



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ УСТАВОК ЗАЩИТЫ



F650 СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ ФИДЕРОМ



Содержание

МНОГОЦЕЛЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ФИДЕРА, ДВИГАТЕЛЕЙ, РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ЛИНИЙ, ГЕНЕРАТОРОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ	4
1. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ	7
1.1. СОВЕТЫ ПО УСТАВКАМ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КЗ	7
1.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ДЛЯ МТЗ ПРОТИВ ЗАМЫКАНИЯ МЕЖДУ ФАЗАМИ	10
1.2.1. Элементы органа управления МТЗ без выдержки времени (IOC HIGH and IOC LOW)	10
1.2.2 Элементы МТЗ (TOC HIGH and TOC LOW)с выдержкой времени.....	11
1.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ЗАЩИТЫ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ.....	12
2. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА НЕЙТРАЛИ.....	16
2.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ОРГАНА НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ	16
2.2.1. Принцип работы напряжения поляризации	17
2.2.2. Принцип работы тока поляризации	18
2.2. ОРГАН МТЗ НЕЙТРАЛИ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51N).....	19
2.3. МТЗ НЕЙТРАЛИ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50N)	20
3. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ	21
3.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ (67G)	21
3.2. ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51G)	22
3.3. ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50G).....	23
4. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ	24
4.1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ЭЛЕМЕНТОВ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ (67SG).....	24
4.2. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51SG)	24
4.3. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50SG).....	24
4.4. МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ ДЛЯ НЕЗАЗЕМЛЕННЫХ СИСТЕМ (50IG)	24
4.4.1. Некоторые правила использования защиты от замыканий на землю в системах с изолированной нейтралью	25
5. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ	28
6. ОРГАНЫ НАПРЯЖЕНИЯ	29
6.1. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОГО ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (27P)	29
6.2. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОГО ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	30
6.3. ОРГАН МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАПРЯЖЕНИЯ НЕЙТРАЛИ (ВЫСОКОГО И НИЗКОГО УРОВНЯ) (59NH/59nl)	31



6.4. МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАЩИТА НАПРЯЖЕНИЯ ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ (47)	32
6.5. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (59X).....	33
6.6. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (27X).....	33
7. МОЩНОСТЬ	34
7.1. ОРГАН МОЩНОСТИ ПРЯМОЙ ВОЛНЫ.....	34
7.2. ОРГАН НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ МОЩНОСТИ (32)	35
8. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ	40
8.1. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ	40
8.2. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ.....	41
8.3. ОРГАН ПРОВЕРКИ СИНХРОНИЗМА — Synchrocheck (25).....	41
8.3.1. <i>Применение</i>	42
8.3.2. <i>Входы напряжения</i>	42
8.3.2. <i>Принцип работы</i>	44
8.4. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (79).....	48
8.4.1. <i>Введение</i>	48
8.4.2. <i>Логика блокировки функций защиты во время цикла АПВ</i>	49
8.5. УСТРОЙСТВО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ (50BF).....	50
8.5. СЛОМАННЫЙ ПРОВОДНИК.....	52
8.6. ЗАТОРМОЖЕННЫЙ РОТОР	52
8.7. ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТОТЫ (только для модификации 3.2 и выше).....	53
8.8. ПРЕВЫШЕНИЕ НАГРУЗКИ (только для модификации 3.2 и выше)	54
8.9. МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ПУСКОВ (только для модификации 3.2 и выше).....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ: ПРИМЕР УСТАВКИ	58
1. ДАННЫЕ И ТРЕБОВАНИЯ.....	58
2. УСТАВКИ РЕЛЕ.....	58
2.1. <i>Общие параметры настройки</i>	58
2.2. <i>Уставки защиты</i>	58



МНОГОЦЕЛЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ФИДЕРА, ДВИГАТЕЛЕЙ, РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ЛИНИЙ, ГЕНЕРАТОРОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

Система F650 включает следующие

органы защиты:

ТОКОВЫЕ ОРГАНЫ ЗАЩИТЫ

МТЗ без выдержки времени

3 × МТЗ ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ БЕЗ
ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ С ВЫСОКОЙ
УСТАВКОЙ (50PH)

3 × МТЗ ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ БЕЗ
ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ С НИЗКОЙ УСТАВКОЙ
(50PL)

3 × МТЗ НЕЙТРАЛИ (50N)

3 × ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ
ВРЕМЕНИ (50G)

3 × ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ
ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50SG)

3 × МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ С
ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ(50IG)

МТЗ с выдержкой времени

3 × МТЗ ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ С
ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ С ВЫСОКОЙ
УСТАВКОЙ (51PH)

3 × МТЗ ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ С
ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ С НИЗКОЙ УСТАВКОЙ
(51PL)

3 × МТЗ НЕЙТРАЛИ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ
(51N)

3 × ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ
(51G)

3 × ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С
ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51SG)

Ток обратной последовательности

3 × МТЗ ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ
С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (46P)

Тепловое изображение:

3 × ЗАЩИТА ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ (49P)

ОРГАНЫ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ

3 × НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА ОТ
МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ (67P)

3 × НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА НЕЙТРАЛИ (67N)

3 × НАПРАВЛЕННАЯ ЗЕМЛЯНАЯ ЗАЩИТА
(67G)

3 × ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННАЯ
ЗЕМЛЯНАЯ ЗАЩИТА (67SG)



ОРГАНЫ ЗАЩИТЫ НАПРЯЖЕНИЯ
Защиты минимального и максимального
напряжения

3 × НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА
МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ
МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ (27P)

3 × НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА
МАКСИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ
МЕЖДУФАЗНЫХ КЗ (59P)

МЗН нулевой последовательности

3 × МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАЩИТА НАПРЯЖЕНИЯ
НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ С
ВЫСОКОЙ УСТАВКОЙ (59NH)

3 × МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАЩИТА НАПРЯЖЕНИЯ
НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ С
НИЗКОЙ УСТАВКОЙ (59NL)

Дополнительные защиты минимального и
максимального напряжения

3 × ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОГО
ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (59X)

3 × ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОГО
ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (27X)

Максимальное напряжение обратной
последовательности

3 × МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАЩИТА НАПРЯЖЕНИЯ
ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ (47P)

МОЩНОСТЬ

3 × ЗАЩИТА МОЩНОСТИ ПРЯМОЙ ВОЛНЫ
(32FP)

3 × ЗАЩИТА НАПРАВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ
(32)

Устройство F650 также включает следующие
органы управления:

1 × КОМПЛЕКТ НАСТРОЙКИ

3 × ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ (81O)

3 × ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ (81U)

1 × ПРОВЕРКА СИНХРОНИЗМА (25)

1 × АПВ (79)

1 × УРОВ (50BF)

1 × ОТКАЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ (VTFF)

3 × РАЗОРВАННЫЙ ПРОВОДНИК

3 × ЗАТОРМОЖЕННЫЙ РОТОР

3 × ИЗМЕНЯЕМАЯ ЧАСТОТА

3 × ПРЕВЫШЕНИЕ НАГРУЗКИ

1 × МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ПУСКОВ

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ФИДЕРА

Система F650 обладает гибкой способностью
группирования органов защиты. Это значит, что



органы защиты могут использоваться в одном из следующих режимов.

ОДИН КОМПЛЕКТ НАСТРОЙКИ

В этом режиме все органы защиты активируются и работают одновременно. Это дает возможность использования всех **независимых органов защиты**, которые можно адаптировать для применения большого количества защит в одном реле. Это режим по умолчанию.

ТРИ КОМПЛЕКТА НАСТРОЙКИ

В этом режиме органы защиты группируются в три независимых **КОМПЛЕКТА** по три органа на функцию (функция трех органов), и только один из комплектов будет активен в данный момент. Уставка или логический сигнал, то есть цифровой ввод, выбирает, какой комплект будет активен на этот раз.



1. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ

Максимальная токовая защита от междуфазных замыканий используется в качестве основной и резервной защиты в каждой защитной зоне энергосистемы. Функция МТЗ без выдержки времени осуществляет быстрое отключение системы при токах КЗ вблизи места релейной защиты. Реле МТЗ с выдержкой времени позволяет получить необходимые зависимые характеристики выдержки времени против тока повреждения и служит для обнаружения любого тока КЗ, превышающего максимальную нагрузку. В случае сложноразветвленных линий ток КЗ может быть направлен вперед или назад. В связи с этим следует применять орган направления мощности. Это не относится к линиям радиального распределения, трансформаторам, генераторам и др. Реле МТЗ с выдержкой времени обычно применяются на распределительных линиях, двигателях радиальных ЛЭП, батареях конденсаторов, шунтирующих реакторах или в качестве резервной защиты в трансформаторах и генераторах.

1.1. СОВЕТЫ ПО УСТАВКАМ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КЗ

Органы направленной защиты от междуфазного КЗ (по одному на каждую из фаз А, В, С) определяют направление движения фазового тока в устойчивом состоянии и условиях КЗ и могут быть использованы для управления работой органов МТЗ.

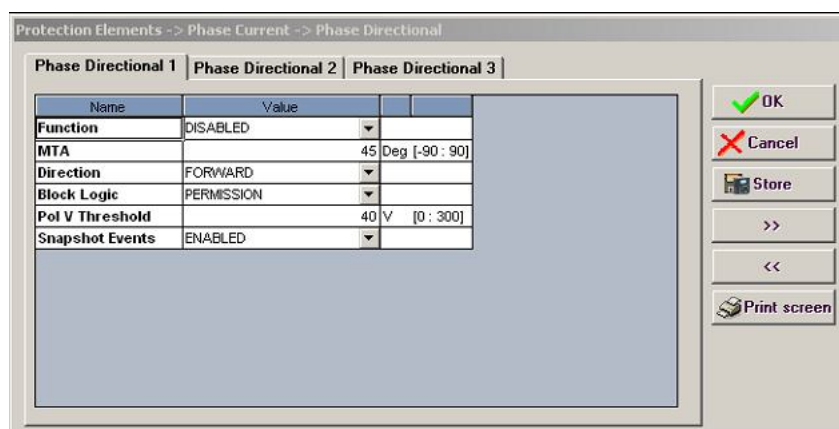


РИСУНОК 1. НАСТРОЙКА ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ

В органе направленной защиты реле производит сигналы двух видов: сигналы блокировки и рабочие сигналы. В органе направленной защиты полученные сигналы разделяются для каждой фазы (А, В, С) на блокировочные и рабочие сигналы.

Блокировочные сигналы указывают на блокирование органа направленной защиты: внешний блокировочный сигнал и падение напряжения поляризации. По рабочим сигналам можно судить, разрешает ли орган направленной защиты работу или нет.

При блокировке органа направленной защиты пользователь может задать его режим в ситуации блокировки: то есть разрешить работу контролируемого устройства или заблокировать путем падения напряжения поляризации или внешним блокированием органа направленной защиты. Этот выбор осуществляется с помощью уставки **Block Logic**. Выбором команды **Block** блокируется работа контролируемого устройства; выбор **Permission** обеспечивает продолжение работы контролируемого устройства.



В примере на рисунке К.2 уставка **Block Logic** органа направленной защиты находится в положении **Block**, поэтому при блокировке органа направленной защиты не будут произведены рабочие сигналы. Как видно из рисунка, при блокировке органа направленной защиты генерируются блокировочные сигналы; разрешающие сигналы отключаются, что исключает возможность работы соответствующих органов защиты. Если уставка **Block Logic** имеет значение **Permission**, будут активированы рабочие сигналы и работа соответствующих органов МТЗ станет возможной.

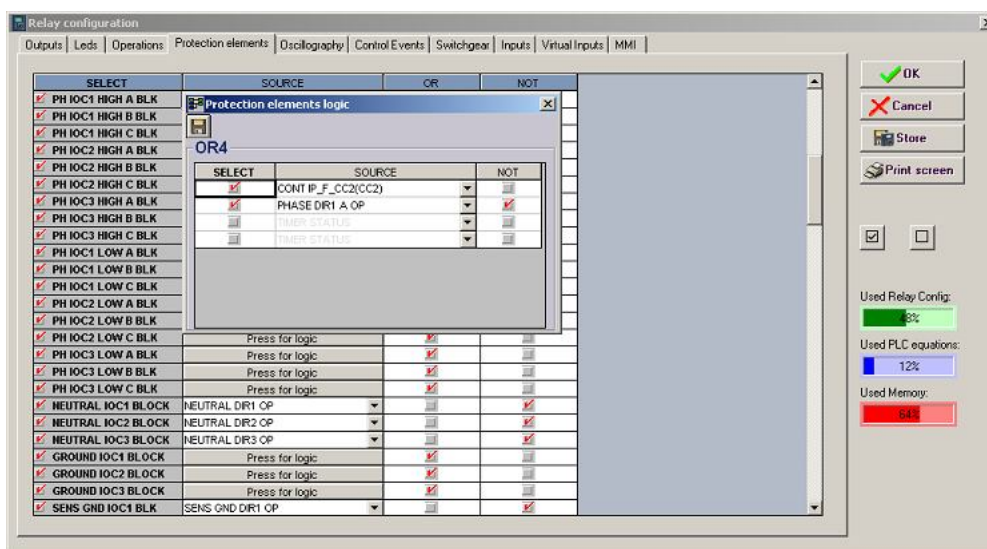


РИСУНОК 2. КОНФИГУРАЦИЯ БЛОКИРОВКИ ОРГАНОВ МТЗ В ОРГАНЕ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ

На этом рисунке показана конфигурация блокировки для органа МТЗ с выдержкой времени. Блокировка конфигурируется независимо для каждой фазы и группы уставок, и выбранные блокировочные сигналы можно менять в зависимости от требований пользователя. Орган МТЗ будет заблокирован, если соответствующий орган направленной защиты не дает разрешения на работу. PH IOC1 HIGH A BLK = NOT (PHASE DIR1 A OP). В этом примере орган МТЗ тоже блокируется цифровым входом.

Органы направленной защиты также могут блокироваться сигналами, идущими от других реле, контроллеров с программируемой логикой (PLC) или сигналами, сконфигурированных в релейном редакторе PLC (логический конфигуратор). В этом случае используется сигнал PHASE DIR BLK INP. На рисунке 3 показан пример конфигурации блокировки по умолчанию органа направленной защиты для цифрового входа. Для каждой группы уставок на вход имеется один блокировочный сигнал.

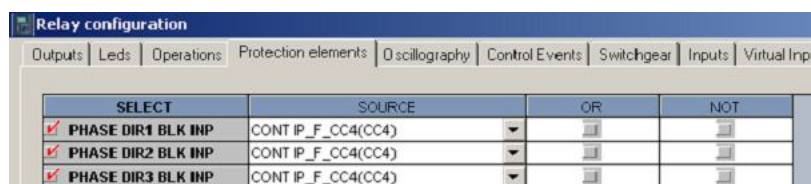


РИСУНОК 3. КОНФИГУРАЦИЯ БЛОКИРОВКИ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ПО ВХОДУ



Главными компонентами органа направленной защиты от междуфазного КЗ является угловой компаратор с двумя входами: для рабочей величины (фазовый ток) и величины поляризации (вращение линейного напряжения на угол, заданный уставками максимального угла нагрузки (МУН), эквивалентного максимальному углу чувствительности направленного электромеханического реле).

В этом органе направленной защиты используется перекрестная поляризация; это означает, что в случае замыкания в фазе А рабочая величина будет равняться I_a , а величина поляризации — V_{bc} . При замыкании фазы В рабочая величина будет равна I_b , а поляризационная величина — V_{ca} , повернутая на заданный угол кручения. Наконец, в случае замыкания фазы С рабочие величины будут равны I_c V_{ab} .

ТАБЛИЦА 1: РАБОЧИЕ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ДЛЯ ОРГАНОВ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ

ФАЗА	РАБОЧАЯ ВЕЛИЧИНА	ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ВЕЛИЧИНА
А	I_a	$V_{bc} \times 1 \text{ МТА}$
В	I_b	$V_{bc} \times 1 \text{ МТА}$
С	I_c	$V_{bc} \times 1 \text{ МТА}$

Поляризационная диаграмма выглядит следующим образом:

ФАЗА А
Vpol: $V_{bc} \times 1 \text{ ЕСА}$
РАБОЧАЯ ВЕЛИЧИНА
МТА/ЕСА: ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЙ УГОЛ ОРГАНА

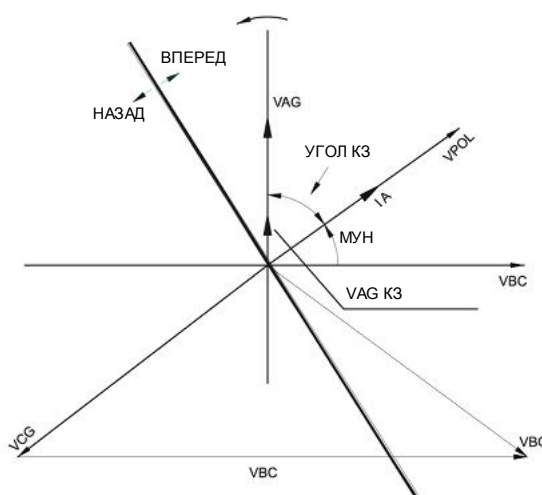


РИСУНОК 4. ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ДИАГРАММА

На диаграмме показано короткое замыкание фазы А. При этом, рабочая величина равна I_a , поляризационная величина равна V_{bc} , которая повернулась на угол



нагрузки, заданный как МУН. Положительными считаются углы при вращении против часовой стрелки, отрицательными — при вращении по часовой стрелке. Направление считается прямым, если ток находится внутри дуги $\pm 90^\circ$ по обеим сторонам поляризованного напряжения. В органе направленной защиты имеется уставка направления **Direction**, которая определяет, в какой области позволена работа органа — в области прямого или обратного направления. Рабочая область включает зону безопасности в 5° на каждой стороне конуса. Этот конус безопасности применяется, когда расчеты направления работы выполняются для первоначальных условий блокировки. При переходе из области без отключения в область отключения рассматривается этот конус. При обратном переходе из области отключения в область без отключения этот конус не будет рассматриваться, и вся область будет рабочей. Конус безопасности всегда находится в рабочей области, как в случае прямого, так и обратного направления.

Замечание: В ситуациях, когда инвертирование тока производится во время КЗ, органу направленной защиты потребуется какое-то время для создания блокировочного сигнала. Это время приблизительно составляет 20 мс. Некоторые органы МТЗ без выдержки времени могут включаться до получения блокирующего сигнала от органа направленной защиты. В случаях, когда такая ситуация возможна, рекомендуется задержка длительностью 50 мс для органов МТЗ без выдержки времени.

1.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ДЛЯ МТЗ ПРОТИВ ЗАМЫКАНИЯ МЕЖДУ ФАЗАМИ

1.2.1. Элементы органа управления МТЗ без выдержки времени (IOC HIGH и IOC LOW)

Этот элемент защиты МТЗ без выдержки времени можно использовать в качестве мгновенной функции без намеренной задержки или в качестве функции независимой выдержки времени. Величины фазового токового ввода можно запрограммировать в виде базовой векторной величины или суммарной среднеквадратичной величины сигнала в зависимости от требований приложения.

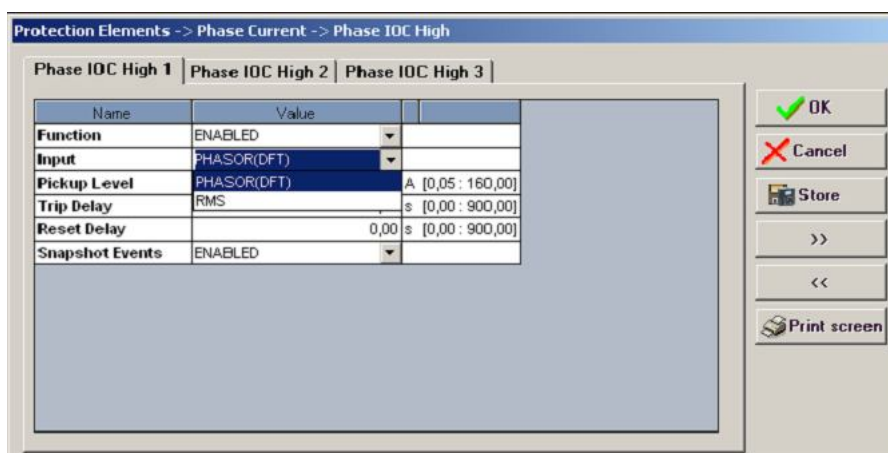


РИСУНОК 5. НАБОР УСТАВОК ДЛЯ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КЗ МЕЖДУ ФАЗАМИ



Критерии уставок для защиты ЛЭП, трансформаторов и двигателей те же, что и для реле UR, когда значение входной уставки имеет вид **PHASOR (DFT)**.

При среднеквадратичном (RMS) значении уставки это реле можно использовать для защиты конденсаторной батареи, статических фильтров контроля реактивной мощности или совместно с электромеханическим реле.

В двух первых случаях элемент обеспечивает защиту от 3-фазного внутреннего КЗ.

Успешная работа органов защиты без выдержки времени достигалась при тройном номинальном токе конденсатора. При встречновключенных конденсаторных батареях (то есть параллельно другим конденсаторным батареям на одной и той же шине) используется значение уставки четырехкратного тока.

1.2.2 Элементы МТЗ (ТОС HIGH и ТОС LOW) с выдержкой времени

Элемент МТЗ с выдержкой времени обеспечивает необходимую характеристику срабатывания с выдержкой времени на приложенный ток или может быть использован в качестве элемента независимой выдержки времени. Величины фазового токового ввода можно запрограммировать в виде базовой векторной величины или суммарной среднеквадратичной величины сигнала в зависимости от требований приложения.

Во включенном состоянии этот элемент обладает свойством торможения напряжением. Это достигается с помощью умножителей (в соответствии с напряжениями режима «фаза-фаза» графической характеристики удерживающего напряжения, как показано ниже). Это свойство является полезным при защите ротационных машин, генераторов, электродвигателей и синхронных компенсаторов.

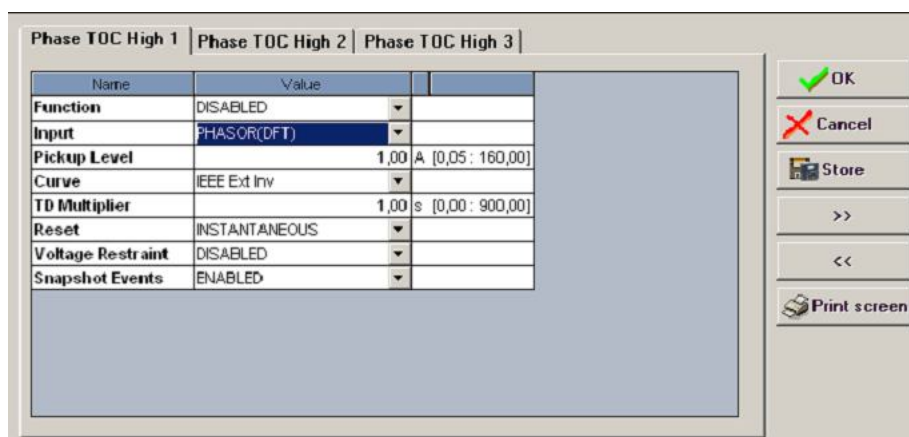


РИСУНОК 6. НАБОР УСТАВОК ДЛЯ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КЗ МЕЖДУ ФАЗАМИ

Критерии уставок **PHASE TOC1 INPUT**, **PHASE TOC1 PICKUP**, **PHASE TOC1 TD MULTIPLIER**, **PHASE TOC1 RESET**, и **PHASE TOC1 VOLTAGE RESTRAINT** такие же, как те, что даны для UR реле, поскольку их характеристики одинаковы. Дополнительные пояснения даны в разделе Е.

Для батарей конденсаторов уставка ТОС составляет 125-135% номинального тока. Для этого рекомендуется уставка срабатывания 1.5 р.и. Обычно органы защиты МТЗ с выдержкой времени можно использовать с нормальными значениями уставок. При этом не происходит ошибочного срабатывания из-за противотока.

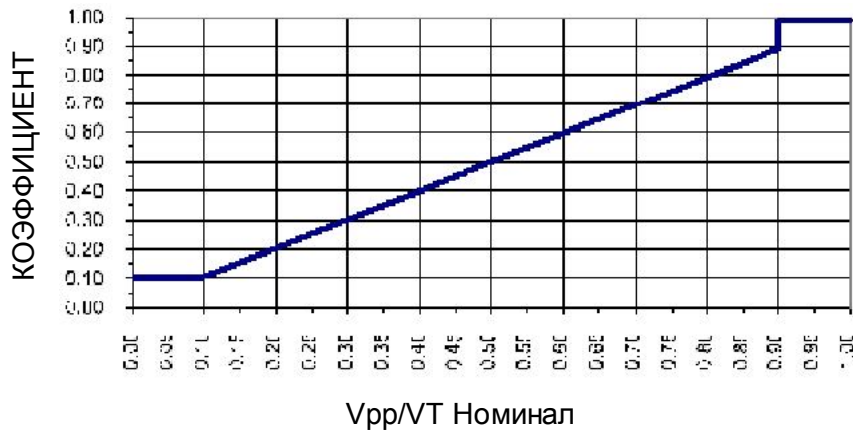


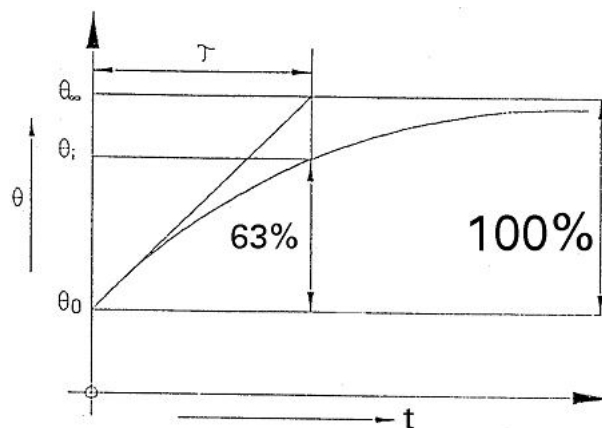
РИСУНОК 7. ХАРАКТЕРИСТИКА УДЕРЖИВАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

1.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ЗАЩИТЫ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ

Орган 49 представляет собой элемент защиты, который «имитирует» тепловое нагревание, возникшее в результате протекания тока через защищенное устройство. Для расчета величины теплового изображения используется следующее уравнение:

$$t = \tau * \ln \left[\frac{(I/I_{pickup})^2}{(I/I_{pickup})^2 - 1} \right]$$

Тепловое изображение базируется на следующей характеристике нагрева.



Где

t = Время срабатывания

τ = Постоянная времени нагрева.

I = Уравнительный ток

I_{pickup} = Уровень уставки срабатывания.



При охлаждении тела постоянная времени охлаждения не аналогична постоянной времени нагревания; поэтому эта функция имеет независимые уставки для постоянных нагревания и охлаждения.

Постоянная охлаждения больше постоянной нагревания.

Name	Value		
Function	ENABLED		
Heat Time Constant	6,0	min	[3,0 : 600,0]
Cool Time Constant	2,00		[1,00 : 6,00]
Pickup Level	1,00	A	[0,05 : 160,00]
Alarm Level	80,0	%	[1,0 : 110,0]
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 8. УСТАВКИ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ

Поскольку эта функция не имеет поправки для тока I_2 , ее использование ограничено ЛЭП, кабелями и силовыми трансформаторами. Ее использование для защиты ротационных машин ограничено установками, где при нормальной работе не ожидают высокого уровня разбаланса напряжений.

УРОВЕНЬ ТОКА СРАБАТЫВАНИЯ

Вообще ток срабатывания должен быть больше ожидаемого тока максимальной постоянной нагрузки.

$$I_{PKP} = K * I_{load}^{max}$$

Где K — коэффициент надежности, равный 1,1.

ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ НАГРЕВАНИЯ

Эта уставка должна быть аналогичной постоянной времени нагревания защищаемого компонента.

ПОСТОЯННАЯ ВРЕМЕНИ ОХЛАЖДЕНИЯ

Время охлаждения для трансформаторов и кабелей аналогично времени нагревания, но для надежности рекомендуется в 2 раза большая величина уставки. Для ротационных машин значение этой уставки равно 6.

В приведенных ниже таблицах показаны типичные значения постоянной времени для различных компонентов и значения уставок для этой функции.



**ТАБЛИЦА 2: ТИПИЧНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ ВРЕМЕНИ НАГРЕВАНИЯ
ДЛЯ МАШИН**

Трехфазные электродвигатели				
Конструкция	Число полюсов	Мощность, кВт	Минимальная тепловая постоянная времени реле	
Открыто	2-12	15-400	20	
Закрыто	2	-70	30	
		70-170	40	
	4	-55	30	
		55-400	40	
	6	-40	30	
		40-300	60	
		8-12	-15	60
			12-250	60
Синхронные машины				
Тип		Минимальная тепловая постоянная времени реле		
Явнополюсные машины		20-60		
Быстроходные машины		20-40		
Трансформаторы				
Охлаждающие		Мощность, МВА	Минимальная тепловая постоянная времени реле	
Естественное охлаждение		Все мощности	80	
Воздушное принудительное охлаждение		15...30	80	
		Больше 30	110	
Воздушное принудительное охлаждение с принудительной циркуляцией масла		Больше 40	110	
Водяное охлаждение		Меньше 30	80	
		Больше 30	110	



**ТАБЛИЦА 3: ТИПИЧНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ ВРЕМЕНИ НАГРЕВАНИЯ
ДЛЯ КАБЕЛЕЙ**

Кабели в кабельном канале, изолированные гудроном								
Площадь сечения	Тепловая постоянная времени в минутах							
	До 1 кВ		6кВ		10 кВ		20 кВ	
	Кабель, мин. (*)	Реле, мин.	Кабель, мин. (*)	Реле, мин.	Кабель, мин. (*)	Реле, мин.	Кабель, мин. (*)	Реле, мин.
3 × 50	20	20	25	20	34	30	56	40
3 × 70	20	20	30	30	38	30	61	60
3 × 95	23	20	36	30	43	40	66	60
3 × 120	27	20	29	30	47	40	70	60
3 × 150	30	30	45	40	49	40	74	60
3 × 185	34	30	49	40	55	40	78	60
3 × 240	40	40	55	40	61	60	83	80

Временные постоянные для кабелей являются приближенными минимальными значениями.



2. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА НЕЙТРАЛИ

Все критерии применения, описанные для реле UR, могут использоваться для устройства F650.

2.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ОРГАНА НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

В устройстве F650 есть 3 органа направленной МТЗ нейтрали. Их можно установить в прямом или обратном направлении КЗ. Выходной операнд подтверждается, если величина тока срабатывания больше уровня срабатывания (МТЗ) и направление КЗ видится соответственно как «прямое» или «обратное» (направленная защита). Органы направленной защиты сами по себе не используются для непосредственного отключения; они служат для придания направления элементам МТЗ нейтрали ИОС (без задержки времени) и ТОС (с задержкой времени). Кроме того, они могут использоваться в пилотных схемах для обеспечения дистанционной защиты от КЗ через большое активное сопротивление.

Критерии подбора уставок те же, что описывались для реле UR. Есть наибольшие различия в настройке органов и величины выдержки срабатывания, основные принципы работы аналогичны UR.

Орган направленной защиты нейтрали используется для контроля органов МТЗ нейтрали (3I0) с помощью расчета фазных токов в качестве рабочей величины с целью селекции направления КЗ. Этот орган может быть настроен на использование напряжения нейтрали (3V0) или поляризационного тока, измеренного на 5-м токовом вводе (I_p), или может использовать оба этих параметра в качестве поляризационных величин.

Name	Value		
Function	ENABLED		
MTA	-45 Deg [-90: 90]		
Direction	FORWARD		
Polarization	VO		
Block Logic	PERMISSION		
Pol V Threshold	10 V [0: 300]		
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 9. УСТАВКИ ОРГАНА 67N

Угол максимальной чувствительности. Эта уставка сопоставляется с углом КЗ при КЗ в дальнем конце защищенной линии. Ниже приведены типичные уставки.

Главный трансформатор с непосредственно заземленной нейтралью: -75°

Главный трансформатор с нейтралью, заземленной через токоограничивающий резистор: -5°

Главный трансформатор с нейтралью, заземленной через реактор: -80°



Направление органа направленной защиты (Direction): Возможные опции для этой уставки FORWARD и REVERSE

Тип поляризации (Polarization): Эта уставка указывает тип поляризации. В данном устройстве может использоваться поляризация напряжения (V_0) и (или) поляризация тока (I_p). Возможные значения уставок:

V_0 Поляризация напряжения

I_p Поляризация тока

$V_0 + I_p$ Поляризация тока или напряжения позволяет органу срабатывать, когда одна из этих поляризационных величин разрешает работу.

Если выбран тип поляризации V_0+I_p , то реле сработает в том случае, когда одна из этих поляризационных величин покажет выбранное направление в уставке направления.

Если выбран тип поляризации V_0+I_p , то реле сработает только в том случае, когда обе поляризационные величины покажут выбранное направление в уставке направления.

Polarization Voltage Threshold (Пороговое значение напряжения поляризации):

Это минимальное напряжение, рассматриваемое для расчета направления. При этой уставке орган будет заблокирован. Типичное значение уставки $3V$ вторичной цепи.

2.2.1. Принцип работы напряжения поляризации

Рабочая величина: $I_n = 3 \cdot I_0$, рассчитываемый с помощью фазных токов.

Величина поляризации: $-3V_0$. Рассчитывается с помощью фазового напряжения или измеряется на входных клеммах (A11, A12). После измерения реле поворачивается внутренне на 180° для получения величины $-3V_0$.

На рисунке К.10 показана работа поляризации нулевой последовательности, $3V_0$ в случае КЗ АГ. В данном случае поляризационную величину можно рассчитать из величин трехфазного напряжения или измерить с помощью 4-го входа напряжения. В этом последнем случае трансформатор напряжения должен быть соединен «звездой» и уставка **Auxiliary Voltage** в **General Settings** должна быть сконфигурирована как **VX**. Рабочая величина $3I_0$ рассчитывается из фазовых токов.

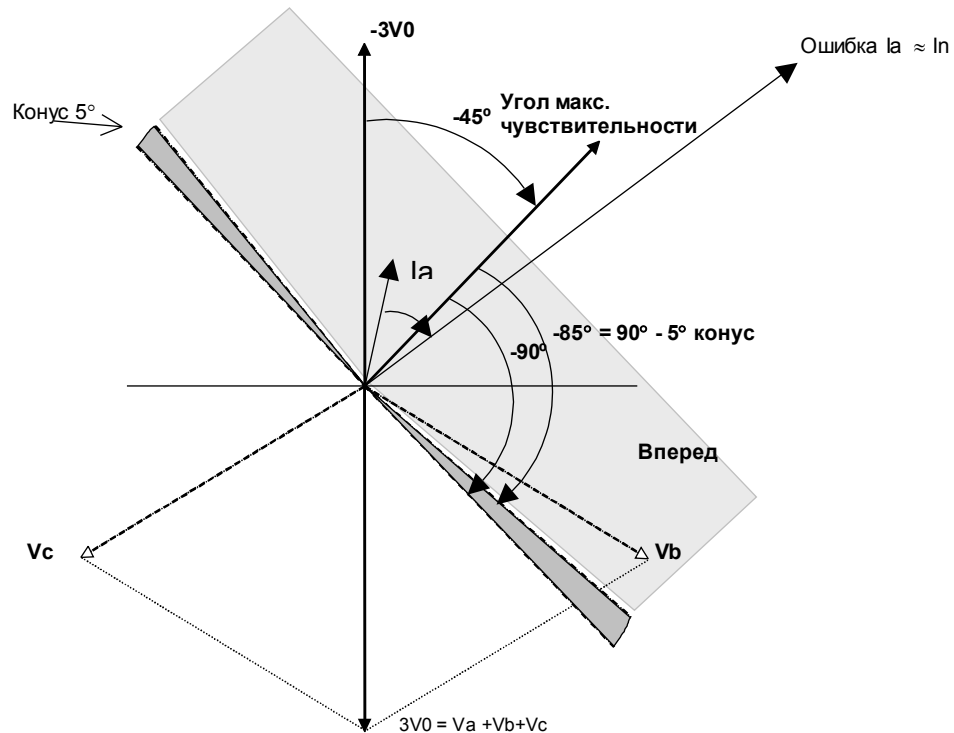


РИСУНОК 10. ПОЛЯРИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Минимальный ток I_n срабатывания органа равен 50 мА. Минимальное напряжения поляризации для срабатывания органа задается уставкой **Polarization Voltage Threshold** (порог напряжения поляризации). Минимальный ток поляризации (I_p) равен 5 мА.

Для поляризации органу направленной защиты с поляризацией напряжения требуется 1 цикл (20 мс при 50 Гц). Это время следует учитывать при уставке органов МТЗ **Block Logic в положении Permission**. Обычно при отсутствии специальных требований рекомендуется запрограммировать уставку **Block Logic** на значение **Block** или другое, для того чтобы дать небольшую выдержку времени органу МТЗ и позволить органу направленной защиты поляризацию и блокировку отключения.

2.2.2. Принцип работы тока поляризации:

Рабочая величина: $I_n = 3 \cdot I_0$, рассчитывается по фазному току.

Поляризационная величина: Ток I_p , измеренный на входных клеммах В11-В12.

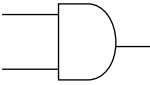
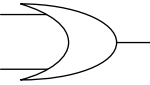
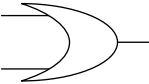
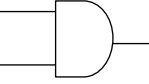
При выборе токовой поляризации I_p величина поляризации равна I_p , то есть значение тока измерено на пятом токовом вводе. Этот поляризационный ток обычно должен идти от центрального отвода, измеряющего ток, который поступает от земли на нейтраль трансформатора. Направление считается передним (**Forward**), когда ток нейтрали находится внутри дуги $\pm 85^\circ$ по обеим сторонам тока поляризации. В любом другом случае направление будет обратным — **Reverse**. Если ток поляризации менее 5 мА, то выход устройства принимает значение уставки **Block Logic**.

Направление считается прямым, когда фазовый сдвиг между обеими величинами меньше 85° . Если этот угол меньше 85° , то КЗ считается обратным.



В следующей таблице показано управление выходными сигналами органа (блокировка и разрешение) в зависимости от уставки типа поляризации.

**ТАБЛИЦА 4: УПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ
В СООТВЕТСТВИИ С УСТАВКОЙ ТИПА ПОЛЯРИЗАЦИИ**

УСТАВКА ПОЛЯРИЗАЦИИ	СИГНАЛ БЛОКИРОВКИ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ НЕЙТРАЛИ	СИГНАЛ РАБОТЫ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ НЕЙТРАЛИ
Vo	Уставка Vo < POL V THRESHOLD	Vo разрешение
Ip	Ip < 5 мА	Ip разрешение
Vo + Ip	Vo < POL V THRESHOLD Ip < 5 мА 	Vo разрешение Ip разрешение 
Vo + Ip	Vo < POL V THRESHOLD Ip < 5 мА 	Vo разрешение Ip разрешение 

2.2. ОРГАН МТЗ НЕЙТРАЛИ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51N)

Орган 51N является элементом МТЗ нейтрали с выдержкой времени. В качестве входной величины этот элемент использует ток нейтрали, рассчитанный из фазных токов. Отключение может быть хронировано по характеристике, выбираемой уставкой. Возврат может быть мгновенный или линейный.

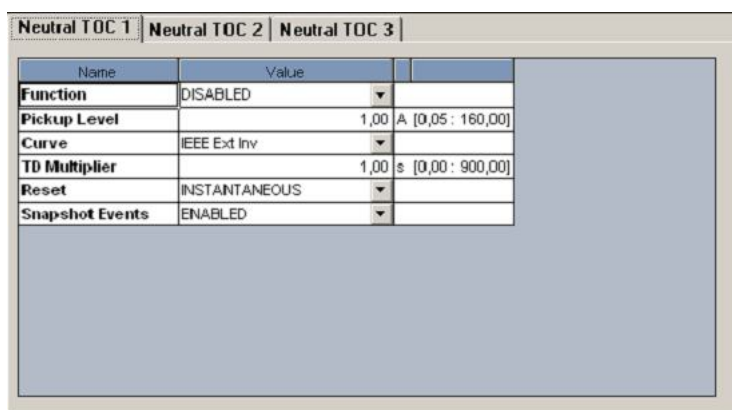


РИСУНОК 11. УСТАВКА 51N

Для этих органов применимы все критерии, описанные в разделе **D для реле UR**. Основные различия следующие:

- Нет выбора «phasor» (векторный) или «RMS» (среднеквадратичный). Эта функция работает с входным сигналом, избранным в органе фазовой МТЗ с выдержкой времени.
- Возможные обратозависимые характеристики времени следующие:
ИИЭЭ: чрезвычайно/очень/умеренно обратозависимые
МЭК: характеристика A/B/C/длительной выдержки/кратковременной выдержки
IAC: чрезвычайно/очень/нормально/умеренно обратозависимые



АНИС: чрезвычайно очень/нормально/умеренно обратозависимые I2t

Независимая выдержка времени

Характеристика выпрямителя.

Характеристика пользователя FlexCurve™ A/B/C/D

Большинство характеристик аналогичны характеристикам UR.

- с) Инициализация характеристики Flexcurve аналогична UR, но экран имеет следующий вид:

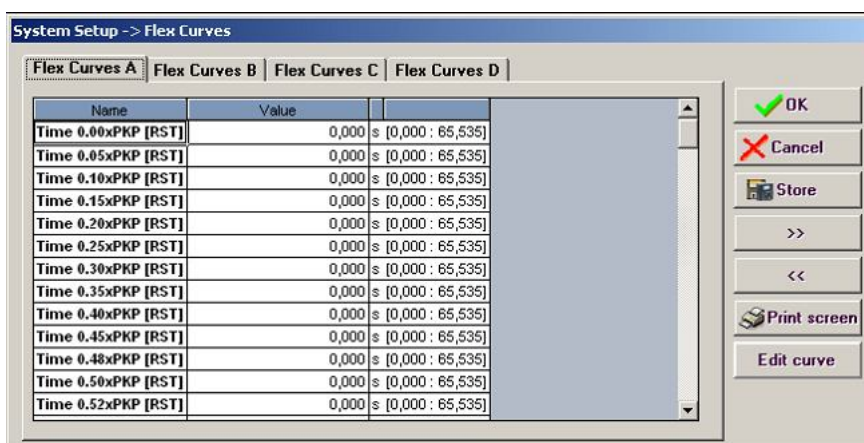


РИСУНОК 12. ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИКИ FLEXCURVE

- d) Возврат может быть мгновенный или линейный.

2.3. МТЗ НЕЙТРАЛИ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50N)

Эту функцию можно использовать в качестве органа защиты без выдержки времени или органа с независимой выдержкой времени. Этот орган реагирует на основную гармонику тока нейтрали, рассчитанную из фазных токов. Величина срабатывания равна всего 3I0. В связи с этим этот орган не имеет преимуществ «торможения прямой последовательности», которая улучшает работу реле UR. Помимо этого ограничения, другие критерии, описанные для реле UR, вполне могут применяться для этого органа.

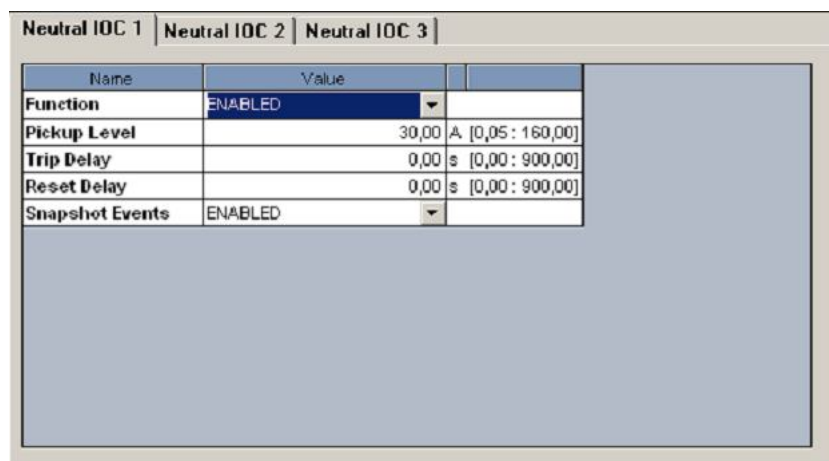


РИСУНОК 13. УСТАВКА 50N.



3. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Применимы все критерии применения, описанные в разделе 2.

3.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ (67G)

Орган 67G является элементом направленной защиты, используемым для контроля органов МТЗ от замыкания на землю. Величиной срабатывания является ток в земле, измеренный непосредственно на соответствующем входе (В9-В10), в то время как величиной поляризации является напряжение нейтрали (3V₀), рассчитанное из трехфазного напряжения или измеренное на специальном входе напряжения (А11-А12).

При использовании напряжения, измеренного на специальных клеммах входа напряжения, уставка **Auxiliary Voltage** в секторе **General Settings** должна быть **VN**.

Если устройство F650 настроено на защиту проверки синхронизма, то вход регулируется как напряжение шины и подсоединенный сигнал будет фаза-земля или фаза-фаза (уставка AUXILIARY VOLTAGE как VX).

Если устройство F650 не будет иметь органа проверки синхронизма, то этот вход можно установить на напряжение нейтрали 3V₀ и использовать в качестве поляризационной величины для органа 67G (уставка AUXILIARY VOLTAGE в положении VN).

Как и в случае с органом направленной защиты от замыкания в фазах, этот элемент содержит логику падения напряжения, которая разрешает блокировку или отключение с помощью уставки.

Name	Value		
Function	ENABLED		
MTA		-45 Deg	[-90 : 90]
Direction	FORWARD		
Polarization	VO		
Block Logic	PERMISSION		
Pol V Threshold		10 V	[0 : 300]
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 14. УСТАВКА 67G

Работа органа направленной земляной защиты 67G аналогична работе органа направленной защиты нейтрали 67N (раздел 2), за исключением того, что величиной срабатывания здесь является ток в земле I_g (67G), измеренный на входных клеммах В9-В10, а не ток нейтрали I_n (67N), рассчитываемый из фазовых токов.

Величиной поляризации, как и в случае защиты 67N, может быть напряжение поляризации (3V₀), рассчитанное из фазовых напряжений или измеренное на клеммах А11-А12, или ток поляризации (I_p), измеренный на клеммах 5-го входного трансформатора.



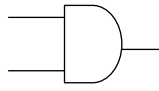
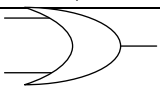

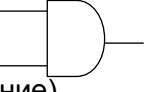
Критерии уставок аналогичны критериям органа 67N. В следующей таблице показаны используемые величины в каждой из поляризационных возможностей:

ТАБЛИЦА 5: ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ В СООТВЕТСТВИИ С УСТАВКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

УСТАВКА ПОЛЯРИЗАЦИИ	ВЕЛИЧИНА СРАБАТЫВАНИЯ	ВЕЛИЧИНА ПОЛЯРИЗАЦИИ
V_0	I_g	$3V_0$
I_p	I_g	I_{sg}
$V_0 + I_p$	I_g	$3V_0$ или I_{sg}
$V_0 * I_p$	I_g	$3V_0$ и I_{sg}

В следующей таблице показано управление выходными сигналами органа (блокирующими и разрешающими) в зависимости от уставки **Polarization Type** (тип поляризации).

ТАБЛИЦА 6: УПРАВЛЕНИЕ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСТАВКИ ТИПА ПОЛЯРИЗАЦИИ

УСТАВКА ПОЛЯРИЗАЦИИ	СИГНАЛ БЛОКИРОВКИ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ	СИГНАЛ СРАБАТЫВАНИЯ ОРГАНА НАПРАВЛЕННОЙ ЗЕМЛЯНОЙ ЗАЩИТЫ
V_0	$V_0 < A_{js}$. POL V THRESHOLD (пороговое напряжение POL V)	Permission V1 (разрешение V1)
I_p	$I_p < 5 \text{ mA}$	Permission (разрешение I_p)
$V_0 + I_p$	POL V THRESHOLD (пороговое напряжение POL V) $I_p < 5 \text{ mA}$ 	Permission V0 (разрешение V0)  Permission (разрешение I_p)
$V_0 * I_p$	POL V THRESHOLD (пороговое напряжение POL V) $I_p < 5 \text{ mA}$ 	Permission V0 (разрешение V0)  Permission (разрешение)

3.2. ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51G)

Орган 51G является элементом земляной МТЗ с выдержкой времени. Входная величина тока в земле измеряется на клеммах земного входа магнитного модуля В9-В10 и может программироваться как основная векторная величина или полная среднеквадратичная величина сигнала в зависимости от требований приложения. Отключение органа с выдержкой времени можно осуществить с помощью выбираемой характеристики. И она включает время возврата в исходное состояние, которое выбирается между мгновенным и линейно-зависимым временем.



Ground TOC 1			Ground TOC 2			Ground TOC 3		
Name	Value							
Function	ENABLED							
Input	PHASOR(DFT)							
Pickup Level		1,00 A	[0,05 : 160,00]					
Curve	IEEE Ext Inv							
TD Multiplier		1,00 s	[0,00 : 900,00]					
Reset	INSTANTANEOUS							
Snapshot Events	ENABLED							

РИСУНОК 15. УСТАВКА 51G

3.3. ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50G)

Орган 50G является элементом земляной МТЗ без выдержки времени, аналогичный органу 50N. В связи с этим для него применимы инструкции раздела 2.3.

Ground IOC 1			Ground IOC 2			Ground IOC 3		
Name	Value							
Function	ENABLED							
Input	PHASOR(DFT)							
Pickup Level		30,00 A	[0,05 : 160,00]					
Trip Delay		0,00 s	[0,00 : 900,00]					
Reset Delay		0,00 s	[0,00 : 900,00]					
Snapshot Events	ENABLED							

РИСУНОК 16. УСТАВКА 50G



4. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ

Все критерии применения, описанные в разделе 2, можно использовать здесь. Единственное отличие связано с чувствительностью системы: эти функции используются в изолированных системах с заземленной нейтралью или заземленных через высокий импеданс, что ограничивает ток КЗ до значений, при которых невозможно точно определить направление элементами МТЗ нейтрали или земляной МТЗ. В связи с этим рассмотрим только функции МТЗ для изолированных заземленных систем.

4.1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАВКАМ ЭЛЕМЕНТОВ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ (67SG)

См. Раздел 2.

4.2. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ (51SG)

См. Раздел 2.

4.3. ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ЗЕМЛЯНАЯ МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ (50SG)

См. Раздел 2.

4.4. МТЗ БЕЗ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ ДЛЯ НЕЗАЗЕМЛЕННЫХ СИСТЕМ (50IG)

Орган 50IG является элементом защиты распределительных фидеров, соединенных со сборной шиной, питаемой от силового трансформатора через соединение «треугольником» и «звездой». Работа этого органа аналогична работе органов чувствительной земляной МТЗ; разница состоит в том, что в случае защиты 50IG ток $3I_0$ является емкостным и использует весьма малые величины (0,5-10 А).

Рабочая характеристика защиты показана на рисунке 5, где V_h , V_l , I_h и I_l являются уставками органа защиты.



РИСУНОК 17. РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНА 50IG



Name	Value	
Function	ENABLED	
Vh Level	20 V	[2 : 70]
II LEVEL	0,005 A	[0,005 : 0,400]
VI LEVEL	2 V	[2 : 70]
Ih LEVEL	0,025 A	[0,005 : 0,400]
Delay	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Time to inst	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 18: УСТАВКИ ОРГАНА 50IG

Уставки реле для элементов 50IG следующие:

Vh, VL, Ih, IL

Vn и In — это значения, которые определяют точки в рабочей области. Типичными значениями для Vh и VL являются 20 и 2 вторичных вольт. Для Ih и IL значения уставок могут быть меньше наибольшего зарядного тока фидера, но наиболее подходящим значением является значение 1,2 зарядного тока. Во время однофазного короткого замыкания на землю уставка должна быть меньше зарядного тока.

Время срабатывания (выдержка): Поскольку КЗ в изолированных системах приводит к снижению тока, значение уставки больше 1 или 2 секунд.

Время отклонения на мгновенную защиту (Time to inst): Это время после отключения, в течение которого органы становятся органами защиты без выдержки времени. Если эта функциональная возможность не нужна, значение этой уставки можно свести к 0. Обычно значение этой уставки 200 мс.

4.4.1. Некоторые правила использования защиты от замыканий на землю в системах с изолированной нейтралью

Предел практического применения земляной защиты низкого уровня в промышленных энергетических системах является функцией физических параметров. Токовое считывание — лучший способ обнаружения и определения местоположения короткого замыкания на землю; однако емкость системы, несбалансированные нагрузки, ограничения датчика тока и гармоники оказывают влияние на измерение тока и ограничивают нижний уровень практического обнаружения КЗ на землю. Ниже описаны ограничительные факторы и способы ослабления в заземленных системах. На рисунке 19 показано, что каждая фаза распределительной системы обладает емкостью относительно земли.

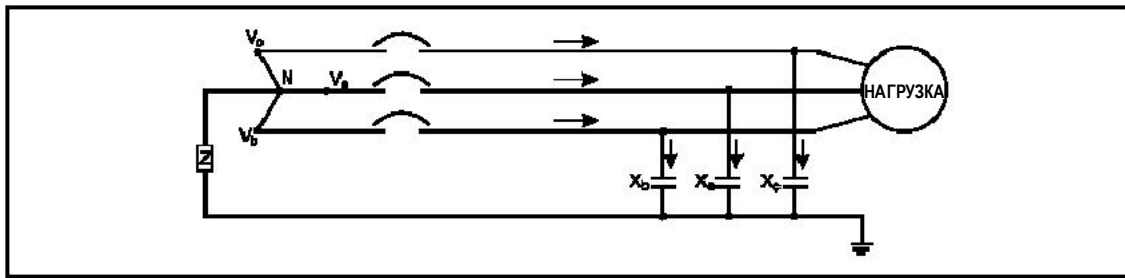


РИСУНОК 19. ТРЕХФАЗНАЯ СИСТЕМА, ДЕМОНИСТРИРУЮЩАЯ ЕМКОСТНЫЙ ХАРАКТЕР

Предел практического применения земляной защиты низкого уровня в промышленных энергетических системах является функцией физических параметров. Считывание по току — лучший способ обнаружения зарядного тока, который объясняется как ток, который поступает в землю, когда одна фаза незаземленной системы короткозамкнута на землю. На рис. 20 показан измеряющий его амперметр.

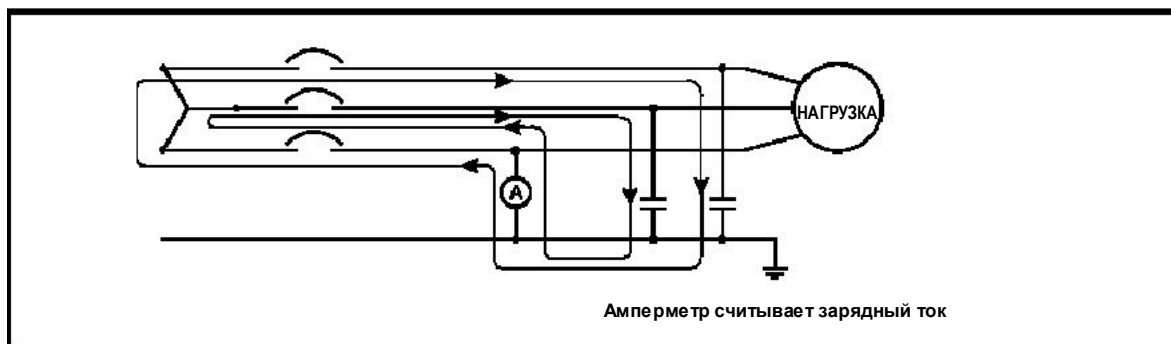


РИСУНОК 20. ЗАРЯДНЫЙ ТОК

Зарядный ток может вызвать ответное отключение замыкания на землю в неповрежденных фидерах многофидерной системы. Как видно из рисунка 19, стержневые симметричные трансформаторы тока (ТТ) на неповрежденных фидерах обнаруживают ток зарядки соответствующих фидеров. Трансформатор тока на поврежденном фидере обнаруживает векторную сумму зарядных токов неповрежденных фидеров и ток в устройстве импедансного заземления. Чтобы избежать ответного отключения, значение уставки срабатывания тока замыкания на землю следует установить больше, чем самый большой зарядный ток фидера или использовать для нижних уставок критерии направленной защиты. Значение срабатывания для всех защитных устройств от замыкания на землю должно быть одинаковым. Согласование следует проводить путем изменения времени задержки отключения.

Небаланс емкостей фаза-земля ($X_c \neq X_b \neq X_a$), показанный на рисунке 19, приводит к появлению устойчивого тока нулевой последовательности. Одной из причин небаланса является геометрическая асимметрия по отношению к фазовым проводам и земле. В уравновешенной системе фазовые емкостные токи дают в сумме 0. В неуравновешенной системе сумма емкостных токов не равна 0, и это может обнаружить стержневой симметричный трансформатор тока. Этот земляной ток не обязательно приводит к КЗ на землю, но может вызвать случайное отключение замыкания на землю.

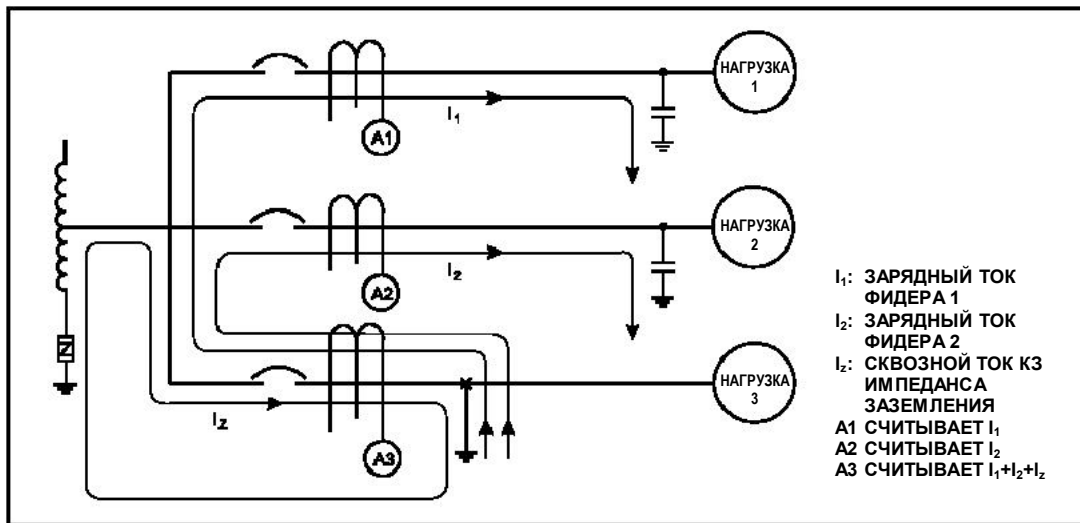


РИСУНОК 21.ЗАЗЕМЛЕННЫЙ ФИДЕР

Важно заметить, что токи несимметричной нагрузки не вызывают случайное отключение КЗ на землю. Если нет утечки в землю, токи несимметричной нагрузки дают в сумме 0 и не вызывают выходной ток у стержневого симметричного трансформатора тока.

При подключении двигателя непосредственно к сети противоток может иметь смещение постоянной составляющей, которое может вызвать выходной ток стержневого симметричного трансформатора тока. Переходные характеристики непредсказуемы, поскольку выключатель может замкнуться в любой момент электрического цикла. Неустановившийся переходный режим обычно длится менее 100 мс, и для обнаружения случайного КЗ на землю нужно, чтобы ток возбуждения был маленьким.

Все трансформаторы тока, включая стержневые симметричные трансформаторы с проемом для первичной цепи, используемые для обнаружения тока замыкания на землю (нулевой последовательности), имеют практические ограничения. Для возникновения пропорционального выходного тока в первичной обмотке необходим минимальный ток возбуждения. Ток возбуждения является функцией нагрузки, конструкции трансформатора тока и его размера. Для чувствительного обнаружения КЗ на землю нужен маленький ток возбуждения.

Защита, где используется фильтрование ДПФ, как в устройстве F650, игнорирует гармонические составляющие тока нулевой последовательности, который возникает из-за емкостной асимметрии, допуская низкие значения уставки на отключение. Три гармонические составляющие, фазовые переменные которых являются дополнительными, фильтруются при помощи алгоритма ДПФ с точки зрения тока емкостной асимметрии и тока КЗ на землю, что вновь позволяет выбрать меньше значение отключения по току; время одноциклового расчета ДПФ допускает короткое время отключения. Кроме того, эта характеристика в устройстве F650 допускает чувствительную настройку без потери согласования, что необходимо в других реле.



5. МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

46P — это элемент максимальной защиты, использующий в качестве входной величины вектор основной частоты тока обратной последовательности, рассчитанный из фазовых токов. Этот орган может использоваться для обнаружения небаланса нагрузки в системе и для дополнения функции МТЗ нейтрали. Срабатывание может быть мгновенным или с обратнoзависимой выдержкой времени. Возврат тоже может быть мгновенным или линейным.

Name	Value
Function	ENABLED
Pickup Level	1,00 A [0,05 : 160,00]
Curve	IEEE Ext Inv
TD Multiplier	1,00 s [0,00 : 900,00]
Reset	INSTANTANEOUS
Snapshot Events	ENABLED

РИСУНОК 22. ТОК ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Критерии уставок зависят от типа небаланса КЗ.

Для однофазного короткого замыкания на землю критерии те же, что обсуждались в разделах 2 и 3.

При междуфазных КЗ этот орган нужно согласовать с органами защиты фаз, расположенными выше. Поскольку обычно значение уставки срабатывания этого органа меньше величины номинального тока, его использование в качестве МТЗ фидеров ограничено.



6. ОРГАНЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Органы минимальной защиты по напряжению работают с независимой или обратнозависимой выдержкой времени. Если задана независимая выдержка, орган сработает, когда напряжение остается ниже заданного значения уставки в течение заданного периода времени. Эти органы могут быть настроены на обратнозависимую выдержку. Это семейство кривых выражается следующей формулой:

$$T = \frac{D}{1 - \frac{V}{V_{pickup}}}$$

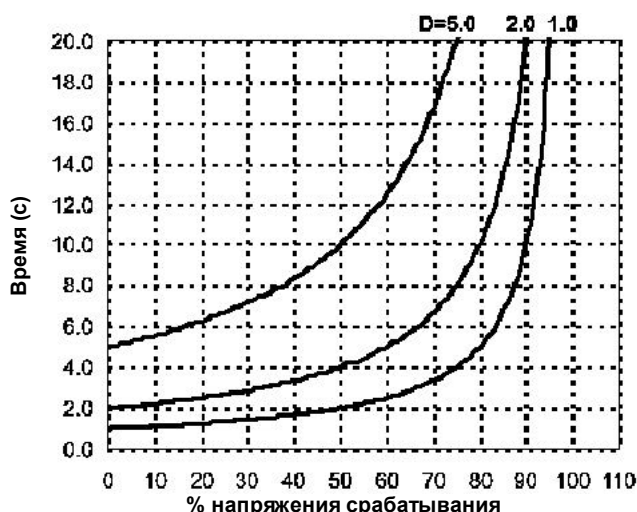
Где:

T = время срабатывания.

D = уставка времени срабатывания (выдержка)

V = напряжение, приложенное к реле.

V_{pickup} = уставка срабатывания (уровень срабатывания).



**РИСУНОК 23. КРИВЫЕ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ОБРАТНОЗАВИСИМОЙ ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ**

Органы защиты от перенапряжений работают с независимой выдержкой времени.

6.1. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОГО ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (27P)

Орган 27P является элементом защиты минимального фазного напряжения, использующий в качестве входной величины вектор основной гармоники фазного или линейного напряжения, выбираемый уставкой. Выдержка времени может быть независимая или обратнозависимая. Возврат органа всегда мгновенный, то есть происходит мгновенно при превышении напряжением величины отпадания.

Этот орган генерирует независимые сигналы срабатывания и отключения для каждой фазы и общие сигналы срабатывания и отключения для защиты. Последние сигналы с помощью операционной логики могут распознаваться как OR (или) (сигнал любой фазы) и AND (и) (сигналы всех фаз).



Name	Value	
Function	DISABLED	
Mode	PHASE-PHASE	
Pickup Level	10 V	[3 : 300]
Curve	DEFINITE TIME	
Delay	10,00 s	[0,00 : 900,00]
Minimum Voltage	5 V	[0 : 300]
Logic	ANY PHASE	
Supervised by 52	DISABLED	
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 24. УСТАВКИ ОРГАНА 27P

Для защиты минимального фазного напряжения рекомендуются следующие уставки:

Input mode (Mode) (Режим ввода): Эта уставка разрешает выбор срабатывания по линейному или фазному напряжению.

Уровень срабатывания: Нормальный уровень срабатывания меньше 85% номинального напряжения.

Curve Shape (Curve) (Форма кривой): Органы минимальной защиты по напряжению работают с независимой или обратозависимой выдержкой времени. Независимая выдержка времени используется обычно в схемах АВР. Обратозависимая выдержка используется в качестве резервной защиты и составляет 1-2 секунды.

Time Dial (Delay) (Шкала уставок времени (выдержка)): Время срабатывания порядка 1 секунды.

Minimum voltage Threshold (Minimum Voltage) (Минимальное пороговое напряжение (минимальное напряжение)): Уставка напряжения, ниже которой элемент минимальной защиты запрещается, чтобы не было срабатывания в случае обесточенной линии. Обычно устанавливается на 0.

Operation logic (Logic) (Операционная логика (логика)): ЛЮБАЯ ФАЗА, ДВЕ ФАЗЫ ИЛИ ВСЕ ФАЗЫ.

Supervision by breaker status (Supervised by 52) (Дистанционный контроль положением выключателя (контроль 52)): Эта уставка разрешает запрещение элемента минимальной защиты, если выключатель разомкнут. При включении этой уставки элемент минимальной защиты будет контролироваться положением выключателя. В других случаях этот элемент будет работать независимо от положения выключателя.

6.2. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОГО ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Орган 59P является элементом максимального фазного напряжения, использующим в качестве входной величины междуфазные напряжения, измеренные либо



непосредственно со входов напряжения в случае соединения «ТРЕУГОЛЬНИКОМ», либо рассчитанные из фазных напряжений в случае соединения «звездой».

Name	Value
Function	ENABLED
Pickup Level	10 V [3: 300]
Trip Delay	10,00 s [0,00: 900,00]
Reset Delay	0,00 s [0,00: 900,00]
Logic	ANY PHASE
Snapshot Events	ANY PHASE

РИСУНОК 25. УСТАВКИ ОРГАНА 59P

Уставки органа максимального фазного напряжения следующие:

Pickup Level (Уровень срабатывания): Это пороговое напряжение, выше которого орган максимального фазного напряжения будет срабатывать. Для срабатывания с выдержкой времени используется значение уставки 1 1,1 у.с. (значение уставки срабатывания), для мгновенной защиты — 1,2 у.с.

Trip time (Trip Delay) (Время отключения (выдержка отключения)): Типичное значение: 1 с.

Reset time (Reset Delay) (Время возврата (задержка возврата)): Время возврата элемента защиты. Обычно равно 3-х кратному времени срабатывания.

Operation logic (Logic) (Операционная логика (логика)) ЛЮБАЯ ФАЗА, ДВЕ ФАЗЫ ИЛИ ВСЕ ФАЗЫ.

6.3. ОРГАН МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАПРЯЖЕНИЯ НЕЙТРАЛИ (ВЫСОКОГО И НИЗКОГО УРОВНЯ) (59NH/59nI)

59NH — это элемент максимальной защиты напряжения нейтрали, использующий в качестве входной величины напряжение нейтрали (3V0) системы, рассчитанное из фазных напряжений, или величину напряжения, измеренную 4-м трансформатором напряжения. Он служит для обнаружения условий неуравновешенности системы, вызванных замыканием на землю или потерей одного или двух напряжений.

Уставка выбора источника этого напряжения задается между (Vn и Vx). При выборе Vn напряжение нейтрали, используемое элементом фазовой максимальной защиты, будет измеряться на входах (A11-A12). В этом случае элемент реле проверки синхронизации отключен. Если в качестве вспомогательного напряжения выбрано Vx, эта уставка соответствует входу напряжения шины, используемому для элемента проверки синхронизации, а напряжение нейтрали, используемое в элементах защиты 59NH 59NL, будет рассчитываться из фазных напряжений.



Обратите внимание на то, что элемент максимальной защиты напряжения нейтрали будет недоступен, если уставка **Phase VT Connection** (Межфазное соединение трансформатора напряжения) из общих параметров настройки будет иметь значение **DELTA Connection** (соединение треугольником).

Name	Value
Function	ENABLED
Pickup Level	10 V [3 : 300]
Trip Delay	10,00 s [0,00 : 900,00]
Reset Delay	0,00 s [0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED

РИСУНОК 26. УСТАВКИ ОРГАНА 59NH/59NL

Если вход напряжения рассчитывается из фазных напряжений, уравнение получения входного значения будет следующим:

$$3V_0 = V_A + V_B + V_C$$

Типичные уровни срабатывания следующие:

- Для защиты от замыканий на землю в цепи статора генератора: 0,05 у.с.
- Для резервной защиты во время однофазного КЗ на землю: 0,1 у.с.

Время выдержки обычно порядка 1 с.

6.4. МАКСИМАЛЬНАЯ ЗАЩИТА НАПРЯЖЕНИЯ ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ (47)

Орган 47Р является элементом защиты максимального фазного напряжения обратной последовательности. В качестве входной величины в нем используется составляющая обратной последовательности, вычисленная из значений фазного напряжения. Этот орган можно использовать для обнаружения потери одного или двух напряжений, условий несимметрии напряжений и пр.



Negative Sequence OV 1		Negative Sequence OV 2		Negative Sequence OV 3	
Name	Value				
Function	ENABLED				
Pickup Level	10	V	[3 : 300]		
Trip Delay	10,00	s	[0,00 : 900,00]		
Reset Delay	0,00	s	[0,00 : 900,00]		
Snapshot Events	ENABLED				

РИСУНОК 27. УСТАВКИ ОРГАНА 47

Для обнаружения условий несимметрии значение уставки органа должно быть, как минимум, в 1,5 раз больше величины максимальной несимметрии напряжения, ожидаемой при нормальной работе. Время выдержки обычно больше 2 секунд.

6.5. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (59X)

Это орган защиты максимального вспомогательного однофазного напряжения, использующий в качестве входной величины вспомогательное напряжение VX на клеммах A11-A12. Он может дополнять орган МЗН нейтрали.

6.6. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ (27X)

Это орган защиты минимального вспомогательного однофазного напряжения, использующий в качестве входной величины вспомогательное напряжение VX на клеммах A11-A12. Это напряжение можно измерять на шине, нейтрали и пр.



7. МОЩНОСТЬ

7.1. ОРГАН МОЩНОСТИ ПРЯМОЙ ВОЛНЫ

Элемент 32FP вызывает отключение в тот момент, когда экспортируемая мощность превышает значение уставки. Контролируется активная мощность, рассчитываемая из трехфазных напряжений и токов. Она рассматривается как экспортируемая положительная активная мощность, идущая в направлении линии, защищенной реле; в этой ситуации угол между вторичным напряжением и током меньше 90° в соответствии со схемой проводов реле.

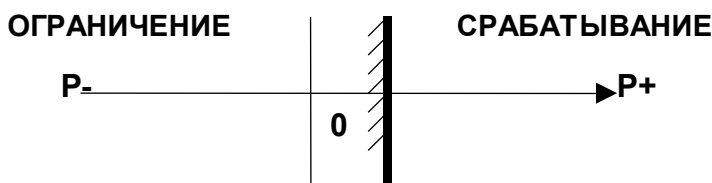


РИСУНОК 28. ХАРАКТЕРИСТИКА МОЩНОСТИ ПРЯМОЙ ВОЛНЫ

Name	Value		
Function	ENABLED		
Blk Time After Close	0,00 s	[0,00 : 900,00]	
Stage 1 Tap	10,00 MVV	[0,00 : 10000,00]	
Stage 1 Time	60,00 s	[0,00 : 900,00]	
Stage 2 Tap	20,00 MVV	[0,00 : 10000,00]	
Stage 2 Time	60,00 s	[0,00 : 900,00]	
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 29. УСТАВКИ ОРГАНА 32FP

Устройство F650 включает 3 элемента 32FP. Каждый из элементов включает 2 ступени: первая ступень, менее важная, предназначена для аварийной сигнализации; вторая ступень используется для отключения. Обоим **уровням задают основные значения**, например: если в общих параметрах настройки установить значение ST_RATIO 100 и такое же значение задать для PT_RATIO, то базисная мощность будет: $100 \times 100 = 10\,000$ Вт.

Время блокировки допускает блокировку работы элемента в течение заданного времени после замыкания соединительного выключателя. Для этой цели необходимо подсоединить отсек выключателя с помощью контакта типа 52В. Задача этой уставки состоит в том, чтобы не допустить ложных отключений, вызванных перегрузками после замыкания выключателя.



Расчеты мощности в зависимости от соединения VT:

- 1- Соединение трансформатора напряжения **ЗВЕЗДОЙ** или только один трансформатор в соединении фаза-земля.

$$P = V_a * I_a * \cos Y_a + V_b * I_b * \cos Y_b + V_c * I_c * \cos Y_c$$

- 2- Соединение трансформатора напряжения **ТРЕУГОЛЬНИКОМ** или только один трансформатор напряжения в соединении фаза-земля.

$$P = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} * I_a * \cos (Y_a - 30) + \frac{V_{bc}}{\sqrt{3}} * I_b * \cos (Y_b - 30) + \frac{V_{ca}}{\sqrt{3}} * I_c * \cos (Y_c - 30)$$

7.2. ОРГАН НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ МОЩНОСТИ (32)

Элемент направленной защиты мощности реагирует на трехфазную активную мощность, измеренную на фидере, соединенном с устройством F650. Этот элемент может работать в соответствии с пороговой мощностью, заданной соответствующими уставками. Этот элемент является идеальным средством для защиты обратной мощности (F32 REV) или мощности прямой волны (F32 FWD), в зависимости от выбранной уставки. Это реле измеряет трехфазную мощность для соединений «треугольником» и «звездой».

Этот элемент имеет регулируемый характеристичный угол и минимальную рабочую мощность, как показано на диаграмме характеристики направленной мощности. Этот элемент реагирует на следующее условие:

$$P \cos(\varphi) + Q \sin(\varphi) > S_{MIN}$$

где: P и Q — активная и реактивная мощности в соответствии с обозначениями для F650; φ — угол, заданный уставкой 32 (DIR POWER ANGLE) в градусах с шагом в 0,01°; S_{MIN} — минимальная рабочая мощность.

Данный элемент имеет два независимых органа (для уставок срабатывания и задержки). Оба органа могут использоваться для сигнализации и отключения; они могут настраиваться отдельно для обеспечения комбинированной защиты мощности.

На следующей диаграмме показана характеристика направленной мощности.

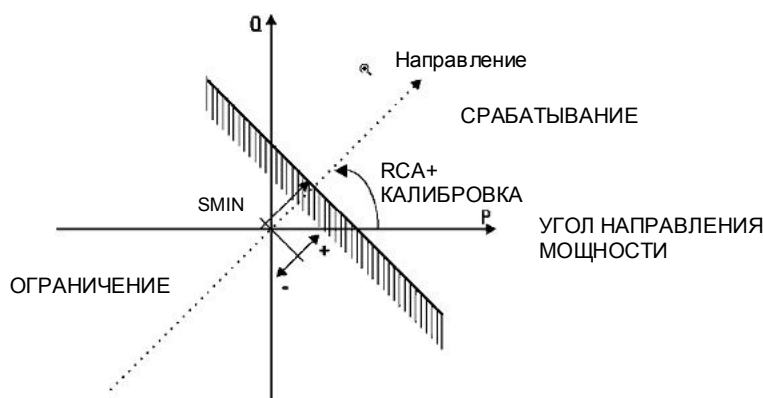


РИСУНОК 30. ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

Путем придания характеристическому углу регулируемости в пределах 0°-360° с шагом 0,01° можно получить различные рабочие характеристики, как показано на



приведенных ниже рисунках. Например, для угла 0° орган будет работать как элемент мощности прямой волны 32; если установить угол RCA 180° , орган будет работать как элемент обратной мощности 32. При углах 90° и 270° ситуация будет аналогичной, но только с реактивной мощностью. На рисунке (а) внизу показаны уставки для обратной мощности, на рисунке (b) показаны уставки для малой мощности прямой волны.

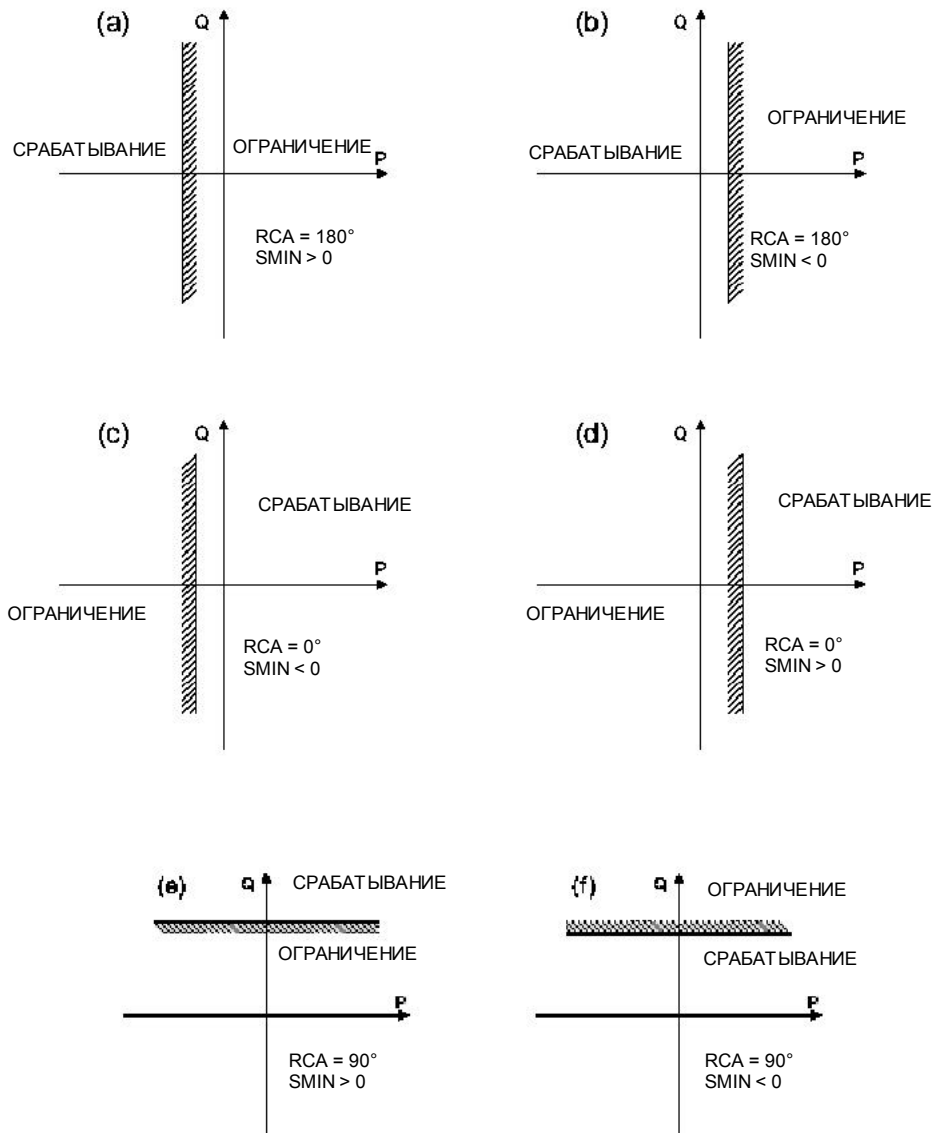


РИСУНОК 31. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТА НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ



В следующей таблице показано использование значений SMIN и угла (RCA).

ТАБЛИЦА 7: ЭЛЕМЕНТ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

SMIN	УГОЛ (RCA)	ЭЛЕМЕНТ
>0	0°	Активная мощность прямой волны
<0	0°	Обратная пониженная активная мощность, пониженная мощность прямой волны
>0	0°	Обратная активная мощность
<0	180°	Малая активная мощность прямой волны

При прибавлении 90° к углам, показанным в таблице, представленные органы будут аналогичными, но теперь с реактивной мощностью (**Reactive Power**) вместо активной мощности.

Любой другой угол даст комбинированную защиту между активной и реактивной мощностью.

Выбор другого угла для стадий 1 и 2 может вызвать для одного органа ограничение реактивной и активной мощности. Например, используя следующие значения:

- Dir Power Angle 1(RCA) 0°
- Stage 1 Tap >0
- Dir Power Angle 2(RCA) 180°
- Stage 2 Tap >0

Мы получим комбинированную защиту между рисунками (d) и (e).

Name	Value	
Function	ENABLED	
Blk Time After Close	0,00	s [0,00 : 900,00]
Dir Power Angle 1	0,00	Deg [0,00 : 359,99]
Stage 1 Tap	10,00	MV [-10000,00 : 10000,00]
Stage 1 Time	60,00	s [0,00 : 900,00]
Dir Power Angle 2	0,00	Deg [0,00 : 359,99]
Stage 2 Tap	20,00	MV [-10000,00 : 10000,00]
Stage 2 Time	60,00	s [0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 32. УСТАВКИ ОРГАНА 32

На следующем рисунке показаны установленные обозначения:



СОГЛАСНО ОБОЗНАЧЕНИЯМ ИИЭЭ

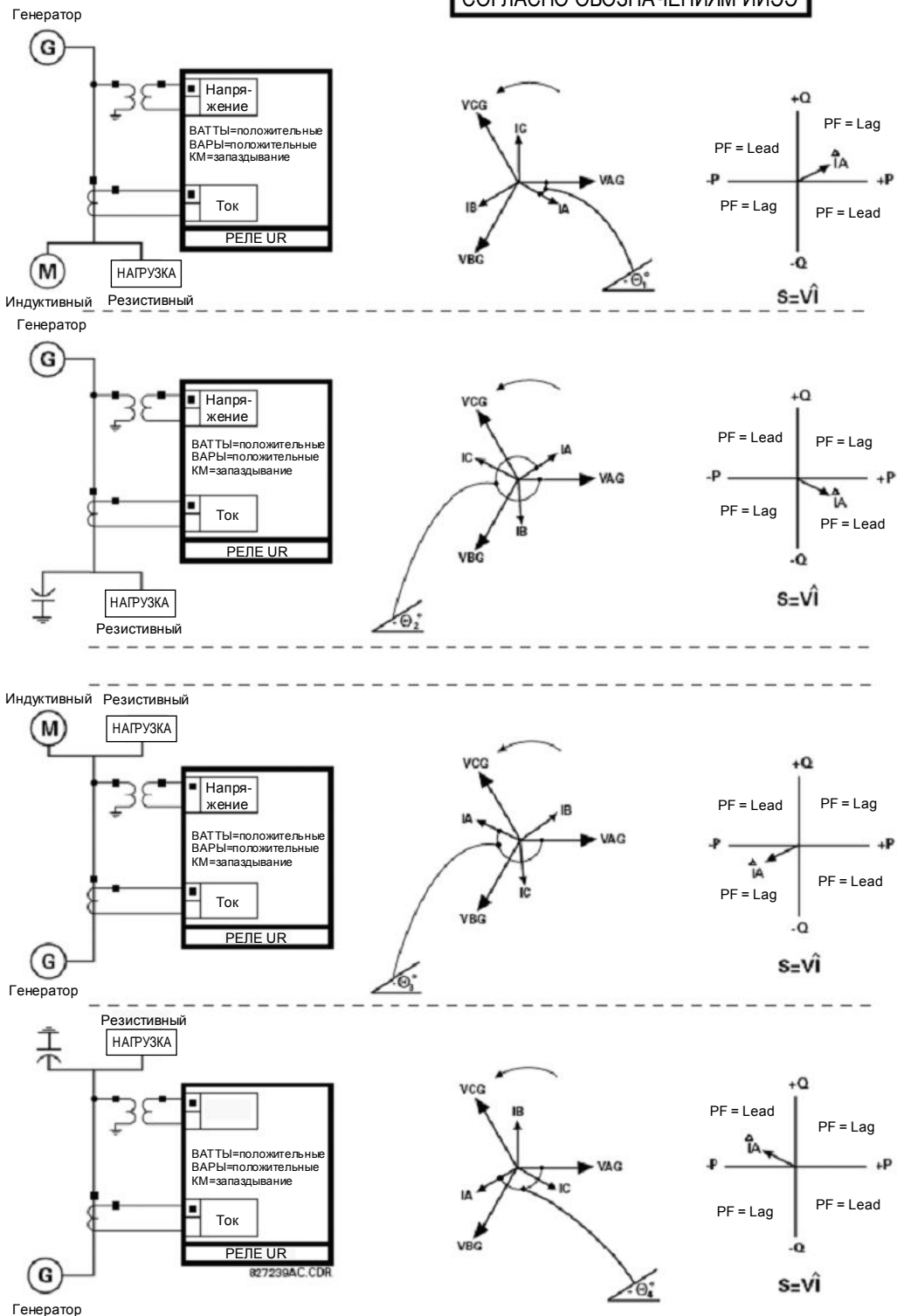


РИСУНОК 33. УГОЛ

Stage (1-2) Tap: Эта уставка устанавливает минимальную трехфазную мощность срабатывания для элемента ступени 1 (2). Значение мощности, определенное этой уставкой, есть минимальное расстояние между характеристиками мощности источника



и направления мощности. Это значение может быть положительным или отрицательным. Положительное значение говорит о сдвиге характеристики по положительной оси мощности; отрицательное значение смещает характеристику по отрицательной оси. Значение этой уставки определяется в полной мощности МВт (основной) — значение трансформаторов тока и напряжения учитывается в расчетах.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Даже если единицей измерения, определенной этой уставкой, будут МВт, это не значит, что полученные значения и уставка RCA тоже будут в МВт. Например:

$$RCA: 30^\circ \quad SMIN \ 100 \ MBm.$$

Допустим, что имеется только активная мощность. Срабатывание органа будет происходить при значении:

$$P = 100/\cos(30) = 115,7 \text{ МВт}$$

При наличии одной только реактивной мощности:

$$Q = 100/\sin(30) = 200,0 \text{ Мвар}$$

В этом случае действительной рабочей единицей является Мвар, даже если SMIN выражается в МВт.

Stage 1 (2) Time: Эта уставка устанавливает задержку ступени 1 элемента. Для обратной мощности и мощности прямой волны ступень 1 обычно используется для звукового предупреждения, в то время как ступень 2 — для отключения.



8. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ

Замечание: Для всех элементов управления, относящихся к выключателю, следует иметь в виду, что выполнение всех операций будет осуществляться с учетом состояния распределительного устройства, сконфигурированного как выключатель. В цепочке **Setting > Relay Configuration > Switchgear** (уставка > **конфигурация реле > распределительное устройство**) можно конфигурировать до 16 работающих и контролируемых элементов распределительного устройства, но только один из них может быть сконфигурирован как выключатель для контроля счетчика числа размыканий и замыканий, (KI)²t.

8.1. ЗАЩИТА МИНИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ

Орган защиты 81U является элементом управления минимальной частотой. Для его работы необходимо, чтобы значение напряжения было больше значения, установленного для минимального порогового напряжения. Таким образом можно предотвратить нежелательные отключения, когда сигнал измерения частоты отсутствует или имеет очень маленькое значение. Критерии регулировки, используемые для установки уровней частоты, базируются на знании сети электропитания и положений, действующих в каждой стране.

В некоторых странах установлены следующие уровни частоты 60 Гц:

Уровни каждой группы:	Группа 1	59,5Гц
	Группа 2	59,0 Гц
	Группа 3	58,5 Гц
	Группа 4	58 Гц

Последовательность событий в случае прекращения выработки электроэнергии следующая:

- В системе происходят потери выработки электроэнергии
- Поскольку остальные генераторы не могут среагировать мгновенно, в системе происходит падение частоты.
- Когда частота опускается ниже установленного уровня, нагрузки, соответствующие каждой группе, автоматически сбрасываются.
- Как только частота в системе восстанавливается, происходит восстановление нагрузок автоматически или вручную.

Name	Value	
Function	ENABLED	
Pickup Level	49,50	Hz [20,00 : 65,00]
Trip Delay	0,00	s [0,00 : 900,00]
Reset Delay	0,00	s [0,00 : 900,00]
Minimum Voltage	30	V [30 : 300]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 34. УСТАВКИ ОРГАНА 81U



8.2. ЗАЩИТА МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ

Орган защиты 81U является элементом защиты максимальной частоты. Этот орган обычно используется в автоматическом восстановлении системы по частоте и для защиты генераторов в случае неполадок в системе регулятора оборотов. В последнем случае обычно используются уставки в диапазоне 1,04 у.с. и выдержка времени 3 секунды.

Overfrequency 1		Overfrequency 2		Overfrequency 3	
Name	Value				
Function	ENABLED				
Pickup Level	50,50	Hz	[20,00 : 65,00]		
Trip Delay	0,00	s	[0,00 : 900,00]		
Reset Delay	0,00	s	[0,00 : 900,00]		
Minimum Voltage	30	V	[30 : 300]		
Snapshot Events	ENABLED				

РИСУНОК 35. УСТАВКИ ОРГАНА 81U

8.3. ОРГАН ПРОВЕРКИ СИНХРОНИЗМА — *Synchrocheck* (25)

Примечание: Элемент распределительного устройства, используемый в органе проверки синхронизма, конфигурируется уставкой **Number of Switchgear** (**Число распределительных устройств**) в пределах уставок **Breaker Settings** (**Уставки выключателя**).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
При проверке этой функции не забываете, что реле должно обнаружить размыкание выключателя.

Элемент проверки синхронизма используется для контроля соединения двух частей сети. Этот орган подтверждает, что напряжения (V1 и V2) на обеих сторонах выключателя по величине, фазному углу и частоте находятся в пределах, заданных пользователем. V1 и V2 являются значениями напряжений в линии и шине, измеренными с помощью реле.

Это чрезвычайно важно для паропроизводительных установок, где выходные линии автоматического повторного включения с различными фазными углами могут привести к серьезному повреждению оси турбины.

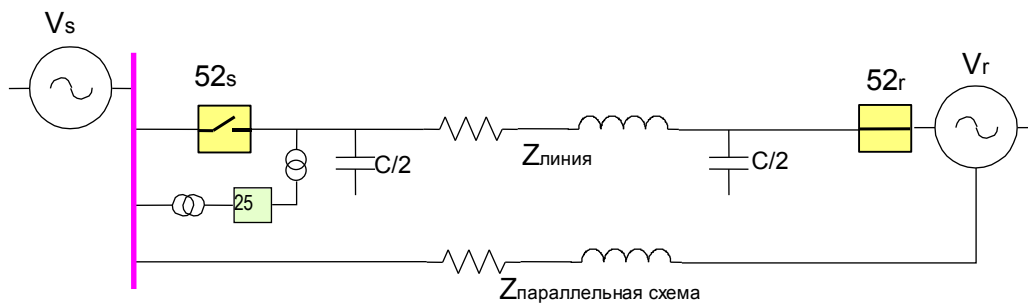


РИСУНОК 36.

В объединенных энергосистемах угловая разность фаз между обоими концами разомкнутого выключателя обычно предсказуемая и фиксированная, поскольку его источники связаны дистанционно через другие элементы (эквивалентные или параллельные схемы). Однако в изолированных схемах, как в случае с независимым генератором, различие углов, уровней напряжения и относительный сдвиг векторов напряжения могут иметь существенное значение.

Недостаточно зафиксировать состояние синхронизма перед замыканием выключателя. Опыт показывает, что промежуток угловой разницы фаз между векторами напряжения должен быть в диапазоне 15°-20°.

8.3.1. Применение

Хотя область применения устройства F650 довольно широка и его можно использовать в ЛЭП и распределительных линиях для проверки синхронизации между двумя изолированными сетями при любом уровне напряжений, следует принимать во внимание, что оно предназначено для управления **одним выключателем**. Вот почему F650 не подходит для схем с полупорным выключателем или кольцевых конфигураций, где ЛЭП или фидер имеют два выключателя.

8.3.2. Входы напряжения

Сравниваемые значения напряжения должны быть либо линейными, либо фазными; они должны быть одинаковыми на обеих сторонах выключателя. Нельзя сравнивать фазное напряжение на одной стороне и линейное напряжение на другой.

В следующей таблице показано соответствие напряжений.



ТАБЛИЦА 8: СООТВЕТСТВИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ОРГАНА 25

	Соответствие напряжений		
Settings>System Setup>General Settings>Frequency Reference Выбор напряжения для органа 25 устройства F650	V_I	V_{II}	V_{III}
Settings>System Setup>General Settings>Phase VT Connection=WYE Соединение напряжения между фазой и землей (соединение «звездой»)	V_{a-g}	V_{b-g}	V_{c-g}
Settings>System Setup>General Settings>Phase VT Connection=DELTA Соединение межфазного напряжения (соединение «треугольником»)	V_{a-b}	V_{b-c}	V_{c-a}
Settings>System Setup>General Settings> Auxiliary Voltage=VX	V_x		

Вместо V_n (напряжение нейтрали, идущее от разомкнутого соединения «треугольником»), для контроля вспомогательного напряжения следует взять уставку V_x.

В устройстве F650 есть только 1 орган проверки синхронизма.

Name	Value		
Function	ENABLED		
Dead Bus Level	10,00	V	[0,00 : 300,00]
Live Bus Level	50,00	V	[0,00 : 300,00]
Dead Line Level	10,00	V	[0,00 : 300,00]
Live Line Level	50,00	V	[0,00 : 300,00]
Max Volt Difference	10,00	V	[2,00 : 300,00]
Max Angle Difference	10,0	Deg	[2,0 : 80,0]
Max Freq Difference	20	mHz	[10 : 5000]
Time	0,50	s	[0,01 : 600,00]
DL-DB Function	DISABLED		
LL-DB Function	DISABLED		
DL-LB Function	DISABLED		
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 37. УСТАВКИ ОРГАНА 25

Ниже показаны типичные значения уставок.

Шина или линия без напряжения: Менее 80% номинального напряжения.

Шина или линия под напряжением: Больше 90% номинального напряжения.

Максимальная разность напряжений: Типичная разность — 10% номинала.

Максимальная разность фазных углов: Типичная разность 15°-20°

Максимальная разность частот: Менее 100 МГц, типичное значение 50 МГц.

Время замыкания выключателя (Time): Оцененное время замыкания выключателя, которое позволяет замыкать выключатель, когда шина и линия находятся в фазе.



Это время учитывается, если относительный сдвиг больше 5 мГц; в этом случае для расчета сигнала используется опережающий алгоритм замыкания, обеспечивающий замыкание выключателя в момент, когда напряжения находятся в фазе. Если сдвиг частоты большой (более 5 Гц) и невозможно добиться замыкания в фазе, этот алгоритм позволяет добиться, чтобы разница напряжений в момент замыкания была меньше заданного угла (максимальная угловая разница).

8.3.2. Принцип работы

Устройство F650 осуществляет проверку синхронизма путем установления и сравнения трех параметров:

Разность модулей векторов напряжений ΔV (V)

Фазный угол векторов напряжения $\Delta\varphi$ (°)

Частотный сдвиг между двумя векторами S (Hz)

Эти параметры непрерывно определяются и обрабатываются, когда орган 25 включен уставкой, в условиях разомкнутого выключателя. Важно учесть, что все расчеты осуществляются при обнаружении размыкания выключателя; если выключатель замкнут или не определяется, орган синхронизма не даст сигнал разрешения замыкания даже при выполненных условиях замыкания.

Если напряжение на одной стороне выключателя равно 0, орган синхронизма не сможет осуществить проверку и не даст разрешения синхронизации. В таких случаях, которые бывают при техническом обслуживании выключателей, или в новых установках, где нет напряжения, но работу выключателя нужно проверить, устройства F650 имеют логику разрешения замыкания для следующих ситуаций:

Обесточенная линия — Обесточенная шина (DL-DB)

Подключенная линия — Обесточенная шина (LL-DB)

Обесточенная линия — Подключенная шина (DL-LB)

Для создания сигнала разрешения замыкания в качестве первого параметра алгоритм использует разницу между напряжениями линии и шины, после чего проверяются разница фазового угла и сдвиг частоты.

Разность напряжений ΔV

Путем сравнения напряжений линии (V1) и шины (V2) на обеих сторонах выключателя реле определяет ситуацию синхронизма (см. условия синхронизма).



ТАБЛИЦА 9: УСЛОВИЯ СИНХРОНИЗМА

Ситуация синхронизма	Проверка синхронизма	Логика замыкания	Уровни напряжения линии	Уровни напряжения шины
(1) $V_L < (V_1 \text{ и } V_2) < V_H$	Не разрешено	Не разрешено	$V1 > \text{уровня обесточенной линии}$ $V1 > \text{уровня обесточенной линии}$	$V2 > \text{уровня обесточенной шины}$ $V2 < \text{уровня подключенной шины}$
(2) $(V_1 \text{ и } V_2) > V_H$	Разрешено	Подключенная линия – подключенная шина	$V1 > \text{уровня подключенной линии}$	$V2 > \text{уровня подключенной шины}$
(3) $(V_1 \text{ и } V_2) < V_H$	Не разрешено	Обесточенная линия – обесточенная шина	$V1 > \text{уровня обесточенной линии}$	$V2 < \text{уровня обесточенной шины}$
(4) $(V_1 < V_L)$ и $(V_L < V_2 < V_H)$	Не разрешено	Не разрешено	$V1 < \text{уровня обесточенной линии}$	$V2 > \text{уровня обесточенной шины}$ $V2 < \text{уровня подключенной шины}$
$(V_2 < V_L)$ и $(V_L < V_1 < V_H)$	Не разрешено	Не разрешено	$V1 > \text{уровня обесточенной линии}$ $V1 > \text{уровня подключенной линии}$	$V2 < \text{уровня обесточенной шины}$
$(V_1 < V_L)$ и $(V_2 > V_H)$	Не разрешено	Обесточенная линия – подключенная шина	$V1 < \text{уровня обесточенной линии}$	$V2 > \text{уровня подключенной шины}$
$(V_2 < V_L)$ и $(V_1 > V_H)$	Не разрешено	Подключенная линия – обесточенная шина	$V1 > \text{уровня подключенной линии}$	$V2 < \text{уровня обесточенной шины}$

В таблице показаны различные ситуации проверки синхронизма и логики замыкания выключателя, получаемые в зависимости от уровней напряжения линии и шины.

Случаи 1, 4 и 5 не рассматриваются для проверки синхронизма и логики замыкания.

Разница фазового угла $\Delta\phi$

В ситуации подключенная линия — подключенная шина после успешной проверки величины разности напряжений система устанавливает угловую разницу между обоими векторами напряжения. Если угловая разница меньше уставки $\Delta\phi_{set}$



(максимальная угловая разница), то система проверяет сдвиг частоты **S** (Max Freq Difference) (максимальная частотная разница).

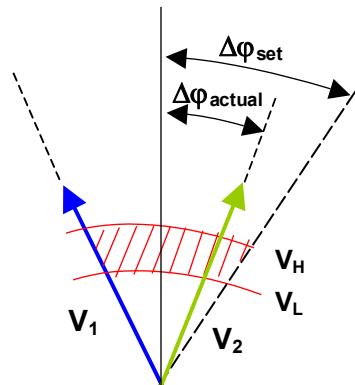


РИСУНОК 38. УГЛОВАЯ РАЗНИЦА НАПРЯЖЕНИЯ

Частотный сдвиг Δf

Относительный частотный сдвиг между векторами рассчитывается в том случае, когда угловая разница меньше уставки $\Delta\phi_{set}$ (макс. частотная разница). От реле алгоритм получает информацию о частотном сдвиге (мГц) и берет в качестве опорного напряжения (V_{Ref}) вектор наименьшей частоты.

Если относительный сдвиг меньше 5 мГц, орган выполняет опережающий алгоритм, чтобы определить нужный момент для дачи выключателю команды замыкания, когда напряжения линии и шины находятся в фазе. Когда сдвиг больше 5 Гц и замыкание в фазе невозможно, алгоритм обеспечивает, чтобы разница между напряжениями в реальный момент замыкания выключателя не превышала заданного значения (макс. разность напряжений). При относительном сдвиге Δf равном или меньшем, чем 0,005 Гц, алгоритм дает разрешение на замыкание в тот момент, когда выполняются условия угловой разницы, поскольку при такой малой скорости время удержания с целью получения разрешения на замыкание в фазе будет слишком большим.

Когда разница между значениями напряжений сравнивается с заданным углом в качестве максимальной угловой разницы ($\Delta V = \Delta V_{set}$), включается опережающий алгоритм, который использует заданное время замыкания выключателя для инициирования разрешения. Это происходит в тот момент, когда оба вектора напряжения полностью находятся в фазе, что уменьшает разницу напряжений в камере выключателя.

Главным преимуществом такой системы является то, что существенно уменьшается вероятность повреждения внутренних соединительных элементов и элемента изоляции камеры после значительного числа срабатываний выключателя, что увеличивает срок его службы и уменьшает необходимость дорогостоящего технического обслуживания.

Процесс замыкания выключателя с помощью опережающего алгоритма показан на следующем рисунке.

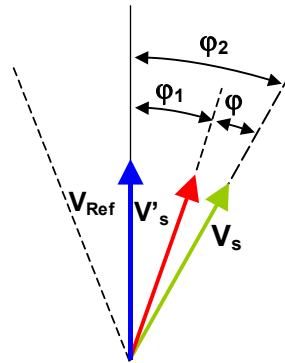


РИСУНОК 39. ОПЕРЕЖАЮЩИЙ АЛГОРИТМ

Где:

- V_{ref} Опорный вектор (с меньшей частотой)
 V_s Вектор фактического напряжения (с меньшей частотой)
 V'_s Вектор рассчитанного напряжения, зависящий от заданного времени замыкания выключателя.
 φ $360^\circ \cdot TCB \cdot \Delta f$ = Рассчитанный угол вектора V'_s .
TCB Время замыкания выключателя, определенное уставкой.
 Δf Сдвиг частоты (мГц) между векторами.
 φ_1 Угловая разница, заданная как максимальная угловая разница ($\Delta\varphi_{set}$, Max Angle Difference)
 $\varphi_2 =$ Угловая разница между V_{ref} и V_s . Алгоритм включается тогда, когда φ_2 дважды сравнивается с углом, заданным как максимальная угловая разница.

Разрешение на замыкание дается, когда V'_s превышает V_{ref} , что означает, что напряжения линии и шины находятся в фазе.

Если частотный сдвиг большой, возможно, что при вводе интервала, определенного как двойная максимальная угловая разница (φ_2), реле даст сигнал разрешения замыкания, когда гарантировано, что проецируемый вектор лежит в пределах, заданных уставкой, как показано на следующем рисунке.

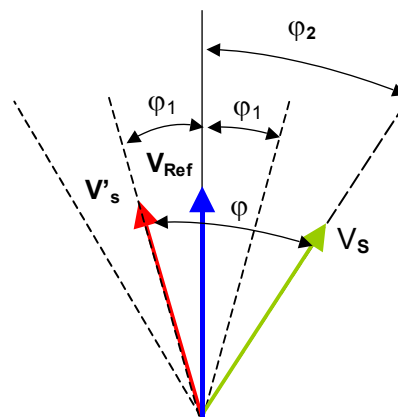


РИСУНОК 40. СИГНАЛ РАЗРЕШЕНИЯ ЗАМЫКАНИЯ ПРИ БОЛЬШОМ ЧАСТОТНОМ СДВИГЕ



8.4. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (79)

8.4.1. Введение

Примечание: Элемент распределительного устройства, используемый в органе автоматического повторного включения, конфигурируется уставкой **Number of Switchgear** в пределах уставок **Breaker Settings**.

Орган АПВ устройства F650 позволяет выключателю сработать до 4 раз до блокировки. Благодаря большой гибкости конфигурируемой логики F650, можно программировать условия инициации АПВ и выбор включаемых элементов защиты после каждого срабатывания выключателя. Эта гибкость позволяет применять схемы защиты, для которых в обычном оборудовании требуются проводка и специальные функции. Например, можно запрограммировать мгновенное отключение первой защиты, а вторую на отключение с выдержкой времени, с тем чтобы перегорели плавкие выводные предохранители ответвления фидера. Для этого достаточно отключить мгновенную защиту после первого срабатывания с помощью программируемой логики.

Name	Value	
Function	ENABLED	
Max Number Shots	1	[1 : 4]
Dead Time 1	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 2	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 3	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 4	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Reclaim Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Cond. Permission	DISABLED	
Hold Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Reset Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 41. УСТАВКИ ОРГАНА 79.

Время возврата

(или по-другому **страховое время**, или **задержка блокировки возврата**): Это время, требующееся для перехода из режима LOCKOUT (блокировка) в режим READY (готовность) после замыкания выключателя.

Cond. Permission (Разрешение): Эта уставка включает проверку условий АПВ реле. При включении этой уставки перед выполнением команды замыкания выключателя система проверит возможные условия АПВ. При отключении этой уставки команда замыкания после паузы АПВ будет выполнена без проверки этих условий. Сигнал условий АПВ конфигурируется как AR CONDS INPUT

Hold Time (Время задержки):

Эта уставка показывает время выдержки перед представлением условий АПВ. Эта уставка работает только при включенной уставке Cond. Permission.



Reset Time (Время возврата): Это время, которое нужно АПВ, чтобы вернуться в режим READY после успешного включения. После истечения этого времени счетчик срабатываний получит значение 0 и АПВ войдет в режим READY.

8.4.2. Логика блокировки функций защиты во время цикла АПВ

АПВ F650 генерирует ряд внутренних сигналов, которые позволяют осуществлять логику блокировки органов защиты во время цикла АПВ. Эти сигналы являются блокировками после срабатываний АПВ (**BLK AFTER SHOT**). Например, если пользователь хочет заблокировать орган защиты во время полного цикла АПВ, необходимо сконфигурировать сигнал как OR (или) 4-х блокировочных сигналов, генерируемых после каждого цикла АПВ в устройстве логической схемы.

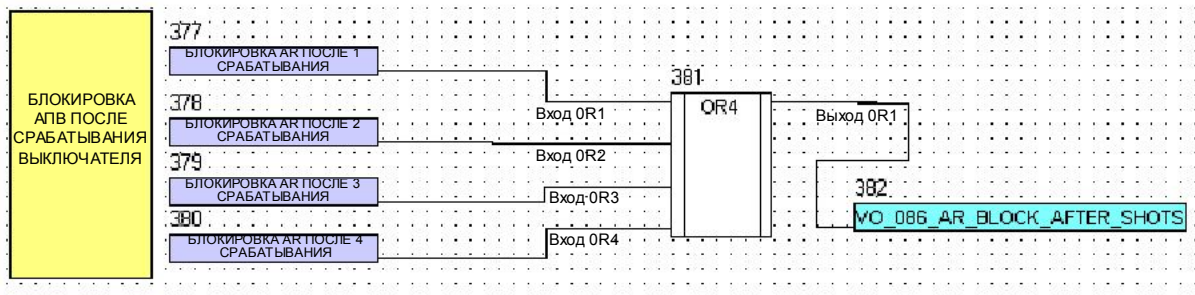


РИСУНОК 42. БЛОКИРОВОЧНЫЙ СИГНАЛ ВО ВРЕМЯ ЦИКЛА АПВ

На рисунке 42 показаны примеры инициации АПВ и сигналы блокировки органов защиты после различных срабатываний. Сигнал инициации АПВ конфигурируется в общее отключение реле и физический контакт для генерирования сигнала инициации внешнего АПВ.

В примере на рисунке 43 сигнал блокировки элемента 50PH конфигурируется в блокировку цифрового входа или блокировку разрешения неотключения устройства направленной защиты. Во время цикла АПВ орган остается заблокированным. Это означает, что орган МТЗ фазы без выдержки времени может выполнить только первое отключение; после первого срабатывания АПВ орган будет оставаться заблокированным до окончания цикла.

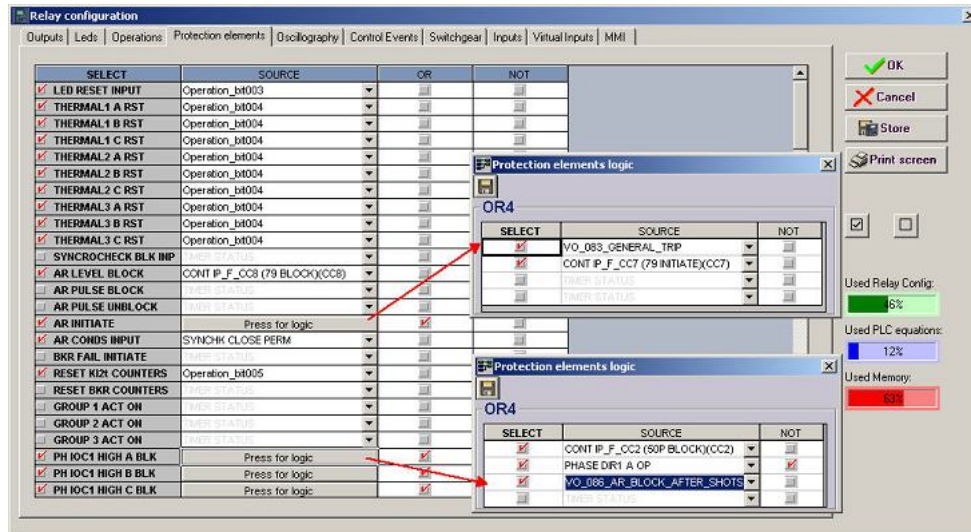


РИСУНОК 43. ПРИМЕР КОНФИГУРАЦИИ СИГНАЛОВ ИНИЦИАЦИИ АПВ И БЛОКИРОВОЧНЫХ СИГНАЛОВ

8.5. УСТРОЙСТВО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ (50BF)

Замечание: Элемент распределительного устройства, используемый в устройстве резервирования отказов выключателя, конфигурируется уставкой **Number of Switchgear**.

Устройство резервирования отказов выключателя используется для определения невыполнения команды отключения выключателем в течение определенного времени. Чаще всего это связано с неразмыканием сработавшего выключателя. При отказе выключателя орган 50BF выдает сигнал, размыкающий выключатели, подсоединенные в это время к той же шине, могущие вызвать ток КЗ.

Отказ выключателя обнаруживается сравнением тока, измеренного реле, со значением уставки. Если после получения сигнала инициации выключателя уровень тока поддерживается выше уровня уставки дольше заданного времени, это означает, что выключатель, получивший команду на размыкание, не разомкнулся и не ликвидировал короткое замыкание, и реле пошлет соответствующий сигнал отказа выключателя.

Устройство F650 включает два уровня токов и времен, устройство отключения без тока и внутренний детектор дуги.



Name	Value	
Function	ENABLED	
Supervision Pickup	1,00	A [0,05 : 160,00]
Hiset Pickup	5,00	A [0,05 : 160,00]
Lowset Pickup	2,00	A [0,05 : 160,00]
Internal Arc Pickup	0,10	A [0,05 : 160,00]
Internal Arc Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
Supervision Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
HiSet Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
LowSet Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
2nd Step Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
Ho Current Delay	10,00	s [0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 44. УСТАВКИ ОРГАНА 50BF

Уровень контроля или срабатывания повторного отключения (Supervision Pickup): Нормальное значение уставки 1,5 у.с. номинального вторичного тока.

Высокий уровень срабатывания (Hiset Pickup): Устанавливается больше 1,5 у.с. и меньше 1/2 минимального тока КЗ на дальнем конце линии.

Низкий уровень срабатывания (LoSet Pickup): Если не требуется специальная логика или другие специальные средства, значение этой уставки устанавливается равным Hiset.

Уровень срабатывания внутренней дуги (Internal Arc Pickup): 0,05-0,1 у.с. вторичного номинального тока.

Время выдержки внутренней дуги (Internal Arc Delay): Нормальная выдержка времени 0,5-1 секунд.

Задержка контроля или повторного отключения (Supervision Delay): Это время больше суммарного времени срабатывания реле и выключателя. Обычно оно равно 299 мс.

Задержка высокого уровня (HiSet Delay): Это время больше суммарного времени срабатывания реле и выключателя, но меньше времени срабатывания резервной защиты. Оно равно 300-500 мс.

Задержка низкого уровня (LowsetDelay): Такая же, как для уставки Low-level (Низкий уровень).

Задержка 2-й ступени (2nd Step Delay): Время окончательного отключения. Значение обычно равно 800 мс – 1 с.

Орган внутренней дуги внутри элемента отказа выключателя не зависит от внешнего сигнала отказа выключателя; этот орган служит для обнаружения дугообразования разомкнутого выключателя. Если обнаруженный ток больше заданного уровня в течение времени, большего заданного времени задержки этого органа (задержка внутренней дуги) и выключатель разомкнут, будет послан соответствующий сигнал внутренней дуги (INTERNAL ARC).



8.5. СЛОМАННЫЙ ПРОВОДНИК

Устройство F650 имеет функцию обнаружения разорванного проводника. Это реле использует соотношение между током обратной последовательности I_2 и током прямой последовательности I_1 . В ситуациях с нормальной и уравновешенной нагрузки это отношение равно 0. В условиях КЗ происходит разбаланс, и это отношение увеличивается.

Broken Conductor 1		Broken Conductor 2		Broken Conductor 3	
Name	Value				
Function	ENABLED				
Tap	20,0	%	[20,0 : 100,0]		
Trip Delay	60,00	s	[0,00 : 900,00]		
Snapshot Events	ENABLED				
Operation Threshold	0,050	A	[0,000 : 1,000]		

РИСУНОК 45. УСТАВКИ ОРГАНА РАЗОРВАННОГО ПРОВОДНИКА

Этот орган срабатывает при включении этой функции, и возникший разбаланс превышает заданный процент. Если условия небаланса сохраняются дольше заданной задержки, орган отключается. Допустимое значение уставки 5-10%.

Для того чтобы исключить отключение и срабатывание при очень малых нагрузках, имеется пороговый уровень тока, который блокирует работу этого органа при трехфазных токах, меньших этого заданного уровня.

Примечание: Уровень ингибирования тока I_2/I_1 для различных версий встроенного ПО следующий:

Версия микропрограм- Уровень ингибирования тока многo обеспечения

1,5 или меньше	10 мА
1,6 или больше	50 мА
1,80 или больше	Избирается в интервале 0,000-1,000 с шагом 0,001 А

Рекомендуется устанавливать минимальную уставку задержки, такую как 100 мс, в зависимости от ожидаемого нормального небаланса в сети, чтобы дифференцировать эти ситуации от ситуаций разорванного проводника. Нормальное время 2-10 с.

8.6. ЗАТОРМОЖЕННЫЙ РОТОР

Устройство F650 включает элемент заторможенного ротора с тремя органами. Элемент 48 вызывает отключение в тот момент, когда ток (основные значения) превышает значение уставки. Значение уставки тока складывается из уставки тока полной нагрузки и уставки срабатывания.



Name	Value	
Function	ENABLED	
Input	PHASOR(DFT)	
Full Load Current	0,50	KA [0,10 : 10,00]
Pickup Level	1,01	[1,01 : 109,00]
Trip Delay	0,00	s [0,00 : 900,00]
Reset Delay	0,00	s [0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 46. УСТАВКИ ОРГАНА ЗАТОРМОЖЕННОГО РОТОРА

Input (Phasor(DFT)-RMS) (Вход (Вектор (ДФФ)-среднекв.)): Выбор между основным значением вектора ДПФ и полной среднеквадратичной величиной сигнала.

Ток полной нагрузки(FLC): Это усредненное по трем фазам ожидаемое значение тока двигателя.

Pickup Level (Уровень срабатывания): Это пороговый ток, превышающий уставку тока полной нагрузки, при которой орган будет работать. Ток срабатывания этого органа рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{tap}} = \text{FLC} \times \text{ПКР_Level}$$

Значение, обычно меньшее, чем ток заторможенного ротора.

Trip time (Trip Delay) Время срабатывания (выдержка): Больше, чем максимальное полное время пуска двигателя.

Reset time (Reset Delay) Время возврата (задержка возврата): Обычное значение равно 6-кратному значению задержки отключения.

8.7. ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТОТЫ (Только для модификации 3.2 и выше)

В качестве опорной частоты в устройстве F650 используется заданный сигнал. Этот сигнал обрабатывается цифровым процессором сигналов и измеряется время между последовательными пересечениями нулевого уровня. Для необходимой настройки этих устройств необходимо исследование работоспособности сети.



Name	Value		
Function	ENABLED		
Freq. Rate Trend	INCREASING		
Freq. Rate Pickup	0,50	Hz/s	[0,10 : 10,00]
Freq. Rate Min Volt	40,00	%	[0,00 : 110,00]
Freq. Rate Min Freq	45,00	Hz	[20,00 : 80,00]
Freq. Rate Max Freq	65,00	Hz	[20,00 : 80,00]
Freq. Rate Delay	0,00	s	[0,00 : 60,00]
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 47. УСТАВКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ

Freq rate trend (тренд частоты): Она позволяет сконфигурировать этот элемент таким образом, чтобы среагировать на уменьшение, увеличение или оба эти изменения частоты.

Freq. Rate Pickup (Показатель срабатывания): Он определяет величину, необходимую для срабатывания элемента. Если задано направление (Direction) увеличения «Increasing», элемент срабатывает при $df/dt > \text{Pickup Level}$ (уровень срабатывания); если задано направление уменьшения «Decreasing», элемент срабатывает при $-df/dt > \text{Pickup Level}$ и при $|df/dt| > \text{Pickup Level}$.

Freq. Rate OV supv (Контроль свехнапряжения частоты): Эта уставка определяет минимальное необходимое напряжение. Ниже этого уровня элемент изменения частоты блокируется.

Freq rate trend (Тренд частоты): Эта уставка определяет минимальную частоту, необходимую для включения этого элемента защиты. Ниже этого уровня элемент отключен.

Freq rate Max (Макс. частота): Эта уставка определяет максимальную частоту, необходимую для включения этого элемента защиты. Выше этого уровня элемент отключен.

Freq rate Delay (Задержка частоты): Время, в течение которого элемент срабатывает.

8.8. ПРЕВЫШЕНИЕ НАГРУЗКИ (Только для модификации 3.2 и выше)

Элемент превышения нагрузки реагирует на напряжение и ток прямой последовательности и использует характеристику, показанную на рисунке ниже.

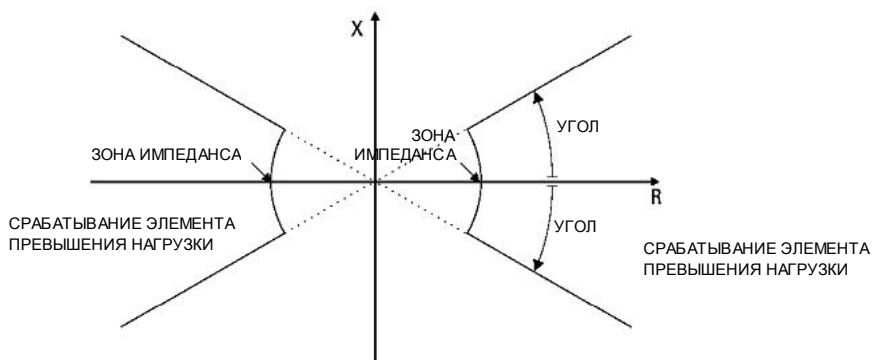


РИСУНОК 48. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕВЫШЕНИЯ НАГРУЗКИ

Этот элемент срабатывает, когда напряжение прямой последовательности выше заданного уровня и контролирует выходной сигнал, который используется для блокировки выбранных элементов защиты, такие как расстояние или фазный сверхток.

Заказчик должен принимать во внимание, что время, запрограммированное в элементе максимального тока, должно быть больше времени, запрограммированного функцией превышения нагрузки, чтобы исключить ошибочное отключение.

Name	Value		
Function	ENABLED		
Min. Voltage	25,00 V	[0,00 : 300,00]	
Reach	1,00 Ohm	[0,02 : 250,00]	
Angle	5 Deg	[5 : 50]	
Pickup Delay	0,000 s	[0,000 : 65,535]	
Reset Delay	0,000 s	[0,000 : 65,535]	
Snapshot Events	ENABLED		

РИСУНОК 49. УСТАВКИ ПРЕВЫШЕНИЯ НАГРУЗКИ

Min Voltage (Минимальное напряжение): Эта уставка устанавливает минимальное напряжение прямой последовательности, необходимое для срабатывания этого элемента. Если напряжение ниже этого порога, блокировочный сигнал не будет подтвержден этим элементом.

Reach (Зона): Эта уставка устанавливает зону импеданса элемента, как показано на диаграмме характеристики превышения нагрузки. Эта уставка вводится во вторичных Омах и рассчитывается как импеданс прямой последовательности при максимальной нагрузке.

Angle (Угол): Эта уставка определяет размер блокировочной области, показанной на диаграмме, и используется для импеданса прямой последовательности.



Pickup Delay (Задержка срабатывания): Эта уставка определяет задержку отключения элемента превышения нагрузки. Сигнал срабатывания элемента подтверждается после истечения этого времени.

Reset Delay (Задержка возврата) Эта уставка определяет время подтверждения сигнала срабатывания после снятия условий отключения.

8.9. МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ПУСКОВ (Только для модификации 3.2 и выше)

Эта функция служит специально для защиты двигателя, поэтому для ее настройки необходимы технические данные изготовителя. Уставки зависят от характеристик двигателя. Необходимо получить от изготовителя данные двигателя.

Name	Value	
Function	ENABLED	
Full Load Amps	5,0 A	[0,5 : 10,0]
Breaker Supervision	DISABLED	
Min. Stop Time	0,0 s	[0,0 : 900,0]
Number of starts	5	[0 : 10]
Time to restart	5 min	[0 : 100]
Reset counter	DISABLED	
Snapshot Events	ENABLED	

РИСУНОК 50. УСТАВКИ МАКСИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПУСКОВ

Full Load Amps (Полная нагрузка в амперах): Задаёт ток полной нагрузки в рабочих условиях

Breaker Supervision (Контроль выключателя): Эта уставка позволяет элементу учитывать остановку двигателя при обнаружении разомкнутого выключателя.

Если уставка **Breaker Supervision отключена (DISABLED)**, двигатель рассматривается как остановившийся, когда средний ток трех фаз меньше 5% величины, заданной для уставки «Full Load Amps» в течение, как минимум, времени, запрограммированного в «Min Stop Time». Запуск двигателя обнаруживается, когда при остановившемся двигателе (согласно вышеизложенному) средний ток трех фаз становится больше 7% уставки **Full Load Amps**.

При включенном контроле выключателя (ENABLED), двигатель считается остановившимся, когда орган защиты обнаружит, что выключатель разомкнут. Запуск двигателя обнаруживается, когда выключатель замкнут.

Min Stop Time (Мин. время остановки): Как было сказано, это время конфигурируется со временем, за которое орган определяет, что средний ток менее 5% от FLA, перед тем как рассмотреть остановку двигателя.

Number of starts (Число пусков): После остановки двигателя число пусков за последний час сравнивается с допустимым числом пусков. Если эти два значения



равны, произойдет запрет. В случае запрета время блокировки будет на час меньше сохраненного времени первого пуска.

Нулевое значение этой уставки отключает этот орган. Значение общего счетчика числа пусков увеличивается при каждом запуске двигателя, но никаких мер при этом не принимается.

Time to Restart (Время повторного запуска): Эта уставка используется для того, чтобы между отключением и повторным включением двигателя прошло определенное время.

Reset Counter (Возврат счетчика): Эта уставка всегда ОТКЛЮЧЕНА. При ее изменении или ВКЛЮЧЕНИИ происходит сброс общего счетчика запусков на ноль. Она действует как команда сброса счетчика. После включения она переходит в отключенное состояние по умолчанию.

Этот орган действует только при остановленном двигателе, для того чтобы не допустить нового запуска. Он не будет работать при включенном двигателе.



ПРИЛОЖЕНИЕ: ПРИМЕР УСТАВКИ

1. ДАННЫЕ И ТРЕБОВАНИЯ

ДАННЫЕ СИСТЕМЫ

КТТ 400/5 А

КТН 16100/115 V

ТРЕБУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ УСТАВОК

ЮС: $I \geq 1 \times I_n = 400 \text{ A}$, $t = 1,5 \text{ c}$ (51)

НС ОС: $I \gg 7 \times I_n = 2800 \text{ A}$, $t \geq 0,5 \text{ c}$ (50)

Алм 400 А, 1 с

АПВ 1 срабатывание, 5 с (79)

КЗ на землю: Не используется

ЛОГИКА: ИЗМЕНИТЬ ЛОГИКУ СИД 7, 8, 9 НА ФИКСИРОВАННУЮ.

2. УСТАВКИ РЕЛЕ

Ниже приведены специальные уставки для этого проекта. Остальные уставки поддерживаются как уставки по умолчанию. См. IB f650man-m.pdf. Стр. F1-F39.

2.1. Общие параметры настройки:

General Settings		
Name	Value	
Phase CT Ratio	80,0	[1,0 : 6000,0]
Ground CT Ratio	80,0	[1,0 : 6000,0]
Stv Ground CT Ratio	1,0	[1,0 : 6000,0]
Phase VT Ratio	1400,0	[1,0 : 6000,0]
Phase VT Connection	WYE	
Nominal Voltage	115,0 V	[1,0 : 250,0]
Nominal Frequency	50 Hz	
Phase Rotation	ABC	
Frequency Reference	V1	
Auxiliary Voltage	VX	
Snapshot Events	DISABLED	

2.2. Уставки защиты

2.2.1. Функция 51

Phase TOC Low 1 Phase TOC Low 2 Phase TOC Low 3		
Name	Value	
Function	ENABLED	
Input	PHASOR(DFT)	
Pickup Level	5,00 A	[0,05 : 160,00]
Curve	Definite Time	
TD Multiplier	1,50 s	[0,00 : 900,00]
Reset	INSTANTANEOUS	
Voltage Restraint	DISABLED	
Snapshot Events	ENABLED	



2.2.2. Функция 50

Name	Value	
Function	ENABLED	
Input	PHASOR(DFT)	
Pickup Level	35,00 A	[0,05 : 160,00]
Trip Delay	0,50 s	[0,00 : 900,00]
Reset Delay	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

2.2.3. Функциональное устройство аварийной сигнализации 400 А на 1 с

Name	Value	
Function	ENABLED	
Input	PHASOR(DFT)	
Pickup Level	5,00 A	[0,05 : 160,00]
Trip Delay	1,00 s	[0,00 : 900,00]
Reset Delay	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	

2.2.4. АПВ

Name	Value	
Function	ENABLED	
Max Number Shots	1	[1 : 4]
Dead Time 1	5,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 2	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 3	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Dead Time 4	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Reclaim Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Cond. Permission	DISABLED	
Hold Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Reset Time	0,00 s	[0,00 : 900,00]
Snapshot Events	ENABLED	



2.2.5. Контактные входы (по умолчанию)

SELECT	NAME
CONT IP_F_CC1(CC1)	CONT IP_F_CC1 (52b)
CONT IP_F_CC2(CC2)	CONT IP_F_CC2 (50P BLOCK)
CONT IP_F_CC3(CC3)	CONT IP_F_CC3 (51P BLOCK)
CONT IP_F_CC4(CC4)	CONT IP_F_CC4 (87P BLOCK)
CONT IP_F_CC5(CC5)	CONT IP_F_CC5 (50G BLOCK)
CONT IP_F_CC6(CC6)	CONT IP_F_CC6 (51G BLOCK)
CONT IP_F_CC7(CC7)	CONT IP_F_CC7 (79 INITIATE)
CONT IP_F_CC8(CC8)	CONT IP_F_CC8 (79 BLOCK)
CONT IP_F_CC9(Va_COIL1)	CONT IP_F_CC9
CONT IP_F_CC10(Vb_COIL1)	CONT IP_F_CC10
CONT IP_F_CC11(Va_COIL2)	CONT IP_F_CC11
CONT IP_F_CC12(Vb_COIL2)	CONT IP_F_CC12
CONT IP_F_CC13(O7_SEAL)	CONT IP_F_CC13
CONT IP_F_CC14(O8_SEAL)	CONT IP_F_CC14
CONT IP_F_CC15(SUP_COIL1)	CONT IP_F_CC15
CONT IP_F_CC16(SUP_COIL2)	CONT IP_F_CC16

2.2.6. Контактные выходы по умолчанию

SELECT	NAME	SOURCE	OR	NOT
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 01(Board F)	CONT OP OPER_F_01	AR BLOCK BY LEVEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 02(Board F)	CONT OP OPER_F_02	Press for logic	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 03(Board F)	CONT OP OPER_F_03	PH IOC1 HIGH OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 04(Board F)	CONT OP OPER_F_04	PH TOC1 LOW OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 05(Board F)	CONT OP OPER_F_05	Press for logic	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 06(Board F)	CONT OP OPER_F_06	PH IOC1 LOW OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 07(Board F)	CONT OP OPER_F_07	Press for logic	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Contact Output Operate 08(Board F)	CONT OP OPER_F_08	Press for logic	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

a) Первая логика

OR8		
SELECT	SOURCE	NOT
<input checked="" type="checkbox"/>	VO_046_59P_PKP	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	VO_045_27P_PKP	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>



b) Вторая логика

OR8		
SELECT	SOURCE	NOT
<input checked="" type="checkbox"/>	VO_051_50PH_PKP	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	VO_050_50PL_PKP	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>

c) Третья логика. Закрытый выход

OR8		
SELECT	SOURCE	NOT
<input checked="" type="checkbox"/>	OPERATION BIT 1	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	AR CLOSE BREAKER	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>

d) Четвертая логика Отключить выход

OR8		
SELECT	SOURCE	NOT
<input checked="" type="checkbox"/>	VO_019_NEW GENERAL_TRIP	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPERATION BIT 2	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>



2.2.7. Конфигурация СИД

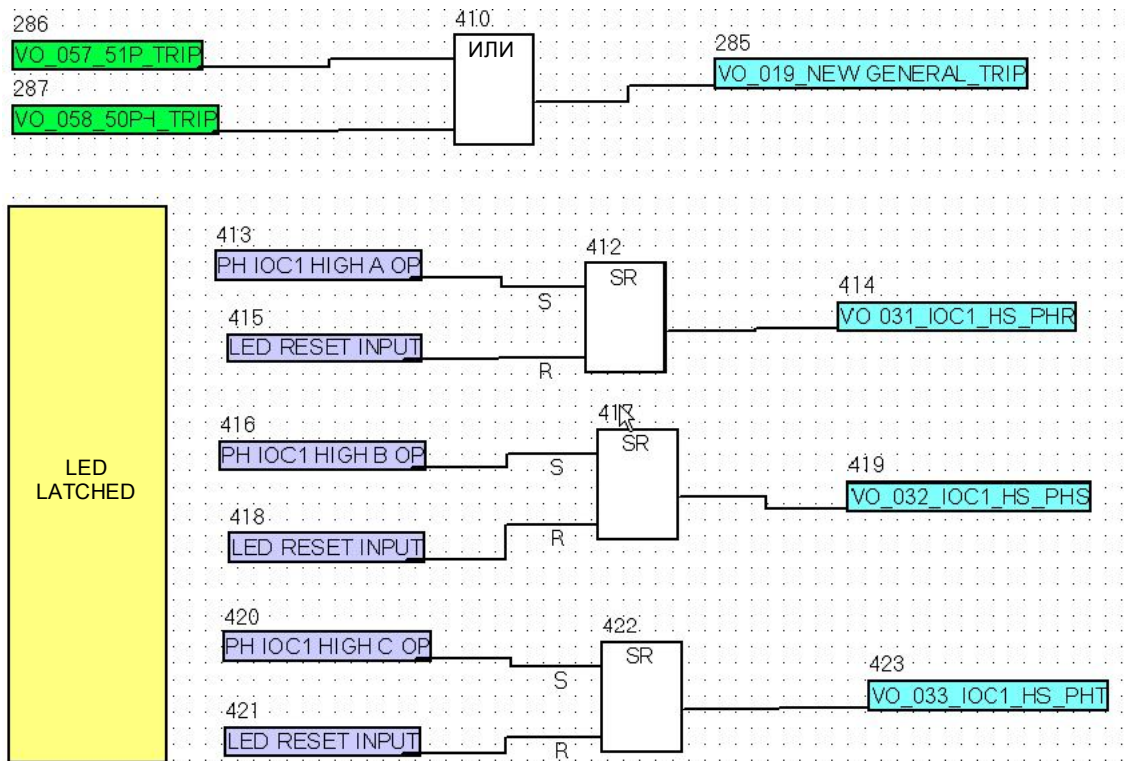
	SELECT	NAME	SOURCE		OR	NOT
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED1	TRIP	VO_019_NEW GENERAL_TRIP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED2	51R TRIP	PH TOC1 LOW A OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED3	51S TRIP	PH TOC1 LOW B OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED4	51T TRIP	PH TOC1 LOW C OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED5	27/59 TRIP	VO_079_ALL_VOLTAGE_TRIP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED6	ALM 400A.1	PH IOC1 LOW OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED7	50 R TRIP	VO_031_IOC1_HS_PHR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED8	50 S TRIP	VO_032_IOC1_HS_PHS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED9	50 T TRIP	VO_033_IOC1_HS_PHT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED10	BRK OPEN	CONT IP_F_CC1 (52b)(CC1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED11	79 READY	AR READY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED12	79 IN-PROG	AR RCL IN PROGRESS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED13	79 BLOCK	AR BLOCK BY LEVEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED14	79 INHIBIT	AR CONDS INPUT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	LED15	79 LOCKOUT	AR LOCKOUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2.8. Назначение осциллографии

	SELECT	NAME	SOURCE		OR	NOT
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 1	TRIP	VO_019_NEW GENERAL_TRIP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 2	51 PICKUP	PH TOC1 LOW PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 3	51 TRIP	PH TOC1 LOW OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 4	50 PICKUP	PH IOC1 HIGH PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 5	50 TRIP	PH IOC1 HIGH OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 6	PICKUP	VO_085_GENERAL_PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 7	400 A PICKUP	PH IOC1 LOW PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 8	400 A TRIP	PH IOC1 LOW OP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 9	27 PICKUP	VO_045_27P_PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 10	59 PICKUP	VO_046_59P_PKP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 11	79 READY	AR READY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 12	79 IN-PROG	AR RCL IN PROGRESS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 13	79 BLOCK	AR BLOCK BY LEVEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 14	79 INHIBIT	AR CONDS INPUT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Digital Channel 15	79 LOCKOUT	AR LOCKOUT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Digital Channel 16		None	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	OSCILLO TRIGGER	OSCILLO TRIGGER	Press for logic	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



2.2.9. Изменение конфигурации логики ПЛК и добавления к стандартной логике



Остальная логика поддерживается как стандартная. См. Руководство по эксплуатации F650.f650man-m.pdf, стр. E-1 – E-8