

22-4840 сд. 17.03.07

**6.4.4 Алгоритм контроля связи по сети ETHERNET и по последовательному интерфейсу RS-485**

PLC контролирует наличие связи с дисплеем и при ее отсутствии формирует внутренний сигнал "Отказ Ethernet". Кроме того, PLC контролирует наличие связи по интерфейсу RS-485 с регуляторами APB1, APB2 и контроллером устройства токораспределения. Если на запрос PLC эти устройства не присылают ответ, то PLC повторяет запрос. Если ответ от устройства так и не пришел, PLC формирует внутренние сигналы: "Ошибка RS-485 APB1" и/или "Ошибка RS-485 APB2" или "Ошибка RS-485 КТР", в зависимости от того, с каким из устройств нарушена связь. Все вышеперечисленные внутренние сигналы в виде сообщений выводятся на экране.

**6.4.5 Алгоритм контроля неисправности оборудования**

При любой неисправности оборудования, установленного в системе возбуждения, контроллер формирует сообщение на экране.

Если контроллер получает входные сигналы о неисправности всех RC-цепей, поступающих на один из блоков URC1 или URC2, то он формирует внутренний сигнал "Неисправность блока контроля RC-цепей", который в виде сообщения выводится на экран.

Алгоритм контроля неисправности оборудования приведен на рисунке 19 в виде логической схемы.

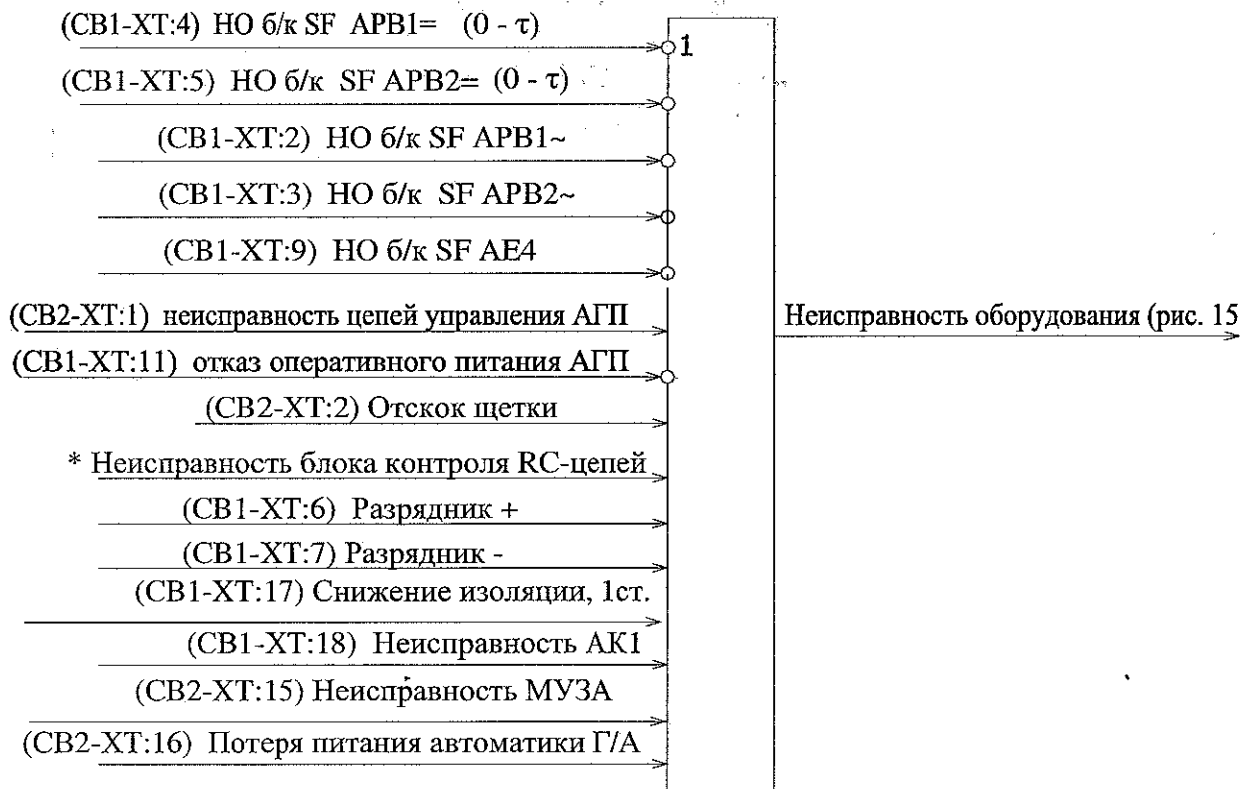


Рисунок 19 – Неисправность оборудования

72-4640 2-1 11-01-07

---

## 7 ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА

Интерфейс оператора реализован с помощью сенсорного плоскочпанельного монитора TFT и встраиваемого мини компьютера, установленных на лицевой двери секции управления и регулирования.

Мини компьютер включается тумблером на корпусе после подачи питания в СУР. При этом автоматически запускается программа "Виртуальный пульт".

Программа "Виртуальный пульт" (ВП) предназначена для организации управления аппаратурой щита возбуждения и режимом управления генератора, а также для отображения информации о состоянии генератора и щита возбуждения.

### 7.1 ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ ВП

Программа ВП реализует функции управления аппаратурой щита возбуждения и режимом генератора, а именно:

- выдача команд в автоматический регулятор возбуждения на изменение режима работы генератора и системы возбуждения, включая команды "Возбуждение / Гашение";
- настройка основных параметров таких составных частей щита возбуждения как АРВ, PLC, контроллер токораспределения (КТР);
- выдача команды "Сброс сигнализации";
- переключение режимов управления "Местное / Дистанционное".

Программа ВП реализует функции индикации состояния аппаратуры щита возбуждения и режимов генератора в следующем объеме:

- состояние АРВ основного и резервного канала и разрешение перехода на резервный канал;
- исправность обмена по последовательным интерфейсам;
- состояние режима генератора;
- ограничитель режимных параметров генератора, вступивший в работу;
- активные неисправности и отказы;
- дневник событий;
- состояние дискретных входов и выходов АРВ двух каналов;
- текущая нагрузка параллельно работающих мостов тиристорного преобразователя и режим работы КТР;
- основные переменные состояния генератора, работающего в энергосистеме.

### 7.2 ОБЩАЯ СТРУКТУРА ВП

ВП условно разделен на две части (рисунок 20):

- прямоугольное поле закладок основных экранов (верхняя часть экрана);
- поле управления и индикации (правая и нижняя стороны экрана).

Основными экранами являются:

- экран стрелочных приборов;
- экран истории аварийных событий;
- экран активных неисправностей и отказов;
- экраны настройки АРВ1 и АРВ2;
- экран работы с КТР;
- экран настроек PLC;
- экран индикации дискретной информации АРВ1 и АРВ2.

Переключение между экранами происходит при нажатии на соответствующую закладку в верхней части экрана. Поле управления и индикации сохраняется неизменным во всех вышеперечисленных режимах работы основного экрана и позволяет управлять системой возбуждения и режимом генератора.

20-4040 (03 1740)-01

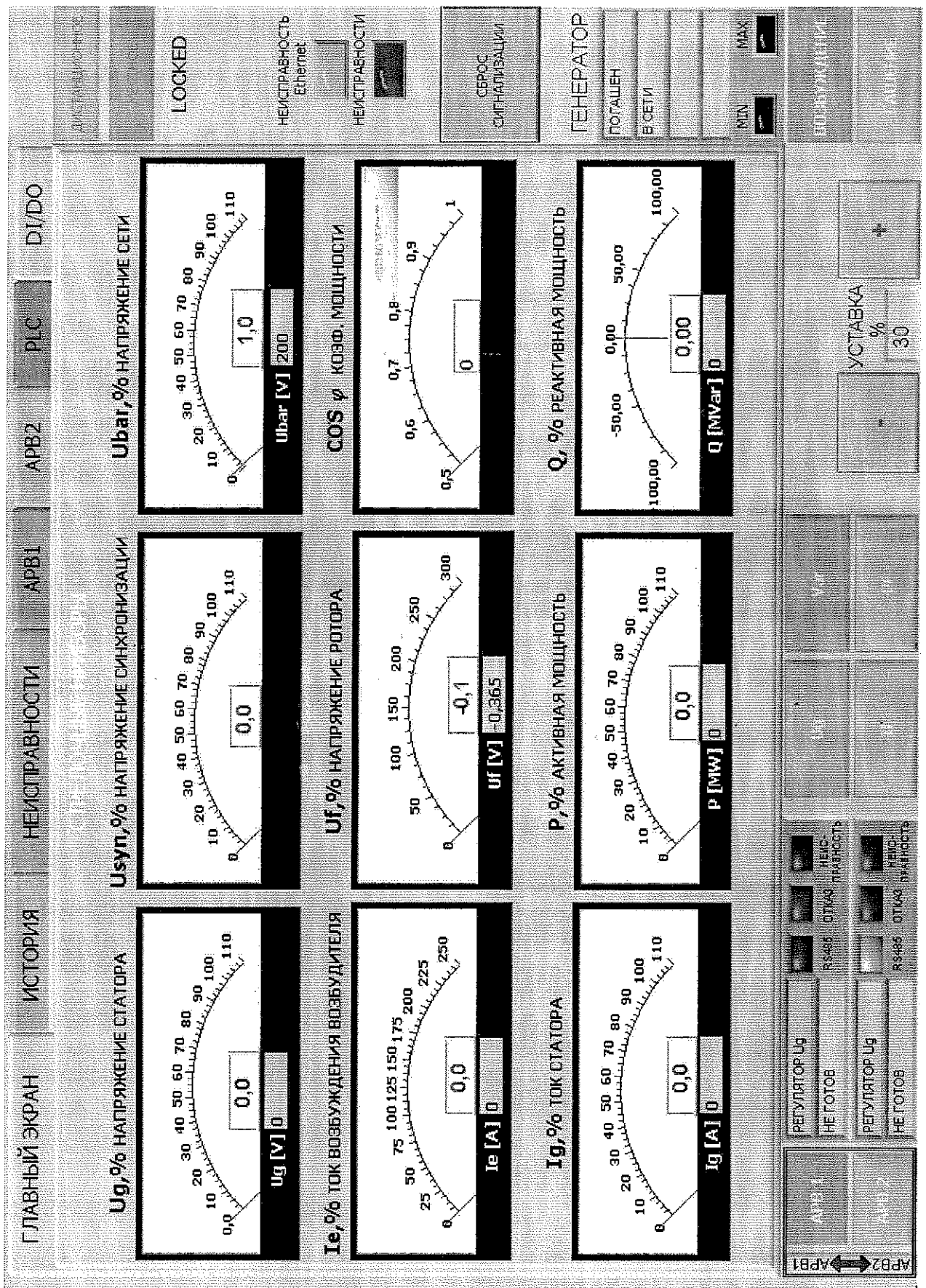


Рисунок 20 – Экран виртуального пульта

### 7.3 ОПИСАНИЕ ПОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВП

#### 7.3.1 Переключение каналов и индикация состояния АРВ

На рисунке 21 показана часть поля управления и индикации, предназначенная для переключения каналов и индикации состояния АРВ.



Рисунок 21 - Поле индикации и управления каналами АРВ.

В левой части поля помещена стрелка, отображающая состояние сигнала «Готов к переходу с канала на канал». Состояние готовности соответствует зеленому цвету указанной стрелки, запрет перехода – красному. Выбор активного канала характеризуется светло-зеленым цветом активного канала. Темно-зеленый цвет кнопки канала АРВ соответствует состоянию – резерв.

На уровне каждой из кнопок каналов АРВ имеется поле из двух строк для индикации состояния канала АРВ, как находящегося в резерве, так и активного. Первая, верхняя строка предназначена для отображения режима работы АРВ:

- заводские испытания;
- тестирование тиристорного преобразователя;
- регулирование тока ротора (ручной режим);
- регулирование напряжения статора (режим автоматический);
- регулирование реактивной мощности;
- регулирование угла нагрузки генератора ( $\cos\phi$ ).

Вторая строка отображает информацию о готовности канала к начальному возбуждению: "готов к возбуждению"/ "не готов к возбуждению". Отметим, что после перевода генератора в состояние "Возбужден" в этом поле имеет место сообщение "Не готов к возбуждению". Кроме того, при нормальной работе аппаратуры АРВ, индикацию "Готов к возбуждению" формирует только активный канал.

Три прямоугольные кнопки, расположенные справа от индикаторов режима АРВ отражают статус обмена по RS485 по протоколу Modbus/RTU, отказ и неисправность регулятора соответственно. При активном статусе перечисленных сигналов, соответствующая кнопка загорается красным цветом.

### 7.3.2 Управление уставкой и режимами АРВ и генератора

На рисунке 22 приведена часть поля управления и индикации, предназначенная для управления уставкой регулятора, режимом работы генератора, а также индикации состояния генератора: возбужден/погашен, и режим регулирования (автоматический, ручной). Текущий режим регулирования отображается светло-зеленым цветом на соответствующей кнопке. Для изменения режима необходимо нажать кнопку и по изменению цвета контролировать переход. Аналогичная логика применима для двух кнопок "Возбуждение / Гашение".

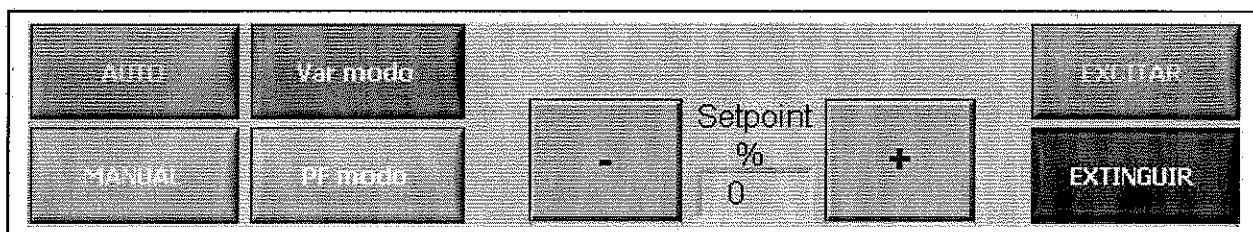


Рисунок 22 - Поле управления режимами

Управление уставкой текущего контура регулирования осуществляется кнопками серого цвета, обозначенными символами «-» (уменьшить уставку) и «+» (увеличить уставку). Для контроля выполнения данных команд служит индикатор "Уставка", показывающий текущее значение уставки в процентах от номинальной величины. При достижении уставкой предельного минимального или максимального значения кнопка, действующая в запрещенном направлении, блокируется и отмечается красным цветом.

### 7.3.3 Управление режимом "Местное/Дистанционное" и ввод пароля

На рисунке 23 приведена правая часть поля управления и индикации. В верхней части данного поля располагаются две кнопки переключения режима "Местное/Дистанционное". Текущий режим отображается светло-зеленым цветом на соответствующей кнопке. Когда управление передано внешним по отношению к системе возбуждения источникам, например, АСУ станции, то светло-зеленым цветом отмечается кнопка "Дистанционное". При этом поле управления режимами и каналами становится неактивным, что отмечается частичным затемнением органов управления. В режиме "Дистанционное" автоматический регулятор воспринимает только сигналы с внешнего клеммника шита возбуждения, игнорируя команды от экрана. Единственная команда, воспринимаемая АРВ в данном режиме – "Сброс аварийной сигнализации". Для перехода в режим "Местное" достаточно нажать одноименную кнопку и наблюдать изменение режима управления как по цвету кнопок, так и по активизации нижнего поля управления режимами.

Под кнопками управления режимом "Местное/Дистанционное" располагается

бесконтурная виртуальная кнопка "LOCKED/UNLOCKED"

("Блокировано/Разблокировано"). Данная кнопка предназначена для управления и индикации режима ограниченного доступа к интерфейсу ВП. Когда имеет место надпись "Блокировано" - режим доступа ограничен. Под ограниченным режимом доступа подразумевается блокирование действия:

- - кнопка "Местное/Дистанционное";
- - кнопка управления режимом, уставкой и возбуждением/гашением;
- - кнопка изменения уставок в закладке настроек PLC;
- - кнопка изменения настроечных параметров в закладках АРВ1, АРВ2 и КТР.

Переход в режим "Разблокировано", означающий полный доступ к возможностям ВП осуществляется через процедуру ввода символично-цифрового пароля. Для перехода в неограниченный режим доступа требуется нажать место надписи "Заблокировано", при этом появится изображенная на рисунке 24 виртуальная клавиатура ввода пароля.

Для ввода пароля необходимо:

- ответить себе на вопрос: зачем возникла надобность в полном доступе?

- знать пароль;

- успешно его ввести при помощи виртуальной клавиатуры;

- нажать кнопку "ОК";

- наблюдать изменение индикатора "Блокировано/Разблокировано".

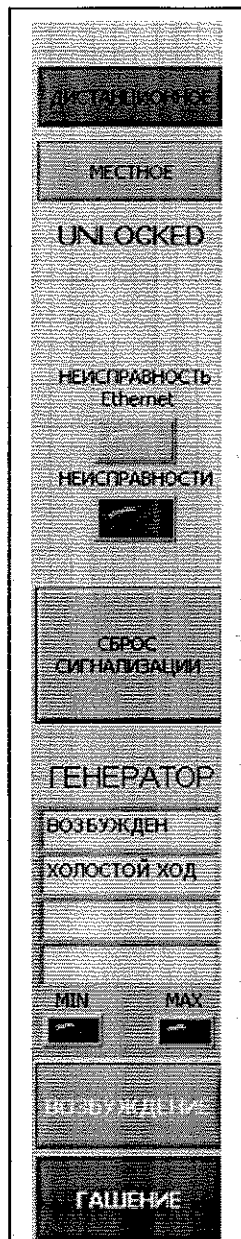


Рисунок 23 – Правая часть поля управления и индикации

Пароль задается по требованию заказчика и может содержать любые символы, цифры и знаки, имеющиеся на виртуальной клавиатуре. Использование заглавных и строчных букв английского алфавита допустимо. Пароль задается заводом изготовителем с использованием английского алфавита.

2-4640 02 17.05.07

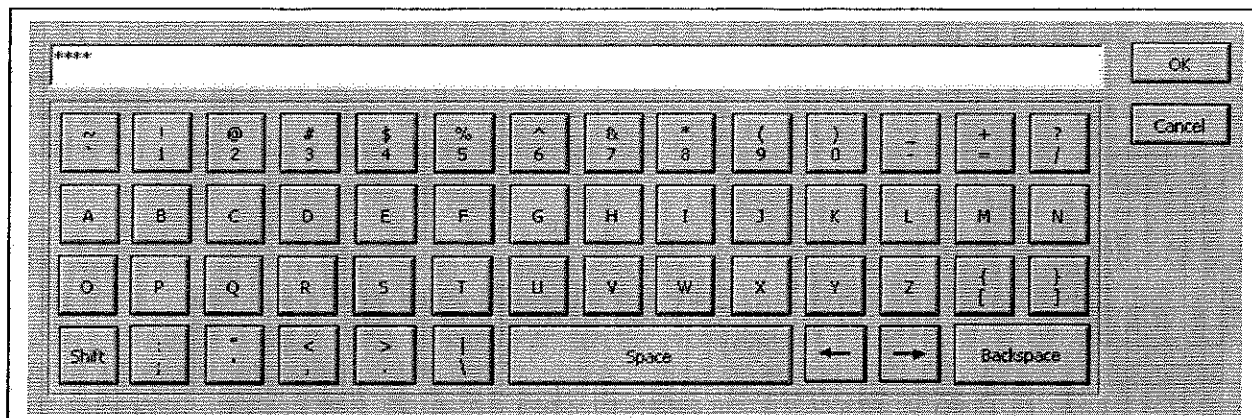


Рисунок 24 – Изображение клавиатуры для ввода пароля

### 7.3.4 Квитирование аварийной сигнализации "Сброс сигнализации"

Как видно на рисунке 23 под индикатором доступа "Блокировано/Разблокировано" располагаются виртуальные кнопки статуса последовательного обмена ВП с основными составными частями щита возбуждения - контроллером токораспределения (RS485) и Ethernet (связь с PLC). Красным цветом обозначается нештатная работа соответствующей линии связи. Далее над кнопкой "Сброс сигнализации" расположен индикатор наличия в системе возбуждения любой неисправности или отказа. Цветовая схема данного индикатора "Неисправность" аналогична индикаторам для статуса последовательного обмена.

Кнопка "Сброс сигнализации" функционирует во всех режимах работы ВП и щита возбуждения. Кнопка действует на квитирование сигнализации об имевших место отказах и неисправностях в зонах ответственности PLC, АРВ и КТР.

Под кнопкой "Сброс сигнализации" расположен четырехстрочный индикатор статуса генератора. Первая строчка информирует о возбужденном или погашенном состоянии генератора. Вторая строчка отражает режим работы генератора по отношению к сети: холостой ход, работа на сеть. Третья строка информирует о перегрузке (не путать с перегревом). В последней строке отображается название вступившего в работу ограничителя режимных параметров генератора: ограничитель минимального возбуждения (ОМВ), ограничители перегрузки по току ротора или статора (ОПР и ОПС).

Под четвертой строкой расположены два индикатора ограничения диапазона изменения уставки: MIN и MAX. Красным цветом загорается тот индикатор, чье направление изменения уставки недопустимо. Действие этих индикаторов аналогично изменению цвета кнопок «+» и «-» с серого на красный.

---

## 7.4 ПОЛЕ ЗАКЛАДОК ОСНОВНЫХ ЭКРАНОВ

Основными экранами являются: экран стрелочных приборов, экран истории аварийных событий, экран активных неисправностей и отказов, экраны настройки АРВ1 и АРВ2, экран работы с КТР, экран настроек PLC, экран индикации дискретной информации АРВ1 и АРВ2.

### 7.4.1 Экран стрелочных приборов (главный экран)

Как видно из рисунка 20 на экране стрелочных приборов отображается информация о следующих переменных состояния системы возбуждения и генератора:

- напряжение статора в относительных единицах и в вольтах;
- напряжение синхронизации в относительных величинах;
- напряжение сети в относительных единицах и в вольтах;
- ток ротора в относительных единицах и в амперах;
- напряжение на выходе щита возбуждения в относительных единицах и в вольтах;
- угол нагрузки  $\cos\phi$ ;
- ток статора в относительных единицах и в амперах;
- активная мощность в относительных единицах и в MW;
- реактивная мощность в относительных единицах и в MVar.

На индикаторе угла нагрузки генератора в верхнем правом углу поля стрелочного указателя расположен индикатор режима потребления реактивной мощности "Недовозбуждение" для информирования оператора об отрицательном значении реактивной мощности и, соответственно, отрицательном значении  $\cos\phi$ .





Экраны настроек АРВ1 и АРВ2 по своей структуре и функциям идентичны.

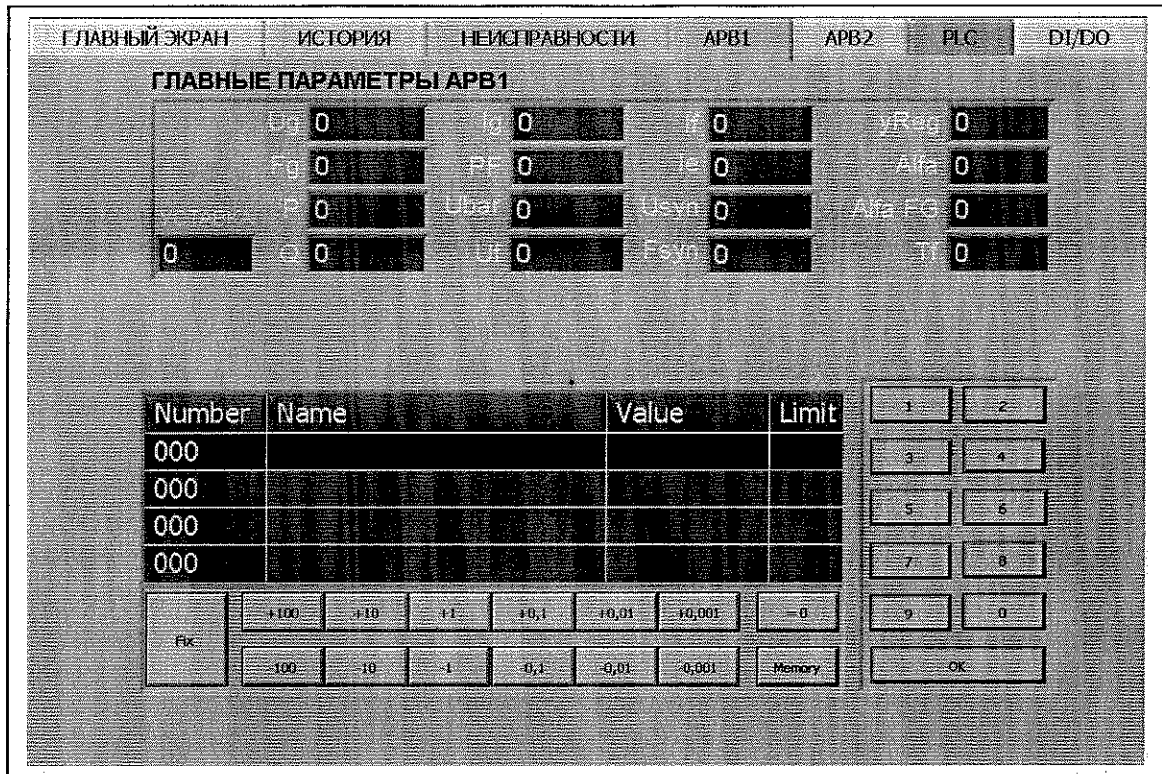


Рисунок 27 - Экран настройки АРВ

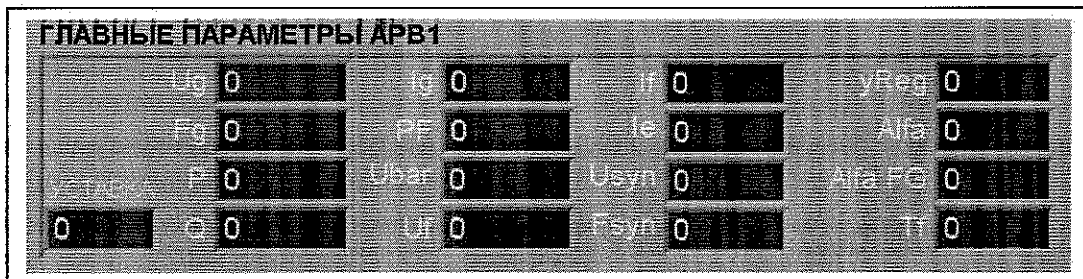


Рисунок 28 - Поле индикации

В-4040 СЛ 17.05.01

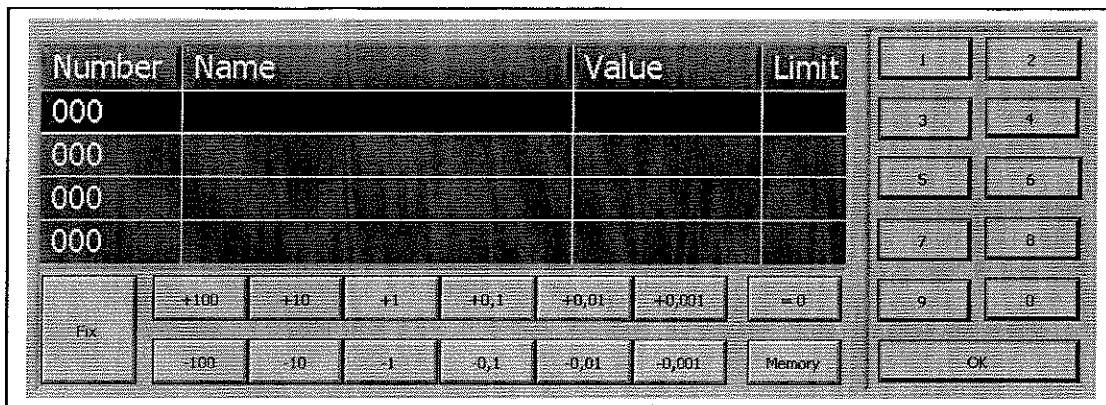


Рисунок 29 - Поле настроек

### 7.4.5 Экран работы с КТР

Экран для работы с контроллером токораспределения КТР представлен на рисунке 30.

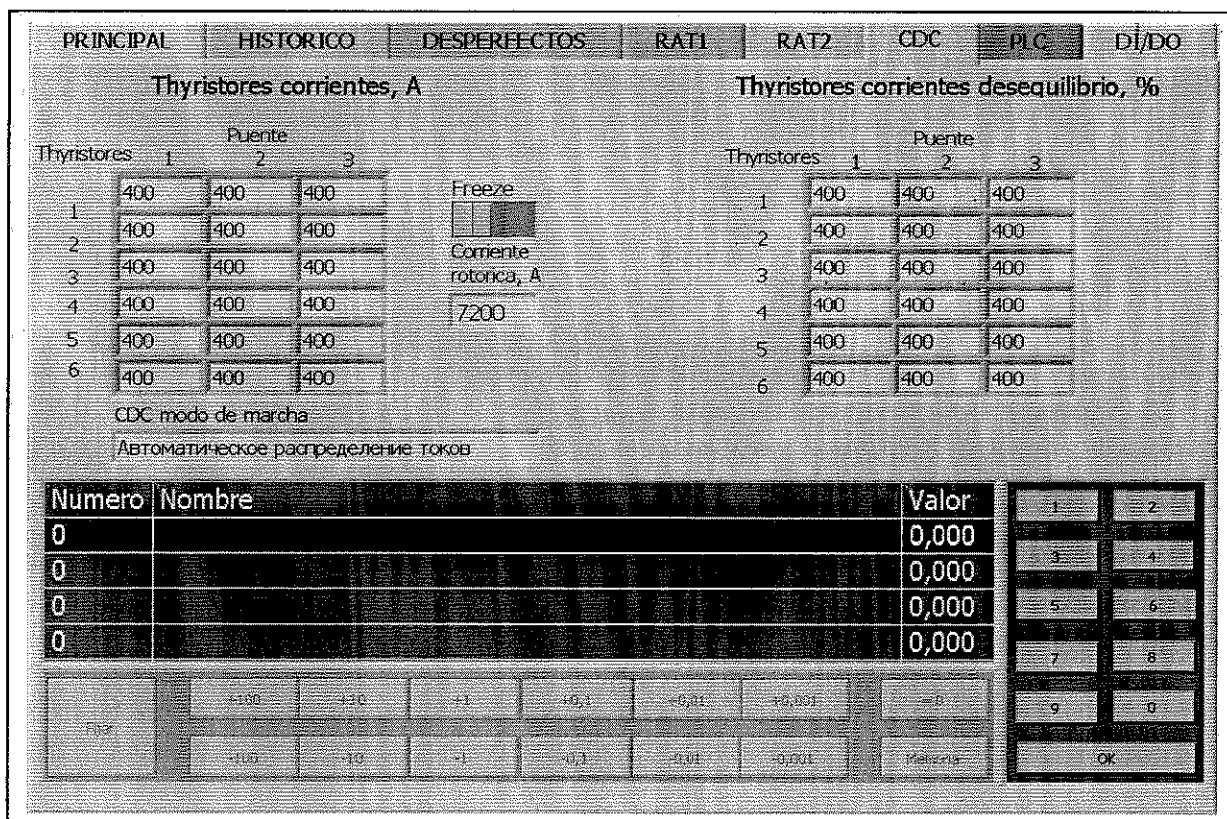


Рисунок 30 - Экран работы с КТР

Данный экран можно условно разделить на две части: поле индикации и поле настройки. Поле настройки полностью идентично аналогичному полю экрана настройки АРВ1 и АРВ2.

В поле индикации экрана КТР имеются две таблицы: первая, для индикации токовой нагрузки каждого тиристора всех имеющихся мостов, вторая, для индикации

20240400 24 7405.07

небаланса токовой нагрузки каждого тиристора в % от среднего тока плеча по всем активным мостам.

Для удобства контроля параметров КТР предусмотрена кнопка фиксации (заморозки-Freeze) показаний вышеназванных таблиц.

Кроме того имеется две строки. Первая- для индикации режима работы КТР: автоматическое распределение, ручное задание задержек, распределение мощностей потерь. Вторая- для отображения выходного тока тиристорного выпрямителя, измеренного при помощи датчиков токов тиристорov.

### 7.4.6 Экран настроек PLC

Экран настроек PLC показан на рисунке 31. Данный экран состоит из таблицы и поля изменения значения выбранной настройки. Таблица состоит из 18-ти строк и 4-х столбцов. Каждая строка соответствует одному настраиваемому параметру. Неиспользуемые в проекте настройки затемнены и неактивны. В первой колонке (№) располагается номер параметра, далее (колонка ПАРАМЕТР) следует название и значение (колонка ЗНАЧЕНИЕ). Последняя колонка (ОГР.) отражает признак ограничения: "<" - снизу и ">" - сверху. Для выбора редактируемой настройки необходимо нажать на соответствующую строчку. Изменение значения настройки происходит при помощи поля, состоящего из декадного задатчика со значениями от плюс/минус 1 до плюс/минус 1000 и кнопки "FIX".

ГЛАВНЫЙ ЭКРАН		ИСТОРИЯ		НЕИСПРАВНОСТИ		АРВ1		АРВ2		PLC		DI/DO	
№	ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ		ОГР.									
1	Номинальный ток ротора, А	1262											
2	Номинальное напряжение ротора, V	200											
3	Уставка контроля тиристорov, А	210											
4	Уставка контроля системы охлаждения, А	210											
5	Минимальный ток тиристора, А	5											
6	Несимметрия токов тиристорov, %	10											
7	Небаланс токов тиристорov, %	15											
8	Номинальная активная мощность генератора, MW	75											
9	Номинальная реактивная мощность генератора, MVar	83											
10	Номинальный ток статора, А	7575											
11	Номинальное напряжение генератора, V	11000											
12	Задержка считывания входных дискретных сигналов, ms	200											
13	Задержка контроля тиристорov, ms	3000											
14	Задержка контроля RC-цепей, ms	2000											
15	Задержка контроля авт. выключателя DC в цепи питания АРВ, s	60											
16	Задержка контроля датчиков давления, ms	5000											
17	Задержка контроля напряжения питания вентиляторов, ms	5000											
18	Напряжение, при котором начинается контроль датчиков давления, %	90											

Рисунок 31 - Экран настроек PLC

**7.4.7 Экран индикации дискретной информации АРВ1 и АРВ2 (DI/DO)**

Пример экрана отображения дискретных сигналов АРВ1 и АРВ2 приведен на рисунке 32. Данный экран представляет собой два одинаковых поля для АРВ канала 1 и канала 2. Каждое из этих полей содержит 48 индикаторов входных сигналов, 32 прямоугольных индикатора выходных сигналов и 48 индикаторов красного цвета для информирования о несовпадающих сигналах АРВ1 и АРВ2. Индикация несовпадающих сигналов необходима для принятия решения о проверке прохождения дискретной информации на том или ином комплекте АРВ. При отсутствии связи по интерфейсу RS485 с каким либо регулятором поле дискретной информации соответствующего канала становится невидимым.

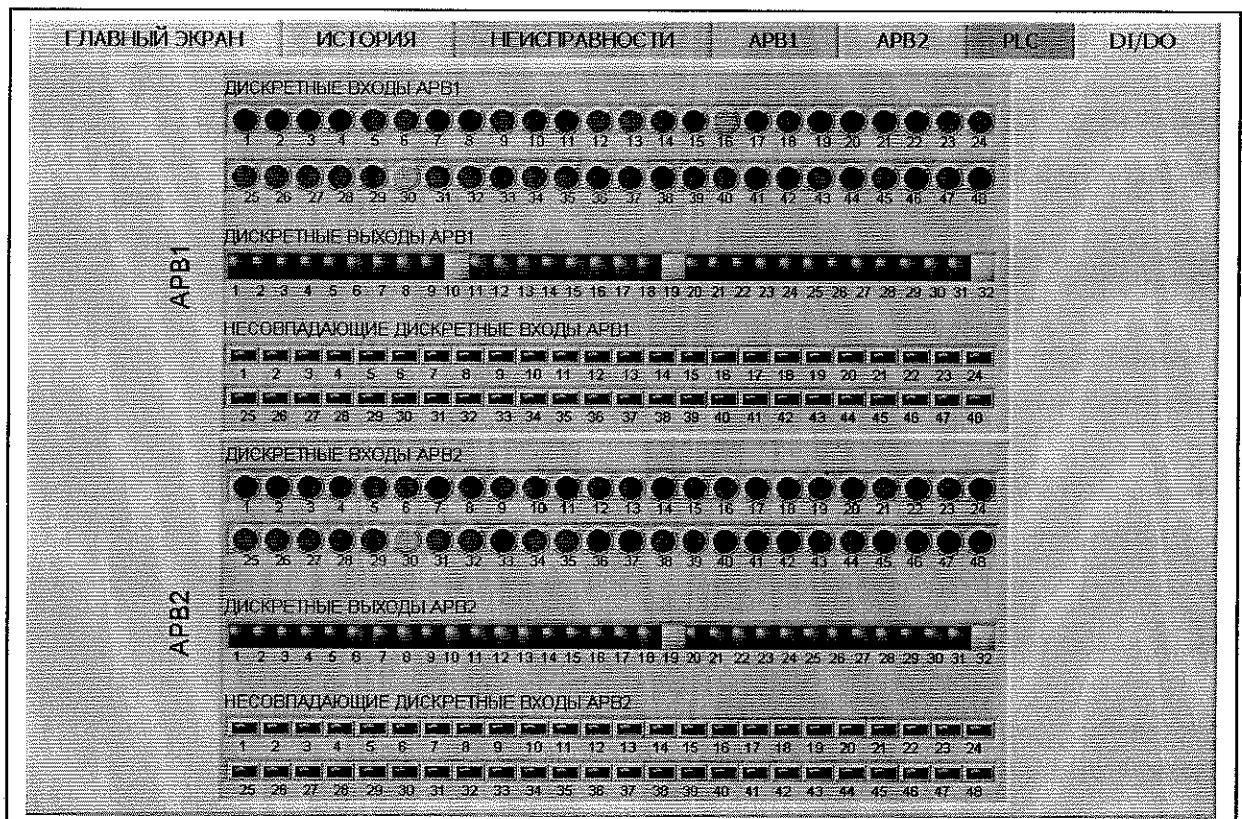


Рисунок 32 - Экран отображения дискретных сигналов АРВ1 и АРВ2

10-11-01  
 10-11-01  
 10-11-01