

ETALON

КОМПЛЕКТНОЕ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

ЛОГИКА РАБОТЫ РЗА



TER_SGdoc_RPA_1
Версия 3.0
(для версии ПО 54.1.2759)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	6
2. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	6
3. Элементы функциональных логических схем.....	7
4. Управление выключателями.....	9
4.1. Оперативное управление выключателем.....	9
4.1.1. Назначение.....	9
4.1.2. Функциональная схема	9
4.2. Отключение выключателя.....	11
4.2.1. Назначение.....	11
4.2.2. Функциональная схема	11
4.3. Включение выключателя	11
4.3.1. Назначение.....	11
4.3.2. Функциональная схема	12
5. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ	13
5.1. Детектор источника (ДИ).....	14
5.1.1. Назначение.....	14
5.1.2. Уставки.....	14
5.1.3. Функциональная схема	14
5.2. Контроль напряжения (КН)	15
5.2.1. Назначение.....	15
5.2.2. Уставки.....	15
5.2.1. Функциональная схема	16
5.2.2. Условия срабатывания	18
5.2.3. Условия возврата	19
5.3. Максимальная токовая защита (МТЗ).....	20
5.3.1. Назначение.....	20
5.3.2. Уставки.....	20
5.3.3. Функциональная схема	21
5.3.4. Условия срабатывания	22
5.3.5. Условия возврата	22
5.4. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)	22
5.4.1. Назначение.....	22
5.4.2. Уставки.....	22
5.4.3. Функциональная схема	24
5.4.4. Условия срабатывания	25
5.4.5. Условия возврата	25
5.5. Защита от смещения нейтрали (ЗСН).....	25
5.5.1. Назначение.....	25
5.5.2. Уставки.....	26
5.5.3. Функциональная схема	26
5.5.4. Условия срабатывания	26
5.5.5. Условия возврата	27

5.6. Защита минимального напряжения (ЗМН)	27
5.6.1. Назначение.....	27
5.6.2. Уставки.....	27
5.6.3. Функциональная схема	27
5.6.4. Условия срабатывания	28
5.6.5. Условия возврата	28
5.7. Защита от повышения напряжения (ЗПН)	28
5.7.1. Назначение.....	28
5.7.2. Уставки.....	29
5.7.3. Функциональная схема	29
5.7.4. Условия срабатывания	29
5.7.5. Условия возврата	29
5.8. Защита от потери питания (ЗПП)	30
5.8.1. Назначение.....	30
5.8.2. Уставки.....	30
5.8.3. Функциональная схема	30
5.8.4. Условия срабатывания	31
5.8.5. Условия возврата	31
5.9. Защита от обрыва фазы по напряжению обратной последовательности (30Ф U2) .	31
5.9.1. Назначение.....	31
5.9.2. Уставки.....	31
5.9.3. Функциональная схема	31
5.9.4. Условия срабатывания защиты.....	32
5.9.5. Условия возврата защиты.....	32
5.10. Защита от обрыва фаз по току обратной последовательности (30Ф I2)	32
5.10.1. Назначение.....	32
5.10.2. Уставки.....	33
5.10.3. Функциональная схема	33
5.10.4. Условия срабатывания защиты.....	33
5.10.5. Условия возврата защиты.....	34
5.11. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	34
5.11.1. Назначение.....	34
5.11.2. Уставки.....	34
5.11.3. Функциональная схема	34
5.11.4. Условия срабатывания	35
5.11.5. Условия возврата	35
5.12. Автоматическое повторное включение (АПВ)	35
5.12.1. Назначение.....	35
5.12.2. Автоматическое повторное включение от МТЗ (АПВ МТЗ) ...	35
5.12.3. Автоматическое повторное включение от ОЗЗ (АПВ ОЗЗ)	48
5.12.4. Автоматическое повторное включение от АЧР (ЧАПВ)	49
5.13. Защита заземлителя (ЗЗ)	52

5.13.1. Назначение.....	52
5.13.2. Функциональная схема	52
5.13.3. Условия срабатывания.....	52
5.13.4. Условия возврата.....	53
5.14. Сигнал «Резервный ввод не готов»	53
5.14.1. Назначение.....	53
5.14.2. Функциональная схема	53
5.15. Защита от обратного направления мощности (ЗОМ).....	53
5.15.1. Назначение.....	53
5.15.2. Уставки.....	53
5.15.3. Функциональная схема	54
5.15.4. Условия срабатывания.....	54
5.15.5. Условия возврата.....	54
5.16. Автоматический ввод резерва (АВР)	54
5.16.1. Назначение.....	54
5.16.2. Уставки.....	54
5.16.3. Функциональная схема	55
5.17. Восстановление нормального режима (ВНР)	55
5.17.1. Назначение.....	55
5.17.2. Уставки.....	55
5.17.3. Функциональная схема	56
5.18. Взаимная блокировка вводов (ВБВ)	57
5.18.1. Назначение.....	57
5.18.2. Уставки.....	57
5.18.3. Функциональная схема	57
5.19. Дуговая защита	58
5.19.1. Назначение.....	58
5.19.2. Уставки.....	58
5.19.3. Функциональная схема	58
5.20. Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)	59
5.20.1. Назначение.....	59
5.20.2. Функциональная схема	59
5.20.3. Условия срабатывания.....	60
5.21. Проверка чередования фаз	60
5.21.1. Назначение.....	60
5.21.2. Функциональная схема	60
6. Формирование стандартных сигналов индикации	61
6.1. Фидер основного ввода	61
6.1.1. Сигнал «Дистанционный режим»	61
6.1.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»	61
6.1.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ».....	61
6.1.4. Сигнал «Пуск РЗА»	61

6.1.5. Сигнал «Пуск АПВ».....	61
6.1.6. Сигнал «Неисправность»	62
6.1.7. Сигнал «Предупреждение».....	62
6.1.8. Сигнал «РЗА введена»	62
6.1.9. Сигнал «АПВ введено».....	62
6.1.10. Сигнал «ОЗЗ введена»	63
6.1.11. Сигнал «АВР введено».....	63
6.1.12. Сигнал «Группа 1 введена»	63
6.2. Фидер резервного ввода	63
6.2.1. Сигнал «Дистанционный режим»	63
6.2.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»	64
6.2.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ».....	64
6.2.4. Сигнал «Пуск РЗА»	64
6.2.5. Сигнал «Пуск АПВ».....	64
6.2.6. Сигнал «Неисправность»	64
6.2.7. Сигнал «Предупреждение».....	64
6.2.8. Сигнал «РЗА введено»	64
6.2.9. Сигнал «АПВ введено».....	64
6.2.10. Сигнал «Группа 1 введена»	64
6.3. Фидер отходящей линии	65
6.3.1. Сигнал «Дистанционный режим»	65
6.3.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»	65
6.3.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ».....	65
6.3.4. Сигнал «Пуск РЗА»	65
6.3.5. Сигнал «Пуск АПВ».....	65
6.3.6. Сигнал «Неисправность»	65
6.3.7. Сигнал «Предупреждение».....	65
6.3.8. Сигнал «РЗА введено»	65
6.3.9. Сигнал «АПВ введено».....	65
6.3.10. Сигнал «Группа 1 введена»	66

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ описывает:

- состав, схемы построения, условия срабатывания, возврата и блокировки защит и автоматики КРУ Etalon (далее Sec10_Etalon);
- состав, схемы построения, условия срабатывания выходных сигналов устанавливаемых в КРУ Etalon (далее Sec10_Etalon) для нужд управления и предупредительной/аварийной сигнализации.

Данный документ предназначен, прежде всего, для технических специалистов проектных институтов, и эксплуатационных организаций.

2. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АВР — автоматический ввод резерва

АПВ — автоматическое повторное включение

АЧР — автоматическая частотная разгрузка

ВБВ — взаимная блокировка вводов

ВНР — восстановление нормального режима

ВТХ — время-токовая характеристика

ДИ — детектор источника

ЗЗ – защита заземлителя

ЗМН — защита от минимального напряжения

ЗОМ — защита от обратного направления мощности

ЗОФ I2 — защита от обрыва фазы по току обратной последовательности

ЗОФ U2 — защита от обрыва фазы по напряжению обратной последовательности

ЗПН — защита от повышения напряжения

ЗПП — защита от потери питания

ЗСН — защита от смещения нейтрали

КН — контроль напряжения

КРУ — комплектное распределительное устройство

МТЗ — максимальная токовая защита

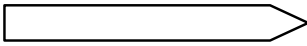
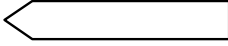
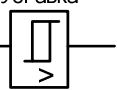
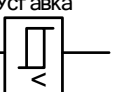
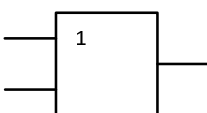
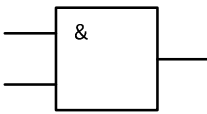
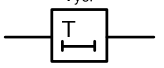
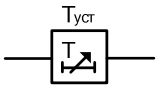
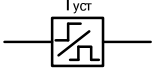
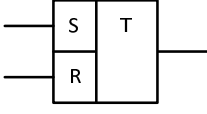
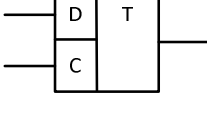
ОЗЗ — токовая защита от однофазных замыканий на землю


РЗА — релейная защита и автоматика

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя

ЧАПВ — АПВ после частотной разгрузки

3. ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Тип	Обозначение	Описание
Входная величина		
Выходная величина		
Максимальный погороговый формирователь (сравнение с уставкой)	Уст авка 	Выходной сигнал равен единице при повышении измеряемой величины выше уставки
Минимальный погороговый формирователь (сравнение с уставкой)	Уст авка 	Выходной сигнал равен единице при снижении измеряемой величины ниже уставки
Логическое ИЛИ		Логический элемент, осуществляющий функцию логического сложения. Имеет несколько входов, каждый из которых может быть инвертирован, и один выход. Выходной сигнал равен логической единице, если хотя бы на одном входе есть логическая единица.
Логическое И		Логический элемент, осуществляющий функцию логического умножения. Имеет несколько входов, каждый из которых может быть инвертирован, и один выход. Выходной сигнал равен логической единице, если на всех входах присутствует логическая единица.
Выдержка времени на срабатывание (нерегулируемая)	$T_{уст}$ 	Обеспечивает запаздывание появления сигнала на выходе на промежуток времени $T=T_{уст}$.
Выдержка времени на срабатывание (регулируемая)	$T_{уст}$ 	
Импульсный таймер «по фронту»	$T_{уст}$ 	При появлении на входе сигнала формирует на выходе импульс длительностью $T=T_{уст}$.
RS-триггер		Логический элемент, способный длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний. При подаче единицы на вход S выходное состояние становится равным логической единице и удерживается до тех пор, пока не придет единица на R. При подаче единицы на вход R выходное состояние становится равным логическому нулю.
DC-триггер		Значение на выходе равно значению на входе D при подаче единицы на вход C. При подаче нуля на вход C значение на выходе определяется записанным ранее значением.

Тип	Обозначение	Описание
DCR-триггер		<p>Значение на выходе равно значению на входе D при подаче единицы на вход C.</p> <p>При подаче нуля на вход C значение на выходе определяется записанным ранее значением.</p> <p>При подаче единицы на вход R выходное состояние становится равным логическому нулю.</p>
Инверсия ¹		<p>Используется как на входе, так и на выходе логических элементов.</p> <p>Если значение равно логическому нулю, то элемент преобразует его в логическую единицу и наоборот</p>
Срабатывание по переднему фронту ²		<p>Вход активируется при изменении входного сигнала с уровня логического нуля на уровень логической единицы⁴</p>

¹ Используется в логических элементах И, ИЛИ и триггерах

² Используется в триггерах

4. УПРАВЛЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ

4.1. Оперативное управление выключателем

4.1.1. Назначение

Модуль управления обеспечивает местное и дистанционное оперативное управление выключателем (отключение и включение) по командам:

- от кнопок управления выключателем, расположенных на ПУ;
- поступающим на дискретные входы;
- поступающим от SCADA;
- конфигурационного ПО (TELARM) в местном режиме;
- конфигурационного ПО (TELARM) в режиме дистанционного управления.

4.1.2. Функциональная схема

Функциональная схема оперативного включения выключателя показана на рисунке 4.1.

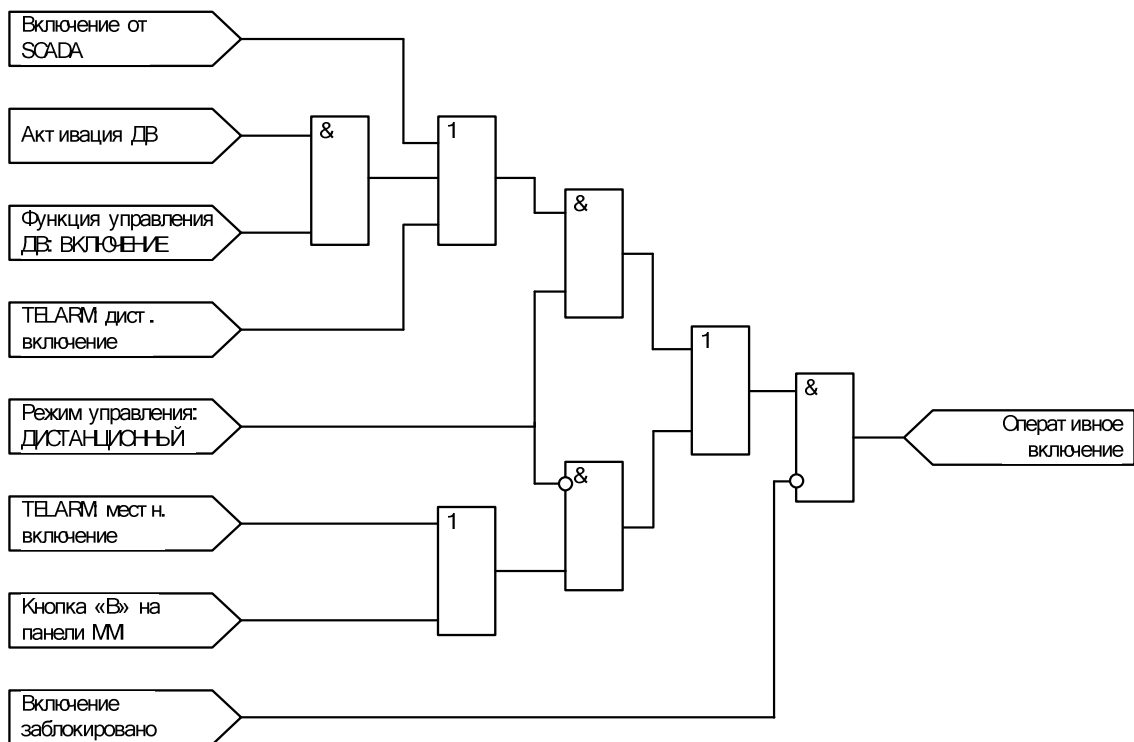


Рис.4.1. Схема формирования команды оперативного включения выключателя

Логические схемы сигнала «Включение заблокировано» на рисунках 4.2 - 4.4.

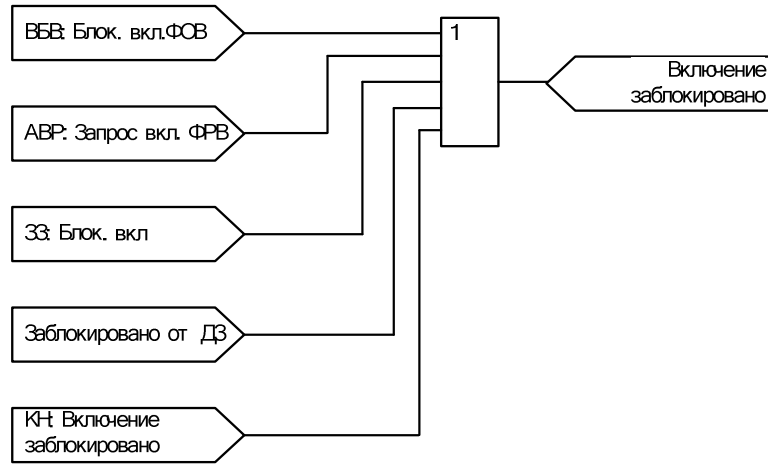


Рис.4.2. Сигнал «Включение заблокировано» для ОВ

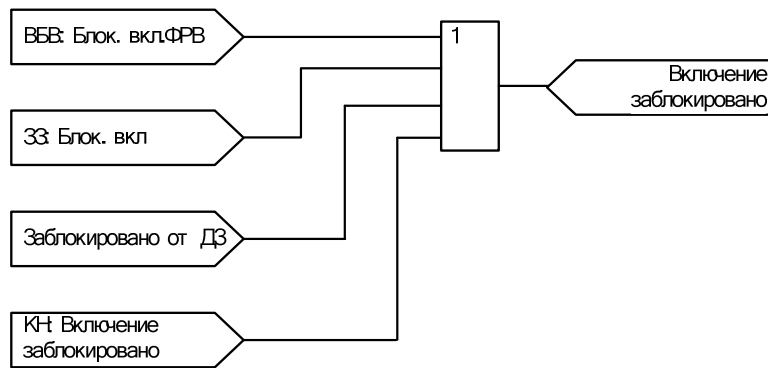


Рис.4.3. Сигнал «Включение заблокировано» для РВ

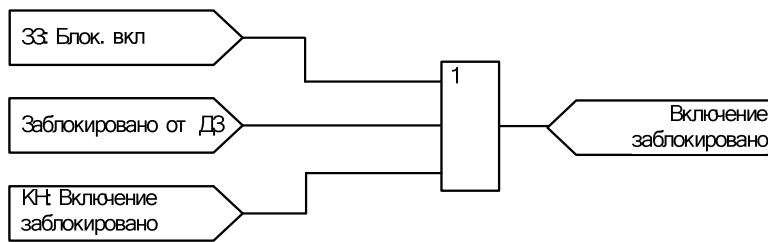


Рис.4.4. Сигнал «Включение заблокировано» для ОЛ

Функциональная схема оперативного отключения выключателя показана на рисунке 4.5.

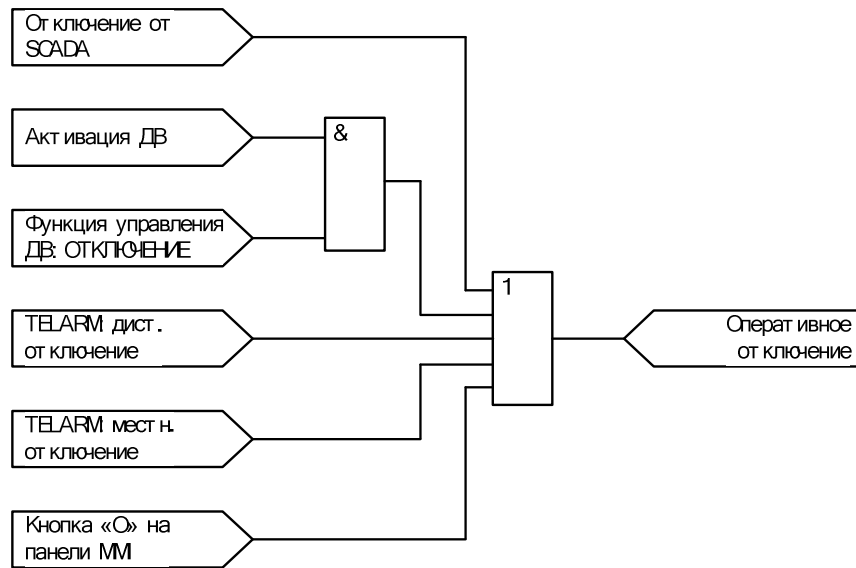


Рис.4.5. Схема формирования команды оперативного отключения выключателя

4.2. Отключение выключателя

4.2.1. Назначение

Отключение выключателя происходит при:

- появлении сигнала на отключение от защит;
- появлении сигнала оперативного отключения.

4.2.2. Функциональная схема

Функциональная схема отключения выключателя показана на рисунке 4.6.

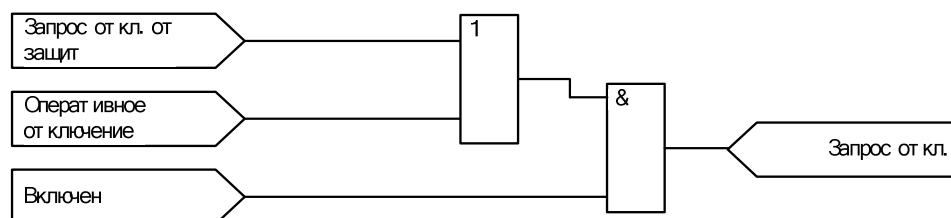


Рис.4.6. Логика работы алгоритма управления выключателем – отключение

Запрос отключения от защит включает в себя запросы на отключение от следующих элементов:

- для ОВ: МТЗ, ОЗЗ, ЗПП, ЗМН, ЗПН, ЗОФ U2, ЗЗ
- для РВ: МТЗ, ЗЗ
- для ОЛ: МТЗ, ОЗЗ, ЗОФ I2, АЧР, ЗОМ, ЗСН, ЗЗ.

4.3. Включение выключателя

4.3.1. Назначение

Включение выключателя происходит при:

- появлении сигнала на включение от АПВ;
- появлении сигнала на включение от АВР (ВНР);

- появлении сигнала оперативного включения.

4.3.2. Функциональная схема

Функциональная схема включения выключателя показана на рисунке 4.7.

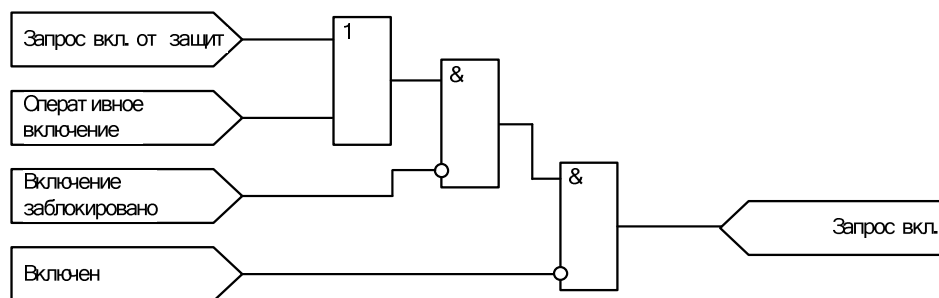


Рис.4.7. Логика работы алгоритма управления выключателем – включение

Запрос включения от защит включает в себя запросы на включение от следующих элементов:

- для ОВ: АПВ МТЗ, ВНР
- для РВ: АПВ МТЗ, АВР
- для ОЛ: АПВ МТЗ, АПВ ОЗЗ, ЧПВ

5. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

В составе Sec10_Etalon применяются шкафы трех различных исполнений:

- шкаф основного ввода;
- шкаф резервного ввода;
- шкаф отходящей линии.

Состав РЗА отличается в зависимости от исполнения шкафа и приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Состав защит КРУ Эталон

Наименование функции	Обозначение	Шкаф отходящей линии	Шкаф основного ввода	Шкаф резервного ввода
Токовая защита от междуфазных КЗ				
- первая ступень	МТЗ 1	+	+	+
- вторая ступень	МТЗ 2	+	+	+
- третья ступень	МТЗ 3	+	+	+
Защита от однофазных замыканий на землю	0ЗЗ	+	+	-
Защита от смещения нейтрали	ЗСН	+	-	-
Защита от обрыва фазы с пуском по току обратной последовательности	З0Ф I2	+	-	-
Защита от обрыва фазы с пуском по напряжению обратной последовательности	З0Ф U2	-	+	-
Автоматическая частотная разгрузка	АЧР	+	-	-
Защита от превышения напряжения	ЗПН	-	+	-
Защита минимального напряжения	ЗМН	+	+	-
Защита от обратного направления мощности	ЗОМ	+	-	-
Детектор источника	ДИ	-	+	-
Защита от потери питания	ЗПП	-	+	-
Функция контроля напряжения при повторных включениях	КН	+	+	+
Автоматический ввод резервного источника ³	АВР	-	+	-
Восстановление нормального режима работы после АВР (на сигналах пользователя)	ВНР	-	+	-
Элемент взаимной блокировки вводов	ВБВ	-	+	-
АПВ с пуском от токовой защиты от междуфазных КЗ	АПВ МТЗ	+	+	+

³ Данный элемент недоступен для TER_Sec10_Etalon_T1

Наименование функции	Обозначение	Шкаф отходящей линии	Шкаф основного ввода	Шкаф резервного ввода
АПВ с пуском от защиты от однофазных замыканий на землю	АПВ 033	+	-	-
Частотное АПВ	ЧАПВ	+	-	-
Дуговая защита	ДЗ	+	+	+
Устройство резервирования отказа выключателя (на сигналах пользователя)	УРОВ	+	+	+

Источником данных для работы защит и автоматики является система измерения. Из параметров первичной сети система измерения выделяет те, которые используются для работы защит и автоматики:

- фазные токи;
- фазные напряжения;
- токи прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- частота основной гармоники.

Система измерения имеет фильтр для выделения 50 Гц составляющей. Время работы фильтра 40 мс.

5.1. Детектор источника (ДИ)

5.1.1. Назначение

Детектор источника является вспомогательным защитным элементом для работы РЗА. ДИ имеет два устойчивых состояния:

- источник найден;
- источник потерян.

5.1.2. Уставки

Параметры ДИ приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Параметры ДИ

Элемент	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	Значение по умолчанию
ДИ	Уди, кВ	Уровень напряжения для обнаружения источника	0,5 – 10	0,5

5.1.3. Функциональная схема

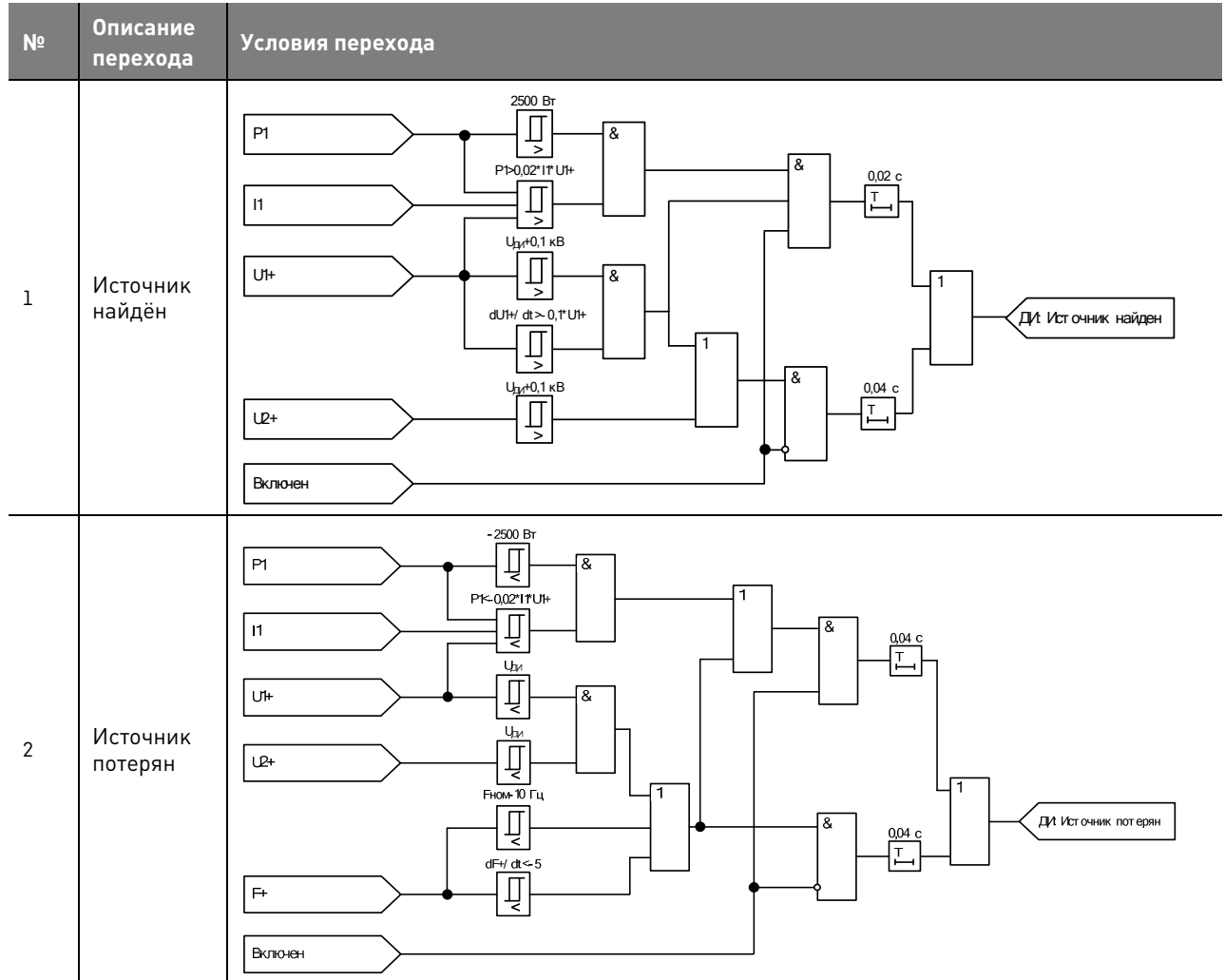
Логика работы ДИ приведена на рисунке 5.1.



Рис.5.2. Схема состояний и переходов ДИ

Описание переходов между состояниями представлено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Описание переходов состояний ДИ



5.2. Контроль напряжения (КН)

5.2.1. Назначение

КН является вспомогательным элементом для работы остальных функций РЗА. КН осуществляет контроль качества питания на стороне источника и имеет два устойчивых состояния:

1. Питание в норме.
2. Питание не в норме.

5.2.2. Уставки

Уставки приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4. Уставки КН

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
КН	Контроль Fмин	Контроль снижения частоты	Введено / Выведено	Выведено
	Контроль Uмакс	Контроль повышения напряжения	Введено / Выведено	Выведено
	Контроль Uмин	Контроль снижения напряжения	Введено / Выведено	Введено
	Контроль U2/U1	Контроль напряжения обратной последовательности	Введено / Выведено	Выведено
	Контроль U0/U1	Контроль напряжения нулевой последовательности	Введено / Выведено	Выведено
	Контроль Fмакс	Контроль повышения частоты	Введено / Выведено	Выведено
	-	Режим блокирования включения	Введено / Выведено	Выведено
	Fкнмин, Гц	Минимальная частота срабатывания	45 – 49,99 (при Fном=50 Гц)	49,5
			55 – 59,99 (при Fном=60 Гц)	59,5
	Uкнмакс, о.е.	Максимальное напряжение срабатывания	1 – 1,3	1,2
	Uкнмин, о.е.	Минимальное напряжение срабатывания	0,5 – 1	0,8
	U2кн, о.е.	Напряжение срабатывания обратной последовательности	0,05 – 1	0,2
	U0кн, о.е.	Напряжение срабатывания нулевой последовательности	0,05 – 1	0,4
	Fкнмакс, Гц	Максимальная частота срабатывания	50,01 – 55 (при Fном=50 Гц)	49,5
60,01 – 65 (при Fном=60 Гц)			59,5	

5.2.1. Функциональная схема

Логика работы КН показана на рисунках 5.2 и 5.3.

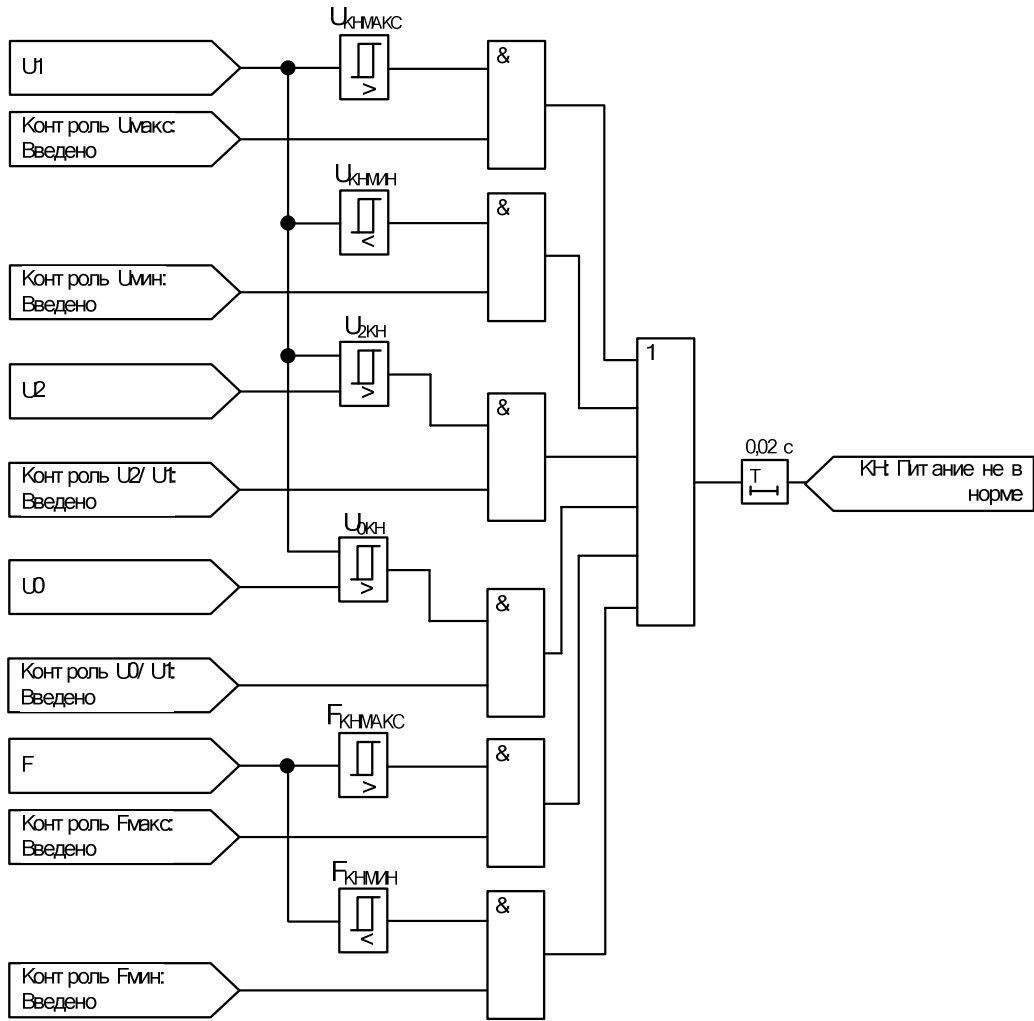


Рис.5.3. Логическая схема КН (Переход в состояние «Питание не в норме»)

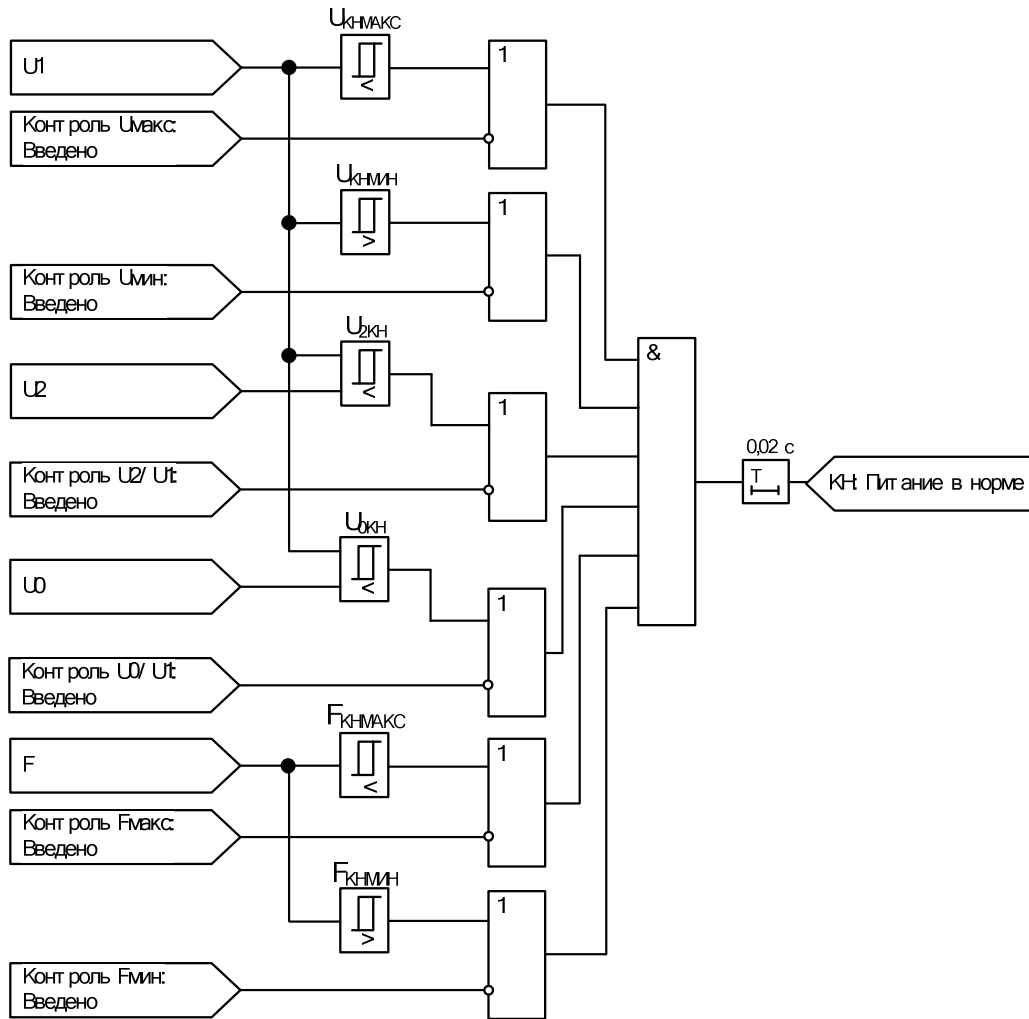


Рис.5.4. Логическая схема КН (Переход в состояние «Питание в норме»)

5.2.2. Условия срабатывания

Переход элемента КН в состояние «Питание в норме» происходит при выполнении условий:

1) Контроль снижения частоты:

$$F \geq F_{\text{кнмин}},$$

где $F_{\text{кнмин}}$ — уставка по минимальной частоте, Гц.

2) Контроль повышения частоты:

$$F \leq F_{\text{кнмакс}},$$

где $F_{\text{кнмакс}}$ — уставка по максимальной частоте, Гц.

3) Контроль повышения напряжения:

$$U1 \leq U_{\text{кнмакс}} * U_{\text{ном}} / \sqrt{3},$$

где $U_{\text{кнмакс}}$ — уставка по максимальному напряжению, о.е.

4) Контроль снижения напряжения:

$$U1 \geq U_{\text{кнмин}} * U_{\text{ном}} / \sqrt{3},$$

где $U_{\text{кнмин}}$ — уставка по минимальному напряжению, о.е.

5) Контроль напряжения U2:

$$U2 \leq U_{2\text{КН}} * U1,$$

где $U_{2\text{КН}}$ — уставка кратности напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

6) Контроль напряжения U0:

$$U0 \leq U_{0\text{КН}} * U1,$$

где $U_{0\text{КН}}$ — уставка кратности напряжения нулевой последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

Примечание: Если функция «Контроль напряжения U2» выведена, то данный параметр не контролируется и по нему условия автоматически выполнены. Это же справедливо и для других функций.

5.2.3. Условия возврата

Переход элемента КН в состояние «Питание не в норме» происходит при выполнении любого условия:

1) Контроль снижения частоты:

$$F < F_{\text{КНМИН}} - 0,05.$$

2) Контроль повышения частоты:

$$F > F_{\text{КНМАКС}} + 0,05.$$

3) Контроль повышения напряжения:

$$U1 > (U_{\text{КНМАКС}} + 0,02) * U_{\text{ном}} / \sqrt{3}.$$

4) Контроль снижения напряжения:

$$U1 < (U_{\text{КНМИН}} - 0,02) * U_{\text{ном}} / \sqrt{3}.$$

5) Контроль напряжения U2:

$$U2 > (U_{2\text{КН}} + 0,02) * U1.$$

6) Контроль напряжения U0:

$$U0 > (U_{0\text{КН}} + 0,02) * U1.$$

Также элемент КН блокирует включение выключателя при активации сигнала «КН: Питание не в норме», если данная функция введена (см. рисунок 5.4).

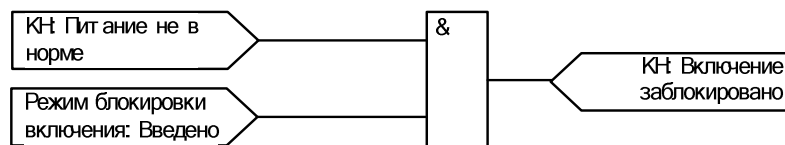


Рис.5.5. Сигнал «КН: Включение заблокировано»

5.3. Максимальная токовая защита (МТЗ)

5.3.1. Назначение

Максимальная токовая защита (МТЗ) предназначена для защиты сети от междуфазных коротких замыканий.

5.3.2. Уставки

МТЗ состоит из трех ступеней: МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3.

МТЗ1 всегда введена в работа. Режим работы МТЗ2 определяется картой АПВ. Режим работы МТЗ3 определяется уставкой «Режим работы».

Параметры МТЗ1 и МТЗ2 приведены в таблице 5.5.

Параметры МТЗ3 приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.5. Параметры МТЗ1 и МТЗ2

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
МТЗ1 и МТЗ2 Тип ВТХ – TD	Исрмтз, А	Ток срабатывания	4- 6000	100
	Тсрмтз, с	Время срабатывания	0–100	0
МТЗ1 и МТЗ2 Тип ВТХ – TELI	-	Количество секций	1/2/3	3
	Исрмтз, А	Ток срабатывания	4–6000	100
	Тmax, с	Максимальное время	0,05–100	10
	I ₁ , А	Первый промежуточный ток	4–6000	500
	T ₁ , с	Первое промежуточное время	0,05–100	3
	I ₂ , А	Второй промежуточный ток	4–6000	1000
	T ₂ , с	Второе промежуточное время	0,05–100	0,25
	I _{max} , с	Максимальный ток	4–6000	3000
	T _{min} , с	Минимальное время	0,05–100	0,05
	I _{as1} , А	Асимптота первой секции	1–6000	1
	I _{as2} , А	Асимптота второй секции	1–6000	1
I _{as3} , А	Асимптота третьей секции	1–6000	1	

Таблица 5.6. Параметры МТЗ3

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
МТЗ3	-	Режим работы	Введено / Выведено	Выведено
	Исрмтз, А	Ток срабатывания	4 – 6000	6000
	Тсрмтз, с	Время срабатывания, с	0 – 5	0

Описание и параметры время-токовых характеристик для Sec10_Etalon приведены в документе TER_RecDoc_CRPS_1 «Рекомендации по расчета уставок оборудования Таврида Электрик».

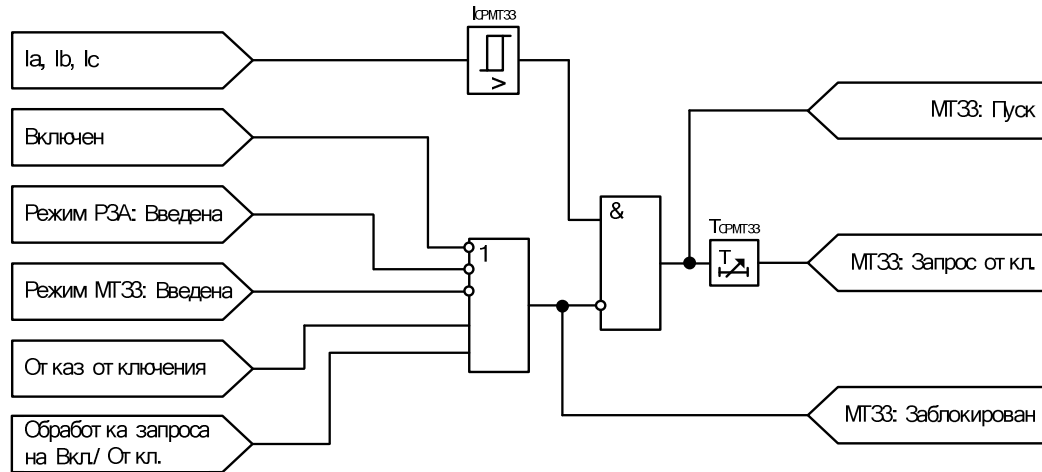


Рис.5.8. Логическая схема МТЗ

При пуске любой ступени МТЗ формируется сигнал «Пуск МТЗ» (см. рисунок 5.8), используемый в логических схемах других защит.

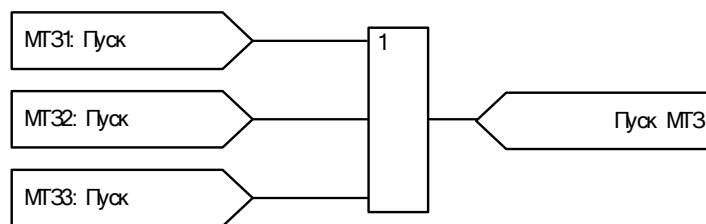


Рис.5.9. Сигнал «Пуск МТЗ»

5.3.4. Условия срабатывания

Ступени МТЗ срабатывают при выполнении следующего условия:

$$I_a > I_{crmtz},$$

где I_{crmtz} — ток срабатывания, I_a — ток, протекающий в фазе А. Для фаз В и С условия аналогичны.

5.3.5. Условия возврата

Возврат МТЗ происходит при выполнении условия:

$$I_a \leq 0,95 \cdot I_{crmtz}.$$

5.4. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)

5.4.1. Назначение

Защита от однофазных замыканий на землю предназначена для защиты сети с изолированной нейтралью от однофазных замыканий на землю.

5.4.2. Уставки

Возможны три способа реализации защиты от ОЗЗ:

- по току нулевой последовательности;
- по импедансу нулевой последовательности;

- по току нулевой последовательности, напряжению нулевой последовательности и углу между ними.

Выбор способа работы защиты от ОЗЗ выбирается уставкой «Тип защиты».

При помощи уставки «Режим работы» защиту от ОЗЗ можно вывести из работы, установить с действием на сигнал или на отключение выключателя.

Защиту от ОЗЗ на ячейке ОВ можно настроить на отключение только при введенном и готовом к работе АВР.

При помощи уставки «Блокировка от КЗ» имеется возможность ввести блокировку защиты от ОЗЗ при срабатывании МТЗ.

Параметры ОЗЗ приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. Параметры ОЗЗ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ОЗЗ Общие настройки	-	Режим работы	Введена / Выведена / Работа на сигнал	Выведена
	-	Тип защиты	Токовая / Импедансная / Направленная	Токовая
	-	Блокировка от КЗ	Введена / Выведена	Введена
ОЗЗ Тип – токовая Тип ВТХ - TD	Isрозз, А	Ток срабатывания	0,1 – 80	0,5
	Tсрозз, с	Время срабатывания	0,15 – 100	10
	Tвозз, с	Время возврата	0 – 100	0
ОЗЗ Тип – токовая Тип ВТХ - TELI	-	Количество секций	1/2/3	3
	Isрозз, А	Ток срабатывания	0,1 – 80	0,5
	Tmax, с	Максимальное время	0,05–100	10
	I1, А	Первый промежуточный ток	0,1–6000	500
	T1, с	Первое промежуточное время	0,1–100	3
	I2, А	Второй промежуточный ток	0,1–6000	1000
	T2, с	Второе промежуточное время	0,1–100	0,25
	Imax, с	Максимальный ток	0,1–6000	3000
	Tmin, с	Минимальное время	0,1–100	0,1
	Ias1, А	Асимптота первой секции	0,1 – 80	0,5
	Ias2, А	Асимптота второй секции	0,1–6000	10
	Ias3, А	Асимптота третьей секции	0,1–6000	10
Tвозз, с	Время возврата	0 – 100	0	
ОЗЗ Тип – направленная	фмч, град	Угол максимальной	0 – 359	0
	Isрозз, А	Ток срабатывания	0,1 – 80	0,5
	Tсрозз, с	Время срабатывания	0,15 – 100	10
	Tвозз, с	Время возврата	0 – 100	0

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
033 Тип – импедансная	Сфид3мин, мкФ	Минимальная емкость фидера	0 –500	0
	Сфид3макс, мкФ	Максимальная емкость фидера	0 – 500	5

5.4.3. Функциональная схема

Логика работы функции 033 показана на рисунке 5.9.

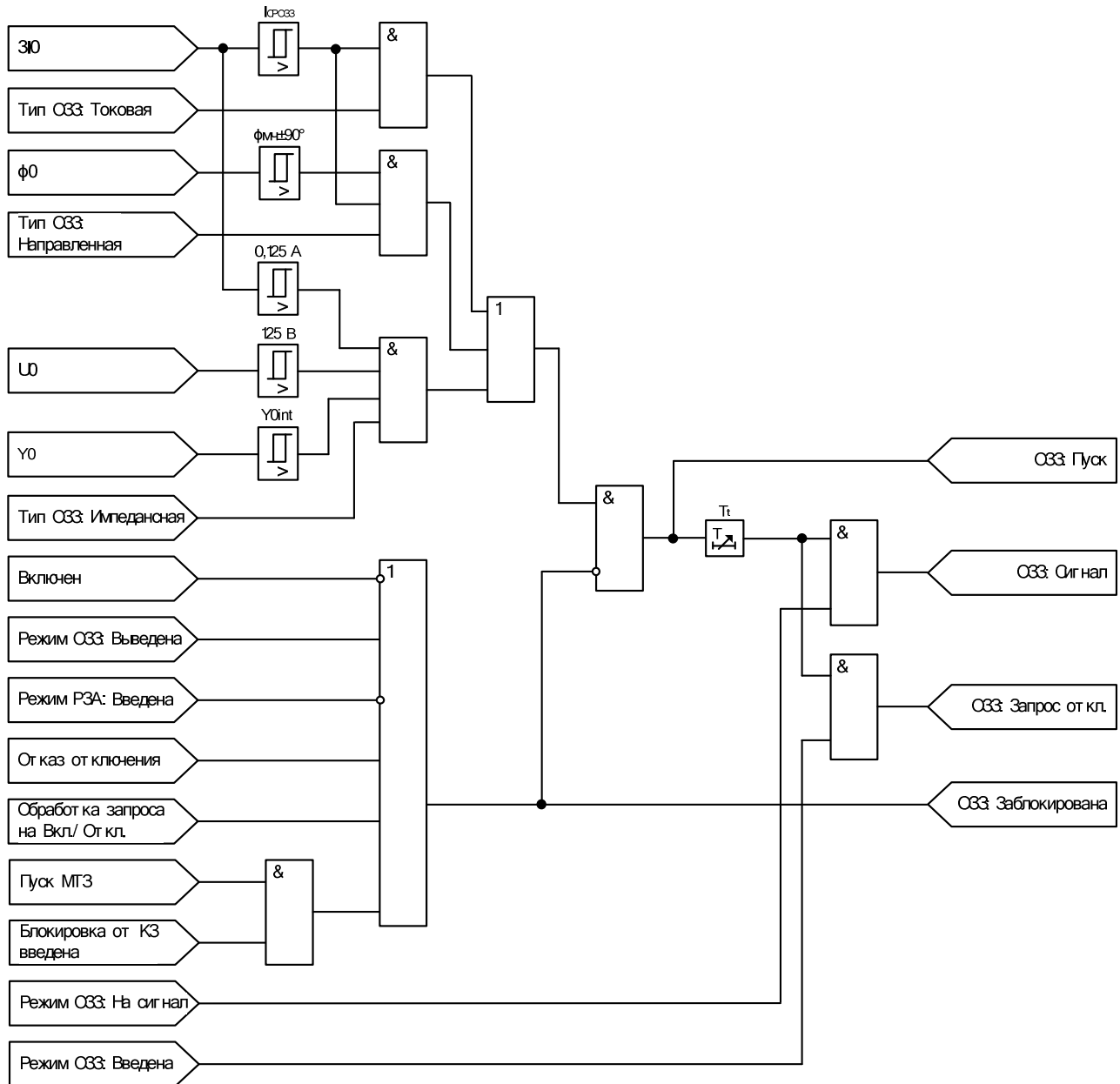


Рис.5.10. Логика работы 033

5.4.4. Условия срабатывания

Токовая ОЗЗ срабатывает при выполнении условия:

$$3I_0 \geq I_{срозз},$$

где $I_{срозз}$ — ток срабатывания ступени,

$3I_0$ — ток нулевой последовательности.

Направленная ОЗЗ срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $3I_0 \geq I_{срозз}$;
- 2) $\varphi_0 \in [\varphi_{мч} - 90^\circ; \varphi_{мч} + 90^\circ]$.

где $I_{срозз}$ — ток срабатывания ступени,

$3I_0$ — ток нулевой последовательности,

φ_0 – угол сдвига между напряжением и током нулевой последовательности,

$\varphi_{мч}$ – угол максимальной чувствительности.

Импедансная ОЗЗ срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $3I_0 \geq 0,125 \text{ A}$;
- 2) $U_0 \geq 125 \text{ B}$;
- 3) $Y_0 \notin Y_{0int}$.

где $3I_0$ – ток нулевой последовательности;

U_0 – напряжение нулевой последовательности;

Y_0 – текущее значение проводимости нулевой последовательности, вычисленное на основе текущих значений тока $3I_0$, напряжения U_0 и углом между ними;

Y_{0int} – текущее значение области проводимостей чужих ОЗЗ (область собственной емкостной проводимости), вычисляется автоматически в реальном времени работы защиты на основе уставок $C_{feed3min}$ и $C_{feed3max}$, а также с использованием значений напряжений U_1 , U_2 и U_0 .

5.4.5. Условия возврата

Возврат *токовой ОЗЗ* происходит при выполнении условия:

$$3I_0 < 0,8 \cdot I_{срозз}$$

Возврат *направленной ОЗЗ* происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $3I_0 < 0,8 \cdot I_{срозз}$;
- 2) $\varphi \notin [\varphi_{мч} - 90^\circ; \varphi_{мч} + 90^\circ]$.

Возврат *импедансной ОЗЗ* происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $3I_0 < 0,1 \text{ A}$
- 2) $U_0 < 100 \text{ B}$
- 3) $Y_0 \in Y_{0int}$

5.5. Защита от смещения нейтрали (ЗСН)

5.5.1. Назначение

ЗСН предназначена для отключения выключателя при наличии в сети напряжения нулевой последовательности.

5.5.2. Уставки

Параметры ЗСН приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8. Параметры ЗСН

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗСН	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Uсрзсн, о.е.	Напряжение срабатывания	0,05 – 1	0,3
	Tсрзсн, с	Время срабатывания	0,1 – 100	10

5.5.3. Функциональная схема

Логика работы ЗСН показана на рисунке 5.10.

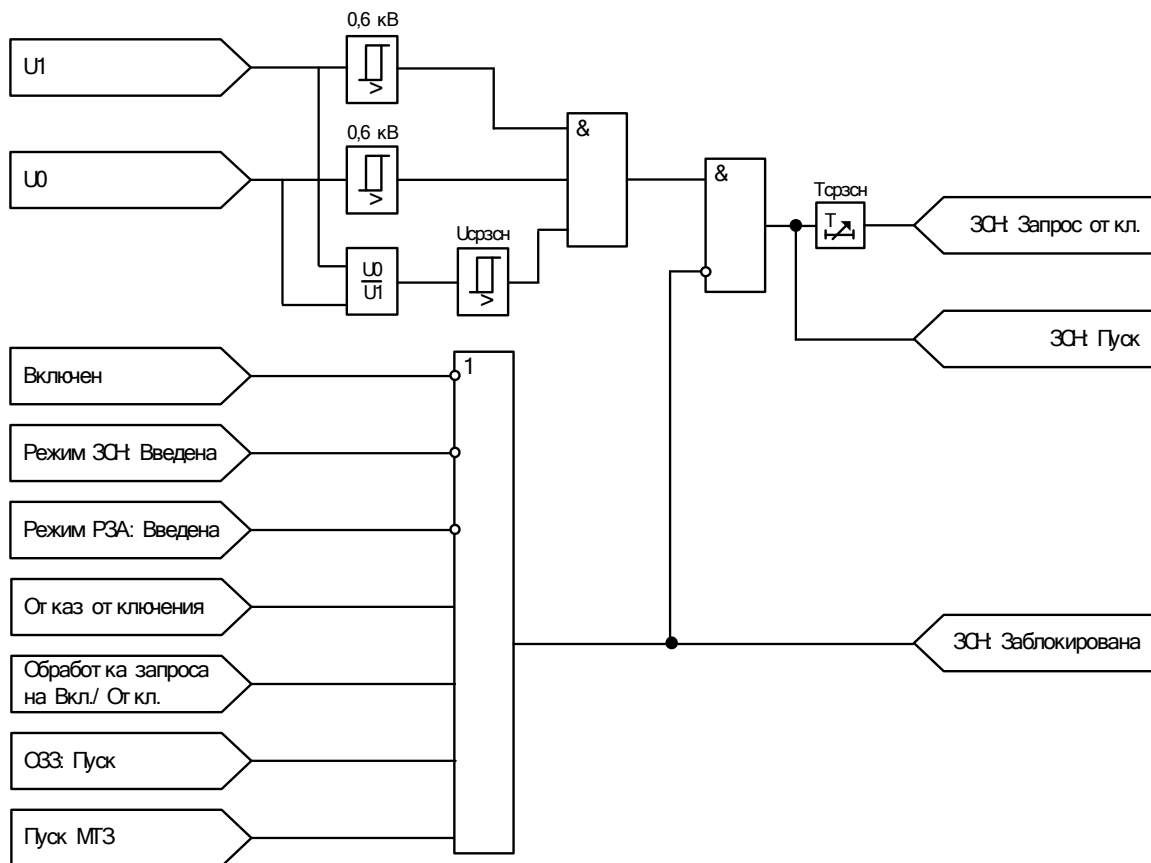


Рис.5.11. Логика работы ЗСН

5.5.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $U0 > Uр \cdot U1$;
- 2) $U0 \geq 0.6$ кВ;
- 3) $U1 \geq 0.6$ кВ.

где $U_{ср}$ – уставка кратности напряжения нулевой последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

U_1 —напряжение прямой последовательности, В,

U_2 — напряжение нулевой последовательности, В.

5.5.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $U_0 \leq (U_p \cdot U_1 - 0,2 \text{ кВ})$;
- 2) $U_1 < 500 \text{ В}$.

5.6. Защита минимального напряжения (ЗМН)

5.6.1. Назначение

Защита минимального напряжения применяется в качестве делительной автоматики в послеаварийных режимах работы сети или для защиты потребителей, чувствительных к снижению напряжения. ЗМН используется в качестве пускового органа АВР и защиты высоковольтных двигателей.

5.6.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести ЗМН из работы.

ЗМН вводится в работу только при введенном АВР и отсутствии сигнала «РВ не готов».

При помощи настройки «Блокировка по питанию» возможно ввести блокировку ЗМН при отсутствии напряжения.

Параметры ЗМН приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9. Параметры ЗМН

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗМН	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	$U_{срзmn}$, о.е.	Напряжение срабатывания	0,5 – 1	0,6
	$T_{срзmn}$, с	Время срабатывания	0–180	1
	-	Блокировка по питанию	Введена / Выведена	Выведена

5.6.3. Функциональная схема

Логика работы ЗМН показана на рисунке 5.11.

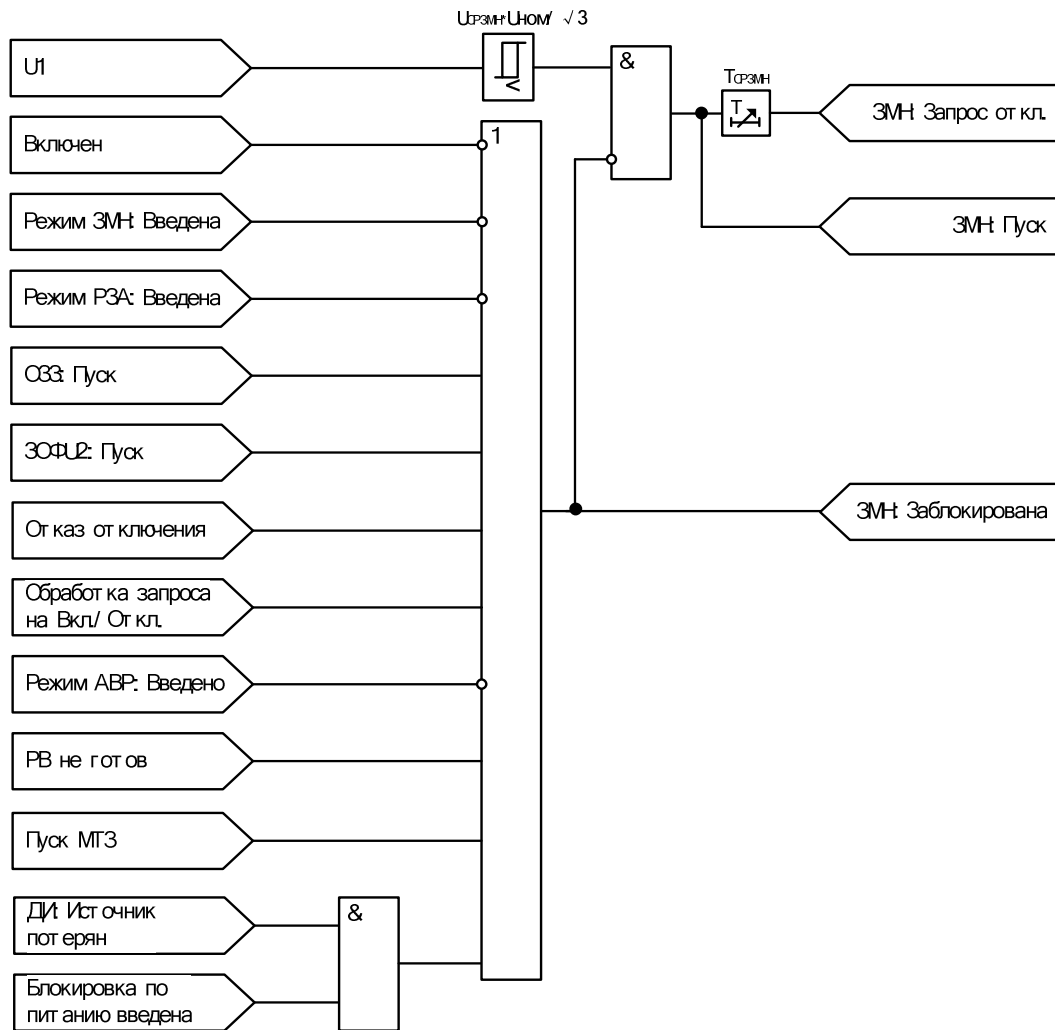


Рис.5.12. Логическая схема ЗМН

5.6.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

$$U_1 \leq U_{срзmn} \cdot U_{ном} / \sqrt{3},$$

где $U_{срзmn}$ — напряжение срабатывания ступени, о.е.,

U_1 — напряжение прямой последовательности,

$U_{ном}$ — номинальное напряжение сети.

5.6.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$U_1 > 1,02 \cdot U_p \cdot U_{ном} / \sqrt{3}.$$

5.7. Защита от повышения напряжения (ЗПН)

5.7.1. Назначение

Защита предназначена для отключения при повышении напряжения в сети.

5.7.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести ЗПН из работы. ЗПН вводится в работу только при введенном АВР и отсутствии сигнала «РВ не готов». Параметры ЗПН приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10. Параметры ЗПН

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗПН	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Uсрзпн, о.е.	Напряжение срабатывания	1 - 1,5	1,2
	Tсрзпн, с	Время срабатывания	0-180	1

5.7.3. Функциональная схема

На рисунке 5.12 приведена логическая схема работы ЗПН.

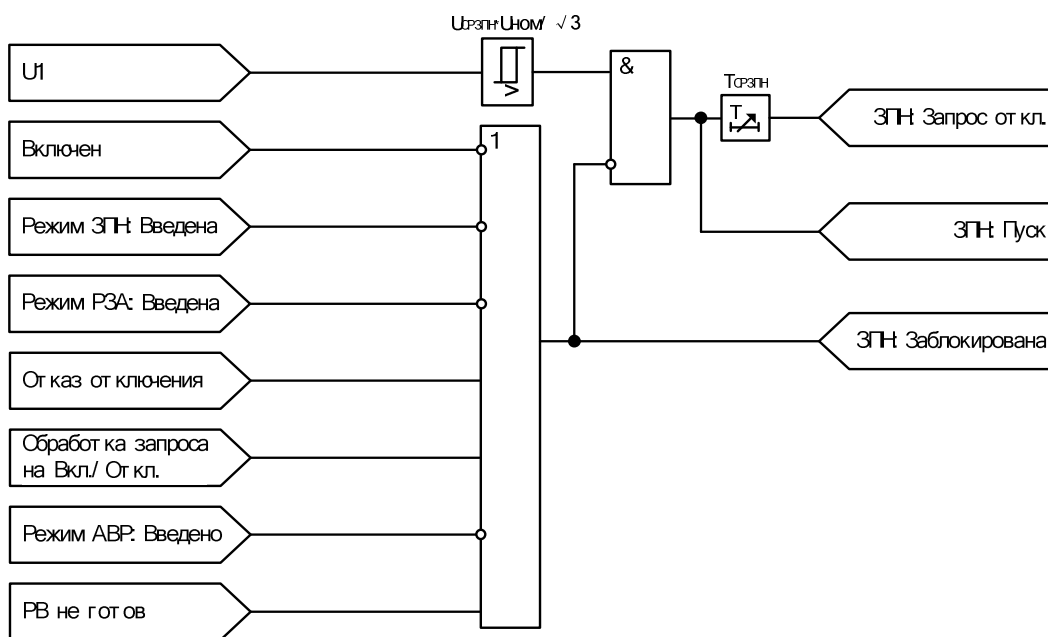


Рис.5.13. Логическая схема ЗПН

5.7.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

$$U1 \geq U_{срзпн} \cdot U_{ном} / \sqrt{3},$$

где Uсрзпн — напряжение срабатывания ступени, о.е.,

U1 — напряжение прямой последовательности,

Uном — номинальное напряжение сети.

5.7.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$U1 < 0,98 \cdot U_{срзпн} \cdot U_{ном} / \sqrt{3}.$$

5.8. Защита от потери питания (ЗПП)

5.8.1. Назначение

Защита обеспечивает отключение реклоузера при потере источника питания.

5.8.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести ЗПП из работы.

ЗПП вводится в работу только при введенном АВР и отсутствии сигнала «РВ не готов».

Уставки ЗПП приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11. Уставки ЗПП

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗПП	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Tсрзпп, с	Время срабатывания	0–180	0,3
	-	Контроль напряжения при АПВ	Введена / Выведена	Выведена

5.8.3. Функциональная схема

Логика работы ЗПП показана на рисунке 5.13.

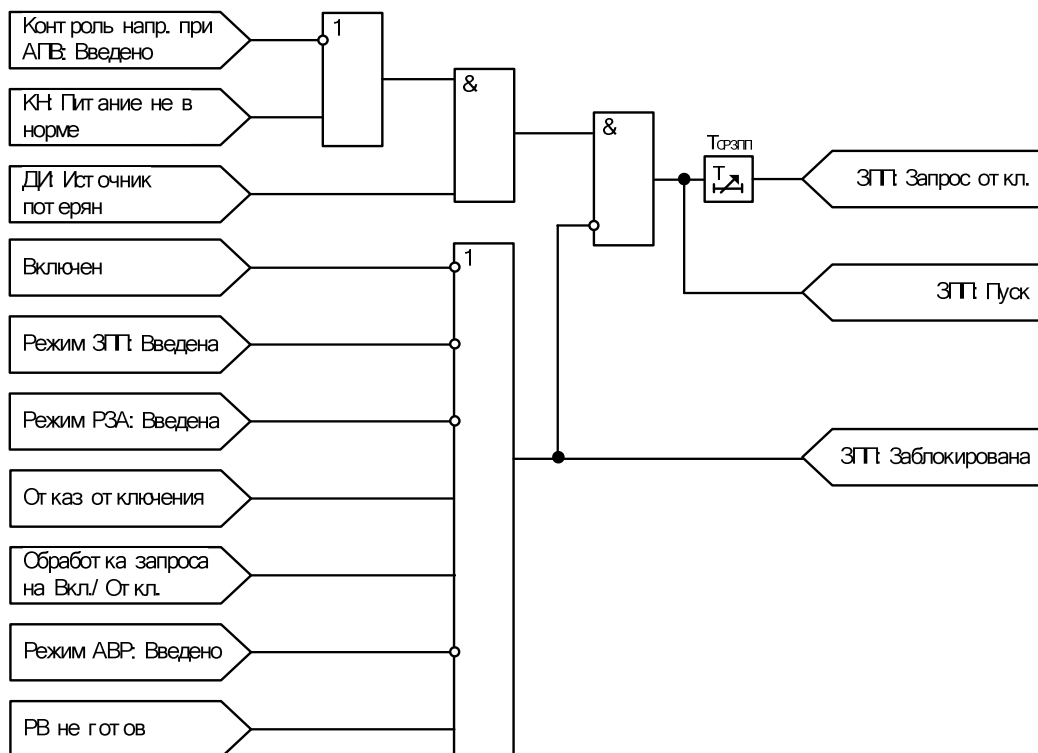


Рис.5.14. Логическая схема ЗПП

5.8.4. Условия срабатывания

ЗПП срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1 ДИ определяет отсутствие питания со стороны сетевого источника – «Источник потерян»;
- 2 Выполнение любого из следующих условий:
 - Режим «Контроль напряжения при АПВ» выведен.
 - Элемент КН находится в состоянии «Питание не в норме».

5.8.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении одного из двух условий:

- 1 ДИ определяет восстановление питания со стороны сетевого источника.
- 2 Одновременное выполнение следующих условий:
 - Режим «Контроль напряжения при АПВ» введен.
 - Элемент КН находится в состоянии «Питание в норме».

5.9. Защита от обрыва фазы по напряжению обратной последовательности (30Ф U2)

5.9.1. Назначение

Защита от обрыва фазы по напряжению обратной последовательности обеспечивает отключение чувствительной нагрузки при обрыве фазы в питающей сети. Защита обнаруживает обрыв фазы по отношению напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности.

5.9.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести 30Ф U2 из работы.

30Ф U2 вводится в работу только при введенном АВР и отсутствии сигнала «РВ не готов».

Уставки 30Ф U2 приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12. Уставки 30Ф U2

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
30Ф U2	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Uсрзоф, о.е.	Кратность U2 / U1	0,05 – 1	0,2
	Tсрзофи, с	Время срабатывания	0–180	1

5.9.3. Функциональная схема

Входными величинами являются напряжения прямой и обратной последовательностей.

Логика работы 30Ф U2 показана на рисунке 5.14.

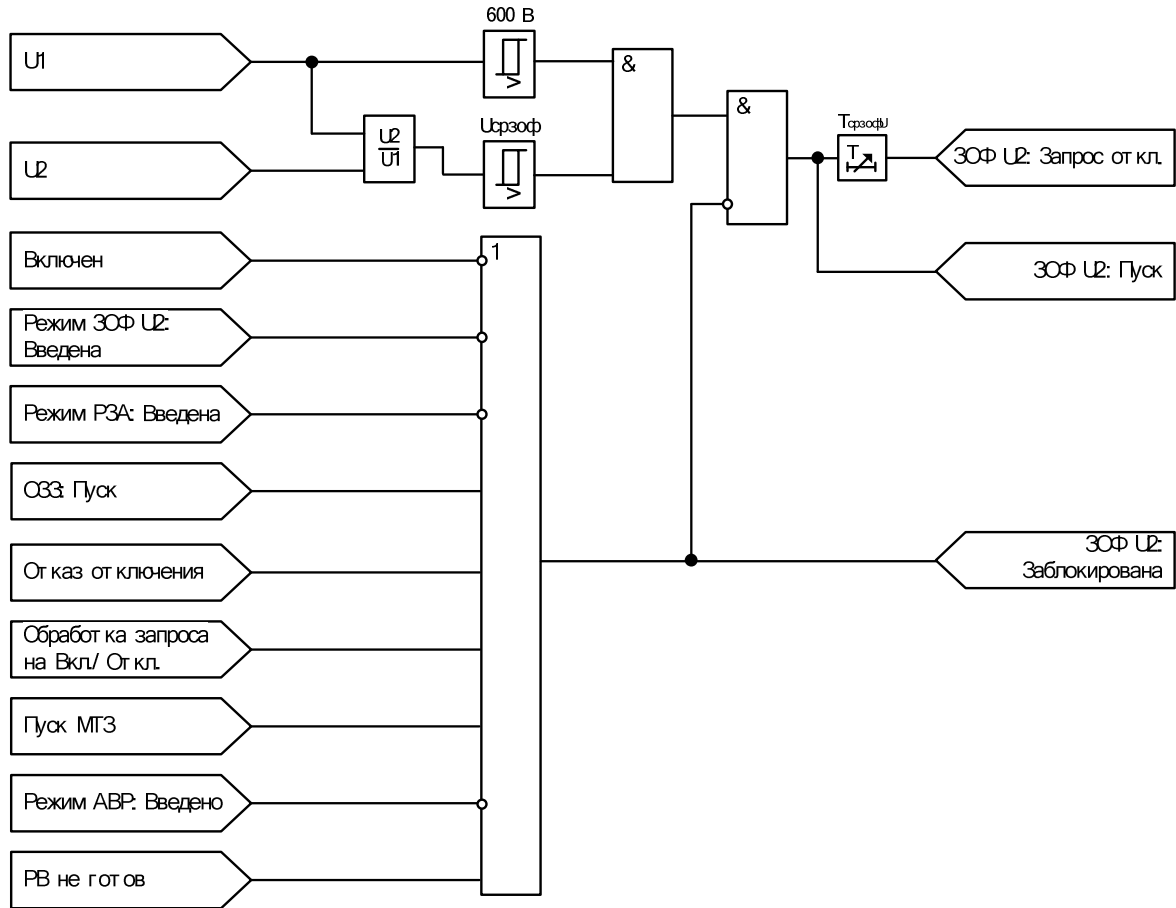


Рис.5.15. Логика работы ЗОФ U2

5.9.4. Условия срабатывания защиты

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $U_2 \geq U_{срзоф} \cdot U_1$;
- 2) $U_1 \geq 0,6$ кВ.

где $U_{срзоф}$ – уставка кратности напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

U_1 — напряжение прямой последовательности, В,

U_2 — напряжение обратной последовательности, В.

5.9.5. Условия возврата защиты

Возврат защиты происходит при выполнении следующего условия в течение одного периода:

$$U_2 < (U_{срзоф} - 0,02) \cdot U_{ном} / \sqrt{3}.$$

5.10. Защита от обрыва фаз по току обратной последовательности (ЗОФ I2)

5.10.1. Назначение

Защита от обрыва фаз предназначена для защиты присоединений от неполнофазного или несимметричного режима. Защита срабатывает с заданной выдержкой времени при превышении соотношением токов обратной и прямой последовательности заданного уставкой значения.

5.10.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести 30Ф I2 из работы. Уставки 30Ф I2 приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13. Уставки 30Ф I2

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
30Ф I2	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Iсрзоф, о.е.	Кратность I2/I1	0,05 – 1	0,30
	I2min, А	Минимальное значение I2	1 – 100	10
	Tсрзофi, с	Время срабатывания	0–300	3

5.10.3. Функциональная схема

Логика работы 30Ф I2 отображена на рисунке 5.15.

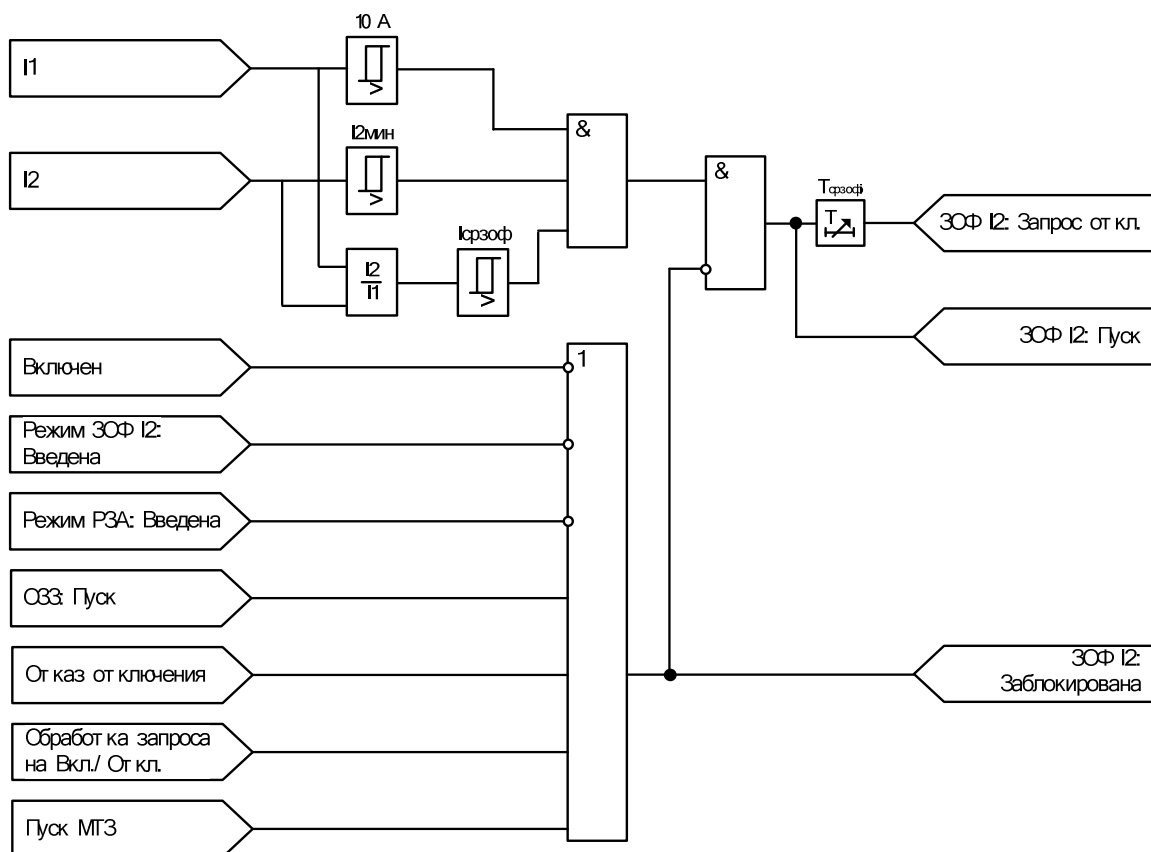


Рис.5.16. Логика работы 30Ф I2

5.10.4. Условия срабатывания защиты

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $I2 \geq I_{срзоф} \cdot I1$;
- 2) $I1 \geq 10 \text{ A}$;
- 3) $I2 \geq I2min$.

где $I_{срз\phi}$ – уставка кратности тока обратной последовательности к току прямой последовательности, о.е.

I_{2min} – ток разрешения работы ЗОФ I_2 , А,

I_1 —ток прямой последовательности, А,

I_2 — ток обратной последовательности, А.

5.10.5. Условия возврата защиты

Возврат защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $I_2 \leq \min(0,95 \cdot I_{срз\phi} \cdot I_1; I_{срз\phi} \cdot I_1 - 1A)$;
- 2) $I_1 \leq 8 A$;
- 3) $I_2 \leq 0,95 \cdot I_{2min}$.

5.11. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

5.11.1. Назначение

Автоматическая частотная разгрузка предназначена для осуществления контроля за частотой сети. В случае, когда происходит ее снижение, защита отключает потребителей, расположенных ниже реклоузера по сети, оборудование которых может быть чувствительно к снижению частоты напряжения в сети.

5.11.2. Уставки

При помощи настройки «Режим работы» имеется возможность вывести АЧР из работы.

Параметры АЧР приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14. Параметры АЧР

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АЧР	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	F _{ср} , Гц	Частота срабатывания	45 – 50 (при F _{ном} =50 Гц)	48
			55 – 60 (при F _{ном} =60 Гц)	58
T _{ср} , с	Время срабатывания	0–180	0,3	

5.11.3. Функциональная схема

Логика работы АЧР показана на рисунке 5.16.

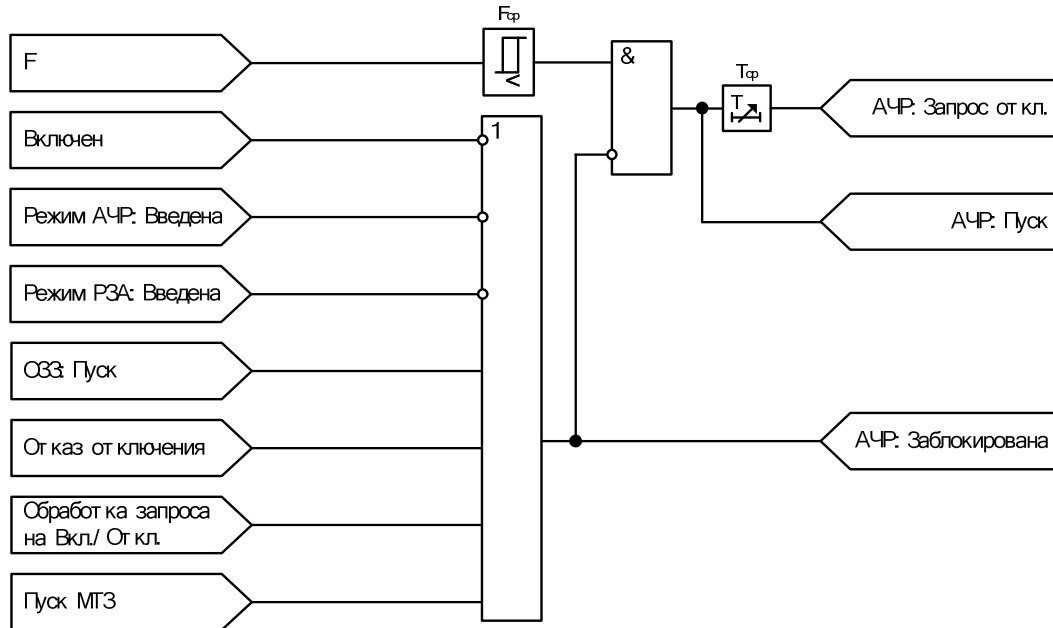


Рис.5.17. Логика работы АЧР

5.11.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

$$F \leq F_{cp},$$

где F_{cp} — частота срабатывания АЧР,

F — текущее значение частоты тока в сети.

5.11.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$F+ > F_{cp} + 0,05 \text{ Гц.}$$

5.12. Автоматическое повторное включение (АПВ)

5.12.1. Назначение

В КРУ выполнено АПВ с пуском от максимальной токовой защиты, защиты от однофазных замыканий на землю и автоматической частотной разгрузки. АПВ может выполняться с контролем напряжения.

Особенностью АПВ является то, что пуск АПВ выполнен отдельными модулями от каждой из видов защит. Это дает возможность пользователю по-разному настраивать автоматическое повторное включение в зависимости от вида повреждения, произошедшего в сети.

5.12.2. Автоматическое повторное включение от МТЗ (АПВ МТЗ)

Уставки АПВ МТЗ для исполнения «Фидер отходящей линии» представлены в таблице 5.15, «Фидер основного ввода» и «Фидер резервного ввода» — в таблице 5.16.

Таблица 5.15. Уставки АПВ МТЗ для исполнения «ФОЛ»

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
--------	--------------------------------	--------------------	----------	--------------

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ МТЗ	-	Режим работы	Нормальный/ Координация зон/ Rezip	Нормальный
	N _{АПВ}	Число отключений до запрета АПВ	1/2/3/4 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
			2/3/4 (для режима Rezip)	2
	N _{hs}	Число отключений от МТЗЗ до запрета АПВ	1/2/3/4	1
	-	Карта АПВ	М/Б	М
	-	Ускорение МТЗ при 1-м включении	Нормальный/ Ускорение/ Замедление/ с АПВ (для режимов Нормальный/ Координация зон)	Нормальный
	T _{пвкл} , с	Время АПВ первого включения	0,1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
	T _{АПВ1} , с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 1800 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	0,5
			0,2 – 1800 (для режима Rezip)	0,2
	T _{АПВ2} , с	Выдержка времени АПВ 2	10 – 1800	10
T _{АПВ3} , с	Выдержка времени АПВ 3	10 – 1800	20	
T _{под} , с	Время подготовки АПВ	1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1	

Таблица 5.16. Уставки АПВ МТЗ для исполнения «ФОВ» и «ФРВ»

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ МТЗ	-	Режим работы	Нормальный/ Координация зон/ Rezip	Нормальный
	N _{АПВ}	Число отключений до запрета АПВ	1/2 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
			2 (для режима Rezip)	2
	-	Карта АПВ	М/Б	М
	-	Ускорение МТЗ при 1-м включении	Нормальный/ Ускорение/ Замедление/ с АПВ (для режимов Нормальный/ Координация зон)	Нормальный
	T _{пвкл} , с	Время АПВ первого включения	0,1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
	T _{АПВ1} , с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 1800 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	0,5
			0,2 – 1800 (для режима Rezip)	0,2
	T _{под} , с	Время подготовки АПВ	1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1

АПВ МТЗ имеет возможность настройки различного количества повторных включений от МТЗ1/МТЗ2 и МТЗ3. При этом количество повторных включений от МТЗ3 не может быть больше, чем МТЗ1/МТЗ2.

Число повторных включений АПВ задается количеством отключений. Например, для однократного АПВ (одно включение) количество отключений равно двум, что соответствует циклу «0-В0». Для каждого цикла АПВ может быть установлена различная длительность бестоковых пауз

Логика работы АПВ представлена на рисунке 5.17.

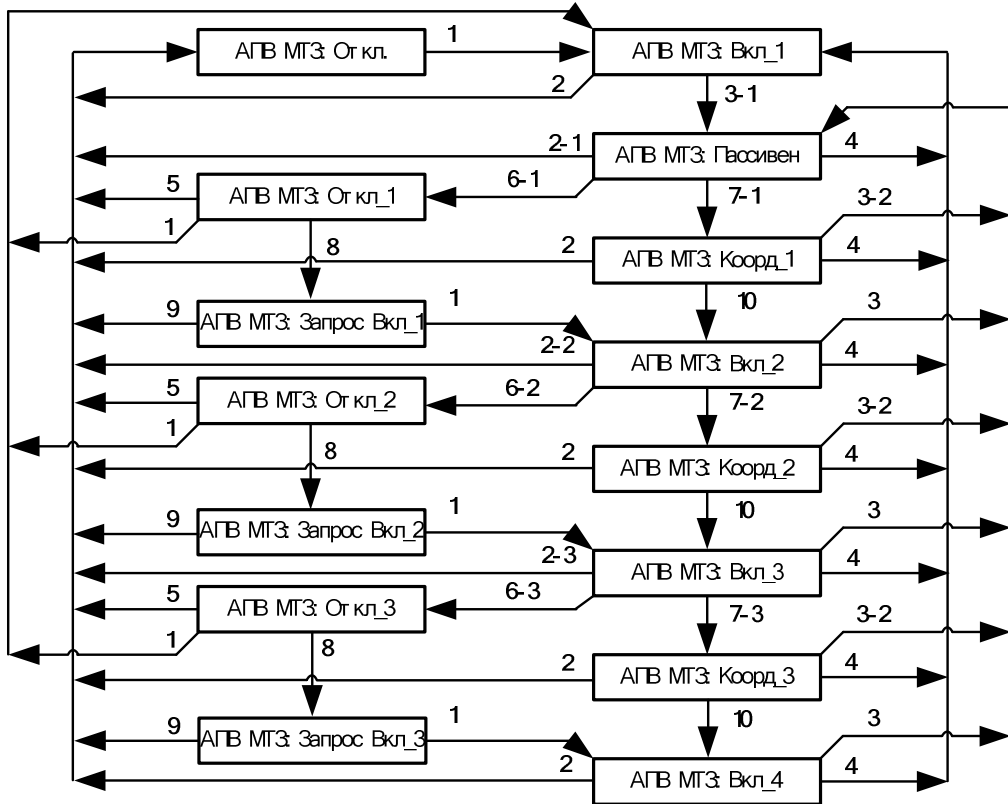


Рис.5.18. Логика работы элемента АПВ МТЗ

Описание переходов от одного состояния к другому представлено в таблице 5.17.

Таблица 5.17. Описание переходов состояний АПВ МТЗ

№ ⁴	Описание перехода	Условия перехода
----------------	-------------------	------------------

⁴ № перехода согласно **рис.5.17.**

№4	Описание перехода	Условия перехода
1	Включение КМ	
2	Отключение КМ	

№4	Описание перехода	Условия перехода
2-1	Первое отключение с запретом АПВ	<p>Logic diagram for transition 2-1: First disconnection with AFB prohibition. The output 'АГВ МГЗ: От кл.' is true when 'АГВ МГЗ: Пассивен' is true AND 'Включен' is true AND 'Режим АГВ: Введено' is true AND 'Nкв=1' is true AND 'МГЗ1: Запрос от кл.' is true AND 'МГЗ2: Запрос от кл.' is true AND 'МГЗ3: Запрос от кл.' is true AND 'Nнс=1' is true.</p>
2-2	Второе отключение с запретом АПВ	<p>Logic diagram for transition 2-2: Second disconnection with AFB prohibition. The output 'АГВ МГЗ: От кл.' is true when 'АГВ МГЗ: Вкл_2' is true AND 'Включен' is true AND 'Режим АГВ: Введено' is true AND 'Nкв=2' is true AND 'МГЗ1: Запрос от кл.' is true AND 'МГЗ2: Запрос от кл.' is true AND 'МГЗ3: Запрос от кл.' is true AND 'Nнс=2' is true.</p>

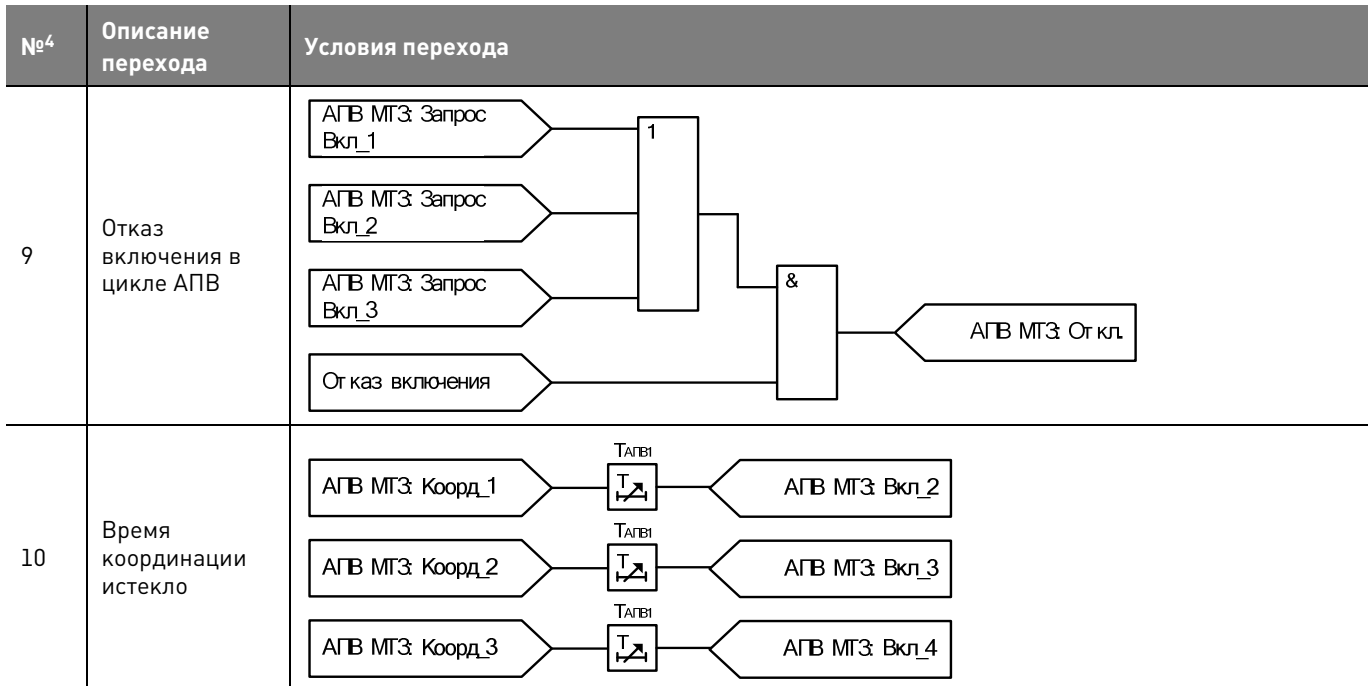
№4	Описание перехода	Условия перехода
2-3	Третье отключение с запретом АПВ	
3	Время подготовки АПВ истекло	
3-1	Время подготовки АПВ истекло	

№ ⁴	Описание перехода	Условия перехода
3-2	Включение отменено	
4	Блокировка АПВ при включенном состоянии КМ	

№ ⁴	Описание перехода	Условия перехода
5	Блокировка АПВ при отключенном состоянии КМ	
6-1	Первое отключение с пуском АПВ	

№4	Описание перехода	Условия перехода
6-2	Второе отключение с пуском АПВ	
6-3	Третье отключение с пуском АПВ	
7-1	Первая зона координации	

№ ⁴	Описание перехода	Условия перехода
7-2	Вторая зона координации	
7-3	Третья зона координации	
8	Запрос включения в цикле АГВ	



Описание состояний:

- «Пассивен» — реклоузер включен, АПВ готово к работе;
- «Откл» — реклоузер отключен с запретом АПВ;
- «Откл_1» — реклоузер отключен от АПВ_1;
- «Откл_2» — реклоузер отключен от АПВ_2;
- «Откл_3» — реклоузер отключен от АПВ_3;
- «Запрос Вкл_1» — запрос включения реклоузера от АПВ_1;
- «Запрос Вкл_2» — запрос включения реклоузера от АПВ_2;
- «Запрос Вкл_3» — запрос включения реклоузера от АПВ_3;
- «Вкл_1» — реклоузер включен с запретом АПВ;
- «Вкл_2» — реклоузер включен от АПВ_1;
- «Вкл_3» — реклоузер включен от АПВ_2;
- «Вкл_4» — реклоузер включен от АПВ_3.

Рассмотрим последовательность работы АПВ. Исходное состояние «Откл». Выполняется включение (1) с панели управления, из TELARM, SCADA или МДВВ, АПВ переходит в состояние «Вкл_1». Через выдержку времени подготовки $T_{под}$ АПВ происходит переход (3-1) в состояние «Пассивен». Если в момент подготовки АПВ на линии произойдет короткое замыкание, то реклоузер выполнит отключение без АПВ (2-1), АПВ перейдет в состояние «Откл».

При возникновении короткого замыкания в состоянии АПВ «Пассивен» происходит отключение КМ от МТЗ в соответствии с картой АПВ и выполняется переход (6-1) в состояние «Откл_1». Если установлен режим включения с контролем напряжения, то:

- при наличии напряжения выполняется переход к набору выдержки времени АПВ_1, после чего осуществляется переход (8) в состояние «Запрос Вкл_1», далее происходит включение КМ от АПВ_1 и переход (1) в состояние «Вкл_2»;
- при отсутствии напряжения в течении времени сброса АПВ выполняется переход (5) в состояние «Откл».

Остальные ступени АПВ работают аналогично.

Карта АПВ позволяет выводить ступени токовой защиты (МТЗ) в циклах АПВ и представляет собой комбинацию из символов «М» — медленные отключения и «Б» — быстрые отключения. Под медленными отключениями («М») подразумевается, что в данном цикле АПВ в работу введена лишь ступень МТЗ1. Быстрые отключения («Б») — одновременно введены ступени МТЗ1 и МТЗ2.

Ступень МТЗ2, как правило, имеет меньшую выдержку по времени на срабатывание и при повторном включении на неисправность в сети она сработает быстрее ступени МТЗ1. Таким образом, МТЗ1 всегда введена в работу, а карта АПВ отвечает за режим работы ступени МТЗ2, как показано в таблице 5.18.

Таблица 5.18. Пример состояния ступеней защиты в зависимости от карты АПВ (при числе отключений до запрета АПВ, равном четырем)

Ступень защиты	Карта АПВ			
	Б	М	М	Б
МТЗ1	Введена	Введена	Введена	Введена
МТЗ2	Введена	Выведена	Выведена	Введена

При настройке АПВ возможно задать режим «Ускорение МТЗ при первом включении», который вводится на время АПВ первого включения ($T_{пвкл}$). Возможны следующие варианты реализации ускорения при первом включении:

- **«Нормальный»;** если авария происходит в течение времени $T_{пвкл}$, то происходит отключение согласно карте АПВ, дальнейшее включение блокируется;
- **«Ускорение»;** если авария происходит в течение времени $T_{пвкл}$, то отключение произойдет от ступени МТЗ2, дальнейшее включение блокируется;
- **«Замедление»;** если авария происходит в течение времени $T_{пвкл}$, то отключение произойдет от ступени МТЗ1, дальнейшее включение блокируется;
- **«с АПВ»;** если авария происходит в течение времени $T_{пвкл}$, то АПВ работает в соответствии с «Картой АПВ» и число отключений до запрета АПВ равно $N_{апв}$.

В схеме АПВ также формируется сигнал «Блокировка МТЗ2 от АПВ» (см. рисунок 5.18).

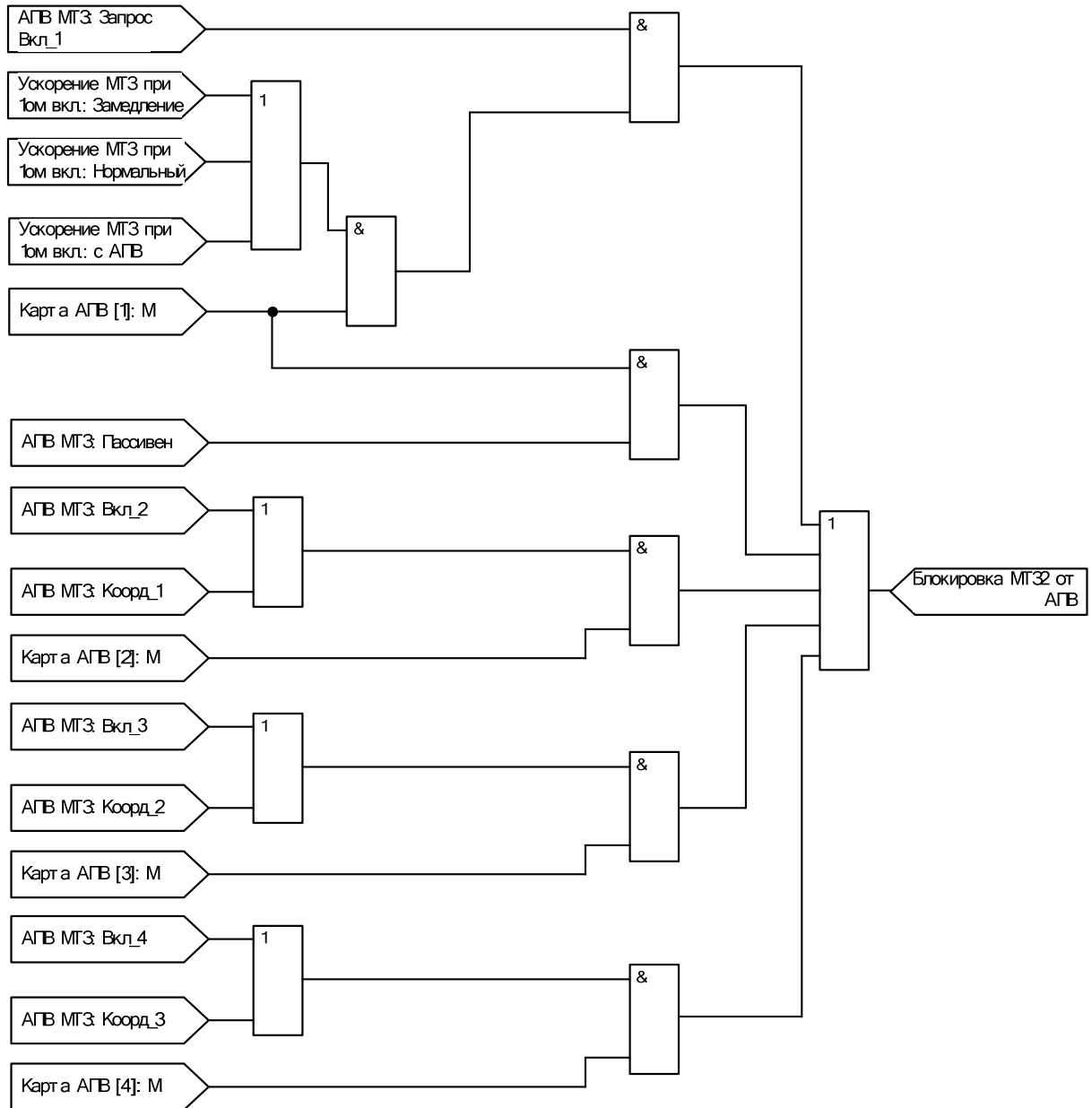


Рис.5.19. Сигнал «Блокировка МТЗ от АПВ»

5.12.3. Автоматическое повторное включение от ОЗЗ (АПВ ОЗЗ)

Параметры АПВ ОЗЗ приведены в таблице 5.19.

Таблица 5.19. Параметры АПВ ОЗЗ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ ОЗЗ	N _{АПВ}	Число отключений до запрета АПВ	1/2/3/4	1
	T _{АПВ1} , с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 180	1
	T _{АПВ2} , с	Выдержка времени АПВ 2	10 – 1800	15
	T _{АПВ3} , с	Выдержка времени АПВ 3	10 – 1800	20

Логика работы АПВ 033 соответствуют АПВ МТЗ за исключением того, что у 033 отсутствует функция координации последовательности зон.

5.12.4. Автоматическое повторное включение от АЧР (ЧАПВ)

Параметры ЧАПВ приведены в таблице 5.20.

Таблица 5.20. Параметры ЧАПВ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЧАПВ	N _{ЧАПВ}	Число отключений до запрета АПВ	1/2	1
	T _{ЧАПВ} , с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 180	10
	T _{пЧАПВ} , с	Время подготовки АПВ	1 – 180	1

Логика работы АПВ ЗМН представлена на рисунке 5.19.

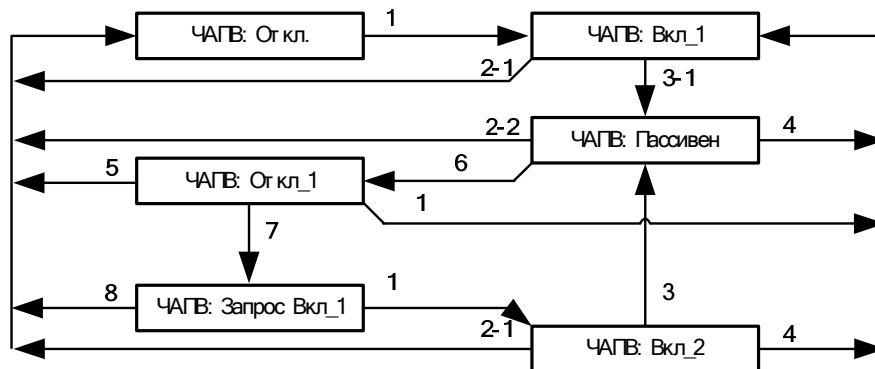


Рис.5.20. Логика работы ЧАПВ

Описание переходов от одного состояния к другому представлено в таблице 5.21.

Таблица 5.21. Описание переходов состояний ЧАПВ

№ ⁵	Описание перехода	Условия перехода
----------------	-------------------	------------------

⁵ № перехода согласно рисунке 5.19

№5	Описание перехода	Условия перехода
1	Включение КМ	
2-1	Отключение КМ	
2-2	Отключение с запретом АПВ	
3	Время подготовки АПВ истекло	

№5	Описание перехода	Условия перехода
4	Блокировка АПВ при включенном состоянии КМ	
5	Блокировка АПВ при отключенном состоянии КМ	
6	Отключение с пуском АПВ	
7	Запрос включения в цикле АПВ	
8	Отказ включения в цикле АПВ	

5.13. Защита заземлителя (ЗЗ)

5.13.1. Назначение

ЗЗ выполняет две функции:

1. Обеспечение неразрывности цепи заземлителя при выполнении работ на линии.
2. Защита заземлителя от разрушения токами КЗ при неудачном включении.

5.13.2. Функциональная схема

Когда селектор ячейки КРУ находится в положении заземлен и заблокирован, защита заземлителя работает следующим образом:

- если при включении выключателя появляется один из фазных токов более 10 А, то ЗЗ если при включении выключателя появляется один из фазных токов более 10 А; если в течение 0.1с после включения выключателя все фазные токи меньше 10А, то данная защитная функция элемента ЗЗ перестаёт действовать;
- если после 0.1с после включения выключателя появляется один из фазных токов более 10 А, то элемент ЗЗ переходит в сигнальное состояние;
- если выключатель в отключенном состоянии И в линии присутствуют напряжение ($U_a > 1,35\text{kV}$ or $U_b > 1,35\text{kV}$ or $U_c > 1,35\text{kV}$), элемент ЗЗ блокирует операцию включения от любого источника;
- если выключатель во включенном состоянии, элемент ЗЗ блокирует операцию отключения от любого источника, кроме MMI.

Логика работы ЗЗ показана на рисунке 5.20.

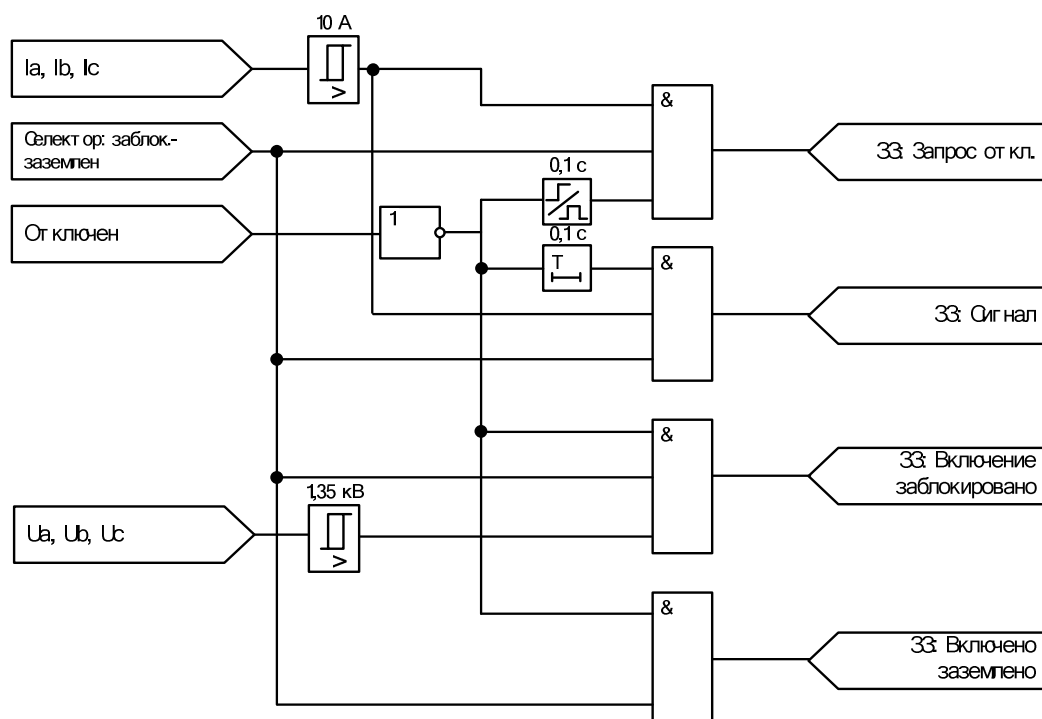


Рис.5.21. Логическая схема ЗЗ

5.13.3. Условия срабатывания

Защита инициирует аварийное отключение при:

$I_a > 10\text{ A}$ или $I_b > 10\text{ A}$ или $I_c > 10\text{ A}$.

Защита блокирует включение при:
 $U_a > 1,35 \text{ кВ}$ или $U_b > 1,35 \text{ кВ}$ или $U_c > 1,35 \text{ кВ}$.

5.13.4. Условия возврата

Возврат защиты происходит при:
 $I_a < 8 \text{ А}$ или $I_b < 8 \text{ А}$ или $I_c < 8 \text{ А}$.

5.14. Сигнал «Резервный ввод не готов»

5.14.1. Назначение

Сигнал «РВ не готов» формируется ячейкой резервного ввода КРУ Etalon и является запрещающим сигналом для работы АВР.

5.14.2. Функциональная схема

Логика работы сигнала «РВ не готов» показана на рисунке 5.21.

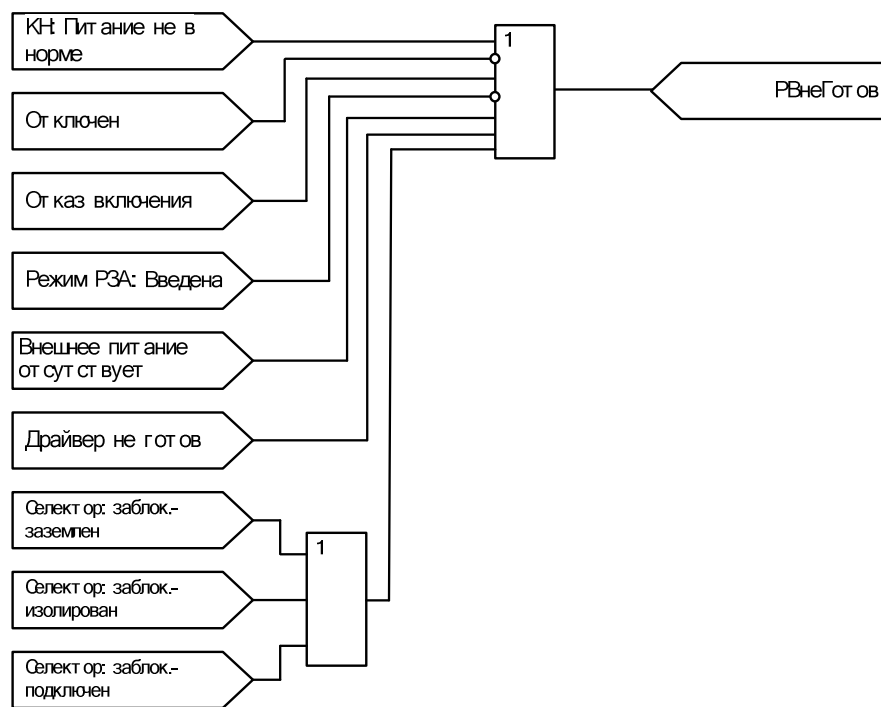


Рис.5.22. Функциональная схема сигнала «РВ не готов»

5.15. Защита от обратного направления мощности (ЗОМ)

5.15.1. Назначение

Защита предназначена для отключения выключателя при перетоке мощности от потребителя к источнику.

5.15.2. Уставки

Параметры ЗОМ приведены в таблице 5.22.

Таблица 5.22. Параметры ЗОМ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
30М	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Тср30м, с	Время срабатывания	0,5-180	1

5.15.3. Функциональная схема

Логика работы 30М отображена на рисунке 5.22.

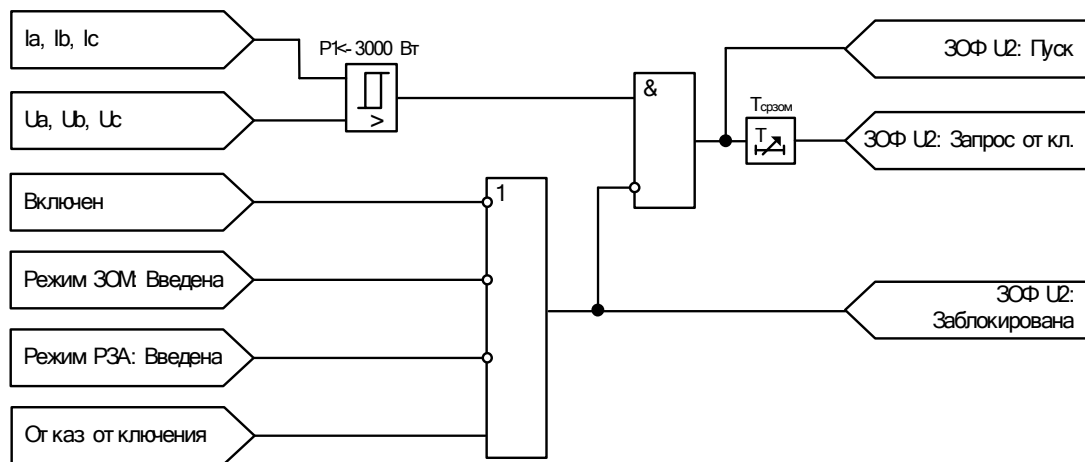


Рис.5.23. Логика работы 30М

5.15.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении следующего условия:

$$P1 \leq -3000 \text{ Вт},$$

где $P1$ — активная мощность прямой последовательности.

5.15.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении следующего условия:

$$P1 > -2500 \text{ Вт}.$$

5.16. Автоматический ввод резерва (АВР)

5.16.1. Назначение

АВР предназначен для сохранения электроснабжения потребителя в случае возникновения аварии на стороне источника основного ввода секции КРУ путем переключения ее на питание от резервного ввода.

5.16.2. Уставки

Параметры АВР приведены в таблице 5.23.

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АВР	T _{АВР} , с	Время срабатывания	0–180	1

5.16.3. Функциональная схема

Логика работы АВР показана на рисунке 5.23.

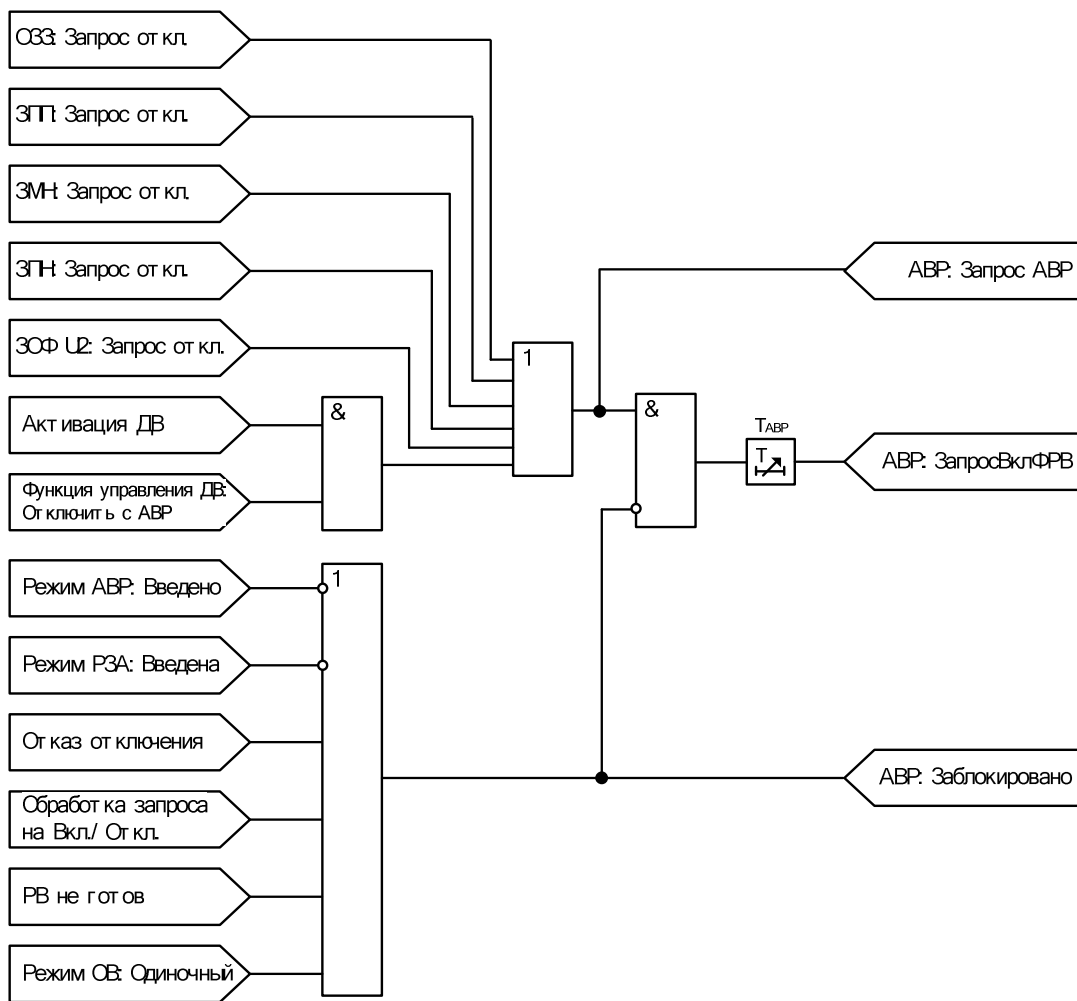


Рис.5.24. Логика работы АВР

5.17. Восстановление нормального режима (ВНР)

5.17.1. Назначение

ВНР предназначен для восстановления нормальной схемы работы КРУ Etalon при восстановлении нормального напряжения на основном вводе. Данный элемент реализован на сигналах пользователя.

5.17.2. Уставки

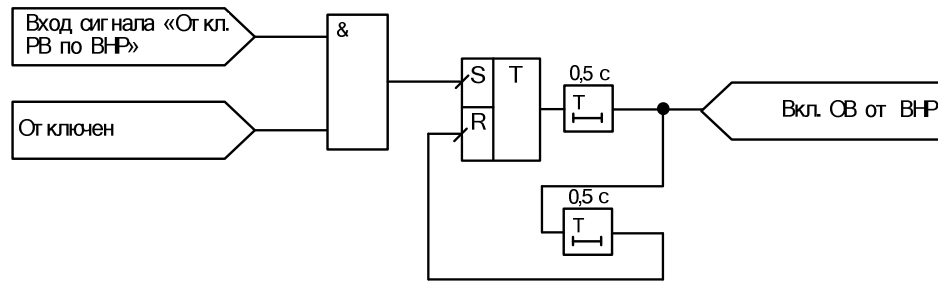


Рис.5.27. Логика работы сигнала «Включение СВ от ВНР»

5.18. Взаимная блокировка вводов (ВБВ)

5.18.1. Назначение

ВБВ предназначен для блокировки (запрета) одновременного включения резервного и основного вводов секции КРУ.

5.18.2. Уставки

Таблица 5.25. Параметры ВБВ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ВБВ	-	Параллельная работа вводов	Введена / Выведена	Выведена

5.18.3. Функциональная схема

Логика работы ВБВ показана на рисунке 5.27.

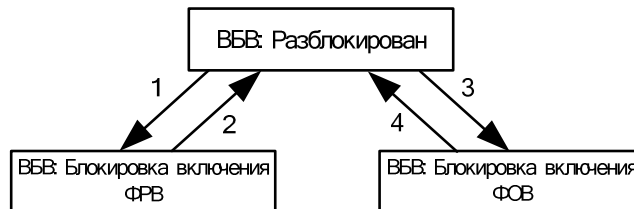


Рис.5.28. Логика работы ВБВ

Описание переходов от одного состояния к другому представлено в таблице 5.26.

Таблица 5.26. Описание переходов состояний ВБВ

№ ⁶	Описание перехода	Условия перехода
1	Блокировка включения ФРВ	
2	Разблокировка включения ФРВ	
3	Блокировка включения ФОВ	
4	Разблокировка включения ФОВ	

5.19. Дуговая защита

5.19.1. Назначение

Защита предназначена для локализации дуговых КЗ в пределах поврежденного отсека. Передача данных между ячейками ОЛ, ОВ и РВ выполняется по беспроводному каналу передачи данных.

5.19.2. Уставки

Для исключения ложных отключений ДЗ выполнена с контролем пуска по току. В качестве уставки $I_{срдз}$ принимается минимальное значение из токов срабатывания МТ31, МТ32, МТ33.

5.19.3. Функциональная схема

Логика работы показана на рисунках 5.28- 5.29.

Приняты следующие условные обозначения:

- Дуга КО – срабатывание датчика в кабельном отсеке;
- Дуга ОСШ – срабатывание датчика в отсеке сборных шин;
- Дуга ОКМ – срабатывание датчика в отсеке коммутационного модуля
- Откл от ДЗ – отключение своего выключателя;
- Откл вверх – отключение вышестоящего коммутационного аппарата. Сигнал может быть выведен на дискретных выход;

⁶ № перехода согласно Рис.5.27.

- Откл ОВ (РВ) – команда на отключение основного (резервного) ввода.

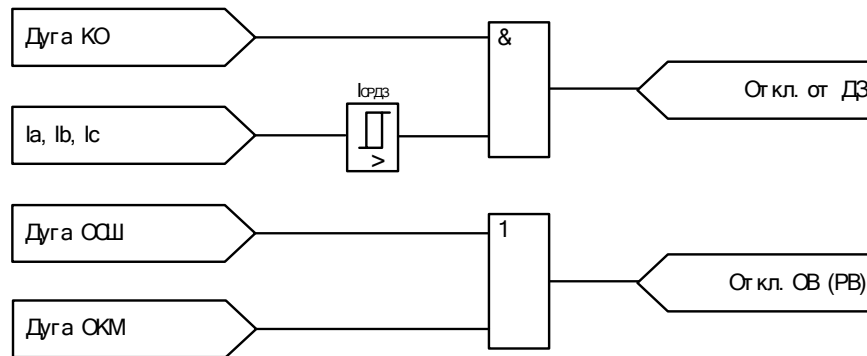


Рис.5.29. Функциональная схема ДЗ ОЛ

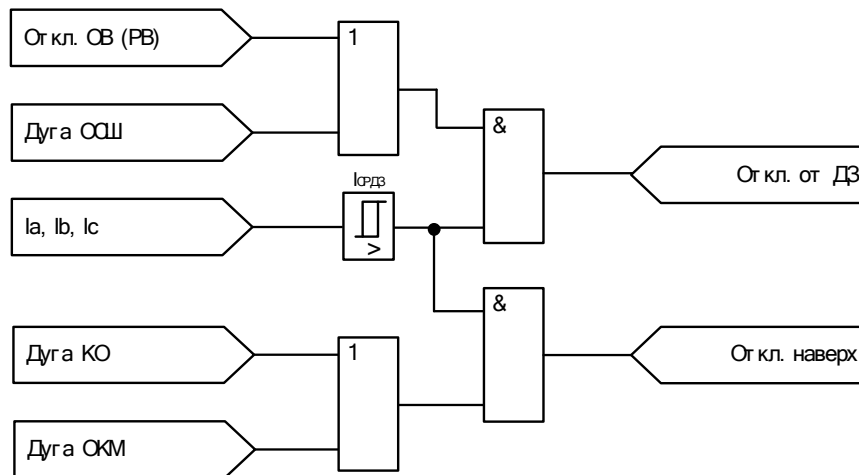


Рис.5.30. Функциональная схема ДЗ ОВ (РВ)

5.20. Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

5.20.1. Назначение

Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) — автоматика, предназначенная для отключения вышестоящего выключателя при отказе выключателя предыдущего участка в аварийных ситуациях.

УРОВ целесообразно выполнять на подстанциях, где разница времен срабатывания защит ячейки и вышестоящего выключателя составляет более 0,3 с.

Ввод/вывод УРОВ осуществляется только на аппаратах, которые подают сигнал на отключение вышестоящего выключателя. Ввод/вывод УРОВ осуществляется на каждом данном аппарате отдельно с кнопки, расположенной на панели MMI, либо по дискретному входу.

5.20.2. Функциональная схема

Логика работы УРОВ показана на рисунках 5.30 и 5.31.

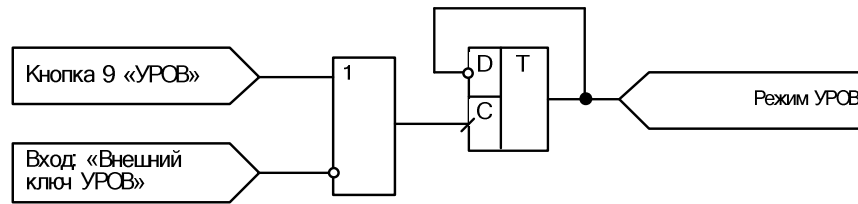


Рис.5.31. Логика работы сигнала «УРОВ: Ввод/вывод»

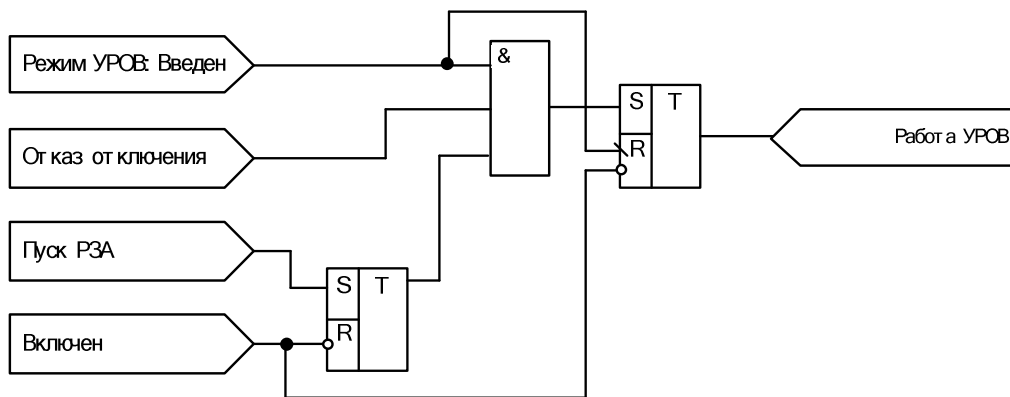


Рис.5.32. Логика работы УРОВ

5.20.3. Условия срабатывания

УРОВ срабатывает по факту возникновения запроса на отключение аппарата от внутренних защит (МТЗ, ОЗЗ, ДЗ, внешних защит (через МДВВ)) и последующего возникновения внутреннего сигнала «Отказ отключения». При срабатывании УРОВ произойдет отключение вышестоящего выключателя, тем самым авария будет ликвидирована за минимальное время. На отказавшем аппарате сработает сигнал «Неисправность».

5.21. Проверка чередования фаз

5.21.1. Назначение

Перед первым включением, а также при проведении оперативных переключений необходимо проверить совпадение фаз ОВ и РВ, ОВ и ОЛ, РВ и ОЛ.

5.21.2. Функциональная схема

Логика работы элемента проверки порядка чередования фаз представлена на рисунке 5.32.

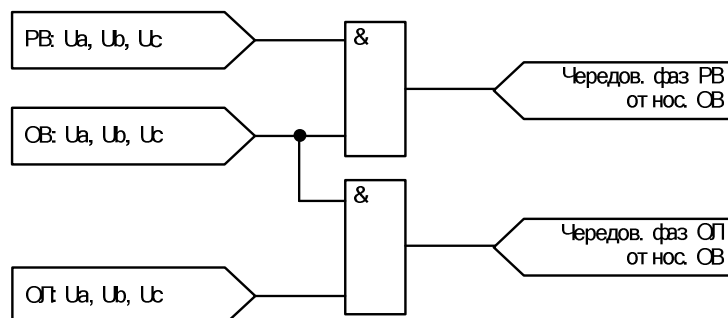


Рис.5.33. Функциональная схема элемента проверки чередования фаз

6. ФОРМИРОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ ИНДИКАЦИИ

6.1. Фидер основного ввода

6.1.1. Сигнал «Дистанционный режим»

Логика работы сигнала «Дистанционный режим» представлена на рисунке 6.1.

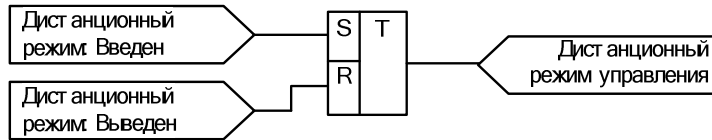


Рис.6.1. Логика работы сигнала «Дистанционный режим» ОВ

6.1.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» представлена на рисунке 6.2.

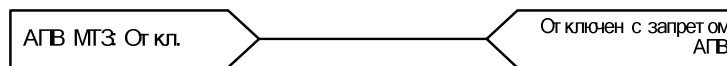


Рис.6.2. Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» ОВ

6.1.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен от ДЗ с запретом АПВ» представлена на рисунке 6.3.

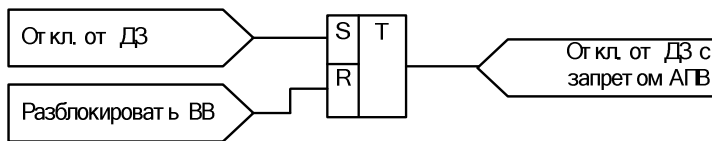


Рис.6.3. Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» ОВ

6.1.4. Сигнал «Пуск РЗА»

Логическая схема формирования сигнала «Пуск РЗА» представлена на рисунке 6.4. Под защитой понимается: МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3, ОЗЗ, ЗМН, ЗПН, ЗПП, ЗОФ U2, ЗЗЗ. АВР. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ.

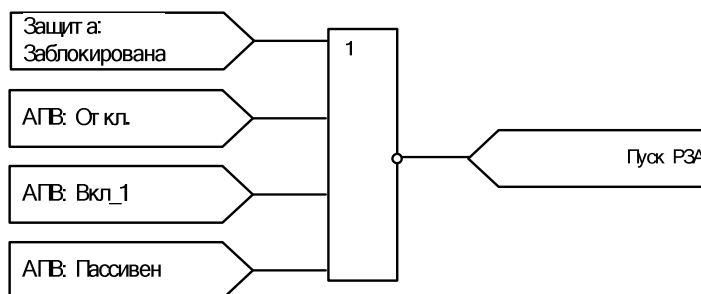


Рис.6.4. Логическая схема формирования сигнала «Пуск РЗА»

6.1.5. Сигнал «Пуск АПВ»

Логическая схема формирования сигнала «Пуск АПВ» представлена на рисунке 6.5. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ.

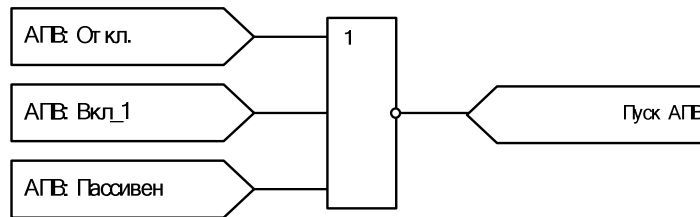


Рис.6.5. Логическая схема формирования сигнала «Пуск АПВ»

6.1.6. Сигнал «Неисправность»

Логика работы сигнала «Неисправность» представлена на рисунке 6.6.

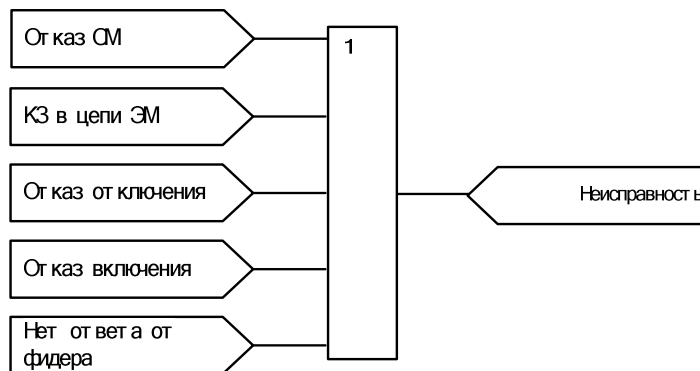


Рис.6.6. Логика работы сигнала «Неисправность» ОВ

6.1.7. Сигнал «Предупреждение»

Логика работы сигнала «Предупреждение» представлена на рисунке 6.7.

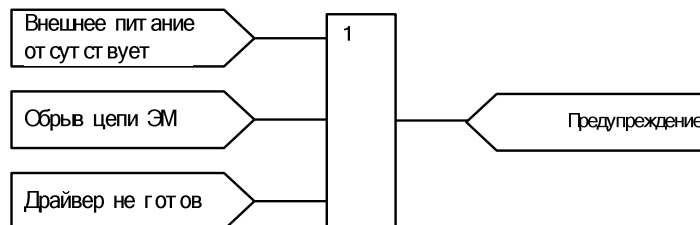


Рис.6.7. Логика работы сигнала «Предупреждение» ОВ

6.1.8. Сигнал «РЗА введена»

Логическая схема формирования сигнала «РЗА введена» представлена на рисунке 6.8.

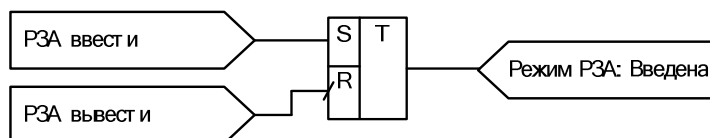


Рис.6.8. Логическая схема формирования сигнала «РЗА введена»

6.1.9. Сигнал «АПВ введено»

Логическая схема формирования сигнала «АПВ введено» представлена на рисунке 6.9.

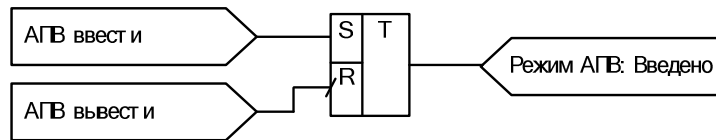


Рис.6.9. Логическая схема формирования сигнала «АПВ введено»

6.1.10. Сигнал «ОЗЗ введена»

Логическая схема формирования сигнала «ОЗЗ введена» представлена на рисунке 6.10.

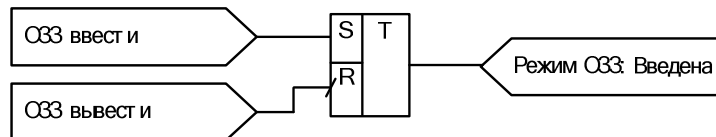


Рис.6.10. Логическая схема формирования сигнала «ОЗЗ введена»

6.1.11. Сигнал «АВР введено»

Логическая схема формирования сигнала «АВР введено» представлена на рисунке 6.11.

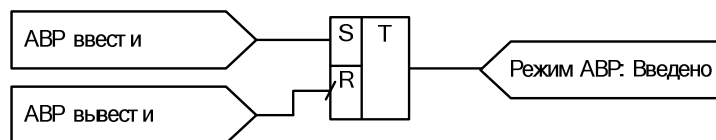


Рис.6.11. Логическая схема формирования сигнала «АВР введена»

6.1.12. Сигнал «Группа 1 введена»

Логическая схема формирования сигнала «Группа 1 введена» представлена на рисунке 6.12.

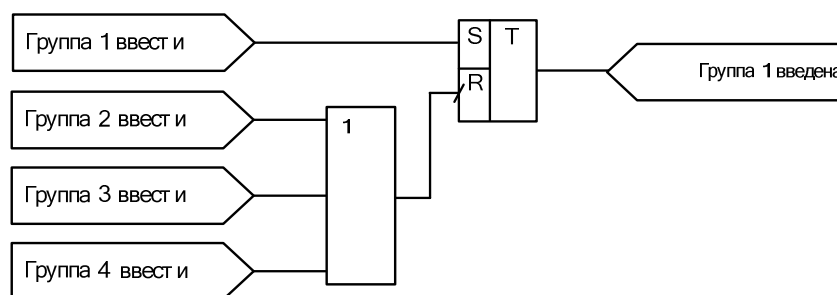


Рис.6.12. Логика работы сигнала «Группа 1 введена»

Сигналы «Группа 2 введена», «Группа 3 введена» и «Группа 4 введена» формируются аналогичным образом.

6.2. Фидер резервного ввода

6.2.1. Сигнал «Дистанционный режим»

Логика работы сигнала «Дистанционный режим» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Дистанционный режим» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.1.

6.2.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.2.

6.2.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен от ДЗ с запретом АПВ» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Отключен от ДЗ с запретом АПВ» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.3.

6.2.4. Сигнал «Пуск РЗА»

Логика работы сигнала «Пуск РЗА» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Пуск РЗА» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.4.

Под защитой понимается: МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3, ЗЗЗ. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ.

6.2.5. Сигнал «Пуск АПВ»

Логика работы сигнала «Пуск АПВ» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Пуск АПВ» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.5.

Под АПВ понимается: АПВ МТЗ.

6.2.6. Сигнал «Неисправность»

Логика работы сигнала «Неисправность» представлена на рисунке 6.13.

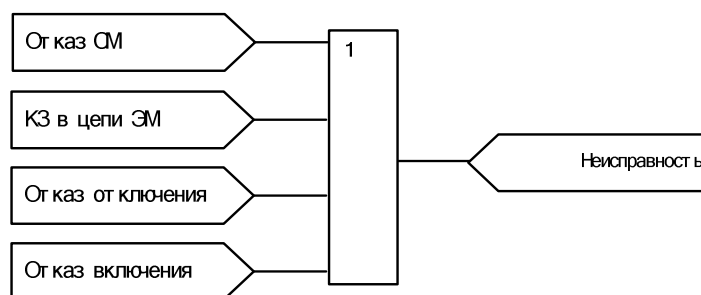


Рис.6.13. Логика работы сигнала «Неисправность» РВ

6.2.7. Сигнал «Предупреждение»

Логика работы сигнала «Предупреждение» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Предупреждение» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.7.

6.2.8. Сигнал «РЗА введено»

Логика работы сигнала «РЗА введено» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «РЗА введено» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.8.

6.2.9. Сигнал «АПВ введено»

Логика работы сигнала «АПВ введено» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «АПВ введено» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.9.

6.2.10. Сигнал «Группа 1 введена»

Логика работы сигнала «Группа 1 включена» ячейки фидера резервного ввода аналогична логике работы сигнала «Группа 1 включена» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.12.

6.3. Фидер отходящей линии

6.3.1. Сигнал «Дистанционный режим»

Логика работы сигнала «Дистанционный режим» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Дистанционный режим» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.1.

6.3.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» представлена на рисунке 6.14.

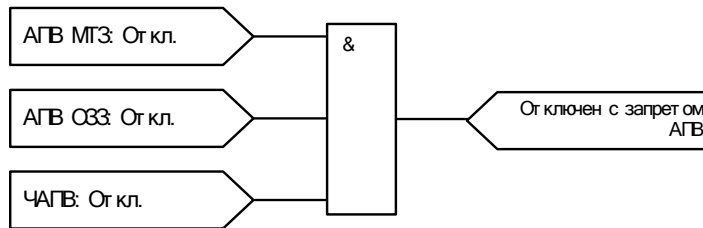


Рис.6.14. Логика работы сигнала «Отключен с запретом АПВ» ОЛ

6.3.3. Сигнал «Отключен от ДЗ с запретом АПВ»

Логика работы сигнала «Отключен от ДЗ с запретом АПВ» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Отключен от ДЗ с запретом АПВ» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.3.

6.3.4. Сигнал «Пуск РЗА»

Логика работы сигнала «Пуск РЗА» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Пуск РЗА» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.4.

Под защитой понимается: МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3, 30Ф I2, АЧР, ЗСН, ЗОМ ЗЗЗ. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ, АПВ ОЗЗ, ЧАПВ.

6.3.5. Сигнал «Пуск АПВ»

Логика работы сигнала «Пуск АПВ» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Пуск АПВ» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.5.

Под АПВ понимается: АПВ МТЗ, АПВ ОЗЗ, ЧАПВ.

6.3.6. Сигнал «Неисправность»

Логика работы сигнала «Неисправность» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Неисправность» ячейки фидера резервного ввода и представлена на рисунке 6.13.

6.3.7. Сигнал «Предупреждение»

Логика работы сигнала «Предупреждение» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Предупреждение» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.7.

6.3.8. Сигнал «РЗА введено»

Логика работы сигнала «РЗА введено» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «РЗА введено» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.8.

6.3.9. Сигнал «АПВ введено»

Логика работы сигнала «АПВ введено» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «АПВ введено» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.9.

6.3.10. Сигнал «Группа 1 введена»

Логика работы сигнала «Группа 1 включена» ячейки фидера отходящей линии аналогична логике работы сигнала «Группа 1 включена» ячейки фидера основного ввода и представлена на рисунке 6.12.

