

REC15

ВАКУУМНЫЙ РЕКЛОУЗЕР

ЛОГИКА РАБОТЫ РЗА



TER_RecDoc_RPA_1
Версия 3.1
(для версии ПО 2.76.034)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	5
2. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	5
3. ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМАХ	6
4. Управление выключателем	8
4.1. Оперативное управление выключателем.....	8
4.1.1. Назначение.....	8
4.1.2. Функциональная схема	8
4.2. Отключение выключателя.....	9
4.2.1. Назначение.....	9
4.2.2. Функциональная схема	9
4.3. Включение выключателя	9
4.3.1. Назначение.....	9
4.3.2. Функциональная схема	9
5. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ	10
5.1. Детектор источника (ДИ).....	12
5.1.1. Назначение.....	12
5.1.2. Уставки.....	12
5.1.3. Функциональная схема	12
5.1.4. Условия срабатывания.....	15
5.2. Контроль напряжения (КН)	16
5.2.1. Назначение.....	16
5.2.2. Уставки.....	16
5.2.3. Функциональная схема	18
5.2.4. Условия срабатывания.....	20
5.2.5. Условия возврата.....	21
5.3. Индикатор синхронизации (ИС)	21
5.3.1. Назначение.....	21
5.3.2. Уставки.....	22
5.3.3. Функциональная схема	22
5.3.4. Условия срабатывания.....	22
5.3.5. Условия возврата.....	23
5.4. Элемент управления включением (УВ).....	23
5.4.1. Назначение.....	23
5.4.2. Уставки.....	23
5.4.3. Функциональная схема	23
5.4.4. Условия срабатывания.....	25
5.4.5. Условия возврата.....	26
5.5. Максимальная токовая защита (МТЗ).....	26
5.5.1. Назначение.....	26
5.5.2. Уставки.....	26
5.5.3. Функциональная схема	27
5.5.4. Условия срабатывания.....	29
5.5.5. Условия возврата.....	30
5.6. Режим «Включение на холодную нагрузку» (ВХН)	30
5.6.1. Назначение.....	30
5.6.2. Уставки.....	30
5.6.3. Функциональная схема	31
5.6.4. Условия срабатывания.....	32
5.6.5. Условия возврата.....	32
5.7. Режим «Работа на линии» (РЛ)	32
5.7.1. Назначение.....	32
5.7.2. Уставки.....	32
5.7.1. Функциональная схема	32
5.7.2. Условия срабатывания.....	33

5.7.3. Условия возврата.....	33
5.8. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)	33
5.8.1. Назначение.....	33
5.8.2. Уставки.....	33
5.8.3. Функциональная схема.....	34
5.8.4. Условия срабатывания.....	35
5.8.5. Условия возврата.....	35
5.9. Защита от однофазных замыканий на землю, основанная на контроле проводимости нулевой последовательности (ОЗЗнп)	36
5.9.1. Назначение.....	36
5.9.2. Уставки.....	36
5.9.3. Функциональная схема.....	37
5.9.4. Условия срабатывания.....	38
5.9.5. Условия возврата.....	39
5.10. Защита минимального напряжения (ЗМН)	40
5.10.1. Назначение.....	40
5.10.2. Уставки.....	40
5.10.3. Функциональная схема.....	40
5.10.4. Условия срабатывания.....	41
5.10.5. Условия возврата.....	41
5.11. Защита от повышения напряжения (ЗПН)	41
5.11.1. Назначение.....	41
5.11.2. Уставки.....	41
5.11.3. Функциональная схема.....	42
5.11.4. Условия срабатывания.....	42
5.11.5. Условия возврата.....	42
5.12. Защита от потери питания (ЗПП).....	42
5.12.1. Назначение.....	42
5.12.2. Уставки.....	43
5.12.3. Функциональная схема.....	43
5.12.4. Условия срабатывания.....	43
5.12.5. Условия блокировки.....	44
5.13. Защита от обрыва фазы по напряжению обратной последовательности (30Ф U2).....	44
5.13.1. Назначение.....	44
5.13.2. Уставки.....	44
5.13.3. Функциональная схема.....	44
5.13.4. Условия срабатывания защиты	45
5.13.5. Условия возврата защиты	45
5.14. Защита от обрыва фаз по току обратной последовательности (30Ф I2)	45
5.14.1. Назначение.....	45
5.14.2. Уставки.....	46
5.14.3. Функциональная схема.....	46
5.14.4. Условия срабатывания защиты	47
5.14.5. Условия возврата защиты	47
5.15. Защита от смещения нейтрали (ЗСН).....	47
5.15.1. Назначение.....	47
5.15.2. Уставки.....	47
5.15.3. Функциональная схема.....	47
5.15.4. Условия срабатывания защиты	48
5.15.5. Условия возврата защиты	48
5.16. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).....	49
5.16.1. Назначение.....	49
5.16.2. Уставки.....	49
5.16.3. Функциональная схема.....	49

5.16.4. Условия срабатывания.....	50
5.16.5. Условия возврата.....	50
5.17. Защита от повышения частоты (ЗПЧ)	50
5.17.1. Назначение.....	50
5.17.2. Уставки.....	50
5.17.3. Функциональная схема	50
5.17.4. Условия срабатывания.....	51
5.17.5. Условия возврата.....	51
5.18. Автоматическое повторное включение (АПВ).....	51
5.18.1. Назначение.....	51
5.18.2. Автоматическое повторное включение от МТЗ (АПВ МТЗ).....	52
5.18.3. Автоматическое повторное включение от ОЗЗ (АПВ ОЗЗ).....	64
5.18.4. Автоматическое повторное включение от ЗМН (АПВ ЗМН).....	65
5.18.5. Автоматическое повторное включение от ЗПН (АПВ ЗПН).....	68
5.18.6. Автоматическое повторное включение от АЧР (ЧАПВ).....	68
5.18.7. Автоматическое повторное включение от ЗПЧ (АПВ ЗПЧ).....	68
5.18.8. Автоматическое повторное включение от ЗПП (АПВ ЗПП).....	68
5.19. Защита от близких КЗ (БКЗ)	69
5.19.1. Назначение.....	69
5.19.2. Уставки.....	69
5.19.3. Функциональная схема	69
5.19.4. Условия срабатывания.....	70
5.20. Автоматический ввод резерва	70
5.20.1. Назначение.....	70
5.20.2. Уставки.....	70
5.20.3. Функциональная схема	71
5.20.4. Условия срабатывания.....	72
5.20.5. Условия возврата.....	72
6. Формирование стандартных сигналов индикации	73
6.1. Сигнал «Дистанционный режим управления»	73
6.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ».....	73
6.3. Сигнал «РЗА активна»	73
6.4. Сигнал «Пуск АПВ»	74
6.5. Сигнал «Неисправность».....	74
6.6. Сигнал «Предупреждение»	74
6.7. Сигнал «РЗА введена».....	75
6.8. Сигнал «АПВ введено»	75
6.9. Сигнал «ОЗЗ введена».....	75
6.10. Сигнал «РНЛ введена»	76
6.11. Сигнал «ЗМН введена»	76
6.12. Сигнал «ЗПН введена»	76
6.13. Сигнал «ЗПП введена»	76
6.14. Сигнал «ЗСН введена».....	76
6.15. Сигнал «АЧР введена».....	77
6.16. Сигнал «ЗПЧ введена».....	77
6.17. Сигнал «ЗОФ U2 введена»	77
6.18. Сигнал «ЗОФ I2 введена»	77
6.19. Сигнал «УВ введено»	77
6.20. Сигнал «Группа 1 введена».....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ ВРЕМЯ-ТОКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	79
П1.1. Описание независимой характеристики МТЗ типа TD	79
П1.2. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа TEL I	79
П1.3. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа ANSI	81
П1.4. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа IEC.....	83

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ описывает:

- состав, схемы построения, условия срабатывания, возврата и блокировки защит и автоматик реклоузера TER_Rec15_Al1_L5 (далее Rec15_L5), TER_Rec15_Al1_R5 (далее Rec15_R5) и TER_Rec25_Al1_L5 (далее Rec25_L5);
- состав, схемы построения, условия срабатывания выходных сигналов, устанавливаемых на Rec15_L5, Rec15_R5 и Rec25_L5 для нужд управления и предупредительной/аварийной сигнализации.

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

2. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

SCADA — Supervisory Control and Data Acquisition (система диспетчерского управления и сбора данных)

TD — независимая характеристика срабатывания релейной защиты

TEL I — конфигурируемая характеристика срабатывания релейной защиты

ABP — автоматический ввод резерва

АПВ — автоматическое повторное включение

АЧР — автоматическая частотная разгрузка

ВХН — включение на холодную нагрузку

ЗЗЗ — токовая защита от коротких замыканий на землю

ЗМН — защита от минимального напряжения

ЗФ I2 — защита от обрыва фазы по току обратной последовательности

ЗФ 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

МТЗ — максимальная токовая защита

ОЗЗ — токовая защита от однофазных замыканий на землю

ОЗЗнп — защита от однофазных замыканий на землю, основанная на контроле проводимости нулевой последовательности

РЗА — релейная защита и автоматика

РНЛ — работа на линии

ЧАПВ — АПВ после частотной разгрузки

3. ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Тип	Обозначение	Описание
Входная величина		
Выходная величина		
Максимальный погороговый формирователь (сравнение с уставкой)	<p>Уставка</p>	Выходной сигнал равен единице при повышении измеряемой величины выше уставки
Минимальный погороговый формирователь (сравнение с уставкой)	<p>Уставка</p>	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)		Обеспечивает запаздывание появления сигнала на выходе на промежуток времени $T=T_{уст}$.
Выдержка времени на срабатывание (регулируемая)		
RS-триггер		<p>Логический элемент, способный длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний.</p> <p>При подаче единицы на вход S выходное состояние становится равным логической единице и удерживается до тех пор, пока не придет единица на R.</p> <p>При подаче единицы на вход R выходное состояние становится равным логическому нулю.</p>
DC-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>
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</p>

Тип	Обозначение	Описание
		состояние становится равным логическому нулю.

4. УПРАВЛЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

4.1. Оперативное управление выключателем

4.1.1. Назначение

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

- от кнопок управления выключателем, расположенных на ПУ;
- от защит и автоматики реклоузера;
- 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.

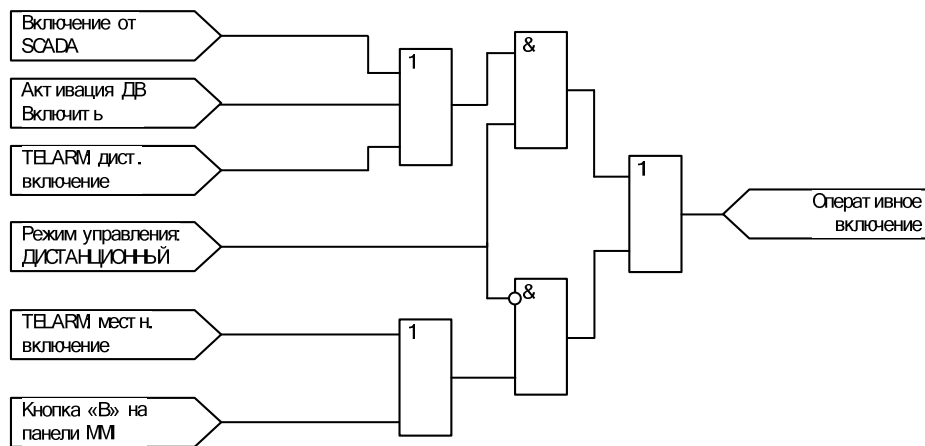


Рис.4.1. Схема формирования команды оперативного включения выключателя

Функциональная схема оперативного отключения выключателя показана на рисунке 4.2.

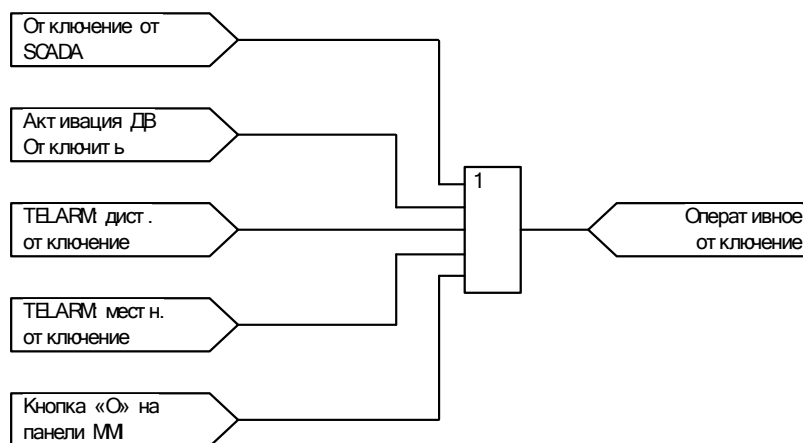


Рис.4.2. Схема формирования команды оперативного отключения выключателя

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 4.3.

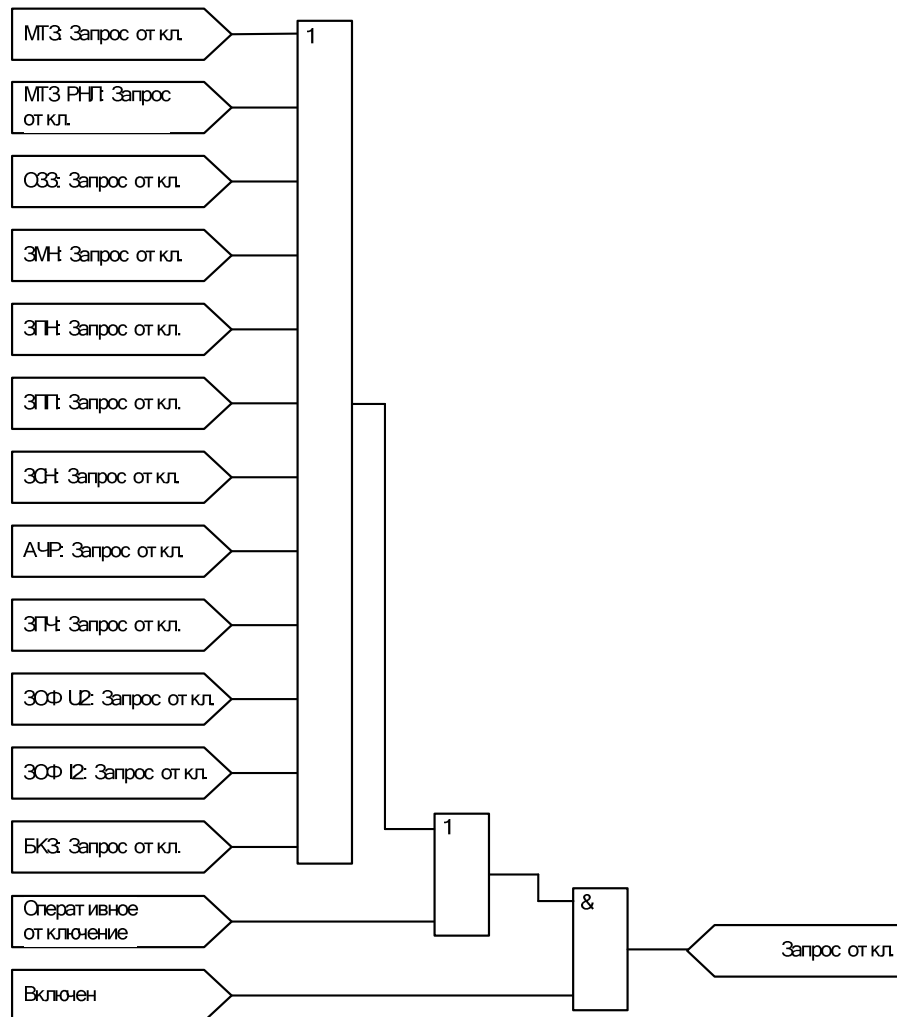


Рис.4.3. Логика работы алгоритма управления выключателем – отключение

4.3. Включение выключателя

4.3.1. Назначение

Включение выключателя происходит при:

- появлении сигнала на включение от АПВ;
- появлении сигнала на включение от АВР;
- появлении сигнала оперативного включения.

4.3.2. Функциональная схема

Функциональная схема включения выключателя показана на рисунке 4.4.

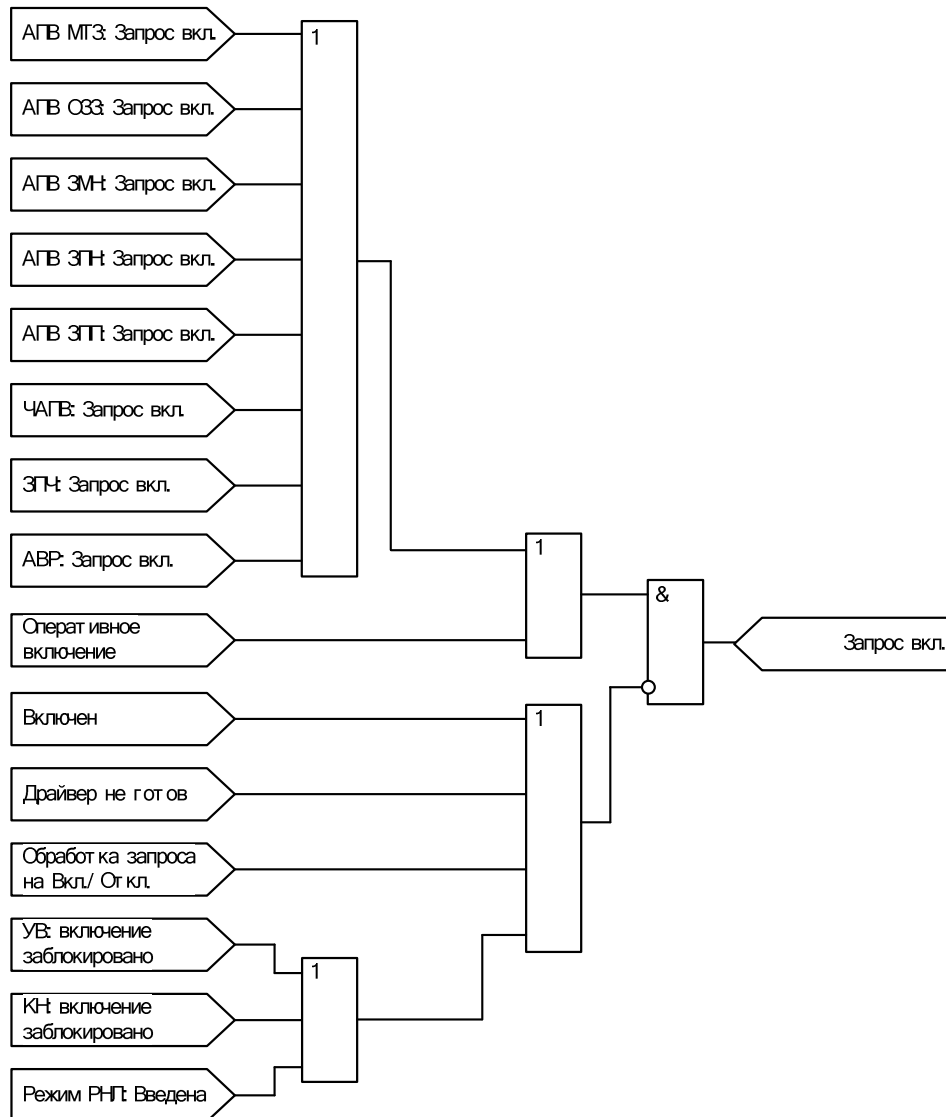


Рис.4.4. Логика работы алгоритма управления выключателем – включение

5. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Источником данных для работы защит и автоматики является система измерения реклоузера, которая контролирует параметры сети и преобразует их посредством встроенных датчиков тока и напряжения, а также математического фильтра цифрового сигнала.

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.

Состав элементов защиты, а также возможность их применения в зависимости от выбранной функциональности представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Состав защит и автоматики

Полное наименование элемента защиты	Краткое наименование элемента защиты	Радиальный	Кольцевой
Детектор источника	ДИ	+	+
Элемент контроля напряжения	КН	+	+
Элемент управления включением	УВ	-	+
Индикатор синхронизации	ИС	-	+
Трехступенчатая защита от междуфазных коротких замыканий	МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3	+	+
Режим «Включение на холодную нагрузку»	ВХН	+	-
Одноступенчатая токовая защита от междуфазных коротких замыканий при работе на линии	МТЗ РНЛ	+	+
Защита от однофазных замыканий на землю	ОЗЗ	+	+
Защита от однофазных замыканий на землю, основанная на контроле проводимости нулевой последовательности	ОЗЗнп	+	+
Защита минимального напряжения	ЗМН	+	+
Защита от повышения напряжения	ЗПН	+	+
Защита от потери питания	ЗПП	+	+
Защита от обрыва фазы с пуском по напряжению обратной последовательности	ЗОФ U_2	+	+
Защита от обрыва фазы с пуском по току обратной последовательности	ЗОФ I_2	+	+
Защита от смещения нейтрали	ЗСН	+	+
Автоматическая частотная разгрузки	АЧР	+	+
Защита от повышения частоты	ЗПЧ	+	+
Защита от близких КЗ	БКЗ	+	+
Частотное автоматическое повторное включение	ЧАПВ	+	+
Автоматическое повторное включение после МТЗ	АПВ МТЗ	+	+
Автоматическое повторное включение после ОЗЗ	АПВ ОЗЗ	+	+
Автоматическое повторное включение после ЗМН	АПВ ЗМН	+	+
Автоматическое повторное включение после ЗПН	АПВ ЗПН	+	+
Автоматическое повторное включение после ЗПП	АПВ ЗПП	+	+
Автоматическое повторное включение после ЗПЧ	АПВ ЗПЧ	+	+
Автоматический ввод резерва	АВР	+	+

5.1. Детектор источника (ДИ)

5.1.1. Назначение

Элемент «Детектор источника» предназначен для определения наличия источника питания с одной (радиальный тип) или с обеих сторон от реклоузера (кольцевой тип).

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	-	Режим работы	Введено / Выведено	Введено
	Ust, кВ	Уровень напряжения для обнаружения источника	0,5 – 27 ¹	0,5

Если уставка «Режим работы» в состоянии «Выведено», то элемент ДИ не влияет на работу защит. В данном режиме на реклоузере кольцевого типа будут активны уставки стороны «+».

5.1.3. Функциональная схема

Входными величинами для работы функции детектор источника являются ток, напряжение и мощность прямой последовательности, а также частота тока сети и положение главных контактов коммутационного аппарата.

На рисунке 5.1 отображена логика работы функции ДИ для кольцевого исполнения. Логика работы для радиального исполнения соответствует логике работы для кольцевого исполнения со стороны +.

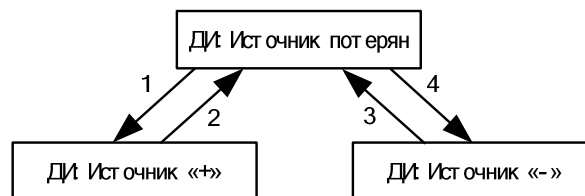


Рис.5.2. Схема состояний и переходов ДИ

Описание переходов между состояниями представлено в таблице 5.3.

¹ Уровень напряжения для обнаружения источника не может превышать номинальное напряжение аппарата

Таблица 5.3. Описание переходов состояний ДИ

№	Описание перехода	Условия перехода
1	Источник + найдён	
2	Источник + потерян	

№	Описание перехода	Условия перехода
3	Источник - потерян	
4	Источник - найден	

5.1.4. Условия срабатывания

ДИ определяет наличие напряжения U_{1+} со стороны + при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $U_{1+} \geq U_{st}$;
- 2) $dU_{1+}/dt > -0,1 \cdot U_{1+}$ (кВ/с).

ДИ определяет наличие напряжения U_{1-} со стороны - при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $U_{1-} \geq U_{st}$;
- 2) $dU_{1-}/dt > -0,1 \cdot U_{1-}$ (кВ/с).

ДИ определяет наличие мощности P_+ со стороны + при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $P_1 > 2500$ (Вт);
- 2) $P_1 > 0,02 \cdot I_1 \cdot U_{1+}$ (Вт).

ДИ определяет наличие мощности P_- со стороны - при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $P_1 < 2500$ (Вт);
- 2) $P_1 < -0,02 \cdot I_1 \cdot U_{1+}$ (Вт).

ДИ определяет наличие напряжения U_{2+} со стороны + при выполнении следующего условия:

$$U_{2+} \geq U_{st} + 0,1 \text{ (кВ)}.$$

ДИ определяет наличие напряжения U_{2-} со стороны - при выполнении следующего условия:

$$U_{2-} \geq U_{st} + 0,1 \text{ (кВ)}.$$

ДИ определяет отсутствие напряжения U_+ со стороны + при выполнении любого из следующих условий:

- 1) $U_{1+} < U_{st}$ (кВ) **И** $U_{2+} < U_{st}$ (кВ);
- 2) $F_+ < F_{ном} - 10$ (Гц);
- 3) $dF_+/dt < -7$ (1/с²).

ДИ определяет отсутствие напряжения U_- со стороны - при выполнении любого из следующих условий:

- 1) $U_{1-} < U_{st}$ (кВ) **И** $U_{2-} < U_{st}$ (кВ);
- 2) $F_- < F_{ном} - 10$ (Гц);
- 3) $dF_-/dt < -7$ (1/с²).

В элементе ДИ формируется сигнал «Отсутствие напряжения с 2-х сторон» (см. рисунок 5.2).

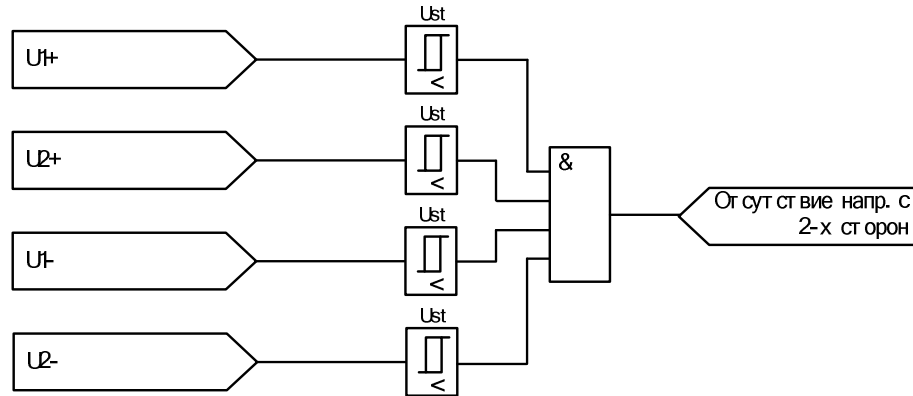


Рис.5.3. Сигнал «Отсутствие напряжения с 2-х сторон»

Сигнал «Реполяризация» появляется, если в текущий момент времени появился сигнал «+Источник найден», а в предыдущий момент времени был сигнал «-Источник найден», и наоборот.

5.2. Контроль напряжения (КН)

5.2.1. Назначение

Функция обеспечивает мониторинг качества питания на стороне источника.

5.2.2. Уставки

Параметры функции приведены в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** и **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таблица 5.4. Параметры функции КН для радиального типа сети

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
	UFp, Гц	Минимальная частота срабатывания	45 – 49,99 (при Fном=50 Гц)	49,5

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
			55 – 59,99 (при Fном=60 Гц)	59,5
	OVp, о.е.	Максимальное напряжение срабатывания	1 – 1,3	1,2
	UVp, о.е.	Минимальное напряжение срабатывания	0,6 – 1	0,8
	VUp, о.е.	Напряжение срабатывания обратной последовательности	0,05 – 1	0,2
	NVSp, о.е.	Напряжение срабатывания нулевой последовательности	0,05 – 1	0,4
	OFp, Гц	Максимальная частота срабатывания	50,01 – 55 (при Fном=50 Гц)	49,5
			60,01 – 65 (при Fном=60 Гц)	59,5

Таблица 5.5. Параметры функции КН для кольцевого типа сети

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
	UFp+, Гц	Минимальная частота срабатывания со стороны +	45 – 49,99 (при Fном=50 Гц)	49,5
			55 – 59,99 (при Fном=60 Гц)	59,5
OVp+, о.е.	Максимальное напряжение срабатывания со стороны +	1 – 1,3	1,2	

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	UVp+, о.е.	Минимальное напряжение срабатывания со стороны +	0,6 – 1	0,8
	VUp+, о.е.	Напряжение срабатывания обратной последовательности со стороны +	0,05 – 1	0,2
	NVSp+, о.е.	Напряжение срабатывания нулевой последовательности со стороны +	0,05 – 1	0,4
	OFp+, Гц	Максимальная частота срабатывания со стороны +	50,01 – 55 (при Fном=50 Гц)	49,5
			60,01 – 65 (при Fном=60 Гц)	59,5
	UFp-, Гц	Минимальная частота срабатывания со стороны -	45 – 49,99 (при Fном=50 Гц)	49,5
			55 – 59,99 (при Fном=60 Гц)	59,5
	OVp-, о.е.	Максимальное напряжение срабатывания со стороны -	1 – 1,3	1,2
	UVp-, о.е.	Минимальное напряжение срабатывания со стороны -	0,6 – 1	0,8
	VUp-, о.е.	Напряжение срабатывания обратной последовательности со стороны -	0,05 – 1	0,2
	NVSp-, о.е.	Напряжение срабатывания нулевой последовательности со стороны -	0,05 – 1	0,4
	OFp-, Гц	Максимальная частота срабатывания со стороны -	50,01 – 55 (при Fном=50 Гц)	49,5
			60,01 – 65 (при Fном=60 Гц)	59,5

5.2.3. Функциональная схема

Логика работы КН отражена на рисунках 5.3 и 5.4.

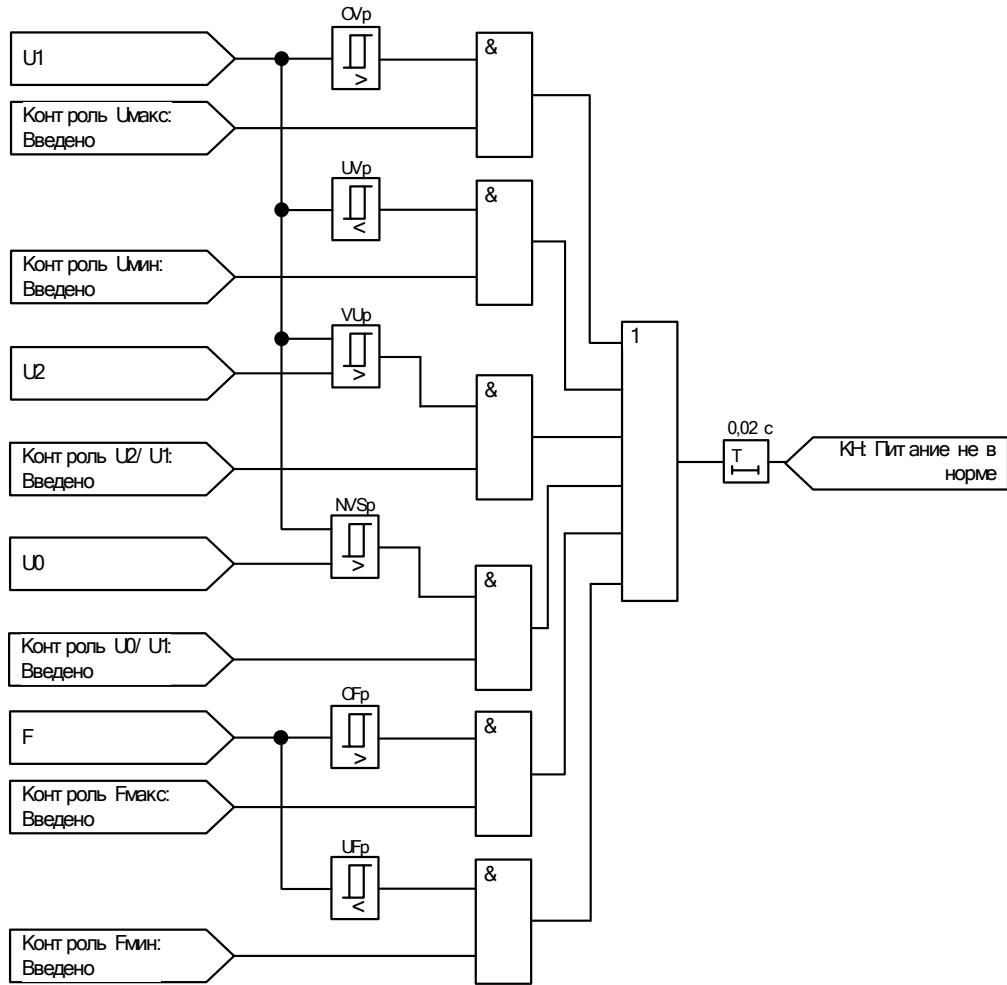


Рис.5.4. Логическая схема КН (Переход в состояние «Питание не в норме»)

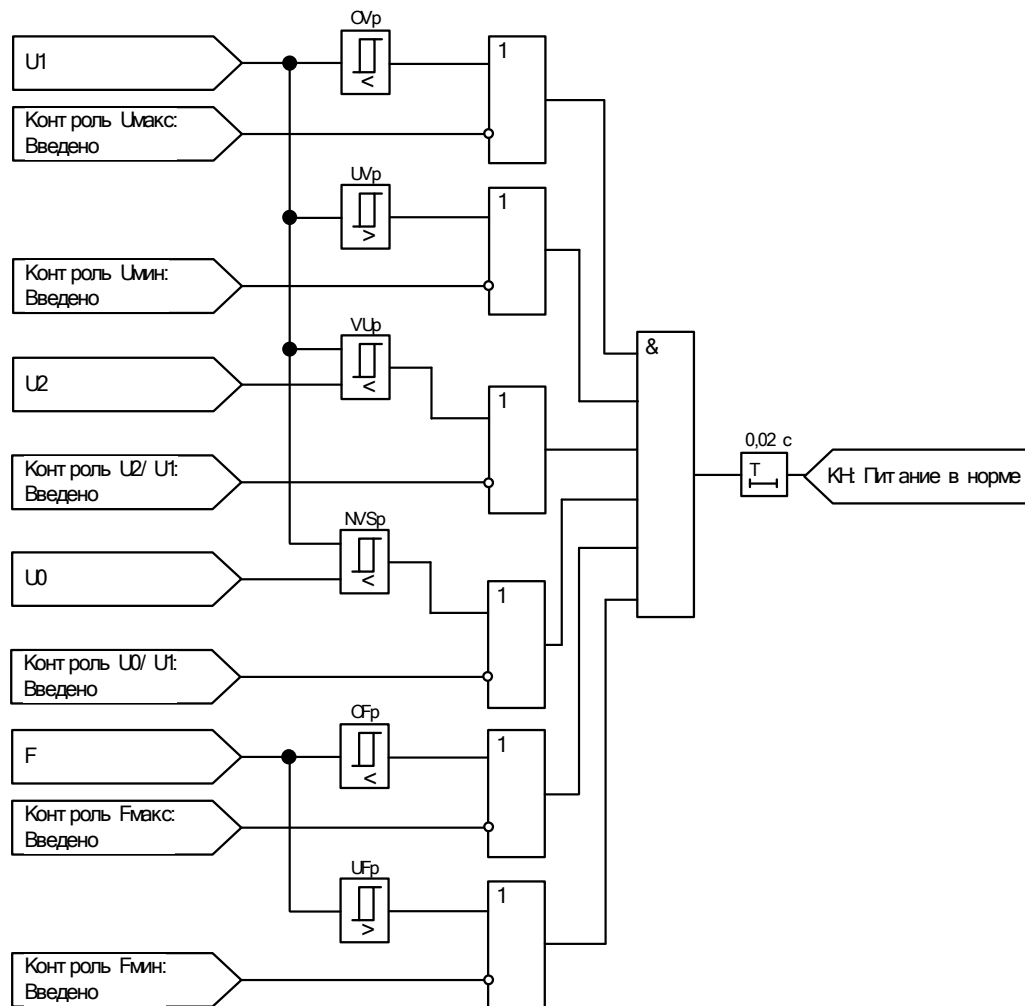


Рис.5.5. Логическая схема КН (Переход в состояние «Питание в норме»)

5.2.4. Условия срабатывания

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

1) Контроль снижения частоты:

$$F \geq UFp,$$

где UFp — уставка по минимальной частоте, Гц.

2) Контроль повышения частоты:

$$F \leq OFp,$$

где OFp — уставка по максимальной частоте, Гц.

3) Контроль повышения напряжения:

$$U1 \leq OVp \cdot U_{\text{ном}} / \sqrt{3},$$

где OVp — уставка по максимальному напряжению, о.е.

4) Контроль снижения напряжения:

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

где UVp — уставка по минимальному напряжению, о.е.

5) Контроль напряжения $U2$:

$$U2 \leq VUr * U1,$$

где VUr — уставка кратности напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

6) Контроль напряжения $U0$:

$$U0 \leq NVSp * U1,$$

где $NVSp$ — 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.

5.2.5. Условия возврата

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

1) Контроль снижения частоты:

$$F < UFp - 0,05.$$

2) Контроль повышения частоты:

$$F > OFp + 0,05.$$

3) Контроль повышения напряжения:

$$U1 > (OVp + 0,02) * Uном / \sqrt{3}.$$

4) Контроль снижения напряжения:

$$U1 < (UVp - 0,02) * Uном / \sqrt{3}.$$

5) Контроль напряжения $U2$:

$$U2 > (VUr + 0,02) * U1.$$

6) Контроль напряжения $U0$:

$$U0 > (NVSp + 0,02) * U1.$$

Примечание: Параметр «Контроль напряжения $U2$ » контролируется только при условии, что эта функция введена. Это же справедливо и для других функций.

Также элемент КН блокирует включение выключателя при активации сигнала «КН: Питание не в норме», если данная функция введена (см. рисунок 5.5).

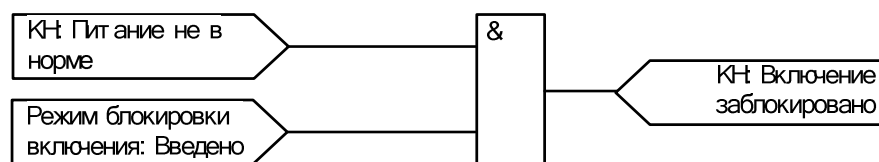


Рис.5.6. Сигнал «КН: Включение заблокировано»

5.3. Индикатор синхронизации (ИС)

5.3.1. Назначение

Элемент ИС осуществляет проверку синхронизма встречных (со стороны «+» и «-») напряжений.

5.3.2. Уставки

Уставки приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Уставки ИС

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ИС	dU, о.е.	Максимальная разность напряжений	0,01 – 0,3	0,05
	dP, гр	Максимальная разность углов	5 – 90	5

5.3.3. Функциональная схема

Логика работы ИС показана на рисунке 5.6.

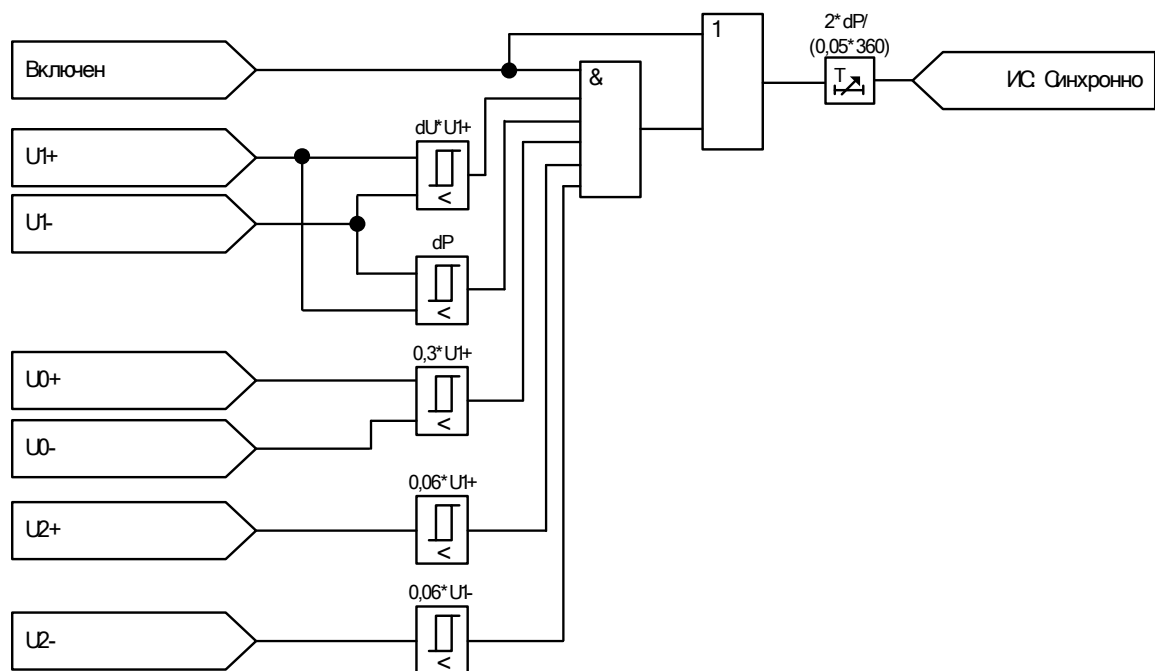


Рис.5.7. Логическая схема ИС

5.3.4. Условия срабатывания

Функция «Индикатор Синхронизации» срабатывает (состояние «Синхронно») при выполнении любого условия:

- 1) Главные контакты коммутационного модуля замкнуты;
- 2) Главные контакты коммутационного модуля разомкнуты, и выполняются все следующие условия:
 - $|U_{1+} - U_{1-}| < dU \cdot U_{1+}$;
 - $|PhAngDiffU1| < dP$;
 - $|U_{0+} - U_{0-}| < 0,3 \cdot U_{1+}$;
 - $U_{2+} < 0,06 \cdot U_{1+}$;

- $U_{2-} < 0,06 \cdot U_{1-}$,

где $PhAngDiffU1$ – разница фазного угла между напряжениями U_{1+} и U_{1-} , °.

5.3.5. Условия возврата

Возврат функции «Индикатор Синхронизации» (состояние «Асинхронно») происходит при размыкании главных контактов коммутационного модуля реклоузера и выполнении одного из следующих условий:

- 1) $|U_{1+} - U_{1-}| > (dU+0,03) \cdot U_{1+}$;
- 2) $|PhAngDiffU1| > (dP+2)$;
- 3) $|U_{0+} - U_{0-}| > 0,35 \cdot U_{1+}$;
- 4) $U_{2+} > 0,08 \cdot U_{1+}$;
- 5) $U_{2-} > 0,08 \cdot U_{1-}$,

где $PhAngDiffU1$ – разница фазного угла между напряжениями U_{1+} и U_{1-} , °.

5.4. Элемент управления включением (УВ)

5.4.1. Назначение

Данная функция обеспечивает управление включением реклоузера по следующим условиям (условия определяются уставками функции):

- 1) Наличие напряжения со стороны «+», отсутствие напряжения со стороны «-»,
- 2) Наличие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+»,
- 3) Отсутствие напряжения со стороны «+» и «-»;
- 4) Наличие напряжения со стороны «+» и «-», т.е. включение на параллельную работу (в данном режиме дополнительно контролируется синхронизм напряжений со стороны «+» и «-»).

5.4.2. Уставки

Уставки приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. Уставки УВ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
УВ		Наличие напряжения со стороны «+», отсутствие напряжения со стороны «-» (режим УВ: + есть, - нет)	Введено / Выведено	Выведено
		Наличие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+» (режим УВ: + нет, - есть)	Введено / Выведено	Выведено
		Отсутствие напряжения (режим УВ: + нет, - нет)	Введено / Выведено	Выведено
		Параллельная работа (режим УВ: + есть, - есть)	Введено / Выведено	Выведено

5.4.3. Функциональная схема

Логика работы УВ приведена на рисунке 5.7.

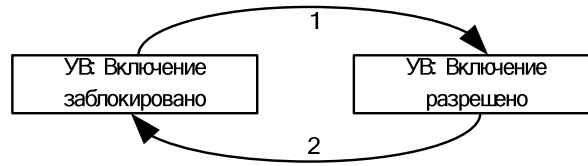
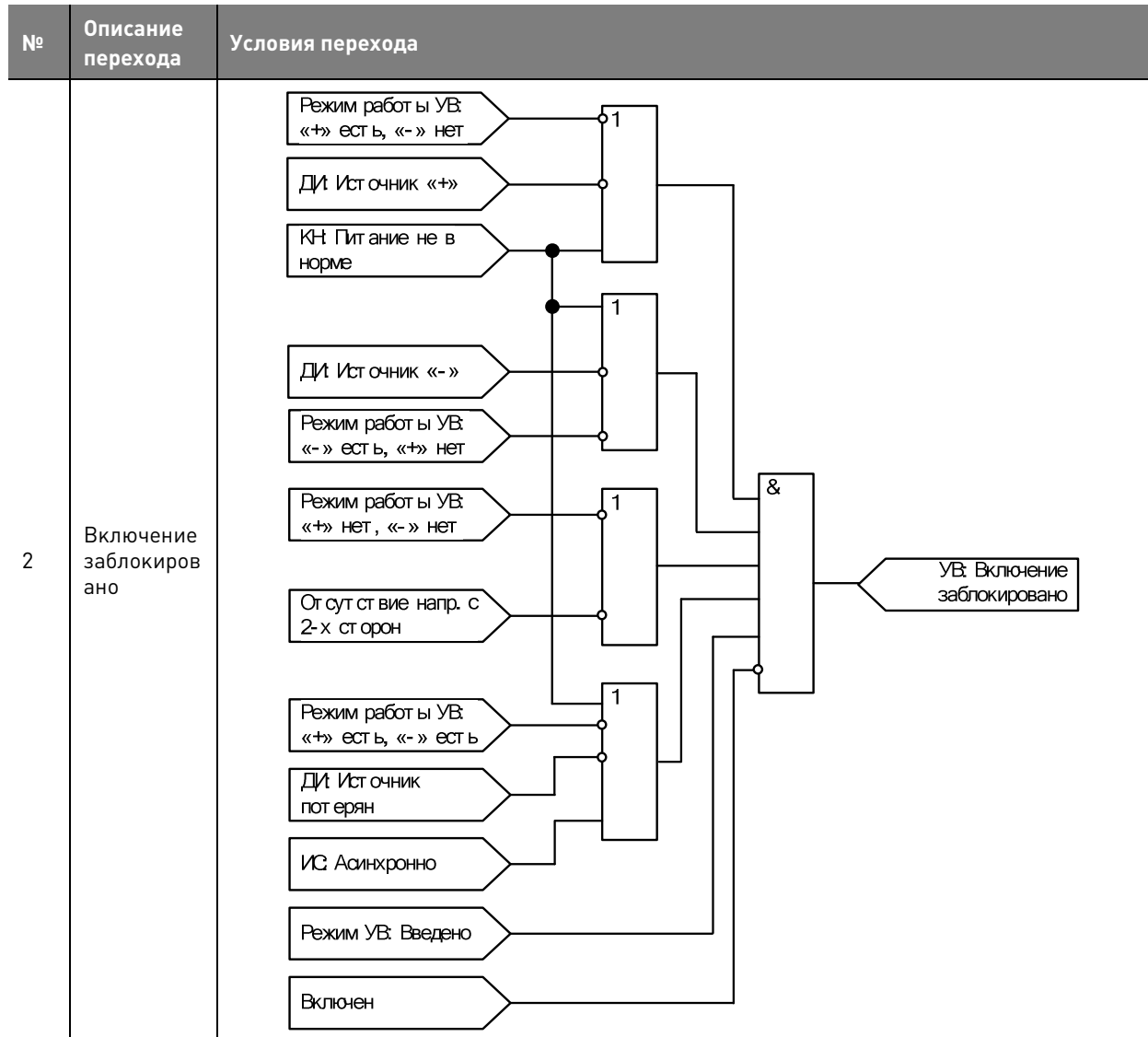


Рис.5.8. Схема состояний и переходов УВ

Описание переходов между состояниями представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8. Описание переходов состояний УВ

№	Описание перехода	Условия перехода
1	Включение разрешено	



5.4.4. Условия срабатывания

Функция «Управление Включением» срабатывает (состояние «Включение разрешено») при выполнении одного из следующих условий:

- 1) Функция УВ выведена из работы;
- 2) Главные контакты коммутационного модуля замкнуты;
- 3) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «+», отсутствие напряжения со стороны «-» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция УВ введена в работу
 - Функция КН определяет «питание в норме»
 - Функция ДИ определяет наличие напряжения со стороны «+»
- 4) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция УВ введена в работу
 - Функция КН определяет «питание в норме»
 - Функция ДИ определяет наличие напряжения со стороны «-»

- 5) Введена в работу уставка «Отсутствие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция УВ введена в работу
 - Функция ДИ определяет отсутствие напряжение с двух сторон
- 6) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «-», наличие напряжения со стороны «+» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция УВ введена в работу
 - Функция КН определяет «питание в норме»
 - Функция ДИ определяет отсутствие напряжения
 - Функция Индикатор Синхронизации находится в состоянии «Синхронно»

5.4.5. Условия возврата

Возврат функции «Управление Включением» происходит (состояние «Включение заблокировано») при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) Функция УВ введена в работу;
- 2) Главные контакты коммутационного модуля разомкнуты;
- 3) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «+», отсутствие напряжения со стороны «-» при выполнении одного из следующих условий:
 - Функция КН определяет «питание не в норме»
 - Функция ДИ определяет отсутствие напряжения со стороны «+»
- 4) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+» при выполнении одного из следующих условий:
 - Функция КН определяет «питание не в норме»
 - Функция ДИ определяет отсутствие напряжения со стороны «-»
- 5) Введена в работу уставка «Отсутствие напряжения со стороны «-», отсутствие напряжения со стороны «+» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция КН определяет «питание в норме»
 - Функция ДИ не определяет отсутствие напряжения
 - Функция ДИ определяет наличие питания с двух сторон
- 6) Введена в работу уставка «Наличие напряжения со стороны «-», наличие напряжения со стороны «+» при одновременном выполнении следующих условий:
 - Функция КН определяет «питание не в норме»
 - Функция ДИ не определяет отсутствие напряжения
 - Функция Индикатор Синхронизации находится в состоянии «Асинхронно»

5.5. Максимальная токовая защита (МТЗ)

5.5.1. Назначение

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

5.5.2. Уставки

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

Параметры МТЗ для радиального типа аппарата приведены в Таблица 5.9 и Таблица 5.10. Параметры МТЗ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Описание и параметры время — токовых характеристик для Rec15 приведены в Приложении 1.

Таблица 5.9. Параметры МТ31 и МТ32 для радиального типа линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
МТ31 и МТ32 Тип ВТХ – TD	I_p , А	Ток срабатывания	10 - 6000	100
	T_t , с	Время срабатывания	0-100	0
	-	Режим блокировки РНЛ	Введено / Выведено	Выведено
МТ31 и МТ32 Тип ВТХ – TELI	-	Количество секций	1/2/3	3
	I_p , А	Ток срабатывания	10-6000	100
	T_{max} , с	Максимальное время	0,05-100	10
	I_1 , А	Первый промежуточный ток	10-6000	500
	T_1 , с	Первое промежуточное время	0,05-100	3
	I_2 , А	Второй промежуточный ток	10-6000	1000
	T_2 , с	Второе промежуточное время	0,05-100	0,25
	I_{max} , с	Максимальный ток	10-6000	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
-	Режим блокировки РНЛ	Введен / Выведен	Выведен	

Таблица 5.10. Параметры МТ33 для радиального типа линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
МТ33	-	Режим работы	Введено / Выведено	Выведено
	I_p , А	Ток срабатывания	40 - 12500	6000
	T_t , с	Время срабатывания, с	0 - 2	0
	-	Режим блокировки РНЛ	Введен / Выведен	Выведен

5.5.3. Функциональная схема

Входными величинами для каждой ступени защиты являются фазные токи. Сравнение уставки с током производится пофазно.

Логика работы МТ31, МТ32 и МТ33 приведены на рисунках 5.8 - 5.10.

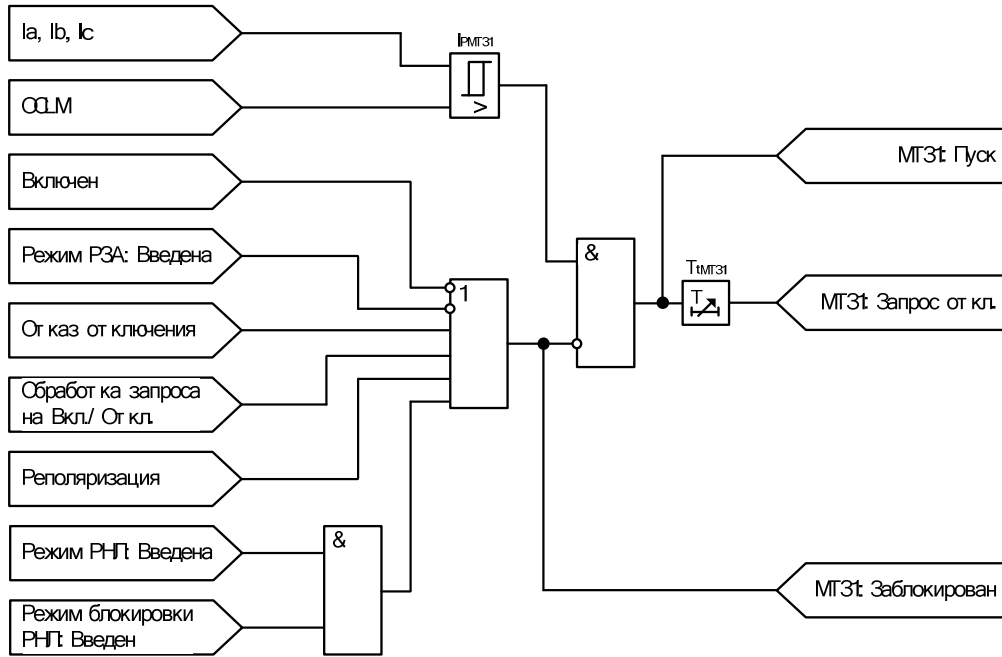


Рис.5.9. Логическая схема МТЗ1

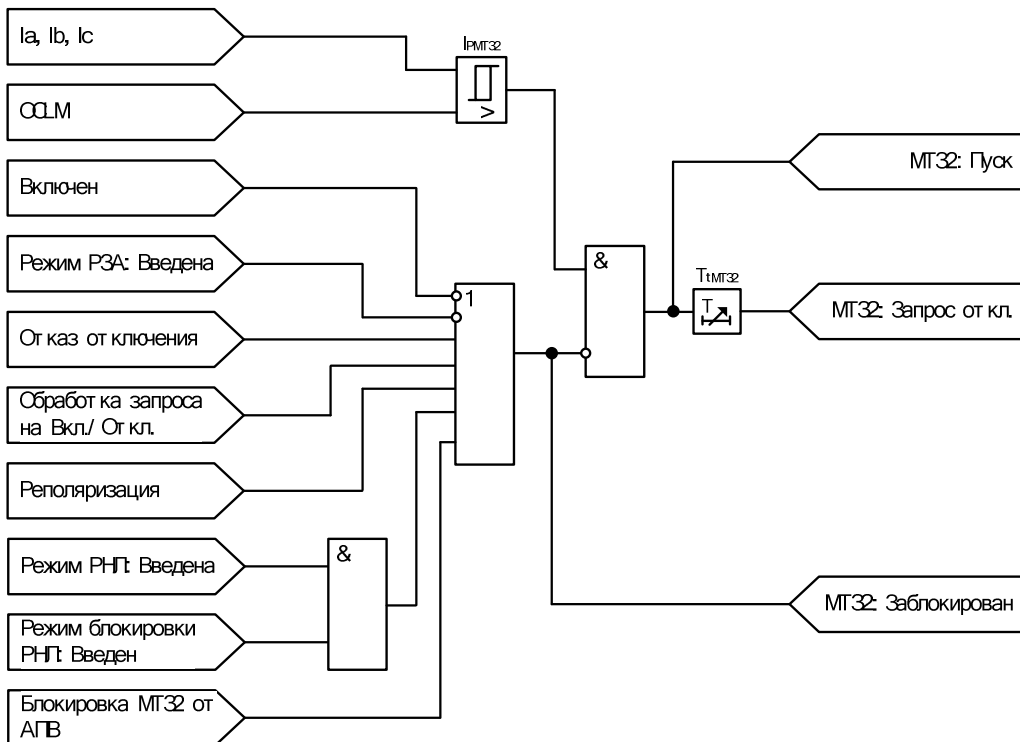


Рис.5.10. Логическая схема МТЗ2

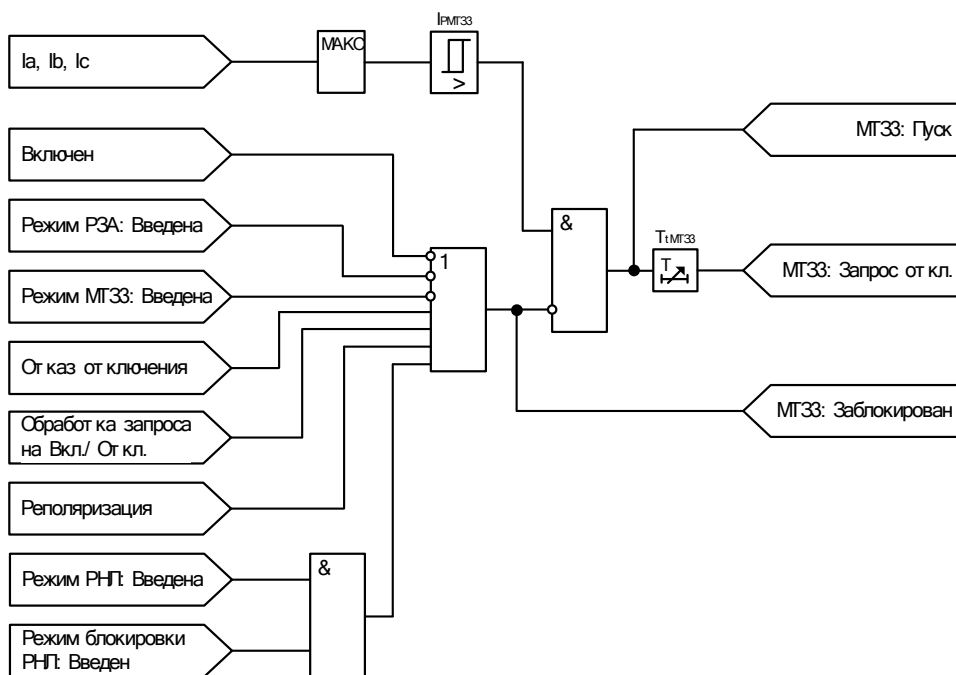


Рис.5.11. Логическая схема МТЗ3

При пуске любой ступени МТЗ формируется сигнал «Пуск МТЗ» (см. рисунок 5.11), используемый в логических схемах других защит.

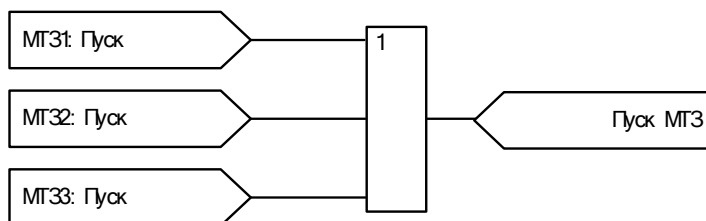


Рис.5.12. Сигнал «Пуск МТЗ»

5.5.4. Условия срабатывания

Ступени МТЗ1 и МТЗ2 срабатывают при выполнении следующего условия:

$$I_a \geq OCLM \cdot I_{cr},$$

где I_{cr} — ток срабатывания, $OCLM$ — повышающий коэффициент «холодной нагрузки», по умолчанию равный единице (функция ВХН описана в п. 5.6), I_a — ток, протекающий в фазе А. Для фаз В и С условия аналогичны.

Третья ступень — МТЗ3 — вводится в работу с помощью ключа «Режим МТЗ3». Ступень МТЗ3 срабатывает сразу на отключение при условии:

$$I_a \geq I_{cr}.$$

Чтобы не «загрублять» уставки при бросках тока намагничивания в конструкции реклоузера используются специальные ограничивающие фильтры.

5.5.5. Условия возврата

Возврат МТЗ1 и МТЗ2 происходит при выполнении условия

$$I_a \leq \min(0,95 \cdot OCLM \cdot I_{cp}; OCLM \cdot I_{cp} - 1A).$$

Возврат МТЗ3 происходит при выполнении условия:

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

5.6. Режим «Включение на холодную нагрузку» (ВХН)

5.6.1. Назначение

Практически всегда при первом включении линии возникает переходной процесс. Эти броски тока связаны с пусковыми токами двигателей или включением «холодной нагрузки». Первый режим характеризуется значительным, но кратковременным броском тока. Включение «холодной нагрузки» происходит при включении группы электроприемников, которые после потери питания в течение некоторого времени выходят на номинальный режим, а, следовательно, на это время происходит менее значительный бросок тока, но более длительный по времени. Характерным примером таких нагрузок являются системы кондиционирования и холодильные установки.

Токовая защита от междуфазных коротких замыканий РВА/ТЕЛ предусматривает возможность отстройки от этого режима. Отстройка производится путем заглубления одной из ступеней токовой защиты от междуфазных КЗ — МТЗ1 или МТЗ2 — с помощью коэффициента холодной нагрузки (OCLM). При такой отстройке уставка токовой защиты линейно уменьшается от максимального значения до нормального с течением времени после включения холодной нагрузки, как показано на Рис.5.12.

Функция ВХН может быть задействована только для реклоузера радиальной сети.

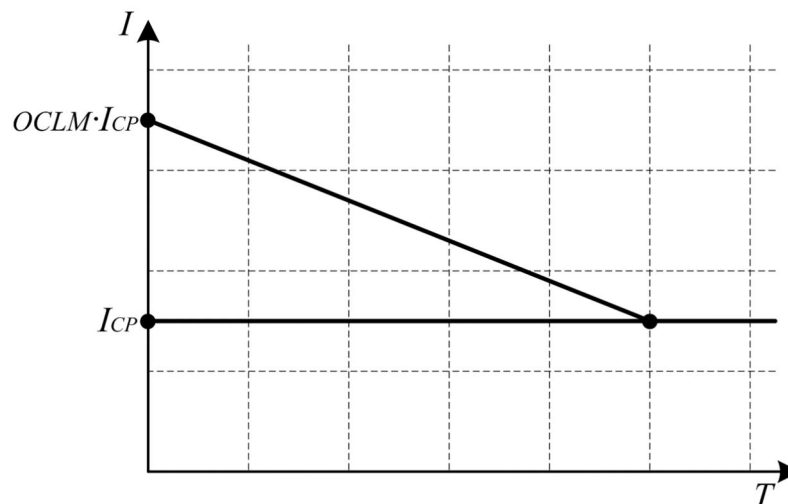


Рис.5.13. Диаграмма кривой отстройки от увеличения тока при включении бросков тока при включении холодной нагрузки

I_{cp} — уставка максимальной токовой защиты (МТЗ1 или МТЗ2);

OCLM — коэффициент отстройки от бросков тока при включении «холодной нагрузки».

5.6.2. Уставки

Параметры функции приведены в таблице 5.11.

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ВХН	Трас, мин	Время распознавания	0 – 60	30
	Тсбр, мин	Время сброса	1 – 400	30
	OCLM, о.е.	Коэффициент холодной нагрузки	1 – 2	1

5.6.3. Функциональная схема

Логика работы функции «Включение холодной нагрузки» показана на рисунке 5.13.

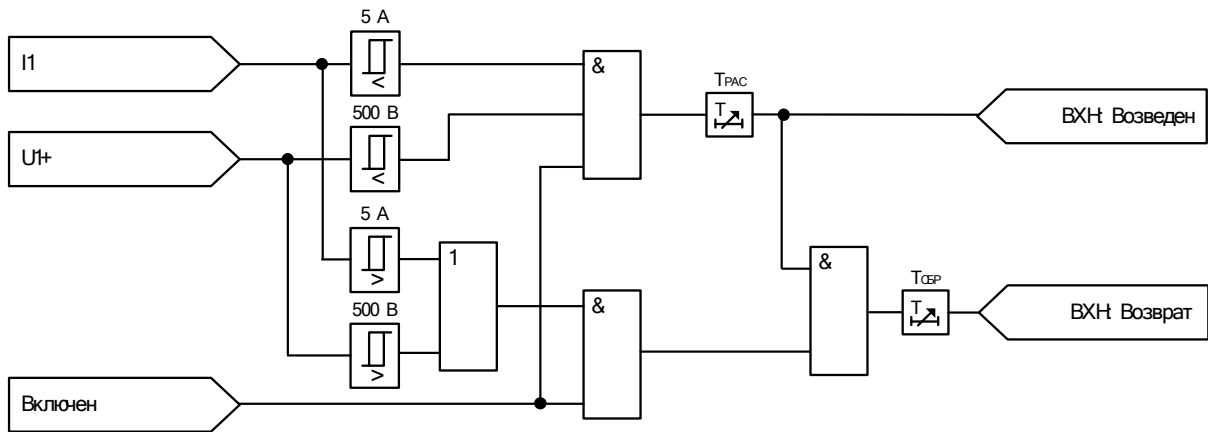


Рис.5.14. Логика работы ВХН

Коэффициент холодной нагрузки OCLM задается пользователем и зависит от времени распознавания и сброса ВХН, как показано на рисунке 5.14.

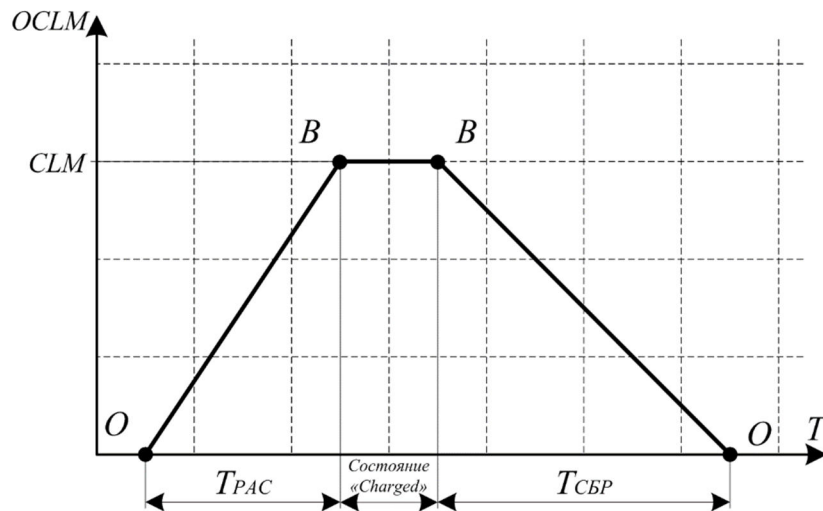


Рис.5.15. Изменения коэффициента холодной нагрузки CLM

В отключенном состоянии нагрузки (O) в течение времени распознавания величина коэффициента холодной нагрузки линейно увеличивается. По истечении времени распознавания (состояние «Charged») коэффициент продолжает сохранять свое максимальное значение, ожидая создания условий для включения нагрузки.

Во включенном состоянии нагрузки (B) в течение времени сброса величина коэффициента линейно уменьшается. Если отключение нагрузки коммутационного модуля

реклоузера произошло раньше истечения времени сброса, коэффициент продолжит линейно расти с того же значения, пока не перейдет в состояние «Charged» или пока не включится нагрузка.

5.6.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $I_1 \leq 5 \text{ A}$;
- 2) $U_{1-} \leq 500 \text{ В}$.

5.6.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении хотя бы одного из следующих условий:

- 1) $I_1 > 5 \text{ A}$;
- 2) $U_{1-} > 500 \text{ В}$.

5.7. Режим «Работа на линии» (РНЛ)

5.7.1. Назначение

В случае выполнения оперативных или ремонтных работ на линии без снятия напряжения необходимо обеспечить надежную защиту оперативного персонала от последствий возможных повреждений в сети. Для этого в реклоузере предусмотрена возможность местного или дистанционного ввода режима «Работа на линии». При этом вводится дополнительная ускоренная ступень токовой защиты с независимой время-токовой характеристикой, действующая с запретом любого автоматического повторного включения, и выводятся все остальные защиты.

5.7.2. Уставки

Параметры МТЗ РНЛ для радиального типа аппарата приведены в таблице 5.12. Параметры МТЗ РНЛ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.12. Параметры МТЗ РНЛ для радиального типа линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
МТЗ РНЛ	$I_p, \text{ A}$	Ток срабатывания	10 – 1280	10
	$T_t, \text{ с}$	Время срабатывания, с	0 – 2	0

5.7.1. Функциональная схема

Логика работы РНЛ МТЗ представлена на рисунке 5.15.

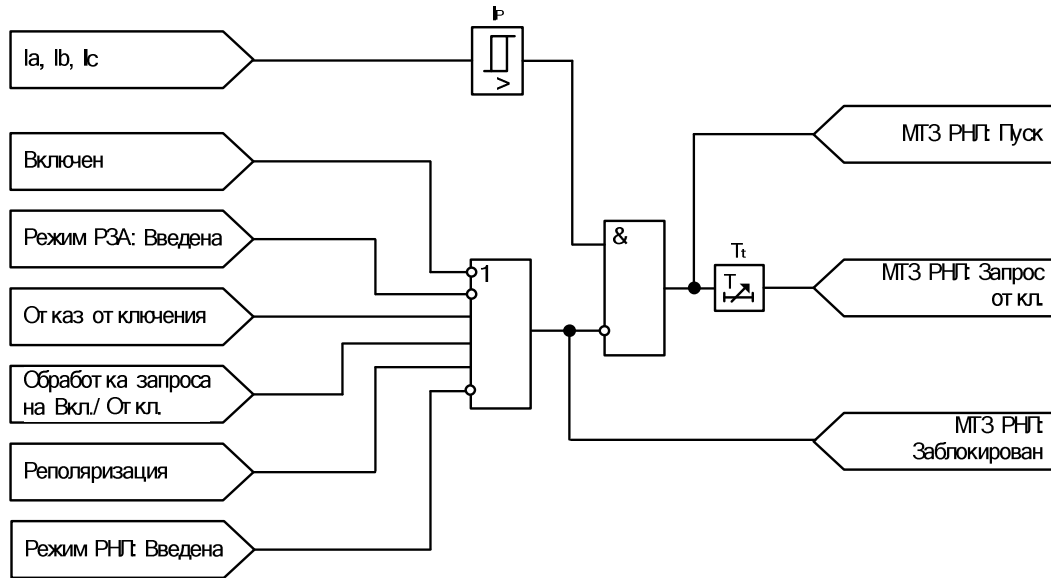


Рис.5.16. Логика работы МГЗ РНЛ

5.7.2. Условия срабатывания

МГЗ РНЛ срабатывает при следующем условии:

$$I_a \geq I_r,$$

где I_r — ток срабатывания, I_a — ток, протекающий в фазе А. Для фаз В и С условия аналогичны.

5.7.3. Условия возврата

Возврат МГЗ РНЛ происходит при выполнении условия:

$$I_a < 0,95 \cdot I_r.$$

5.8. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ)

5.8.1. Назначение

Защита от однофазных замыканий на землю предназначена для отключения или сигнализации однофазного замыкания на землю.

5.8.2. Уставки

Параметры ОЗЗ для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.13. Параметры ОЗЗ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.13. Параметры ОЗЗ для реклоузера радиальной линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ОЗЗ Общие настройки	-	Режим работы	Выведено/ На сигнал/ Отключить	Отключить

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	-	Тип защиты	Токовая / Направленная	Токовая
033 Тип – токовая Тип ВТХ - TD	I_p , А	Ток срабатывания	0,5 – 80	4
	T_t , с	Время срабатывания	0,01 – 100	10
033 Тип – токовая Тип ВТХ - TELI	-	Количество секций	1/2/3	3
	I_p , А	Ток срабатывания	1 – 80	4
	T_{max} , с	Максимальное время	0,1-100	10
	I_1 , А	Первый промежуточный ток	1-6000	500
	T_1 , с	Первое промежуточное время	0,1-100	3
	I_2 , А	Второй промежуточный ток	1-6000	1000
	T_2 , с	Второе промежуточное время	0,1-100	0,25
	I_{max} , с	Максимальный ток	1-6000	3000
	T_{min} , с	Минимальное время	0,1-100	0,1
	I_{as1} , А	Асимптота первой секции	1 – 80	4
	I_{as2} , А	Асимптота второй секции	1-6000	10
I_{as3} , А	Асимптота третьей секции	1-6000	10	
033 Тип – направленная	фмч, град	Угол максимальной	0 – 359	0
	I_p , А	Ток срабатывания	0,5 – 80	4
	T_t , с	Время срабатывания	0,01 – 100	10

5.8.3. Функциональная схема

Логика работы функции 033 показана на рисунке 5.16.

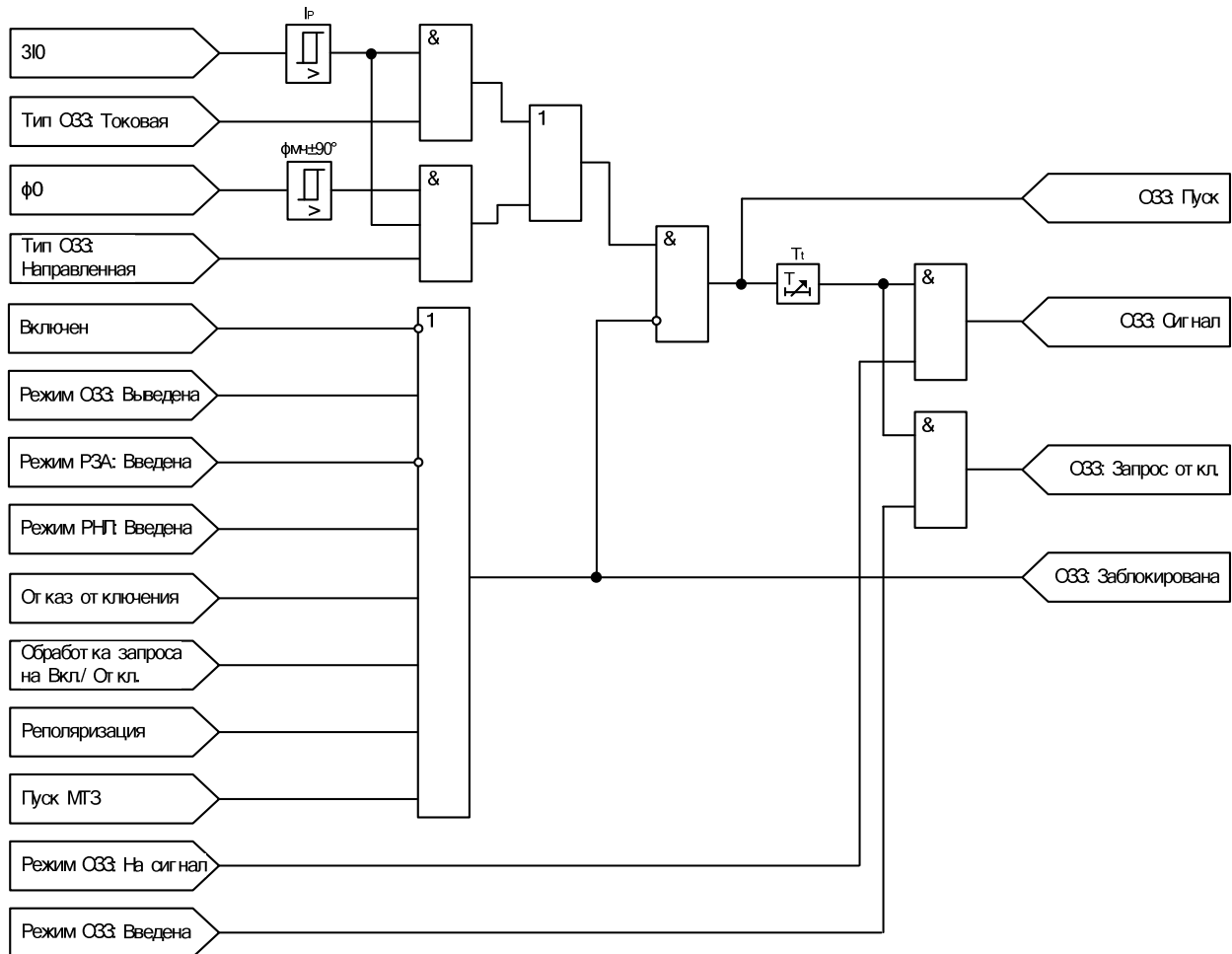


Рис.5.17. Логика работы ОЗЗ

5.8.4. Условия срабатывания

Токовая защита (ненаправленная) срабатывает при выполнении условия:

$$3I0 \geq I_{ср},$$

где $I_{ср}$ – ток срабатывания ступени, $3I0$ - ток нулевой последовательности.

Направленная защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $3I0 \geq I_{ср}$;
- 2) $\varphi \in [\varphi_{мч} - 90^\circ; \varphi_{мч} + 90^\circ]$.

5.8.5. Условия возврата

Возврат токовой защиты происходит при выполнении условия:

$$3I0 \leq \min(0.95 \cdot I_{ср}; I_{ср} - 1A)$$

Возврат направленной защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $3I0 \leq \min(0.95 \cdot I_{ср}; I_{ср} - 1A)$;
- 2) $\varphi \notin [\varphi_{мч} - 90^\circ; \varphi_{мч} + 90^\circ]$.

5.9. Защита от однофазных замыканий на землю, основанная на контроле проводимости нулевой последовательности (ОЗЗнп)

5.9.1. Назначение

Действие ОЗЗнп основано на контроле проводимости нулевой последовательности защищаемого присоединения, определяемой отношением вектора тока $3I_0$ к вектору напряжения \underline{U}_0

$$Y_0 = 3I_0 / \underline{U}_0,$$

где Y_0 – полная проводимость нулевой последовательности.

В комплексной форме выражение примет вид:

$$\underline{Y}_0 = 3I_0 / \underline{U}_0 = G_0 + jB_0,$$

где G_0 и B_0 – активная и реактивная составляющие полной проводимости нулевой последовательности.

5.9.2. Уставки

Параметры ОЗЗнп для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.14. Параметры ОЗЗнп для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.14. Параметры ОЗЗнп для реклоузера радиальной линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ОЗЗнп	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	-	Тип защиты	Y0/G0/B0	Y0
	-	Направленность (только для G0/B0)	Двусторонний/Вперед/Назад	Двусторонний
	Y0p, мСм	Проводимость срабатывания (только для Y0)	0,1 – 100	0,1
	G0p, мСм	Активная составляющая проводимости срабатывания (только для G0)	0,1 – 100	0,1
	B0p, мСм	Реактивная составляющая проводимости срабатывания (только для B0)	0,1 – 100	0,1
	Ac, гр.	Угол коррекции (только для G0/B0 и направленности вперед/назад)	-179 - +179	0
	U0min, кВ	Минимальное напряжение U_0	0,5 – 10	0,5
	Tt, с	Время срабатывания	0,05 – 100	0,05
	Tres, с	Время возврата	0 – 100	0

5.9.3. Функциональная схема

Логика работы ОЗЗнп показана на рисунке 5.17.

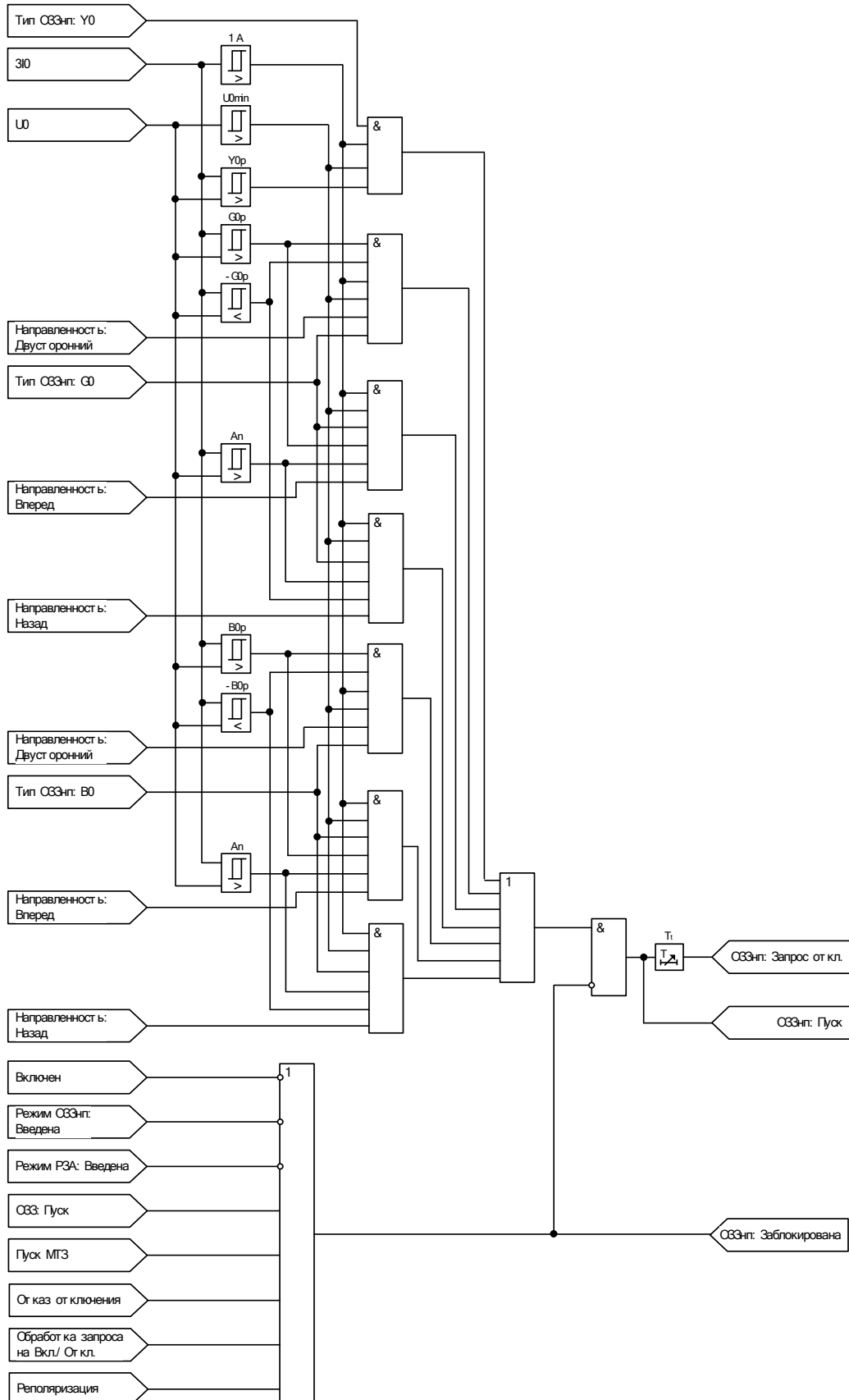


Рис.5.18. Логическая схема ОЗЗнп

5.9.4. Условия срабатывания

Для типа $Y0$ ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $Y0 > Y0p$,
- 2) $U0 \geq U0min$,
- 3) $I0 \geq 1$ А,

где $Y0$ — измеренная полная проводимость, мСм;

$Y0p$ — проводимость срабатывания, мСм;

$U0$ — напряжение нулевой последовательности, кВ;

$I0$ — ток нулевой последовательности, А.

Для типа $G0$ и двусторонней направленности ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $G0 > G0p$ или $G0 < -G0p$,
- 2) $U0 \geq U0min$,
- 3) $I0 \geq 1$ А,

где $G0$ — измеренная активная составляющая полной проводимости, мСм;

$G0p$ — активная составляющая проводимости срабатывания, мСм.

Для типа $G0$ и направленности вперед ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $G0 > G0p$;
- 2) $A_n \in [-90^\circ + A_c; 90^\circ + A_c]$
- 3) $U0 \geq U0min$;
- 4) $I0 \geq 1$ А,

где $A_n = \arctg(B0/G0)$;

A_c — угол коррекции, гр.

Для типа $G0$ и направленности назад ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $G0 < -G0p$;
- 2) $A_n \in [90^\circ + A_c; 270^\circ + A_c]$
- 3) $U0 \geq U0min$;
- 4) $I0 \geq 1$ А,

Для типа $B0$ и двусторонней направленности ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $B0 > B0p$ или $B0 < -B0p$,
- 2) $U0 \geq U0min$,
- 3) $I0 \geq 1$ А,

где $B0$ — измеренная реактивная составляющая полной проводимости, мСм;

$B0p$ — реактивная составляющая проводимости срабатывания, мСм.

Для типа $B0$ и направленности вперед ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

- 1) $B0 > B0p$;
- 2) $A_n \in [A_c; 180^\circ + A_c]$

3) $U_0 \geq U_{0min}$;

4) $3I_0 \geq 1 \text{ A}$,

где $A_n = \arctg (B_0/G_0)$;

A_c — угол коррекции, гр.

Для типа B_0 и направленности назад ОЗЗнп срабатывает при выполнении следующих условий:

1) $B_0 < -B_{0p}$;

2) $A_n \in [180^\circ + A_c; A_c]$

3) $U_0 \geq U_{0min}$;

4) $3I_0 \geq 1 \text{ A}$,

5.9.5. Условия возврата

Возврат ОЗЗнп при Y_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $Y_0 \leq 0,8 * Y_{0p}$,

2) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

3) $3I_0 \leq 0,8 \text{ A}$.

Возврат ненаправленной ОЗЗнп при G_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $G_0 \leq 0,8 * G_{0p}$ и $G_0 \geq -0,8 * G_{0p}$,

2) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

3) $3I_0 \leq 0,8 \text{ A}$.

Возврат направленной вперед ОЗЗнп при G_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $G_0 \leq 0,8 * G_{0p}$,

2) $A_n \notin [-90^\circ + A_c; 90^\circ + A_c]$

3) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

4) $3I_0 \leq 0,8 \text{ A}$.

Возврат направленной назад ОЗЗнп при G_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $G_0 \geq -0,8 * G_0$,

2) $A_n \notin [90^\circ + A_c; 270^\circ + A_c]$

3) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

4) $3I_0 \leq 0,8 \text{ A}$.

Возврат ненаправленной ОЗЗнп при B_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $B_0 \leq 0,8 * B_{0p}$ и $B_0 \geq -0,8 * B_{0p}$,

2) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

3) $3I_0 \leq 0,8 \text{ A}$.

Возврат направленной вперед ОЗЗнп при B_0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $B_0 \leq 0,8 * B_{0p}$,

2) $A_n \notin [A_c; 180^\circ + A_c]$

3) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

4) $I_{I0} \leq 0,8 \text{ А}$.

Возврат направленной назад ОЗЗнп при В0 при выполнении одного из следующих условий:

1) $V_0 \geq -0,8 * V_0$,

2) $A_n \notin [180^\circ + A_c; A_c]$

3) $U_0 \leq U_{0min} - 0,1 \text{ кВ}$,

4) $I_{I0} \leq 0,8 \text{ А}$.

5.10. Защита минимального напряжения (ЗМН)

5.10.1. Назначение

Защита минимального напряжения (ЗМН) используется в качестве делительной автоматики в послеаварийных режимах работы сети или для защиты потребителей, чувствительных к асимметрии напряжения.

5.10.2. Уставки

Параметры ЗМН для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.15. Параметры ЗМН для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.15. Параметры ЗМН для реклоузера радиальной линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗМН	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	U _p , о.е.	Напряжение срабатывания	0,6 – 1	0,8
	T _t , с	Время срабатывания	0,1-100	10

5.10.3. Функциональная схема

Логика работы ЗМН приведена на рисунке 5.18.

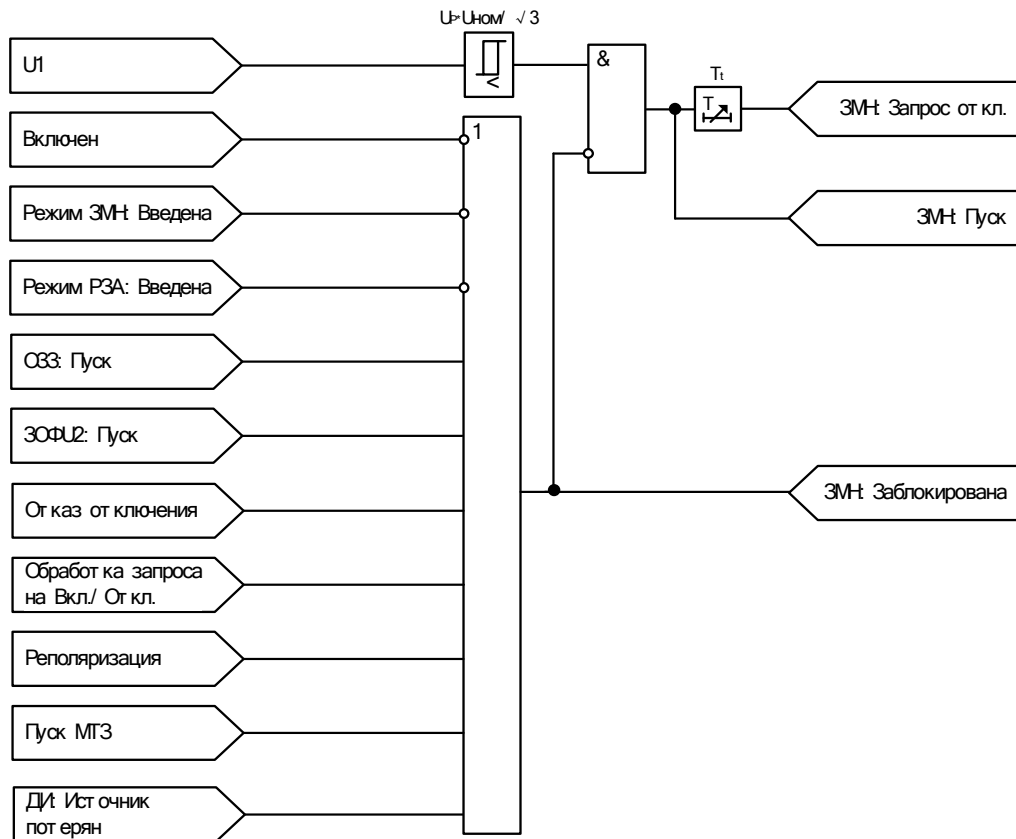


Рис.5.19. Логика работы ЗМН

5.10.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении следующих условий:

$$U1 \leq U_p \cdot U_{ном} / \sqrt{3},$$

где $U_{ср}$ — напряжение срабатывания ступени о.е., $U1$ — напряжение прямой последовательности со стороны источника (принимается $U1+$, если источник найден со стороны +; $U1-$, если источник найден со стороны -), $U_{ном}$ — номинальное напряжение сети.

5.10.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$U1 > U_p \cdot U_{ном} / \sqrt{3} + 0,2 \text{ кВ.}$$

5.11. Защита от повышения напряжения (ЗПН)

5.11.1. Назначение

Назначение защиты от повышения напряжения (ЗПН) состоит в отключении коммутационного модуля реклоузера при повышении напряжения и, как следствие, быстром снижении напряжения в сети. Повышение напряжения сети возникает при избытке в ней реактивной мощности.

5.11.2. Уставки

Параметры ЗПН для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.16. Параметры ЗПН для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.16. Параметры ЗПН для реклоузера радиальной линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗПН	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	U _p , о.е.	Напряжение срабатывания	1 – 1,4	1,05
	T _t , с	Время срабатывания	0,1-100	10

5.11.3. Функциональная схема

На рисунке 5.19 приведена логика работы ЗПН.

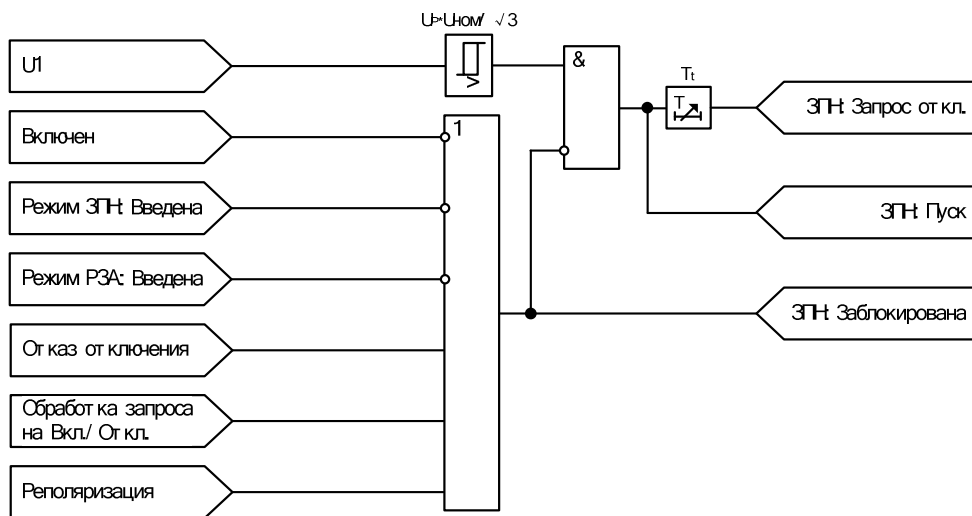


Рис.5.20. Логика работы ЗПН

5.11.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

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

где U_p — напряжение срабатывания ступени о.е., U₁ — напряжение прямой последовательности со стороны источника (принимается U₁₊, если источник найден со стороны +; U₁₋, если источник найден со стороны -), U_{ном} — номинальное напряжение сети.

5.11.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$U1 < U_p \cdot U_{ном} / \sqrt{3} - 0,2 \text{ кВ.}$$

5.12. Защита от потери питания (ЗПП)

5.12.1. Назначение

Защита обеспечивает отключение реклоузера при потере источника питания.

5.12.2. Уставки

Параметры ЗПП для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.17. Параметры ЗПП для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.17. Параметры ЗПП для реклоузера радиальной линии

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗПП	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	Tt, с	Время срабатывания	0-100	10
	-	Контроль напряжения при АПВ	Введена / Выведена	Выведена

5.12.3. Функциональная схема

Логика работы ЗПП приведена на рисунке 5.20.

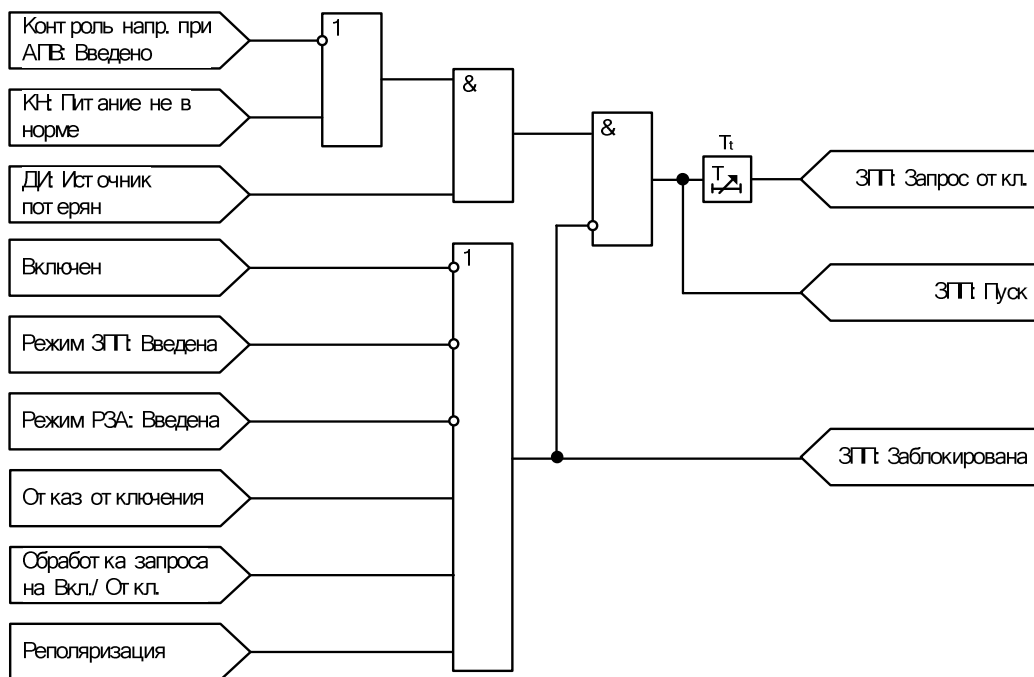


Рис.5.21. Логическая схема ЗПП

Элемент ДИ не влияет на работу защит в состоянии выведено. В данном режиме на реклоузере кольцевого типа будут активны уставки стороны «+».

5.12.4. 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».

5.12.5. Условия блокировки

Возврат защиты происходит при выполнении одного из двух условий:

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

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

5.13.1. 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.

5.13.2. Уставки

Параметры 30Ф U2 для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.18. Параметры 30Ф U2 для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.18. Уставки 30Ф U2

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
30Ф U2	-	Режим работы	Введена / Выведена	Введена
	V_{Up} , о.е.	Кратность U2 / U1	0,05 – 1	1
	T_t , с	Время срабатывания	0–100	10

5.13.3. Функциональная схема

Входными величинами являются напряжения прямой и обратной последовательностей.

Логика работы 30Ф U2 показана на рисунке 5.21.

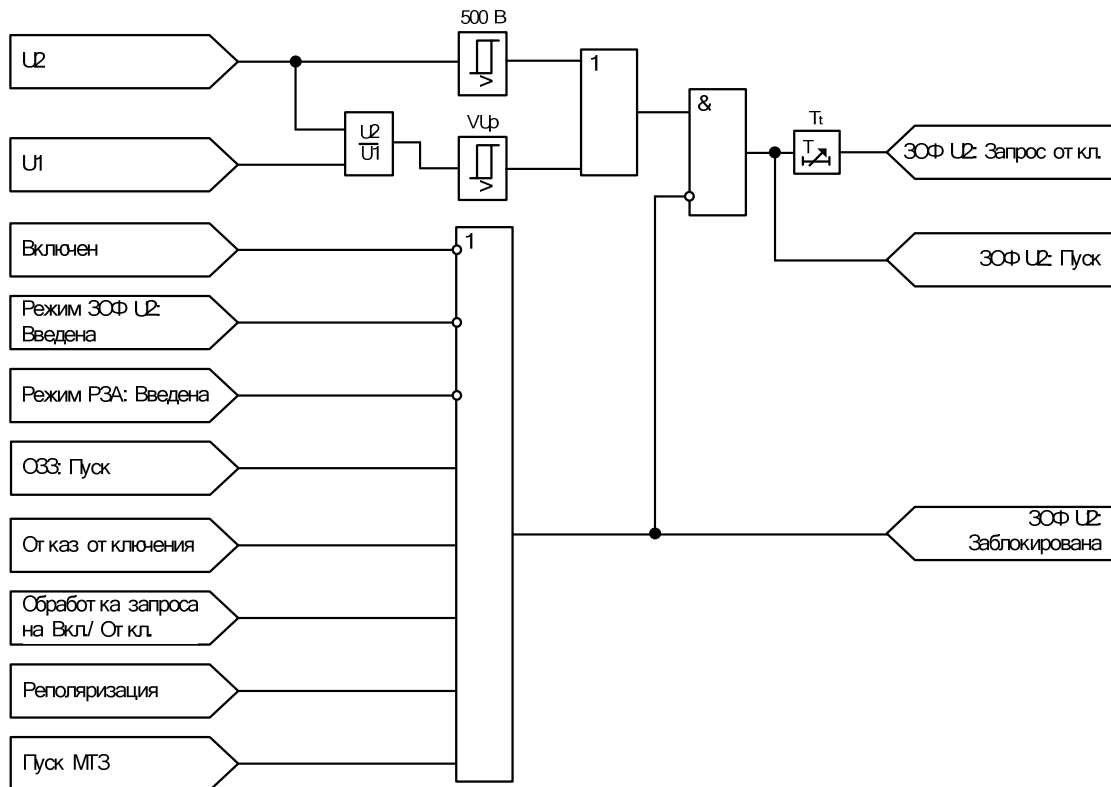


Рис.5.22. Логика работы 3Ф U2

5.13.4. Условия срабатывания защиты

Защита срабатывает при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $U_2 > V_{Ur} \cdot U_1$;
- 2) $U_2 > 0,5 \text{ кВ}$.

где V_{Ur} – уставка кратности напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности, о.е.

U_1 — напряжение прямой последовательности, В,

U_2 — напряжение обратной последовательности, В.

5.13.5. Условия возврата защиты

Возврат защиты происходит при выполнении следующих условий в течение одного периода:

- 1) $U_2 \leq V_{Ur} \cdot U_1 - 0,2 \text{ кВ}$;
- 2) $U_2 \leq 0,4 \text{ кВ}$.

5.14. Защита от обрыва фаз по току обратной последовательности (3Ф I2)

5.14.1. 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.

5.14.2. Уставки

Параметры 30Ф I2 для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.19. Параметры 30Ф I2 для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Уставки 30Ф I2 приведены в таблице 5.19.

Таблица 5.19. Уставки 30Ф I2

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
30Ф I2	-	Режим работы	Введена / Выведена	Введена
	CUр, о.е.	Кратность I2/I1	0,05 – 1	0,20
	I2min, A	Минимальное значение I2	1 – 80	10
	Tt, с	Время срабатывания	0,1-300	10

5.14.3. Функциональная схема

Логика работы 30Ф I2 отображена на рисунке 5.22.

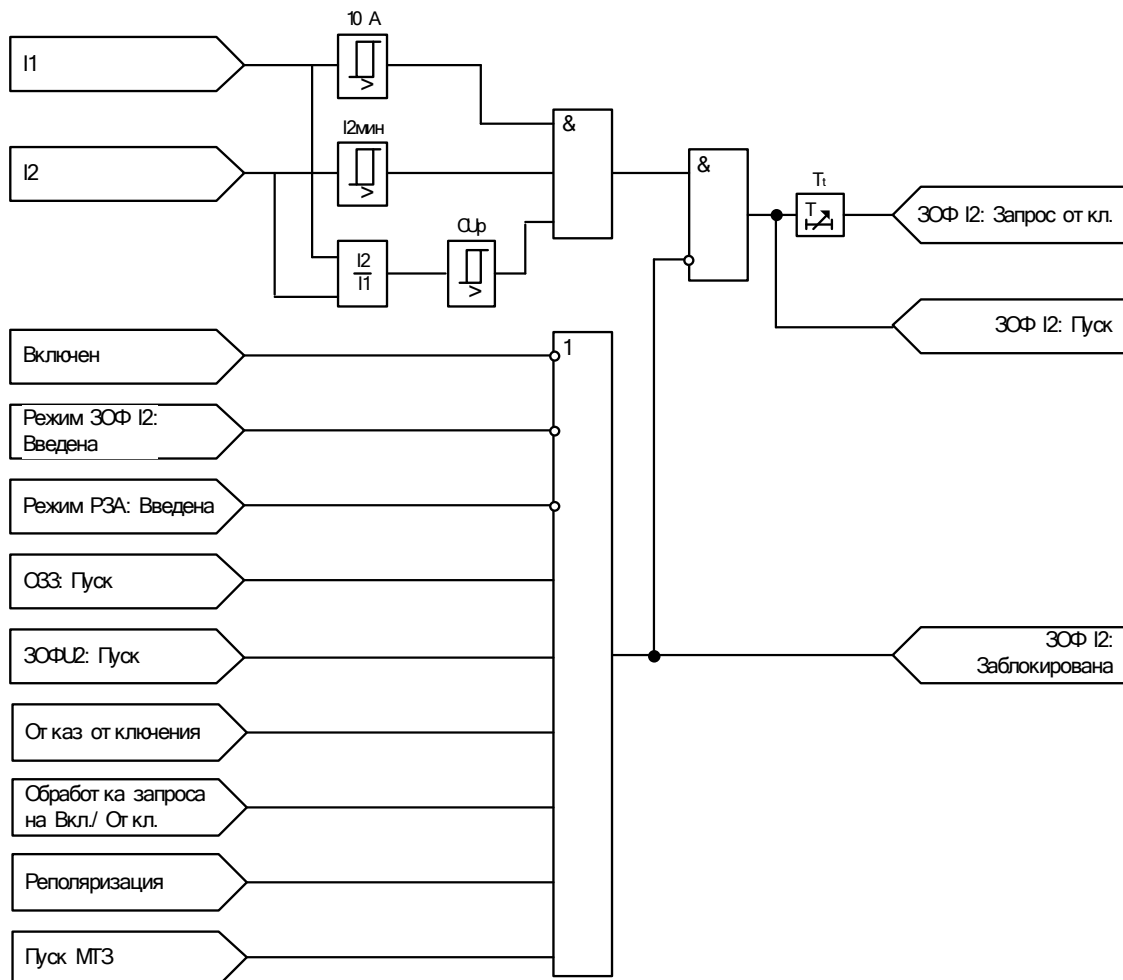


Рис.5.23. Логика работы 30Ф I2

5.14.4. Условия срабатывания защиты

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $I_2 > C_{Up} \cdot I_1$;
- 2) $I_1 > 5 \text{ A}$;
- 3) $I_2 > I_{2\text{min}}$.

где C_{Up} – уставка кратности тока обратной последовательности к току прямой последовательности, о.е.

$I_{2\text{min}}$ – ток разрешения работы 3Ф I_2 , А,

I_1 — ток прямой последовательности, А,

I_2 — ток обратной последовательности, А.

5.14.5. Условия возврата защиты

Возврат защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $I_2 \leq \min(0,95 \cdot C_{Up} \cdot I_1; C_{Up} \cdot I_1 - 1 \text{ A})$;
- 2) $I_1 < 4 \text{ A}$;
- 3) $I_2 \leq 0,95 \cdot I_{2\text{min}}$.

5.15. Защита от смещения нейтрали (ЗСН)

5.15.1. Назначение

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

5.15.2. Уставки

Параметры ЗСН для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.20. Параметры ЗСН для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.20. Уставки ЗСН

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

5.15.3. Функциональная схема

Логика работы ЗСН отображена на рисунке 5.23.

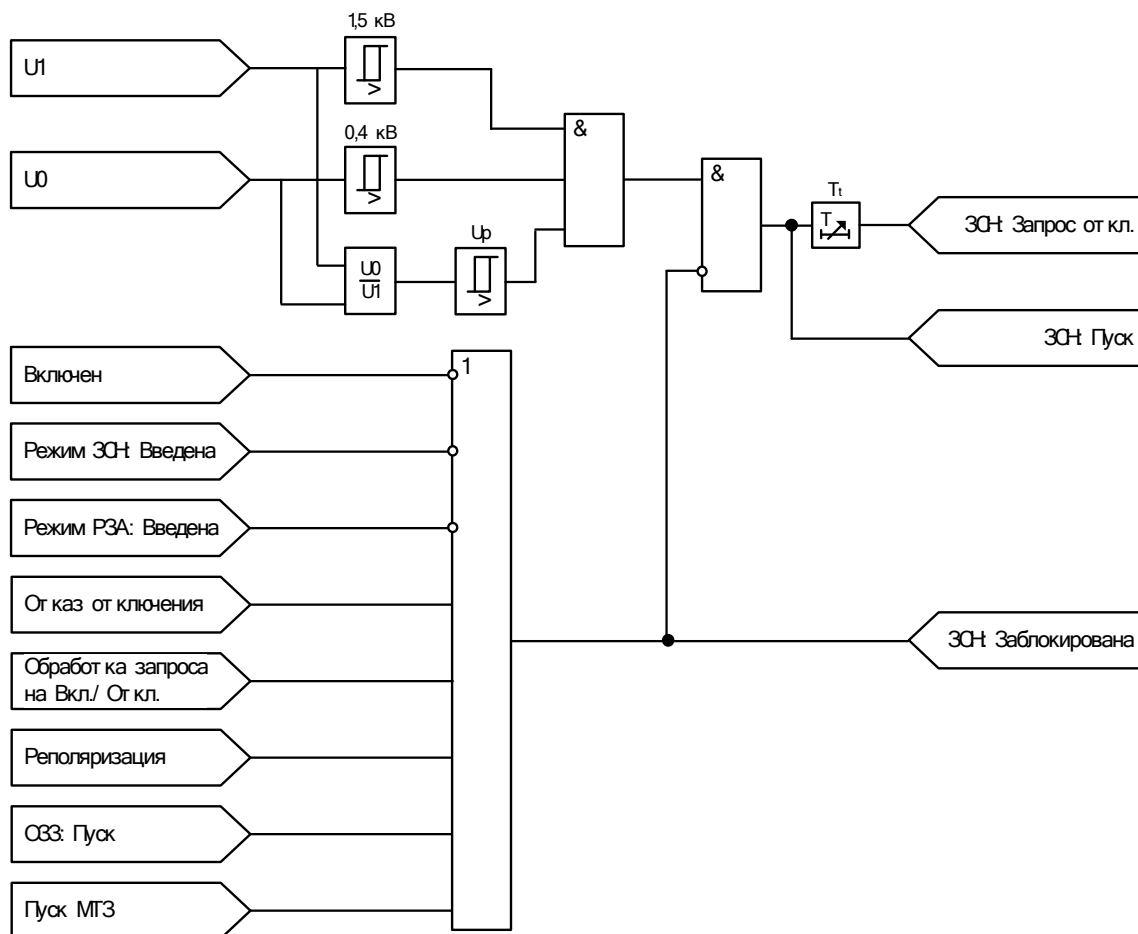


Рис.5.24. Логика работы ЗСН

5.15.4. Условия срабатывания защиты

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) $U_0 > U_p \cdot U_1$;
- 2) $U_0 \geq 0,4 \text{ кВ}$;
- 3) $U_1 \geq 1,5 \text{ кВ}$.

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

U_1 —напряжение прямой последовательности, В,

U_2 — напряжение нулевой последовательности, В.

5.15.5. Условия возврата защиты

Возврат защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) $U_0 \leq (U_p \cdot U_1 - 0,2 \text{ кВ})$;
- 2) $U_1 < 400 \text{ В}$.

5.16. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

5.16.1. Назначение

Данная функция осуществляет контроль 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 тока в сети.

5.16.2. Уставки

Параметры АЧР для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.21. Параметры АЧР для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.21. Уставки АЧР

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АЧР	-	Режим работы	Введена / Выведена	Введена
	Fp, Гц	Частота срабатывания	45 – 50 (при Fном=50 Гц)	45
			55 – 60 (при Fном=60 Гц)	55
Tt, с	Время срабатывания	0,1-180	1	

5.16.3. Функциональная схема

Логика работы АЧР показана на рисунке 5.24.

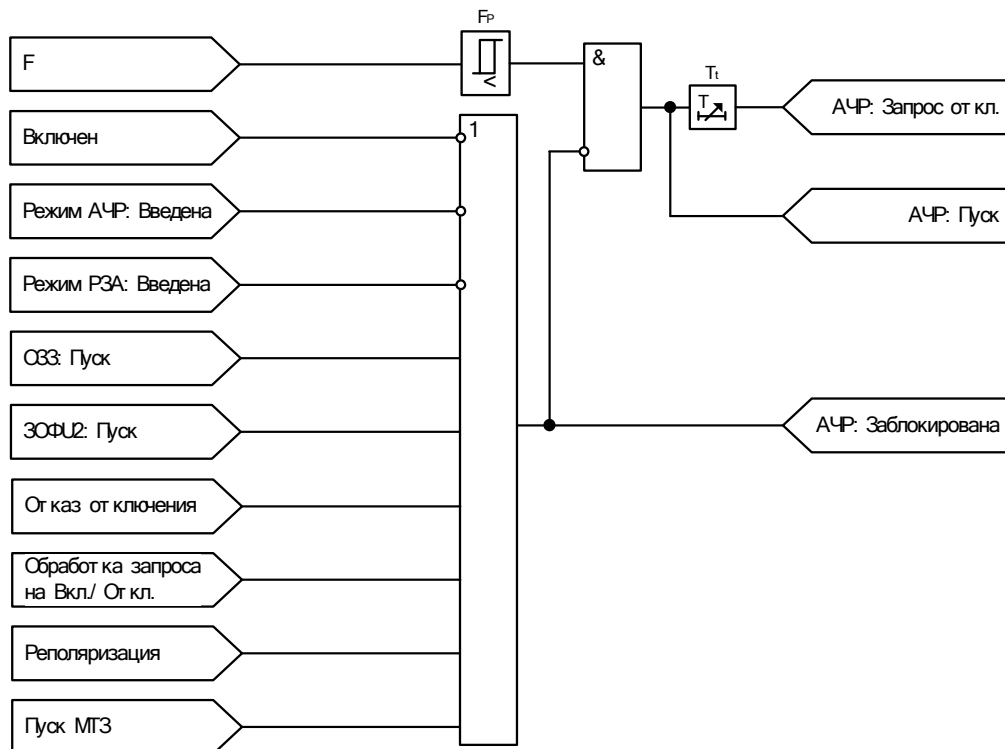


Рис.5.25. Логика работы АЧР

5.16.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

$$F \leq F_p,$$

где F_p — частота срабатывания АЧР,

F — текущее значение частоты тока в сети.

5.16.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$F > F_p + 0,05 \text{ Гц.}$$

5.17. Защита от повышения частоты (ЗПЧ)

5.17.1. Назначение

Повышение частоты происходит при возникновении избытка активной мощности. Такой режим возможен, например, при отделении части энергосистемы от общей сети. Назначение защиты от повышения частоты (ЗПЧ) состоит в отключении коммутационного модуля реклоузера и, как следствие, снижении частоты.

5.17.2. Уставки

Параметры ЗПЧ для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.22. Параметры ЗПЧ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.22. Уставки ЗПЧ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЗПЧ	-	Режим работы	Введена / Выведена	Выведена
	F_p , Гц	Частота срабатывания	50 – 55 (при $F_{ном}=50$ Гц)	55
			60 – 65 (при $F_{ном}=60$ Гц)	65
T_t , с	Время срабатывания	0,10–100	1	

5.17.3. Функциональная схема

Логика работы ЗПЧ показана на рисунке 5.25.

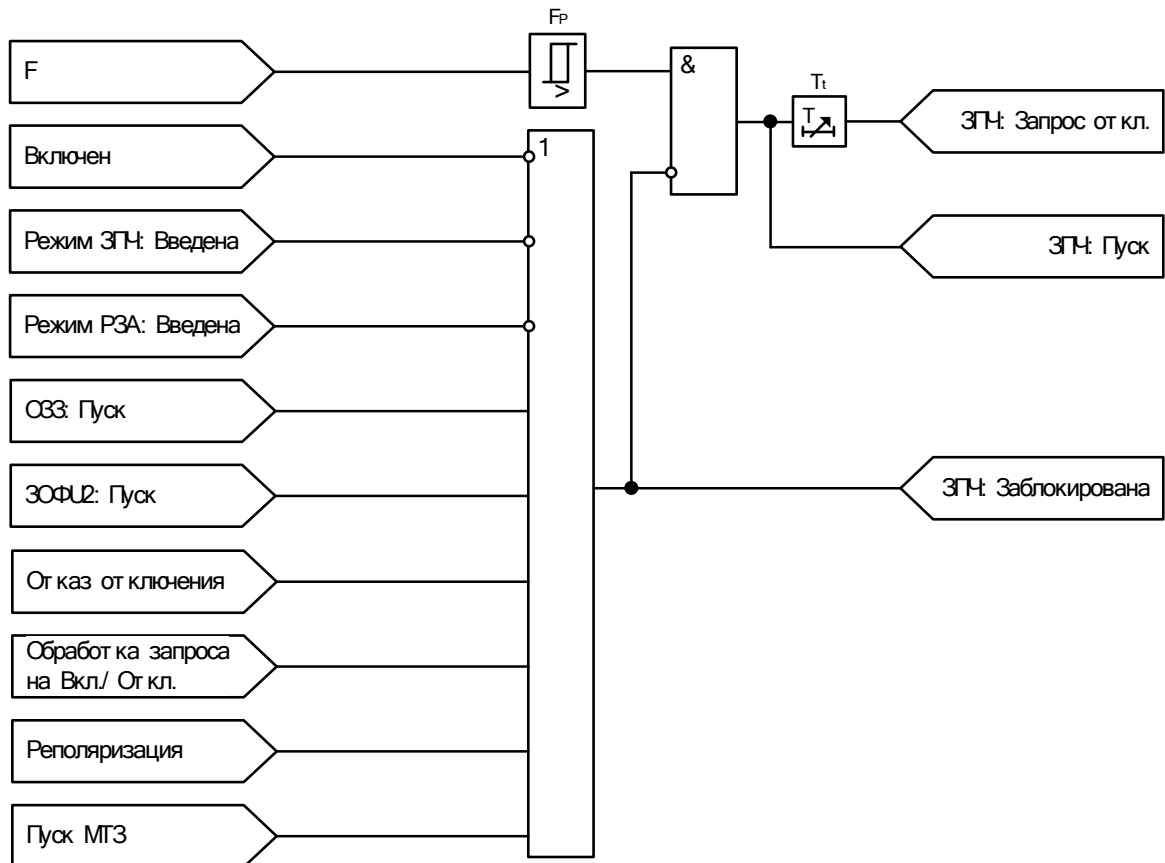


Рис.5.26. Логика работы ЗПЧ

5.17.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении условия:

$$F \geq F_p,$$

где F_p — частота срабатывания ЗПЧ,

F — текущее значение частоты тока в сети.

5.17.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении условия в течение одного периода:

$$F < F_p - 0,05 \text{ Гц.}$$

5.18. Автоматическое повторное включение (АПВ)

5.18.1. Назначение

Автоматическое повторное включение выполняется от следующих защит:

- МТЗ
- ОЗЗ
- ЗМН
- ЗПН
- ЗПП

- АЧР (ЧАПВ)
- ЗПЧ

В реклоузере реализовано АПВ без контроля напряжения и с контролем напряжения. При каждом отключении для каждой ступени может быть изменен режим действия — с запретом или разрешением АПВ. Особенностью АПВ реклоузера 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.

Автоматика повторного включения характеризуется отключениями в циклах АПВ. Всего возможно четыре отключения: первое (до первого АПВ), второе (после первого АПВ), третье (после второго АПВ) и четвертое (после третьего АПВ). Отличием АПВ реклоузера от традиционных терминалов РЗА является возможность работы с разными характеристиками токовых защит в циклах АПВ. Для настройки этой функции используется карта АПВ, которая позволяет вводить или выводить отдельные ступени токовой защиты в циклах АПВ.

Таким образом, реклоузер по факту отключения переходит на соответствующие настройки отключения того или иного цикла АПВ с возможностью ввода или вывода разных ступеней защит. Эта особенность позволяет эффективно согласовывать время-токовые характеристики последовательно установленных реклоузеров между собой, производить координацию защит реклоузеров на магистрали и защитных устройств на ответвлениях (предохранителей).

5.18.2. Автоматическое повторное включение от МТЗ (АПВ МТЗ)

Параметры АПВ МТЗ для реклоузеров радиального и кольцевого типов сети представлены в таблицах 5.23 и 5.24.

Таблица 5.23. Параметры АПВ МТЗ для радиального типа сети и режима Rezip при кольцевом типе сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ МТЗ	-	Режим работы	Нормальный/ Координация зон/ Rezip	Координация зон
	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2/3/4 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	4
			2/3/4 (для режима Rezip)	2
	Nhs	Число отключений от МТЗ до запрета АПВ	1/2/3/4	1
-	Карта АПВ	М/Б	М	

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	-	Ускорение МТЗ при 1-м включении	Нормальный/ Ускорение/ Замедление/ с АПВ (для режимов Нормальный/ Координация зон)	Нормальный
	Tsst, с	Время АПВ первого включения	0,1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
	Tr1, с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 1800 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
			0,2 – 1800 (для режима Rezip)	0,2
	Tr2, с	Выдержка времени АПВ 2	1 – 1800	10
	Tr3, с	Выдержка времени АПВ 3	1 – 1800	30
	Tres, с	Время подготовки АПВ	1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1

Таблица 5.24. Параметры АПВ МТЗ, 3ЗЗ для кольцевого типа сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	-	Режим работы	Нормальный/ Координация зон	Нормальный
АПВ МТЗ	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2/3/4 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	4
	Nhs	Число отключений от МТЗЗ до запрета АПВ	1/2/3/4	1
	-	Карта АПВ	М/Б	М

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	-	Ускорение МТЗ при 1-м включении	Нормальный/ Ускорение/ Замедление/ с АПВ (для режимов Нормальный/ Координация зон)	Нормальный
	Tsst, с	Время АПВ первого включения	0,1 – 180 (для режимов Нормальный/ Координация зон)	1
	Tr1, с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 1800	1
	Tr2, с	Выдержка времени АПВ 2	1 – 1800	10
	Tr3, с	Выдержка времени АПВ 3	1 – 1800	30
	Tres, 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 5.26.

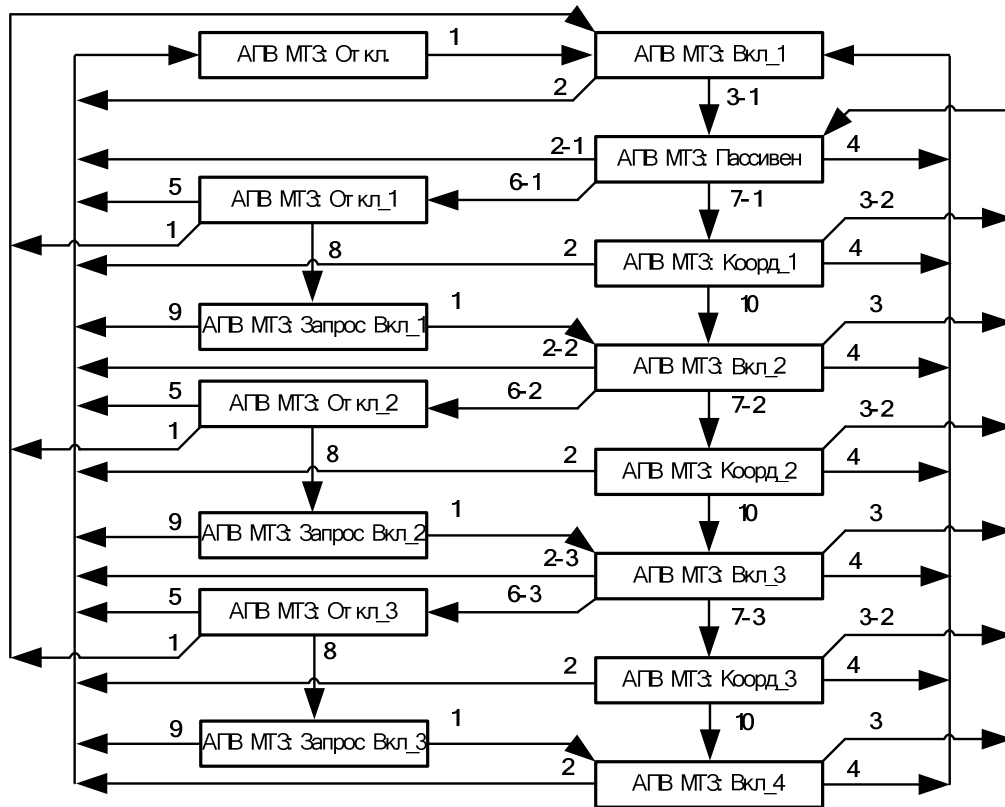


Рис.5.27. Логика работы элемента АПВ МТЗ

Описание переходов от одного состояния к другому представлено в таблице 5.25.

Таблица 5.25. Описание переходов состояний АПВ МТЗ

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

² № перехода согласно **рис.5.26.**

№2	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 'АПВ МГЗ: От кл.' is true when 'АПВ МГЗ: Пассивен' is true AND 'Включен' is true AND 'Режим АПВ: Введено' is true AND 'Nt=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 'Nns=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 'АПВ МГЗ: От кл.' is true when 'АПВ МГЗ: Вкл_2' is true AND 'Включен' is true AND 'Режим АПВ: Введено' is true AND 'Nt=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 'Nns=2' is true.</p>

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

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

№2	Описание перехода	Условия перехода
6-1	Первое отключение с пуском АПВ	
6-2	Второе отключение с пуском АПВ	
6-3	Третье отключение с пуском АПВ	

№2	Описание перехода	Условия перехода
7-1	Первая зона координации	
7-2	Вторая зона координации	
7-3	Третья зона координации	
8	Запрос включения в цикле АГВ	

№2	Описание перехода	Условия перехода
9	Отказ включения в цикле АПВ	
10	Время координации истекло	

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_{res} 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 реклоузера 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 реклоузера от АПВ_1 и переход (1) в состояние «Вкл_2»;

- при отсутствии напряжения в течение времени сброса АПВ выполняется переход (5) в состояние «Откл».

Остальные ступени АПВ работают аналогично.

Карта АПВ позволяет выводить ступени токовой защиты (МТЗ2) 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 5.26.

Таблица 5.26. 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_{sst}). Возможны следующие варианты реализации ускорения при первом включении:

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

В схеме АПВ также формируется сигнал «Блокировка МТЗ2 от АПВ» (см.Рис.5.27).

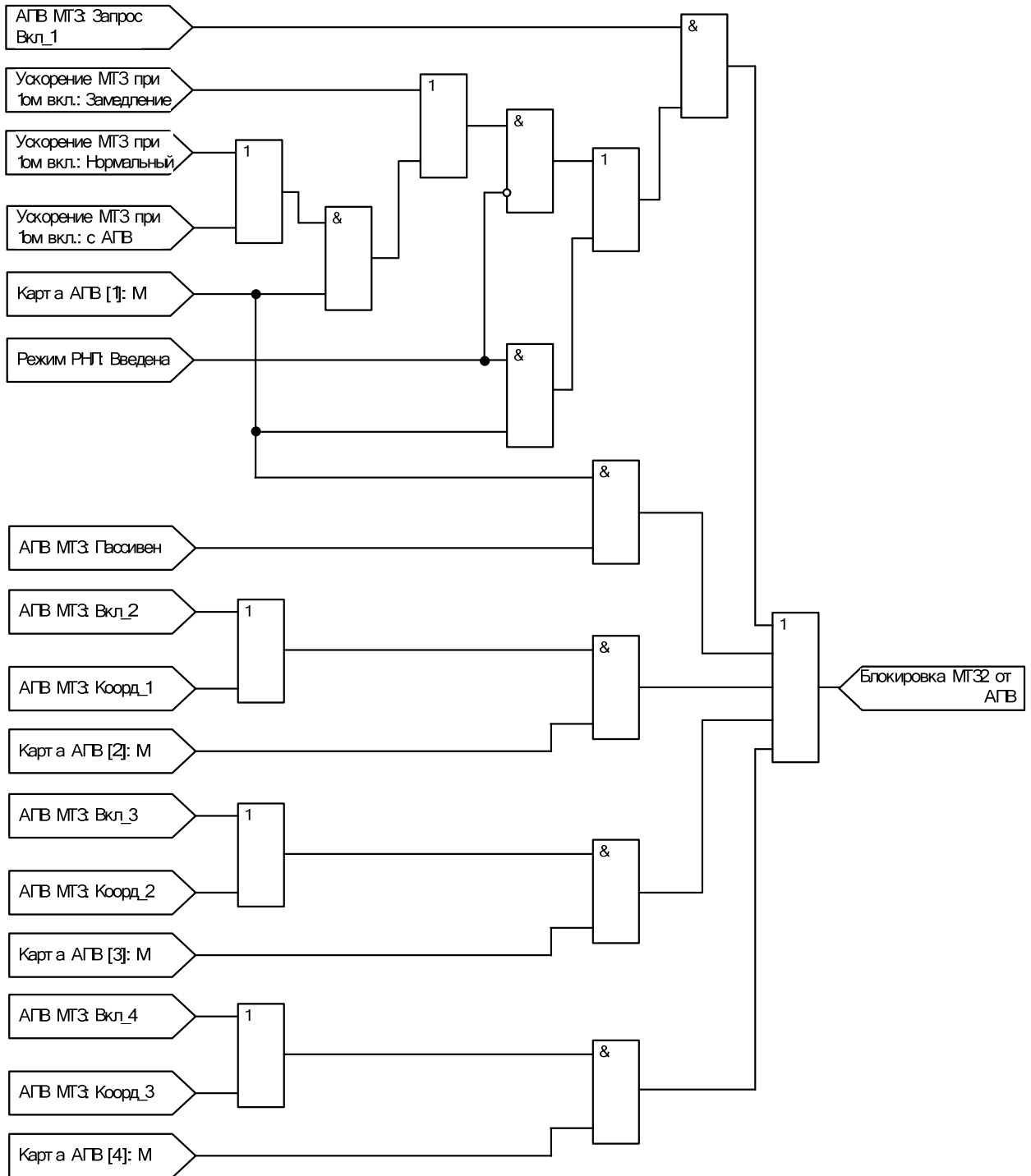


Рис.5.28. Сигнал «Блокировка МТЗ2 от АПВ»

5.18.3. Автоматическое повторное включение от ОЗЗ (АПВ ОЗЗ)

Параметры АПВ ОЗЗ для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.27. Параметры АПВ ОЗЗ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.27. Уставки АПВ 033

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ 033	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2/3/4	1
	Tr1, с	Выдержка времени АПВ 1	0,1 – 180	1
	Tr2, с	Выдержка времени АПВ 2	1 – 180	10
	Tr3, с	Выдержка времени АПВ 3	1 – 180	30
	Tres, с	Время сброса АПВ	1 – 180	1

Логика работы АПВ 033 соответствуют АПВ МТЗ за исключением того, что у 033 всегда в работе находится одна ступень и отсутствует функция координации последовательности зон.

5.18.4. Автоматическое повторное включение от ЗМН (АПВ ЗМН)

Параметры АПВ ЗМН для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.28. Параметры АПВ ЗМН для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.28. Параметры АПВ ЗМН для радиального типа сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ ЗМН	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2	1
	Tr, с	Выдержка времени АПВ	0,1 – 180	10

Логика работы АПВ ЗМН приведена на рисунке 5.28.

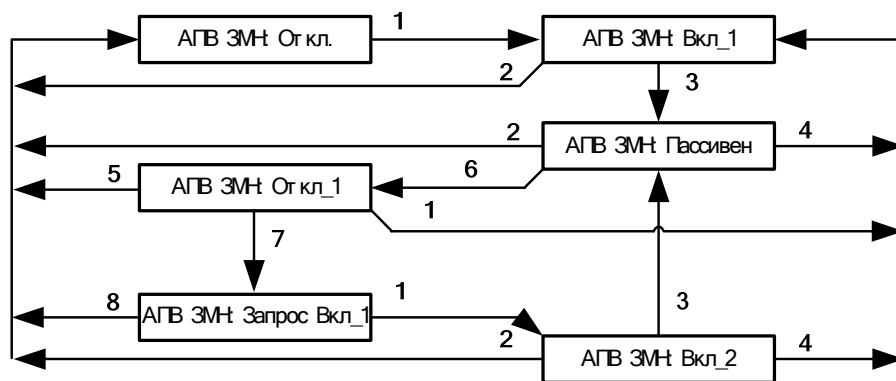


Рис.5.29. Схема организации АПВ ЗМН

Описание переходов от одного состояния к другому представлено в таблице 5.29.

Таблица 5.29. Описание переходов состояний АПВ ЗМН

№ ³	Описание перехода	Условия перехода
1	Включение КМ	
2	Отключение КМ	
3	Время сброса АГВ истекло	

³ № перехода согласно рисунке 5.28

№ ³	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	

5.18.5. Автоматическое повторное включение от ЗПН (АПВ ЗПН)

Параметры АПВ ЗПН для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.30. Параметры АПВ ЗПН для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.30. Параметры АПВ ЗПН для радиального типа сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ ЗПН	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2	1
	Tr, с	Выдержка времени АПВ	0,1 – 300	10

Логика работы и условия блокировки АПВ ЗПН соответствуют АПВ ЗМН.

5.18.6. Автоматическое повторное включение от АЧР (ЧАПВ)

Параметры ЧАПВ для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.31. Параметры ЧАПВ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.31. Параметры ЧАПВ для радиального типа сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
ЧАПВ	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2	1
	Tr, с	Выдержка времени АПВ	0,1 – 180	10

Логика работы ЧАПВ и условия блокировки соответствуют АПВ ЗМН.

5.18.7. Автоматическое повторное включение от ЗПЧ (АПВ ЗПЧ)

Параметры АПВ ЗПЧ для реклоузеров радиального типа линии приведены в таблице 5.32. Параметры АПВ ЗПЧ для кольцевого типа аналогичны и задаются отдельно для стороны «+» и «-».

Таблица 5.32. Параметры ЗПЧ для радиального типа сети

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ ЗПЧ	Nt	Число отключений до запрета АПВ	1/2	1
	Tr, с	Выдержка времени АПВ	0,1 – 180	10

Логика работы и условия блокировки АПВ ЗПЧ соответствуют АПВ ЗМН.

5.18.8. Автоматическое повторное включение от ЗПП (АПВ ЗПП)

Параметры АПВ ЗПП приведены в Таблица 5.33.

Таблица 5.33. Параметры ЗПП

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АПВ ЗПП	-	Режим работы	Нормальный/ Rezip	Нормальный
	Nt	Число отключений до запрета АПВ (Для режима работы Нормальный)	1/2	1
	Tr, с	Выдержка времени АПВ	0,1 – 180 (для режима работы Нормальный) 0,2 – 180 (для режима работы Rezip)	10

Логика работы и условия блокировки АПВ ЗПП соответствуют АПВ ЗМН.

5.19. Защита от близких КЗ (БКЗ)

5.19.1. Назначение

Защита от близких КЗ предназначена для защиты участка сети при обнаружении на нем коротких замыканий, близких к месту установки реклоузера. Опасность таких видов замыканий обусловлена величиной протекающих через силовое оборудование токов.

5.19.2. Уставки

Параметры защиты от близких КЗ приведены в Таблица 5.34.

Таблица 5.34. Параметры защиты от близких КЗ

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
БКЗ	-	Режим работы	Введена / Выведена	Введена
	Ip, А	Ток срабатывания	20 - 12500	12500

5.19.3. Функциональная схема

Входной величиной защиты является ток прямой последовательности.

Помимо тока защита контролирует напряжение прямой последовательности с обеих сторон в зависимости от сигнала ДИ. Это обеспечивает более высокую чувствительность защиты к близким КЗ в отличие от МТЗ. Защита от близких КЗ — ненаправленная.

Логика работы БКЗ приведена на рисунке 5.29.

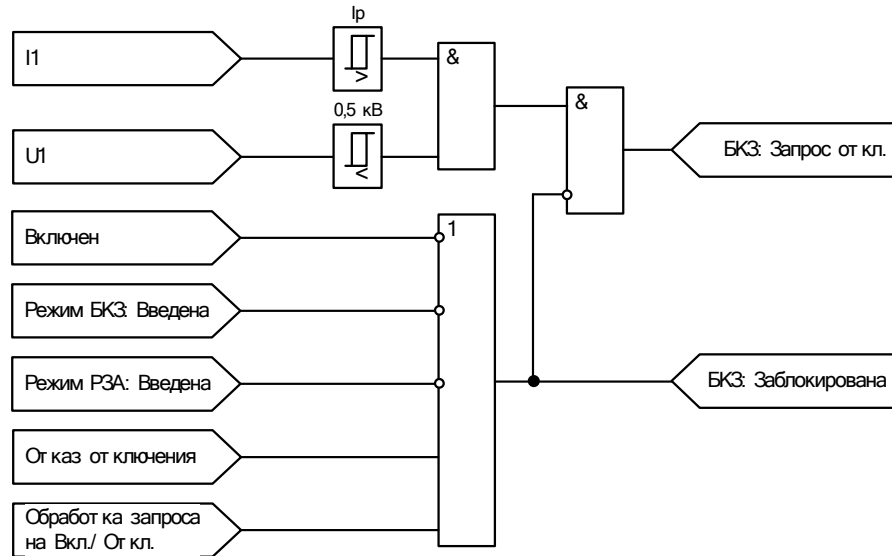


Рис.5.30. Логическая схема БКЗ

5.19.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при одновременном выполнении следующих условий:

$$I1 \geq I_{sp},$$

$$U1 \leq 500 \text{ В},$$

где I_{sp} — ток срабатывания защиты.

Элемент БКЗ принимает $U1 = U1+$, если детектор источника обнаружил напряжение со стороны +, и $U1 = U1-$, если детектор источника обнаружил напряжение со стороны -.

5.20. Автоматический ввод резерва

5.20.1. Назначение

Данная функция применима лишь для реклоузера кольцевого типа сети и осуществляет автоматическое включение коммутационного модуля реклоузера по факту появления напряжения со стороны источника.

Реклоузер позволяет выполнять функцию автоматического ввода сетевого резерва на линии без установки дополнительных измерительных трансформаторов напряжения. При этом АВР может выполняться односторонним или двухсторонним. Это очень важно, так как в ряде случаев в послеаварийном режиме один из центров питания не в состоянии запитать вторую часть поврежденного фидера и в этом случае целесообразно выполнить АВР односторонним.

5.20.2. Уставки

Параметры АВР приведены в таблице 5.35.

Таблица 5.35. Параметры АВР

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
АВР	-	Режим работы	Выведено/Обе стороны/ Сторона+/ Сторона-	Выведено
	-	Режим сброса АВР	Введено/ Выведено	Выведено

Защита	Обозначение параметра, ед.изм.	Описание параметра	Диапазон	По умолчанию
	Trd, (чч:мм:сс)	Время сброса АВР	00:00:01 – 06:00:00	00:00:10
	Tr+, с	Время срабатывания +	0,1 – 180	60
	Tr-, с	Время срабатывания -	0,1 – 180	60

5.20.3. Функциональная схема

Логика работы АВР показана на рисунке 5.30.

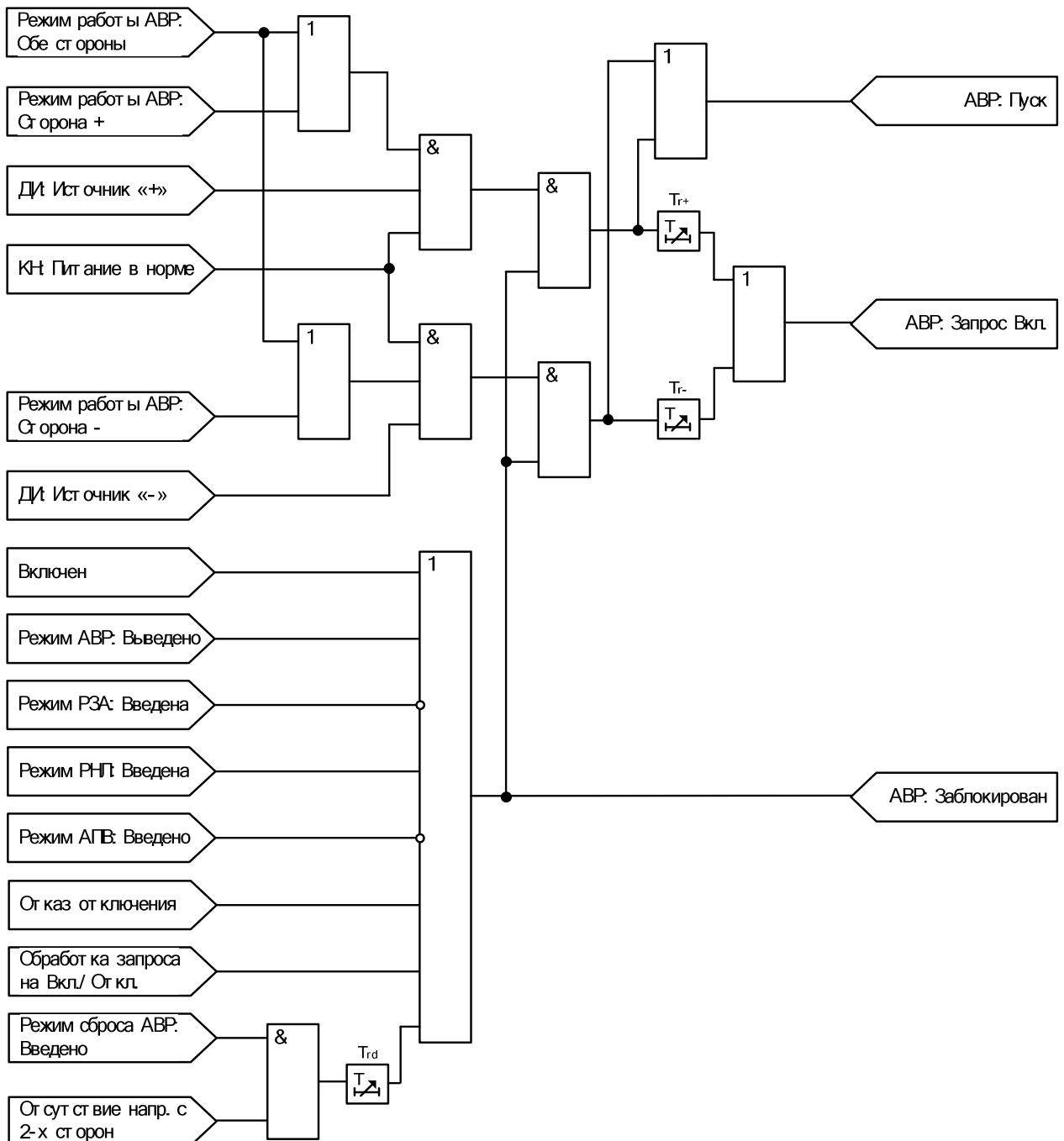


Рис.5.31. Логика работы АВР

5.20.4. Условия срабатывания

Защита срабатывает при выполнении одного из следующих условий:

- 1) Режим работы АВР — «Обе стороны» или «Сторона+», функция «Детектор источника» определяет наличие питания со стороны +, функция «Контроль напряжения» определяет наличие напряжения.
- 2) Режим работы АВР — «Обе стороны» или «Сторона-», функция «Детектор источника» определяет наличие питания со стороны -, функция «Контроль напряжения» определяет наличие напряжения.

5.20.5. Условия возврата

Возврат защиты происходит при выполнении одного из следующих условий:

- 1) Функция «Детектор источника» определяет отсутствие питания.
- 2) Режим работы АВР — «Сторона+», «Детектор источника» определяет наличие питания со стороны -;
- 3) Режим работы АВР — «Сторона-», «Детектор источника» определяет наличие питания со стороны +;
- 4) Функция «Контроль напряжения» определяет провал напряжения.

6. ФОРМИРОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ СИГНАЛОВ ИНДИКАЦИИ

6.1. Сигнал «Дистанционный режим управления»

Логическая схема формирования сигнала «Дистанционный режим управления» представлена на рисунке 6.1.

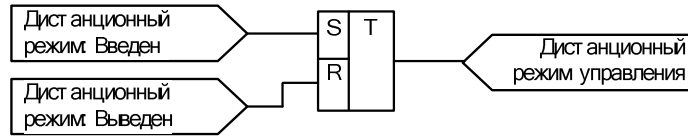


Рис.6.1. Логическая схема формирования сигнала «Дистанционный режим управления»

6.2. Сигнал «Отключен с запретом АПВ»

Логическая схема формирования сигнала «Отключен с запретом АПВ» представлена на рисунке 6.2.

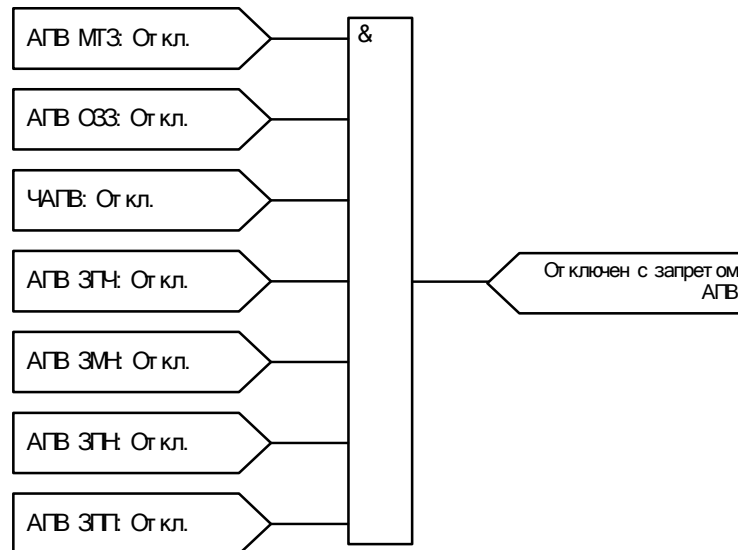


Рис.6.2. Логическая схема формирования сигнала «Отключен с запретом АПВ»

6.3. Сигнал «РЗА активна»

Логическая схема формирования сигнала «Защита заблокирована» представлена на рисунке 6.3. Под защитой понимается: МТЗ1, МТЗ2, МТЗ3, МТЗ РНЛ, ОЗЗ, ЗМН, ЗПН, ЗСН, АЧР, ЗПЧ, ЗПП, ЗОФ U2 и ЗОФ I2. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ, АПВ ОЗЗ, АПВ ЗМН, АПВ ЗПН, АПВ ЗПП, ЧАПВ, АПВ ЗПЧ.

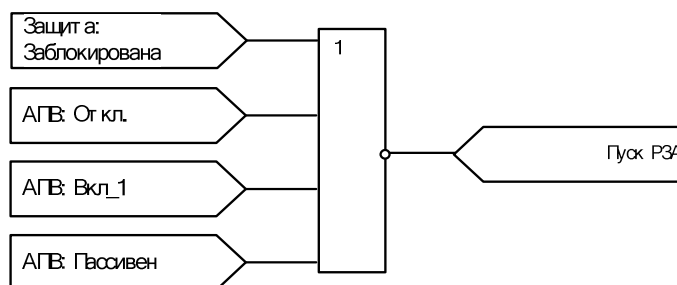


Рис.6.3. Логическая схема формирования сигнала «Защита заблокирована»

6.4. Сигнал «Пуск АПВ»

Логическая схема формирования сигнала «Пуск АПВ» представлена на рисунке 6.4. Под АПВ понимается: АПВ МТЗ, АПВ ОЗЗ, АПВ ЗМН, АПВ ЗПН, АПВ ЗПП, ЧАПВ, АПВ ЗПЧ.

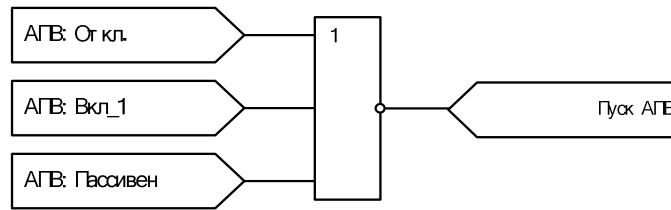


Рис.6.4. Логическая схема формирования сигнала «Пуск АПВ»

6.5. Сигнал «Неисправность»

Логическая схема формирования сигнала «Неисправность» представлена на рисунке 6.5.

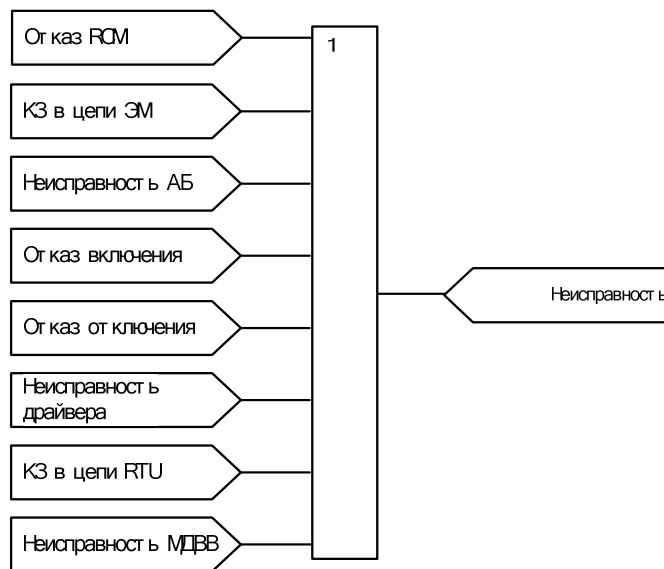


Рис.6.5. Логическая схема формирования сигнала «Неисправность»

6.6. Сигнал «Предупреждение»

Логическая схема формирования сигнала «Предупреждение» представлена на рисунке 6.6.

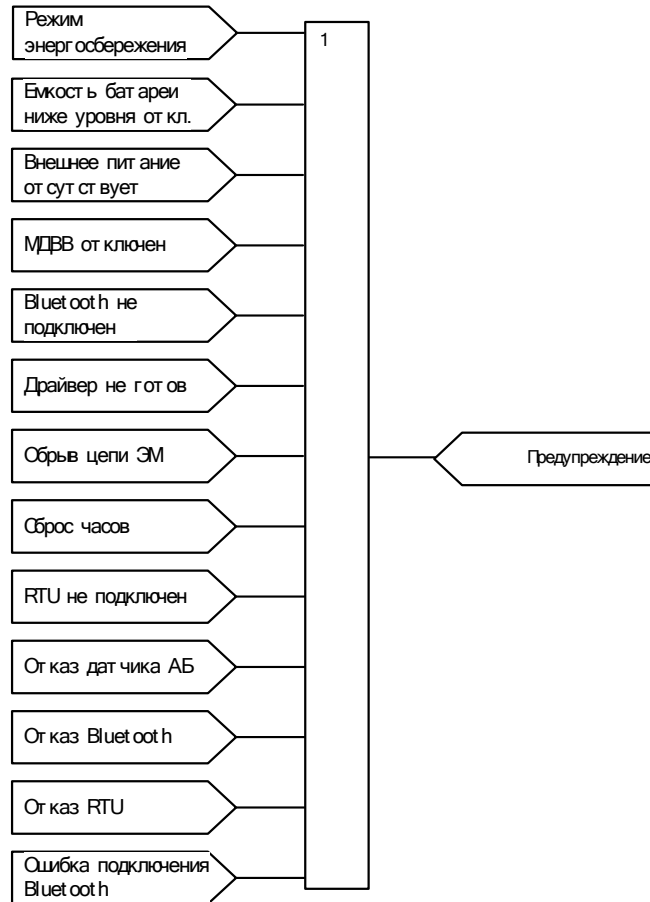


Рис.6.6. Логическая схема формирования сигнала «Предупреждение»

6.7. Сигнал «РЗА введена»

Логическая схема формирования сигнала «РЗА введена» представлена на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

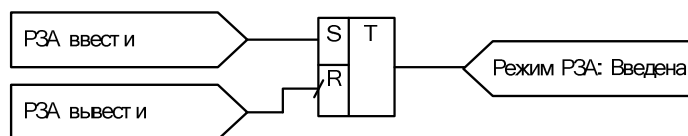


Рис.6.7. Логическая схема формирования сигнала «РЗА введена»

6.8. Сигнал «АПВ введено»

Логическая схема формирования сигнала «АПВ введено» представлена на **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

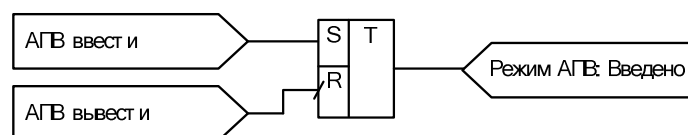


Рис.6.8. Логическая схема формирования сигнала «АПВ введено»

6.9. Сигнал «033 введена»

Логическая схема формирования сигнала «033 введена» представлена на **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

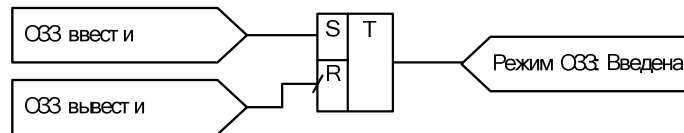


Рис.6.9. Логическая схема формирования сигнала «ОЗЗ введена»

6.10. Сигнал «РНЛ введена»

Логическая схема формирования сигнала «РНЛ введена» представлена на **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

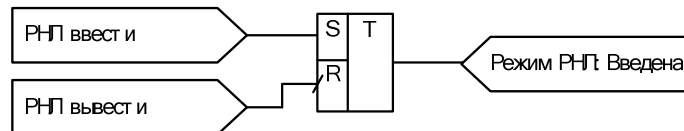


Рис.6.10. Логическая схема формирования сигнала «РНЛ введена»

6.11. Сигнал «ЗМН введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗМН введена» представлена на Рис.6.11.

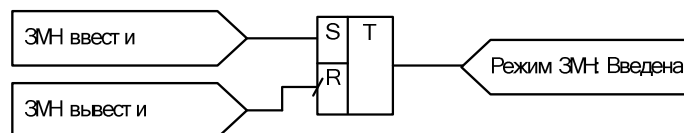


Рис.6.11. Логическая схема формирования сигнала «ЗМН введена»

6.12. Сигнал «ЗПН введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗПН введена» представлена на Рис.6.12.

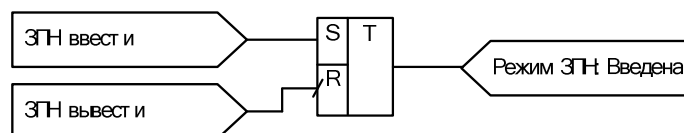


Рис.6.12. Логическая схема формирования сигнала «ЗПН введена»

6.13. Сигнал «ЗПП введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗПП введена» представлена на Рис.6.13.

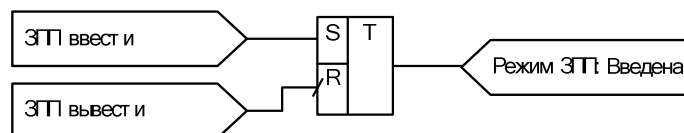


Рис.6.13. Логическая схема формирования сигнала «ЗПП введена»

6.14. Сигнал «ЗСН введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗСН введена» представлена на Рис.6.14.

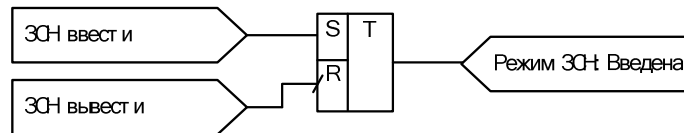


Рис.6.14. Логическая схема формирования сигнала «ЗСН введена»

6.15. Сигнал «АЧР введена»

Логическая схема формирования сигнала «АЧР введена» представлена на Рис.6.15.

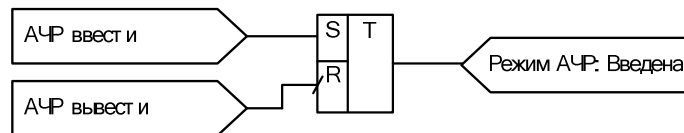


Рис.6.15. Логическая схема формирования сигнала «АЧР введена»

6.16. Сигнал «ЗПЧ введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗПЧ введена» представлена на Рис.6.16.

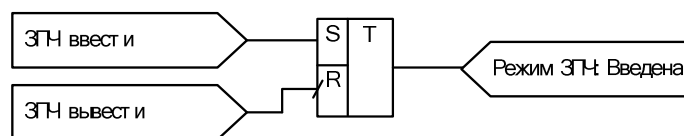


Рис.6.16. Логическая схема формирования сигнала «ЗПЧ введена»

6.17. Сигнал «ЗОФ U2 введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗОФ U2 введена» представлена на Рис.6.17.

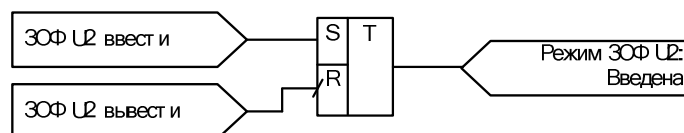


Рис.6.17. Логическая схема формирования сигнала «ЗОФ U2 введена»

6.18. Сигнал «ЗОФ I2 введена»

Логическая схема формирования сигнала «ЗОФ I2 введена» представлена на Рис.6.18.

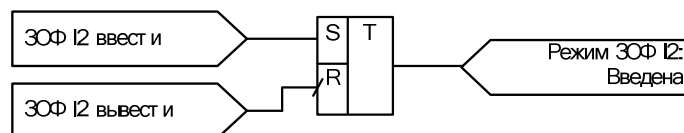


Рис.6.18. Логическая схема формирования сигнала «ЗОФ I2 введена»

6.19. Сигнал «УВ введено»

Логическая схема формирования сигнала «УВ введено» представлена на Рис.6.19.

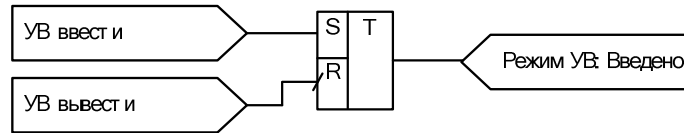


Рис.6.19. Логическая схема формирования сигнала «УВ введено»

6.20. Сигнал «Группа 1 введена»

Логическая схема формирования сигнала «Группа 1 введена» представлена на Рис.6.20.

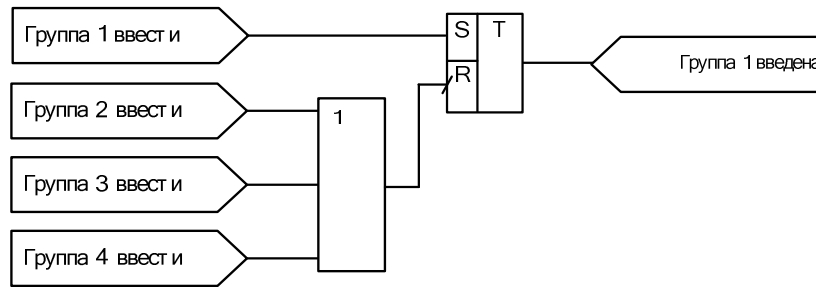


Рис.6.20. Логическая схема формирования сигнала «Группа 1 введена»

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ ВРЕМЯ-ТОКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

П1.1. Описание независимой характеристики МТЗ типа TD

Характеристика TD — ВТХ с не зависимой от значения тока характеристикой (см. **рис. П1.1**).

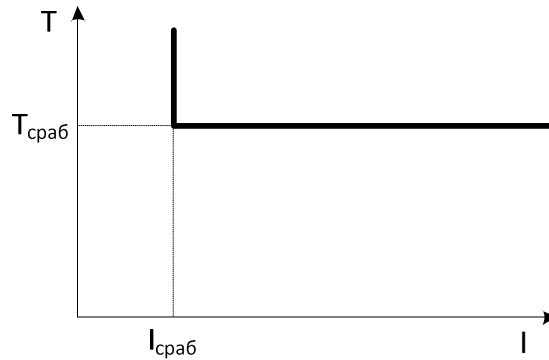


Рис. П1.1. Вид времятоковой характеристики типа TD

Таблица П1.1. Уставки и характеристики TD

Уставки		Применимые значения	Значение по-умолчанию
I_{CP}, A	Ток срабатывания	10–6000	100
T_{CP}, c	Время срабатывания	0–100	0

П1.2. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа TEL I

ВТХ типа TEL I состоит из трех секций, каждая из которых представляет собой инверсную характеристику, см. **рис. П1.2**. С помощью асимптот инверсная характеристика может быть преобразована в ступенчатую. Время возврата ВТХ типа TEL I не зависит от значения тока. Все параметры характеристики задаются пользователем.

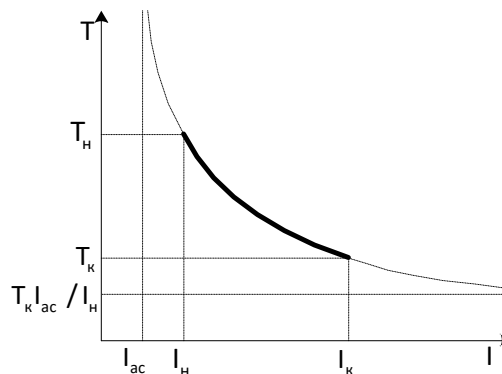


Рис. П1.2. Вид трехсекционной ВТХ типа TEL I (одна секция)

На **рис. П1.2** представлен вид трехсекционной ВТХ типа TEL I, где:

$I_{ас}$ — ток асимптоты;

$I_{н}, T_{н}$ — ток и время начала конкретной секции;

I_k, T_k — ток и время конца конкретной секции.

При приближении I_{ac} от минимально возможного значения к I_k , кривизна секции будет увеличиваться (см. **рис. П1.3**). В предельном случае, когда ток I_{ac} будет равен I_n , секция примет ступенчатый вид.

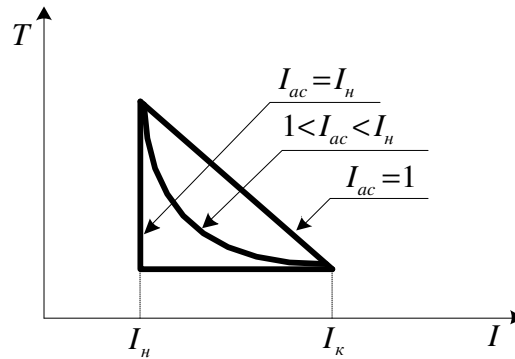


Рис. П1.3. Вид ВТХ типа ТЕЛ I (влияние I_{ac} на форму секции)

В зависимости от уставок характеристика ТЕЛ I может быть односекционной (см. **рис. П1.4**), двухсекционной (см. **рис. П1.5**) и трехсекционной (см. **рис. П1.6**).

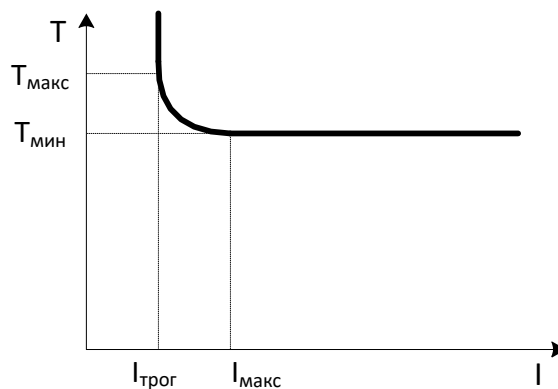


Рис. П1.4. Вид ВТХ типа ТЕЛ I (односекционная характеристика)

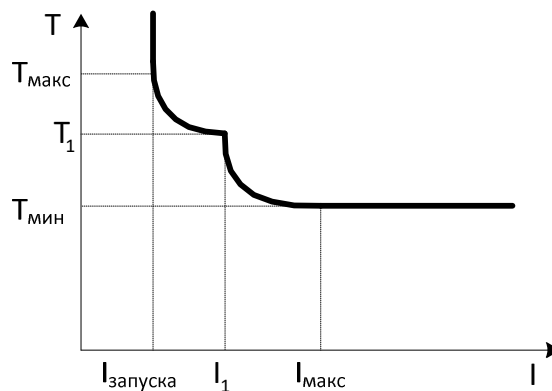


Рис. П1.5. Вид ВТХ типа ТЕЛ I (двухсекционная характеристика)

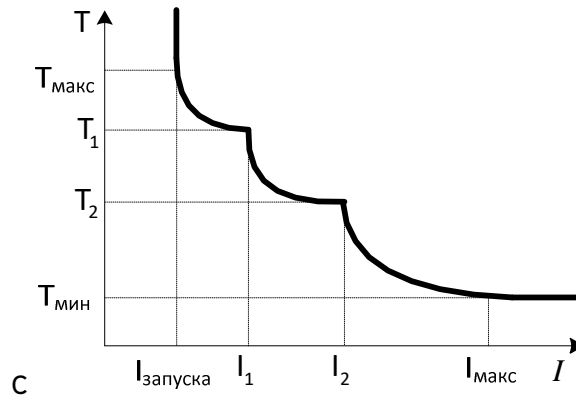


Рис. П1.6. Вид BTX типа TEL I (трехсекционная характеристика)

Таблица П1.2. Настройки для BTX типа TEL I

Уставка	Обозначение	Диапазон			Значение по умолчанию	
		Кол-во секций				
Количество секций	-	1	2	3	3	
Максимальное время, с	T_{\max}	X	X	X	0,05–100	10
Первое промежуточное время, с	T_1	-	X	X	0,05–100	3
Второе промежуточное время, с	T_2	-	-	X	0,05–100	0,25
Минимальное время, с	T_{\min}	X	X	X	0,05–100	0,05
Ток срабатывания, А	$I_{\text{ср}}$	X	X	X	10–6000	100
Первый промежуточный ток, А	I_1	-	X	X	10–1000	500
Второй промежуточный ток, А	I_2	-	-	X	10–6000	1000
Максимальный ток, А	I_{\max}	X	X	X	10–6000	3000
Асимптота первой секции, А	$I_{\text{ас1}}$	X	X	X	1–6000	1
Асимптота второй секции, А	$I_{\text{ас2}}$	-	X	X	1–6000	1
Асимптота третьей секции, А	$I_{\text{ас3}}$	-	-	X	1–6000	1

Параметры T_{\max} , T_1 , T_2 , T_{\min} , $I_{\text{трог}}$, I_1 , I_2 , I_{\max} могут быть заданы только при выполнении следующих условий:

$$I_{\text{трог}} < I_1 < I_2 < I_{\max}, T_{\max} > T_2 > T_1 > T_{\min}.$$

Когда количество секций уменьшается или увеличивается, устанавливаются значения величин T_{\max} , T_1 , T_2 , T_{\min} , $I_{\text{ср}}$, I_1 , I_2 , I_{\max} , $I_{\text{ас1}}$, $I_{\text{ас2}}$, $I_{\text{ас3}}$ по умолчанию.

Эти параметры могут быть изменены либо посредством прямого ввода, либо с помощью графического интерфейса TELARM путем изменения положений точек характеристики.

П1.3. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа ANSI

Обратозависимая BTX (Рис. П1.7) типа ANSI в общем случае состоит из трех секций.

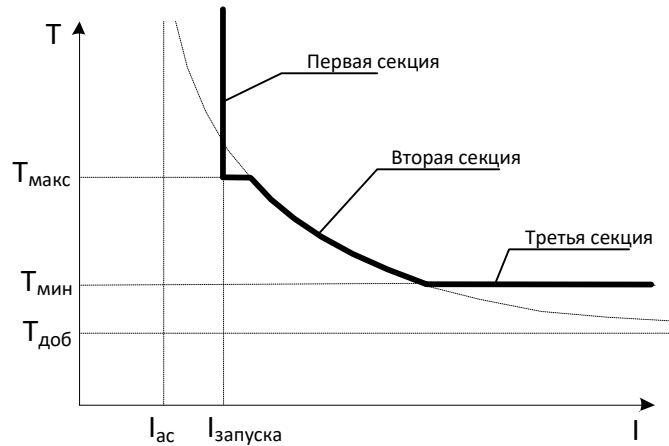


Рис. П1.7. Обратная зависимость ВТХ типа ANSI

Время **отключения** для первой и третьей секции равно $T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$ соответственно.

Для второй секции время отключения определяется посредством следующего выражения:

$$T = T_M \left(B + \frac{A}{\left(\frac{I}{I_{\text{ас}}}\right)^n - 1} \right) + T_{\text{доб}},$$

где: A, B, n — константы;

T_M — временной множитель;

$I_{\text{ас}}$ — ток асимптоты;

$T_{\text{доб}}$ — временная добавка.

Если $T > T_M \left(B + \frac{A}{\left(\frac{I}{I_{\text{ас}}}\right)^n} \right) + T_{\text{доб}}$, то первая секция отсутствует и ВТХ имеет вид, представленный на Рис. П1.8.

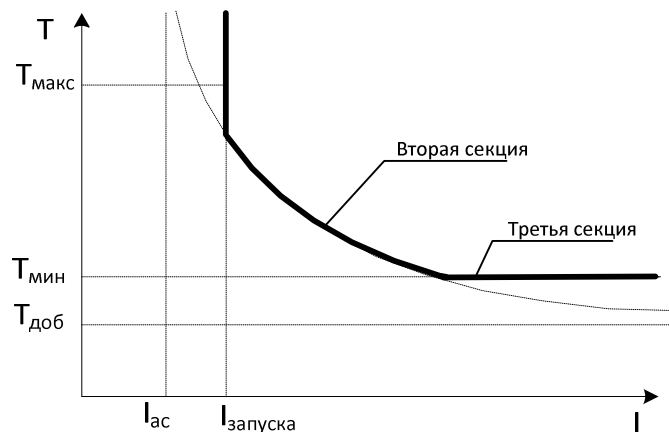


Рис. П1.8. Двухсекционная ВТХ типа ANSI. Первая секция отсутствует

Если $T_{\text{мин}} < T_{\text{доб}}$, то третья секция отсутствует и ВТХ имеет вид, представленный на Рис. П1.9.

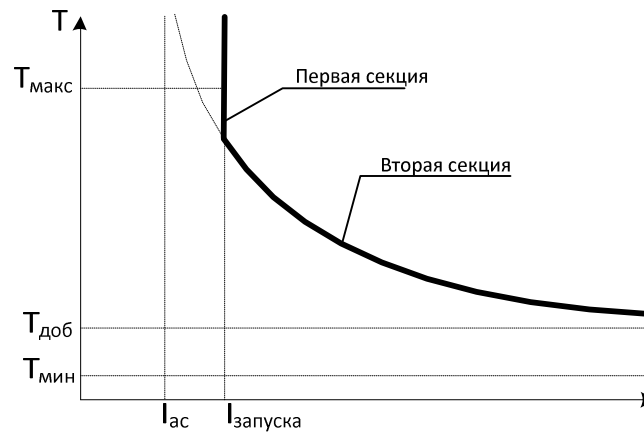


Рис. П1.9. Двухсекционная ВТХ типа ANSI. Третья секция отсутствует

Таблица П1.3. Коэффициенты для ВТХ типа ANSI

Тип ВТХ	Обозначение	A	B	D	n
Умеренно инверсная	ANSI MI	0,0515	0,1140	4,8500	0,0200
Сильно инверсная	ANSI VI	19,6100	0,4910	21,6000	2,0000
Чрезвычайно инверсная	ANSI EI	28,2000	0,1217	29,1000	2,0000

Таблица П1.4. Настройки МТЗ ВТХ типа ANSI

Уставка	Обозначение	Применимые значения	Значение по умолчанию
Ток асимптоты	I _{ас}	10–1280	100
Временной множитель	T _м	0,01–15	1
Минимальное время	T _{мин}	0–10	0
Максимальное время	T _{макс}	1–100	10,00
Ток срабатывания	I _{ср} , А	10–1280	200
Временная добавка	T _а	0–2	0

Характеристика ANSI имеет время возврата, которое определяется следующим выражением:

$$T_{\text{возвр}} = \frac{D \cdot T_M}{1 - \left(\frac{I}{I_{\text{запуска}}}\right)^2},$$

где D — константа.

Время возврата характеристики ANSI зависит от величины тока и используется, например, при согласовании с защитами, реле которых имеют время возврата, или при защите от неустойчивых КЗ.

П1.4. Описание обратозависимой характеристики МТЗ типа IEC

Характеристика IEC имеет вид обратозависимой характеристики.

Время отключения зависит от величины тока и определяется следующим выражением:

$$T = \frac{A \cdot T_M}{\left(\frac{I}{I_{\text{ас}}}\right)^n - 1} + T_{\text{доб}},$$

где: A , n — константы;

T_m — временной множитель;

$I_{ас}$ — ток асимптоты;

$T_{доб}$ — временная добавка.

Таблица П1.5. Коэффициенты для ВТХ типа IEC

Тип ВТХ	Обозначение	A	n
Нормально инверсная	IEC I	0,1400	0,0200
Сильно инверсная	IEC VI	13,5000	1,0000
Чрезвычайно инверсная	IEC EI	80,0000	2,0000
Пользовательская	IEC Custom	0,01–200	0,01–4

Таблица П1.6. Настройки МТЗ ВТХ типа IEC

Уставка		Применимые значения	Значение по умолчанию
Ток асимптоты	$I_{ас}$	10–1280	100
Временной множитель	T_m	0,01–15	1
Минимальное время	$T_{мин}$	0–10	0
Максимальное время	$T_{макс}$	1–100	10
Ток запуска	$I_{ср}, A$	10–1280	200
Временная добавка	T_a	0–2	0
Время возврата	t_B, c	0,02–2	0,02

