

Защита электрических сетей

Sepam серии 80

Измерения, защита,
управление и контроль

Руководство
по эксплуатации
2013



Schneider
Electric

Общее содержание

Введение

1

Функции измерения

2

Функции защиты

3

Функции управления и контроля

4

Описание	4
Архитектура модулей	5
Таблица выбора	6
Электрические характеристики	8
Характеристики окружающей среды	9

Гамма Sepam предназначена для защиты электрических аппаратов и распределительных сетей всех уровней напряжения.

Гамма включает 3 серии устройств, отвечающих самым разнообразным требованиям, от самых простых до наиболее сложных:

- Sepam серии 20;
- Sepam серии 40;
- Sepam серии 80.



Sepam серии 80 с встроенным усовершенствованным UMI

Sepam серии 80

Интеллектуальные решения для всех типов применения

Специально разработанное по требованиям применения на крупных промышленных объектах устройство Sepam серии 80 обеспечивает надежную защиту распределительных сетей и электрических машин.

Основные характеристики

- защита замкнутых кольцевых сетей и сетей с параллельными вводами с использованием направленной защиты и функции логической селективности;
- направленная защита от замыканий, адаптированная ко всем системам заземления нейтрали: изолированной, компенсированной или заземленной через резистор;
- защита трансформаторов и блоков "электрическая машина-трансформатор":
 - дифференциальная защита, чувствительная и стабильная благодаря ограничениям, вводимым нейронной сетью;
 - защита, объединенная со всеми необходимыми функциями резервной защиты;
- полная защита двигателей и генераторов:
 - от внутренних повреждений;
 - дифференциальная защита электрических аппаратов, чувствительная и стабильная, с ограничением при пуске и при потере датчиков;
 - потеря возбуждения, полная защита статора и т.д.;
 - от повреждений, связанных с работой сети или процессом: потеря синхронизма, контроль скорости, ошибочное включение и т.д.;
- контроль синхронизма между двумя соединяемыми сетями;
- измерение коэффициента гармоник по току и напряжению для оценки качества электроэнергии;
- 42 входа и 23 выхода для реализации функций управления и контроля;
- возможность вывода анимированных мнемосхем для местного управления выключателями;
- программное обеспечение SFT 2841, используемое для ввода параметров и эксплуатации, простое средство, представляющее полный комплект программ, необходимых каждому пользователю Sepam:
 - программированный ввод параметров и настроек;
 - полная информация при вводе в работу;
 - дистанционное управление и диагностика используемого оборудования;
- редактор логических уравнений, интегрированный в программное обеспечение SFT 2841, для адаптации предварительно установленных функций управления;
- программное обеспечение SFT 2885 (Logiram), используемое для программирования специальных функций управления и контроля;
- 2 порта связи Modbus используются для интеграции Sepam в 2 различные сети или для резервирования;
- съемный картридж для быстрого ввода в эксплуатацию после замены поврежденного базового устройства;
- резервный элемент питания для сохранения записей осциллограмм аварийных режимов.

Таблица выбора

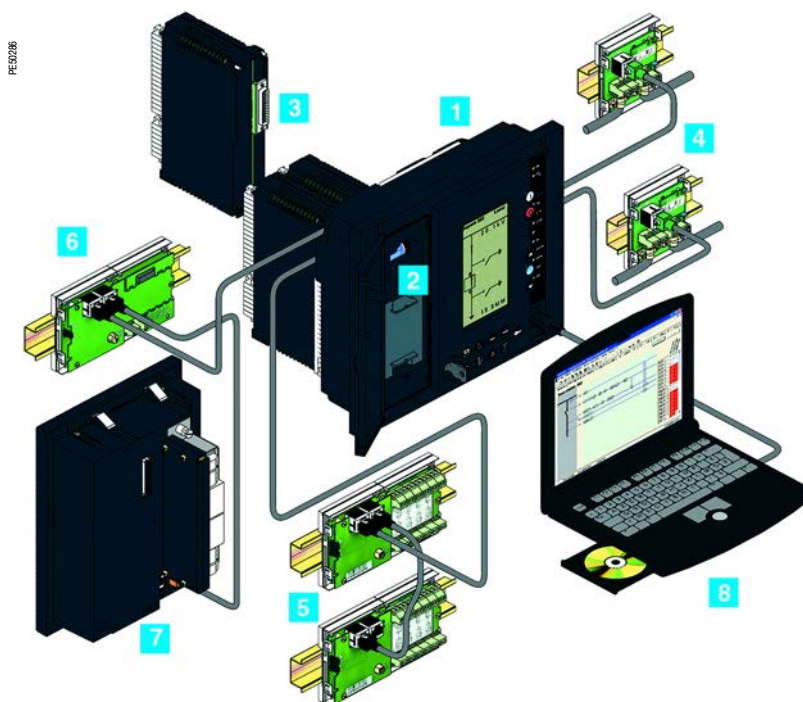
Гамма устройств Sepam серии 80 включает в себя 16 типов устройств, адаптированных для каждого вида применения.

Специальные функции защиты	Применение					
	Подстанция	Трансформатор	Двигатель	Генератор	Сборные шины	Конденсатор
	S80				B80	
Направленная на землю	S81		M81			
Направленная на землю и в фазах	S82	T82		G82		
Контроль напряжения в трех фазах для двух систем сборных шин					B83	
Защита по скорости изменения частоты	S84					
Защита от небаланса конденсаторных батарей						C86
Дифференциальная защита трансформатора или электрической машины		T87	M87	G87		
Дифференциальная защита блока "электрическая машина-трансформатор"			M88	G88		

Гибкость архитектуры и возможность к модернизации

Для адаптации к наибольшему количеству возможных применений, а также для последующей модернизации установки возможности Serap могут быть функционально улучшены путем добавления различных модулей, которые устанавливаются в любой момент в соответствии с запросами Заказчика.

- 1 Базовое устройство с различными типами человеко-машинного интерфейса (UMI):**
 - мнемоническая схема встроенного UMI
 - встроенный или выносной усовершенствованный UMI
- 2 Съёмный картридж для сохранения данных параметрирования и настроек**
- 3 42 логических входа/23 релейных выхода для 3 дополнительных модулей на 14 входов и 6 выходов каждый**
- 4 2 независимых порта сети связи Modbus:**
 - прямое подключение к 2-проводной линии связи RS 485, к 4-проводной линии RS 485 или оптоволоконной линии;
 - подключение к сети Ethernet TCP/IP через веб-сервер Ethernet PowerLogic (Transparent Ready™)
- 5 Обработка данных от 16 температурных датчиков, Pt100, Ni100 или Ni120**
- 6 1 низкоуровневый аналоговый выход 0-10 мА, 4-20 мА или 0-20 мА**
- 7 Модуль контроля синхронизма**
- 8 Программное обеспечение:**
 - для ввода параметров Serap, установки защит и настройки предварительно установленных функций;
 - для местного или дистанционного управления установкой;
 - для программирования специальных функций (Logipam);
 - для восстановления и отображения записи осциллограмм аварийных режимов.



Простота установки

- легкость и компактность базового устройства;
- простота интеграции Serap благодаря адаптационным возможностям устройства:
 - универсальный источник питания Serap и его логических входов: 24 – 250 В постоянного тока;
 - возможность измерения фазного тока с помощью трансформаторов тока 1 или 5 А или с помощью датчиков типа LPCT (Low Power Current Transducers);
 - вычисление или измерение тока нулевой последовательности в различных схемах, по выбору в зависимости от потребностей применения;
- дополнительные модули, которые используются для всех типов Serap и легко вводятся в эксплуатацию:
 - установка на DIN-рейке;
 - подсоединение модулей к базовому устройству с помощью стандартных кабелей.

Простота ввода в эксплуатацию

- использование функций, заранее установленных путем простого параметрирования;
- удобное в использовании и мощное программное обеспечение SFT 2841, общее для всех типов Serap, предоставляющее Пользователю все возможности для установки параметров с помощью PC.

Простота в работе

- встроенный или выносной эргономичный дисплей, который может устанавливаться в наиболее удобном для пользователя месте;
- большой графический экран для отображения анимированных мнемосхем и возможности местного управления выключателями;
- эргономичный человеко-машинный интерфейс, обеспечивающий прямой доступ к информации;
- ясное и четкое отображение на графическом жидкокристаллическом дисплее (LCD) всей информации, необходимой для местного управления и диагностики установки;
- представление информации на языке Пользователя.

		Подстанция				Трансформатор			Двигатель			Генератор			Сборные шины			Дат.
Защиты	Код	ANSI	S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86
макс. токовая в фазах ⁽¹⁾	50/51	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
макс. токовая от замыканий на землю / чувствительная от замыканий на землю ⁽¹⁾	50N/51N 50G/51G	8	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
УРОВ	50BF	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
макс. обратной последовательности	46	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
тепловая защита кабеля	49RMS		2	2	2													
тепловая защита электрической машины ⁽¹⁾	49RMS						2	2	2	2	2	2	2	2	2			
тепловая защита конденсатора	49RMS																	2
небаланс конденсаторных батарей	51C																	8
дифференц. защита от замыканий на землю	64REF						2	2	2				2		2			
дифференц. защита двухобмоточного трансформатора	87T								1			1			1			
дифференц. защита электрической машины	87M										1			1				
макс. направленная токовая в фазах ⁽¹⁾	67			2	2		2	2					2	2	2			
макс. направленная от замыканий на землю ⁽¹⁾	67N/67NC		2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2			
макс. направленная активной мощности	32P		2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2			
макс. направленная реактивной мощности	32Q									1	1	1	1	1	1			
мин. направленная активной мощности	37P				2								2					
мин. токовая в фазах	37									1	1	1						
затянутый пуск / блокировка ротора	48/51LR									1	1	1						
ограничение количества пусков	66									1	1	1						
защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления)	40									1	1	1	1	1	1			
потеря синхронизма	78PS									1	1	1	1	1	1			
макс. частоты вращения (2 уставки) ⁽²⁾	12									□	□	□	□	□	□			
мин. частоты вращения (2 уставки) ⁽²⁾	14									□	□	□	□	□	□			
макс. токовая с коррекцией по напряжению	50V/51V												2	2	2			
мин. полного сопротивления	21B												1	1	1			
защита от ошибочного включения в сеть	50/27												1	1	1			
минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники /100% защита статора от замыканий на землю	27TN/64G2 64G												2	2	2			
контроль насыщения (В/Гц)	24								2				2	2	2			
мин. напряжения (линейное или фазное)	27D	2	2	2	4		2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
мин. напряжения прямой последовательности	27R	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
мин. напряжения, однофазная	27	4	4	4	2		4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2
макс. напряжения (линейное или фазное)	59	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
макс. напряжения нулевой последоват.	59N	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
макс. напряжения обратной последоват.	47	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
максимальной частоты	81H	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
минимальной частоты	81L	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
защита по скорости изменения частоты	81R				2													
АПВ (4 цикла) ⁽²⁾	79	□	□	□	□													
термостат / газовое реле ⁽²⁾	26/63						□	□	□	□		□	□		□			
контроль температуры (16 датчиков) ⁽³⁾	38/49T						□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
контроль синхронизма ⁽⁴⁾	25	□	□	□	□		□	□	□				□	□	□	□	□	
Контроль и управление																		
управление выключателем / контактором	94/69	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
автомат. переключение источников питания (ATS) ⁽²⁾		□	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
разгрузка/автоматический повторный запуск										■	■	■						
снятие возбуждения													■	■	■			
останов турбины													■	■	■			
управление конденсаторными батареями ⁽²⁾																		□
логическая селективность ⁽²⁾	68	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
удержание / квитирование	86	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
сигнализация	30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
переключение групп уставок		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
редактор логических уравнений		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
программирование с помощью Logiprat (рабочий язык)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Цифры указывают количество реле, имеющихся для каждой функции защиты:

■ - стандарт, □ - в соответствии с требованиями Заказчика.

(1) Функция защиты, имеющая 2 группы уставок.

(2) В соответствии с установленными параметрами и наличием модулей входов/выходов MES 120.

(3) С дополнительными модулями MET 148-2, имеющими входы подключения температурных датчиков.

(4) С дополнительным модулем MCS 025 для контроля синхронизма.

	Подстанция				Трансформатор			Двигатель		Генератор			Сборные шины			Дат.
Измерения	S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86
фазный ток (действующее значение) (I1, I2, I3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
измеренный ток нулевой последовательности (I0),	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
расчетный ток нулевой последовательности (I0Σ)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
среднее значение тока (I1, I2, I3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
максиметры тока (IM1, IM2, IM3)																
измеренный ток нулевой последовательности (I'0)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
напряжение (U21, U32, U13, V1, V2, V3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
напряжение нулевой последовательности (V0)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
напряжение прямой последовательности (Vd) /	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
направление вращения фаз																
напряжение обратной последовательности (Vi)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
частота	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
активная мощность (P, P1, P2, P3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
реактивная мощность (Q, Q1, Q2, Q3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
полная мощность (S, S1, S2, S3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
максиметры мощности (PM, QM)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
коэффициент мощности	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
расчетные активная и реактивная энергии (±Вт.ч, ±ВАр.ч)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
активная и реакт. энергии (имп. счетчик) ⁽²⁾ (±Вт.ч, ±ВАр.ч)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
фазный ток (действ. значение) (I'1, I'2, I'3)									■	■		■	■			
расчетный ток нулевой последовательности (I'0Σ)									■	■		■	■			
напряжение U'21, V'1 и частота														■		
напряжение U'21, U'32, U'13, V'1, V'2, V'3, V'd, V'i и частота															■	
напряжение нулевой последовательности (V'0)															■	
температура (16 датчиков) ⁽³⁾					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
частота вращения ⁽²⁾									□	□	□	□	□	□		
напряжение нейтрали (Vnt)								■	■	■	■	■	■			
Диагностика сети и электрической машины																
контекст отключения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ток отключения (Tripl1, Tripl2, Tripl3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
счетчики откл. при межфазном замык. и замык. на землю	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
коэффициент несимметрии / ток обратной последоват. (Ii)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
полный коэффиц. гармоник тока и напряжения (Ithd, Uthd)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
сдвиг фаз φ0, φ'0, φ0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
сдвиг фаз φ1, φ2, φ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
запись осциллограмм аварийных режимов	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
нагрев		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
время работы до отключения по перегрузке		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
время ожидания после отключения при перегрузке		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
счетчик часов работы / время работы					■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
ток и время пуска								■	■	■						
время запрета пуска								■	■	■						
количество пусков до запрета								■	■	■						
коэффициент несимметрии / ток обрат. последоват. (I'i)							■		■	■		■	■			
дифференциальный ток (Idiff1, Idiff2, Idiff3)							■		■	■		■	■			
сквозной ток (It1, It2, It3)							■		■	■		■	■			
фазовый сдвиг θ между токами I и I'							■		■	■		■	■			
полное сопротивление прямой последовательности Zd		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
межфазное полное сопротивление Z21, Z32, Z13		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
напряж. 3-й гармоники, нейтрали или нулевой последоват.											■	■	■			
отклонение амплитуды, частоты и фазовый сдвиг напряж., значения которых сравниваются для контроля синхрон. ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
емкость и токи небаланса конденсатора																■
Диагностика выключателя Код ANSI																
контроль ТТ/ТН 60/60FL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
контроль цепи отключения ⁽²⁾ 74	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
контроль питания Sepam	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
кумулятивное значение токов отключения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
количество коммутаций, время наработки, время взвода привода, количество ложных срабатываний выключателя ⁽²⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Связь Modbus																
считывание измерений ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
телесигнализация и временная маркировка событий ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
команды дистанционного управления ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
дистанционная настройка защит ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
передача данных записи осциллограмм аварийных режимов ⁽⁴⁾	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

■ - стандарт, □ - в соответствии с требованиями Заказчика.

(2) В соответствии с установленными параметрами и наличием модулей входов/выходов MES 120.

(3) С дополнительными модулями MET 148-2, имеющими входы подключения температурных датчиков.

(4) С дополнительным модулем MCS 025 для контроля синхронизма.

(5) С модулем связи ACE 949-2 (2-проводная линия связи RS 485), ACE 959 (4-проводная линия связи RS 485) или модулем ACE 937 (оптоволоконная линия).

Масса

	Базовый блок с усовершенствованным UMI	Базовый блок с графическим UMI
минимальный вес (базовый блок без модуля MES 120)	2.4 kg	3.0 kg
максимальный вес (базовый блок с тремя модулями MES 120)	4.0 kg	4.6 kg

Входы датчиков

Входы фазного тока	1 А или 5 А СТ
входное полное сопротивление	< 0,001 Ом
потребление	< 0,001 ВА (для ТТ 1 А) < 0,025 ВА (для ТТ 5 А)
термостойкость в постоянном режиме	3 In
1 с перегрузки	100 In

Входы напряжения	Фазное	Нулевой последовательности
входное полное сопротивление	> 100 кОм	> 100 кОм
потребление	< 0,015 ВА (для ТН 100 В)	< 0,015 ВА (для ТН 100 В)
термостойкость в постоянном режиме	240 В	240 В
1 с перегрузки	480 В	480 В

Выходы реле

Выходы реле управления (01-04)				
напряжение	пост. ток	24/48 В	127 В	220 В
	пер. ток (47,5 - 63 Гц)			100 – 240 В
постоянный ток		8 А	8 А	8 А
отключающая способность	резистивная нагрузка	8 А / 4 А	0,7 А	0,3 А
	нагрузка L/R < 20 мс	6 А / 2 А	0,5 А	0,2 А
	нагрузка L/R < 40 мс	4 А / 1 А	0,2 А	0,1 А
	резистивная нагрузка			8 А
	нагрузка cos φ > 0,3			5 А
включающая способность		< 15 А за 200 мс		

Выход реле сигнализации (05)				
напряжение	пост. ток	24/48 В	127 В	220 В
	пер. ток (47,5 - 63 Гц)			100 – 240 В
постоянный ток		2 А	2 А	2 А
отключающая способность	нагрузка L/R < 20 мс	2 А / 1 А	0,5 А	0,15 А
	нагрузка cos φ > 0,3			1 А

Источник питания		
напряжение	24 – 250 В пост. тока	-20% / +10%
максимальное потребление	10 – 16 Вт в соответствии с конфигурацией	
пусковой ток	< 10 А за 10 мс	
допустимый коэффициент пульсации	12%	
допустимое кратковременное исчезновение питания	100 мс	

Элемент питания	
размер	1/2 AA; литиевый; 3,6 В
срок службы	10 лет для Sepam во включенном состоянии
	8 лет для Sepam в отключенном состоянии

Электромагнитная совместимость	Стандарт МЭК / EN / ANSI	Уровень / класс	Значение
Тесты на излучение			
излучение возмущающего поля	МЭК 60255-25		
	EN 55022	A	
наведенное излучение помех	МЭК 60255-25		
	EN 55022	A	
Тесты на устойчивость к излучаемым помехам			
устойчивость к излучаемым полям	МЭК 60255-22-3	III	10 В/м; 1 ГГц
	МЭК 61000-4-3	III	10 В/м; 2 ГГц
	ANSI C37.90.2		35 В/м; 25 МГц - 1 ГГц
электростатический разряд	МЭК 60255-22-2	III	8 кВ (воздух); 6 кВ (контакт)
	ANSI C37.90.3		8 кВ (воздух); 4 кВ (контакт)
устойчивость к магнитным полям для частоты напряжения сети	МЭК 61000-4-8	IV	30 А/м (пост.)
Тесты на устойчивость к наведенным помехам			
устойчивость к наведенным помехам RF	МЭК 60255-22-6	III	10 В
быстрые переходные процессы	МЭК 60255-22-4	B	2 кВ; 5 кГц
	МЭК 61000-4-4	IV	4 кВ; 2,5 кГц
	ANSI C37.90.1		4 кВ ; 2,5 кГц
затухающий колебательный импульс 1 МГц	МЭК 60255-22-1	III	2,5 кВ МС; 1 кВ МD
	ANSI C37.90.1		2,5 кВ МС ; 2,5 кВ МD
импульсные волны	МЭК 61000-4-5	III	2 кВ МС; 1 кВ МD
перерывы в подаче напряжения	МЭК 60255-11		100% за 100 мс
Механическая стойкость	Стандарт МЭК / EN / ANSI	Уровень / класс	Значение
В рабочем режиме			
вибрация	МЭК 60255-21-1	2	1 Гн; 10 - 150 Гц
	МЭК 60068-2-6	Fc	2 – 13,2 Гц; a = ±1 мм
удары	МЭК 60255-21-2	2	10 Гн / 11 мс
сейсмика	МЭК 60255-21-3	2	2 Гн, горизонтально
			1 Гн, вертикально
В отключенном состоянии			
вибрация	МЭК 60255-21-1	2	2 Гн; 10 - 150 Гц
удары	МЭК 60255-21-2	2	27 Гн / 11 мс
тряска	МЭК 60255-21-2	2	20 Гн / 16 мс
Устойчивость к воздействию климатических условий	Стандарт МЭК / EN / ANSI	Уровень / класс	Значение
В рабочем режиме			
холод	МЭК 60068-2-1	Ad	-25 °C
сухая жара	МЭК 60068-2-2	Bd	+70 °C
непрерывное воздействие влажной жары	МЭК 60068-2-78	Cab	93% отн. влажность при 40 °C; 10 дней
изменение температуры с указанной скоростью изменения	МЭК 60068-2-14	Nb	от -25 до +70 °C; 5 °C/мин.
влияние коррозии	МЭК 60068-2-60	C	75% отн. влажность при 25 °C; 21 день 0,5 частей/млн. H ₂ S; 1 частей/млн. SO ₂
При хранении ⁽³⁾			
изменение температуры с указанной скоростью изменения	МЭК 60068-2-1	Ab	от -25 до +70 °C; 5 °C/мин.
соляной туман	МЭК 60068-2-52	Kb/2	6 дней
сухая жара	МЭК 60068-2-2	Bb	+70 °C
непрерывное воздействие влажной жары	МЭК 60068-2-78	Cab	93% отн. влажность при 40 °C; 56 дней
	МЭК 60068-2-30	Db	95% отн. влажность при 55 °C; 6 дней
Безопасность	Стандарт МЭК / EN / ANSI	Уровень / класс	Значение
Тесты на безопасность и прочность кожуха прибора			
герметичность передней панели	МЭК 60529	IP52	другие панели IP20
пожароустойчивость	МЭК 60695-2-11	тип 12	раскаленный провод 650 °C
Тесты на элетробезопасность			
1,2/50 мкс, импульс	МЭК 60255-5		5 кВ ⁽¹⁾
электрическая прочность для промышленной частоты	МЭК 60255-5		2 кВ - 1 мин ⁽²⁾
	ANSI C37.90		1 кВ - 1 мин (выход авар. сигнализации) 1,5 кВ - 1 мин (выход управления)
Сертификация			
CE	основной стандарт EN 50263	Европейские нормативные документы: ■ 89/336/CEE - Директива по электромагнитной совместимости (CEM): □ 92/31/CEE - изменения; □ 93/68/CEE - изменения ■ 73/23/CEE - Директива по низкому напряжению: □ 93/68/CEE - изменения	
UL 	UL508 - CSA C22.2 № 14-95		документ E212533
CSA	CSA C22.2 № 14-95 / № 94-M91 / № 0.17-00		документ 210625

(1) За исключением функции связи 3 кВ (в обычном режиме) и 1 кВ (в дифференциальном режиме).

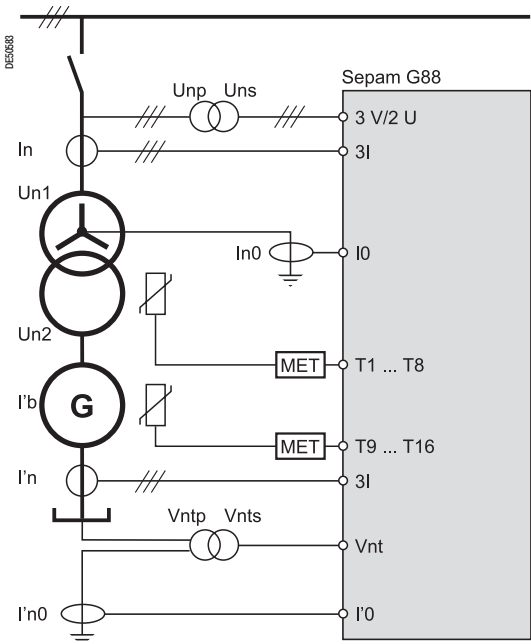
(2) За исключением функции связи 1 кВ (действующее значение).

(3) Сертификат должен храниться в заводской упаковке.

Входы датчиков	12
Основные параметры	13
Характеристики	14
Обработка измеренных сигналов	16
Фазный ток, ток нулевой последовательности	18
Среднее значение и максиметры фазных токов	19
Линейное напряжение	20
Фазное напряжение	21
Напряжение нулевой последовательности, напряжение нейтрали	22
Напряжение прямой последовательности	23
Напряжение обратной последовательности	24
Частота	25
Активная, реактивная и полная мощности	26
Максиметры активной и реактивной мощностей	
Коэффициент мощности ($\cos \varphi$)	28
Активная и реактивная энергии	29
Температура	30
Частота вращения	31
Векторная диаграмма	32
Контекст отключения и токи отключения	33
Количество отключений при фазном замыкании и замыкании на землю	34
Коэффициент несимметрии	35
Полные коэффициенты гармоник тока и гармоник напряжения	36
Фазовые сдвиги φ_0 , φ'_0 , φ_{0S} и φ_1 , φ_2 , φ_3	37
Запись осциллограмм аварийных режимов	38
Контроль синхронизма: сравнение напряжений и контекста несинхронизации	39
Нагрев и постоянная времени охлаждения	40
Время работы до отключения и время ожидания после отключения	41
Счетчик часов работы и время работы	
Пусковой ток и время пуска	42
Количество пусков до запрета и время запрета пуска	43
Дифференциальный и сквозной токи	44
Фазовый сдвиг между токами	45
Полное сопротивление прямой последовательности и полное сопротивление между фазами	46
Напряжения 3-й гармоники в нейтрали и нулевой последовательности 3-й гармоники	47
Емкость конденсаторов	48

Ток небаланса конденсатора	49
Контроль ТН	50
Код ANSI 60FL	
Контроль ТТ	52
Код ANSI 60	
Контроль цепей отключения и включения	53
Код ANSI 74	
Контроль оперативного питания	54
Кумулятивное значение токов отключения	
и количество коммутаций	55
Время коммутаций и время взвода привода	56
Количество операций выката выключателя	57

2



Sepam серии 80 имеет аналоговые входы для подсоединения датчиков, с помощью которых проводятся необходимые измерения в соответствии с типом применения Sepam:

- основные аналоговые входы, предусмотренные во всех типах Sepam серии 80:
 - 3 входа фазного тока (I1, I2, I3);
 - 1 вход тока нулевой последовательности (I0);
 - 3 входа фазного напряжения (V1, V2, V3);
 - 1 вход напряжения нулевой последовательности (V0);
- дополнительные аналоговые входы, предусмотренные в зависимости от типа Sepam:
 - 3 дополнительных входа фазного тока (I'1, I'2, I'3);
 - 1 дополнительный вход тока нулевой последовательности (I'0);
 - 3 дополнительных входа фазного напряжения (V'1, V'2, V'3);
 - 1 дополнительный вход напряжения нулевой последовательности (V'0).

В таблице ниже указаны аналоговые входы, предусмотренные в соответствии с типом Sepam серии 80.

		S80, S81, S82, S84	T81, T82, M81, G82	T87, M87, M88, G87, G88	B80	B83	C86
входы фазного тока	основные каналы	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3	I1, I2, I3
	дополнительные каналы			I'1, I'2, I'3			
входы тока нулевой последовательности	основной канал	I0	I0	I0	I0	I0	I0
	дополнительный канал	I'0	I'0	I'0	I'0		I'1, I'2, I'3, I'0
входы фазного напряжения	основные каналы	V1, V2, V3 или U21, U32	V1, V2, V3 или U21, U32	V1, V2, V3 или U21, U32	V1, V2, V3 или U21, U32	V1, V2, V3 или U21, U32	V1, V2, V3 или U21, U32
	дополнительные каналы				V'1 или U'21	V'1, V'2, V'3 или U'21, U'32	
входы напряжения нулевой последовательности	основной канал	V0	V0	V0	V0 (1)	V0	V0
	дополнительный канал					V'0	
входы температурных датчиков (на модуле MET 148-2)			T1 - T16	T1 - T16			T1 - T16

Примечание. В широком смысле, дополнительное измерение (тока или напряжения) представляет собой значение, измеренное через дополнительный аналоговый канал.

Основные параметры определяют характеристики измерительных датчиков, подключаемых к Serap, и обуславливают рабочие характеристики используемых функций измерения и защиты. Они доступны с помощью программного обеспечения SFT 2841 в рубриках «Основные характеристики», «Датчики ТТ/ТН» и «Особые характеристики».

Основные параметры		Выбор	Диапазон
In, I'n	номинальный фазный ток (первичный ток датчика)	2 или 3 ТТ 1 А / 5 А 3 датчика LPCT	1 А - 6250 А 25 А - 3150 А ⁽¹⁾
I'n	номинальный ток датчика небаланса (применение: конденсатор)	ТТ 1 А / 2 А / 5 А	1 А - 30 А
Ib	базовый ток (соответствует номинальной мощности оборудования)		0.2 - 1.3 In
I'b	базовый ток в дополнительных каналах (не регулируется)	применение для трансформатора другие типы применения	I'b = Ib x Un1/Un2 I'b = Ib
In0, I'n0	номинальный ток нулевой последовательности	сумма токов в 3 фазах тор нулевой последовательности CSH 120 или CSH 200 ТТ 1 А / 5 А + промежуточный кольцевой тор CSH 30 тор нулевой последовательности + адаптер ACE 990 (коэффициент трансформации тора 1/n должен быть в пределах: $50 \leq n \leq 1500$)	см. номинальный фазный ток In (In') ном. ток: 2 или 20 А 1 - 6250 А в соответствии с контролируемым значением тока и при помощи преобразователя ACE 990
Unp	номинальное первичное линейное напряжение (Unp: номинальное первичное фазное напряжение $Unp = Unp/\sqrt{3}$)		220 В - 250 кВ
Uns	номинальное вторичное линейное напряжение	3 ТН: V1, V2, V3 2 ТН: U21, U32 1 ТН: U21 1 ТН: V1	100, 110, 115, 120, 200, 220 В 100, 110, 115, 120 В 100, 110, 115, 120 В 100, 110, 115, 120, 200, 220 В
Uns0	вторичное напряжение нулевой последовательности для первичного напряжения нулевой последовательности $Unp/\sqrt{3}$		Uns/3 или $Uns/\sqrt{3}$
Vntp	первичное напряжение трансформатора напряжения нейтрали (применение: генератор)		220 В - 250 кВ
Vnts	вторичное напряжение трансформатора напряжения нейтрали (применение: генератор)		57.7 В - 133 В
fn	номинальная частота fn		50 или 60 Гц
	направление вращения фаз		1-2-3 или 1-3-2
	период интеграции (для среднего тока и максиметров тока и мощности)		5, 10, 15, 30, 60 мин
	импульсный счетчик энергии с накоплением	приращение активной энергии приращение реактивной энергии	0,1 кВт.ч - 5 МВт.ч 0,1 кВар.ч - 5 МВар.ч
P	номинальная мощность трансформатора		100 кВА - 999 МВА
Un1	номинальное напряжение обмотки 1 (со стороны основных каналов: I)		220 В - 220 кВ
Un2	номинальное напряжение обмотки 2 (со стороны дополнительных каналов: I')		220 В - 400 кВ
In1	номинальный ток обмотки 1 (не регулируется)		$In1 = P/\sqrt{3} \cdot Un1$
In2	номинальный ток обмотки 2 (не регулируется)		$In2 = P/\sqrt{3} \cdot Un2$
	векторная группа соединения трансформатора		0 - 11
Ωn	номинальная частота вращения (двигатель, генератор)		100 - 3600 об./мин
R	количество импульсов на один оборот (для развития частоты вращения)		1 - 1800 ($Wn \times R/60 \leq 3000$)
	уставка нулевой частоты вращения		5 - 20 % от Wn
	количество конденсаторных батарей		1 - 4
	подключение конденсаторных батарей		звезда / треугольник
	коэффициент пропорциональности конденсаторных батарей	батарея 1 батарея 2 батарея 3 батарея 4	1 1, 2 1, 2, 3, 4 1, 2, 3, 4, 6, 8

(1) Значения In для датчика LPCT в амперах: 25, 50, 100, 125, 133, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 666, 1000, 1600, 2000, 3150.

Функции		Диапазон	Точность ⁽¹⁾	MSA141	Сохранение
Измерения					
фазный ток		0.02 - 40 In	±0.5 %	■	
ток нулевой последовательности	расчетный	0.005 - 40 In	±1 %	■	
	измеренный	0.005 - 20 In0	±1 %	■	
максиметры тока		0.02 - 40 In	±0.5 %		
среднее значение тока		0.02 - 40 In	±0.5 %		□
линейное напряжение	основные каналы (U)	0.05 - 1.2 Unp	±0.5 %	■	
	дополнительные каналы (U')	0.05 - 1.2 Unp	±1 %		
фазное напряжение	основные каналы (V)	0.05 - 1.2 Vnp	±0.5 %	■	
	дополнительные каналы (V')	0.05 - 1.2 Vnp	±1 %		
напряжение нулевой последовательности		0.015 - 3 Vnp	±1 %		
напряжение нейтрали		0.015 - 3 Vntp	±1 %		
напряжение прямой последовательности		0.05 - 1.2 Vnp	±2 %		
напряжение обратной последовательности		0.05 - 1.2 Vnp	±2 %		
частота f	основные каналы (f)	25 - 65 Гц	±0.01 Гц	■	
	дополнительные каналы (f')	45 - 55 Гц (fn = 50 Гц) 55 - 65 Гц (fn = 60 Гц)	±0.05 Гц		
активная мощность (общая или фазная)		0.008 Sn - 999 МВт	±1 %	■	
реактивная мощность (общая или фазная)		0.008 Sn - 999 Мвар	±1 %	■	
полная мощность (общая или фазная)		0.008 Sn - 999 МВА	±1 %	■	
максиметры активной мощности		0.008 Sn - 999 МВт	±1 %		□
максиметры реактивной мощности		0.008 Sn - 999 Мвар	±1 %		□
коэффициент мощности		-1 - +1 (CAP/IND)	±0.01	■	
расчетная активная энергия		0 - 2.1 x 10 ⁸ МВт.ч	±1 % ±1 разряд		□ □
расчетная реактивная энергия		0 - 2.1 x 10 ⁸ Мвар.ч	±1 % ±1 разряд		□ □
температура		от -30 +200 °C или от -22 до +392 °F	±1 °C от +20 до +140 °C	■	
частота вращения		0 - 7200 об./мин.	±1 об./мин.		
Помощь в диагностике сети					
контекст отключения					□
ток отключения		0.02 - 40 In	±5 %		□
количество отключений		0 - 65535	-		□ □
коэффициент несимметрии / ток обратной последовательности		1 - 500 % of Ib	±2 %		
полный коэффициент гармоник тока		0 - 100 %	±1 %		
полный коэффициент гармоник напряжения		0 - 100 %	±1 %		
сдвиг фаз φ0 (между V0 и I0)		0 - 359°	±2°		
сдвиг фаз φ1, φ2, φ3 (между V и I)		0 - 359°	±2°		
запись осциллограмм аварийных режимов					□
сдвиг по напряжению		0 - 1.2 Uсинх.1	±1 %		
сдвиг по частоте		0 - 10 Гц	±0.5 Гц		
сдвиг по фазе		0 - 359°	±2°		
контекст отсутствия синхронизации					□

■ Обеспечивается с помощью модуля аналогового выхода MSA 141 в соответствии с установленными параметрами.

□ □ Сохраняется при отключении источника вспомогательного питания, даже без батареи.

□ Сохраняется при отключении источника вспомогательного питания с помощью батареи.

(1) В стандартных условиях (CEI 60255-6) типичная точность в In или Unp cosφ > 0,8.

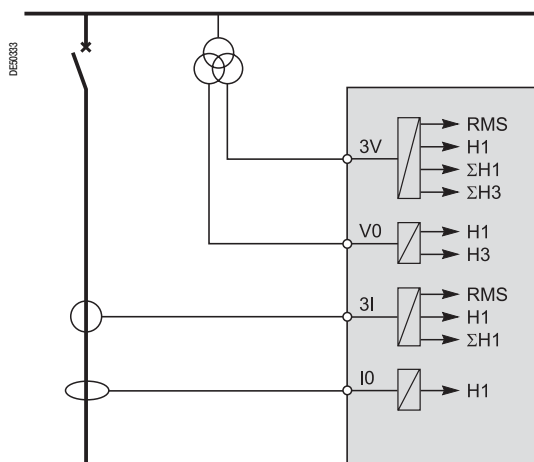
Функции	Диапазон	Точность ⁽¹⁾	MSA141	Сохранение
Помощь в эксплуатации электрической машины				
нагрев	0 - 800 % (100 % или phase I = Ib)	±1 %	■	□ □
время работы до отключения по перегрузке	0 - 999 мин	±1 мин		
время ожидания после отключения при перегрузке	0 - 999 мин	±1 мин		
счетчик часов работы / время работы	0 - 65535 ч	±1 % или ±0.5 ч		□ □
пусковой ток	1.2 Ib - 40 In	±5 %		□
время пуска	0 - 300 с	±300 мс		□
количество пусков до запрета	0 - 60			
время запрета пуска	0 - 360 мин	±1 мин		
дифференциальный ток	0.015 - 40 In	±1 %		
сквозной ток	0.015 - 40 In	±1 %		
фазовый сдвиг θ1, θ2, θ3 (между токами I и I')	0 - 359°	±2°		
полное сопротивление Zd, Z21, Z32, Z13	0 - 200 кОм	±5 %		
напряжение нейтрали 3-й гармоники	0.2 - 30 % Vnp	±1 %		
напряжение нулевой последовательности 3-й гармоники	0.2 - 90 % Vnp	±1 %		
емкость	0 - 30 F	±5 %		
ток небаланса конденсатора	0.02 - 40 I'n	±5 %		
Помощь в диагностике выключателя				
кумулятивное значение токов отключения	0 - 65535 кА ²	±10 %		□ □
количество коммутаций	0 - 4 x 10 ⁹	-		□ □
время наработки	20 - 100 с	±1 мс		□ □
время взвода привода	1 - 20 с	±0.5 с		□ □
количество отключений	0 - 65535	-		□ □

■ Обеспечивается с помощью модуля аналогового выхода MSA 141 в соответствии с установленными параметрами.

□ □ Сохраняется при отключении источника вспомогательного питания, даже без батареи.

□ Сохраняется при отключении источника вспомогательного питания с помощью батареи.

(1) В стандартных условиях (CEI 60255-6) типичная точность в In или Vnp cosφ > 0,8.



Величины, порождаемые Sepam на основании измеренных физических сигналов

Измеряемые физические величины

Sepam обеспечивает измерение следующих физических величин:

- фазный ток (3I);
- ток нулевой последовательности (IO);
- фазное напряжение (3V);
- напряжение нулевой последовательности (V0).

Каждый измеренный физический сигнал обрабатывается устройством Sepam для получения значений, необходимых для работы функций измерения, диагностики и защиты.

В таблицах ниже указан для каждой функции тип используемой величины, разработанный на основе измеренных физических сигналов, с указанием:

- RMS – действующего значения до 13-й гармоники;
- H1 – основной составляющей 50 или 60 Гц;
- ΣH1 – векторной суммы основных составляющих в трех фазах;
- H3 – составляющей 3-й гармоники;
- ΣH3 – векторной суммы составляющих 3-й гармоники в трех фазах.

Величины, используемые функциями измерения и диагностики

	3I			IO		3V				V0	
Измерения	RMS	H1	ΣH1	H1		RMS	H1	ΣH1	ΣH3	H1	H3
фазный ток (действ. значение) (I1, I2, I3)	■										
вычисленный ток нулевой последовательности (IOΣ)			■								
среднее значение тока (I1, I2, I3)	■										
максиметры тока (IM1, IM2, IM3)	■										
измеренный ток нулевой последовательности (IO, IO')				■							
напряжение (U21, U32, U13, V1, V2, V3, U'21, U'32, U'13, V'1, V'2, V'3)							■				
напряжение нулевой последовательности (V0)								□		□	
напряжение прямой последовательности (Vd) / направление вращения фаз							■				
напряжение обратной последовательности (Vi)							■				
частота f							■				
активная мощность (P, P1, P2, P3)		■					■				
реактивная мощность (Q, Q1, Q2, Q3)		■					■				
полная мощность (S, S1, S2, S3)		■					■				
максиметры мощности (PM, QM)		■					■				
коэффициент мощности		■					■				
расчетные активная и реактивная энергии (±Вт.ч, ±ВАр.ч)		■					■				
фазный ток (действ. значение) (I'1, I'2, I'3)	■										
расчетный ток нулевой последовательности (IO'Σ)			■								
напряжение нейтрали (Vnt)										■	
Диагностика сети и электрической машины											
ток отключения (Tripl1, Tripl2, Tripl3)		■									
коэффициент несимметрии / ток обратной последовательности (li)		■									
полный коэффициент гармоник тока (Ithd)	■	■									
полный коэффициент гармоник напряжения (Uthd)						■	■				
сдвиг фаз (φ0, φ'0, φ0Σ)			■	■				□		□	
сдвиг фаз (φ1, φ2, φ3)		■					■				
нагрев	■										
коэффициент несимметрии / ток обратной последовательности (I'i)		■									
дифференциальный ток (Idiff1, Idiff2, Idiff3)		■									
сквозной ток (It1, It2, It3)		■									
фазовый сдвиг φ между токами I и I'		■									
пусковой ток		■									
напряжение 3-й гармоники, нейтрали или нулевой последовательности									■		■
Диагностика выключателя											
Код ANSI											
контроль ТТ/ТН	60/60FL	■					■				
кумулятивное значение токов отключения		■									

■ - стандарт.

□ - в соответствии с подключением измерительных датчиков.

Values used by the protection functions

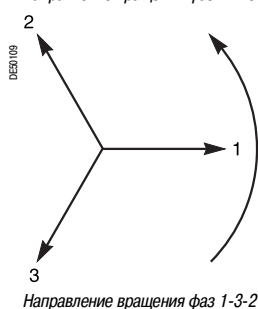
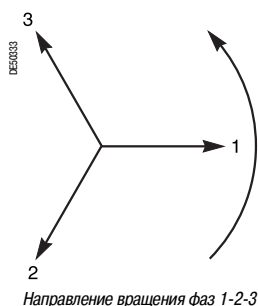
Protections	ANSI code	3I			I0		3V			V0	
		RMS	H1	$\Sigma H1$	H1		RMS	H1	$\Sigma H1$	$\Sigma H3$	H1 H3
макс. токовая в фазах	50/51		■								
макс. токовая от замыканий на землю	50N/51N			□	□						
чувствительная от замыканий на землю	50G/51G										
УРОВ	50BF		■								
макс. обратной последовательности	46		■								
тепловая защита кабеля	49RMS	■									
тепловая защита электрической машины	49RMS	■									
тепловая защита конденсатора	49RMS	■									
небаланс конденсаторных батарей	51C		■								
дифференциальная от замыканий на землю	64REF			■	■						
дифференц. защита двухобмоточного трансформатора	87T		■								
дифференциальная электрической машины	87M		■								
макс. направленная токовая в фазах	67		■					■			
макс. направленная от замыканий на землю	67N/67NC			□	□				□		□
макс. направленная активной мощности	32P		■					■			
макс. направленная реактивной мощности	32Q		■					■			
мин. направленная активной мощности	37P		■					■			
мин. токовая в фазах	37		■								
затянутый пуск / блокировка ротора	48/51LR		■								
ограничение количества пусков	66		■								
защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления)	40		■					■			
потеря синхронизма	78 PS		■					■			
макс. токовая с коррекцией по напряжению	50V/51V		■					■			
мин. полного сопротивления	21B		■					■			
защита от ошибочного включения в сеть	50/27		■					■			
мин. напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники /100% защита статора от замыканий на землю	27TN/64G2 64G									□	■
контроль насыщения (В/Гц)	24							■			
мин. напряжения прямой последовательности	27D							■			
мин. напряжения нулевой последовательности	27R							■			
мин. напряжения (линейное или фазное)	27							■			
макс. напряжения (линейное или фазное)	59							■			
макс. напряжения нулевой последовательности	59N								□		□
макс. напряжения обратной последовательности	47							■			
максимальной частоты f	81H							■			
минимальной частоты f	81L							■			
защита по скорости изменения частоты	81R							■			

■ - стандарт.

□ - в соответствии с подключением измерительных датчиков.

Направление вращения фаз

Направление вращения трех фаз сети: либо 1-2-3, либо 1-3-2 (порядок следования фаз).

Направление вращения фаз параметрируется, чтобы обеспечить правильный расчет симметричных составляющих (V_d , V_i , $V_0\Sigma$, I_d , I_i , $I_0\Sigma$).

Фазный ток

Работа

Данная функция выдает действующее значение фазных токов:

- I1: ток фазы 1, основные каналы;
- I2: ток фазы 2, основные каналы;
- I3: ток фазы 3, основные каналы;
- I'1: ток фазы 1, дополнительные каналы;
- I'2: ток фазы 2, дополнительные каналы;
- I'3: ток фазы 3, дополнительные каналы.

Функция основывается на измерении действующего значения тока и учитывает гармоники (до 13-й).

Для измерения фазного тока используются датчики различных типов:

- трансформаторы тока 1 или 5 А;
- датчики тока типа LPCT (Low Power Current Transducer).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

диапазон измерений	0,02 - 40 In ⁽¹⁾
единицы измерения	А или кА
разрешающая способность	0,1 А
точность	±0,5% (тип.) ⁽²⁾ ±1% при 0,3 - 1,5 In ±2% при 0,1 - 0,3 In
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) In - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

(2) При In в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Ток нулевой последовательности

Работа

Данная функция выдает действующее значение тока нулевой последовательности.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

В зависимости от типа Seram и подключенных датчиков обеспечивается измерение 4 значений тока нулевой последовательности:

- два значения тока нулевой последовательности (I0Σ и I'0Σ), вычисляемых по векторной сумме тока в трех фазах;
- два измеренных значения тока нулевой последовательности (I0 и I'0).

Для измерения тока нулевой последовательности используются датчики различных типов:

- специальный тор нулевой последовательности CSH 120 или CSH 200;
- обычный трансформатор тока 1 или 5 А с промежуточным тором CSH 30;
- любой тор нулевой последовательности с адаптером ACE 990.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

диапазон измерений	I0Σ или I'0Σ			0,005 - 40 In ⁽¹⁾
	I0 или I'0 (измерение с помощью тора CSH)	ном. ток	In0 = 2 А	0,005 - 20 In0 ⁽¹⁾
			In0 = 20 А	0,005 - 20 In0 ⁽¹⁾
	I0 или I'0 (измерение с помощью тора нулевой последовательности с адаптером ACE 990)			0,005 - 20 In0 ⁽¹⁾
	I0 или I'0 (измерение с помощью ТТ с промежуточным тором CSH 30)			0,005 - 20 In0 ⁽¹⁾
единицы измерения	А или кА			
разрешающая способность	0,1 А или 1 разряд			
точность ⁽²⁾	±1% (тип.) в In0 ±2% при 0,3 - 1,5 In0 ±5% при 0,1 - 0,3 In0			
формат дисплея	3 значащие цифры			
период обновления данных	1 с (тип.)			

(1) In, In0 - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

(2) В стандартных условиях (МЭК 60255-6), без учета точности датчиков.

Работа

Среднее значение тока и максиметры фазных токов вычисляются по значению тока в трех фазах: I1, I2 и I3:

- среднее значение тока вычисляется за период, устанавливаемый от 5 до 60 минут;
- максиметр тока является наибольшим из средних значений тока и позволяет определить силу тока в момент пиковой нагрузки.

Максиметры могут быть установлены на нуль. Значения максиметров сохраняются в случае отключения питания.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Установка на нуль максиметров тока осуществляется:

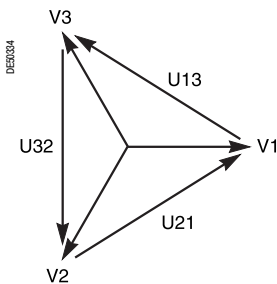
- с дисплея Seram при помощи кнопки  в случае индикации максиметра;
- при помощи команды "clear" в программе SFT 2841;
- через связь (TC4).

Характеристики

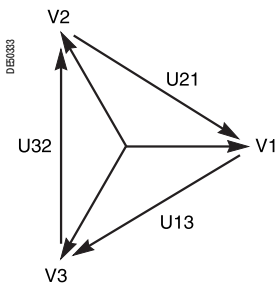
диапазон измерений	0,02 - 40 In ⁽¹⁾
единицы измерения	A или kA
разрешающая способность	0,1 A
точность	±0,5% (тип.) ⁽²⁾ ±1% при 0,3 - 1,5 In ±2% при 0,1 - 0,3 In
формат дисплея	3 значащие цифры
период интеграции	5, 10, 15, 30, 60 мин

(1) In - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

(2) При In в стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Сеть 1-2-3: фазное или линейное напряжение



Сеть 1-3-2: фазное или линейное напряжение

Работа

Данная функция выдает действующее значение основной составляющей частотой 50 или 60 Гц:

- основные линейные напряжения:
 - напряжение между фазами 2 и 1 ($U_{21} = V_1 - V_2$);
 - напряжение между фазами 3 и 2 ($U_{32} = V_2 - V_3$);
 - напряжение между фазами 1 и 3 ($U_{13} = V_3 - V_1$).
- дополнительные линейные напряжения:
 - напряжение между фазами 2 и 1 ($U'_{21} = V'_1 - V'_2$);
 - напряжение между фазами 3 и 2 ($U'_{32} = V'_2 - V'_3$);
 - напряжение между фазами 1 и 3 ($U'_{13} = V'_3 - V'_1$).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 Unp ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±0,5% (тип.) (2) , основные каналы ±1% (тип.) (2) , дополнительные каналы ±1% при 0,5 - 1,2 Unp ±2% при 0,05 - 0,5 Unp
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) Un - номинальное напряжение, указываемое при установке основных параметров.
(2) При Unp в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Данная функция выдает действующее значение основной составляющей частотой 50 или 60 Гц:

- основные фазные напряжения (V1, V2, V3), измеряемые в фазах 1, 2 и 3;
- дополнительные фазные напряжения (V'1, V'2, V'3), измеряемые в фазах 1, 2 и 3.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 V _{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±0,5% (тип.) (2) , основные каналы ±1% (тип.) (2) , дополнительные каналы ±1% при 0,5 - 1,2 V _{np} ±2% при 0,05 - 0,5 V _{np}
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) V_{np} - первичное номинальное фазное напряжение ($V_{np} = U_{лр}/\sqrt{3}$).

(2) При V_{np} в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Напряжение нулевой последовательности и напряжение нейтрали

2

Напряжение нулевой последовательности

Работа

Данная функция выдает значение:

■ основного напряжения нулевой последовательности: $\vec{V}_0 = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3$

■ дополнительного напряжения нулевой последовательности: $\vec{V}'_0 = \vec{V}'_1 + \vec{V}'_2 + \vec{V}'_3$

Значение напряжения нулевой последовательности:

- измеряется с помощью трансформатора напряжения по схеме "звезда / открытый треугольник";
- рассчитывается по внутренней сумме трех фазных напряжений.

Функция основывается на измерении основной составляющей напряжений частотой 50 Гц или 60 Гц.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,015 - 3 V _{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±1% при 0,5 - 3 V _{np} ±2% при 0,05 - 0,5 V _{np} ±5% при 0,015 - 0,05 V _{np}
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) V_{np} - первичное номинальное фазное напряжение (V_{np} = U_{np}/√3).

Напряжение нейтрали

Работа

Данная функция выдает значение напряжения нулевой последовательности (V_{nt}), измеренное в нейтральной точке генератора или двигателя с помощью соответствующего трансформатора напряжения:

$$\vec{V}_{nt} = (\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3) / 3$$

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,015 - 3 V _{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±1% при 0,5 - 3 V _{ntp} ±2% при 0,05 - 0,5 V _{ntp} ±5% при 0,015 - 0,05 V _{ntp}
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) V_{ntp} - первичное напряжение трансформатора нейтрали.

Работа

Данная функция выдает рассчитанное значение основного напряжения прямой последовательности V_d :

■ для трех основных фазных напряжений:

□ при направлении вращения фаз: 1-2-3 $\vec{V}_d = \frac{1}{3} \times (\vec{V}_1 + a\vec{V}_2 + a^2\vec{V}_3)$

□ при направлении вращения фаз: 1-3-2 $\vec{V}_d = \frac{1}{3} \times (\vec{V}_1 + a^2\vec{V}_2 + a\vec{V}_3)$

■ для двух основных линейных напряжений:

□ при направлении вращения фаз: 1-2-3 $\vec{V}_d = \frac{1}{3} \times (\vec{U}_{21} - a^2\vec{U}_{32})$

□ при направлении вращения фаз: 1-3-2 $\vec{V}_d = \frac{1}{3} \times (\vec{U}_{21} - a\vec{U}_{32})$

где $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

Значение дополнительного напряжения прямой последовательности $V'd$ рассчитывается так же:

- для трех дополнительных фазных напряжений ($V'1$, $V'2$ и $V'3$);
- для двух дополнительных линейных напряжений ($U'21$ и $U'32$).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 V_{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±2% при V_{np}
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) V_{np} - первичное номинальное фазное напряжение ($V_{np} = U_{np}/\sqrt{3}$).

Работа

Данная функция выдает рассчитанное значение основного напряжения обратной последовательности V_i :

■ для трех основных фазных напряжений:

□ при направлении вращения фаз: 1-2-3 $\vec{V}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{V}_1 + a^2 \vec{V}_2 + a \vec{V}_3)$

□ при направлении вращения фаз: 1-3-2 $\vec{V}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{V}_1 + a \vec{V}_2 + a^2 \vec{V}_3)$

■ для двух основных линейных напряжений:

□ при направлении вращения фаз: 1-2-3 $\vec{V}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{U}_{21} - a \vec{U}_{32})$

□ при направлении вращения фаз: 1-3-2 $\vec{V}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{U}_{21} - a^2 \vec{U}_{32})$

где $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

Значение дополнительного напряжения обратной последовательности V'_i рассчитывается так же:

- для трех дополнительных фазных напряжений (V'_1 , V'_2 и V'_3);
- для двух дополнительных линейных напряжений (U'_{21} и U'_{32}).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 V_{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
разрешающая способность	1 В
точность	±2% при V_{np}
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) V_{np} - первичное номинальное фазное напряжение ($V_{np} = U_{np}/\sqrt{3}$).

Работа

Данная функция выдает значение частоты f .

Частота f измеряется одним из следующих методов:

- по U_{21} или V_1 , если к Seram подведено только одно напряжение;
- по напряжению прямой последовательности — в других случаях.

Частота f не измеряется, если:

- напряжение U_{21} (или V_1) или напряжение прямой последовательности V_d меньше 40% от U_n ;
- частота f находится вне диапазона измерений.

Частота f измеряется по тому же принципу: по напряжению V_d или U'_{21} либо $V'1$.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

Основные каналы

номинальная частота f_n	50 Гц, 60 Гц
диапазон измерений	25 - 65 Гц
разрешающая способность ⁽¹⁾	0.01 Гц ⁽¹⁾
точность ⁽²⁾	± 0.01 Гц
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

Дополнительные каналы

номинальная частота f_n	50 Гц, 60 Гц
диапазон измерений	45 - 55 Гц ($f_n = 50$ Гц) 55 - 65 Гц ($f_n = 60$ Гц)
разрешающая способность ⁽¹⁾	0.01 Гц
точность ⁽²⁾	± 0.05 Гц
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

⁽¹⁾ На SFT 2841.

⁽²⁾ При U_{pr} , в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Значения мощности рассчитываются по информации о фазных токах I1, I2 и I3:

- активная мощность = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$;
- реактивная мощность = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$;
- полная мощность = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I$.

В зависимости от типа подсоединенных датчиков значения мощности рассчитываются по методу, называемому методом двух или трех ваттметров (см. таблицу ниже).

Метод двух ваттметров дает точные показания при отсутствии тока нулевой последовательности и не применяется в сетях с распределенной нейтралью.

Метод трех ваттметров позволяет провести точное пофазное вычисление мощности трехфазного тока независимо от системы заземления нейтрали.

Подключение каналов напряжения	Подключение основных каналов тока	Метод расчета значений P, Q, S	Мощность по фазам P1, P2, P3 Q1, Q2, Q3 S1, S2, S3
3 V	I1, I2, I3	метод 3 ваттметров	есть
	I1, I3	метод 2 ваттметров	нет
U32, U21 + V0	I1, I2, I3	метод 3 ваттметров	есть
	I1, I3	метод 2 ваттметров	нет
U32, U21 без V0	I1, I2, I3 или I1, I3	метод 2 ваттметров	нет
U21	I1, I2, I3 или I1, I3	метод 2 ваттметров	нет
		сеть считается симметричной по напряжению	
V1	I1, I2, I3 или I1, I3	не рассчитывается	только P1, Q1, S1

Расчет значений мощности

- по методу трех ваттметров:

$$P = \vec{V}_1 \vec{I}_1 \cos(\vec{V}_1, \vec{I}_1) + \vec{V}_2 \vec{I}_2 \cos(\vec{V}_2, \vec{I}_2) + \vec{V}_3 \vec{I}_3 \cos(\vec{V}_3, \vec{I}_3)$$

$$Q = \vec{V}_1 \vec{I}_1 \sin(\vec{V}_1, \vec{I}_1) + \vec{V}_2 \vec{I}_2 \sin(\vec{V}_2, \vec{I}_2) + \vec{V}_3 \vec{I}_3 \sin(\vec{V}_3, \vec{I}_3)$$

- по методу двух ваттметров:

$$P = \vec{U}_{21} \vec{I}_1 \cos(\vec{U}_{21}, \vec{I}_1) - \vec{U}_{32} \vec{I}_3 \cos(\vec{U}_{32}, \vec{I}_3)$$

$$Q = \vec{U}_{21} \vec{I}_1 \sin(\vec{U}_{21}, \vec{I}_1) - \vec{U}_{32} \vec{I}_3 \sin(\vec{U}_{32}, \vec{I}_3)$$

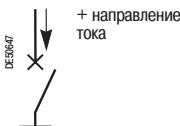
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Условно принято, что:

- для отходящей линии (1):
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является положительной;
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является отрицательной.



- для ввода (1):
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является положительной;
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является отрицательной.



(1) Выбор устанавливается в пределах основных параметров.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

	Активная мощность P, P1, P2, P3	Реактивная мощность Q, Q1, Q2, Q3	Полная мощность S, S1, S2, S3
диапазон измерений	$\pm(0,8\% S_n - 999 \text{ МВт})^{(1)}$	$\pm(0,8\% S_n - 999 \text{ МВар})^{(1)}$	$0,8\% S_n - 999 \text{ МВА}^{(1)}$
единицы измерения	кВт, МВт	кВар, МВар	кВА, МВА
разрешающая способность	0,1 кВт	0,1 кВар	0,1 кВА
точность	$\pm 1\%$ при 0,3 – 1,5 S_n $\pm 3\%$ при 0,1 – 0,3 S_n ⁽²⁾	$\pm 1\%$ при 0,3 – 1,5 S_n $\pm 3\%$ при 0,1 – 0,3 S_n ⁽³⁾	$\pm 1\%$ при 0,3 – 1,5 S_n $\pm 3\%$ при 0,1 – 0,3 S_n
формат дисплея	3 значащие цифры	3 значащие цифры	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)	1 с (тип.)	1 с (тип.)

(1) $S_n = \sqrt{3} U_{np} I_n$.

(2) При $I_n, U_{np}, \cos \varphi > 0,8$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(3) При $I_n, U_{np}, \cos \varphi > 0,6$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Максиметры активной и реактивной мощностей

Работа

Данная функция выдает наибольшие средние значения активной и реактивной мощностей, полученные с момента последней установки на ноль.
Эти значения обновляются по истечении каждого "периода интеграции" - периода, регулируемого от 5 до 60 мин. (общий период с максиметрами фазного тока).
Данные значения сохраняются в случае отключения питания.

Считывание

- Результаты измерений доступны:
- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Установка на ноль

- кнопкой  дисплея Sepam при индикации максиметра;
- командой clear программного обеспечения SFT 2841;
- через связь (TC5).

Характеристики

	Активная мощность	Реактивная мощность
диапазон измерений	$\pm(1,5\% S_n - 999 \text{ MBt})^{(1)}$	$\pm(1,5\% S_n - 999 \text{ MVar})^{(1)}$
единицы измерения	кВт, МВт	кВар, МВар
разрешающая способность	0,1 кВт	0,1 кВар
точность	$\pm 1\%$ (тип.) ⁽²⁾	$\pm 1\%$ (тип.) ⁽³⁾
формат дисплея	3 значащие цифры	3 значащие цифры
период интеграции	5, 10, 15, 30, 60 мин	5, 10, 15, 30, 60 мин

(1) $S_n = \sqrt{3} U_{np} I_n$.
(2) При $I_n, U_{np}, \cos \varphi > 0,8$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(3) При $I_n, U_{np}, \cos \varphi > 0,6$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Коэффициент мощности (cos φ)

Работа

Коэффициент мощности определяется: $\cos \varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2}$.
Данный коэффициент выражает сдвиг по фазе между фазными токами и фазными напряжениями.
Знаки + и -, а также обозначения **IND** (индуктивный) и **CAP** (ёмкостный) указывают направление потока мощности, а также характер нагрузки.

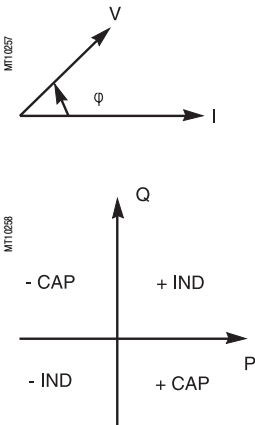
Считывание

- Результаты измерений доступны:
- с дисплея Sepam при помощи кнопки  \$
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Характеристики

диапазон измерений	от -1 до 1, инд./емк.
разрешающая способность	0,01
точность ⁽¹⁾	0,01 (тип.)
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При $I_n, U_{np}, \cos \varphi > 0,8$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Счетчики активной и реактивной энергий

Работа

Данная функция выдает значения активной и реактивной энергий, вычисляемые по информации о значениях напряжения и тока I_1 , I_2 , I_3 :

- на счетчик энергии, протекающей в одном направлении;
- на счетчик энергии, протекающей в противоположном направлении.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Показания счетчиков сохраняются при отключении питания.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

	Активная энергия	Реактивная энергия
возможности расчета	0 - 2,1 10 ⁸ МВт.ч	0 - 2,1 10 ⁸ МВар.ч
единицы измерения	МВт.ч	МВар.ч
разрешающая способность	0,1 МВт.ч	0,1 МВар.ч
точность	±1% (тип.) ⁽¹⁾	±1% (тип.) ⁽¹⁾
формат дисплея	10 значащих цифр	10 значащих цифр

(1) При I_n , U_{nr} , $\cos \varphi > 0,8$, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Счетчик активной и реактивной энергий по сигналам от внешнего импульсного счетчика

Работа

Данная функция обеспечивает расчет энергии через логические входы. На логический вход Sepam подается импульс от внешнего импульсного счетчика (величина приращения энергии на один импульс устанавливается при вводе основных параметров). При каждом входном импульсе блок энергии учитывается счетчиком. Имеются 4 входа и 4 счетчика:

- для энергии активной, положительной и отрицательной;
- для энергии реактивной, положительной и отрицательной.

Показания счетчиков сохраняются при отключении питания.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

	Активная энергия	Реактивная энергия
возможности расчета	0 - 2,1 10 ⁸ МВт.ч	0 - 2,1 10 ⁸ МВар.ч
единицы измерения	МВт.ч	МВар.ч
разрешающая способность	0,1 МВт.ч	0,1 МВар.ч
формат дисплея	10 значащих цифр	10 значащих цифр
приращение энергии	0,1 кВт.ч - 5 МВт.ч	0,1 кВар.ч - 5 МВар.ч
величина импульса	≥15 мс	≥15 мс

Работа

Данная функция выдает значения температуры, измеряемой датчиками типа "термозонд":

- с платиновым резистором Pt100 (100 Ом при 0 °C) в соответствии со стандартами МЭК 60751 и DIN 43760;
- с никелевым резистором (100 или 120 Ом при 0 °C).

Имеется функция измерения датчиком температуры:

tx = температура зонда x.

Эта функция также обнаруживает неисправности датчиков:

- обрыв датчика (tx > 205 °C);
- короткое замыкание датчика (tx < -35 °C).

В случае неисправности отображение значения температуры блокируется.

С данной функцией связана функция контроля, по которой выдается аварийный сигнал о состоянии датчиков.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки , в °C или в °F;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Характеристики

диапазон	от -30 до +200 °C или от -22 до +392 °F
разрешающая способность	1 °C или 1 °F
точность	±1 °C для t от +20 до +140 °C ±2 °C для t от -30 до +20 °C ±2 °C для t от +140 до +200 °C
период обновления данных	5 с (тип.)

Точность измерения зависит от схемы подсоединения

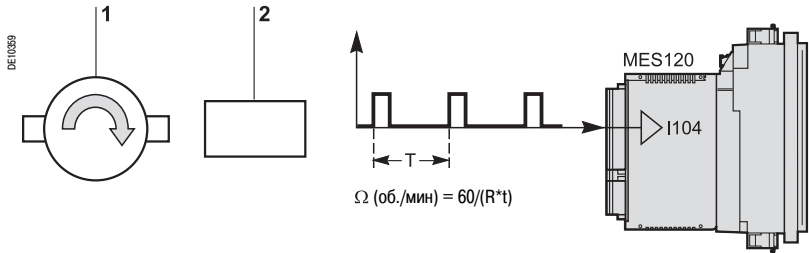
■ подсоединение в 3-проводном режиме: ошибка Δt пропорциональна длине кабеля и обратно пропорциональна его сечению:

$$\Delta t(^{\circ}\text{C}) = 2 \times \frac{l(\text{km})}{S(\text{mm}^2)}$$

- ±2,1 °C/км для кабеля сечением 0,93 мм²;
- ±1 °C/км для кабеля сечением 1,92 мм².

Работа

Данная функция выдает значение частоты вращения ротора двигателя или генератора. Это значение вычисляется путем измерения временного промежутка между двумя импульсами, выдаваемыми датчиком, установленным в непосредственной близости пути прохождения кулачка, приводимого в движение вращением вала двигателя или генератора. Количество импульсов за один оборот устанавливается на экране «Особые характеристики» с помощью программного обеспечения SFT 2841. Датчик подсоединяется к логическому входу I104.



- 1 Ротор с двумя кулачками
- 2 Датчик, устанавливаемый в непосредственной близости

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон	0 – 7200 об./мин	
разрешающая способность	1 об./мин	
точность	±1 об./мин	
период обновления данных	1 с (тип.)	
количество отметок (R)	1 - 1800 при Ωn R/60 ≤1500 (Wn – номинальная частота вращения, об./мин.)	
датчик, установленный в непосредственной близости	полоса пропускания, Гц	> 2.Wn R/60
	выход	24 - 250 В пост. тока, 3 мА мин.
	ток утечки в отключенном состоянии	< 0.5 мА
	снижение напряжения во включенном состоянии	< 4 В (в случае питания 24 В пост. тока)
	длительность импульса	состояние 0 > 120 мкс состояние 1 > 200 мкс

Работа

Данная функция обеспечивает векторное представление основной составляющей измерений тока и напряжения в том виде, как они регистрируются Serap без какой-либо коррекции. Таким образом, данная функция обеспечивает эффективную помощь в проверке монтажа и настройки направленной и дифференциальной защит.

Функция полностью параметрируется, и имеются следующие варианты адаптации векторного представления (векторной диаграммы) к нуждам применения:

- выбор результатов измерений, представленных векторной диаграммой;
- выбор исходного вектора;
- выбор режима представления.

Представление результатов измерений

- фазные токи в основных и дополнительных каналах;
- токи нулевой последовательности, измеренные или рассчитанные по сумме токов, в основном и дополнительном канале;
- симметричные составляющие тока I_d , I_i , $I_{0\Sigma/3}$;
- фазные напряжения в основных и дополнительных каналах;
- линейные напряжения в основных и дополнительных каналах;
- напряжения нулевой последовательности в основных и дополнительных каналах;
- симметричные составляющие напряжения V_d , V_i , $V_{0/3}$.

Исходный вектор

Исходный вектор, по которому вычисляется фазовый сдвиг других представленных на дисплее векторов, может выбираться из векторов тока или напряжения, фазных или нулевой последовательности. Если исходный вектор слишком мал ($< 2\% I_n$ для значений тока или $5\% U_n$ по напряжению), индикация не возможна.

Режим представления

- Индикация истинного значения: результаты измерений представлены без изменения в масштабе, выбранном относительно соответствующей номинальной величины:
 - 0 – 2 макс. (I_n , $I'n$) для значений тока;
 - 0 – 2 макс. (U_{np} , $U'np$) для значений напряжения.
- Индикация нормализованной величины по отношению к максимальному значению: результаты измерений нормализуются относительно наибольшего измеренного значения одного и того же типа. Это наибольшее измерение отображается по всей шкале с модулем значения 1, другие измерения представлены в виде относительной к этому наибольшему измерению величины. При таком режиме представления обеспечивается максимальная угловая разрешающая способность независимо от измеренных значений и при сохранении относительных величин между измерениями.
- Индикация нормализованной относительно 1 величины: все результаты измерений нормализуются относительно самих себя и, таким образом, отображаются с модулем значения 1, равного всей шкале. Такой режим индикации обеспечивает оптимальное представление углов между векторами, но не позволяет сравнивать модули.
- Индикация значений линейного напряжения в схемах "треугольник": применяется для более распространенного представления векторов линейных напряжений.
- Индикация / удаление шкалы: обеспечивает простоту считывания отображенных векторов.

Считывание

Доступ ко всем результатам измерений, полученным и представленным в вышеописанных режимах, обеспечивается с помощью программного обеспечения SFT 2841 для параметрирования и эксплуатации. Имеются два предварительно установленные варианта представления данных с помощью графического УМ:

- индикация значений трех фазных токов и трех фазных напряжений в основных каналах;
- индикация значений трех фазных токов в основных каналах и трех фазных токов в дополнительных каналах.

Характеристики

Варианты представления векторной диаграммы с помощью программного обеспечения SFT 2841

Представление результатов измерений

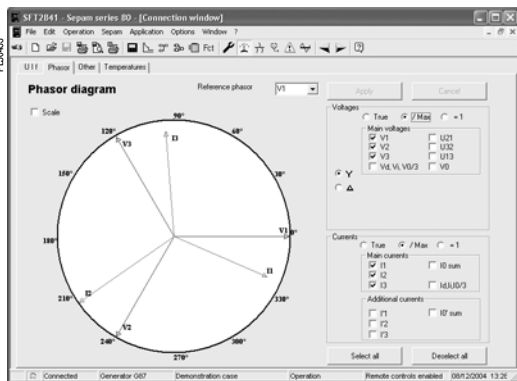
множественный выбор из следующих величин $I_1, I_2, I_3, I_0, I_{0\Sigma}, I_d, I_i, I_{0\Sigma/3}, I'1, I'2, I'3, I'0, I'0\Sigma, V_1, V_2, V_3, V_0, U_{21}, U_{32\Sigma}, U_{13}, V_d, V_i, V_{0/3}, V'1, V'2, V'3, V'0, U'21, U'32, U'13$

Исходный вектор

единичный выбор из следующих величин $I_1, I_2, I_3, I_0, I_{0\Sigma}, I'0, I'0\Sigma, V_1, V_2, V_3, V_0, U_{21}, U_{32}, U_{13}, V'1, V'2, V'3, V'0, U'21, U'32, U'13$

Режим представления данных

представление значений тока	истинное (истинная величина) / макс. (величина, нормализованная относительно макс. значения) = 1 (величина, нормализованная относительно 1)
представление значений напряжения	истинное (истинная величина) / макс. (величина, нормализованная относительно макс. значения) = 1 (величина, нормализованная относительно 1)
линейное напряжение	звезда / треугольник
индикация шкалы	да / нет



Phasor diagram on SFT2841

Контекст отключения

Работа

Данная функция выдает значения физических величин в момент отключения (активация контакта отключения через выход О1) для обеспечения анализа причины неисправности.

На дисплее Sepam отображаются следующие значения:

- ток отключения $TRIP1$ и $TRIP1'$;
- ток нулевой последовательности $I0$, $I'0$, $I0\Sigma$ и $I'0\Sigma$;
- дифференциальный и сквозной ток;
- линейное напряжение;
- напряжение нулевой последовательности;
- напряжение нейтрали;
- напряжение 3-й гармоники, нейтрали и нулевой последовательности;
- частота f ;
- активная мощность;
- реактивная мощность;
- полная мощность.

Помимо значений, отображаемых на дисплее Sepam, с помощью программного обеспечения SFT 2841 можно получить следующие величины:

- фазное напряжение;
- напряжение обратной последовательности;
- напряжение прямой последовательности.

Значения, соответствующие пяти последним отключениям, запоминаются с указанием даты и времени отключения.

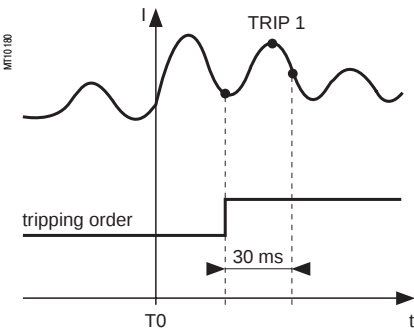
Эти значения сохраняются в случае прекращения подачи питания.

После запоминания 5 контекстов отключения, значения, соответствующие новому отключению, сохраняются в памяти. При этом удаляется самый ранний контекст отключения.

Считывание

Результаты измерений доступны в контексте отключений:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.



Tripping current ($TRIP1$) acquisition.

Токи отключения

Работа

Данная функция выдает действующее значение тока в предполагаемый момент последнего отключения:

- $TRIP1$: ток фазы 1 (основные каналы);
- $TRIP2$: ток фазы 2 (основные каналы);
- $TRIP3$: ток фазы 3 (основные каналы);
- $TRIP1'$: ток фазы 1 (дополнительные каналы);
- $TRIP2'$: ток фазы 2 (дополнительные каналы);
- $TRIP3'$: ток фазы 3 (дополнительные каналы).

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Это значение определяется как максимальное действующее значение за период времени 30 мс после активации контакта отключения на выходе О1.

Считывание

Результаты измерений доступны в контексте отключений:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,1 - 40 $I_n^{(1)}$
единицы измерения	A или kA
разрешающая способность	0,1 A
точность	$\pm 5\% \pm 1$ разряд
формат дисплея	3 значащие цифры

(1) I_n - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

Количество отключений при фазном замыкании и замыкании на землю

2

Количество отключений при фазном замыкании

Работа

С помощью данной функции производится подсчет количества фазных замыканий в сети, повлекших отключение выключателя.

При подсчете учитываются отключения, произведенные защитами 50/51, 50V/51V, 67.

При наличии выбора между несколькими выключателями учет повреждения производится только в Seram, выдающем команду на отключение.

Также производится подсчет неустойчивых повреждений, устраненных с помощью АПВ.

Информация о количестве отключений при фазном замыкании сохраняется в случае отключения питания. Эта информация может быть вновь инициализирована с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 65535
единицы измерения	нет
разрешающая способность	1
период обновления данных	1 с (тип.)

Количество отключений при замыкании на землю

Работа

С помощью данной функции производится подсчет количества замыканий на землю, возникших в сети и повлекших отключение выключателя.

При подсчете учитываются отключения, произведенные защитами 50N/51N и 67N.

При наличии выбора между несколькими выключателями учет повреждения производится только в Seram, выдающем команду на отключение.

Также производится подсчет неустойчивых повреждений, устраненных с помощью АПВ.

Информация о количестве отключений при замыкании на землю сохраняется в случае отключения питания. Эта информация может быть вновь инициализирована с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 65535
единицы измерения	нет
разрешающая способность	1
период обновления данных	1 с (тип.)

Работа

Данная функция выдает значение коэффициента несимметрии в соответствии с током обратной последовательности: $T = I_i/I_b$ или $T' = I'_i/I'b$.
Ток обратной последовательности определяется по фазным токам.

- в трех фазах:
 - при направлении вращения фаз: 1-2-3 $\vec{I}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3)$;
 - при направлении вращения фаз: 1-3-2 $\vec{I}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{I}_1 + a \vec{I}_2 + a^2 \vec{I}_3)$;
- в двух фазах:
 - при направлении вращения фаз: 1-2-3 $|\vec{I}_i| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times |\vec{I}_1 - a^2 \vec{I}_3|$;
 - при направлении вращения фаз: 1-3-2 $|\vec{I}_i| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times |\vec{I}_1 - a \vec{I}_3|$,

где $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$.

В случае отсутствия замыкания на землю формулы для токов в двух фазах эквивалентны формулам для токов в трех фазах.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	10 - 500 %
единицы измерения	% Ib или % I'b
разрешающая способность	1 %
точность	±2 %
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

Полный коэффициент гармоник тока

Работа

Полный коэффициент гармоник тока I_{thd} позволяет оценить качество тока. Коэффициент вычисляется в фазе I1 с учетом гармоник (до 13-й).

Вычисление производится по 50 периодам по формуле:

$$I_{thd} = 100 \% \sqrt{\left(\frac{RMS}{H_1}\right)^2 - 1},$$

где:

RMS — действующее значение тока I1 до 13-й гармоники;

H1 — значение основной составляющей тока I1.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 100 %
единицы измерения	%
разрешающая способность	0,1 %
точность ⁽¹⁾	±1 % In при $I_{thd} > 2\%$
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Полный коэффициент гармоник напряжения

Работа

Полный коэффициент гармоник напряжения U_{thd} позволяет оценить качество напряжения. Коэффициент вычисляется путем измерения V1 или U21 в соответствии с конфигурацией оборудования, с учетом гармоник (до 13-й).

Вычисление производится по 50 периодам по формуле:

$$U_{thd} = 100 \% \sqrt{\left(\frac{RMS}{H_1}\right)^2 - 1},$$

где:

RMS — действующее значение напряжения U21/V1 до 13-й гармоники;

H1 — значение основной составляющей напряжения U21/V1.

Считывание

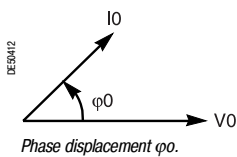
Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 100 %
единицы измерения	%
разрешающая способность	0,1 %
точность ⁽¹⁾	±1 % Un/Vn при $U_{thd} > 2\%$
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Фазовый сдвиг φ_0 , φ'_0 , $\varphi_0\Sigma$

Работа

Данная функция выдает значения фазового сдвига между напряжением нулевой последовательности и током нулевой последовательности при левом направлении вращения (см. схему). Это измерение используется при вводе в эксплуатацию для проверки правильности монтажа направленной защиты от замыканий на землю.

Берутся следующие величины:

- φ_0 - угол между измеренными V_0 и I_0 ;
- φ'_0 - угол между измеренными V_0 и I'_0 ;
- $\varphi_0\Sigma$ - угол между V_0 и $I_0\Sigma$, рассчитанный по сумме фазных токов.

Считывание

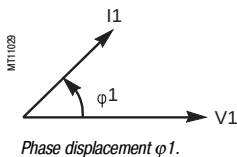
Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 359°
разрешающая способность	1°
точность	±2°
период обновления данных	2 с (тип.)

Фазовый сдвиг φ_1 , φ_2 , φ_3



Работа

Данная функция выдает значения фазового сдвига соответственно между напряжениями V_1 , V_2 , V_3 и токами I_1 , I_2 , I_3 при левом направлении вращения (см. схему). Эти измерения используются при вводе в эксплуатацию Sepam для проверки правильности подключения входов напряжения и тока. Если к Sepam подведены линейные напряжения U_{21} , U_{32} , и не производится измерение напряжения нулевой последовательности V_0 , то напряжение нулевой последовательности предполагается нулевым. Функция не работает, если к Sepam подсоединено только напряжение U_{21}/V_1 .

Данная функция учитывает условия протекания энергии в отходящих цепях и цепях ввода (см. раздел "Измерение мощности"). В связи с этим для цепей ввода углы φ_1 , φ_2 , φ_3 корректируются на 180° относительно значений, зарегистрированных Sepam.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 359°
разрешающая способность	1°
точность	±2°
период обновления данных	2 с (тип.)

Работа

Данная функция обеспечивает запись аналоговых сигналов и логических состояний. Сохранение записей в памяти инициируется в соответствии с установленными с помощью программного обеспечения SFT 2841 параметрами одного или нескольких событий. Сохраняемая запись начинается до события и продолжается после него. Запись содержит следующую информацию:

- дискретные значения различных сигналов;
- дату;
- характеристики записанных каналов.

Продолжительность и количество записей параметрируются с помощью программного обеспечения SFT 2841. Файлы записываются в память со сдвигом FIFO (First In First Out): по достижению максимального количества записей самый старый файл стирается и новый записывается.

Передача файлов

Передача файлов может осуществляться по месту или дистанционно:

- по месту: с помощью ПК, подключенного к разъему Sepam и имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- дистанционно: с помощью специального программного обеспечения системы диспетчеризации.

Восстановление сигналов

Восстановление сигналов по записи осуществляется с ПК с помощью программного обеспечения SFT 2826.

Принцип действия



Характеристики

содержание записи	файл конфигурации: дата, характеристики каналов, коэффициент трансформации измерительной цепи файл выборки: зарегистрированные сигналы
частота дискретизации ⁽¹⁾	12 или 36 значений на период сети
записанные аналоговые сигналы ⁽²⁾	каналы тока (I1, I2, I3, I0, I'1, I'2, I'3, I'0) каналы фазного напряжения (V1, V2, V3, U21, U32, V'1, V'2, V'3, U'21, U'32) каналы напряжения нулевой последовательности (V0, Vnt или V'0)
записанные логические состояния ^{(1) (3)}	весь объем или часть следующей информации ■ все логические входы / выходы ■ сигнал запуска защиты информация, конфигурируемая редактором логических уравнений (V_FLAGREC) или 15 блоков информации, конфигурируемой программой Logipam (V_FLAGREC, V_FLAGREC2 - V_FLAGREC15)
количество сохраняемых в памяти записей ⁽¹⁾	1 - 19
общая продолжительность записи ⁽¹⁾	1 - 20 с
максимальная записывающая способность (размещение в памяти OPG = 100%)	22 - 50 Гц; 12 значений на период 18 - 60 Гц; 12 значений на период 7 - 50 Гц; 36 значений на период 6 - 60 Гц; 36 значений на период
периоды, зарегистрированные до события ⁽¹⁾	0 - 99 периодов
формат файлов	COMTRADE 97

(1) В соответствии с установленными параметрами при помощи программного обеспечения SFT 2841.
(2) В соответствии с типом датчиков и их присоединением.
(3) В соответствии с материальной конфигурацией Sepam.

Работа

Сравнение напряжений

Для обеспечения функции контроля синхронизма (ANSI 25) с помощью модуля MCS 025 постоянно контролируется отклонение амплитуды, частоты и фазы между двумя измеряемыми напряжениями: U синхр. 1 и U синхр. 2. Измерение отклонения между этими двумя напряжениями обеспечивает помощь при использовании функции и позволяет определить исходную величину при невозможности синхронизации. Различные отклонения вычисляются в следующем порядке: отклонение амплитуды, затем отклонение частоты, далее отклонение фазы. Если какое-либо отклонение больше уставки, настроенной для функции контроля синхронизма, последующие значения отклонения не вычисляются.

Контекст отсутствия синхронизации

Контекст отсутствия синхронизации позволяет точно установить причину невыполнения запроса о синхронизации. Контекст отсутствия синхронизации выдается только, когда используется функция управления выключателем с опцией "Включение при контроле синхронизма".

Если запрос о синхронизации не выполняется, значения отклонения амплитуды, частоты и фазы напряжений U синхр. 1 и U синхр. 2, измеренные с помощью модуля MCS 025, регистрируются с указанием даты и времени записи, в конце выдержки времени "время разрешения на включение" функции управления выключателем.

Считывание

- Результаты измерения отклонения амплитуды, частоты и фазы и контекст отсутствия синхронизации доступны:
- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Характеристики

Отклонение амплитуды	
диапазон измерений	0 - 120 % U синхр. 1 (или V синхр. 1)
единицы измерения	% U синхр. 1 (или V синхр. 1)
разрешающая способность	0.1 %
точность	±2 %
период обновления данных	1 с (тип.)
Отклонение частоты	
диапазон измерений	0 - 10 Гц
единицы измерения	Гц
разрешающая способность	0.01 Гц
точность	0.05 Гц
период обновления данных	1 с (тип.)
Отклонение фазы	
диапазон измерений	0 - 359°
единицы измерения	°
разрешающая способность	1°
точность	±2°
период обновления данных	1 с (тип.)

Нагрев

Работа

Нагрев вычисляется с помощью функции тепловой защиты кабеля, конденсатора или электрической машины.
Нагрев рассчитывается по величине нагрузки. Измеренное значение отображается в процентах от величины номинального нагрева.

Сохранение значений нагрева

Значения нагрева сохраняются в случае отключения питания Sepam. Сохраненное значение используется по возвращении к работе после отключения питания Sepam.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

Установка на нуль

Обнуление значений нагрева защищено паролем, вводимым:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 800 %
единицы измерения	%
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	1 %
период обновления данных	1 с (тип.)

Постоянная времени охлаждения

Работа

Функция тепловой защиты оборудования (49 RMS оборудования) использует постоянную времени охлаждения (T2), которая либо указана на защищаемом оборудовании, либо автоматически вводится в Sepam.

Расчет T2 производится:

- после последовательности нагрева/охлаждения:
- ☐ период нагрева, определяемый при ES > 70 %;
- ☐ последующая остановка оборудования при I < 10 % Ib;
- при измерении температуры оборудования с помощью температурных датчиков, подсоединенных к модулю MET 148-2 №1:

- ☐ датчики 1, 2 или 3 предназначены для измерения температуры статора двигателя/генератора; датчики 1, 3 или 5 предназначены для измерения температуры трансформаторов.

После каждой новой зарегистрированной последовательности нагрева/охлаждения рассчитывается новое значение T2, которое отображается на соответствующем экране с помощью программного обеспечения SFT 2841. Использование датчика № 8 для измерения температуры окружающей среды позволяет повысить точность данных расчетов и измерений.

Функция тепловой защиты имеет два режима работы, чтобы обеспечить возможности эксплуатации оборудования в случае, например, с естественной или принудительной вентиляцией, либо в случае применения для двухскоростного двигателя. Постоянная времени рассчитывается для каждого из этих режимов.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	5 - 600 мин
единицы измерения	мин
разрешающая способность	1 мин
точность	±5 %
формат дисплея	3 значащие цифры

Время работы до отключения по перегрузке

Работа

Нагрев вычисляется с помощью функции тепловой защиты кабеля, конденсатора или электрической машины. Время работы до отключения зависит от величины нагрева.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 999 мин
единицы измерения	мин
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	1 мин
период обновления данных	1 с (тип.)

Время ожидания после отключения при перегрузке

Работа

Нагрев вычисляется с помощью функции тепловой защиты кабеля, конденсатора или электрической машины. Время ожидания после отключения зависит от величины нагрева.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 999 мин
единицы измерения	мин
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	1 мин
период обновления данных	1 с (тип.)

Счетчик часов работы

Этот счетчик выдает кумулятивное значение времени, в течение которого защищаемое оборудование (двигатель, генератор или трансформатор) работает, то есть когда значение тока превышает 10 % Ib.

Для конденсатора имеются до 4 счетчиков, определяющих время работы 1 – 4 конденсаторных батарей. Эти счетчики выдают кумулятивное значение времени, в течение которого одна конденсаторная батарея подключена к сети (выключатель конденсаторных батарей включен). Начальное показание счетчика устанавливается с помощью программного обеспечения SFT 2841. Показания счетчика сохраняются в случае отключения питания.

Считывание

- Результаты измерений доступны:
- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 65535
единицы измерения	часы

Пусковой ток и время пуска

Работа

Время пуска - это период времени с момента, когда один из трех фазных токов превышает значение 1,2 Ib до момента, когда значения трех токов становятся меньше 1,2 Ib. Максимальный фазный ток, потребляемый в этот период, является пусковым током. Оба значения сохраняются в случае отключения питания.

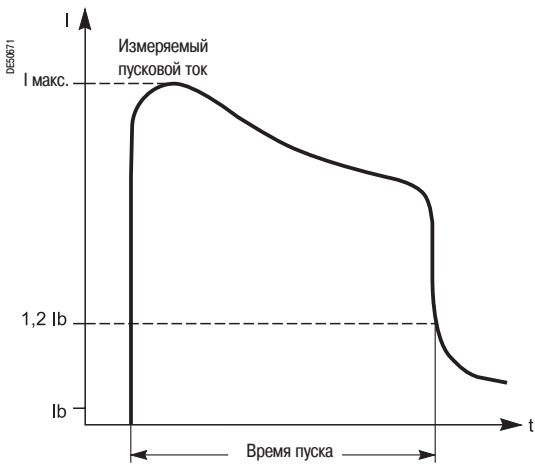
Считывание

- Результаты измерений доступны:
- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Характеристики

Время пуска	
диапазон измерений	0 - 300 с
единицы измерения	с или мс
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	10 мс или 1 разряд
период обновления данных	1 с (тип.)
Пусковой ток	
диапазон измерений	1,2 Ib - 24 ln ⁽¹⁾
единицы измерения	A или kA
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	0,1 A или 1 разряд
период обновления данных	1 с (тип.)

⁽¹⁾ Или 65,5 kA.



Количество пусков до запрета

Работа

Функция показывает количество оставшихся пусков, разрешенных защитой "Ограничение количества пусков".

Количество пусков зависит от теплового состояния двигателя.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Установка на нуль

Возможно проводить обнуление показаний счетчиков количества пусков; установка на нуль защищена паролем, вводимым:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 60
единицы измерения	нет
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	1
период обновления данных	1 с (тип.)

Время запрета пуска

Работа

Время устанавливается защитой "Ограничение количества пусков". Если достигнуто разрешенное количество пусков и выключатель выключен, то защитой "Ограничение количества пусков" выдается указание «Пуск не разрешен», если достигнуто разрешенное количество пусков и выключатель выключен. Это время выражает период ожидания до разрешения запуска.

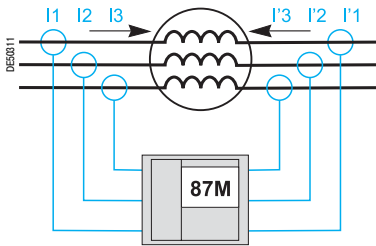
Считывание

Данные о количестве пусков и времени ожидания доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 360 мин
единицы измерения	мин
формат дисплея	3 значащие цифры
разрешающая способность	1 мин
период обновления данных	1 с (тип.)



Дифференциальный ток

Работа

Значение дифференциального тока вычисляется для облегчения ввода в работу функций дифференциальной защиты 87Т и 87М:

■ для вращающихся машин (функция защиты 87М) этот ток рассчитывается для каждой фазы по формуле:

$$|\vec{I}_{diff}| = |\vec{I} + \vec{I}'|;$$

■ в случае использования трансформатора (функция защиты 87Т) при расчете значения I_{diff} учитывается векторная группа и коэффициент трансформации:

$$\vec{I}_{diff} = |\vec{I}_{adjusted} + \vec{I}'_{adjusted}| \text{ где}$$

значение I_{diff} приводится к I_{n1} , обозначающему номинальный ток основных каналов.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,015 – 40 I_n
единицы измерения	A или kA
разрешающая способность	0,1 A
точность ⁽¹⁾	±5 %
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При I_n в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Сквозной ток

Работа

Значение сквозного тока вычисляется для облегчения ввода в работу функций дифференциальной защиты 87Т и 87М:

■ для вращающихся машин (функция защиты 87М) этот ток рассчитывается для каждой фазы по формуле:

$$|\vec{I}| = \left| \frac{\vec{I} - \vec{I}'}{2} \right|$$

■ в случае использования трансформатора (функция защиты 87Т) при расчете значения I_t учитывается векторная группа и коэффициент трансформации:

$$|\vec{I}| = \max(|\vec{I}_{adjusted}|, |\vec{I}'_{adjusted}|) \text{ где}$$

значение I_t приводится к I_{n1} , обозначающему номинальный ток основных каналов.

Считывание

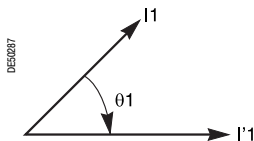
Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,015 – 40 I_n
единицы измерения	A или kA
разрешающая способность	0,1 A
точность ⁽¹⁾	±5 %
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При I_n в стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Работа

Фазовый сдвиг токов (θ_1 , θ_2 , θ_3) вычисляется для каждой фазы между значениями главных фазных токов (I) и дополнительных фазных токов (I'). Угол измеряется по часовой стрелке (см. схему). Эти данные используются при вводе в работу функций защиты 87M и 87T для проверки подключения Seram.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 359°
единицы измерения	градус
разрешающая способность	1°
точность ⁽¹⁾	±2°
формат дисплея	3 значащие цифры
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При In в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Полное сопротивление прямой последовательности и полное сопротивление между фазами

Полное сопротивление прямой последовательности

Работа

Значение полного сопротивления прямой последовательности используется для облегчения ввода в работу функции защиты от асинхронного режима с потерей возбуждения (минимального полного сопротивления) (ANSI 40):

$$Z_d = \frac{|V_d|}{|I_d|}$$

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 – 200 кОм
единицы измерения	Ом
разрешающая способность	0,001 Ом
точность ⁽¹⁾	±5 %
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При I_n, U_n в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Полное сопротивление между фазами

Работа

Значения полного сопротивления между фазами используются для облегчения ввода в работу функции защиты минимального полного сопротивления (ANSI 21B). Эти значения выражаются как отношение линейного напряжения к току:

$$Z_{21} = \frac{|\vec{U}_{21}|}{|\vec{I}_{21}|} \text{ при } \vec{I}_{21} = \vec{I}_1 - \vec{I}_2;$$

$$Z_{32} = \frac{|\vec{U}_{32}|}{|\vec{I}_{32}|} \text{ при } \vec{I}_{32} = \vec{I}_2 - \vec{I}_3;$$

$$Z_{13} = \frac{|\vec{U}_{13}|}{|\vec{I}_{13}|} \text{ при } \vec{I}_{13} = \vec{I}_3 - \vec{I}_1.$$

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 – 200 кОм
единицы измерения	Ом
разрешающая способность	0,001 Ом
точность ⁽¹⁾	±5 %
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) При I_n, U_n в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Напряжение 3-й гармоники в нейтрали

Работа

Функция позволяет провести измерение напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники в нейтральной точке генератора или двигателя (V_{3nt}).

Это значение используется при вводе в работу функции защиты минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники (ANSI 27TN/64G2).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,2 – 30 % V_{ntp}
единицы измерения	% V_{np}
разрешающая способность	0,1 %
точность ⁽¹⁾	± 1 %
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Напряжение нулевой последовательности 3-й гармоники

Работа

Функция позволяет провести измерение напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники, при этом напряжение нулевой последовательности вычисляется по векторной сумме значений фазного напряжения.

Это значение используется при вводе в работу функции защиты минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники (ANSI 27TN/64G2).

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0,2 – 90 % V_{np}
единицы измерения	% V_{np}
разрешающая способность	0,1 %
точность ⁽¹⁾	± 1 %
период обновления данных	1 с (тип.)

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Данная функция выдает значение пофазной общей емкости подсоединенных конденсаторных батарей, чтобы обеспечить контроль состояния конденсаторов.

Функция используется для схем соединения "звезда" или "треугольник" (настройка производится на экране "Специальные характеристики" программного обеспечения SFT 2841 для параметрирования и эксплуатации). Для этого измерения уставка рассматривается как полная емкость и не учитывается сопротивление, возникающее при подключении конденсаторных батарей.

■ Производится измерение емкости конденсаторных батарей, соединенных по схеме звезды:

- ☐ C1 – общая емкость фазы 1;
- ☐ C2 – общая емкость фазы 2;
- ☐ C3 – общая емкость фазы 3.

■ Производится измерение емкости конденсаторных батарей, соединенных по схеме треугольника:

- ☐ C21 – общая емкость между фазами 1 и 2;
- ☐ C32 – общая емкость между фазами 2 и 3;
- ☐ C13 – общая емкость между фазами 3 и 1.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 30 Ф
единицы измерения	мкФ, мФ или Ф
разрешающая способность	0,1 мкФ
точность	±5 %
период обновления данных	1 с (тип.)

Точность

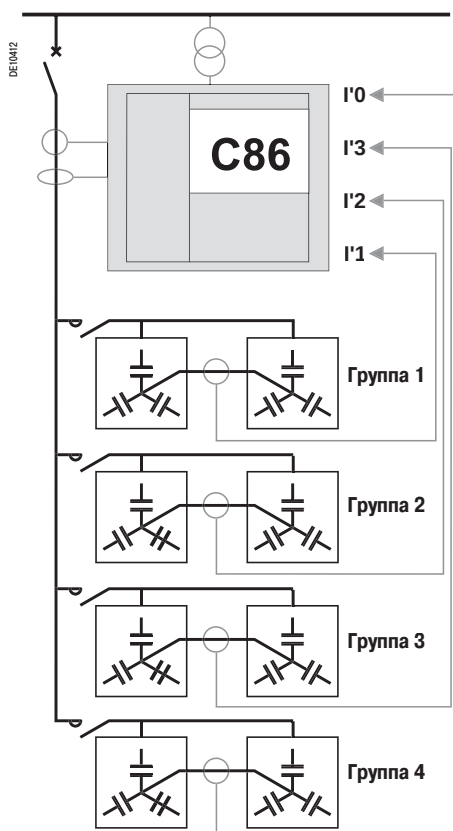
Точность измерений обеспечивается, если сопротивление и индуктивность по фазам соединительного кабеля конденсаторной батареи (включая кабель, соединяющий трансформатор тока Seram и конденсаторную батарею) рассчитаны по следующим формулам:

■ схема соединения звездой

$$\begin{aligned} L \omega &< 0.05 \times \left| \frac{1}{C \omega} \right| & \text{где: } R - \text{пофазное сопротивление, Ом;} \\ R &< 0.027 \times \left| \frac{1}{C \omega} \right| & L - \text{пофазная индуктивность, Гн;} \\ & & w - \text{пульсация, рад/с;} \\ & & C - \text{пофазная общая емкость, Ф.} \end{aligned}$$

■ схема соединения треугольником

$$\begin{aligned} L \omega &< 0.017 \times \left| \frac{1}{C \omega} \right| & \text{где: } R - \text{пофазное сопротивление, Ом;} \\ R &< 0.009 \times \left| \frac{1}{C \omega} \right| & L - \text{пофазная индуктивность, Гн;} \\ & & w - \text{пульсация, рад/с;} \\ & & C - \text{пофазная общая емкость, Ф.} \end{aligned}$$



Работа

Данная функция обеспечивает измерение тока небаланса конденсаторных батарей, соединенных по схеме двойной звезды. Измерение этого тока позволяет обнаружить повреждение ячеек конденсатора.

Измерение проводится по дополнительным каналам фазного тока и тока нулевой последовательности:

- I'1 – измерение тока небаланса конденсаторной батареи № 1;
- I'2 – измерение тока небаланса конденсаторной батареи № 2;
- I'3 – измерение тока небаланса конденсаторной батареи № 3;
- I'0 – измерение тока небаланса конденсаторной батареи № 4.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0.02 - 20 I'n
единицы измерения	A
разрешающая способность	0.1 A
точность	±5 %
период обновления данных	1 с (тип.)

Работа

Функция контроля ТН (трансформатора напряжения) позволяет контролировать всю цепь измерений фазного напряжения и напряжения нулевой последовательности:

- трансформаторы напряжения;
- линия присоединения ТН к Sepam;
- аналоговые входы напряжения Sepam.

Функция представлена в двух вариантах: первый вариант обеспечивает контроль ТН основных каналов напряжения; второй вариант обеспечивает контроль ТН дополнительных каналов напряжения.

Данная функция обеспечивает обработку информации о следующих неисправностях:

- частичная потеря фазных напряжений, определяемая:
 - по наличию напряжения обратной последовательности;
 - по отсутствию тока обратной последовательности;
- полная потеря фазных напряжений, определяемая:
 - по наличию тока в одной из трех фаз;
 - по отсутствию всех измеряемых напряжений;
- отключение защиты трансформаторов фазного напряжения (и/или трансформаторов напряжения нулевой последовательности), определяемое по получению на логическом входе информации о перегорании плавкого предохранителя или блок-контакта выключателя, обеспечивающего защиту ТН;
- благодаря редактору логических уравнений можно проводить обработку информации о других случаях неисправностей.

Информация "Повреждение фазного напряжения" и "Повреждение напряжения нулевой последовательности" исчезает автоматически при возврате в нормальное состояние, то есть:

- в случае исчезновения причины повреждения;
- при наличии всех измеряемых напряжений.

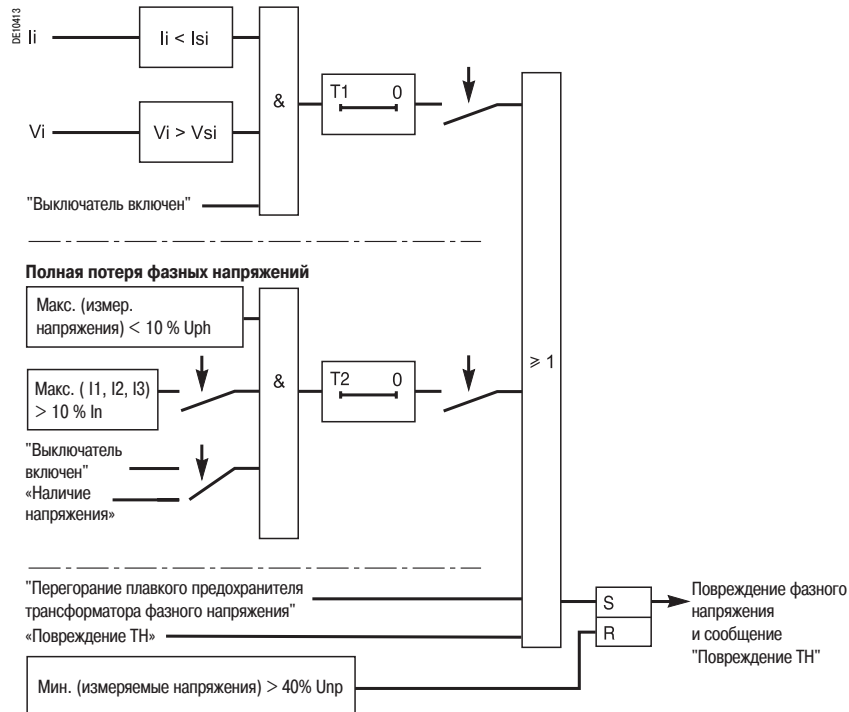
Учет информации "Выключатель включен"

Информация "Выключатель включен" учитывается при выявлении потери одного, двух или трех напряжений, если эта информация выдается на логический вход.

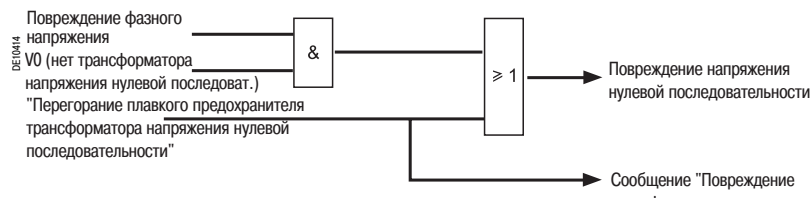
В некоторых случаях положения выключателя не достаточно для определения наличия напряжений. В этой ситуации редактор логических уравнений обеспечивает более точное определение наличия напряжения.

Алгоритм работы (обнаружение повреждения фазного напряжения)

Частичная потеря фазных напряжений (только для основных каналов)



Алгоритм работы (обнаружение повреждения напряжения нулевой последовательности)



Действие функций защиты при неисправности ТН

Сообщение "Повреждение фазного напряжения" затрагивает следующие функции защиты:

- 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 78PS;
- 59: только в том случае, если защита сконфигурирована для максимума фазных напряжений, когда измерение напряжений проводится двумя трансформаторами фазного напряжения плюс трансформатором напряжения нулевой последовательности;
- 67.

Сообщение "Повреждение напряжения нулевой последовательности" предназначается для следующих функций защиты:

- 59N;
- 67N/67NC.

Действие этих защит в случае сообщения "Повреждение фазного напряжения" или "Повреждение напряжения нулевой последовательности" должно параметрироваться в соответствии со следующим выбором:

- для защит 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 59N, 59, 78PS: блокировка или нет;
- для защиты 67: блокировка или ненаправленное срабатывание (50/51);
- для защиты 67N/67NC: блокировка или ненаправленное срабатывание (50N/51N).

Рекомендации по регулировке

Частичная потеря напряжения определяется по наличию напряжения обратной последовательности и отсутствию тока обратной последовательности.

По умолчанию:

- наличие напряжения обратной последовательности обнаруживается при $V_i > 10\% V_{np}$ (V_{si});
- отсутствие тока обратной последовательности обнаруживается при $I_i < 5\% I_n$ (I_{si});
- выдержка времени T_1 составляет 1 с.

Эти регулировки по умолчанию обеспечивают стабильность работы функции контроля ТН в случае короткого замыкания или переходных процессов в сети.

При большой несимметрии сети уставка I_{si} может быть увеличена.

Выдержка времени T_1 устанавливается меньше времени отключения функциями защиты по напряжению и мощности.

Выдержка времени T_2 для обнаружения полной потери напряжений должна быть более длительной, чем время устранения короткого замыкания защитой 50/51 или 67, чтобы избежать выявления повреждения ТН при потере напряжений, вызванной трехфазным коротким замыканием.

Выдержка времени защиты 51V должна быть больше значений выдержки времени T_1 и T_2 , используемых для определения потери напряжения.

Характеристики

Подтверждение обнаружения частичной потери фазных напряжений				
регулировка	да / нет			
Уставка Vsi				
регулировка	2% - 100% Vnp			
точность	±2 % при Vi ≥ 10 % Vnp ±5 % при Vi < 10 % Vnp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	(95 ±2,5) % при Vi ≥ 10 % Vnp			
Уставка Isi				
регулировка	5% - 100% In			
точность	±5 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	(105 ±2,5) %			
Выдержка времени T1 (при частичной потере фазных напряжений)				
регулировка	0,1 - 300 с			
точность	±2 % или ±25 мс			
разрешение	10 мс			
Подтверждение обнаружения полной потери фазных напряжений				
регулировка	да / нет			
Подтверждение обнаружения полной потери напряжений с проверкой наличия тока				
регулировка	да / нет			
Определение наличия напряжения				
регулировка	в положении выключателя «Включен» / с помощью логического уравнения			
Выдержка времени T2 (при полной потере напряжения)				
регулировка	0,1 - 300 с			
точность	±2 % или ±25 мс			
разрешение	10 мс			
Действие при защите по напряжению и мощности				
регулировка	без действия / блокировка			
Действие при защите 67				
регулировка	ненаправленная / блокировка			
Действие при защите 67N/67NC				
регулировка	ненаправленная / блокировка			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Код в редакторе уравнений	Редактор уравнений	
повреждение фазного ТН	PVTS_x_103	b	b	
блокировка функции	PVTS_x_113	b	b	
наличие напряжения	PVTS_x_117	b	b	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Код в редакторе уравнений	Редактор уравнений	Матрица управления
выход с выдержкой времени	PVTS_x_3	b	b	b
блокировка функции	PVTS_x_16	b	b	

Примечание. x = номер варианта: x = 1: основные каналы (V);
x = 2: дополнительные каналы (V').

Работа

Функция контроля ТТ (трансформатора тока) позволяет контролировать всю цепь измерений фазных токов:

- трансформаторы фазного тока (ТТ 1 А / 5 А или LPCT);
- линия присоединения трансформаторов фазного тока к Sepam;
- аналоговые входы фазного тока Sepam.

Функция представлена в двух вариантах: первый вариант обеспечивает контроль ТТ основных каналов тока (I), второй вариант обеспечивает контроль ТТ дополнительных каналов тока (I').

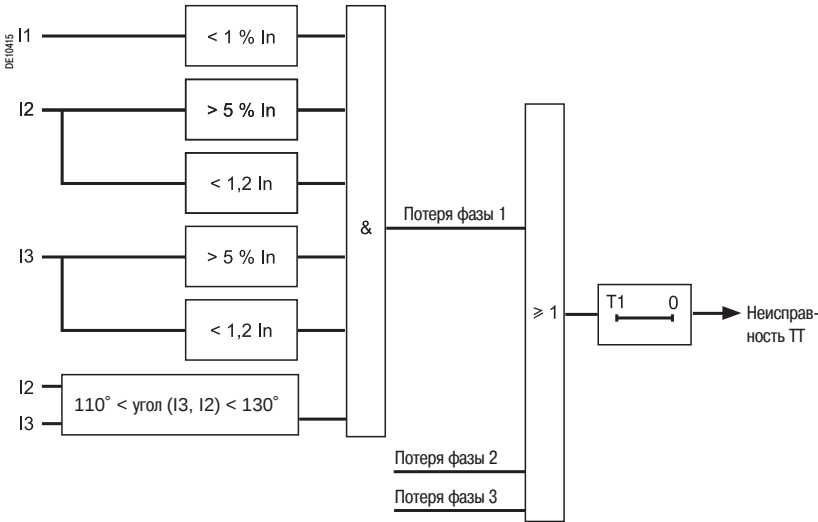
Эта функция не активна в случае присоединения только двух трансформаторов фазного тока.

Информация "Неисправность ТТ (основные каналы)" или "Неисправность ТТ (дополнительные каналы)" исчезает автоматически при возврате в нормальное состояние, то есть с момента, когда измеряются три фазных тока и их значение выше 10% In.

В случае потери фазного тока блокируются следующие функции защиты во избежание несвоевременного отключения:

- 21B, 46, 40, 32P, 37P, 32Q, 78PS, 64REF
- 51N и 67N, если I0 определяется по сумме фазных токов.

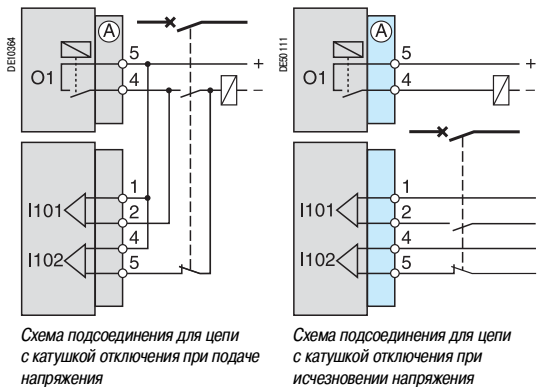
Алгоритм работы



Характеристики

Выдержка времени				
регулировка	0,15 - 300 с			
точность	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс			
Блокировка защит 21B, 32P, 32Q, 37P, 40, 46, 51N, 64REF, 67N, 78PS				
регулировка	без действия / блокировка			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
блокировка функции	PCTS_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход функции	PCTS_x_3	■	■	■
повреждение фазы 1	PCTS_x_7	■	■	
повреждение фазы 2	PCTS_x_8	■	■	
повреждение фазы 3	PCTS_x_9	■	■	
блокировка функции	PCTS_x_16	■	■	

Примечание. x = номер варианта: x = 1: основные каналы (V);
 x = 2: дополнительные каналы (V').



Контроль цепи отключения и согласованность

Работа

Данная функция контроля предназначена для цепей отключения:

- Цепи с катушками отключения при подаче напряжения.

Эта функция обнаруживает:

- разрыв в электрической схеме;
- потерю питания;
- несогласованное положение контактов.

Функция блокирует включение выключателя.

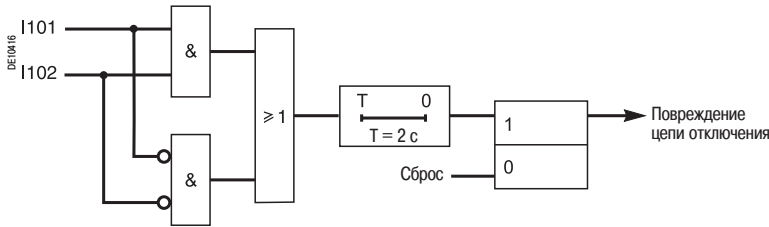
- Цепи с катушками отключения при исчезновении напряжения.

Эта функция обнаруживает:

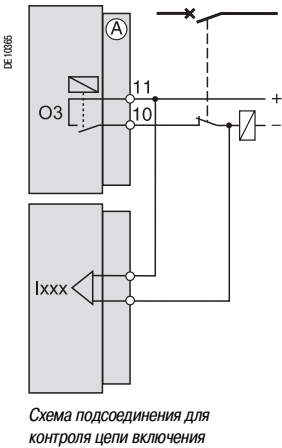
- несогласованное положение контактов. В этом случае контроль за работой катушек не требуется.

Информация доступна через матрицу управления (сообщение «Цепь отключения») и с помощью телесигнала TS1.

Алгоритм работы



Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
повреждение цепи отключения	V_TCS		■	■



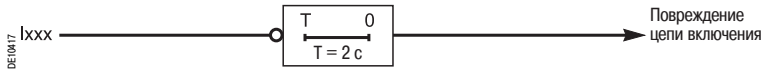
Контроль цепи включения

Работа

Данная функция обеспечивает контроль непрерывности цепи с катушками включения. Для использования этой функции выполняется указанный монтаж и схема подсоединения через логический вход, конфигурированный в соответствии с функцией "Контроль цепи катушек включения".

Информация доступна через матрицу управления (сообщение «Цепь включения») и с помощью телесигнала TS234.

Алгоритм работы



Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
повреждение цепи включения	V_CCS		■	■

Контроль команд включения/отключения

Работа

После команды на включение или отключение в конце периода выдержки времени 200 мс производится проверка изменения положения выключателя.

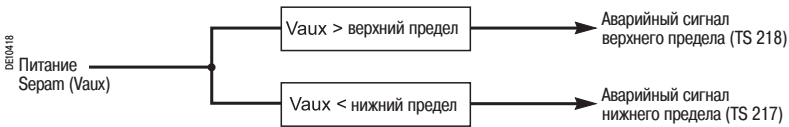
В случае несоответствия положения выключателя последней переданной команде выдается сообщение «Несоответствие команде», а также телесигнал TS2.

Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
несоответствие команде (проверка положения выключателя)	V_CTRLFAUT		■	■

Работа

Оперативное питание является важной характеристикой, определяющей надежную работу ячейки. Данная функция обеспечивает контроль питания с помощью измерения напряжения питания Sepam и сравнения полученных значений с нижним и верхним пределами. Если измеренные значения выходят за пределы этих уставок, выдается аварийный сигнал. Соответствующая информация поступает в матрицу управления и в программу Logipam.

Алгоритм работы



Считывание

Результаты измерения напряжения оперативного питания доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

Измеряемое напряжение питания Vaux, аварийный сигнал нижнего предела, аварийный сигнал верхнего предела				
диапазон измерений	20 – 275 В пост. тока			
единицы измерения	В			
разрешающая способность	0,1 В			
точность	±5 %			
период обновления данных	1 с (тип.)			
Номинальное напряжение питания				
диапазон регулировки	24 - 250 В пост. тока			
разрешающая способность	1 В			
Нижний предел				
диапазон регулировки	60 – 95 % Vnom (≥ 20 В)			
разрешающая способность	1 В			
точность	±7 %			
Верхний предел				
диапазон регулировки	105 – 150 % Vnom (≤ 275 В)			
разрешающая способность	1 В			
точность	±7 %			
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
контроль оперативного питания в действии	V_VAUX_ON		■	
аварийный сигнал по верхней уставке	V_VAUX_HIGH		■	■
аварийный сигнал по нижней уставке	V_VAUX_LOW		■	■

Кумулятивное значение токов отключения

Работа

Данная функция выдает кумулятивное значение токов отключения в килоамперах в квадрате (кА)² для пяти диапазонов.

Функция основывается на измерении основной составляющей основных каналов (I).

Диапазоны токов следующие:

- 0 < I < 2 In
- 2 In < I < 5 In
- 5 In < I < 10 In
- 10 In < I < 40 In
- I > 40 In.

Данная функция выдает также значение полного кумулятивного тока отключения в килоамперах в квадрате (кА)². Это значение контролируется с помощью регулируемой уставки. Если измеренное значение выходит за пределы уставки, выдается аварийный сигнал через матрицу управления и в виде теле сигнала TS235.

Каждое значение сохраняется в случае отключения оперативного питания.

Начальные данные могут быть введены с помощью программы SFT 2841 для учета реального состояния используемого выключателя.

Для использования этой информации обращайтесь, пожалуйста, к документации по выключателю.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

Измеренное кумулятивное значение токов отключения				
диапазон измерений		0 - 65535 (кА) ²		
единицы измерения		1 (кА) ²		
разрешающая способность		1(кА) ²		
точность ⁽¹⁾		±10 % ±1 разряд		
Уставка выдачи аварийного сигнала				
регулировка		0 - 65535 (кА) ²		
разрешающая способность		1(кА) ²		
точность ⁽¹⁾		±10 % ±1 разряд		
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
превышение уставки	V_MAXBRKCUR		■	■
кумулятивного значения токов отключения				

(1) При In в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Количество коммутаций

Работа

Данная функция выдает общее количество коммутаций выключателя. Функция активируется командой отключения (реле O1).

Данные о количестве коммутаций сохраняются в случае отключения питания.

Функция может быть вновь инициализирована с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Seram при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 4·10 ⁹
единицы измерения	нет
разрешающая способность	1
период обновления данных	1 с (тип.)

Время коммутации

Работа

Данная функция выдает значение времени коммутации при отключении выключателя ⁽¹⁾, определяемое по команде отключения (реле O1) и в соответствии с изменением состояния контакта положения "выключатель отключен", подсоединенного к входу I102 ⁽²⁾.
Данное значение сохраняется в случае отключения оперативного питания.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

(1) Для использования этой информации обращайтесь, пожалуйста, к документации по выключателю.

(2) Дополнительный модуль MES 120.

Характеристики

диапазон измерений	20 - 100
единицы измерения	мс
разрешающая способность	1 мс
точность	±1 мс (тип.)
формат дисплея	3 значащие цифры

Время взвода привода

Работа

Данная функция выдает значение времени взвода привода выключателя ⁽¹⁾, определяемое в соответствии с изменением состояния контакта положения "Выключатель включен" и концевого контакта взвода привода, подсоединенных к логическим входам ⁽²⁾ Sepam.
Данное значение сохраняется в случае отключения питания.

Считывание

Результаты измерений доступны:

- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

(1) Для использования этой информации обратитесь, пожалуйста, к документации по выключателю.

(2) Дополнительный модуль MES 120.

Характеристики

диапазон измерений	1 - 20
единицы измерения	с
разрешающая способность	1с
точность	±0,5 с
формат дисплея	3 значащие цифры

Работа

Данная функция обеспечивает подсчет количества операций выката выключателя или контактора. Эта информация используется при проведении технического обслуживания выключателя. Контакт, соответствующий положению «выкачен», выключателя подсоединяется к логическому входу и параметрируется при помощи программного обеспечения SFT 2841, чтобы вести учет каждого выката выключателя. Данные о количестве выкатов выключателя сохраняются в случае отключения питания. Данные вновь инициализируются при помощи программы SFT 2841.

Считывание

- Результаты измерений доступны:
- с дисплея Sepam при помощи кнопки  ;
 - с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
 - через связь.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 65535
единицы измерения	нет
разрешающая способность	1
период обновления данных	1 с (тип.)

Диапазон регулировок	60
Максимальная частота вращения	64
Код ANSI 12	
Минимальная частота вращения	65
Код ANSI 14	
Минимальное полное сопротивление	66
Код ANSI 21B	
Контроль насыщения (В/Гц)	67
Код ANSI 24	
Контроль синхронизма	69
Код ANSI 25	
Минимальное напряжение, линейное или фазное	71
Код ANSI 27	
Минимальное напряжение прямой последовательности и контроль направления вращения фаз	72
Код ANSI 27D	
Минимальное напряжение, однофазная защита	73
Код ANSI 27R	
Минимальное напряжение 3-й гармоники	74
Код ANSI 27TN/64G2	
Максимальная защита активной мощности, направленная	78
Код ANSI 32P	
Максимальная защита реактивной мощности, направленная	79
Код ANSI 32Q	
Минимальная токовая защита в фазах	80
Код ANSI 37	
Минимальная защита активной мощности, направленная	81
Код ANSI 37P	
Контроль температуры	82
Код ANSI 38/49T	
Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления)	83
Код ANSI 40	
Максимальный ток обратной последовательности	85
Код ANSI 46	
Максимальная защита напряжения обратной последовательности	88
Код ANSI 47	
Затянутый пуск, блокировка ротора	89
Код ANSI 48/51LR	
Тепловая защита кабеля	91
Код ANSI 49RMS	
Тепловая защита конденсатора	96
Код ANSI 49RMS	
Тепловая защита электрической машины	104
Код ANSI 49RMS	
Защита от отказов выключателя (УРОВ)	114
Код ANSI 50BF	
Защита от ошибочного включения в сеть	116
Код ANSI 50/27	
Максимальная токовая защита в фазах	118
Код ANSI 50/51	

Максимальная токовая защита от замыканий на землю Код ANSI 50N/51N или 50G/51G	120
Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению Код ANSI 50V/51V	122
Защита от небаланса конденсаторных батарей Код ANSI 51C	124
Максимальное напряжение, линейное или фазное Код ANSI 59	125
Максимальное напряжение нулевой последовательности Код ANSI 59N	126
Полая защита статора от замыканий на землю Код ANSI 64G	127
Дифференциальная защита от замыканий на землю Код ANSI 64REF	128
Ограничение количества пусков Код ANSI 66	130
Максимальная направленная токовая защита в фазах Код ANSI 67	131
Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю Код ANSI 67N/67NC	134
Потеря синхронизма Код ANSI 78PS	139
Автоматическое повторное включение (АПВ) Код ANSI 79	143
Максимальная частота Код ANSI 81H	147
Минимальная частота Код ANSI 81L	148
Защита по скорости изменения частоты Код ANSI 81R	149
Дифференциальная защита электрической машины Код ANSI 87M	152
Дифференциальная защита трансформатора Код ANSI 87T	154
Общие положения Кривые отключения	156

Функции	Диапазон уставок		Выдержки времени
Максимальная скорость (ANSI 12)			
	100 - 160 % Wn		1 - 300 с
Минимальная скорость (ANSI 14)			
	10 - 100 % Wn		1 - 300 с
Минимальное полное сопротивление (ANSI 21B)			
полное сопротивление Zs	0,05 - 2,00 Vn/lb		
Контроль насыщения (В/Гц) (ANSI 24)			
кривая отключения	независимая выдержка времени		
	зависимая выдержка времени (тип A, B или C)		
уставка Gs	1,03 — 2 (относительно единицы)	независимая выдержка времени	0,1 - 20000 с
		зависимая выдержка времени	0,1 - 1250 с
Контроль синхронизма (ANSI 25)			
измеренные значения напряжения	фазное	линейное	
Первичное номинальное линейное напряжение			
Unp синх.1 (Vnp синх.1 = Unp синх.1/√3)	220 В - 250 кВ	220 В - 250 кВ	
Unp синх.2 (Vnp синх.2 = Unp синх.2/√3)	220 В - 250 кВ	220 В - 250 кВ	
Вторичное номинальное линейное напряжение			
Unp синх. 1	90 В - 120 В	90 В - 230 В	
Unp синх. 2	90 В - 120 В	90 В - 230 В	
Условия синхронизма			
уставка dUs	3 % - 30 % Unp синх. 1	3 % - 30 % Vnp синх. 1	
уставка dfs	0,05 - 0,5 Гц	0,05 - 0,5 Гц	
уставка dPhi	5 - 80°	5 - 80°	
верхняя уставка Us	70 % - 110 % Unp синх. 1	70 % - 110 % Vnp синх. 1	
нижняя уставка Us	10 % - 70 % Unp синх. 1	10 % - 70 % Vnp синх. 1	
Прочие настройки			
время опережения	0 - 0,5 с	0 - 0,5 с	
режимы работы: условия отсутствия напряжения для разрешения включения	Нет1 И Есть2	Нет1 И Есть2	
	Есть1 И Нет2	Есть1 И Нет2	
	Нет1 искл. ИЛИ Нет2	Нет1 искл. ИЛИ Нет2	
	Нет1 ИЛИ Нет2	Нет1 ИЛИ Нет2	
	Нет1 И Нет2	Нет1 И Нет2	
Минимальное напряжение (линейное или фазное) (ANSI 27)			
кривая отключения	независимая выдержка времени		
	зависимая выдержка времени		
уставка	5 — 100 % Unp или Vnp		0,05 - 300 с
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')		
Минимальное напряжение прямой последовательности (ANSI 27D)			
уставка и выдержка времени	15 - 60 % Unp		0,05 - 300 с
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')		
Минимальное напряжение, однофазная (ANSI 27R)			
уставка и выдержка времени	5 - 100 % Unp		0,05 - 300 с
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')		
Минимальное напряжение нулевой последовательности 3-й гармоники (ANSI 27TN/64G2)			
уставка Vs (фиксированная)	0,2 - 20 % Vntp		0,5 - 300 с
уставка K (регулируемая)	0,1 - 0,2		0,5 - 300 с
мин. напряжение прямой последовательности	50 - 100 % Unp		
минимальная полная мощность	1 - 90 % Sb (Sb = √3 ·Un.lb)		
Максимальная направленная активной мощности (ANSI 32P)			
	1 - 120 % Sn ⁽²⁾		0,1 с - 300 с
Максимальная направленная реактивной мощности (ANSI 32Q)			
	5 - 120 % Sn ⁽²⁾		0,1 с - 300 с
Минимальный фазный ток (ANSI 37)			
	0,05 - 1 lb		0,05 с - 300 с
Минимальная направленная активной мощности (ANSI 37P)			
	5 - 100 % Sn ⁽²⁾		0,1 с - 300 с
ANSI 38/49T - Temperature monitoring			
Alarm cet point TS1	от 0 до 180 °C или от 32 до 356 °F		
Trip cet point TS2	от 0 до 180 °C или от 32 до 356 °F		
Потеря на возбуждение (минимальное полное сопротивление) (ANSI 40)			
общая точка: Xa	0,02 Vn/lb - 0,2 Vn/lb + 187,5 кОм		
контур 1: Xb	0,2 Vn/lb - 1,4 Vn/lb + 187,5 кОм		0,05 - 300 с
контур 1: Xc	0,6 Vn/lb - 3 Vn/lb + 187,5 кОм		0,1 - 300 с
(1) Sn = √3.ln.Uno.			

(1) $S_n = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot U_{np}$.

Функции	Диапазон уставок		Выдержки времени	
Максимальная защита обратной последовательности (ANSI 46)				
кривая отключения	независимая выдержка времени			
	Schneider Electric			
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C			
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)			
	RI ² (постоянная регулировки от 1 до 100)			
уставка Is	0. - 5 Ib	независимая выдержка времени	0,1 - 300 с	
	0.1 - 0.5 Ib (Schneider Electric)	зависимая выдержка времени	0,1 - 1 с	
	0.1 - 1 Ib (МЭК, IEEE)			
	0.03 - 0.2 Ib (RI ²)			
вид измерения	основные каналы (I) и дополнительные каналы (I')			
Максимальное напряжение обратной последовательности (ANSI 47)				
уставка и выдержка времени	1 - 50 % Unp		0,05 - 300 с	
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')			
Затянутый пуск / блокировка ротора (ANSI 48/51LR)				
уставка Is	0.5 Ib - 5 Ib	ST: время пуска	0,5 с - 300 с	
		LT и LTS: выдержка времени	0,05 с - 300 с	
Тепловая защита кабеля (ANSI 49RMS)				
допустимый ток	1 - 1.73 Ib			
постоянная времени T1	1 - 600 мин.			
Тепловая защита конденсатора (ANSI 49RMS)				
ток аварийной сигнализации			1,05 Ib - 1,70 Ib	
ток отключения			1,05 Ib - 1,70 Ib	
точка на кривой отключения при нагреве	ток настройки	1,02 x ток отключения для 2 Ib		
	время настройки	1 - 2000 мин. (изменяемый диапазон в зависимости от значения тока отключения и тока настройки)		
Тепловая защита электрической машины (ANSI 49RMS)			Режим 1	Режим 2
коэффициент обратной последовательности	0 - 2,25 - 4,5 - 9			
постоянная времени	нагрев		T1: 1 - 600 мин	T1: 1 - 600 мин
	охлаждение		T2: 5 - 600 мин	T2: 5 - 600 мин
уставки аварийной сигнализации и отключения (ES1 и ES2)	0 - 300 % номинальной тепловой мощности			
начальный нагрев (ES0)	0 - 100 %			
условия изменения режима	через логический вход			
	с помощью уставки Is, регулируемой от 0,25 до 8 Ib			
максимальная температура оборудования	60 - 200 °C			
вид измерения	основные каналы (I) и дополнительные каналы (I')			
Защита от отказов выключателя (УРОВ) (ANSI 50 BF)				
наличие тока	0.2 - 2 In			
время работы	0.05 с - 3 с			
Защита от ошибочного включения в сеть (ANSI 50/27)				
уставка Is	0.05 - 4 In			
уставка Vs	10 - 100 % Unp		T1: 0 - 10 с	
			T2: 0 - 10 с	
Максимальная токовая защита в фазах (ANSI 50/51)				
кривая отключения	время отключения	время возврата		
	независимая выдержка времени	DT		
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT ⁽¹⁾	DT		
	RI	DT		
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT или IDMT		
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT или IDMT		
	IAC: I, VI, EI	DT или IDMT		
	персонализированная	DT		
уставка Is	0.05 - 24 In	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с	
	0.05 - 2.4 In	зависимая выдержка времени	0,1 - 12,5 с для 10 Is	
время удержания	независимая выдержка времени (DT; удержание с помощью таймера)		мгн.; 0,05 - 300 с	
	зависимая выдержка времени (IDMT; время удержания)		0,5 с - 20 с	
вид измерения	основные каналы (I) и дополнительные каналы (I')			
подтверждение	без подтверждения			
	защита максимального напряжения обратной последовательности			
	защита минимального линейного напряжения			

(1) Отключение с 1,2 Is.

Функции		Диапазон уставок		Выдержки времени	
Максимальная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 50N/51N или 50G/51G)					
кривая отключения	время отключения	время возврата			
	независимая выдержка времени	DT			
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT ⁽¹⁾	DT			
	RI	DT			
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT или IDMT			
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT или IDMT			
	IAC: I, VI, EI	DT или IDMT			
	персонализированная	DT			
уставка Is0	0.01 - 15 In0 (мин. 0.1 A)	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с		
	0.01 - 1 In0 (мин. 0.1 A)	зависимая выдержка времени	0,1 - 12,5 с для 10 Is0		
время удержания	независимая выдержка времени (DT; удержание с помощью таймера)				мгн.; 0,05 - 300 с
	зависимая выдержка времени (IDMT; время удержания)				0,5 с - 20 с
вид измерения	вход I0, вход I'0, сумма фазных токов I0Σ, сумма фазных токов I0'Σ				
Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению (ANSI 50V/51V)					
кривая отключения	время отключения	время возврата			
	независимая выдержка времени	DT			
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT ⁽¹⁾	DT			
	RI	DT			
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT или IDMT			
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT или IDMT			
	IAC: I, VI, EI	DT или IDMT			
	персонализированная	DT			
уставка Is	0.5 - 24 In	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с		
	0.5 - 2.4 In	зависимая выдержка времени	0,1 - 12,5 с для 10 Is0		
время возврата	независимая выдержка времени (DT; удержание с помощью таймера)				мгн.; 0,05 - 300 с
	зависимая выдержка времени (IDMT; время удержания)				0,5 с - 300 с
вид измерения	основные каналы (I) и дополнительные каналы (I')				
Небаланс конденсаторных батарей (ANSI 51C)					
уставка Is	0.05 A - 2 I'n	независимая выдержка времени	0,1 - 300 с		
Максимальное напряжение (линейное или фазное) (ANSI 59)					
уставка и выдержка времени	50 – 150 % Unp или Vnp				0,05 - 300 с
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')				
Максимальное напряжение нулевой последовательности (ANSI 59N)					
кривая отключения	независимая выдержка времени				
	зависимая выдержка времени				
уставка	2 - 80 % Unp	независимая выдержка времени	0,05 - 300 с		
	2 - 10 % Unp	зависимая выдержка времени	0,1 - 100 с		
вид измерения	основной канал (V0), дополнительный канал (V'0) и напряжение нейтрали Vnt				
Дифференциальная защита от замыканий на землю (ANSI 64REF)					
уставка Is0	0.05 - 0.8 In (In ≥ 20 A)				
	0.1 - 0.8 In (In < 20 A)				
вид измерения	основные каналы (I, I0) и дополнительные каналы (I', I'0)				
Ограничение количества пусков (ANSI 66)					
общее количество пусков за период	1 - 60	период	1 - 6 ч		
количество последовательных пусков	1 - 60	время между пусками	0 - 90 мин		
Максимальная направленная токовая защита в фазах (ANSI 67)					
характеристический угол	30°, 45°, 60°				
кривая отключения	время отключения	время возврата			
	независимая выдержка времени	DT			
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT ⁽¹⁾	DT			
	RI	DT			
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT или IDMT			
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT или IDMT			
	IAC: I, VI, EI	DT или IDMT			
	персонализированная	DT			
уставка Is	0.1 - 24 In	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с		
	0.1 - 2.4 In	зависимая выдержка времени	0,1 - 12,5 с для 10 Is0		
время возврата	независимая выдержка времени (DT; удержание с помощью таймера)				мгн.; 0,05 - 300 с
	зависимая выдержка времени (IDMT; время удержания)				0,5 с - 20 с

(1) Отключение с 1,2 Is.

Функции	Диапазон уставок		Выдержки времени
Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю по проекции I0 (тип 1) (ANSI 67N/67NC)			
характеристический угол	-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°		
уставка Is0	0,01 - 15 In0 (миним. 0,1 A)	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с
уставка Vs0	2 - 80 % of Unp		
время по памяти	время T0mem	0; 0,05 с - 300 с	
	порог достоверности V0mem	0; 2 - 80 % Unp	
вид измерения	вход I0, вход I'0		
Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю по величине I0 (тип 2) (ANSI 67N/67NC)			
характеристический угол	-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°		
кривая отключения	время отключения	время возврата	
	независимая выдержка времени	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT ⁽¹⁾	DT	
	RI	DT	
	МЭК: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT или IDMT	
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT или IDMT	
	IAC: I, VI, EI	DT или IDMT	
	персонализированная	DT	
уставка Is0	0.1 - 15 In0 (мин. 0.1 A)	независимая выдержка времени	мгн.; 0,05 - 300 с
	0.01 - 1 In0 (мин. 0.1 A)	зависимая выдержка времени	0,1 - 12,5 с для 10 Is0
уставка Vs0	2 - 80 % of Unp		
время возврата	независимая выдержка времени (DT; удержание с помощью таймера)		мгн.; 0,05 - 300 с
	зависимая выдержка времени (IDMT; время удержания)		0,5 с - 20 с
вид измерения	вход I0, вход I'0 и сумма фазных токов I0Σ		
Потеря синхронизма (ANSI 78PS)			
выдержка времени (критерий равенства площадей)	0,1 - 300 с		
максимальное количество оборотов (изменение направления потока мощности)	1 - 30		
время между двумя инверсиями потока мощности	1 - 300 с		
Максимальная частота (ANSI 81H)			
уставка и выдержка времени	50 - 55 Гц или 60 - 65 Гц	0,1 - 300 с	
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')		
Минимальная частота (ANSI 81L)			
уставка и выдержка времени	50 - 55 Гц или 60 - 65 Гц	0,1 - 300 с	
вид измерения	основные каналы (U) и дополнительные каналы (U')		
Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R)			
	0,1 - 10 Гц/с	0,15 - 300 с	
Дифференциальная защита эл. машины (ANSI 87M)			
уставка Ids	0,05 - 0,5 In (In ≥ 20 A)		
	0,1 - 0,5 In (In < 20 A)		
Дифференциальная защита трансформатора (ANSI 87T)			
процентная характеристика Id/It	3 - 18 In1		
Percentage-based curve			
Ids cet point	30 - 100 % In1		
Slope Id/It	15 - 50 %		
Slope Id/It2	Without, 50 - 100 %		
Slope change point	1 - 18 In1		
Restraint on energization			
Isinr cet point	1 - 10 %		
Delay	0 - 300 с		
Restraint on CT loss			
Activity	On / Off		
Harmonic restraints	Conventional	Self-adaptive	
Selection of restraint	Conventional	Self-adaptive	
High cet point	On	On / Off	
Harmonic 2 percentage cet point	Off, 5 - 40 %		
Harmonic 2 restraint	Phase-specific/Global		
Harmonic 5 percentage cet point	Off, 5 - 40 %		
Harmonic 5 restraint	Phase-specific/Global		

Функция определения повышенной частоты вращения электрической машины для защиты генераторов или процессов.

Работа
Данная функция обеспечивает определение повышенной частоты вращения электрической машины для выявления работы «вразнос» синхронных генераторов, вызванной нарушением синхронизма, либо, например, для управления процессом.
Вычисление частоты вращения основано на измерении временного промежутка между импульсами, выдаваемыми датчиком, установленным в непосредственной близости пути прохождения кулачка или нескольких кулачков, приводимых в движение вращением вала двигателя или генератора (см. подробное описание в разделе «Измерения»).

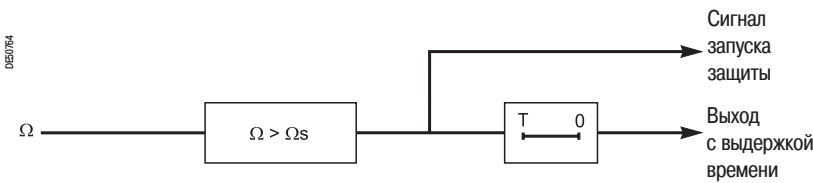
Параметры частоты вращения устанавливаются в рубрике «Специальные характеристики» с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Для возможности работы этой функции логический вход I104 должен быть конфигурирован для измерения скорости ротора.

Защита запускается, если измеренное значение частоты вращения превышает ее уставку.

Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянная).

Алгоритм работы защиты

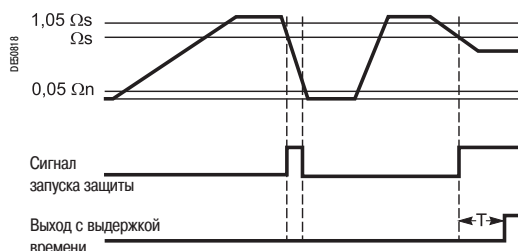


Характеристики

Регулировки				
Уставка Ωs				
регулировка	100 – 160 % Ωn			
точность ⁽¹⁾	±2 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	95 %			
Выдержка времени T				
регулировка	1 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±25 мс или ± (60000/Ωs ⁽²⁾ x R ⁽³⁾) мс			
разрешение	1 с			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P12_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P12_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P12_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P12_x_3	■	■	b
блокировка функции защиты	P12_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Ωs в об./мин.
(3) R – количество отметок (кулачков) на оборот.

Функция контроля пониженной частоты вращения и обнаружения блокировки ротора.



Работа

Данная функция обеспечивает контроль за частотой вращения электрической машины путем:

- обнаружения пониженной частоты вращения электрической машины после пуска для обеспечения, например, управления процессом;
- выдачи информации о нулевой частоте вращения для обнаружения блокировки ротора.

Вычисление частоты вращения основано на измерении временного промежутка между импульсами, выдаваемыми датчиком, установленным в непосредственной близости пути прохождения одного или нескольких кулачков, приводимых в движение вращением вала двигателя или генератора (см. подробное описание в разделе «Измерения»).

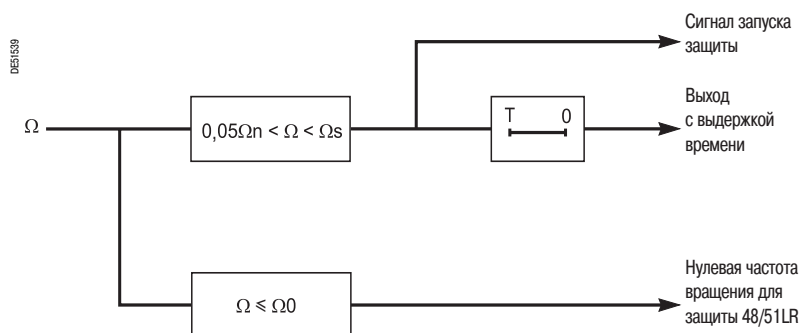
Параметры частоты вращения и определения нулевой частоты вращения устанавливаются в рубрике «Специальные характеристики» с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Для возможности работы этой функции логический вход I104 должен быть конфигурирован для измерения скорости ротора.

Защита запускается, если измеренное значение частоты вращения будет ниже уставки, первоначально превысив эту уставку на 5 %. Нулевая скорость вращения определяется ступенью 1 и используется функцией защиты 48/51LR для обнаружения блокировки ротора.

Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянная).

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки

Уставка Ωs

регулировка	10 – 100 % Ωn
точность ⁽¹⁾	± 2 %
разрешение	1 %
коэффициент возврата	105 %

Выдержка времени T

регулировка	1 - 300 с
точность ⁽¹⁾	± 25 мс или $\pm (60000/\Omega s^{(2)} \times R^{(3)})$ мс
разрешение	1 с для $T > (60/(Ws^{(2)} \times R^{(3)}))$

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений
возврат функции защиты	P14_x_101	■	■
блокировка функции защиты	P14_x_113	■	■

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P14_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P14_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P14_x_16	■	■	
нулевая частота вращения	P14_x_38	■	■	

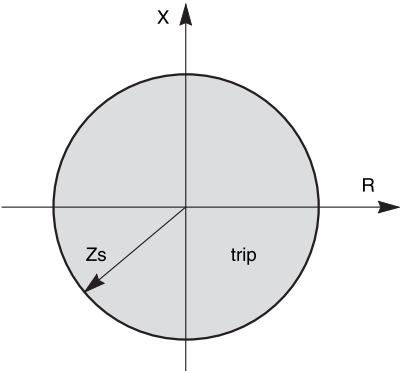
x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(2) Ωs в об./мин.

(3) R – количество отметок (кулачков) на оборот.

Функция защиты генераторов от межфазных коротких замыканий.

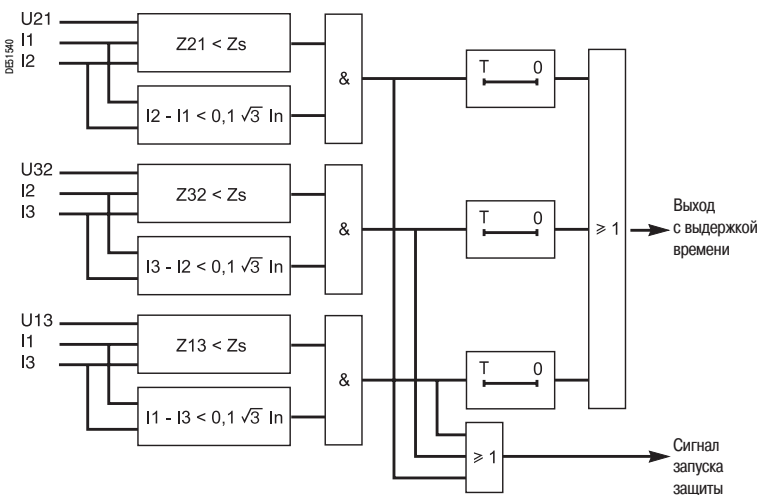


Работа

Данная функция имеет круговую характеристику отключения с учетом полного сопротивления (R, X), с независимой выдержкой времени (постоянная DT).
Данная защита запускается, когда одно из значений межфазного полного сопротивления находится в зоне отключения.
Полное сопротивление рассчитывается по формуле:

$$\vec{Z}_{21} = \frac{\vec{U}_{21}}{\vec{I}_1 - \vec{I}_2}, \vec{Z}_{32} = \frac{\vec{U}_{32}}{\vec{I}_2 - \vec{I}_3}, \vec{Z}_{13} = \frac{\vec{U}_{13}}{\vec{I}_3 - \vec{I}_1}.$$

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Уставка полного сопротивления Zs				
регулировка	0,05Vn/Ib ≤ Zs ≤ 2 Vn/Ib или 0,001 Ом			
точность ⁽¹⁾	±2 %			
разрешение	0,001 Ом или 1 разряд			
коэффициент возврата	105 %			
Выдержка времени				
регулировка	200 мс ≤ T ≤ 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2 % или от −10 до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания	пуск < 35 мс от бесконечности до Zs/2 (25 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 50 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P21B_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P21B_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P21B_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P21B_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P21B_1_16	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Пример: для синхронного генератора

Данные для синхронного генератора:

- S = 3,15 MBA
- Un1 = 6,3 кВ
- Xd = 233 %
- X'd = 21 %

Регулировка функции защиты

Для регулировки функции защиты необходимо вычислить номинальное полное сопротивление генератора:

- Ib = S/(√3 Un1) = 289 А;
- Zn = Un1/(√3 Ib) = 12,59 Ом.

Обычно характеристика срабатывания устанавливается на уровне 30 % номинального полного сопротивления генератора: Zs = 0,30 x Zn = 3,77 Ом.

Данная функция используется как резервная для других функций защиты. Поэтому данная функция настраивается селективно по отношению к другим защитам.

T = 0,9 с, например, для сети, в которой устранение повреждения производится за 0,6 с.

Функция защиты от насыщения магнитопроводов, трансформаторов и генераторов.

Работа

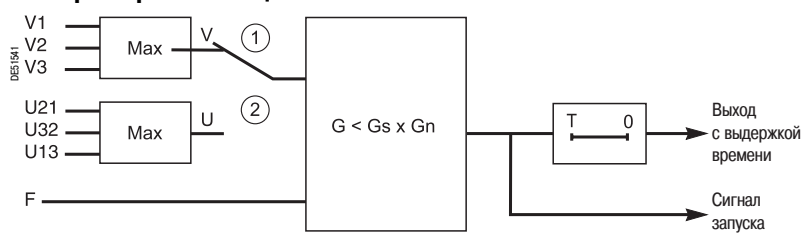
Данная функция позволяет определить насыщение в магнитопроводах трансформатора или генератора путём вычисления отношения наибольшего значения фазного или линейного напряжения к частоте.

Насыщение в магнитопроводах возникает при эксплуатации электрической машины, работающей с перенапряжением и/или на недостаточной частоте. Насыщение магнитных материалов ведет к росту температуры. В серьезных случаях могут возникнуть значительные повреждения материалов, окружающих магнитопровод.

Защита срабатывает, когда соотношение U/f или V/f – в зависимости от соединения цепей электрической машины – больше уставки. Защита имеет независимую выдержку времени (постоянную или DT) либо зависимую выдержку времени (выбор из 3 кривых, см. формулу расчета кривой отключения, стр. 157).

Уставка отключения обычно составляет 1,05 относительных единиц.

Алгоритм работы защиты



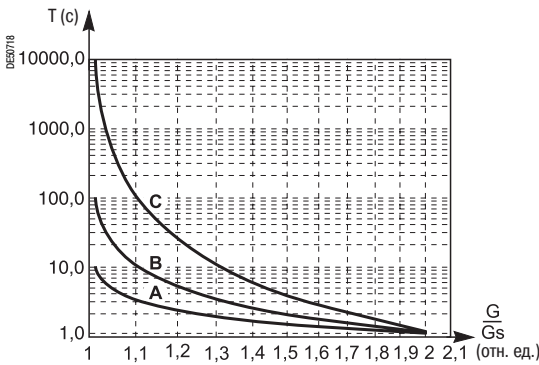
Где: $G = U/f$ или V/f в соответствии с соединением цепей электрической машины;
 $G_n = U_n/f_n$ или V_n/f_n в зависимости от величины рабочего напряжения;
 G_s – уставка.

- ① Рабочее фазное напряжение (см. таблицу ниже)
- ② Рабочее линейное напряжение (см. таблицу ниже)

Соединение цепей электрической машины

Данная регулировка позволяет адаптировать функцию измерения напряжения, используемого защитой, к схеме соединения магнитопровода в соответствии с измерениями, которые обеспечиваются с помощью Sepam.

Напряжение, используемое защитой							
монтаж ТН	3 V	2 U + V0	2 U	1 U + V0	1 U	1 V + V0	1 V
треугольник	②	②	②	②	②	①	①
звезда	①	①	②	②	②	①	①

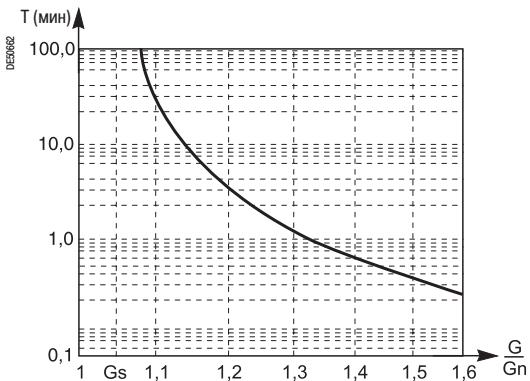
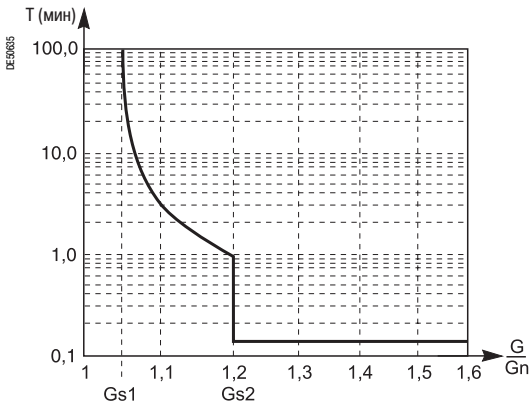


Кривая с зависимой выдержкой времени отношения "Напряжение/частота"

Характеристики

Регулировки				
Соединение цепей электрической машины				
регулировка		треугольник / звезда		
Кривая отключения				
регулировка		независимая зависимая: тип А; тип В; тип С		
Уставка Gs				
регулировка		1,03 – 2,0 отн. ед. ⁽²⁾		
точность ⁽¹⁾		±2 %		
разрешение		0,01 отн. ед. ⁽²⁾		
коэффициент возврата		98 %		
Выдержка времени Т (время срабатывания при 2 отн. ед.)				
независимая выдержка времени	регулировка	0,1 – 20000 с		
	точность ⁽¹⁾	±2 % или от –10 до +25 мс		
зависимая выдержка времени	регулировка	0,1 – 1250 с		
	точность ⁽¹⁾	±2 % или от –10 до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания		пуск < 35 мс		
время превышения		< 40 мс		
время возврата		< 40 мс		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P24_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P24_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P24_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P24_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P24_x_16	■	■	

х: номер ступени.
⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
⁽²⁾ Относительная единица равняется 1хGn.



Пример 1: для синхронного генератора

Обычно защита генератора обеспечивается с помощью двух уставок:
■ Уставка с зависимой выдержкой времени, устанавливается на 1,05 Gn, с длительной выдержкой времени.
Например, для кривой типа В: Gs1 = 1,05 и T1 = 8 с.
■ Уставка с постоянной выдержкой времени, устанавливается примерно на 1,2 Gn, с временем отключения порядка десяти секунд.
Например, для постоянной выдержки времени: Gs2 = 1,2 и T2 = 5 с.

Пример 2: для трансформатора

Обычно защита трансформатора обеспечивается с помощью уставки с зависимой выдержкой времени, устанавливаемой на 1,05 Gn, с длительной выдержкой времени.
Например, для кривой типа С: Gs1 = 1,05 и T1 = 4 с.

Защита, обеспечивающая контроль синхронизма электрических сетей с одной и с другой стороны от выключателя и разрешающая его включение, когда сдвиг напряжения, частоты и фазы находится в допустимых пределах.

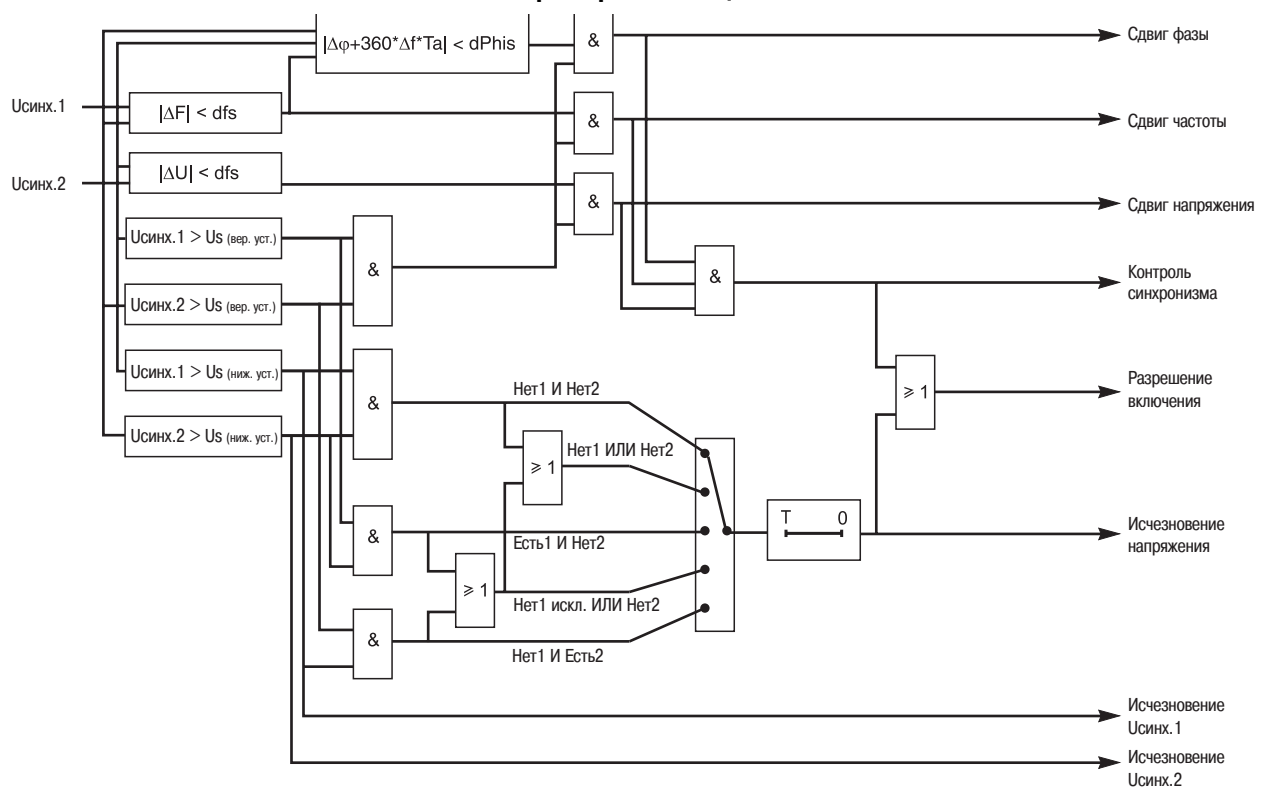
Работа

Функция контроля синхронизма используется для обеспечения включения выключателя без риска возникновения опасного соединения между двумя источниками напряжения $U_{\text{синх.1}}$ и $U_{\text{синх.2}}$. С помощью данной функции сравниваются значения либо двух линейных напряжений, либо двух фазных напряжений.

Защита срабатывает, когда сравниваемые напряжения имеют сдвиг фазы, частоты или амплитуды в установленных пределах.

Данная функция запускается с помощью дополнительного модуля MCS 025. Логическая информация "Разрешение включения" из модуля поступает на логический вход Seram . Все остальные логические данные и результаты измерений поступают в базовое устройство Seram с помощью соединительного кабеля CCA 785.

Алгоритм работы защиты



Время опережения

Для достижения синхронизма в момент соединения можно установить время опережения T_a срабатывания защиты с учетом сдвига частоты и времени включения выключателя.

Контроль напряжения

В случае исчезновения одного или двух напряжений разрешение включения обеспечивается с помощью одного из пяти возможных режимов контроля напряжения:

- исчезновение $U_{\text{синх.1}}$ и наличие $U_{\text{синх.2}}$ (Нет1 И Есть2);
- наличие $U_{\text{синх.1}}$ и исчезновение $U_{\text{синх.2}}$ (Есть1 И Нет2);
- наличие одного напряжения и исчезновение другого (Нет1 искл. ИЛИ Нет2);
- исчезновение одного из двух или обоих напряжений (Нет1 ИЛИ Нет2);
- исчезновение обоих напряжений (Нет1 И Нет2).

Наличие каждого напряжения определяется путем сравнения значения напряжения с верхней уставкой (верхняя уставка U_s). Исчезновение каждого напряжения определяется путем сравнения значения напряжения с нижней уставкой (нижняя уставка U_s).

Информация для пользователя

Пользователь может получить следующие данные измерений:

- сдвиг напряжения;
- сдвиг частоты;
- сдвиг фазы.

Характеристики

Регулировки				
Уставка dUs				
регулировка	3% - 30% Усинх.1			
точность ⁽¹⁾	±2,5% или 0,003 Усинх.1			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	106 %			
Уставка dfs				
регулировка	0.05 - 0.5 Гц			
точность ⁽¹⁾	±10 мГц			
разрешение	0.01 Гц			
Drop out/pick up	< 15 мГц			
Уставка dPhis				
регулировка	5° - 50°			
точность ⁽¹⁾	±2°			
разрешение	1°			
коэффициент возврата	120 %			
Верхняя уставка Us				
регулировка	70% - 110% Усинх.1			
точность ⁽¹⁾	±1 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	93 %			
Нижняя уставка Us				
регулировка	10% - 70% Усинх.1			
точность ⁽¹⁾	±1 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	106 %			
Время опережения включения выключателя				
регулировка	0.1 - 500 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Контроль напряжений				
регулировка	в работе / вне работы			
Режим работы в случае исчезновения напряжения				
регулировка	Нет1 И Есть2 Есть1 И Нет2 Нет1 искл. ИЛИ Нет2 Нет1 ИЛИ Нет2 Нет1 И Нет2			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания	< 190 мс			
время срабатывания dU	< 120 мс			
время срабатывания df	< 190 мс			
время срабатывания dPhi	< 190 мс			
время возврата	< 50 мс			
Выходы ⁽¹⁾				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
разрешение включения				
контроль синхронизма	P25_1_46	■	■	
исчезновение напряжения	P25_1_47	■	■	
сдвиг фазы	P25_1_49	■	■	
сдвиг частоты	P25_1_50	■	■	
сдвиг напряжения	P25_1_51	■	■	
исчезновение Усинх. 1	P25_1_52	■	■	
исчезновение Усинх. 2	P25_1_53	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита от снижения фазного или линейного напряжения.

Работа

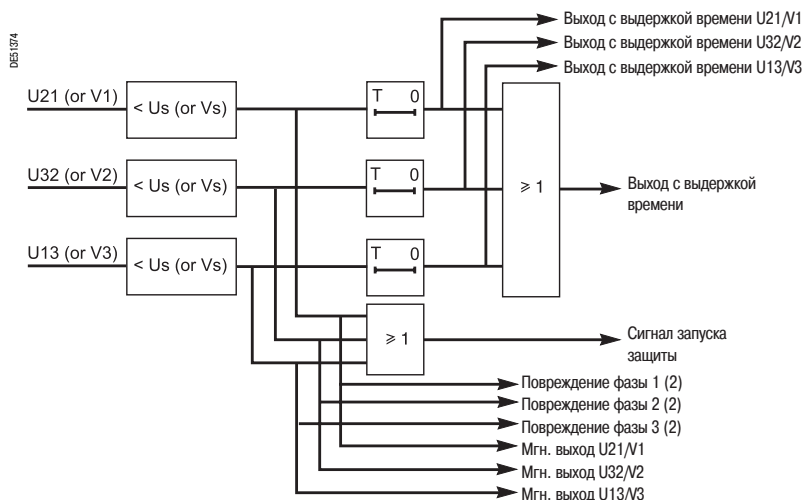
Защита двигателей при снижении напряжения или определение ненормально низкого напряжения сети для выполнения функций автоматики (частотная разгрузка, АВР):

- данная защита является однофазной и срабатывает по фазному или линейному напряжению;
 - защита имеет независимую выдержку времени (DT) или зависимую выдержку времени (см. формулу расчета кривой отключения, стр. 157);
 - при работе по фазному напряжению функция указывает поврежденную фазу с помощью аварийной сигнализации, срабатывающей при повреждении.
- Срабатывание по фазному или линейному напряжению производится в соответствии с выбранной схемой подсоединения входов напряжения.

Условия присоединения			
срабатывание по фазному напряжению	Да	Да	Нет
срабатывание по линейному напряжению	Да	Да	Да
тип присоединения	U21 ⁽¹⁾	V1 ⁽¹⁾	
срабатывание по фазному напряжению	Нет	только по V1	
срабатывание по линейному напряжению	только по U21	Нет	

(1) With or without V0.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Тип измерений				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Режим напряжения				
регулировка	фазное напряжение / линейное напряжение			
Кривая отключения				
регулировка	независимая / зависимая			
Уставка Us/Vs				
регулировка	5 % of Unp (or Vnp) - 100 % of Unp (or Vnp)			
точность ⁽¹⁾	±2 % or ±0.005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	103 % ±2 %			
Выдержка времени T (время отключения при нулевой напряжении)				
время срабатывания	запуск < 35 мс (25 мс тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс (25 мс тип.)			
время превышения	< 40 мс from 1.1 Us (Vs) - 0.9 Us (Vs)			
время возврата	< 50 мс from 0.9 Us (Vs) - 1.1 Us (Vs)			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P27_x 101	■	■	
блокировка функции защиты	P27_x 113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P27_x 1	■	■	
выход с выдержкой времени	P27_x 3	■	■	■
повреждение фазы 1 ⁽²⁾	P27_x 7	■	■	
повреждение фазы 2 ⁽²⁾	P27_x 8	■	■	
повреждение фазы 3 ⁽²⁾	P27_x 9	■	■	
блокировка функции защиты	P27_x 16	■	■	
мгн. выход V1 или U21	P27_x 23	■	■	
мгн. выход V2 или U32	P27_x 24	■	■	
мгн. выход V3 или U13	P27_x 25	■	■	
выход с выдержкой времени V1 или U21	P27_x 26	■	■	
выход с выдержкой времени V2 или U32	P27_x 27	■	■	
выход с выдержкой времени V3 или U13	P27_x 28	■	■	

x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

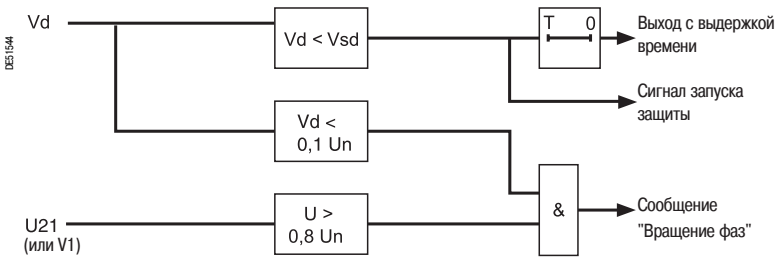
(2) При использовании защиты по фазному напряжению.

Минимальное напряжение прямой последовательности и контроль направления вращения фаз
Код ANSI 27D

Защита двигателей от недостаточного несимметричного напряжения питания.

Работа
Защита электродвигателей от ненормальной работы при недостаточном или несимметричном напряжении питания. Данная функция основывается на измерении напряжения прямой последовательности V_d .
Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).
Защита не срабатывает, если подается только одно фазное или линейное напряжение.
Эта защита обеспечивает также определение направления вращения фаз.
Направление вращения фаз считается обратным, если напряжение прямой последовательности меньше $10\% U_{нр}$, а линейное напряжение больше $80\% U_{нр}$. В этом случае выдается аварийное сообщение «ВРАЩЕНИЕ ФАЗ».

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Тип измерений				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Уставка Vsd				
регулировка	15% Unp - 60% Unp			
точность (1)	±2% или 0,005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	103 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 300 с			
точность (1)	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 40 мс			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P27D_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P27D_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P27D_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P27D_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P27D_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

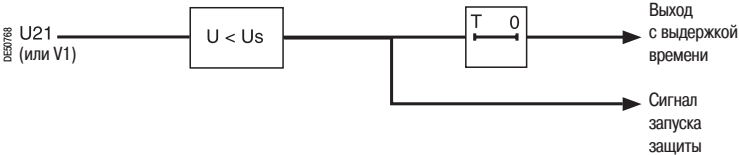
Минимальное напряжение,
однофазная защита
Код ANSI 27R

Определение напряжения поддерживаемого
вращающимися машинами.

Работа

Защита, используемая для контроля исчезновения напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами, до разрешения повторного включения сборных шин, подающих питание на машины, чтобы предотвратить электрические и механические переходные процессы.
Данная защита является однофазной. Защита запускается, если напряжение U_{21}/V_1 меньше уставки U_s . Защита имеет независимую выдержку времени (постоянную).

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Тип измерений				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Уставка Us				
регулировка	5% Unp - 100% Unp			
точность ⁽¹⁾	±5% или ±0,005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	104 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	пуск < 40 мс			
время превышения	< 20 мс			
время возврата	< 30 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P27R_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P27R_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P27R_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P27R_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P27R_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Минимальное напряжение 3-й гармоники Код ANSI 27TN/64G2

*Защита генераторов от повреждения изоляции.
Защиту следует совмещать с функциями 59N или 51N для обеспечения полной защиты статора от замыканий на землю (функция 64G).*

Работа

Защита генераторов от замыканий на землю обмотки статора и путем определения снижения напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники.

Данная функция обеспечивает защиту 10 - 20% статорной обмотки со стороны нейтрали.

Полная защита статора от замыканий на землю осуществляется вместе с использованием функции 59N или 51N, обеспечивающей защиту 85 – 95 % статорной обмотки со стороны выводов.

Генераторы в соответствии с их геометрическими характеристиками вырабатывают напряжение 3-й гармоники, которое накладывается на основную электродвижущую силу. Амплитуда этого напряжения НЗ изменяется от 0 до 10 % V_n в зависимости от:

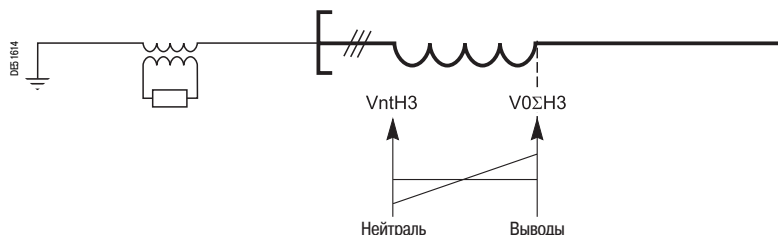
- характеристик сети и генератора;
- нагрузки генератора.

Как правило, амплитуда больше при полной нагрузке, чем при нулевой нагрузке.

Напряжение НЗ, при отсутствии замыкания, должно составлять не менее 0,2 % V_n , чтобы обеспечить возможность использования защиты 27TN.

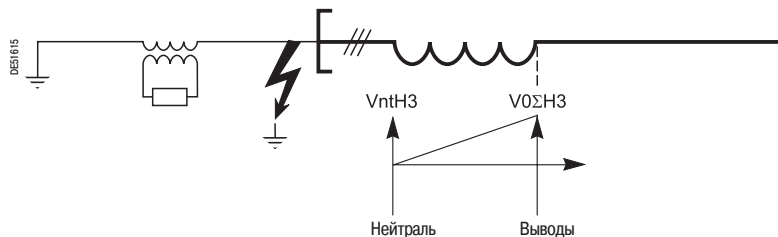
Напряжение НЗ при отсутствии замыкания

При нормальной работе напряжение НЗ измеряется с каждой стороны обмоток.



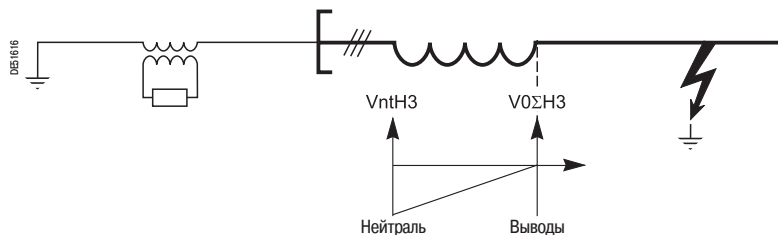
Напряжение НЗ при замыкании со стороны нейтрали

При однофазном замыкании в статорной обмотке вблизи нейтрали генератора сопротивление нейтрали закорачивается, что приводит к снижению напряжения НЗ со стороны нейтрали.



Напряжение НЗ при замыкании со стороны выводов генератора

При однофазном замыкании в ближайшей к выводам электрической машины статорной обмотке возникает повышение напряжения НЗ со стороны нейтрали.



Защита по минимальному напряжению НЗ позволяет определить снижение напряжения НЗ вследствие однофазного замыкания со стороны нейтрали.

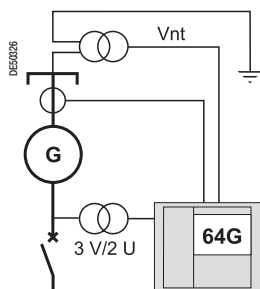
В соответствии со схемой подключения датчиков используются два типа уставок отключения:

- фиксированная уставка: отключение по минимальному напряжению нейтрали НЗ с фиксированной уставкой; для регулировки требуются предварительные измерения;
- адаптивная уставка: отключение по минимальному напряжению нейтрали НЗ в соответствии с уставкой, значение которой рассчитывается в зависимости от величины напряжения нулевой последовательности НЗ на выводах генератора; для регулировки не требуются предварительные измерения.

Уставки в соответствии со схемами подключения датчиков

Измерение напряжения		Наличие уставок защиты	
ТН нейтрали	ТН выводов	27TN с фиксированной уставкой	27TN с адаптивной уставкой
-	все монтажи	-	-
■	V1 или U21	-	-
■	U21, U31	■	-
■	V1, V2, V3	■	■

Минимальное напряжение 3-й гармоники Код ANSI 27TN/64G2 (фиксированная уставка)



Работа (фиксированная уставка)

Отключение с независимой выдержкой времени производится, если значение порогового напряжения НЗ нейтралей V_{ntH3} меньше уставки V_s .

Функция работает, только если напряжение НЗ нейтралей до замыкания составляет больше 0,2 % фазного напряжения сети.

Защита блокируется, если выдаваемая генератором мощность ниже уставки $S_{мин}$ или напряжение прямой последовательности имеет недостаточную величину.

Ввод в работу

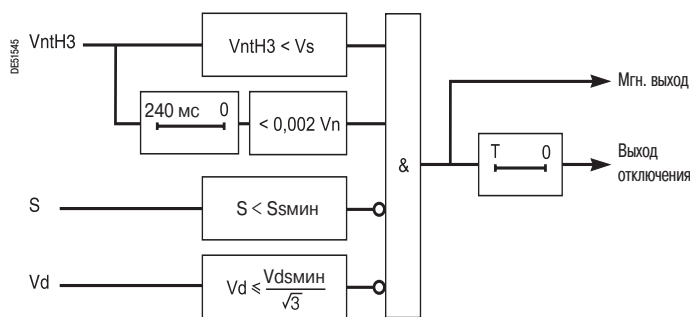
Ввод в работу данной функции производится после серии измерений напряжения НЗ нейтралей генератора. Эти измерения позволяют определить наименьшее значение напряжения НЗ в режиме работы без замыканий.

Измерения проводятся:

- при нулевой нагрузке, без подсоединения к сети;
- при различных уровнях нагрузки, при том что уровень напряжения 3-й гармоники зависит от нагрузки генератора.

Уставка делается ниже наименьшего измеренного значения напряжения НЗ. Для облегчения ввода в работу защиты $S_{срм}$ обеспечивает измерение напряжения НЗ нейтралей.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки

Тип уставки

регулировка фиксированная

Уставка напряжения 3-й гармоники V_s

регулировка 0,2 % - 20 % V_{ntp}
 точность ⁽¹⁾ $\pm 5\%$ или $\pm 0,05$ В V_{nts} нейтралей
 разрешение 0,1 %
 коэффициент возврата 105 %

Выдержка времени

регулировка 0,5 - 300 с
 точность ⁽¹⁾ $\pm 2\%$ или от -10 до +25 мс
 разрешение 10 мс или 1 разряд

Предварительные регулировки

Уставка $S_{мин}$

регулировка 1 - 90 % при $\sqrt{3}$ Unp Ib
 точность ⁽¹⁾ $\pm 5\%$
 разрешение 1 %
 коэффициент возврата 105 %

Уставка минимального напряжения прямой последовательности $V_{dсмин}$

регулировка 50 % - 100 % Unp
 точность ⁽¹⁾ $\pm 5\%$
 разрешение 1 %
 коэффициент возврата 105 %

Временные характеристики ⁽¹⁾

время срабатывания 140 мс (тип.) при снижении с 2Vs до 0
 время превышения < 65 мс
 время возврата < 65 мс

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений
возврат функции защиты	P27TN/64G2_x_101	■	■
блокировка функции защиты	P27TN/64G2_x_113	■	■

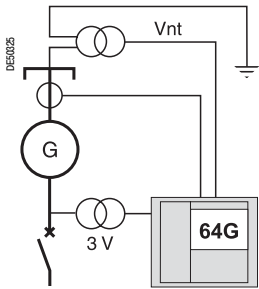
Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход отключения	P27TN/64G2_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P27TN/64G2_x_16	■	■	
мгн. выход	P27TN/64G2_x_23	■	■	

x: номер ступени.

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Минимальное напряжение
3-й гармоники
Код ANSI 27TN/64G2
(адаптивная уставка)



Работа (адаптивная уставка)

Напряжение НЗ со стороны выводов V3rΣ сравнивается со значением напряжения НЗ, V3nt, измеряемым со стороны нейтрали.
Функция обеспечивает вычисление значения напряжения НЗ нулевой последовательности по трем фазным напряжениям.
Использование напряжения НЗ нулевой последовательности позволяет привести в соответствие уставку отключения с нормальным уровнем напряжения НЗ.
Отключение с независимой выдержкой времени производится, когда:

$$|VntH3| \leq \frac{K}{3(1-K)} \times |V0\Sigma H3|$$

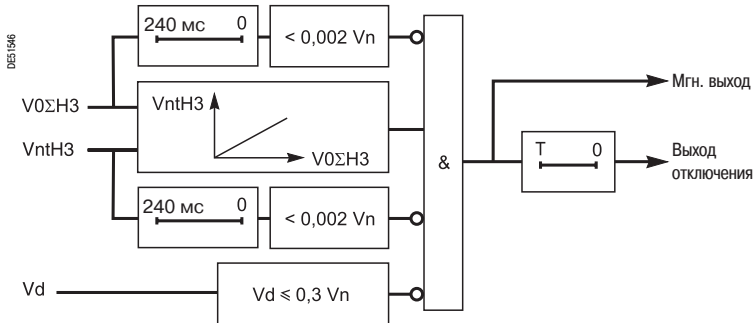
Функция работает, если напряжение НЗ нейтрали до замыкания составляет больше 0,2 % фазного напряжения сети и если напряжение прямой последовательности составляет больше 30 % величины фазного напряжения.

Ввод в работу

Для ввода функции в работу не требуется специальных измерений, но в некоторых случаях необходимо привести в соответствие уставку K.
Для облегчения ввода в работу защиты Sepam обеспечивает измерение напряжения НЗ нейтрали V3nt и напряжения НЗ нулевой последовательности V3rΣ.
■ Значение V3nt выражается в % от первичного напряжения датчика нейтрали Vntp.
■ Значение V3rΣ выражается в % от первичного напряжения датчиков со стороны выводов Vnp.
Если значения первичного напряжения датчиков различаются, необходимо привести в соответствие напряжение V3nt с первичным напряжением со стороны выводов Vnp, используя формулу:

$$V3nt (\%Vnp) = V3nt (\%Vntp) \times \frac{Vntp}{Vnp}$$

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Тип уставки				
регулировка	адаптивная			
Выдержка времени				
регулировка	0,5 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от -10 до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Предварительные регулировки				
Уставка К				
регулировка	0,1 – 0,2			
точность ⁽¹⁾	±1 %			
разрешение	0,01			
коэффициент возврата	105 %			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания	140 мс (тип.) ⁽²⁾			
время превышения	< 65 мс			
время возврата	< 65 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P27TN/64G2_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P27TN/64G2_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход отключения	P27TN/64G2_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P27TN/64G2_x_16	■	■	
мгн. выход	P27TN/64G2_x_23	■	■	

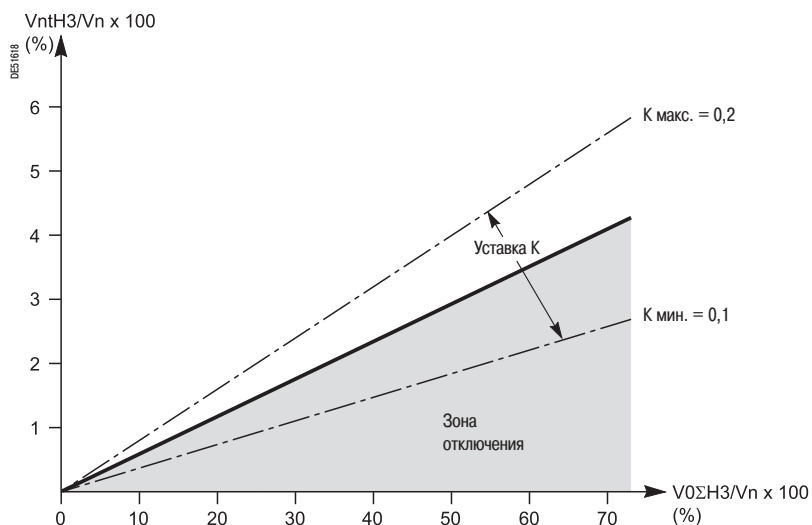
x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Измеряется в случае изменения 2V3nt до 0 при V3rΣ = 30 %.

Минимальное напряжение 3-й гармоники Код ANSI 27TN/64G2 (адаптивная уставка)

Кривые $\frac{K}{3(1-K)} \times |V_{3r\Sigma}|$

Таблица максимальных значений VntH3 (%)

	K	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
V3rΣ (%Vnp)												
1		0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
2		0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
3		0.11	0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20	0.22	0.23	0.25
4		0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33
5		0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42
6		0.22	0.25	0.27	0.30	0.33	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	0.50
7		0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.55	0.58
8		0.30	0.33	0.36	0.40	0.43	0.47	0.51	0.55	0.59	0.63	0.67
9		0.33	0.37	0.41	0.45	0.49	0.53	0.57	0.61	0.66	0.70	0.75
10		0.37	0.41	0.45	0.50	0.54	0.59	0.63	0.68	0.73	0.78	0.83
15		0.56	0.62	0.68	0.75	0.81	0.88	0.95	1.02	1.10	1.17	1.25
20		0.74	0.82	0.91	1.00	1.09	1.18	1.27	1.37	1.46	1.56	1.67
25		0.93	1.03	1.14	1.25	1.36	1.47	1.59	1.71	1.83	1.95	2.08
30		1.11	1.24	1.36	1.49	1.63	1.76	1.90	2.05	2.20	2.35	2.50
40		1.48	1.65	1.82	1.99	2.17	2.35	2.54	2.73	2.93	3.13	3.33
50		1.85	2.06	2.27	2.49	2.71	2.94	3.17	3.41	3.66	3.91	4.17
60		2.22	2.47	2.73	2.99	3.26	3.53	3.81	4.10	4.39	4.69	4.10
70		2.59	2.88	3.18	3.49	3.80	4.12	4.44	4.78	5.12	5.47	5.83
80		2.96	3.30	3.64	3.98	4.34	4.71	5.08	5.46	5.85	6.26	6.67
90		3.33	3.71	4.09	4.48	4.88	5.29	5.71	6.14	6.59	7.04	7.50



Защита от возврата мощности или от перегрузки.

Работа

Двунаправленная защита, основанная на расчёте значения активной мощности, адаптированная для следующих видов применения:

- максимальная защита по активной мощности для обнаружения случая перегрузки и обеспечения разгрузки;
- защита от возврата активной мощности для обеспечения:
- защиты генератора от работы в качестве двигателя при потреблении генератором активной мощности;
- защиты двигателя от работы в качестве генератора при выработке двигателем активной мощности.

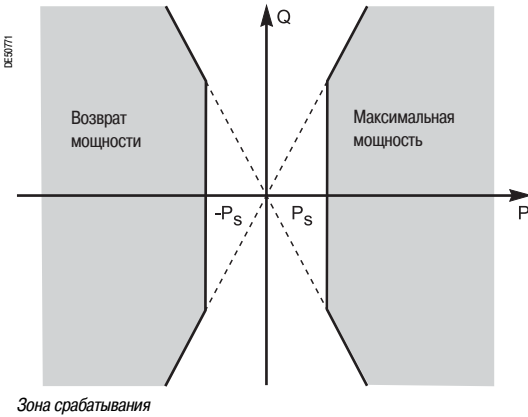
Защита срабатывает, если активная мощность, передаваемая в том или ином направлении (вырабатываемая или потребляемая) превышает пороговый уровень P_s . Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную). Защита основывается на использовании метода трех или двух ваттметров в соответствии со схемой подсоединения:

- V1V2V3 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- V1V2V3 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 без V0: 2 ваттметра.

В других случаях защита не работает. Защита работает только при следующем условии:

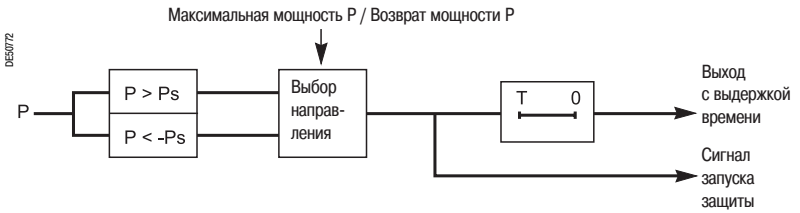
$P \geq 3,1 \% Q$, в результате чего обеспечивается высокая чувствительность и большая стабильность защиты в случае короткого замыкания. Знак мощности определяется в соответствии с параметрированием "Отходящая линия" или "Ввод" при соблюдении следующих условий:

- для отходящей линии:
- мощность, выдаваемая сборными шинами, является положительной;
- мощность, подаваемая на сборные шины, является отрицательной;



- для ввода:
- мощность, подаваемая на сборные шины, является положительной;
- мощность, выдаваемая сборными шинами, является отрицательной.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Направление отключения				
регулировка	максимальная мощность / возврат мощности			
Уставка Ps				
регулировка	1 % от Sn (2) - 120 % от Sn (2)			
точность (1)	±0,3 % Sn при Ps от 1 % Sn до 5 % Sn ±5 % при Ps от 5 % Sn до 40 % Sn ±3 % при Ps от 40 % Sn до 120 % Sn			
регулировка	0,1 кВт			
коэффициент возврата	93,5 %			
Выдержка времени T				
регулировка	100 мс – 300 с			
точность (1)	±2 % или от –10 мс до +25 мс			
регулировка	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	< 90 мс			
время превышения	< 95 мс			
время возврата	< 90 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P32P_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P32P_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P32P_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P32P_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P32P_x_16	■	■	
положительная активная мощность	P32P_x_19	■	■	
отрицательная активная мощность	P32P_x_20	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) $S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n$.

Максимальная защита реактивной мощности, направленная

Код ANSI 32Q

Защита от потери возбуждения синхронных машин.

Работа

Двухнаправленная защита, основанная на расчёте значения реактивной мощности, используется для обнаружения потери возбуждения поля синхронных машин:

- максимальная защита по реактивной мощности двигателей, у которых в случае потери возбуждения возникает увеличение потребления реактивной мощности;
- защита от возврата реактивной мощности для обеспечения защиты генераторов при потреблении ими, в случае потери возбуждения, реактивной мощности.

Защита срабатывает, если реактивная мощность, передаваемая в том или ином направлении (вырабатываемая или потребляемая) превышает пороговый уровень Q_s .

Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).

Защита основывается на использовании метода трех или двух ваттметров в соответствии со схемой подсоединения:

- V1V2V3 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- V1V2V3 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 без V0: 2 ваттметра.

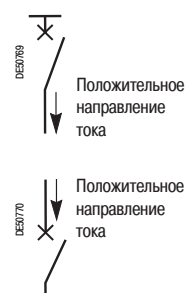
В других случаях защита не работает.

Защита работает только при следующем условии:

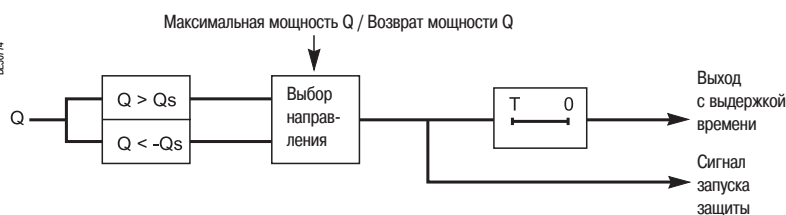
$Q \geq 3,1 \% P$, в результате чего обеспечивается высокая чувствительность и большая стабильность защиты в случае короткого замыкания.

Знак мощности определяется в соответствии с параметрированием "Отходящая линия" или "Ввод" при соблюдении следующих условий:

- для отходящей линии:
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является положительной;
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является отрицательной;
- для ввода:
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является положительной;
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является отрицательной.



Алгоритм работы защиты



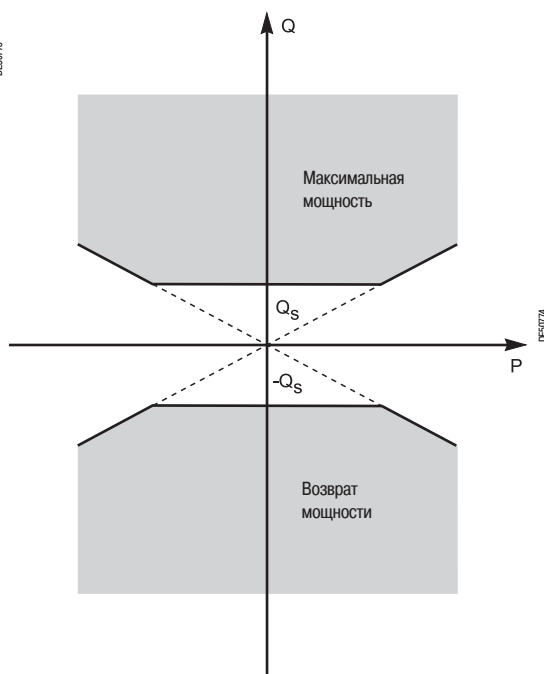
Характеристики

Регулировки				
Направление отключения				
регулировка	максимальная мощность / возврат мощности			
Уставка Ps				
регулировка	5 % Sn ⁽²⁾ - 120 % Sn ⁽²⁾			
точность ⁽¹⁾	±5 % Sn при Qs от 5 % Sn до 40 % Sn ±3 % при Qs от 40 % Sn до 120 % Sn			
регулировка	0,1 кВт			
коэффициент возврата	93,5 %			
Выдержка времени T				
регулировка	100 мс – 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2 % или от –10 мс до +25 мс			
регулировка	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	< 90 мс			
время превышения	< 95 мс			
время возврата	< 90 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P32Q_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P32Q_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P32Q_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P32Q_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P32Q_1_16	■	■	
положительная реактивная мощность	P32Q_1_54	■	■	
отрицательная реактивная мощность	P32Q_1_55	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(2) $S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n$.

Зона срабатывания



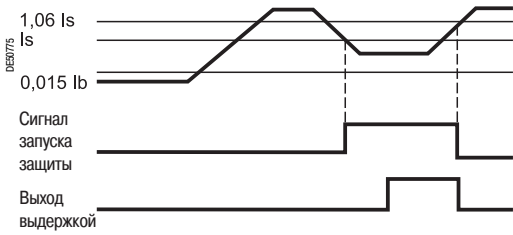
Защита насосов.

Работа

Защита насосов от последствий потери напора путём обнаружения работы двигателя без нагрузки.

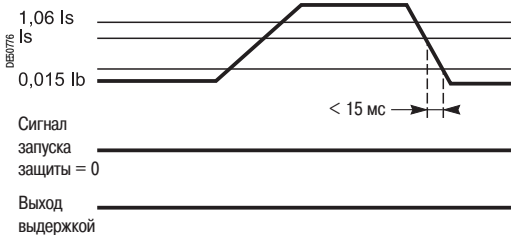
Эта защита однофазная:

- защита запускается, когда ток фазы 1 (I_1) падает ниже уставки I_s ;



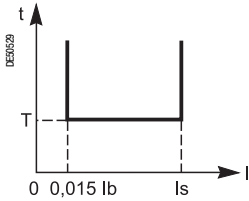
Случай снижения тока

- защита не активна, когда ток меньше $1,5 \% I_n$;
- защита не чувствительна к снижению тока, вызванному отключением выключателя;



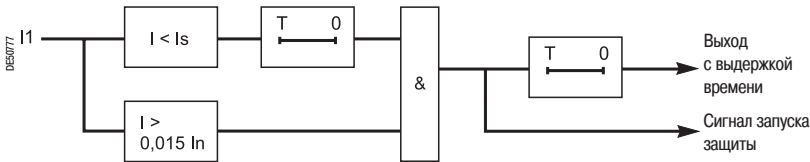
Случай отключения выключателя

- защита имеет независимую выдержку времени (постоянную).



Эта защита может быть заблокирована через логический вход. Защита вновь запускается с помощью телекоманды (ТС32).

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Уставка Is				
регулировка	5% Ib - 100% Ib			
точность (1)	±5 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	106 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 300 с			
точность (1)	±2% или ±25 мс			
регулировка	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	пуск < 50 мс			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R37_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	R37_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R37_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	R37_1_3	■	■	b
блокировка функции защиты	R37_1_16	■	■	

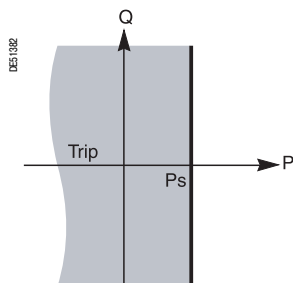
(1)В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

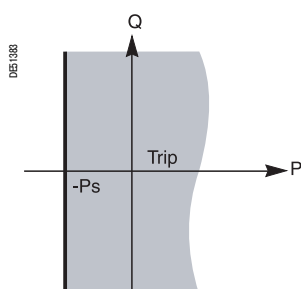
Минимальная защита активной мощности, направленная

Код ANSI 37P

Контроль потока активной мощности.



Зона отключения (нормальное направление)



Зона отключения (обратное направление)

Работа

Двухнаправленная защита основана на расчёте значения активной мощности. Функция отслеживает значение вычисленной активной мощности:

- для адаптации количества соединённых параллельно источников мощности нагрузке сети;
- для создания изолированной системы со своим собственным энергоблоком.

Защита срабатывает, если активная мощность, передаваемая в том или ином направлении (подаваемая или потребляемая) ниже порогового уровня P_s .

Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).

Защита основывается на использовании метода трех или двух ваттметров в соответствии со схемой подключения:

- V1V2V3 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- V1V2V3 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I2I3: 3 ваттметра;
- U21/U32 + V0 и I1I3: 2 ваттметра;
- U21/U32 без V0: 2 ваттметра;

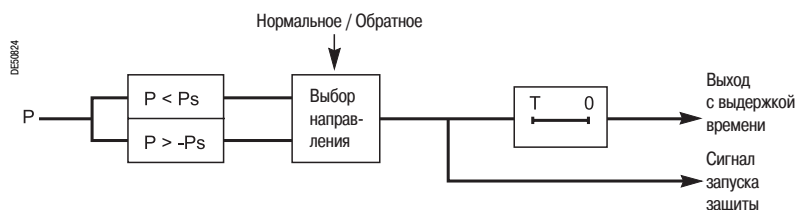
В других случаях защита не работает.

Знак мощности определяется по основному параметру отходящей линии или ввода при условии, что:

- для отходящей линии:
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является положительной (нормальное направление);
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является отрицательной;
- для ввода:
 - мощность, подаваемая на сборные шины, является положительной (нормальное направление);
 - мощность, выдаваемая сборными шинами, является отрицательной.



Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки

Направление отключения

регулировка нормальное / обратное

Уставка P_s

регулировка 5 % S_n (2) - 100 % S_n (2)

точность (1) ± 5 % S_n при P_s от 5 % S_n до 40 % S_n
 ± 3 % при P_s от 40 % S_n до 120 % S_n

регулировка 0,1 кВт

коэффициент возврата 106 %

Выдержка времени T

регулировка 100 мс - 300 с

точность (1) ± 2 % или от -10 мс до +25 мс

регулировка 10 мс или 1 разряд

Временные характеристики

время срабатывания < 120 мс

время превышения < 65 мс

время возврата < 60 мс

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений
возврат функции защиты	P37P_x_101	■	■
блокировка функции защиты	P37P_x_113	■	■

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P37P_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P37P_x_3	■	■	b
блокировка функции защиты	P37P_x_16	■	■	

x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(2) $S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n$.

Защита от перегрева оборудования путём измерения температуры с помощью термометров сопротивления.

Работа

Данная защита позволяет обнаружить перегрев оборудования путём измерения температуры внутри оборудования, оснащенного датчиками типа "термометр сопротивления":

- для трансформатора: защита первичных и вторичных обмоток;
- для двигателя и генератора: защита статорных обмоток и подшипников.

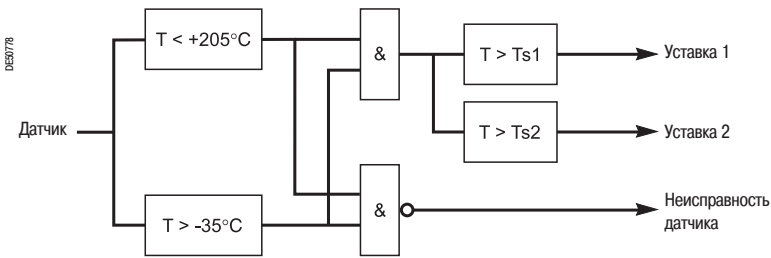
Данная защита связана с температурными датчиками типа "термометр сопротивления" - платиновыми Pt 100 (100 Ом при 0°) или никелевыми Ni100 или Ni120 в соответствии со стандартами МЭК 60751 и DIN 43760.

- защита запускается, когда контролируемая температура больше уставки Ts;
- защита имеет две независимые уставки:
- ☐ уставку аварийной сигнализации;
- ☐ уставку отключения;
- активизированная защита определяет случаи обрыва или короткого замыкания температурных датчиков:
- ☐ короткое замыкание датчика обнаруживается в случае, когда измеряемая температура меньше - 35 °C (на дисплее появляется сообщение "-.*****");
- ☐ обрыв датчика обнаруживается, когда измеряемая температура больше +205 °C (на дисплее появляется сообщение "-.*****").

В случае обнаружения неисправности датчика защита блокируется и выходы защиты устанавливаются на "0".

Сообщение "НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА" формируется в матрице управления, и выдается сообщение аварийной сигнализации с указанием номера модуля МЕТ 148-2 с неисправным датчиком.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

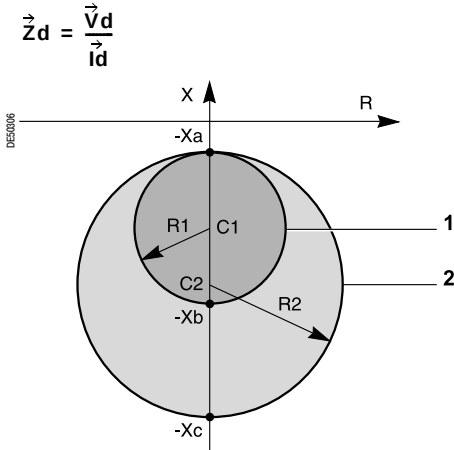
Регулировки				
Уставки аварийной сигнализации и отключения TS1, TS2				
регулировка	0°C - 180°C	32°F - 356°F		
точность ⁽¹⁾	±1.5°C	±2.7°F		
разрешение	1°C	1°F		
разность порога срабатывания / отпускания	3°C	5.4°F		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R38/49T_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R38/49T_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	R38/49T_x_3	■	■	■
аварийный сигнал	R38/49T_x_10	■	■	■
повреждение датчика	R38/49T_x_12	■	■	
блокировка функции защиты	R38/49T_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления)
Код ANSI 40

Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения синхронных генераторов или двигателей.

Работа
Защита имеет две круговые характеристики отключения по полному сопротивлению (R, X). Функция защиты 40 срабатывает, когда полное сопротивление прямой последовательности Z_d входит в зону одной из двух круговых характеристик отключения.



Круговые характеристики отключения

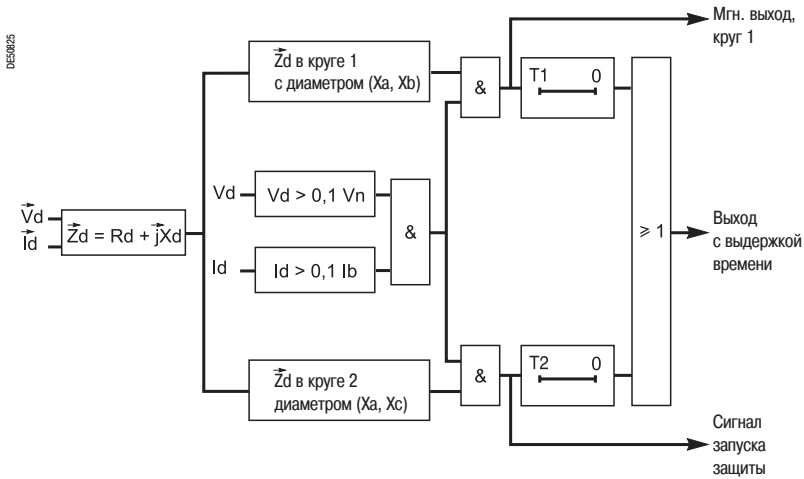
■ Для генератора, работающего на отходящую линию, или для двигателя, работающего на ввод.

	Круг 1	Круг 2
центр	C1 = -(Xa + Xb)/2	C2 = -(Xa + Xc)/2
радиус	R1 = (Xb - Xa)/2	R2 = (Xc - Xa)/2

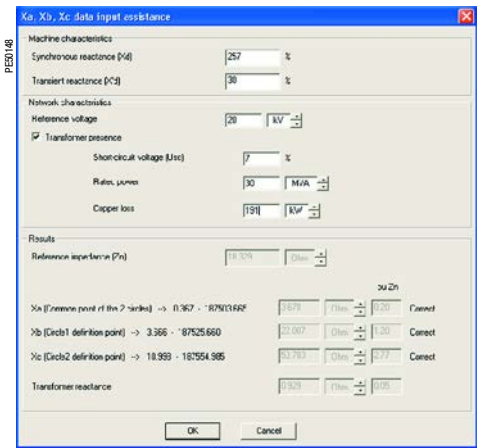
■ Для генератора, работающего на ввод или для двигателя, работающего на отходящую линию: характеристики отключения располагаются симметрично относительно оси R.

	Круг 1	Круг 2
центр	C1 = (Xa + Xb)/2	C2 = (Xa + Xc)/2
радиус	R1 = (Xb - Xa)/2	R2 = (Xc - Xa)/2

Алгоритм работы защиты



Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления)
Код ANSI 40



Помощь в настройке с помощью программного обеспечения SFT 2841

С помощью программного обеспечения SFT 2841 обеспечивается функция помощи в настройке, позволяющая на основании электрических характеристик машины и трансформатора вычислять типичные значения регулировки Xa, Xb и Xc.

Используются следующие данные:

- для синхронной машины:
 - синхронное реактивное сопротивление Xd в %;
 - переходное синхронное реактивное сопротивление X'd в %;
- для трансформатора:
 - напряжение обмотки 1 Un1 в В/кВ;
 - напряжение короткого замыкания Usc в %;
 - номинальная мощность в кВА/МВА;
 - потери в меди в кОм/МОм.

Указанные регулировки производятся в зоне круга 1 диаметром Zn при Xd Лб 200 % или диаметром Xd/2 для других случаев применения, в зоне круга 2 диаметром Xd.

Оба круга смещены от начала отсчета на -X'd/2.

Zn = номинальное полное сопротивление электрической машины:

$$Zn = \frac{Un1}{\sqrt{3}Ib}$$

Характеристики

Регулировки				
Общая точка: Xa				
регулировка	0,02Vn/lb ≤ Xa ≤ 0,20Vn/lb + 187,5 кОм или 0,001 Ом			
точность (1)	±5 %			
разрешение	1 %			
Круг 1: Xb				
регулировка	0,20Vn/lb ≤ Xa ≤ 1,40Vn/lb + 187,5 кОм			
точность (1)	±5 %			
разрешение	0,001 Ом или 1 разряд			
коэффициент возврата	105 % диаметра круга 1			
Круг 2: Xc				
регулировка	0,60Vn/lb ≤ Xa ≤ 3Vn/lb + 187,5 кОм			
точность (1)	±5 %			
разрешение	0,001 Ом или 1 разряд			
коэффициент возврата	105 % диаметра круга 2			
Выдержка времени T1: выдержка времени на отключение круга 1				
регулировка	50 мс ≤ T ≤ 300 с			
точность (1)	±2 % или от −10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Выдержка времени T2: выдержка времени на отключение круга 2				
регулировка	100 мс ≤ T ≤ 300 с			
точность (1)	±2 % или от −10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики (1)				
время срабатывания	пуск < 35 мс при 0 для C1 (25 мс, тип.) пуск < 35 мс при 0 для C2 (25 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 50 мс (при T1 = 0)			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R40_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	R40_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R40_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	R40_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	R40_1_16	■	■	
мгн. защита 1 (круг 1)	R40_1_23	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (мин. полного сопротивления) Код ANSI 40

Пример 1: синхронный генератор

Характеристики синхронного генератора

- $S = 3,15 \text{ MBA}$
- $U_{n1} = 6,3 \text{ кВ}$
- $X_d = 233 \%$
- $X'd = 21 \%$

Регулировка защиты

Для настройки функции защиты необходимо вычислить значение номинального полного сопротивления Z_n генератора:

- $I_b = S / (\sqrt{3} U_{n1}) = 289 \text{ A};$
- $Z_n = U_{n1} / (\sqrt{3} I_b) = 12,586 \text{ Ом}.$

Обычно регулировка для круга 1 проводится по диаметру Z_n , смещенному на $-X'd/2$, и для круга 2 - по диаметру X_d , смещенному на $-X'd/2$:

- $X_a = (X'd(\%)/200)Z_n = 1,321 \text{ Ом};$
- $X_b = (X'd(\%)/200 + 1)Z_n = 13,907 \text{ Ом};$
- $X_c = (X'd(\%)/200 + X_d/100)Z_n = 30,646 \text{ Ом}.$

Повреждения, обнаруженные в круге 1, характеризуют значительную потерю возбуждения и должны быть быстро устранены. В круге 2 определяются иные, чем потеря возбуждения, повреждения и в этом случае применяется более длительная выдержка времени на отключение:

- $T1 = 70 \text{ мс};$
- $T2 = 500 \text{ мс}.$

Пример 2: блок «генератор-трансформатор»

Характеристики синхронного генератора

- $S_{gen} = 19 \text{ MBA}$
- $U_{n2} = 5,5 \text{ кВ}$
- $X_d = 257 \%$
- $X'd = 30 \%$

Характеристики трансформатора

- $S_{transf} = 30 \text{ MBA}$
- $U_{n1} = 20 \text{ кВ} / U_{n2} = 5,5 \text{ кВ}$
- $U_{sc} = 7 \%$
- $P_{cu} = 191 \text{ кВт}$

Регулировка защиты

Для настройки функции защиты необходимо вычислить значение номинального полного сопротивления генератора при напряжении U_{n1} :

- $I_b = S_{gen} / (\sqrt{3} U_{n1}) = 548 \text{ A};$
- $Z_n = U_{n1} / (\sqrt{3} I_b) = 21,071 \text{ Ом}.$

Полное сопротивление трансформатора при напряжении U_{n1} составляет:

$$Z_{transf} = U_{sc} / 100 \cdot (U_{n1}) / S_{transf} = 0,933 \text{ Ом}.$$

Сопротивление трансформатора при напряжении U_{n1} составляет:

$$R_{transf} = P_{cu} \cdot (U_{n1} / S_{transf}) = 0,085 \text{ Ом}.$$

Реактивное сопротивление трансформатора при напряжении U_{n1} составляет:

$$X_{transf} = \sqrt{Z_{transf}^2 - R_{transf}^2} = 0,929 \text{ Ом}$$

Регулировка для круга 1 проводится по диаметру Z_n , смещенному на $-X'd/2$ и на величину реактивного сопротивления трансформатора. Регулировка для круга 2 проводится по диаметру X_d , смещенному на $-X'd/2$ и на величину реактивного сопротивления трансформатора.

- $X_a = (X'd(\%)/200)Z_n + X_{transf} = 4,09 \text{ Ом};$
- $X_b = (X'd(\%)/200 + 1)Z_n + X_{transf} = 25,161 \text{ Ом};$
- $X_c = (X'd(\%)/200 + X_d(\%)/100)Z_n + X_{transf} = 58,243 \text{ Ом}.$

Повреждения, обнаруженные в круге 1, характеризуют значительную потерю возбуждения и должны быть быстро устранены. В круге 2 определяются иные, чем потеря возбуждения, повреждения и в этом случае применяется более длительная выдержка времени на отключение:

- $T1 = 70 \text{ мс};$
- $T2 = 500 \text{ мс}.$

Защита линий и оборудования от фазного небаланса.

Работа

Защита от фазного небаланса, который обнаруживается путём измерения тока обратной последовательности:

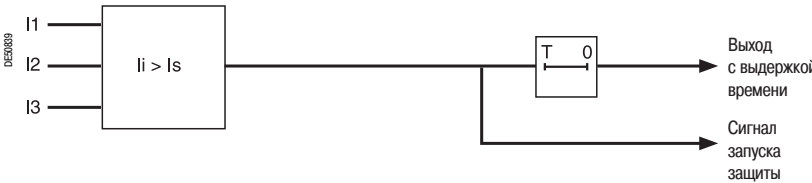
- чувствительная защита для обнаружения двухфазных коротких замыканий на конце длинной отходящей линии;
- защита оборудования от перегрева, вызванного несбалансированным питанием, неправильным направлением вращения фаз или потерей какой-либо фазы, а также защита от небаланса фазного тока.

Данная защита запускается, когда составляющая обратной последовательности фазных токов больше уставки срабатывания.

Защита имеет выдержку времени, которая может быть независимой (постоянной) или зависимой (см. стандартную кривую или специальную кривую Schneider, или кривую $R I^2$ для защиты генераторов).

Кривая отключения	
IDMT Schneider	
МЭК - обратно зависимая выдержка (SIT / A)	
МЭК - очень обратно зависимая выдержка (VT или LTI / B)	
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT / C)	
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	
кривая $R I^2$	

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки			
Начало измерения			
регулировка		основные каналы (I) дополнительные каналы (I')	
Кривая отключения			
регулировка		в соответствии с вышеуказанным перечнем	
Уставка Is			
регулировка		с постоянной выдержкой времени	10 % - 500 % Ib или I'b'
		с зависимой выдержкой Schneider	10 % - 50 % Ib или I'b'
		с зависимой выдержкой (МЭК и IEEE)	10 % - 100 % Ib или I'b'
		кривая RI ²	3 % - 20 % Ib или I'b'
точность (1)		±5 %	
разрешение		1 %	
коэффициент возврата		93,5 %	
Выдержка времени T			
регулировка		с независимой выдержкой	100 мс ≤ T ≤ 300 с
		с зависимой выдержкой	100 мс ≤ T ≤ 1 с или TMS (2)
точность (1)		с независимой выдержкой	±2% или ±25 мс
		с зависимой выдержкой	±5% или ±35 мс
разрешение		10 мс или 1 разряд	
K (только кривая RI ²)			
регулировка		1 - 100	
разрешение		1	
Временные характеристики			
время срабатывания		запуск < 55 мс	
время превышения		< 35 мс	
время возврата		< 55 мс	

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R46_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R46_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R46_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	R46_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	R46_x_16	■	■	

х: номер ступени.

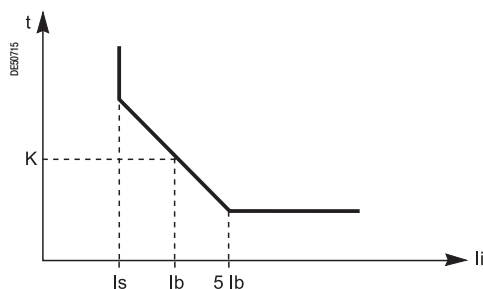
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):

- обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A: от 0,04 до 4,20;
- очень обратно зависимая выдержка (VT) и МЭК VT/B: от 0,07 до 8,33;
- очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B: от 0,01 до 0,93;
- чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT) и МЭК EIT/C: от 0,13 до 15,47;
- IEEE умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;
- IEEE очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;
- IEEE чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32.

Максимальный ток обратной последовательности

Код ANSI 46



Пример регулировки для кривых RI²

Генератор может выдерживать в постоянном режиме определенный ток обратной последовательности. Эта постоянная уставка Is, указанная изготовителем генератора, обычно составляет 5-10 % базового тока (Ib).

Типичные значения тока следующие:

Тип генератора		Допустимое значение li (% Ib)
явно выраженные полюсы	с демпинговой обмоткой	10
	без демпинговой обмотки	5
цилиндрический ротор	косвенное охлаждение	10
	Sn ≤ 960 MBA	8
	960 MBA < Sn ≤ 1200 MBA	6
	1200 MBA < Sn	5

См. стандарт IEEE C37.102-1987.

При превышении этой уставки по току генератор выдерживает ток обратной последовательности li в течение периода времени td, вычисляемого по формуле:

$$td = \frac{K}{\left(\frac{li}{Ib}\right)^2}$$

Величина K является регулируемой постоянной, которая зависит от типа генератора, и обычно составляет от 1 до 40. Типичные значения K следующие:

Тип генератора		K
явно выраженные полюсы		40
синхронные компенсаторы		30
цилиндрический ротор	косвенное охлаждение	20
	Sn ≤ 800 MBA	10
	800 MBA < Sn ≤ 1600 MBA	10 - 0,00625 · (MBA - 800)

См. стандарт IEEE C37.102-1987.

Кривая Schneider с зависимой выдержкой времени

Для li > Is выдержка времени зависит от значения li/Ib (Ib – базовый ток защищаемого оборудования, определяемый при установке основных параметров).

T соответствует выдержке времени для li/Ib = 5.

Кривая отключения определяется по следующим уравнениям:

■ если Is/Ib ≤ li/Ib ≤ 0,5, то

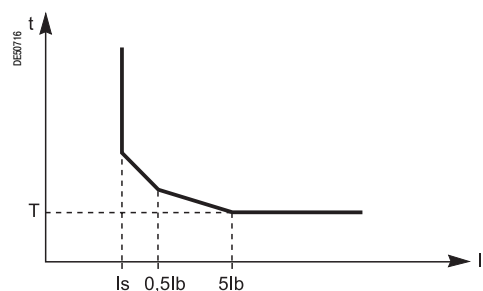
$$t = \frac{3.19}{(li/Ib)^{1.5}} \times T$$

■ если 0,5 ≤ li/Ib ≤ 5, то

$$t = \frac{4.64}{(li/Ib)^{0.96}} \times T$$

■ если li/Ib > 5, то

$$t = T.$$



Кривая Schneider

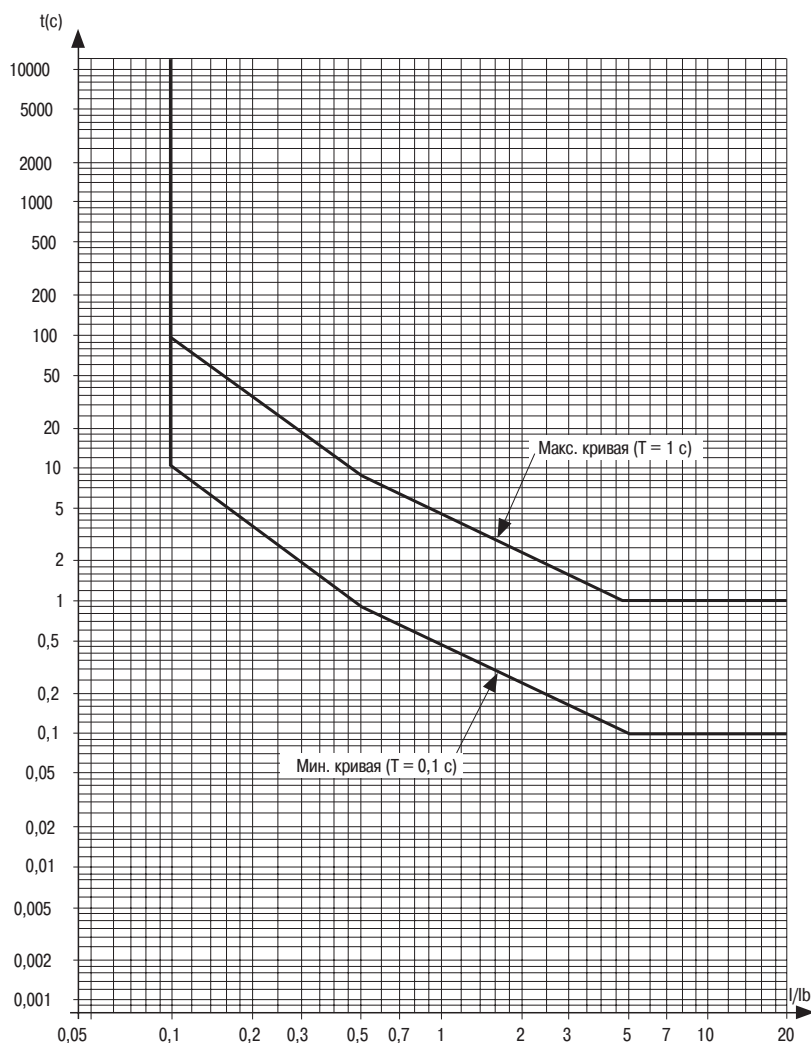
Определение времени отключения для разных значений тока обратной последовательности для заданной кривой Schneider

Используя диаграмму, пользователь находит значение X , соответствующее искомому току обратной последовательности. Время отключения равно XT .

Пример

Дана кривая отключения с уставкой $T = 0,5$ с.
Каково будет время отключения при $0,6$ lb?
Используя диаграмму, найдем значение X , соответствующее 60% lb.
По диаграмме определяем $X = 7,55$. Время отключения равно:
 $0,5 \times 7,55 = 3,755$ с.

Кривая отключения Schneider с зависимой выдержкой времени



Ii (% lb)	10	15	20	25	30	33.33	35	40	45	50	55	57.7	60	65	70	75
X	99.95	54.50	35.44	25.38	19.32	16.51	15.34	12.56	10.53	9.00	8.21	7.84	7.55	7.00	6.52	6.11

Ii (% lb) (продолжение)	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
X (продолжение)	5.74	5.42	5.13	4.87	4.64	4.24	3.90	3.61	3.37	3.15	2.96	2.80	2.65	2.52	2.40	2.29

Ii (% lb) (продолжение)	22,	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
X (продолжение)	2.14	2.10	2.01	1.94	1.86	1.80	1.74	1.68	1.627	1.577	1.53	1.485	1.444	1.404	1.367	1.332

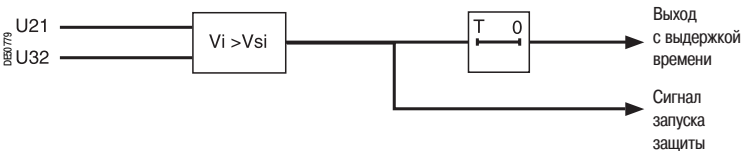
Ii (% lb) (продолжение)	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	≥ 500
X (продолжение)	1.298	1.267	1.236	1.18	1.167	1.154	1.13	1.105	1.082	1.06	1.04	1.02	1

Защита от фазного небаланса.

Работа

Защита от фазного небаланса, возникающего в результате неправильного направления вращения фаз, несбалансированного питания или дальнего короткого замыкания, обнаруживаемых путём измерения напряжения обратной последовательности V_i .
Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).
Данная защита не работает, когда только одно напряжение подведено к Sepam.

Алгоритм работы защиты

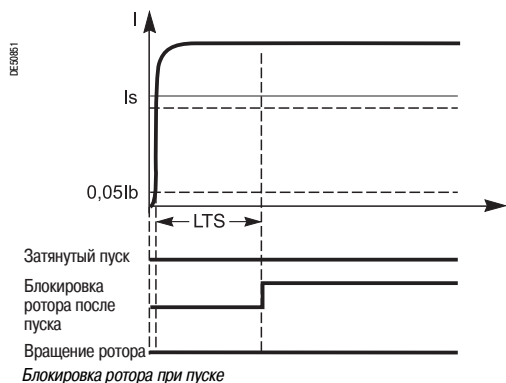
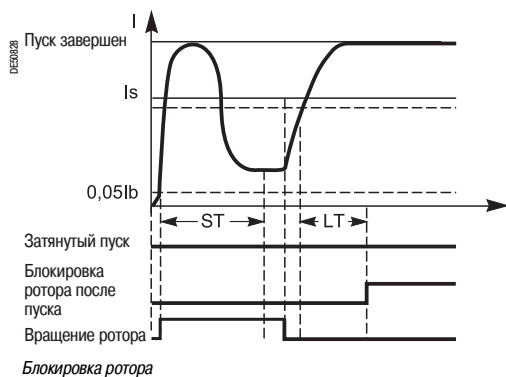
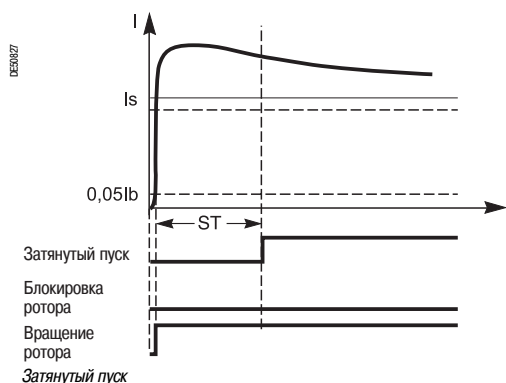
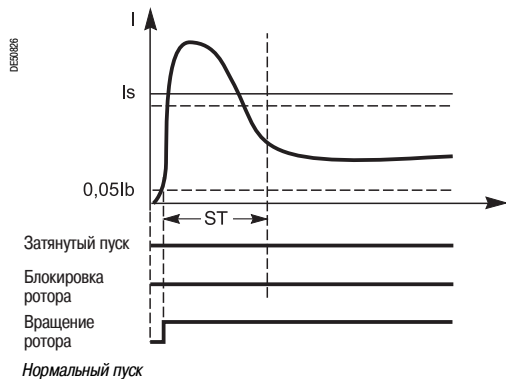


Характеристики

Регулировки				
Вид измерения				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Уставка Vsi				
регулировка	1 % Unp - 50 % Unp			
точность ⁽¹⁾	±2% или 0,005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	97 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	пуск < 35 мс			
время превышения	< 35 мс			
время возврата	< 35 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R47_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R47_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R47_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	R47_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	R47_x_16	■	■	

x: номер ступени;
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Обнаружение затянутого пуска и блокировки ротора для защиты двигателей.



Работа

Защита от перегрева двигателя, вызванного:

- затянутым пуском при запуске двигателя с перегрузкой (например, транспортёр) или при недостаточном напряжении питания;
- блокировкой ротора, вызванной нагрузкой двигателя (например, дробилка);
- в нормальном режиме — после нормального пуска;
- непосредственно при запуске, до обнаружения затянутого пуска.

Данная функция трехфазная.

Пуск определяется, когда потребляемый ток превысит 5% тока I_b .

Данная защита состоит из двух частей:

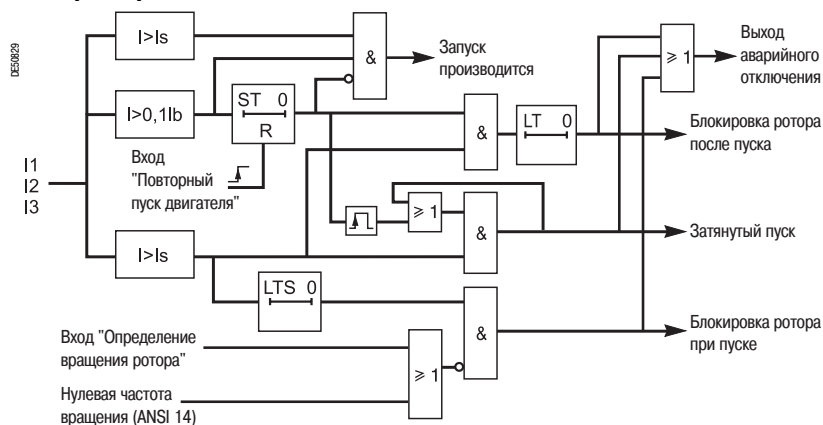
- затянутый пуск: во время пуска защита срабатывает, когда один из трех фазных токов больше уставки I_s в течение периода времени, большего, чем выдержка времени ST (нормальное время пуска);
- блокировка ротора:
 - при нормальной работе (после пуска) защита срабатывает, когда один из трех фазных токов больше уставки I_s в течение периода времени, большего, чем выдержка времени LT - тип независимой выдержки времени (постоянное время);
 - блокировка при запуске: некоторые двигатели большой мощности могут иметь очень большое время пуска либо из-за их значительной инерции, либо по причине их запуска при снижении напряжения. Это время может быть больше, чем допустимое время блокировки ротора. Для правильной защиты таких двигателей от блокировки ротора во время пуска можно настроить выдержку времени LTS, обеспечивающую отключение, если был определен пуск ($I > I_s$) и если частота вращения двигателя нулевая. В этом случае частота вращения двигателя определяется с помощью функции защиты по минимальной частоте вращения (ANSI 14) или через логический вход "Определение вращения ротора" с помощью датчика нулевой частоты вращения.

Повторный пуск двигателя

При повторном пуске двигатель потребляет ток, близкий к пусковому току ($> I_s$), без первоначального прохождения этого тока через значение, меньшее чем 5% I_b . Выдержка времени ST, соответствующая нормальному времени пуска, может быть снова инициирована через логический вход или с помощью информации, выдаваемой редактором логических уравнений либо программой Logipram (вход "Повторный пуск двигателя") и используется для:

- повторного срабатывания защиты «Затянутый пуск»;
- установки выдержки времени LT защиты «Блокировка ротора» на более низкое значение.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки

Is cet point	
регулировка	50 % - 500 % lb
точность ⁽¹⁾	±5 %
разрешение	1 %
коэффициент возврата	93 %

Выдержка времени T

регулировка	ST	500 мс - 300 с
	LT	50 мс - 300 с
	LTS	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	2 % или ±25 мс	
разрешение	10 мс	

Входы

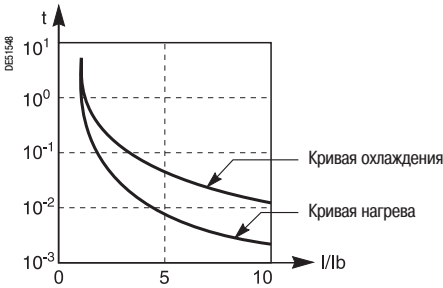
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений
возврат функции защиты	P48/51LR_1_101	■	■
повторный пуск двигателя	P48/51LR_1_102	■	■
блокировка функции защиты	P48/51LR_1_113	■	■

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	P48/51LR_1_3	■	■	■
блокировка ротора	P48/51LR_1_13	■	■	■
затянутый пуск	P48/51LR_1_14	■	■	■
блокировка ротора при запуске	P48/51LR_1_15	■	■	■
блокировка функции защиты	P48/51LR_1_16	■	■	
пуск производится	P48/51LR_1_22	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита кабелей от теплового повреждения, вызванного перегрузками.



Кривая отключения

Работа

Данная функция обеспечивает защиту кабелей от перегрузок и основана на измерении потребляемого тока. Ток, измеренный с помощью функции тепловой защиты, является действующим значением трехфазного тока, который учитывает все гармоники, вплоть до 13-й. Наибольший ток в трех фазах I1, I2, I3, называемый, соответственно, фазным током Iph, используется для вычисления нагрева:

$I_{ph} = \max(I1, I2, I3)$

Нагрев, пропорциональный значению потребляемого тока в квадрате, зависит от потребляемого тока и предыдущего теплового состояния. В постоянном режиме нагрев равен:

$E = \left(\frac{I_{ph}}{I_b}\right)^2 \times 100 \text{ \%}$

Защита дает команду на отключение, когда значение фазного тока больше допустимого тока кабеля. Значение базового тока Ib должно быть обязательно меньше допустимого тока Ia. По умолчанию Ib = Ia/1,4.

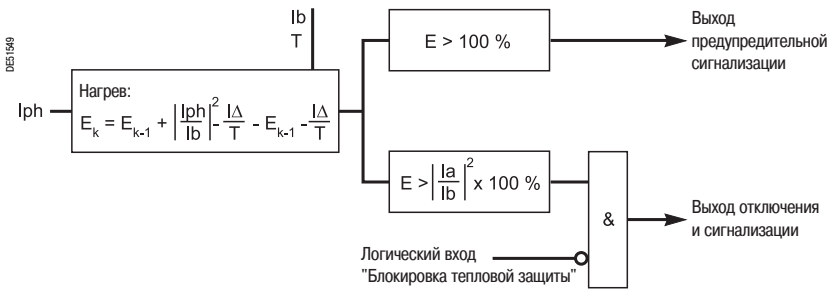
Время отключения защиты устанавливается с помощью постоянной времени T:

При нагреве: $\frac{t}{T} = \ln \left(\frac{\left(\frac{I}{I_b}\right)^2}{\left(\frac{I}{I_b}\right)^2 - \left(\frac{I_a}{I_b}\right)^2} \right)$ где ln – натуральный логарифм

При охлаждении: $\frac{t}{T} = \ln \left(\frac{\left(\frac{I}{I_b}\right)^2 - 1}{\left(\frac{I}{I_b}\right)^2 - \left(\frac{I_a}{I_b}\right)^2} \right)$ где ln – натуральный логарифм

Текущие данные нагрева сохраняются в случае отключения оперативного питания.

Алгоритм работы защиты



Информация для пользователя

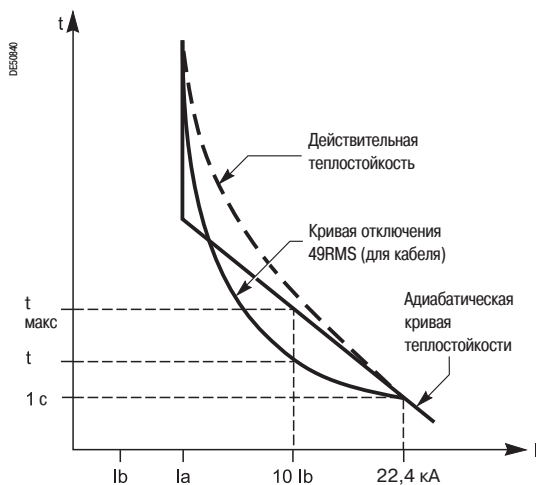
Пользователь может получить следующую информацию:

- нагрев;
- время до отключения (при постоянной нагрузке).

Характеристики

Регулировки				
Допустимый ток Ia				
регулировка	< 1 - 1.73 lb			
точность ⁽¹⁾	±2 %			
разрешение	1 A			
Постоянная времени T				
регулировка	1 мин. - 600 мин.			
разрешение	1 мин.			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания точность	±2 % или ±1 с			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P49RMS_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P49RMS_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход с выдержкой времени	P49RMS_1_3	■	■	■
аварийный сигнал	P49RMS_1_10	■	■	■
блокировка включения	P49RMS_1_11	■	■	■
блокировка функции защиты	P49RMS_1_16	■	■	
состояние нагрева	P49RMS_1_18	■	■	
блокировка функции тепловой защиты	P49RMS_1_32	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Пример

Предположим, что, медный провод сечением 185 мм² имеет допустимый ток $I_a = 485$ А и теплостойкость за 1 с $I_{th_1c} = 22,4$ кА.

Термическая постоянная времени кабеля связана со способом прокладки кабеля. Типичные значения постоянной времени находятся в пределах 10 – 60 мин. Для кабелей, проложенных в земле, постоянная времени составляет 20 – 60 мин, а для кабелей, не прокладываемых в земле, постоянная времени составляет 10 – 40 мин.

Для данного кабеля выбираем значения $T = 30$ мин и $I_b = 350$ А.

Проверка расхождения между кривой 49RMS и адиабатической кривой теплостойкости

Проверка производится для значения 10 lb.

В диапазоне значений тока, близких к допустимому току, теплостойкость за 1 с позволяет рассчитать максимальное время теплостойкости кабеля, при условии отсутствия теплообмена. Максимальное время отключения вычисляется по соотношению:

$$I^2 \times t_{\text{макс}} = \text{постоянная} = (I_{th_1c})^2 \times 1.$$

Для данного кабеля и при 10 lb:

$$t_{\text{макс}} = (I_{th_1c} / I_0 I_b)^2 = (22400 / 3500)^2 = 41 \text{ с.}$$

При $I = 10 \text{ lb} = 3500$ А и $I_a/I_b = 1,38$ значение k в таблице выбора кривой отключения при охлаждении составляет $k = 0,0184$.

Таким образом, время отключения при 10 lb:

$$t = k \times T \times 60 = 0,0184 \times 30 \times 60 = 33,6 \text{ с} < t_{\text{макс}}.$$

В случае повреждения при 10 lb, возникшего после номинальной фазы срабатывания, при нагреве 100%, значение k составляет: $k = 0,0097$.

Время отключения при:

$$t = k \times T \times 60 = 0,0097 \times 30 \times 60 = 17,5 \text{ с.}$$

Проверка селективности

Во избежание риска несвоевременного отключения проводится проверка селективности между функцией тепловой защиты кабеля 49RMS и кривыми вышестоящей защиты, в том числе защитами 49RMS.

Кривые при начальном нагреве = 0 %

Iph/lb Ia/lb	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
0,50	1,7513	1,1856	0,8958	0,7138	0,5878	0,4953	0,4247	0,3691	0,3244	0,2877	0,2572	0,2314	0,2095	0,1907	0,1744	0,1601
0,55		1,8343	1,2587	0,9606	0,7717	0,6399	0,5425	0,4675	0,4082	0,3603	0,3207	0,2877	0,2597	0,2358	0,2152	0,1972
0,60			1,9110	1,3269	1,0217	0,8267	0,6897	0,5878	0,5090	0,4463	0,3953	0,3531	0,3178	0,2877	0,2619	0,2396
0,65				1,9823	1,3907	1,0793	0,8789	0,7373	0,6314	0,5491	0,4832	0,4295	0,3849	0,3473	0,3153	0,2877
0,70					2,0488	1,4508	1,1338	0,9287	0,7829	0,6733	0,5878	0,5191	0,4629	0,4159	0,3763	0,3424
0,75						2,1112	1,5075	1,1856	0,9762	0,8267	0,7138	0,6253	0,5540	0,4953	0,4463	0,4047
0,80							2,1699	1,5612	1,2349	1,0217	0,8687	0,7527	0,6615	0,5878	0,5270	0,4759
0,85								2,2254	1,6122	1,2819	1,0652	0,9091	0,7904	0,6966	0,6206	0,5578
0,90									2,2780	1,6607	1,3269	1,1069	0,9480	0,8267	0,7306	0,6526
0,95										2,3279	1,7070	1,3699	1,1470	0,9855	0,8618	0,7636
1,00											2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958
1,05												2,4209	1,7937	1,4508	1,2228	1,0566
1,10													2,4643	1,8343	1,4890	1,2587
1,15														2,5060	1,8734	1,5258
1,20															2,5459	1,9110
1,25																2,5844

Iph/lb Ia/lb	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40
0,50	0,1475	0,1365	0,1266	0,1178	0,1099	0,1028	0,0963	0,0905	0,0852	0,0803	0,0759	0,0718	0,0680	0,0645	0,0530	0,0444
0,55	0,1815	0,1676	0,1553	0,1444	0,1346	0,1258	0,1178	0,1106	0,1040	0,0980	0,0925	0,0875	0,0829	0,0786	0,0645	0,0539
0,60	0,2201	0,2029	0,1878	0,1744	0,1623	0,1516	0,1418	0,1330	0,1251	0,1178	0,1111	0,1051	0,0995	0,0943	0,0773	0,0645
0,65	0,2637	0,2428	0,2243	0,2080	0,1934	0,1804	0,1686	0,1581	0,1485	0,1397	0,1318	0,1245	0,1178	0,1116	0,0913	0,0762
0,70	0,3132	0,2877	0,2653	0,2456	0,2281	0,2125	0,1984	0,1858	0,1744	0,1640	0,1545	0,1459	0,1380	0,1307	0,1067	0,0889
0,75	0,3691	0,3383	0,3113	0,2877	0,2667	0,2481	0,2314	0,2165	0,2029	0,1907	0,1796	0,1694	0,1601	0,1516	0,1236	0,1028
0,80	0,4326	0,3953	0,3630	0,3347	0,3098	0,2877	0,2680	0,2503	0,2344	0,2201	0,2070	0,1952	0,1843	0,1744	0,1418	0,1178
0,85	0,5049	0,4599	0,4210	0,3873	0,3577	0,3316	0,3084	0,2877	0,2691	0,2523	0,2371	0,2233	0,2107	0,1992	0,1617	0,1340
0,90	0,5878	0,5332	0,4866	0,4463	0,4112	0,3804	0,3531	0,3289	0,3072	0,2877	0,2701	0,2541	0,2396	0,2263	0,1832	0,1516
0,95	0,6836	0,6170	0,5608	0,5127	0,4710	0,4347	0,4027	0,3744	0,3491	0,3265	0,3061	0,2877	0,2710	0,2557	0,2064	0,1704
1,00	0,7956	0,7138	0,6456	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691	0,3456	0,3244	0,3052	0,2877	0,2314	0,1907
1,05	0,9287	0,8267	0,7431	0,6733	0,6142	0,5633	0,5191	0,4804	0,4463	0,4159	0,3888	0,3644	0,3424	0,3225	0,2585	0,2125
1,10	1,0904	0,9606	0,8569	0,7717	0,7005	0,6399	0,5878	0,5425	0,5027	0,4675	0,4363	0,4082	0,3830	0,3603	0,2877	0,2358
1,15	1,2934	1,1231	0,9916	0,8862	0,7996	0,7269	0,6651	0,6118	0,5654	0,5246	0,4884	0,4563	0,4274	0,4014	0,3192	0,2609
1,20	1,5612	1,3269	1,1549	1,0217	0,9147	0,8267	0,7527	0,6897	0,6353	0,5878	0,5460	0,5090	0,4759	0,4463	0,3531	0,2877
1,25	1,9473	1,5955	1,3593	1,1856	1,0509	0,9425	0,8531	0,7780	0,7138	0,6583	0,6098	0,5671	0,5292	0,4953	0,3898	0,3165
1,30	2,6214	1,9823	1,6286	1,3907	1,2155	1,0793	0,9696	0,8789	0,8026	0,7373	0,6808	0,6314	0,5878	0,5491	0,4295	0,3473
1,35		2,6571	2,0161	1,6607	1,4212	1,2445	1,1069	0,9959	0,9041	0,8267	0,7604	0,7029	0,6526	0,6081	0,4725	0,3804
1,40			2,6915	2,0488	1,6918	1,4508	1,2727	1,1338	1,0217	0,9287	0,8502	0,7829	0,7245	0,6733	0,5191	0,4159
1,45				2,7249	2,0805	1,7220	1,4796	1,3001	1,1601	1,0467	0,9527	0,8733	0,8050	0,7458	0,5699	0,4542
1,50					2,7571	2,1112	1,7513	1,5075	1,3269	1,1856	1,0712	0,9762	0,8958	0,8267	0,6253	0,4953
1,55						2,7883	2,1410	1,7797	1,5347	1,3529	1,2106	1,0952	0,9992	0,9179	0,6859	0,5397
1,60							2,8186	2,1699	1,8074	1,5612	1,3783	1,2349	1,1185	1,0217	0,7527	0,5878
1,65								2,8480	2,1980	1,8343	1,5870	1,4031	1,2587	1,1414	0,8267	0,6399
1,70									2,8766	2,2254	1,8605	1,6122	1,4272	1,2819	0,9091	0,6966

Кривые при начальном нагреве = 0 %

Iph/lb Ia/lb	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50
0,50	0,0377	0,0324	0,0282	0,0247	0,0219	0,0195	0,0175	0,0157	0,0143	0,0130	0,0119	0,0109	0,0101	0,0083	0,0070	0,0059
0,55	0,0458	0,0393	0,0342	0,0300	0,0265	0,0236	0,0212	0,0191	0,0173	0,0157	0,0144	0,0132	0,0122	0,0101	0,0084	0,0072
0,60	0,0547	0,0470	0,0408	0,0358	0,0316	0,0282	0,0252	0,0228	0,0206	0,0188	0,0172	0,0157	0,0145	0,0120	0,0101	0,0086
0,65	0,0645	0,0554	0,0481	0,0421	0,0372	0,0331	0,0297	0,0268	0,0242	0,0221	0,0202	0,0185	0,0170	0,0141	0,0118	0,0101
0,70	0,0752	0,0645	0,0560	0,0490	0,0433	0,0385	0,0345	0,0311	0,0282	0,0256	0,0234	0,0215	0,0198	0,0163	0,0137	0,0117
0,75	0,0869	0,0745	0,0645	0,0565	0,0499	0,0444	0,0397	0,0358	0,0324	0,0295	0,0269	0,0247	0,0228	0,0188	0,0157	0,0134
0,80	0,0995	0,0852	0,0738	0,0645	0,0570	0,0506	0,0453	0,0408	0,0370	0,0336	0,0307	0,0282	0,0259	0,0214	0,0179	0,0153
0,85	0,1130	0,0967	0,0837	0,0732	0,0645	0,0574	0,0513	0,0462	0,0418	0,0380	0,0347	0,0319	0,0293	0,0242	0,0203	0,0172
0,90	0,1276	0,1091	0,0943	0,0824	0,0726	0,0645	0,0577	0,0520	0,0470	0,0427	0,0390	0,0358	0,0329	0,0271	0,0228	0,0194
0,95	0,1433	0,1223	0,1057	0,0923	0,0813	0,0722	0,0645	0,0581	0,0525	0,0477	0,0436	0,0400	0,0368	0,0303	0,0254	0,0216
1,00	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240
1,05	0,1780	0,1516	0,1307	0,1139	0,1002	0,0889	0,0794	0,0714	0,0645	0,0586	0,0535	0,0490	0,0451	0,0371	0,0311	0,0264
1,10	0,1972	0,1676	0,1444	0,1258	0,1106	0,0980	0,0875	0,0786	0,0711	0,0645	0,0589	0,0539	0,0496	0,0408	0,0342	0,0291
1,15	0,2177	0,1848	0,1589	0,1383	0,1215	0,1076	0,0961	0,0863	0,0779	0,0708	0,0645	0,0591	0,0544	0,0447	0,0374	0,0318
1,20	0,2396	0,2029	0,1744	0,1516	0,1330	0,1178	0,1051	0,0943	0,0852	0,0773	0,0705	0,0645	0,0593	0,0488	0,0408	0,0347
1,25	0,2629	0,2223	0,1907	0,1656	0,1452	0,1285	0,1145	0,1028	0,0927	0,0842	0,0767	0,0702	0,0645	0,0530	0,0444	0,0377
1,30	0,2877	0,2428	0,2080	0,1804	0,1581	0,1397	0,1245	0,1116	0,1007	0,0913	0,0832	0,0762	0,0700	0,0575	0,0481	0,0408
1,35	0,3142	0,2646	0,2263	0,1960	0,1716	0,1516	0,1349	0,1209	0,1091	0,0989	0,0901	0,0824	0,0757	0,0621	0,0520	0,0441
1,40	0,3424	0,2877	0,2456	0,2125	0,1858	0,1640	0,1459	0,1307	0,1178	0,1067	0,0972	0,0889	0,0816	0,0670	0,0560	0,0475
1,45	0,3725	0,3122	0,2661	0,2298	0,2007	0,1770	0,1574	0,1409	0,1269	0,1150	0,1047	0,0957	0,0878	0,0720	0,0602	0,0510
1,50	0,4047	0,3383	0,2877	0,2481	0,2165	0,1907	0,1694	0,1516	0,1365	0,1236	0,1124	0,1028	0,0943	0,0773	0,0645	0,0547
1,55	0,4391	0,3659	0,3105	0,2674	0,2330	0,2050	0,1820	0,1627	0,1464	0,1325	0,1205	0,1101	0,1010	0,0828	0,0691	0,0585
1,60	0,4759	0,3953	0,3347	0,2877	0,2503	0,2201	0,1952	0,1744	0,1568	0,1418	0,1290	0,1178	0,1080	0,0884	0,0738	0,0625
1,65	0,5154	0,4266	0,3603	0,3091	0,2686	0,2358	0,2089	0,1865	0,1676	0,1516	0,1377	0,1258	0,1153	0,0943	0,0786	0,0666
1,70	0,5578	0,4599	0,3873	0,3316	0,2877	0,2523	0,2233	0,1992	0,1789	0,1617	0,1469	0,1340	0,1229	0,1004	0,0837	0,0709

Iph/lb Ia/lb	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
0,50	0,0051	0,0045	0,0039	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
0,55	0,0062	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
0,60	0,0074	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0036	0,0023	0,0016	0,0012	0,0009
0,65	0,0087	0,0075	0,0066	0,0059	0,0052	0,0047	0,0042	0,0027	0,0019	0,0014	0,0011
0,70	0,0101	0,0087	0,0077	0,0068	0,0061	0,0054	0,0049	0,0031	0,0022	0,0016	0,0012
0,75	0,0115	0,0101	0,0088	0,0078	0,0070	0,0063	0,0056	0,0036	0,0025	0,0018	0,0014
0,80	0,0131	0,0114	0,0101	0,0089	0,0079	0,0071	0,0064	0,0041	0,0028	0,0021	0,0016
0,85	0,0149	0,0129	0,0114	0,0101	0,0090	0,0080	0,0073	0,0046	0,0032	0,0024	0,0018
0,90	0,0167	0,0145	0,0127	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
0,95	0,0186	0,0162	0,0142	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
1,00	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
1,05	0,0228	0,0198	0,0174	0,0154	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
1,10	0,0250	0,0217	0,0191	0,0169	0,0151	0,0135	0,0122	0,0078	0,0054	0,0040	0,0030
1,15	0,0274	0,0238	0,0209	0,0185	0,0165	0,0148	0,0133	0,0085	0,0059	0,0043	0,0033
1,20	0,0298	0,0259	0,0228	0,0201	0,0179	0,0161	0,0145	0,0093	0,0064	0,0047	0,0036
1,25	0,0324	0,0282	0,0247	0,0219	0,0195	0,0175	0,0157	0,0101	0,0070	0,0051	0,0039
1,30	0,0351	0,0305	0,0268	0,0237	0,0211	0,0189	0,0170	0,0109	0,0075	0,0055	0,0042
1,35	0,0379	0,0329	0,0289	0,0255	0,0228	0,0204	0,0184	0,0117	0,0081	0,0060	0,0046
1,40	0,0408	0,0355	0,0311	0,0275	0,0245	0,0220	0,0198	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
1,45	0,0439	0,0381	0,0334	0,0295	0,0263	0,0236	0,0212	0,0135	0,0094	0,0069	0,0053
1,50	0,0470	0,0408	0,0358	0,0316	0,0282	0,0252	0,0228	0,0145	0,0101	0,0074	0,0056
1,55	0,0503	0,0437	0,0383	0,0338	0,0301	0,0270	0,0243	0,0155	0,0107	0,0079	0,0060
1,60	0,0537	0,0466	0,0408	0,0361	0,0321	0,0288	0,0259	0,0165	0,0114	0,0084	0,0064
1,65	0,0572	0,0496	0,0435	0,0384	0,0342	0,0306	0,0276	0,0176	0,0122	0,0089	0,0068
1,70	0,0608	0,0527	0,0462	0,0408	0,0363	0,0325	0,0293	0,0187	0,0129	0,0095	0,0073

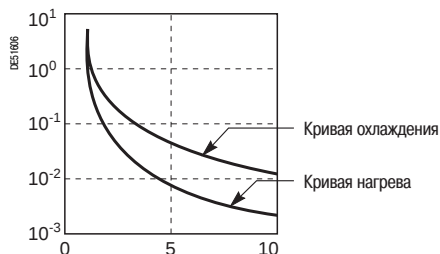
Кривые при начальном нагреве = 100 %

Iph/lb Ia/lb	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90
1,10	1,0531	0,6487	0,4673	0,3629	0,2948	0,2469	0,2113	0,1839	0,1622	0,1446	0,1300	0,1178	0,1074	0,0984	0,0907	0,0839
1,15		1,3203	0,8518	0,6300	0,4977	0,4094	0,3460	0,2984	0,2613	0,2316	0,2073	0,1871	0,1700	0,1555	0,1429	0,1319
1,20			1,5243	1,0152	0,7656	0,6131	0,5093	0,4339	0,3765	0,3314	0,2950	0,2650	0,2400	0,2187	0,2004	0,1846
1,25				1,6886	1,1517	0,8817	0,7138	0,5978	0,5126	0,4472	0,3954	0,3533	0,3185	0,2892	0,2642	0,2427
1,30					1,8258	1,2685	0,9831	0,8030	0,6772	0,5840	0,5118	0,4543	0,4073	0,3682	0,3352	0,3070
1,35						1,9433	1,3705	1,0729	0,8830	0,7492	0,6491	0,5713	0,5088	0,4576	0,4148	0,3785
1,40							2,0460	1,4610	1,1536	0,9555	0,8149	0,7092	0,6263	0,5596	0,5047	0,4586
1,45								2,1371	1,5422	1,2267	1,0218	0,8755	0,7647	0,6776	0,6072	0,5489
1,50									2,2188	1,6159	1,2935	1,0829	0,9316	0,8165	0,7257	0,6519
1,55										2,2930	1,6832	1,3550	1,1394	0,9838	0,8650	0,7708
1,60											2,3609	1,7452	1,4121	1,1921	1,0327	0,9106
1,65												2,4233	1,8027	1,4652	1,2415	1,0787
1,70													2,4813	1,8563	1,5150	1,2879

Iph/lb Ia/lb	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80
1,10	0,0779	0,0726	0,0562	0,0451	0,0371	0,0312	0,0266	0,0230	0,0201	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0115	0,0105	0,0096
1,15	0,1223	0,1137	0,0877	0,0702	0,0576	0,0483	0,0411	0,0355	0,0310	0,0273	0,0243	0,0217	0,0196	0,0177	0,0161	0,0147
1,20	0,1708	0,1586	0,1217	0,0970	0,0795	0,0665	0,0566	0,0488	0,0426	0,0375	0,0333	0,0298	0,0268	0,0243	0,0221	0,0202
1,25	0,2240	0,2076	0,1584	0,1258	0,1028	0,0858	0,0729	0,0628	0,0547	0,0482	0,0428	0,0382	0,0344	0,0311	0,0283	0,0259
1,30	0,2826	0,2614	0,1981	0,1566	0,1276	0,1063	0,0902	0,0776	0,0676	0,0594	0,0527	0,0471	0,0424	0,0383	0,0348	0,0318
1,35	0,3474	0,3204	0,2410	0,1897	0,1541	0,1281	0,1085	0,0932	0,0811	0,0713	0,0632	0,0564	0,0507	0,0458	0,0417	0,0380
1,40	0,4194	0,3857	0,2877	0,2253	0,1823	0,1512	0,1278	0,1097	0,0953	0,0837	0,0741	0,0661	0,0594	0,0537	0,0488	0,0445
1,45	0,4999	0,4581	0,3384	0,2635	0,2125	0,1758	0,1483	0,1271	0,1103	0,0967	0,0856	0,0763	0,0686	0,0619	0,0562	0,0513
1,50	0,5907	0,5390	0,3938	0,3046	0,2446	0,2018	0,1699	0,1454	0,1260	0,1104	0,0976	0,0870	0,0781	0,0705	0,0640	0,0584
1,55	0,6940	0,6302	0,4545	0,3491	0,2790	0,2295	0,1928	0,1646	0,1425	0,1247	0,1102	0,0982	0,0881	0,0795	0,0721	0,0657
1,60	0,8134	0,7340	0,5213	0,3971	0,3159	0,2589	0,2169	0,1849	0,1599	0,1398	0,1234	0,1098	0,0984	0,0888	0,0805	0,0734
1,65	0,9536	0,8537	0,5952	0,4492	0,3553	0,2901	0,2425	0,2063	0,1781	0,1555	0,1372	0,1220	0,1093	0,0985	0,0893	0,0814
1,70	1,1221	0,9943	0,6776	0,5059	0,3977	0,3234	0,2695	0,2288	0,1972	0,1720	0,1516	0,1347	0,1206	0,1086	0,0984	0,0897

Iph/lb Ia/lb	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
1,10	0,0088	0,0072	0,0060	0,0051	0,0044	0,0038	0,0033	0,0030	0,0026	0,0024	0,0021	0,0014	0,0009	0,0007	0,0005
1,15	0,0135	0,0111	0,0093	0,0078	0,0067	0,0059	0,0051	0,0045	0,0040	0,0036	0,0033	0,0021	0,0014	0,0011	0,0008
1,20	0,0185	0,0152	0,0127	0,0107	0,0092	0,0080	0,0070	0,0062	0,0055	0,0049	0,0045	0,0028	0,0020	0,0014	0,0011
1,25	0,0237	0,0194	0,0162	0,0137	0,0118	0,0102	0,0090	0,0079	0,0071	0,0063	0,0057	0,0036	0,0025	0,0018	0,0014
1,30	0,0292	0,0239	0,0199	0,0169	0,0145	0,0126	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0017
1,35	0,0349	0,0285	0,0238	0,0201	0,0173	0,0150	0,0131	0,0116	0,0103	0,0093	0,0083	0,0053	0,0037	0,0027	0,0021
1,40	0,0408	0,0334	0,0278	0,0235	0,0202	0,0175	0,0154	0,0136	0,0121	0,0108	0,0097	0,0062	0,0043	0,0031	0,0024
1,45	0,0470	0,0384	0,0320	0,0271	0,0232	0,0202	0,0177	0,0156	0,0139	0,0124	0,0112	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
1,50	0,0535	0,0437	0,0364	0,0308	0,0264	0,0229	0,0200	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0081	0,0056	0,0041	0,0031
1,55	0,0602	0,0491	0,0409	0,0346	0,0297	0,0257	0,0225	0,0199	0,0177	0,0158	0,0143	0,0091	0,0063	0,0046	0,0035
1,60	0,0672	0,0548	0,0456	0,0386	0,0330	0,0286	0,0251	0,0221	0,0197	0,0176	0,0159	0,0101	0,0070	0,0051	0,0039
1,65	0,0745	0,0607	0,0505	0,0427	0,0365	0,0317	0,0277	0,0245	0,0218	0,0195	0,0176	0,0112	0,0077	0,0057	0,0043
1,70	0,0820	0,0668	0,0555	0,0469	0,0402	0,0348	0,0305	0,0269	0,0239	0,0214	0,0193	0,0122	0,0085	0,0062	0,0047

Защита оборудования от теплового повреждения, вызванного перегрузками



Кривые отключения

Работа

Данная функция используется для защиты от перегрузок конденсаторных батарей с или без катушек индуктивности подавления гармоник и основана на измерении потребляемого тока.

Ток, измеренный с помощью функции тепловой защиты, является действующим значением трехфазного тока, который учитывает все гармоники, вплоть до 13-й.

Наибольший ток в трех фазах I1, I2, I3, называемый, соответственно, фазным током Iph, используется для вычисления нагрева:

$$I_{ph} = \max(I1, I2, I3)$$

Учет количества ступеней конденсаторов

Если количество ступеней конденсаторов (> 1) и их распределение определены специальными характеристиками, то функция тепловой защиты учитывает расчет нагрева для каждой ступени.

Номинальный ток ступени конденсатора x (Ibgx) равен дробному выражению тока, которое представляет ступень по отношению к номинальному току конденсаторной батареи (Ib).

$$I_{bgx} = \frac{K_{gx}}{\sum_{x=1}^n K_{gx}} I_b$$

где: Ib — номинальный ток конденсаторной батареи;
x — номер ступени;
n — общее количество ступеней, от 2 до 4;
Kgx — значение распределения по ступеням ступени x.

Производится вычисление номинального тока последовательности ступеней (Ibseq). Эта величина соответствует сумме значений номинального тока (Ibgx) ступеней, включенных в период прохождения последовательности.

$$I_{bseq} = \sum_{x=1}^n p(x) I_{bgx}$$

где: x — номер ступени;
n — общее количество ступеней, от 2 до 4;
p(x) — положение ступени x:
■ p(x) = 1, если выключатель включен;
■ p(x) = 0, если выключатель отключен.

Нагрев пропорционален значению потребляемого тока в квадрате относительно номинального тока последовательности. В постоянном режиме нагрев равен:

$$E = \left(\frac{I_{ph}}{I_{bseq}} \right)^2 \times 100 \quad \text{в \%}$$

Если не обеспечивается положение "включено" ступеней конденсатора или если в специальных характеристиках установлено, что количество ступеней составляет 1, то номинальный ток последовательностей равен номинальному току конденсаторной батареи. В этом случае нагрев пропорционален значению потребляемого тока относительно номинального тока батареи. В постоянном режиме нагрев равен:

$$E = \left(\frac{I_{ph}}{I_b} \right)^2 \times 100 \quad \text{в \%}$$

Рабочая кривая

Защита дает команду на отключение, когда значение потребляемого тока больше тока перегрузки, приведенного к значению номинального тока последовательности. Время отключения защитой устанавливается по току регулировки с учетом времени отключения из нагретого состояния. Такой способ параметрирования позволяет вычислить временной коэффициент:

$$C = \frac{1}{\ln \left(\frac{\left(\frac{I_s}{I_b} \right)^2 - 1}{\left(\frac{I_s}{I_b} \right)^2 - \left(\frac{I_{trip}}{I_b} \right)^2} \right)}$$

где: $\ln$ – неперов логарифм

Таким образом, время отключения защитой при начальном нагреве 0 % вычисляется по формуле:

$$t = C \times \ln \left(\frac{\left(\frac{I_{ph}}{I_{bseq}} \right)^2 - 1}{\left(\frac{I_{ph}}{I_{bseq}} \right)^2 - \left(\frac{I_{trip}}{I_{bseq}} \right)^2} \right) \times T_s$$

где: $\ln$ – неперов логарифм

$$= k \times T_s$$

Тогда время отключения защитой при начальном нагреве 100 % вычисляется по формуле:

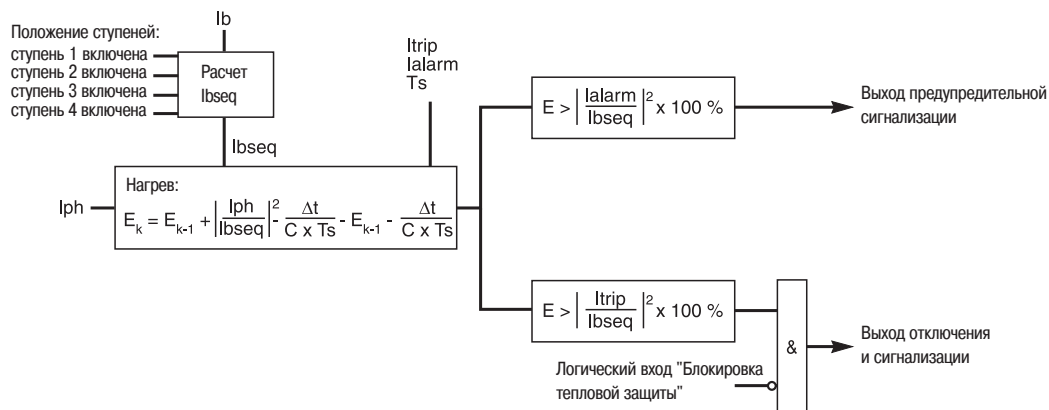
$$t = C \times \ln \left(\frac{\left(\frac{I_{ph}}{I_{bseq}} \right)^2 - 1}{\left(\frac{I_{ph}}{I_{bseq}} \right)^2 - \left(\frac{I_{trip}}{I_{bseq}} \right)^2} \right) \times T_s$$

где: $\ln$ – неперов логарифм

$$= k \times T_s$$

В таблицах кривых отключения указаны значения k при начальном нагреве 0 % и 100 %. Текущие данные нагрева сохраняются в случае отключения оперативного питания.

Алгоритм работы защиты



DEI 1555

Информация для пользователя

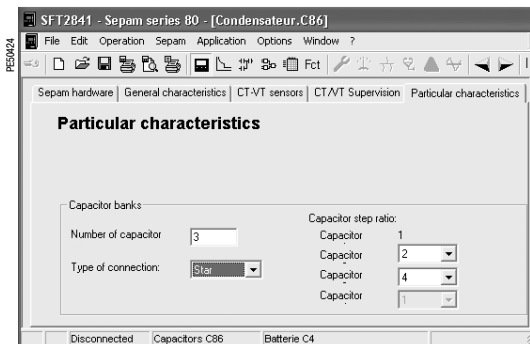
Пользователь может получить следующую информацию:

- нагрев;
- время до отключения (при постоянной нагрузке).

Характеристики

Регулировки				
Ток аварийной сигнализации Ialarm				
регулировка	1.05 - 1.70 lb			
точность (1)	±2 %			
разрешение	1 A			
Ток отключения Itrip				
регулировка	1.05 - 1.70 lb			
точность (1)	±2 %			
разрешение	1 A			
Ток регулировки Is				
регулировка	1.02 Itrip - 2 lb			
точность (1)	±2 %			
разрешение	1 A			
Время регулировки Ts				
регулировка	1 - 2000 мин (диапазон изменяется в соответствии со значениями токов отключения и регулировки)			
разрешение	1 mn			
Временные характеристики (1)				
время срабатывания точность	±2 % или ±2 с			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P49RMS_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P49RMS_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход с выдержкой времени	P49RMS_1_3	■	■	b
аварийный сигнал	P49RMS_1_10	■	■	b
блокировка включения	P49RMS_1_11	■	■	b
блокировка функции защиты	P49RMS_1_16	■	■	
состояние нагрева	P49RMS_1_18	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).



Установка параметров ступеней конденсаторной батареи

Пример

Предположим, что батарея компенсации емкостью 350 квар разделена на 3 ступени, без катушек индуктивности подавления гармоник, рассчитана на напряжение 2 кВ. Распределение ступеней: 1.2.2.

Номинальный ток батареи составляет:

$$I_b = Q / (\sqrt{3} \cdot U_n) = 350000 / (\sqrt{3} \times 2000) = 101 \text{ A}$$

В соответствии с данными, представленными изготовителем, данная батарея может работать в постоянном режиме при токе перегрузки 120% I_b и в течение 20 мин при перегрузке 140% I_b .

Регулировки защиты следующие:

$$I_{trip} = 120 \% I_b = 121 \text{ A}$$

$$I_s = 140 \% I_b = 141 \text{ A}$$

$$T_s = 20 \text{ мин.}$$

Включение ступеней 1 и 2

Ступени 1 и 2 включаются во время выполняемой последовательности. Ток последовательности составляет:

$$I_{bseq} = \frac{1 + 2 + 0}{1 + 2 + 2} \times I_b = 61 \text{ A}$$

При токе 125% I_{bseq} = 76 А и начальном нагреве 100% значение k в таблицах кривых отключения составляет: $k = 2,486$.

Таким образом, время отключения:

$$t = k \times T_s = 2,486 \times 20 = 50 \text{ мин}$$

Включение всех ступеней

Если включены все ступени, ток последовательности является тогда номинальным током батареи:

$$I_{bseq} = \frac{1 + 2 + 2}{1 + 2 + 2} \times I_b = 101 \text{ A}$$

При токе 140% I_{bseq} = 141 А и начальном нагреве 0% значение k в таблицах кривых отключения составляет: $k = 2,164$.

Таким образом, время отключения:

$$t = k \times T_s = 2,164 \times 20 = 43 \text{ мин}$$

В таблице ниже указаны значения номинального тока последовательности, тока отключения и даны примеры значений времени отключения при токах перегрузки 125% I_b и 140% I_b , при начальном нагреве 0% и 100%.

№ включенных ступеней			$I_{bseq} \text{ (A)}$	$I_{trip} \text{ (A)}$	125 % I_{bseq}		140 % I_{bseq}	
1	2	3			$I_{ph} \text{ (A)}$	Тоткл., мин	$I_{ph} \text{ (A)}$	Тоткл., мин
■	-	-	$\frac{1 + 0 + 0}{1 + 2 + 2} \times I_b = 20$	24	25	83 50	28	43 20
■	■	-	$\frac{1 + 2 + 0}{1 + 2 + 2} \times I_b = 61$	73	76	83 50	85	43 20
-	■	■	$\frac{0 + 2 + 2}{1 + 2 + 2} \times I_b = 81$	97	101	83 50	113	43 20
■	■	■	$\frac{1 + 2 + 2}{1 + 2 + 2} \times I_b = 101$	121	126	83 50	141	43 20

Кривые при начальном нагреве = 0 %

Is = 1,2 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	9,1282	6,7632	5,4705	4,6108	3,9841	3,5018	3,1171	2,8020	2,5389	2,3157	2,1239	1,9574	1,8115	1,6828	1,5683
1,10		3,7989	2,8277	2,2954	1,9404	1,6809	1,4809	1,3209	1,1896	1,0798	0,9865	0,9061	0,8362	0,7749	0,7207
1,15			1,8980	1,4189	1,1556	0,9796	0,8507	0,7510	0,6712	0,6056	0,5506	0,5037	0,4634	0,4282	0,3973

Is = 1,2 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	1,4660	1,3741	1,2911	1,2158	0,9747	0,8011	0,6713	0,5714	0,4927	0,4295	0,3779	0,3352	0,2995	0,2692
1,10	0,6725	0,6293	0,5905	0,5554	0,4435	0,3635	0,3040	0,2584	0,2226	0,1939	0,1704	0,1511	0,1349	0,1212
1,15	0,3699	0,3456	0,3237	0,3040	0,2417	0,1976	0,1649	0,1399	0,1204	0,1047	0,0920	0,0815	0,0728	0,0653

Is = 1,3 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	15,0540	11,1530	9,0217	7,6039	6,5703	5,7750	5,1405	4,6210	4,1871	3,8189	3,5027	3,2281	2,9875	2,7752	2,5864
1,10		6,7905	5,0545	4,1030	3,4684	3,0047	2,6470	2,3611	2,1265	1,9301	1,7633	1,6197	1,4948	1,3852	1,2883
1,15			3,9779	2,9738	2,4220	2,0530	1,7829	1,5740	1,4067	1,2692	1,1539	1,0557	0,9711	0,8974	0,8327
1,20				2,5077	1,8824	1,5378	1,3070	1,1375	1,0063	0,9010	0,8143	0,7415	0,6794	0,6257	0,5790
1,25					1,5305	1,1532	0,9449	0,8050	0,7021	0,6223	0,5582	0,5052	0,4607	0,4227	0,3898

Is = 1,3 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	2,4177	2,2661	2,1292	2,0051	1,6074	1,3211	1,1071	0,9424	0,8126	0,7084	0,6233	0,5529	0,4939	0,4440
1,10	1,2021	1,1249	1,0555	0,9927	0,7927	0,6498	0,5435	0,4619	0,3979	0,3465	0,3047	0,2701	0,2412	0,2167
1,15	0,7753	0,7242	0,6785	0,6372	0,5066	0,4141	0,3456	0,2933	0,2523	0,2195	0,1929	0,1709	0,1525	0,1370
1,20	0,5378	0,5013	0,4688	0,4396	0,3478	0,2834	0,2360	0,1999	0,1717	0,1493	0,1310	0,1160	0,1035	0,0929
1,25	0,3611	0,3358	0,3134	0,2933	0,2309	0,1874	0,1557	0,1316	0,1129	0,0981	0,0860	0,0761	0,0678	0,0609

Is = 1,4 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	21,4400	15,8850	12,8490	10,8300	9,3578	8,2251	7,3214	6,5815	5,9634	5,4391	4,9887	4,5976	4,2550	3,9525	3,6837
1,10		9,9827	7,4306	6,0317	5,0988	4,4171	3,8914	3,4710	3,1261	2,8375	2,5922	2,3811	2,1975	2,0364	1,8939
1,15			6,1214	4,5762	3,7270	3,1593	2,7435	2,4222	2,1647	1,9531	1,7757	1,6246	1,4944	1,3810	1,2813
1,20				4,1525	3,1170	2,5464	2,1642	1,8836	1,6664	1,4920	1,3483	1,2278	1,1249	1,0361	0,9587
1,25					2,9310	2,2085	1,8095	1,5416	1,3446	1,1918	1,0689	0,9676	0,8823	0,8095	0,7466
1,30						2,0665	1,5627	1,2839	1,0964	0,9582	0,8508	0,7643	0,6929	0,6327	0,5813
1,35							1,3673	1,0375	0,8546	0,7314	0,6404	0,5696	0,5125	0,4653	0,4254

Is = 1,4 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	3,4434	3,2275	3,0325	2,8557	2,2894	1,8816	1,5768	1,3422	1,1573	1,0089	0,8877	0,7874	0,7034	0,6323
1,10	1,7672	1,6537	1,5516	1,4593	1,1654	0,9552	0,7989	0,6791	0,5849	0,5094	0,4479	0,3970	0,3545	0,3186
1,15	1,1931	1,1145	1,0440	0,9805	0,7796	0,6372	0,5318	0,4513	0,3882	0,3378	0,2968	0,2629	0,2346	0,2107
1,20	0,8906	0,8302	0,7763	0,7279	0,5760	0,4692	0,3907	0,3310	0,2844	0,2472	0,2170	0,1921	0,1714	0,1538
1,25	0,6916	0,6432	0,6002	0,5618	0,4421	0,3589	0,2981	0,2521	0,2163	0,1878	0,1647	0,1457	0,1299	0,1165
1,30	0,5367	0,4977	0,4634	0,4328	0,3386	0,2738	0,2268	0,1914	0,1640	0,1422	0,1246	0,1102	0,0981	0,0880
1,35	0,3913	0,3617	0,3358	0,3129	0,2431	0,1957	0,1617	0,1361	0,1164	0,1009	0,0883	0,0780	0,0694	0,0622

Кривые при начальном нагреве = 0 %

Is = 2 lb

Iph/lbseq Itrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	69,6380	51,5950	41,7340	35,1750	30,3940	26,7150	23,7800	21,3760	19,3690	17,6660	16,2030	14,9330	13,8200	12,8380	11,9650
1,10		33,9580	25,2760	20,5180	17,3440	15,0260	13,2370	11,8070	10,6340	9,6521	8,8176	8,0995	7,4750	6,9270	6,4425
1,15			22,0350	16,4730	13,4160	11,3720	9,8756	8,7189	7,7922	7,0303	6,3916	5,8479	5,3792	4,9710	4,6123
1,20				16,0520	12,0490	9,8435	8,3659	7,2814	6,4415	5,7674	5,2122	4,7460	4,3485	4,0053	3,7060
1,25					12,4460	9,3782	7,6840	6,5465	5,7100	5,0610	4,5392	4,1087	3,7467	3,4375	3,1703
1,30						10,0300	7,5843	6,2313	5,3211	4,6505	4,1294	3,7096	3,3629	3,0708	2,8210
1,35							8,2921	6,2917	5,1827	4,4353	3,8838	3,4544	3,1081	2,8215	2,5799
1,40								6,9790	5,3124	4,3868	3,7619	3,3000	2,9399	2,6491	2,4081
1,50										5,1152	3,9169	3,2491	2,7969	2,4617	2,1997
1,60												3,8403	2,9564	2,4625	2,1271
1,70														2,8932	2,2383

Is = 2 lb

Iph/lbseq Itrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	11,1840	10,4830	9,8495	9,2753	7,4358	6,1115	5,1214	4,3594	3,7590	3,2768	2,8832	2,5574	2,2846	2,0537
1,10	6,0114	5,6254	5,2781	4,9642	3,9642	3,2494	2,7177	2,3099	1,9896	1,7328	1,5235	1,3506	1,2059	1,0836
1,15	4,2947	4,0117	3,7581	3,5295	2,8064	2,2936	1,9142	1,6245	1,3975	1,2159	1,0683	0,9464	0,8446	0,7586
1,20	3,4426	3,2091	3,0008	2,8138	2,2265	1,8138	1,5104	1,2795	1,0993	0,9555	0,8388	0,7426	0,6624	0,5946
1,25	2,9368	2,7311	2,5486	2,3855	1,8775	1,5240	1,2659	1,0704	0,9184	0,7974	0,6994	0,6187	0,5515	0,4949
1,30	2,6048	2,4157	2,2489	2,1007	1,6433	1,3288	1,1007	0,9289	0,7958	0,6901	0,6047	0,5346	0,4762	0,4271
1,35	2,3729	2,1935	2,0365	1,8978	1,4745	1,1871	0,9804	0,8257	0,7061	0,6116	0,5354	0,4730	0,4210	0,3774
1,40	2,2046	2,0301	1,8787	1,7459	1,3461	1,0785	0,8878	0,7459	0,6369	0,5509	0,4817	0,4252	0,3782	0,3388
1,50	1,9875	1,8112	1,6620	1,5337	1,1600	0,9190	0,7509	0,6276	0,5337	0,4603	0,4016	0,3538	0,3143	0,2812
1,60	1,8779	1,6825	1,5240	1,3920	1,0256	0,8008	0,6484	0,5386	0,4560	0,3920	0,3411	0,2998	0,2659	0,2376
1,70	1,8713	1,6215	1,4355	1,2893	0,9143	0,7007	0,5610	0,4625	0,3895	0,3335	0,2894	0,2538	0,2246	0,2004

Кривые при начальном нагреве = 100 %

Is = 1,2 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	2,5249	1,4422	1,0000	0,7585	0,6064	0,5019	0,4258	0,3679	0,3226	0,2862	0,2563	0,2313	0,2102	0,1922	0,1766
1,10		1,624	1,000	0,720	0,559	0,454	0,381	0,3257	0,2835	0,2501	0,2229	0,2004	0,1816	0,1655	0,1518
1,15			1,000	0,645	0,477	0,377	0,310	0,2621	0,2260	0,1979	0,1754	0,1570	0,1417	0,1288	0,1177

Is = 1,2 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,1630	0,1511	0,1405	0,1311	0,1020	0,0821	0,0677	0,0569	0,0486	0,0421	0,0368	0,0325	0,0289	0,0259
1,10	0,1398	0,1293	0,1201	0,1119	0,0867	0,0696	0,0573	0,0481	0,0410	0,0354	0,0310	0,0273	0,0243	0,0217
1,15	0,1082	0,0999	0,0926	0,0861	0,0664	0,0531	0,0436	0,0366	0,0312	0,0269	0,0235	0,0207	0,0184	0,0165

Is = 1,3 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	4,1639	2,3784	1,6492	1,2509	1,0000	0,8276	0,7021	0,6068	0,5320	0,4719	0,4226	0,3815	0,3467	0,3170	0,2913
1,10		2,9020	1,7875	1,2878	1,0000	0,8123	0,6802	0,5823	0,5068	0,4470	0,3984	0,3583	0,3246	0,2959	0,2713
1,15			2,0959	1,3521	1,0000	0,7901	0,6498	0,5493	0,4737	0,4148	0,3676	0,3291	0,2970	0,2699	0,2468
1,20				1,5014	1,0000	0,7541	0,6039	0,5017	0,4274	0,3708	0,3264	0,2905	0,2610	0,2364	0,2154
1,25					1,0000	0,6820	0,5222	0,4227	0,3541	0,3036	0,2648	0,2341	0,2092	0,1886	0,1713

Is = 1,3 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,2688	0,2491	0,2317	0,2162	0,1682	0,1354	0,1117	0,0939	0,0802	0,0694	0,0607	0,0535	0,0476	0,0426
1,10	0,2499	0,2311	0,2146	0,2000	0,1550	0,1243	0,1023	0,0859	0,0733	0,0633	0,0554	0,0488	0,0434	0,0389
1,15	0,2268	0,2094	0,1941	0,1805	0,1393	0,1114	0,0915	0,0767	0,0653	0,0564	0,0492	0,0434	0,0386	0,0345
1,20	0,1974	0,1819	0,1682	0,1562	0,1199	0,0955	0,0783	0,0655	0,0557	0,0481	0,0419	0,0369	0,0328	0,0293
1,25	0,1565	0,1438	0,1327	0,1230	0,0938	0,0745	0,0609	0,0508	0,0432	0,0372	0,0324	0,0285	0,0253	0,0226

Is = 1,4 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	5,9304	3,3874	2,3488	1,7816	1,4243	1,1788	1,0000	0,8642	0,7577	0,6721	0,6019	0,5434	0,4938	0,4515	0,4148
1,10		4,2662	2,6278	1,8931	1,4701	1,1942	1,0000	0,8560	0,7451	0,6571	0,5857	0,5267	0,4771	0,4350	0,3988
1,15			3,2252	2,0806	1,5388	1,2158	1,0000	0,8453	0,7289	0,6383	0,5657	0,5064	0,4570	0,4154	0,3797
1,20				2,4862	1,6559	1,2488	1,0000	0,8307	0,7077	0,6141	0,5405	0,4811	0,4323	0,3914	0,3567
1,25					1,9151	1,3061	1,0000	0,8095	0,6780	0,5814	0,5072	0,4484	0,4007	0,3612	0,3280
1,30						1,4393	1,0000	0,7750	0,6330	0,5339	0,4603	0,4035	0,3581	0,3211	0,2903
1,35							1,0000	0,7053	0,5521	0,4544	0,3855	0,3340	0,2940	0,2618	0,2355

Is = 1,4 lb

lph/lbseq ltrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	0,3829	0,3548	0,3300	0,3079	0,2396	0,1928	0,1590	0,1337	0,1142	0,0988	0,0864	0,0762	0,0678	0,0607
1,10	0,3673	0,3398	0,3155	0,2940	0,2278	0,1828	0,1505	0,1263	0,1078	0,0931	0,0814	0,0718	0,0638	0,0571
1,15	0,3490	0,3222	0,2986	0,2778	0,2143	0,1714	0,1408	0,1180	0,1005	0,0868	0,0758	0,0668	0,0593	0,0531
1,20	0,3269	0,3011	0,2786	0,2587	0,1985	0,1582	0,1296	0,1085	0,0923	0,0796	0,0694	0,0611	0,0543	0,0486
1,25	0,2997	0,2753	0,2541	0,2355	0,1796	0,1426	0,1165	0,0973	0,0827	0,0712	0,0621	0,0546	0,0485	0,0433
1,30	0,2643	0,2420	0,2228	0,2060	0,1561	0,1235	0,1006	0,0838	0,0711	0,0612	0,0533	0,0468	0,0415	0,0371
1,35	0,2135	0,1948	0,1788	0,1649	0,1240	0,0976	0,0793	0,0659	0,0558	0,0480	0,0417	0,0367	0,0325	0,0290

Кривые при начальном нагреве = 100 %

Is = 2 lb

Iph/lbseq Itrip/lbseq	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
1,05	19,2620	11,0020	7,6288	5,7866	4,6259	3,8286	3,2480	2,8069	2,4611	2,1831	1,9550	1,7648	1,6039	1,4663	1,3473
1,10		14,5120	8,9388	6,4398	5,0007	4,0622	3,4016	2,9118	2,5344	2,2351	1,9923	1,7915	1,6230	1,4797	1,3565
1,15			11,6100	7,4893	5,5392	4,3766	3,5996	3,0427	2,6238	2,2975	2,0364	1,8228	1,6451	1,4951	1,3669
1,20				9,6105	6,4010	4,8272	3,8656	3,2112	2,7355	2,3737	2,0892	1,8597	1,6709	1,5129	1,3788
1,25					8,1323	5,5465	4,2465	3,4375	2,8792	2,4688	2,1537	1,9041	1,7014	1,5337	1,3927
1,30						6,9855	4,8534	3,7614	3,0722	2,5911	2,2342	1,9582	1,7380	1,5583	1,4088
1,35							6,0646	4,2771	3,3484	2,7556	2,3380	2,0258	1,7828	1,5879	1,4280
1,40								5,3051	3,7883	2,9911	2,4776	2,1131	1,8388	1,6241	1,4511
1,50										4,1166	2,9979	2,3998	2,0090	1,7283	1,5149
1,60												3,2166	2,3778	1,9239	1,6242
1,70														2,4956	1,8670

Is = 2 lb

Iph/lbseq Itrip/lbseq	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
1,05	1,2436	1,1525	1,0718	1,0000	0,7783	0,6262	0,5165	0,4343	0,3709	0,3209	0,2806	0,2476	0,2202	0,1972
1,10	1,2495	1,1559	1,0733	1,0000	0,7750	0,6217	0,5118	0,4297	0,3666	0,3168	0,2768	0,2441	0,2170	0,1943
1,15	1,2562	1,1597	1,0750	1,0000	0,7713	0,6169	0,5066	0,4247	0,3618	0,3124	0,2727	0,2404	0,2136	0,1911
1,20	1,2638	1,1640	1,0768	1,0000	0,7673	0,6115	0,5010	0,4192	0,3567	0,3076	0,2683	0,2363	0,2099	0,1877
1,25	1,2725	1,1690	1,0790	1,0000	0,7628	0,6057	0,4949	0,4133	0,3511	0,3025	0,2636	0,2320	0,2059	0,1841
1,30	1,2826	1,1747	1,0814	1,0000	0,7578	0,5992	0,4882	0,4069	0,3451	0,2969	0,2585	0,2274	0,2017	0,1802
1,35	1,2945	1,1813	1,0842	1,0000	0,7522	0,5920	0,4808	0,3998	0,3386	0,2910	0,2531	0,2224	0,1971	0,1760
1,40	1,3085	1,1891	1,0874	1,0000	0,7459	0,5841	0,4728	0,3921	0,3315	0,2844	0,2471	0,2170	0,1922	0,1715
1,50	1,3463	1,2094	1,0958	1,0000	0,7306	0,5652	0,4539	0,3744	0,3152	0,2697	0,2337	0,2048	0,1811	0,1614
1,60	1,4070	1,2406	1,1082	1,0000	0,7102	0,5410	0,4303	0,3527	0,2955	0,2520	0,2178	0,1904	0,1681	0,1496
1,70	1,5237	1,2953	1,1286	1,0000	0,6816	0,5089	0,4000	0,3253	0,2711	0,2302	0,1983	0,1730	0,1524	0,1355

Защита оборудования от теплового повреждения, вызванного перегрузками.

Работа

Данная функция используется для защиты оборудования (двигателя, трансформатора, генератора) от перегрузок и основана на измерении потребляемого тока.

Рабочие кривые

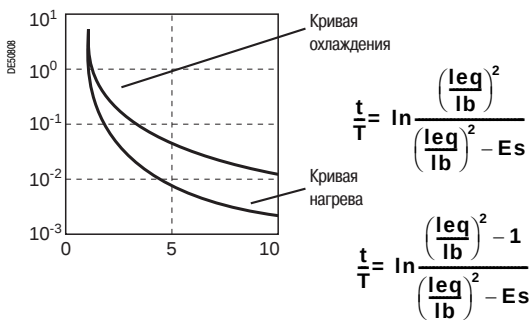
Защита дает команду на отключение, когда подъем температуры E , вычисленный по измерению эквивалентного тока I_{eq} , превысит уставку E_s .

Наибольший допустимый постоянный ток:

$$I = I_b \sqrt{E_s}$$

Время отключения защитой устанавливается с помощью постоянной времени T :

- рассчитанный подъем температуры зависит от потребляемого тока и предыдущего теплового состояния;
- кривая охлаждения определяет время отключения защитой при запуске из холодного состояния;
- кривая нагрева определяет время отключения защитой при 100% номинальном нагреве.



$\ln$ — натуральный логарифм

Уставки аварийной сигнализации и отключения

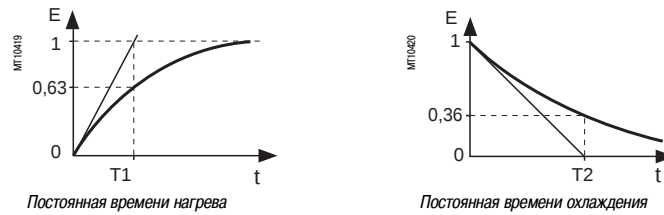
На подъем температуры могут быть установлены две уставки:

- E_{s1} : аварийная сигнализация;
- E_{s2} : отключение.

Уставка горячего состояния

Когда функция используется для защиты двигателя, эта фиксированная уставка предназначена для определения горячего состояния, используемого функцией ограничения количества пусков. Эта уставка соответствует 50%.

Постоянные времени нагрева и охлаждения



Для вращающихся машин с самовентиляцией охлаждение более эффективно во время работы, чем во время остановки машины. Работа и остановка оборудования определяются по значению тока:

- работа, если $I > 0,1 I_b$;
- остановка, если $I < 0,1 I_b$.

Могут быть установлены две постоянные времени:

- $T1$: постоянная времени нагрева для работающего оборудования;
- $T2$: постоянная времени охлаждения для остановленного оборудования.

Учет гармоник

Тепловая защита работает с действующим значением трехфазного тока, который учитывает все гармоники, вплоть до 13-й.

Учет температуры окружающей среды

Большинство машин предназначено для работы при максимальной температуре окружающей среды, равной 40 °C. Функция защиты от тепловой перегрузки учитывает температуру окружающей среды (Серат, имеющий дополнительный модуль (1) подсоединения температурных датчиков) с тем, чтобы увеличить рассчитанное значение нагрева, когда измеряемая температура превышает 40 °C.

$$\text{Фактор увеличения: } fa = \frac{T_{\max} - 40^\circ\text{C}}{T_{\max} - T_{\text{ambient}}} \quad \text{где } \ln - \text{натуральный логарифм}$$

где $T_{\max}$ — максимальная температура оборудования, определяемая в соответствии с классом изоляции оборудования
 T_{ambient} — измеряемая температура.

Таблица классов изоляции

Класс	Y	A	E	B	F	H	200	220	250
Тмакс.	90°C	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C	200°C	220°C	250°C

В соответствии со стандартом МЭК 60085 (1984 год).

Адаптация защиты к тепловым характеристикам двигателя

Тепловая защита электродвигателя часто устанавливается на основе кривых нагрева и охлаждения, указываемых изготовителем машины. Для полного соответствия этим экспериментальным кривым необходимо установить дополнительные параметры:

- Начальный подъем температуры, E_{s0} , используемый для сокращения времени холодного отключения.

$$\text{Модифицированная кривая охлаждения: } \frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s0}}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_s}$$

- Вторая группа параметров (постоянные времени и уставки) используется для учета тепловых характеристик с заблокированными роторами. Она учитывается, когда ток больше, чем регулируемая уставка I_s .

Учет тока обратной последовательности

В случае если двигатель имеет ротор со специальной обмоткой, наличие составляющей обратной последовательности увеличивает подъем температуры в двигателе. Составляющая обратной последовательности тока учитывается в защите следующим образом:

$$I_{eq} = \sqrt{I_{ph}^2 + K \times I_i^2}, \quad \text{где } I_{ph} - \text{наибольший фазный ток;} \\ I_i - \text{составляющая обратной последовательности тока;} \\ K - \text{регулируемый коэффициент.}$$

K может иметь следующие значения: 0 - 2,25 - 4,5 - 9.

Для асинхронного двигателя K определяется следующим образом:

$$K = 2 \times \frac{C_d}{C_n} \times \frac{1}{g \times \left(\frac{I_d}{I_b}\right)^2} - 1, \quad \text{где } C_n, C_d - \text{номинальный вращающий и пусковой} \\ \text{вращающий момент;} \\ I_b, I_d - \text{базовый и пусковой токи;} \\ g - \text{номинальное скольжение.}$$

Расчет постоянной времени охлаждения T2

Постоянная времени охлаждения T2 рассчитывается на основе значений температур, замеренных в защищаемом оборудовании с помощью датчиков, подсоединенных к модулю MET 148-2 № 1. Расчет T2 производится:

- после последовательности нагрев/охлаждение:
- период нагрева определяется при $I_{eq} > 70\%$;
- с последующей остановкой, определяемой при $I_{eq} < 10\%$ Ib;
- при измерении температуры оборудования с помощью датчиков, подсоединенных к модулю MET 148-2 № 1:
- датчики 1, 2 или 3 используются для измерения температуры статора двигателей/генераторов;
- датчики 1, 3 или 5 используются для измерения температуры трансформаторов.

После каждого нового установленного периода нагрева/охлаждения вычисляется новое значение T2.

Когда расчет сделан, можно использовать данные вычисления T2 двумя способами:

- автоматически, когда каждое новое вычисленное значение будет указывать используемую постоянную T2;
- вручную, вводя значение T2.

Для достижения большей точности рекомендуется замерять температуру окружающей среды с помощью датчика 8.

Поскольку функция имеет два режима работы, постоянная времени рассчитывается для каждого из этих режимов.

В случае применения для блока «генератор-трансформатор» или «двигатель-трансформатор» рекомендуется подсоединять датчики установленные на вращающейся машине к модулю MET 148-2 № 1, чтобы иметь возможность получать данные о значении T2 прежде всего для вращающейся машины, а затем для трансформатора.

Блокировка пуска

Защита от тепловой перегрузки может блокировать включение выключателя электродвигателя до тех пор, пока повышенная температура не опустится ниже значения, при котором возможен повторный пуск.

Это значение учитывает нагрев, производимый двигателем во время его запуска.

Функция блокировки находится в одной группе с защитой "Ограничение количества пусков", а сигнал БЛОКИРОВКА ПУСКА выдает информацию оператору.

Сохранение данных о нагреве

В случае потери оперативного питания данные о текущем нагреве сохраняются.

Блокировка отключения

Отключение защитой от тепловой перегрузки двигателя может быть заблокировано активизацией логического входа "Блокировка тепловой защиты", когда это требуется.

Учет для двух рабочих режимов

Защита от тепловой перегрузки может быть использована для защиты оборудования в двух режимах работы, например:

- для трансформаторов - в двух режимах вентиляции, с принудительной вентиляцией или без принудительной вентиляции (ONAN / ONAF);
- для двигателей, работающих на двух скоростях.

Защита имеет две группы уставок. Каждая группа адаптирована к защите оборудования в одном из двух режимов работы.

Переключение с одного режима на другой выполняется без потери величины нагрева. Это происходит по выбору:

- через логический вход, назначенный функции "Изменение теплового режима";
- когда фазный ток достигает значения регулируемой уставки Is (используется при обработке данных об изменении теплового режима двигателя при блокировке ротора).

Базовый ток оборудования, значение которого используется при расчете нагрева, также зависит от режима работы оборудования:

- для переключения через логический вход и в режиме 2 при расчете нагрева оборудования используется базовый ток Ib (режим 2), со специальной регулировкой функции тепловой защиты;
- во всех остальных случаях при расчете величины нагрева оборудования используется базовый ток Ib, указанный как основной параметр Sepam.

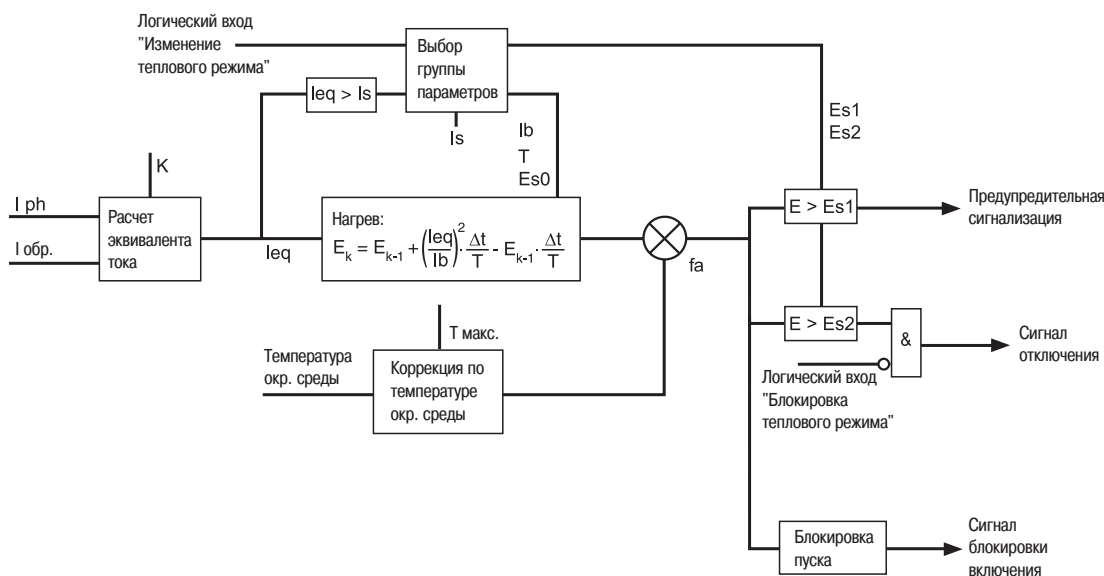
Информация для пользователя

Пользователь может получить следующую информацию:

- подъем температуры;
- вычисленная постоянная времени охлаждения T2;
- время до разрешения повторного пуска (в случае блокировки пуска);
- время до отключения (при постоянной нагрузке).

См. разделы "Функции измерения" и "Функции помощи в работе машины".

Алгоритм работы защиты



DE50832

Характеристики

Регулировки	
Первичные измерения	
регулировка	I1, I2, I3 / I'1, I'2, I'3
Учет составляющей обратной последовательности K	
регулировка	0 - 2,25 - 4,59
Учет температуры окружающей среды	
регулировка	есть / нет
Использование автоматически рассчитанных значений постоянной охлаждения T2	
регулировка	есть / нет
Максимальная температура оборудования T макс (класс изоляции)	
регулировка	60°C - 200°C или 140°F - 392°F
разрешение	1°C или 1°F
Тепловой режим 1	
Уставка Es1 предупредительной сигнализации	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Уставка Es2 отключения	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Уставка Es0 начального нагрева	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Постоянная времени нагрева T1	
регулировка	1 - 600 мин
разрешение	1 мин
Постоянная времени охлаждения T2	
регулировка	1 - 600 мин
разрешение	1 мин
Тепловой режим 2	
Использование теплового режима 2	
регулировка	есть / нет
Уставка Es1 предупредительной сигнализации	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Уставка Es2 отключения	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Уставка Es0 начального нагрева	
регулировка	50 - 300 %
точность ⁽¹⁾	±2 %
разрешение	1 %
Постоянная времени нагрева T1	
регулировка	1 - 600 мин
разрешение	1 мин
Уставка переключения теплового режима 2	
регулировка	5 - 600 мин
разрешение	1 мин
Постоянная времени охлаждения T2	
регулировка	25 - 800 % Ib
точность ⁽¹⁾	±5 %
разрешение	1 %
Базовый ток Ib (режим 2)	
регулировка	0,2 - 2,6 In или I'n
точность ⁽¹⁾	±5 %
разрешение	1 A
Временные характеристики ⁽¹⁾	
точность времени срабатывания	±2 % или ±1 с

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P49RMS_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P49RMS_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход с выдержкой времени	P49RMS_1_3	■	■	b
аварийная сигнализация	P49RMS_1_10	■	■	b
блокировка включения	P49RMS_1_11	■	■	b
блокировка функции защиты	P49RMS_1_16	■	■	
тепловое состояние	P49RMS_1_18	■	■	
блокировка тепловой защиты	P49RMS_1_32	■	■	

Пример 1: для двигателя

Известны следующие данные:

- постоянные времени в режиме работы T1 и в нерабочем состоянии T2:
- T1 = 25 мин;
- T2 = 70 мин;
- максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс}/I_b = 1,05.

Выбор уставки отключения Es2

$$Es2 = (I_{\text{макс}}/I_b)^2 = 110 \%$$

Примечание: если двигатель потребляет ток 1,05 I_b в постоянном режиме, то нагрев, рассчитанный защитой от тепловой перегрузки, будет достигать 110%.

Выбор уставки сигнализации Es1

$$Es1 = 90 \% (I/I_b = 0,95).$$

К обратной последовательности: 4,5 (типовое значение).

Другие параметры защиты от тепловой перегрузки устанавливать нет необходимости. Они не будут приняты в расчет по умолчанию.

Пример 2: для двигателя

Известны следующие данные:

- тепловые характеристики двигателя в виде кривых нагрева и охлаждения (см. сплошные кривые на рис. 1);
- постоянная времени охлаждения T2;
- максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс}/I_b = 1,05.

Выбор уставки отключения Es2

$$Es2 = (I_{\text{макс}}/I_b)^2 = 110 \%$$

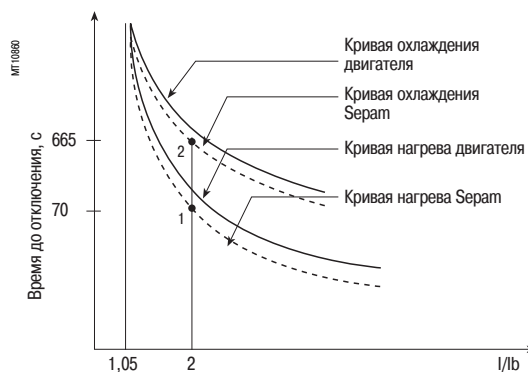
Выбор уставки сигнализации Es1:

$$Es1 = 90 \% (I/I_b = 0,95).$$

Кривые нагрева и охлаждения, приводимые производителем ⁽¹⁾, могут быть использованы для определения постоянной времени нагрева T1.

Для этого следует поместить кривые нагрева и охлаждения Sepam под кривыми двигателя.

Рисунок 1: тепловые характеристики двигателя и кривые отключения защитой от тепловой перегрузки



Для перегрузки, кратной 2I_b, величина t/T1 = 0,0339 ⁽²⁾.

Для того, чтобы Sepam выполнял аварийное отключение в точке 1 (t = 70 с), T1 составляет 2065 с ≈ 34 мин.

С уставкой T1 = 34 мин получим время отключения из холодного состояния (точка 2). В этом случае оно равно t/T1 = 0,3216 ⇒ t = 665 с, т.е. ≈ 11 мин. Это значение совместимо с тепловой характеристикой холодного двигателя.

Коэффициент составляющей обратной последовательности K рассчитывается с использованием уравнения, приведенного на стр. 104.

Параметры 2-й ступени защиты от тепловой перегрузки устанавливать нет необходимости. Они не будут приняты в расчет по умолчанию.

Пример 3: для двигателя

Известны следующие данные:

- тепловые характеристики двигателя в виде кривых нагрева и охлаждения (см. сплошные кривые на рис. 2);
 - постоянная времени охлаждения T2;
 - максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс}/I_b = 1,1.
- Установка параметров защиты от тепловой перегрузки производится так же, как описано в предыдущем примере.

Выбор уставки отключения Es2

$$Es2 = (I_{\text{макс}}/I_b)^2 = 120 \%$$

Выбор уставки сигнализации Es1

$$Es1 = 90 \% (I/I_b = 0,95).$$

Постоянная времени T1 рассчитывается исходя из того, что защита от тепловой перегрузки производит аварийное отключение через 100 с (точка 1).

$$\text{При } t/T1 = 0,069 (I/I_b = 2 \text{ и } Es2 = 120\%):$$

$$\Rightarrow T1 = 100 \text{ с} / 0,069 = 1449 \text{ с} \approx 24 \text{ мин.}$$

Время отключения из холодного состояния составляет:

$$t/T1 = 0,3567 \Rightarrow t = 24 \text{ мин} \times 0,3567 = 513 \text{ с (точка 2')}.$$

Это время отключения слишком велико по сравнению с пределом для этого тока перегрузки, равным 400 с (точка 2).

Если постоянная времени T1 ниже, то защита от тепловой перегрузки сработает раньше, т.е. ниже точки 2.

Риск того, что запуск горячего двигателя будет невозможен, также существует в этом случае (см. рис. 2, на котором нижняя кривая горячего состояния Sepam пересекает кривую запуска при U = 0,9 U_n).

Параметр Es0 вводится для того, чтобы разрешить эти сложности путем понижения кривой охлаждения Sepam, не перемещая кривую нагрева.

В этом примере защита от тепловой перегрузки должна сработать через 400 с после запуска из холодного состояния.

Следующее уравнение используется для определения величины Es0:

$$Es0 = \left[\frac{I_{\text{processed}}}{I_b} \right]^2 - e^{-\frac{t_{\text{necessary}}}{T1}} \times \left[\left[\frac{I_{\text{processed}}}{I_b} \right]^2 - Es2 \right]$$

где:

t_{necessary}: время отключения, необходимое для запуска из холодного состояния;

I_{processed}: ток оборудования.

(1) Когда производитель двигателя приводит и постоянную времени T1, и кривые нагрева и охлаждения оборудования, то рекомендуется использовать кривые, так как они более точные.

(2) Можно пользоваться таблицами, которые содержат цифровые значения кривых нагрева Sepam, либо уравнение этой кривой, представленное в пункте «Работа» на стр. 104.

В цифровом выражении это составит:

$$Es0 = 4 - e^{\frac{400 \text{ s}}{24 \times 60 \text{ s}}} \times [4 - (1, 2)] = 0,3035 \approx (31\%)$$

С регулировкой $Es0 = 31\%$ точка 2' передвинется ниже для достижения меньшего времени отключения, что соответствует тепловым параметрам холодного двигателя (см. рис. 3).
Примечание: Уп установка $Es0 = 100\%$ показывает, что кривые нагрева и охлаждения идентичны.

Рисунок 2: кривые нагрева и охлаждения не соответствуют тепловым характеристикам двигателя

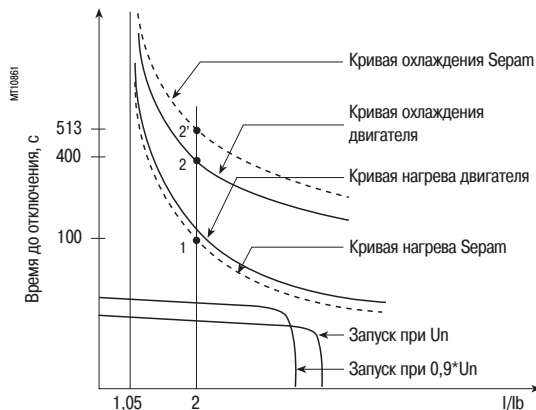
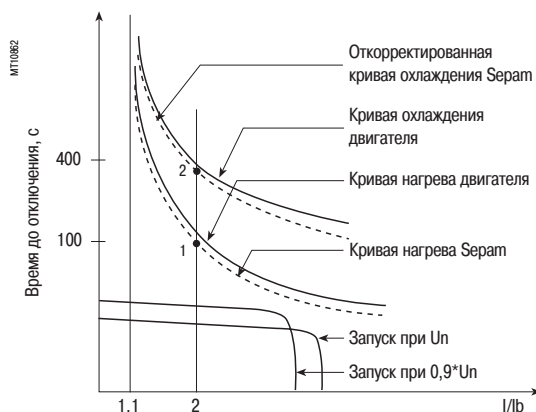


Рисунок 3: кривые нагрева и охлаждения соответствуют тепловым характеристикам двигателя с помощью ввода начальной величины нагрева Es0



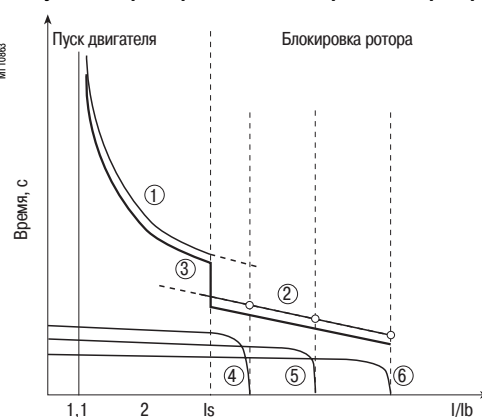
Использование дополнительной группы регулировок

Когда ротор двигателя заблокирован или вращается очень медленно, его тепловой режим отличается от работы в номинальном режиме.

В таких условиях двигатель может быть поврежден из-за перегрева ротора или статора. Для двигателей большой мощности перегрев ротора часто является ограничивающим фактором. Параметры защиты от тепловой перегрузки, выбранные для работы с небольшой перегрузкой, больше не действительны.

Для защиты двигателя в этом случае может быть использована защита от затянутого пуска. Тем не менее, производители двигателей иногда приводят тепловые кривые для заблокированного ротора для различных напряжений во время пуска.

Рисунок 4: характеристики заблокированного ротора



- ① Тепловая характеристика, двигатель вращается
- ② Тепловая характеристика, двигатель заблокирован
- ③ Кривая отключения (Sepam)
- ④ Пуск при 65% Un
- ⑤ Пуск при 80% Un
- ⑥ Пуск при 100% Un

Для принятия в расчет этих кривых может быть использовано второе реле защиты от тепловой перегрузки.

Теоретически, постоянная времени в этом случае меньше. Тем не менее, она должна быть определена тем же путем, как для первого реле защиты.

Защита от тепловой перегрузки переключается с первого на второе реле, если эквивалентный ток I_{eq} превышает величину I_s (уставка тока).

Пример 4: трансформатор с двумя режимами вентиляции

Известны следующие данные:

Номинальный ток трансформатора с двумя режимами вентиляции составляет:

- $I_b = 200 \text{ A}$ без принудительной вентиляции (режим ONAN), основной режим работы трансформатора;
- $I_b = 240 \text{ A}$ с принудительной вентиляцией (режим ONAF), временный режим работы трансформатора, чтобы иметь 20% дополнительную мощности.

Выбор уставки базового тока для теплового режима 1: $I_b = 200 \text{ A}$ (выбирается из основных параметров Sepam).

Выбор уставки базового тока для теплового режима 2: $I_b2 = 240 \text{ A}$ (выбирается из параметров, относящихся к защите от тепловой перегрузки).

Изменение режима производится через логический вход, назначением функции "Изменение теплового режима" и подсоединением к системе управления вентиляцией трансформатора. Регулировки, относящиеся к каждому тепловому режиму (уставки Es , постоянные времени и т.д.), устанавливаются в соответствии с характеристиками трансформатора, указанными Производителем.

Тепловая защита электрической машины

Код ANSI 49RMS

Кривые отключения

Кривые нагрева для $E_s = 0\%$

I/Ib	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
Es (%)																	
50	0,6931	0,6042	0,5331	0,4749	0,4265	0,3857	0,3508	0,3207	0,2945	0,2716	0,2513	0,2333	0,2173	0,2029	0,1900	0,1782	0,1676
55	0,7985	0,6909	0,6061	0,5376	0,4812	0,4339	0,3937	0,3592	0,3294	0,3033	0,2803	0,2600	0,2419	0,2257	0,2111	0,1980	0,1860
60	0,9163	0,7857	0,6849	0,6046	0,5390	0,4845	0,4386	0,3993	0,3655	0,3360	0,3102	0,2873	0,2671	0,2490	0,2327	0,2181	0,2048
65	1,0498	0,8905	0,7704	0,6763	0,6004	0,5379	0,4855	0,4411	0,4029	0,3698	0,3409	0,3155	0,2929	0,2728	0,2548	0,2386	0,2239
70	1,2040	1,0076	0,8640	0,7535	0,6657	0,5942	0,5348	0,4847	0,4418	0,4049	0,3727	0,3444	0,3194	0,2972	0,2774	0,2595	0,2434
75	1,3863	1,1403	0,9671	0,8373	0,7357	0,6539	0,5866	0,5302	0,4823	0,4412	0,4055	0,3742	0,3467	0,3222	0,3005	0,2809	0,2633
80	1,6094	1,2933	1,0822	0,9287	0,8109	0,7174	0,6413	0,5780	0,5245	0,4788	0,4394	0,4049	0,3747	0,3479	0,3241	0,3028	0,2836
85	1,8971	1,4739	1,2123	1,0292	0,8923	0,7853	0,6991	0,6281	0,5686	0,5180	0,4745	0,4366	0,4035	0,3743	0,3483	0,3251	0,3043
90	2,3026	1,6946	1,3618	1,1411	0,9808	0,8580	0,7605	0,6809	0,6147	0,5587	0,5108	0,4694	0,4332	0,4013	0,3731	0,3480	0,3254
95		1,9782	1,5377	1,2670	1,0780	0,9365	0,8258	0,7366	0,6630	0,6012	0,5486	0,5032	0,4638	0,4292	0,3986	0,3714	0,3470
100		2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958	0,7956	0,7138	0,6455	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691
105		3,0445	2,0232	1,5796	1,3063	1,1147	0,9710	0,8583	0,7673	0,6920	0,6286	0,5746	0,5279	0,4872	0,4515	0,4199	0,3917
110			2,3979	1,7824	1,4435	1,2174	1,0524	0,9252	0,8238	0,7406	0,6712	0,6122	0,5616	0,5176	0,4790	0,4450	0,4148
115			3,0040	2,0369	1,6025	1,3318	1,1409	0,9970	0,8837	0,7918	0,7156	0,6514	0,5964	0,5489	0,5074	0,4708	0,4384
120				2,3792	1,7918	1,4610	1,2381	1,0742	0,9474	0,8457	0,7621	0,6921	0,6325	0,5812	0,5365	0,4973	0,4626
125				2,9037	2,0254	1,6094	1,3457	1,1580	1,0154	0,9027	0,8109	0,7346	0,6700	0,6146	0,5666	0,5245	0,4874
130					2,3308	1,7838	1,4663	1,2493	1,0885	0,9632	0,8622	0,7789	0,7089	0,6491	0,5975	0,5525	0,5129
135					2,7726	1,9951	1,6035	1,3499	1,1672	1,0275	0,9163	0,8253	0,7494	0,6849	0,6295	0,5813	0,5390
140						2,2634	1,7626	1,4618	1,2528	1,0962	0,9734	0,8740	0,7916	0,7220	0,6625	0,6109	0,5658
145						2,6311	1,9518	1,5877	1,3463	1,1701	1,0341	0,9252	0,8356	0,7606	0,6966	0,6414	0,5934
150							3,2189	2,1855	1,7319	1,4495	1,2498	1,0986	0,9791	0,8817	0,8007	0,7320	0,6729
155								2,4908	1,9003	1,5645	1,3364	1,1676	1,0361	0,9301	0,8424	0,7686	0,7055
160								2,9327	2,1030	1,6946	1,4313	1,2417	1,0965	0,9808	0,8860	0,8066	0,7391
165									2,3576	1,8441	1,5361	1,3218	1,1609	1,0343	0,9316	0,8461	0,7739
170									2,6999	2,0200	1,6532	1,4088	1,2296	1,0908	0,9793	0,8873	0,8099
175									3,2244	2,2336	1,7858	1,5041	1,3035	1,1507	1,0294	0,9302	0,8473
180										2,5055	1,9388	1,6094	1,3832	1,2144	1,0822	0,9751	0,8861
185										2,8802	2,1195	1,7272	1,4698	1,2825	1,1379	1,0220	0,9265
190										3,4864	2,3401	1,8608	1,5647	1,3555	1,1970	1,0713	0,9687
195											2,6237	2,0149	1,6695	1,4343	1,2597	1,1231	1,0126
200												3,0210	2,1972	1,7866	1,5198	1,3266	1,1778

Тепловая защита электрической машины

Код ANSI 49RMS

Кривые отключения

Кривые нагрева для Es0 = 0 %

I/Ib	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Es (%)																	
50	0,1579	0,1491	0,1410	0,1335	0,1090	0,0908	0,0768	0,0659	0,0572	0,0501	0,0442	0,0393	0,0352	0,0317	0,0288	0,0262	0,0239
55	0,1752	0,1653	0,1562	0,1479	0,1206	0,1004	0,0849	0,0727	0,0631	0,0552	0,0487	0,0434	0,0388	0,0350	0,0317	0,0288	0,0263
60	0,1927	0,1818	0,1717	0,1625	0,1324	0,1100	0,0929	0,0796	0,069	0,0604	0,0533	0,0474	0,0424	0,0382	0,0346	0,0315	0,0288
65	0,2106	0,1985	0,1875	0,1773	0,1442	0,1197	0,1011	0,0865	0,075	0,0656	0,0579	0,0515	0,0461	0,0415	0,0375	0,0342	0,0312
70	0,2288	0,2156	0,2035	0,1924	0,1562	0,1296	0,1093	0,0935	0,081	0,0708	0,0625	0,0555	0,0497	0,0447	0,0405	0,0368	0,0336
75	0,2474	0,2329	0,2197	0,2076	0,1684	0,1395	0,1176	0,1006	0,087	0,0761	0,0671	0,0596	0,0533	0,0480	0,0434	0,0395	0,0361
80	0,2662	0,2505	0,2362	0,2231	0,1807	0,1495	0,1260	0,1076	0,0931	0,0813	0,0717	0,0637	0,0570	0,0513	0,0464	0,0422	0,0385
85	0,2855	0,2685	0,2530	0,2389	0,1931	0,1597	0,1344	0,1148	0,0992	0,0867	0,0764	0,0678	0,0607	0,0546	0,0494	0,0449	0,0410
90	0,3051	0,2868	0,2701	0,2549	0,2057	0,1699	0,1429	0,1219	0,1054	0,092	0,0811	0,0720	0,0644	0,0579	0,0524	0,0476	0,0435
95	0,3251	0,3054	0,2875	0,2712	0,2185	0,1802	0,1514	0,1292	0,1116	0,0974	0,0858	0,0761	0,0681	0,0612	0,0554	0,0503	0,0459
100	0,3456	0,3244	0,3051	0,2877	0,2314	0,1907	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484
105	0,3664	0,3437	0,3231	0,3045	0,2445	0,2012	0,1688	0,1438	0,1241	0,1082	0,0952	0,0845	0,0755	0,0679	0,0614	0,0558	0,0509
110	0,3877	0,3634	0,3415	0,3216	0,2578	0,2119	0,1776	0,1512	0,1304	0,1136	0,1000	0,0887	0,0792	0,0712	0,0644	0,0585	0,0534
115	0,4095	0,3835	0,3602	0,3390	0,2713	0,2227	0,1865	0,1586	0,1367	0,1191	0,1048	0,0929	0,0830	0,0746	0,0674	0,0612	0,0559
120	0,4317	0,4041	0,3792	0,3567	0,2849	0,2336	0,1954	0,1661	0,1431	0,1246	0,1096	0,0972	0,0868	0,0780	0,0705	0,0640	0,0584
125	0,4545	0,4250	0,3986	0,3747	0,2988	0,2446	0,2045	0,1737	0,1495	0,1302	0,1144	0,1014	0,0905	0,0813	0,0735	0,0667	0,0609
130	0,4778	0,4465	0,4184	0,3930	0,3128	0,2558	0,2136	0,1813	0,156	0,1358	0,1193	0,1057	0,0943	0,0847	0,0766	0,0695	0,0634
135	0,5016	0,4683	0,4386	0,4117	0,3270	0,2671	0,2228	0,1890	0,1625	0,1414	0,1242	0,1100	0,0982	0,0881	0,0796	0,0723	0,0659
140	0,5260	0,4907	0,4591	0,4308	0,3414	0,2785	0,2321	0,1967	0,1691	0,147	0,1291	0,1143	0,1020	0,0916	0,0827	0,0751	0,0685
145	0,5511	0,5136	0,4802	0,4502	0,3561	0,2900	0,2414	0,2045	0,1757	0,1527	0,1340	0,1187	0,1058	0,0950	0,0858	0,0778	0,0710
150	0,5767	0,5370	0,5017	0,4700	0,3709	0,3017	0,2509	0,2124	0,1823	0,1584	0,1390	0,1230	0,1097	0,0984	0,0889	0,0806	0,0735
155	0,6031	0,5610	0,5236	0,4902	0,3860	0,3135	0,2604	0,2203	0,189	0,1641	0,1440	0,1274	0,1136	0,1019	0,0920	0,0834	0,0761
160	0,6302	0,5856	0,5461	0,5108	0,4013	0,3254	0,2701	0,2283	0,1957	0,1699	0,1490	0,1318	0,1174	0,1054	0,0951	0,0863	0,0786
165	0,6580	0,6108	0,5690	0,5319	0,4169	0,3375	0,2798	0,2363	0,2025	0,1757	0,1540	0,1362	0,1213	0,1088	0,0982	0,0891	0,0812
170	0,6866	0,6366	0,5925	0,5534	0,4327	0,3498	0,2897	0,2444	0,2094	0,1815	0,1591	0,1406	0,1253	0,1123	0,1013	0,0919	0,0838
175	0,7161	0,6631	0,6166	0,5754	0,4487	0,3621	0,2996	0,2526	0,2162	0,1874	0,1641	0,1451	0,1292	0,1158	0,1045	0,0947	0,0863
180	0,7464	0,6904	0,6413	0,5978	0,4651	0,3747	0,3096	0,2608	0,2231	0,1933	0,1693	0,1495	0,1331	0,1193	0,1076	0,0976	0,0889
185	0,7777	0,7184	0,6665	0,6208	0,4816	0,3874	0,3197	0,2691	0,2301	0,1993	0,1744	0,1540	0,1371	0,1229	0,1108	0,1004	0,0915
190	0,8100	0,7472	0,6925	0,6444	0,4985	0,4003	0,3300	0,2775	0,2371	0,2052	0,1796	0,1585	0,1411	0,1264	0,1140	0,1033	0,0941
195	0,8434	0,7769	0,7191	0,6685	0,5157	0,4133	0,3403	0,2860	0,2442	0,2113	0,1847	0,1631	0,1451	0,1300	0,1171	0,1062	0,0967
200	0,8780	0,8075	0,7465	0,6931	0,5331	0,4265	0,3508	0,2945	0,2513	0,2173	0,1900	0,1676	0,1491	0,1335	0,1203	0,1090	0,0993

Кривые нагрева для Es0 = 0 %

I/lb Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
50	0,0219	0,0202	0,0167	0,0140	0,0119	0,0103	0,0089	0,0078	0,0069	0,0062	0,0056	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
55	0,0242	0,0222	0,0183	0,0154	0,0131	0,0113	0,0098	0,0086	0,0076	0,0068	0,0061	0,0055	0,0035	0,0024	0,0018	0,0014
60	0,0264	0,0243	0,0200	0,0168	0,0143	0,0123	0,0107	0,0094	0,0083	0,0074	0,0067	0,0060	0,0038	0,0027	0,0020	0,0015
65	0,0286	0,0263	0,0217	0,0182	0,0155	0,0134	0,0116	0,0102	0,0090	0,0081	0,0072	0,0065	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
70	0,0309	0,0284	0,0234	0,0196	0,0167	0,0144	0,0125	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
75	0,0331	0,0305	0,0251	0,0211	0,0179	0,0154	0,0134	0,0118	0,0104	0,0093	0,0083	0,0075	0,0048	0,0033	0,0025	0,0019
80	0,0353	0,0325	0,0268	0,0225	0,0191	0,0165	0,0143	0,0126	0,0111	0,0099	0,0089	0,0080	0,0051	0,0036	0,0026	0,0020
85	0,0376	0,0346	0,0285	0,0239	0,0203	0,0175	0,0152	0,0134	0,0118	0,0105	0,0095	0,0085	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
90	0,0398	0,0367	0,0302	0,0253	0,0215	0,0185	0,0161	0,0142	0,0125	0,0112	0,0100	0,0090	0,0058	0,0040	0,0029	0,0023
95	0,0421	0,0387	0,0319	0,0267	0,0227	0,0196	0,0170	0,0150	0,0132	0,0118	0,0106	0,0095	0,0061	0,0042	0,0031	0,0024
100	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
105	0,0466	0,0429	0,0353	0,0296	0,0252	0,0217	0,0188	0,0165	0,0146	0,0130	0,0117	0,0106	0,0067	0,0047	0,0034	0,0026
110	0,0489	0,0450	0,0370	0,0310	0,0264	0,0227	0,0197	0,0173	0,0153	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
115	0,0512	0,0471	0,0388	0,0325	0,0276	0,0237	0,0207	0,0181	0,0160	0,0143	0,0128	0,0116	0,0074	0,0051	0,0038	0,0029
120	0,0535	0,0492	0,0405	0,0339	0,0288	0,0248	0,0216	0,0189	0,0167	0,0149	0,0134	0,0121	0,0077	0,0053	0,0039	0,0030
125	0,0558	0,0513	0,0422	0,0353	0,0300	0,0258	0,0225	0,0197	0,0175	0,0156	0,0139	0,0126	0,0080	0,0056	0,0041	0,0031
130	0,0581	0,0534	0,0439	0,0368	0,0313	0,0269	0,0234	0,0205	0,0182	0,0162	0,0145	0,0131	0,0084	0,0058	0,0043	0,0033
135	0,0604	0,0555	0,0457	0,0382	0,0325	0,0279	0,0243	0,0213	0,0189	0,0168	0,0151	0,0136	0,0087	0,0060	0,0044	0,0034
140	0,0627	0,0576	0,0474	0,0397	0,0337	0,0290	0,0252	0,0221	0,0196	0,0174	0,0156	0,0141	0,0090	0,0062	0,0046	0,0035
145	0,0650	0,0598	0,0491	0,0411	0,0349	0,0300	0,0261	0,0229	0,0203	0,0181	0,0162	0,0146	0,0093	0,0065	0,0047	0,0036
150	0,0673	0,0619	0,0509	0,0426	0,0361	0,0311	0,0270	0,0237	0,0210	0,0187	0,0168	0,0151	0,0096	0,0067	0,0049	0,0038
155	0,0696	0,0640	0,0526	0,0440	0,0374	0,0321	0,0279	0,0245	0,0217	0,0193	0,0173	0,0156	0,0100	0,0069	0,0051	0,0039
160	0,0720	0,0661	0,0543	0,0455	0,0386	0,0332	0,0289	0,0253	0,0224	0,0200	0,0179	0,0161	0,0103	0,0071	0,0052	0,0040
165	0,0743	0,0683	0,0561	0,0469	0,0398	0,0343	0,0298	0,0261	0,0231	0,0206	0,0185	0,0166	0,0106	0,0074	0,0054	0,0041
170	0,0766	0,0704	0,0578	0,0484	0,0411	0,0353	0,0307	0,0269	0,0238	0,0212	0,0190	0,0171	0,0109	0,0076	0,0056	0,0043
175	0,0790	0,0726	0,0596	0,0498	0,0423	0,0364	0,0316	0,0277	0,0245	0,0218	0,0196	0,0177	0,0113	0,0078	0,0057	0,0044
180	0,0813	0,0747	0,0613	0,0513	0,0435	0,0374	0,0325	0,0285	0,0252	0,0225	0,0201	0,0182	0,0116	0,0080	0,0059	0,0045
185	0,0837	0,0769	0,0631	0,0528	0,0448	0,0385	0,0334	0,0293	0,0259	0,0231	0,0207	0,0187	0,0119	0,0083	0,0061	0,0046
190	0,0861	0,0790	0,0649	0,0542	0,0460	0,0395	0,0344	0,0301	0,0266	0,0237	0,0213	0,0192	0,0122	0,0085	0,0062	0,0048
195	0,0884	0,0812	0,0666	0,0557	0,0473	0,0406	0,0353	0,0309	0,0274	0,0244	0,0218	0,0197	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
200	0,0908	0,0834	0,0684	0,0572	0,0485	0,0417	0,0362	0,0317	0,0281	0,0250	0,0224	0,0202	0,0129	0,0089	0,0066	0,0050

Тепловая защита электрической машины

Код ANSI 49RMS

Кривые отключения

Кривые нагрева для Es0 = 0

I/Ib	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
Es (%)																	
105		0,6690	0,2719	0,1685	0,1206	0,0931	0,0752	0,0627	0,0535	0,0464	0,0408	0,0363	0,0326	0,0295	0,0268	0,0245	0,0226
110		3,7136	0,6466	0,3712	0,2578	0,1957	0,1566	0,1296	0,1100	0,0951	0,0834	0,0740	0,0662	0,0598	0,0544	0,0497	0,0457
115			1,2528	0,6257	0,4169	0,3102	0,2451	0,2013	0,1699	0,1462	0,1278	0,1131	0,1011	0,0911	0,0827	0,0755	0,0693
120			3,0445	0,9680	0,6061	0,4394	0,3423	0,2786	0,2336	0,2002	0,1744	0,1539	0,1372	0,1234	0,1118	0,1020	0,0935
125				1,4925	0,8398	0,5878	0,4499	0,3623	0,3017	0,2572	0,2231	0,1963	0,1747	0,1568	0,1419	0,1292	0,1183
130				2,6626	1,1451	0,7621	0,5705	0,4537	0,3747	0,3176	0,2744	0,2407	0,2136	0,1914	0,1728	0,1572	0,1438
135					1,5870	0,9734	0,7077	0,5543	0,4535	0,3819	0,3285	0,2871	0,2541	0,2271	0,2048	0,1860	0,1699
140						2,3979	1,2417	0,8668	0,6662	0,5390	0,4507	0,3857	0,3358	0,2963	0,2643	0,2378	0,2156
145							1,6094	1,0561	0,7921	0,6325	0,5245	0,4463	0,3869	0,3403	0,3028	0,2719	0,2461
150								2,1972	1,2897	0,9362	0,7357	0,6042	0,5108	0,4408	0,3864	0,3429	0,3073
155									3,8067	1,5950	1,1047	0,8508	0,6909	0,5798	0,4978	0,4347	0,3846
160										2,0369	1,3074	0,9808	0,7857	0,6539	0,5583	0,4855	0,4282
165										2,8478	1,5620	1,1304	0,8905	0,7340	0,6226	0,5390	0,4738
170											1,9042	1,3063	1,0076	0,8210	0,6914	0,5955	0,5215
175												2,4288	1,5198	1,1403	0,9163	0,7652	0,6554
180													3,5988	1,7918	1,2933	1,0217	0,8449
185														2,1665	1,4739	1,1394	0,9316
190															2,7726	1,6946	1,2730
195																4,5643	1,9782
200																	1,4271
																	1,1312
																	0,9390
																	0,8019
																	0,6985
																	0,6173
																	0,5518
																	0,4914

I/Ib	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Es (%)																	
105	0,0209	0,0193	0,0180	0,0168	0,0131	0,0106	0,0087	0,0073	0,0063	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025
110	0,0422	0,0391	0,0363	0,0339	0,0264	0,0212	0,0175	0,0147	0,0126	0,0109	0,0095	0,0084	0,0075	0,0067	0,0060	0,0055	0,0050
115	0,0639	0,0592	0,0550	0,0513	0,0398	0,0320	0,0264	0,0222	0,0189	0,0164	0,0143	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0082	0,0075
120	0,0862	0,0797	0,0740	0,0690	0,0535	0,0429	0,0353	0,0297	0,0253	0,0219	0,0191	0,0169	0,0150	0,0134	0,0121	0,0110	0,0100
125	0,1089	0,1007	0,0934	0,0870	0,0673	0,0540	0,0444	0,0372	0,0317	0,0274	0,0240	0,0211	0,0188	0,0168	0,0151	0,0137	0,0125
130	0,1322	0,1221	0,1132	0,1054	0,0813	0,0651	0,0535	0,0449	0,0382	0,0330	0,0288	0,0254	0,0226	0,0202	0,0182	0,0165	0,0150
135	0,1560	0,1440	0,1334	0,1241	0,0956	0,0764	0,0627	0,0525	0,0447	0,0386	0,0337	0,0297	0,0264	0,0236	0,0213	0,0192	0,0175
140	0,1805	0,1664	0,1540	0,1431	0,1100	0,0878	0,0720	0,0603	0,0513	0,0443	0,0386	0,0340	0,0302	0,0270	0,0243	0,0220	0,0200
145	0,2055	0,1892	0,1750	0,1625	0,1246	0,0993	0,0813	0,0681	0,0579	0,0499	0,0435	0,0384	0,0341	0,0305	0,0274	0,0248	0,0226
150	0,2312	0,2127	0,1965	0,1823	0,1395	0,1110	0,0908	0,0759	0,0645	0,0556	0,0485	0,0427	0,0379	0,0339	0,0305	0,0276	0,0251
155	0,2575	0,2366	0,2185	0,2025	0,1546	0,1228	0,1004	0,0838	0,0712	0,0614	0,0535	0,0471	0,0418	0,0374	0,0336	0,0304	0,0277
160	0,2846	0,2612	0,2409	0,2231	0,1699	0,1347	0,1100	0,0918	0,0780	0,0671	0,0585	0,0515	0,0457	0,0408	0,0367	0,0332	0,0302
165	0,3124	0,2864	0,2639	0,2442	0,1855	0,1468	0,1197	0,0999	0,0847	0,0729	0,0635	0,0559	0,0496	0,0443	0,0398	0,0360	0,0328
170	0,3410	0,3122	0,2874	0,2657	0,2012	0,1591	0,1296	0,1080	0,0916	0,0788	0,0686	0,0603	0,0535	0,0478	0,0430	0,0389	0,0353
175	0,3705	0,3388	0,3115	0,2877	0,2173	0,1715	0,1395	0,1161	0,0984	0,0847	0,0737	0,0648	0,0574	0,0513	0,0461	0,0417	0,0379
180	0,4008	0,3660	0,3361	0,3102	0,2336	0,1840	0,1495	0,1244	0,1054	0,0906	0,0788	0,0692	0,0614	0,0548	0,0493	0,0446	0,0405
185	0,4321	0,3940	0,3614	0,3331	0,2502	0,1967	0,1597	0,1327	0,1123	0,0965	0,0839	0,0737	0,0653	0,0583	0,0524	0,0474	0,0431
190	0,4644	0,4229	0,3873	0,3567	0,2671	0,2096	0,1699	0,1411	0,1193	0,1025	0,0891	0,0782	0,0693	0,0619	0,0556	0,0503	0,0457
195	0,4978	0,4525	0,4140	0,3808	0,2842	0,2226	0,1802	0,1495	0,1264	0,1085	0,0943	0,0828	0,0733	0,0654	0,0588	0,0531	0,0483
200	0,5324	0,4831	0,4413	0,4055	0,3017	0,2358	0,1907	0,1581	0,1335	0,1145	0,0995	0,0873	0,0773	0,0690	0,0620	0,0560	0,0509

Кривые нагрева для $E_s = 0$

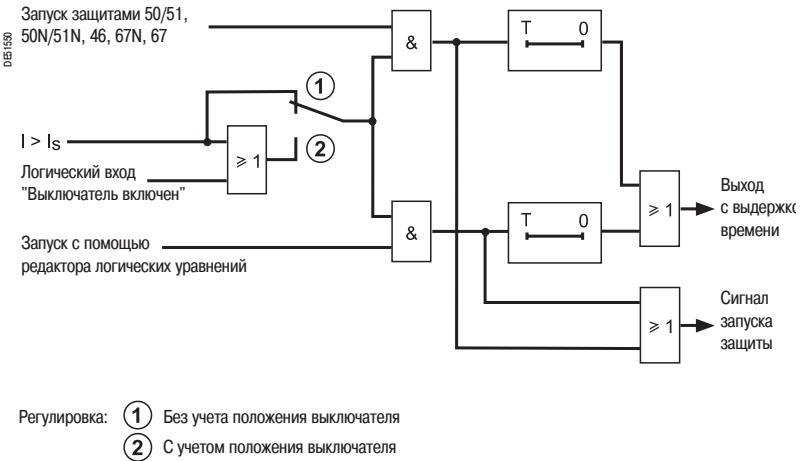
I/lb Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
105	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001
110	0,0045	0,0042	0,0034	0,0029	0,0024	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0011	0,0010	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003
115	0,0068	0,0063	0,0051	0,0043	0,0036	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004
120	0,0091	0,0084	0,0069	0,0057	0,0049	0,0042	0,0036	0,0032	0,0028	0,0025	0,0022	0,0020	0,0013	0,0009	0,0007	0,0005
125	0,0114	0,0105	0,0086	0,0072	0,0061	0,0052	0,0045	0,0040	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
130	0,0137	0,0126	0,0103	0,0086	0,0073	0,0063	0,0054	0,0048	0,0042	0,0038	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
135	0,0160	0,0147	0,0120	0,0101	0,0085	0,0073	0,0064	0,0056	0,0049	0,0044	0,0039	0,0035	0,0023	0,0016	0,0011	0,0009
140	0,0183	0,0168	0,0138	0,0115	0,0097	0,0084	0,0073	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0026	0,0018	0,0013	0,0010
145	0,0206	0,0189	0,0155	0,0129	0,0110	0,0094	0,0082	0,0072	0,0063	0,0056	0,0051	0,0046	0,0029	0,0020	0,0015	0,0011
150	0,0229	0,0211	0,0172	0,0144	0,0122	0,0105	0,0091	0,0080	0,0070	0,0063	0,0056	0,0051	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
155	0,0253	0,0232	0,0190	0,0158	0,0134	0,0115	0,0100	0,0088	0,0077	0,0069	0,0062	0,0056	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
160	0,0276	0,0253	0,0207	0,0173	0,0147	0,0126	0,0109	0,0096	0,0085	0,0075	0,0067	0,0061	0,0039	0,0027	0,0020	0,0015
165	0,0299	0,0275	0,0225	0,0187	0,0159	0,0136	0,0118	0,0104	0,0092	0,0082	0,0073	0,0066	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
170	0,0323	0,0296	0,0242	0,0202	0,0171	0,0147	0,0128	0,0112	0,0099	0,0088	0,0079	0,0071	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
175	0,0346	0,0317	0,0260	0,0217	0,0183	0,0157	0,0137	0,0120	0,0106	0,0094	0,0084	0,0076	0,0048	0,0034	0,0025	0,0019
180	0,0370	0,0339	0,0277	0,0231	0,0196	0,0168	0,0146	0,0128	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
185	0,0393	0,0361	0,0295	0,0246	0,0208	0,0179	0,0155	0,0136	0,0120	0,0107	0,0096	0,0086	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
190	0,0417	0,0382	0,0313	0,0261	0,0221	0,0189	0,0164	0,0144	0,0127	0,0113	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
195	0,0441	0,0404	0,0330	0,0275	0,0233	0,0200	0,0173	0,0152	0,0134	0,0119	0,0107	0,0096	0,0061	0,0043	0,0031	0,0024
200	0,0464	0,0426	0,0348	0,0290	0,0245	0,0211	0,0183	0,0160	0,0141	0,0126	0,0113	0,0102	0,0065	0,0045	0,0033	0,0025

Резервная защита в случае неотключения выключателя.

Работа

Резервная защита, выдающая команду на отключение для выключателей со стороны источника питания или смежных выключателей в случае неотключения выключателя после выдачи команды на отключение, которое обнаруживается по отсутствию гашения тока повреждения. Функция "Защита от повреждений выключателей" запускается по команде на отключение с выхода О1, выдаваемой максимальными токовыми защитами (50/51, 50N/51N, 46, 67N, 67, 64REF, 87M, 87T). Этой функцией контролируется исчезновение тока за период времени, установленный выдержкой времени Т. Эта функция также учитывает положение выключателя, считываемое через логические входы, для того чтобы установить надежное отключение выключателя. Для автоматического запуска этой защиты требуется использовать функцию управления выключателем с помощью логики управления. Можно также использовать специальный вход для запуска этой защиты с помощью редактора логических уравнений или программы Logiram. Этот последний метод удобен для особых вариантов запуска защиты (например, отключение через внешнюю защиту). Выход с выдержкой времени защиты назначается какому-либо логическому выходу с помощью матрицы управления. Запуск и остановка счетчика выдержки времени Т определяются наличием значения тока выше уставки ($I > I_s$).

Алгоритм работы защиты



Характеристики

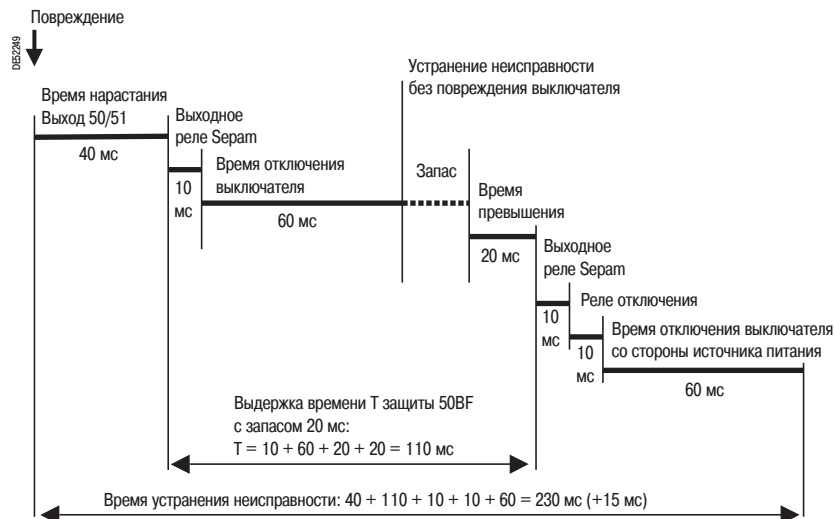
Регулировки				
Уставка Is				
регулировка	0,2 In - 2 In			
точность ⁽¹⁾	±5 %			
разрешение	0,1 A			
коэффициент возврата	87,5 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 3 с			
точность ⁽¹⁾	± 2% или 0 - 15 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Учет положения выключателя				
регулировка	с учетом / без учета			
Временные характеристики				
время превышения	< 20 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P50BF_1_101	■	■	
50BF	P50BF_1_107	■	■	
блокировка функции защиты	P50BF_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P50BF_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P50BF_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P50BF_1_16	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Пример регулировки

Ниже приводится пример регулировки выдержки времени функции защиты от отказов выключателя:

- установка максимальной токовой защиты: $T = \text{мгн.}$;
- время срабатывания выключателя: 60 мс;
- время срабатывания промежуточного реле для отключения выключателя (выключателей) со стороны источника питания: 10 мс.



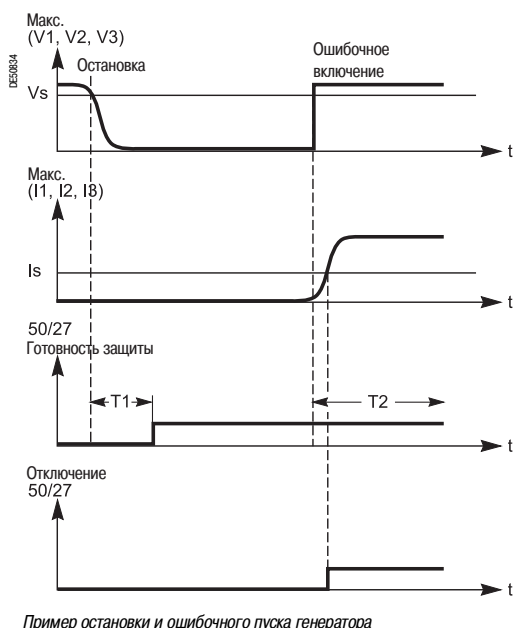
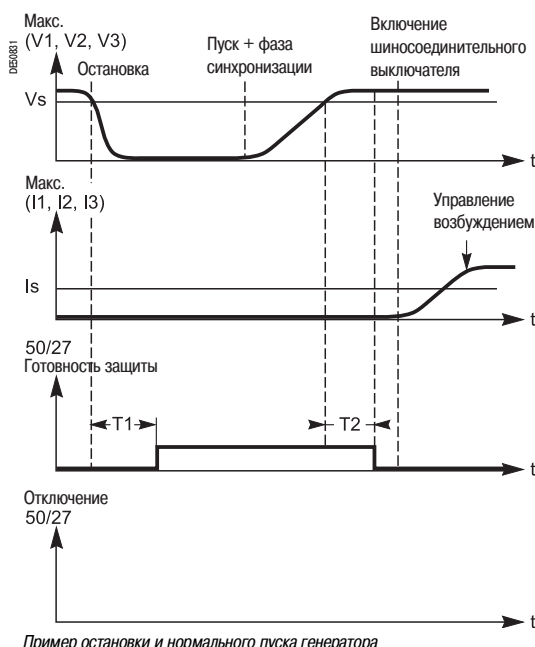
Выдержкой времени функции защиты от отказов выключателя является сумма следующих интервалов времени:

- время срабатывания выходного реле O1 Sepam = 10 мс;
- время отключения выключателя = 60 мс;
- время запоминания функции защиты от отказов выключателя = 20 мс.

Чтобы избежать несвоевременного отключения выключателей со стороны источника питания, необходимо выбрать запас времени порядка 20 мс.

Таким образом, выдержка времени составит $T = 110 \text{ мс}$.

Защита от ошибочного включения генератора в сеть.



Работа

Контроль последовательности пуска генератора для определения ошибочного включения генераторов в сеть.

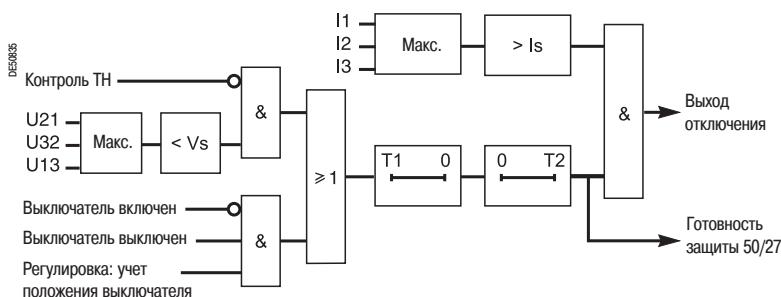
Генератор, который включается в сеть при остановленной турбине, работает как двигатель. Пусковой ток вызывает значительный нагрев, который может привести к повреждению обмоток электрической машины.

Контроль последовательности пуска обеспечивается мгновенной максимальной токовой защитой с подтверждением с помощью функции защиты по минимальному напряжению. Защита по минимальному напряжению имеет:

- выдержку времени T1 при повышении напряжения, чтобы сделать защиту нечувствительной к провалам напряжения;
- время удержания T2, в течение которого определяется пусковой ток генератора, вызванный аварийным включением.

Учет положения выключателя позволяет контролировать качество синхронизации. Если в момент подключения электрической машины разность напряжения и частоты слишком велика, то при включении выключателя сразу же появляется ток, который определяется функцией защиты. Если при контроле ТН обнаружены повреждения в каналах измерения напряжения, то часть, касающаяся напряжения блокируется.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки

Current set point

регулировка	0,5 - 4 In
точность ⁽¹⁾	± 5% или 0,02 In
разрешение	1 A
коэффициент возврата	95,5% или 0,015 In

Уставка напряжения

регулировка	10% - 100% Un
точность ⁽¹⁾	± 2% или 0,005 Unp
разрешение	1 %
коэффициент возврата	103 %

Предварительные регулировки

Учет положения выключателя

регулировка	с учетом / без учета
-------------	----------------------

Выдержка времени T1

регулировка	0 - 10 с
точность ⁽¹⁾	± 2% или от -10 мс до +25 мс
разрешение	10 мс или 1 разряд

Выдержка времени T2

регулировка	0 - 10 с
точность ⁽¹⁾	± 2% или от -10 мс до +25 мс
разрешение	10 мс или 1 разряд

Временные характеристики ⁽¹⁾

время срабатывания	< 40 мс при 2 Is (30 мс, тип.)
--------------------	--------------------------------

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
возврат функции защиты	P50/27_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P50/27_1_113	■	■	

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход отключения	P50/27_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P50/27_1_16	■	■	
готовность защиты	P50/27_1_35	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Пример регулировки

Данные для синхронного генератора:

- $S = 3,15 \text{ MVA}$;
- $U_{n1} = 6,3 \text{ кВ}$;
- $X_d = 233 \text{ } \%$;
- $X'_d = 21 \text{ } \%$;
- $X''_d = 15 \text{ } \%$;
- генератор подключен к сети $P_{sc} = 10 \text{ MVA}$;
- максимальная продолжительность допустимого провала напряжения 2,5 с.

Для регулировки функции защиты необходимо вычислить опорное полное сопротивление генератора:

- $I_b = S / (\sqrt{3} \cdot U_{n1}) = 289 \text{ A}$
- $Z_n = U_{n1} / (\sqrt{3} \cdot I_b) = 12,59 \text{ Ом}$.

Полное сопротивление сети составляет:

$$Z_{psc} = (U_{n1})^2 / P_{sc} = 3,97 \text{ Ом}.$$

Пусковой ток составляет:

$$I_{start} = \frac{U_{n1}}{\sqrt{3} \left(Z_{psc} + \frac{X''_d}{100} \times Z_n \right)} = 621 \text{ A}.$$

Пороговое значение тока устанавливается на уровне 20 - 50% пускового тока.

$$I_s = 0,5 \times I_{start} \approx 311 \text{ A}$$

Обычно напряжение устанавливается на уровне 80 - 85% U_n .

В данном примере выбрана уставка $U_s = 85\%$.

Выдержка времени $T1$ устанавливается большей, чем максимальная длительность провала напряжения, например $T1 = 4 \text{ с}$.

Выдержка времени $T2$ устанавливается так, чтобы можно было определить появления тока при пуске. Например, $T2 = 250 \text{ мс}$.

Protection against overcurrents and overloads.

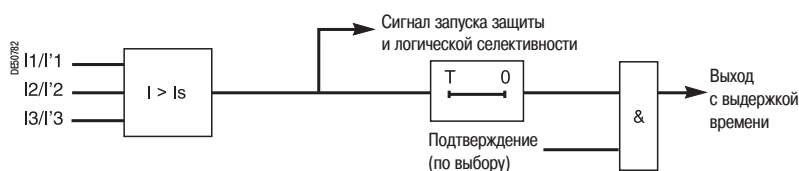
Работа

Защита от сверхтоков или перегрузок:

- защита является трехфазной и имеет независимую или зависимую выдержку времени;
- каждая из 8 ступеней защиты имеет две группы уставок; переключение на группу уставок А или В осуществляется через логический вход или с помощью дистанционного управления в соответствии с установленными параметрами;
- для лучшего определения удаленных повреждений защита может иметь подтверждение с помощью:
 - ступени 1 защиты по минимальному напряжению;
 - ступени 1 защиты по максимальному напряжению обратной последовательности;
- с данной защитой может использоваться персонализированная кривая, построение которой производится точка за точкой;
- регулируемый таймер удержания с зависимой или независимой выдержкой времени обеспечивает координацию с электромеханическими реле и обнаружение повторяющихся повреждений.

Кривая отключения	Таймер удержания
независимая выдержка времени (DT)	с независимой выдержкой времени
обратно зависимая выдержка (SIT)	с независимой выдержкой времени
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	с независимой выдержкой времени
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (ET)	с независимой выдержкой времени
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	с независимой выдержкой времени
кривая RI	с независимой выдержкой времени
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - очень обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
персонализированная кривая	с независимой выдержкой времени

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (I) / дополнительные каналы (I')			
Кривая отключения				
регулировка	см. предыдущую страницу			
Уставка Is				
регулировка	с независимой выдержкой	0,05 In ≤ Is ≤ 24 In, в амперах		
	с зависимой выдержкой	0,05 In ≤ Is ≤ 2,4 In, в амперах		
точность (1)	±5 %			
разрешение	1 А или 1 разряд			
коэффициент возврата	93,5% (с минимальным отклонением возврата 0,015 In)			
Выдержка времени T (время срабатывания для 10 Is)				
регулировка	с независимой выдержкой	мгн. 50 мс ≤ T ≤ 300 с		
	с зависимой выдержкой	100 мс ≤ T ≤ 12,5 с или TMS (2)		
точность (1)	с независимой выдержкой	± 2% или от -10 мс до +25 мс		
	с зависимой выдержкой	класс 5 или от -10 мс до +25 мс		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Дополнительные регулировки				
Подтверждение				
регулировка	минимальным напряжением (ступень 1) максимальным напряжением обратной последовательности (ступень 1) без подтверждения			
Время удержания T1				
регулировка	с независимой выдержкой	0; 0,05 - 300 с		
	с зависимой выдержкой (3)	0,5 – 20 с		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс при 2 Is (25 мс, тип.) мгн. < 50 мс при 2 Is (35 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 50 мс (для T1 = 0)			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P50/51_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P50/51_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P50/51_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P50/51_x_3	■	■	■
отпадание реле	P50/51_x_4	■	■	
повреждение фазы 1	P50/51_x_7	■	■	
повреждение фазы 2	P50/51_x_8	■	■	
повреждение фазы 3	P50/51_x_9	■	■	
блокировка функции защиты	P50/51_x_16	■	■	

x: номер ступени:
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):
■ обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A от 0,04 до 4,20;
■ очень обратно зависимая выдержка (VIT) и МЭК VIT/B от 0,07 до 8,33;
■ очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B от 0,01 до 0,93;
■ чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT) и МЭК EIT/C от 0,13 до 15,47;
■ IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;
■ IEEE - очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;
■ IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32;
■ IAC - обратно зависимая выдержка: от 0,34 до 42,08;
■ IAC - очень обратно зависимая выдержка: от 0,61 до 75,75;
■ IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,08 до 134,4.
(3) Только для стандартных кривых отключения типа МЭК, IEEE и IAC.

Максимальная токовая защита от замыканий на землю Код ANSI 50N/51N или 50G/51G

Защита от замыканий на землю.

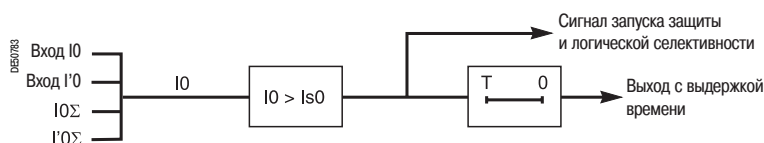
Работа

Защита от замыканий на землю, основанная на измерении значений тока в нейтрали, тока нулевой последовательности или тока заземления (защита корпуса бака трансформатора):

- защита имеет независимую или зависимую выдержку времени;
- каждая из 8 ступеней защиты имеет две группы уставок; переключение на группу уставок А или В осуществляется через логический вход или с помощью дистанционного управления в соответствии с установленными параметрами;
- стабильность защиты во время включения трансформатора обеспечивается уставкой по 2-й гармонике, которая вводится при параметрировании;
- с данной защитой может использоваться персонализированная кривая, построение которой производится точка за точкой;
- регулируемый таймер удержания с зависимой или независимой выдержкой времени, обеспечивает координацию с электромеханическими реле и обнаружение повторяющихся повреждений;
- каждая ступень защиты регулируется независимо по двум измерительным каналам I0 или I'0, либо по сумме фазных токов в основных или дополнительных каналах; сочетание возможностей различных ступеней защиты обеспечивает:
 - наличие различных действующих уставок;
 - использование данной функции для различного применения, например, как защиты по току нулевой последовательности и защиты корпуса бака трансформатора.

Кривая отключения	Таймер удержания
независимая выдержка времени (DT)	с независимой выдержкой времени
обратно зависимая выдержка (SIT)	с независимой выдержкой времени
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	с независимой выдержкой времени
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (ET)	с независимой выдержкой времени
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	с независимой выдержкой времени
кривая RI	с независимой выдержкой времени
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B с зависимой или независимой выдержкой времени	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C с зависимой или независимой выдержкой времени	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D) с зависимой или независимой выдержкой времени	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E) с зависимой или независимой выдержкой времени	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F) с зависимой или независимой выдержкой времени	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - очень обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
персонализированная кривая	с независимой выдержкой времени

Алгоритм работы защиты



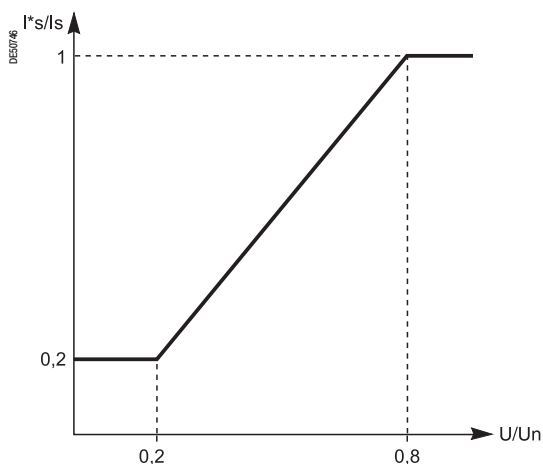
Максимальная токовая защита
от замыканий на землю
Код ANSI 50N/51N или 50G/51G

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	I0 I'0 I0Σ (сумма по основным фазным каналам) I'0Σ (сумма по дополнительным фазным каналам)			
Кривая отключения				
регулировка	см. предыдущую страницу			
Уставка Is0				
регулировка	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (мин. 0,1 А), в амперах			
с независимой выдержкой времени	сумма ТТ	0,01 In ≤ Is0 ≤ 15 In (≥ 0,1 А)		
	с датчиком CSH			
	ном. ток 2 А	0,1 - 30 А		
	ном. ток 20 А	0,2 - 300 А		
	ТТ + CSH 30	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (≥ 0,1 А)		
	тор нулевой последовательности с ACE 990	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (≥ 0,1 А)		
регулировка	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (мин. 0,1 А), в амперах			
с зависимой выдержкой времени	сумма ТТ	0,01 In ≤ Is0 ≤ In (≥ 0,1 А)		
	с датчиком CSH			
	ном. ток 2 А	от 0,1 до 2 А		
	ном. ток 20 А	от 0,2 до 20 А		
	ТТ + CSH 30	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (≥ 0,1 А)		
	тор нулевой последовательности с ACE 990	0,01 In0 ≤ Is0 ≤ In0 (≥ 0,1 А)		
точность ⁽¹⁾	± 5 %			
разрешение	1 А или 1 разряд			
коэффициент возврата	93,5 %			
Выдержка времени Т (время срабатывания для 10 Is0)				
регулировка	с независимой выдержкой	мгн. 50 мс ≤ Т ≤ 300 с		
	с зависимой выдержкой	100 мс ≤ Т ≤ 12,5 с или TMS ⁽²⁾		
точность ⁽¹⁾	с независимой выдержкой	± 2% или от -10 мс до +25 мс		
	с зависимой выдержкой	класс 5 или от -10 мс до +25 мс		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Дополнительные регулировки				
Подавление 2-й гармоники				
фиксированная уставка	17 %			
Время удержания Т1				
регулировка	с независимой выдержкой	0; 0,05 – 300 с		
	с зависимой выдержкой ⁽³⁾	0,5 – 20 с		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс при 2 Is0 (25 мс, тип.) мгн. < 50 мс при 2 Is0 (35 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс (для Т1 = 0)			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P50N/51N_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P50N/51N_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P50N/51N_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P50N/51N_x_3	■	■	■
отпадание реле	P50N/51N_x_4	■	■	
блокировка функции защиты	P50N/51N_x_16	■	■	

x: номер ступени:
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):
■ обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A: от 0,04 до 4,20;
■ очень обратно зависимая выдержка (VIT) и МЭК VIT/B: от 0,07 до 8,33;
■ очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B: от 0,01 до 0,93;
■ чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT) и МЭК EIT/C: от 0,13 до 15,47;
■ IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;
■ IEEE - очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;
■ IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32;
■ IAC - обратно зависимая выдержка: от 0,34 до 42,08;
■ IAC - очень обратно зависимая выдержка: от 0,61 до 75,75;
■ IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,08 до 134,4.
(3) Только для стандартных кривых отключения типа МЭК, IEEE и IAC.

Защита генераторов от близких коротких замыканий.



Корректировка порога срабатывания

Работа

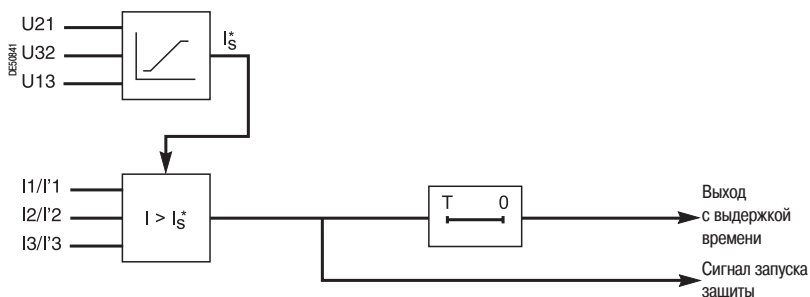
Функция максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению используется для защиты генераторов. Порог срабатывания корректируется по напряжению, чтобы учитывать случай повреждения недалеко от генератора, которое влечет за собой падение напряжения и тока короткого замыкания:

- данная защита является трехфазной и имеет независимую или зависимую выдержку времени;
- с данной защитой может применяться персонализированная кривая, построение которой производится точка за точкой;
- регулируемый таймер удержания с зависимой или независимой выдержкой времени, обеспечивает координацию с электромеханическими реле и обнаружение повторяющихся повреждений;
- коррекция уставки проводится по самому низкому значению измеряемых линейных напряжений. Корректируемый порог I_s^* определяется по следующей формуле:

$$I_s^* = \frac{I_s}{3} \times \left(4 \frac{U}{U_n} - 0.2 \right)$$

Кривая отключения	Таймер удержания
с независимой выдержкой времени (DT)	с независимой выдержкой времени
обратно зависимая выдержка (SIT)	с независимой выдержкой времени
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	с независимой выдержкой времени
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT)	с независимой выдержкой времени
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	с независимой выдержкой времени
кривая RI	с независимой выдержкой времени
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - очень обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
персонализированная кривая	с независимой выдержкой времени

Алгоритм работы защиты



Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению
Код ANSI 50V/51V

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (I) / дополнительные каналы (I')			
Кривая отключения				
регулировка	см. предыдущую страницу			
Уставка Is				
регулировка	с независимой выдержкой времени	0,05 In ≤ Is ≤ 24 In, в амперах		
	с зависимой выдержкой	0,05 In ≤ Is ≤ 2,4 In, в амперах		
точность (1)	±5 %			
разрешение	1 А или 1 разряд			
коэффициент возврата	93,5% (с минимальным отклонением возврата 0,015 In)			
Выдержка времени T (время срабатывания для 10 Is)				
регулировка	с независимой выдержкой времени	мгн. 50 мс ≤ T ≤ 300 с		
	с зависимой выдержкой	100 мс ≤ T ≤ 12,5 с или TMS (2)		
точность (1)	с независимой выдержкой времени	± 2% или от -10 мс до +25 мс		
	с зависимой выдержкой	класс 5 или от -10 мс до +25 мс		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Дополнительные регулировки				
Время удержания T1				
регулировка	с независимой выдержкой времени	0; 0,05 – 300 с		
	с зависимой выдержкой (3)	0,5 – 20 с		
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс при 2 Is (25 мс, тип.) мгн. < 50 мс при 2 Is (35 мс, тип.)			
время превышения	< 50 мс			
время возврата	< 50 мс (для T1 = 0)			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P50V/51V_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P50V/51V_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P50V/51V_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P50V/51V_x_3	■	■	■
отпадание реле	P50V/51V_x_4	■	■	
повреждение фазы 1	P50V/51V_x_7	■	■	
повреждение фазы 2	P50V/51V_x_8	■	■	
повреждение фазы 3	P50V/51V_x_9	■	■	
блокировка функции защиты	P50V/51V_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):
■ обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A: от 0,04 до 4,20;
■ очень обратно зависимая выдержка (VIT) и МЭК VIT/B: от 0,07 до 8,33;
■ очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B: от 0,01 до 0,93;
■ чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EPT) и МЭК EPT/C: от 0,13 до 15,47;
■ IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;
■ IEEE - очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;
■ IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32;
■ IAC - обратно зависимая выдержка: от 0,34 до 42,08;
■ IAC - очень обратно зависимая выдержка: от 0,61 до 75,75;
■ IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,08 до 134,4.
(3) Только для стандартных кривых отключения типа МЭК, IEEE и IAC.

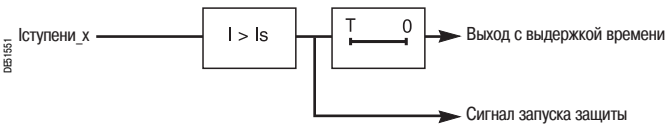
Функция обнаружения внутренних повреждений конденсаторных батарей путем измерения тока небаланса между двумя нейтральными точками одной конденсаторной батареи, соединенной по схеме двойной звезды.

Работа

Данная функция обеспечивает определение тока небаланса между двумя нейтральными точками конденсаторных батарей, соединенных по схеме двойной звезды.

Данная защита срабатывает, если значение тока небаланса больше уставки Is в течение периода времени отключения T.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Уставка Is				
регулировка	0,02 I'n – 2 I'n при минимальном значении 0,05 A			
точность ⁽¹⁾	±5 %			
разрешение	0.01 A			
коэффициент возврата	93.5 %			
Выдержка времени				
регулировка	0.1 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2 % or ±25 мс			
разрешение	10 мс or 1 digit			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания	запуск < 35 мс			
время превышения	< 35 мс			
время возврата	< 50 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P51C_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P51C_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход	P51C_x_1	■	■	
выход сигнала на отключение	P51C_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P51C_x_16	■	■	

x: номер ступени:
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита от чрезмерного повышения фазного
или линейного напряжения.

Работа

Защита от чрезмерного повышения напряжения или проверка
наличия напряжения, достаточного для переключения питания:

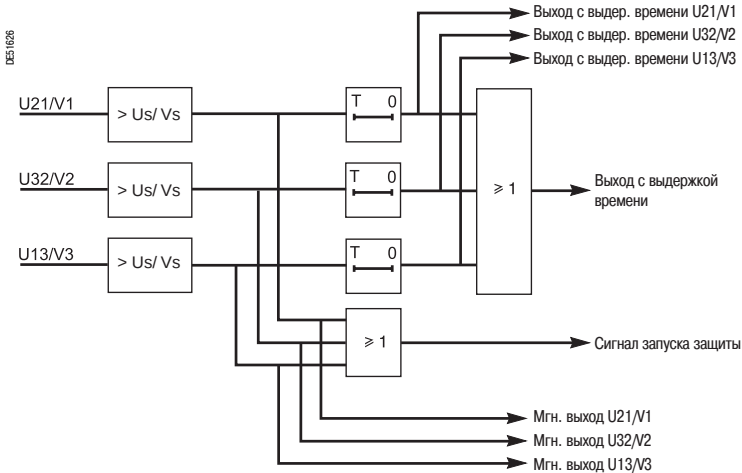
- данная защита является однофазной и срабатывает по
фазному или линейному напряжению;
- защита имеет независимую выдержку времени T;
- при работе по фазному напряжению функция указывает
поврежденную фазу с помощью аварийной сигнализации,
срабатывающей при повреждении.

Работа защиты по фазному или линейному напряжению
устанавливается в соответствии со схемой присоединения входов
напряжения.

Условия присоединения					
тип присоединения	V1V2V3 ⁽¹⁾	U21/U32 + V0	U21/U32	U21 ⁽¹⁾	V1 ⁽¹⁾
работа по фазному напряжению	Да	Да	Нет	Нет	Только по V1
работа по линейному напряжению	Да	Да	Да	Только по U21	Нет

(1) При наличии или без V0.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Способ получения напряжения				
регулировка	фазное напряжение / линейное напряжение			
Уставка Us/Vs				
регулировка	50% Unp/Vnp - 150% Unp/Vnp			
точность ⁽¹⁾	±2% или 0,005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	97 %			
Выдержка времени T				
регулировка	50 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс (25 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P59_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P59_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P59_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P59_x_3	■	■	■
повреждение фазы 1 ⁽²⁾	P59_x_7	■	■	
повреждение фазы 2 ⁽²⁾	P59_x_8	■	■	
повреждение фазы 3 ⁽²⁾	P59_x_9	■	■	
блокировка функции защиты	P59_x_16	■	■	
мгн. выход V1 или U21	P59_x_23	■	■	
мгн. выход V2 или U32	P59_x_24	■	■	
мгн. выход V3 или U13	P59_x_25	■	■	
выход с выдержкой времени V1 или U21	P59_x_26	■	■	
выход с выдержкой времени V2 или U32	P59_x_27	■	■	
выход с выдержкой времени V3 или U13	P59_x_28	■	■	

x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

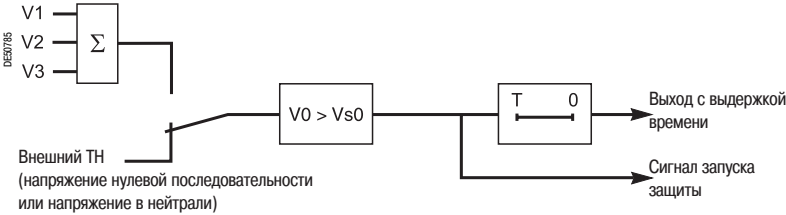
(2) При работе защиты по фазному напряжению.

Защита от повреждения изоляции.

Работа

Защита от повреждения изоляции основана на измерении напряжения нулевой последовательности V0 или напряжения в нейтрали Vnt для генераторов и двигателей.
Напряжение нулевой последовательности рассчитывается по векторной сумме фазных напряжений или путем измерения с помощью ТН, соединенных по схеме треугольника.
Напряжение в нейтрали измеряется с помощью ТН, установленного в нейтрали генератора или двигателя.
Данная защита имеет независимую выдержку времени T (DT) или зависимую выдержку времени для напряжения нулевой последовательности V0 (см. уравнение кривой отключения, стр. 157).
Данная защита срабатывает только при наличии напряжения нулевой последовательности или напряжения в нейтрали в схемах присоединения: V1V2V3, V0 или Vnt.

Алгоритм работы защиты

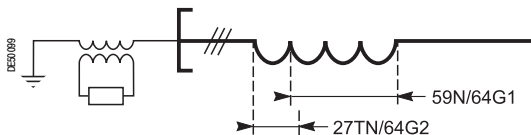


Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (V0) дополнительные каналы (V'0) напряжение в нейтрали (Vnt)			
Кривая отключения				
регулировка	независимая выдержка времени зависимая выдержка времени напряжения V0			
Уставка Vs0				
регулировка с независимой выдержкой времени	2% Unp - 80% Unp (при напряжении нулевой последовательностиV0) 2% Untp - 80% Vntp (при напряжении в нейтрали Vnt)			
регулировка с зависимой выдержкой времени	2% Unp - 10% Unp (при напряжении нулевой последовательностиV0) 2% Untp - 10% Vntp (при напряжении в нейтрали Vnt)			
точность (1)	±2% или ±0,005 Unp			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	97 %			
Выдержка времени T (время отключения при 2 Vs0)				
регулировка с независимой выдержкой времени	50 мс - 300 с			
регулировка с зависимой выдержкой времени	100 мс – 10 с			
точность (1)	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 35 мс (25 мс, тип.)			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 40 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P59N_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P59N_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P59N_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P59N_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P59N_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита от внутренних повреждений генераторов.



Работа

Защита 64G имеет две независимые функции:

- Защита «64G1» обычно соответствует функции защиты по максимальному напряжению нулевой последовательности на основной частоте (код ANSI 59N). Данная функция может обеспечиваться максимальной токовой защитой на землю (код ANSI 51N) при достаточном токе замыкания на землю.
- Защита «64G2», соответствующая функции защиты по минимальному напряжению нулевой последовательности 3-й гармоники (обычно код ANSI 27TN), алгоритм работы которой зависит от типа присоединения выводов ТН.

При однофазном замыкании из-за тока нулевой последовательности повышается потенциал нейтрали, определяемый защитой 59N. При этом, с учетом естественной несимметрии трехфазной сети порог чувствительности функции 59N устанавливается не ниже 10 - 15% фазного напряжения.

При однофазном замыкании статорной обмотке, вблизи нейтрали, повышение потенциала нейтрали может быть недостаточным для отключения защитой 59N.

Объединение функций 59N + 27TN обеспечивает полную защиту статорной обмотки. В соответствии с регулировками:

- функция 59N обеспечивает защиту 85 - 95% статорной обмотки со стороны выводов;
- функция 27TN обеспечивает защиту 10 - 20% статорной обмотки со стороны нейтрали.

Для обеспечения полной защиты обмотки статора требуется использование защит 64G1 (59N или 51N) и 64G2 (27TN) (для более подробной информации см. описание каждой из этих функций).

Защита трехфазных обмоток от замыканий фазы на землю.

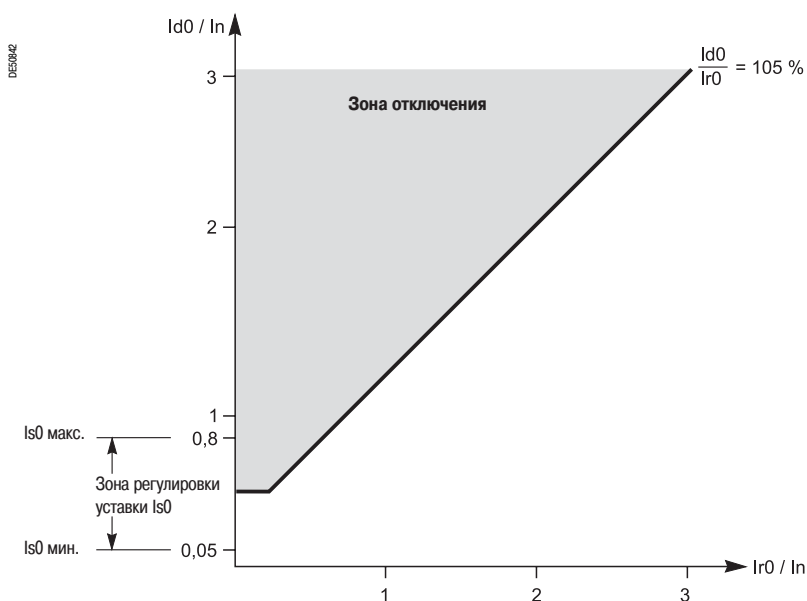
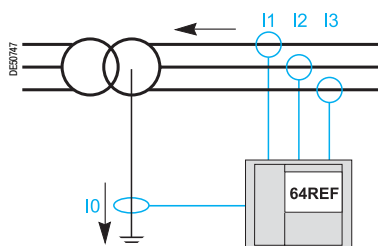
Работа

Данная функция позволяет обнаружить замыкания между фазой и землей в трёхфазной обмотке с заземлённой нейтралью.

Функция используется для защиты генераторов или трансформаторов.

В зависимости от первичных измерений защищаемая зона устанавливается путем параметрирования:

- между ТТ фазного I1, I2, I3 и замером тока в нейтрали I0;
- между ТТ фазного I'1, I'2, I'3 и замером тока в нейтрали I'0.



Защита основана на сравнении значения тока нулевой последовательности, вычисленного по сумме токов в трех фазах, и значения тока в нейтрали. Эти два значения тока позволяют определить дифференциальный ток нулевой последовательности и тормозной ток:

■ дифференциальный ток нулевой последовательности: $Id0 = |\vec{I0\Sigma} - \vec{I0}|$

■ тормозной или сквозной ток нулевой последовательности: значение тормозного тока зависит от того, обнаружено или нет внешнее повреждение по отношению к защищаемой зоне:

□ без обнаружения внешнего повреждения

$$Ir0 = |\vec{I0\Sigma}|$$

□ при обнаружении внешнего повреждения: защита становится нечувствительной к насыщению трансформаторов тока, но защита не блокируется

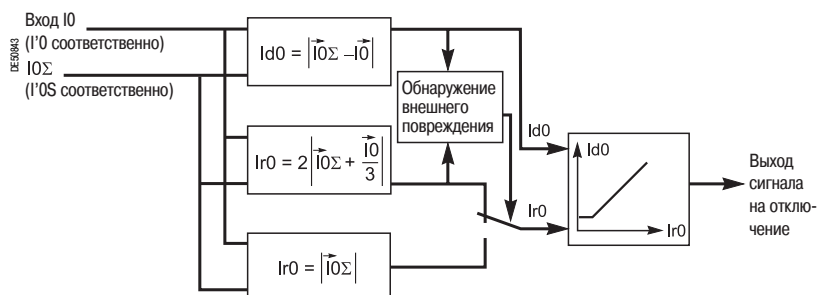
$$Ir0 = 2 \times \left| \vec{I0\Sigma} + \frac{\vec{I0}}{3} \right|$$

Защита срабатывает, если значение дифференциального тока нулевой последовательности больше порога срабатывания. Порог срабатывания определяется:

■ в соответствии с минимальной уставкой Is0;

■ в соответствии с характеристикой отключения при коэффициенте крутизны 1,05 между тормозным и дифференциальным токами нулевой последовательности.

Алгоритм работы защиты



Дифференциальная защита
от замыканий на землю
Код ANSI 64REF

3

Датчики тока

Для обеспечения точности и устойчивости данной защиты трансформаторы тока должны быть типа 5Р20. Мощность выбирается таким образом, чтобы нагрузка от сопротивления монтажных проводов было меньше номинальной нагрузки трансформаторов тока, например:

$V_{ACT} > R_{\Omega} I_n^2$,

где VACT - номинальная мощность трансформатора тока;

In - номинальный вторичный ток трансформатора тока.

При этих условиях правильная работа обеспечивается для большинства видов применения.

Для трансформаторов тока класса РХ необходимо соблюдать следующие правила использования:

- для защиты трансформатора от замыканий на землю:
 - устойчивость при внешнем замыкании обеспечивается, если ток насыщения трансформаторов фазного тока более чем в 2,4 раза превышает значение тока замыкания фазы на землю и более чем в 1,6 раза больше тока трехфазного замыкания;
 - чувствительность к внутренним замыканиям обеспечивается, если ток насыщения трансформатора тока в нейтрали более чем в два раза превышает значение тока замыкания фазы на землю;
- для защиты генератора от замыканий на землю:
 - устойчивость при внешнем замыкании обеспечивается, если ток насыщения трансформаторов фазного тока более чем в два раза превышает значение номинального тока генератора;
 - чувствительность к внутренним замыканиям обеспечивается, если ток насыщения трансформатора тока в нейтрали более чем в два раза превышает значение тока замыкания фазы на землю защищаемого генератора.

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (I и I0) дополнительные каналы (I' и I'0)			
Is0				
регулировка	0,05 In – 0,8 In при In ≥ 20 A 0,1 In – 0,8 In при In < 20 A			
точность ⁽¹⁾	5 %			
разрешение	1 A или 1 разряд			
отношение отпущания/запуск	93 %			
Временные характеристики				
время срабатывания	< 40 мс			
время превышения	< 25 мс			
время возврата	< 40 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P64REF_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P64REF_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	P64REF_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P64REF_x_16	■	■	

x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Защита двигателей от перегрева, вызванного слишком частыми пусками или пусками, слишком приближенными друг к другу по времени.

Работа

Защита от перегрева двигателя, вызванного:

- слишком частыми пусками: при достижении максимального разрешенного количества пусков включение двигателя блокируется;
- пусками, слишком приближенными друг к другу по времени: после остановки включение двигателя разрешается только спустя определенный регулируемый период времени, в течение которого двигатель находится в нерабочем состоянии. Пуск определяется, когда потребляемый ток на 5% превышает значение тока I_b .

Количество пусков ограничивается:

- количеством пусков (N_t), разрешенных за период времени (P);
- количеством последовательных "горячих" разрешенных пусков (N_c);
- количеством последовательных "холодных" разрешенных пусков (N_f).

Количество последовательных пусков - это пуски, подсчитанные в течение последних P/N_t минут. Горячее состояние двигателя соответствует превышению фиксированной уставки (50% нагрева) функции тепловой защиты.

При повторном запуске двигателя возникает нагрузка, близкая по значению к той, которой двигатель подвергается при пуске, но без провала тока ниже 5% тока I_b . В этом случае количество пусков не увеличивается.

Однако возможно увеличение количества пусков в случае повторного запуска, когда повторный пуск фиксируется через логический вход или при выдаче информации от редактора логических уравнений либо с помощью программы Logiprat (вход "Повторный запуск двигателя").

Выдержка времени T "Остановка/пуск" может использоваться для блокировки повторного запуска двигателя после его остановки на время этой выдержки, и, таким образом, устанавливается минимальное время остановки двигателя перед каждым повторным пуском.

Учет информации о включенном выключателе

При использовании синхронных двигателей рекомендуется подавать информацию "Выключатель включен" на логический вход для обеспечения более точного определения количества пусков.

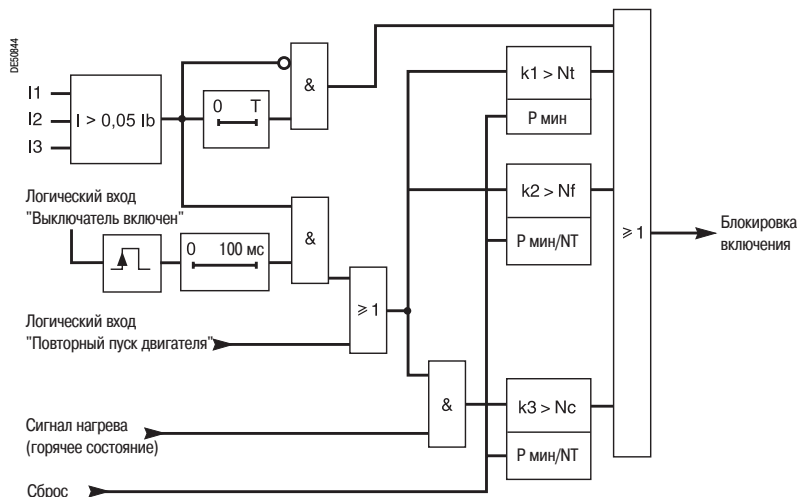
Эксплуатационные данные

Пользователь имеет возможность получить следующую информацию:

- продолжительность запрета пуска;
- количество пусков до запрета.

См. "Функции диагностики сети и электрической машины".

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Период времени (P)				
регулировка	1 - 6 ч			
разрешение	1 ч			
Общее количество пусков N_t , разрешенных за период времени P				
регулировка	1 - 60			
разрешение	1			
Количество последовательных «горячих» разрешенных пусков (N_h)				
регулировка	1 - N_t			
разрешение	1			
Количество последовательных «холодных» разрешенных пусков (N_c)				
регулировка	1 - N_t			
разрешение	1			
Выдержка времени остановка/пуск				
регулировка	0 - 90 мин (0 - нет выдержки времени)			
разрешение	1 мин			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P66_1_101	■	■	
повторный пуск двигателя	P66_1_102	■	■	
блокировка функции защиты	P66_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	P66_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P66_1_16	■	■	
блокировка остановка/пуск	P66_1_29	■	■	
общее количество произведенных пусков	P66_1_30	■	■	
количество произведенных последоват. пусков	P66_1_31	■	■	

Защита от межфазных коротких замыканий обеспечивает селективное отключение в зависимости от направления тока повреждения.

Работа

Данная защита сочетает в себе функцию максимальной токовой защиты в фазах с функцией обнаружения направления. Защита запускается, если функция максимальной токовой защиты в фазах в каком-либо выбранном направлении (линия или сборные шины) активируется, по крайней мере, в одной из трех фаз (или, в соответствии с установленными параметрами, в двух фазах из трех):

- эта защита является трехфазной и имеет независимую или зависимую выдержку времени;
- каждая из двух ступеней защиты имеет две группы уставок. Переключение на группу А или В осуществляется через логический вход или с помощью дистанционного управления в соответствии с установленными параметрами;
- с данной защитой может использоваться персонализированная кривая, построение которой производится поточно;
- регулируемая выдержка времени таймера удержания, зависимая и независимая, обеспечивает координацию с электромеханическими реле и обнаружение повторяющихся повреждений;
- сигнализация, связанная со срабатыванием защиты, указывает поврежденную фазу или поврежденные фазы.

Направление отключения

Направление тока определяется измерением его фазы по отношению к величине поляризации. Направление к сборным шинам или к линии указывается следующим образом:



Зона отключения защитой определяется с помощью установки параметров: отключение в зоне сборных шин или в зоне линии. Обратной зоной является зона, в которой защита не работает. Определение тока в обратной зоне используется для сигнализации.

Величина поляризации

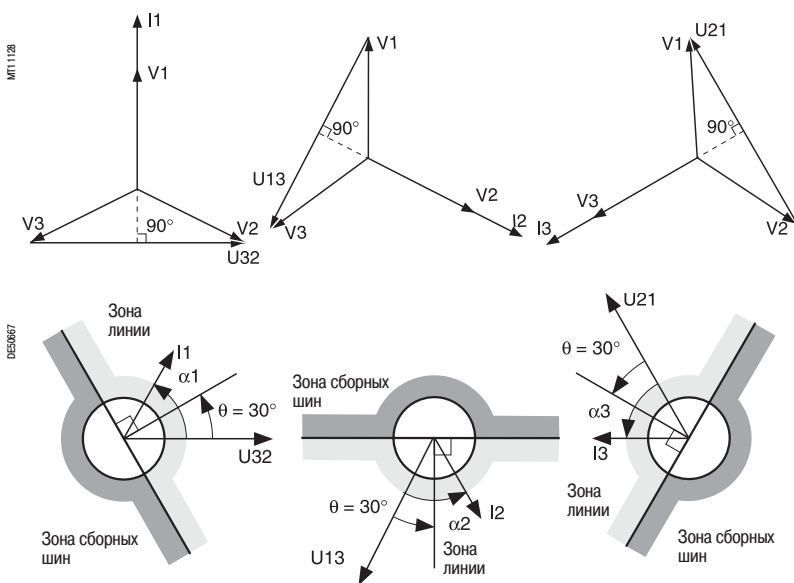
Величиной поляризации является линейное напряжение в квадратуре с током при $\cos\theta = 1$ (угол подключения 90°). Плоскость векторов тока одной фазы разделена на две полуплоскости, соответствующие зоне линии и зоне сборных шин. Характеристический угол θ - это угол, образуемый перпендикуляром к прямой, разграничивающей эти две зоны, и величиной поляризации.

Запоминание значений напряжения

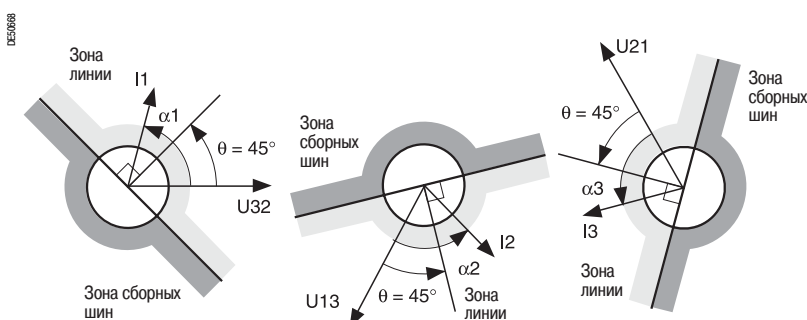
В случае полного исчезновения напряжений при трехфазном коротком замыкании, близком к сборным шинам, уровень напряжения может быть недостаточным для определения направления повреждения ($< 1,5\% U_{нр}$). В этом случае защитой используется устройство запоминания значений напряжения для надежного определения направления замыкания. Информация о направлении повреждения сохраняется в памяти, пока уровень напряжения остается очень низким и значение тока выше уставки I_s .

Включение по предшествующему повреждению

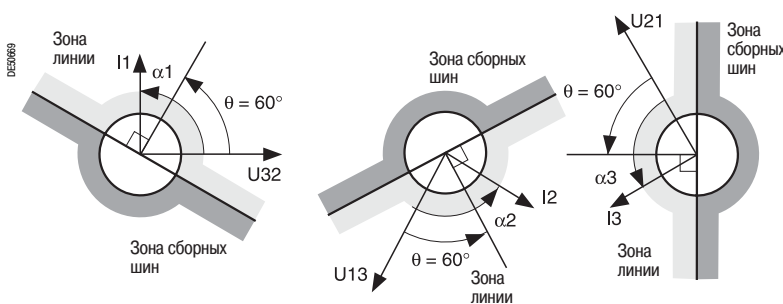
Если выключатель включен на имеющееся трехфазное замыкание на уровне сборных шин, устройство запоминания напряжения не работает. Следовательно, направление повреждения не определяется и защита не работает. В этом случае следует использовать резервную защиту 50/51.



Отключение при замыкании в зоне линии при $\theta = 30^\circ$



Отключение при замыкании в зоне линии при $\theta = 45^\circ$

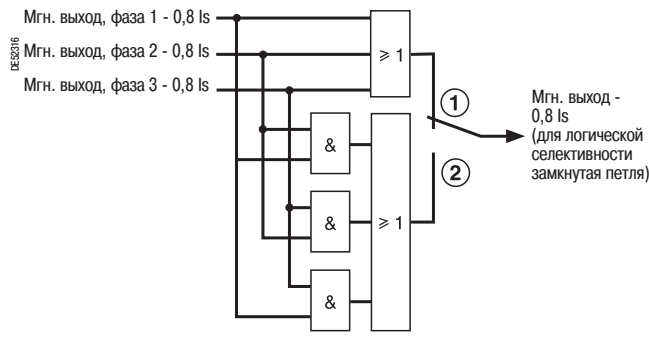
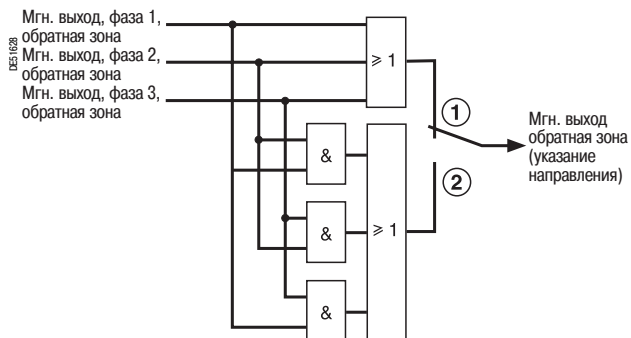
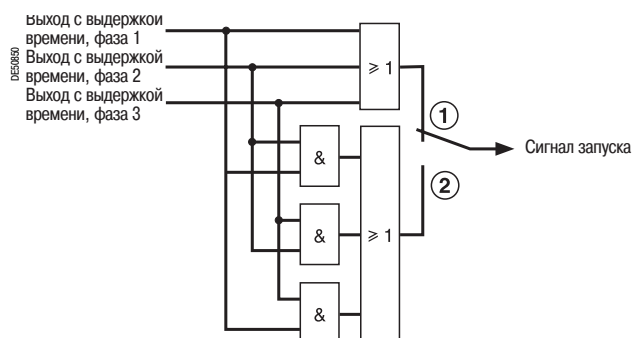
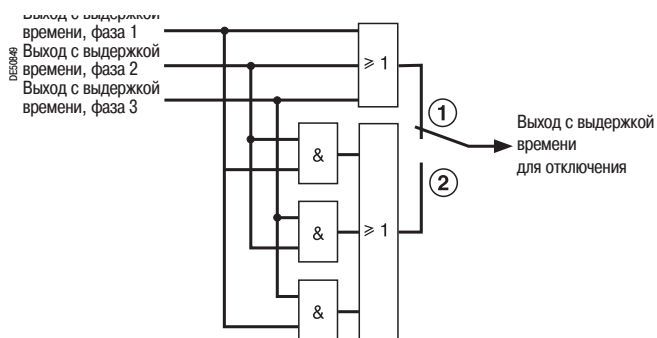
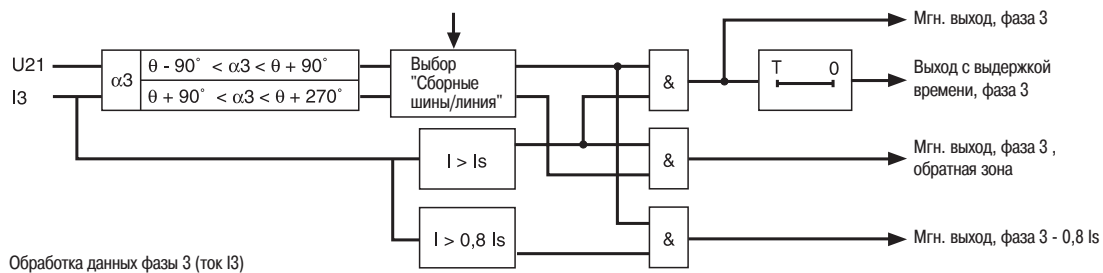
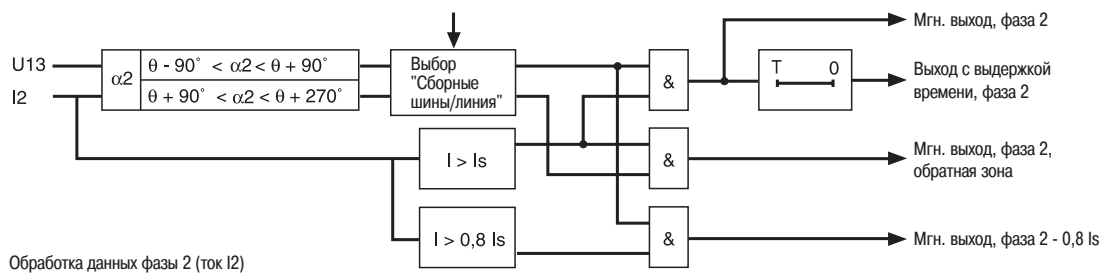
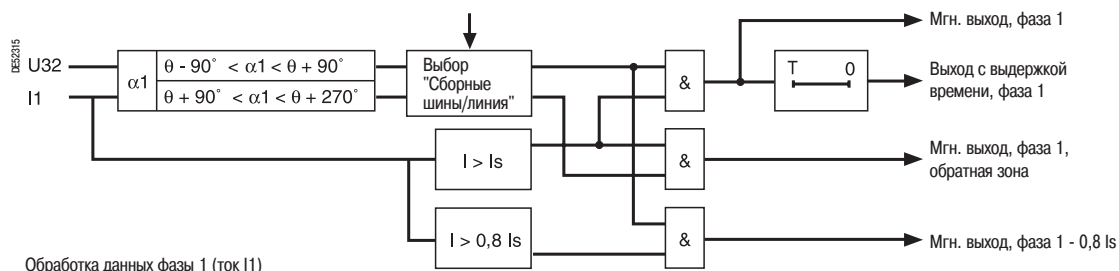


Отключение при замыкании в зоне линии при $\theta = 60^\circ$

Логика отключения

В некоторых случаях целесообразно выбирать вариант логики отключения "Две фазы из трех". Такой вариант может применяться при защите двух трансформаторов (Dy), соединенных параллельно. В случае двухфазного замыкания в первичной обмотке какого-либо из трансформаторов обнаруживается распределение токов со стороны его вторичной обмотки в соотношении 2-1-1. Наибольший ток присутствует в предполагаемой зоне (зона срабатывания по аварийной подводящей линии, не срабатывания по исправной линии). Один из меньших токов присутствует на границе зон. В зависимости от параметров линий этот ток может даже присутствовать в аварийной зоне. Таким образом, возможен риск отключения обеих подводящих линий.

Алгоритм работы защиты



Grouping of output data.

Настройка логики отключения:

- ① Одна фаза из трех
- ② Две фазы из трех

Максимальная направленная токовая защита в фазах
Код ANSI 67

3

Кривая отключения	Таймер удержания
независимая выдержка времени (DT)	с независимой выдержкой времени
обратно зависимая выдержка (SIT)	с независимой выдержкой времени
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	с независимой выдержкой времени
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT)	с независимой выдержкой времени
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	с независимой выдержкой времени
кривая RI	с независимой выдержкой времени
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - очень обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
персонализированная кривая	с независимой выдержкой времени

Характеристики

Регулировки				
Характеристический угол θ				
регулировка		30°, 45°, 60°		
точность ⁽¹⁾		±2 %		
Кривая отключения				
регулировка		в соответствии с перечнем в таблице выше		
Уставка Is				
регулировка	с независимой выдержкой	0,1 In ≤ Is ≤ 24 In, в амперах		
	с зависимой выдержкой	0,1 In ≤ Is ≤ 2,4 In, в амперах		
точность ⁽¹⁾		±5 %		
разрешение		1 А или 1 разряд		
коэффициент возврата		93,5% (с мин. отклонением возврата 0,015 In)		
Выдержка времени T (время срабатывания для 10 Is)				
регулировка	с независимой выдержкой	мгн. 50 мс ≤ T ≤ 300 с		
	с зависимой выдержкой	100 мс ≤ T ≤ 2,5 с или TMS ⁽²⁾		
точность ⁽¹⁾	с независимой выдержкой	± 2% или от -10 мс до +25 мс		
	с зависимой выдержкой	класс 5 или от -10 мс до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Предварительные регулировки				
Направление отключения				
регулировка		линия/сборные шины		
Логика отключения				
регулировка		одна фаза из трех / две фазы из трех		
Время удержания T1				
регулировка	с независимой выдержкой	0; 0,05 - 300 с		
	с зависимой выдержкой ⁽³⁾	0,5 - 20 с		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Временные характеристики				
время срабатывания		запуск < 75 мс при 2 Is (65 мс тип.) мгн. < 90 мс при 2 Is (мгн. подтверждение) (75 мс тип.)		
время превышения		< 40 мс		
время возврата		< 50 мс (для T1 = 0)		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P67_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P67_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P67_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P67_x_3	■	■	■
отпадание реле	P67_x_4	■	■	
мгн. выход, обратная зона	P67_x_6	■	■	
повреждение фазы 1	P67_x_7	■	■	
повреждение фазы 2	P67_x_8	■	■	
повреждение фазы 3	P67_x_9	■	■	
блокировка функции защиты	P67_x_16	■	■	
мгн. выход для 0,8 Is	P67_x_21	■	■	
выход с выдержкой времени, 1 из 3	P67_x_36	■	■	
выход с выдержкой времени, 2 из 3	P67_x_37	■	■	

x: номер ступени:
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):
● обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A от 0,04 до 4,20;
● очень обратно зависимая выдержка (VIT) и МЭК VIT/B: от 0,07 до 8,33;
● очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B: от 0,01 до 0,93;
● чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT) и МЭК EIT/C: от 0,13 до 15,47;
● IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;
● IEEE - очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;
● IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32;
● IAC - обратно зависимая выдержка: от 0,34 до 42,08;
● IAC - очень обратно зависимая выдержка: от 0,61 до 75,75;
● IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,08 до 134,4.
(3) Только для стандартных кривых отключения типа МЭК, IEEE и IAC.

Защита от замыканий на землю обеспечивает селективное отключение в зависимости от направления тока повреждения.

Описание

Для адаптации ко всем видам применения и ко всем системам заземления нейтрали защита работает по двум характеристикам разного типа, по выбору:

■ тип 1: защита использует проекцию вектора I_0 .

Этот метод защиты адаптирован к фидерам в сетях с резистивной нейтралью, изолированной или компенсированной нейтралью.

■ тип 2: защита использует величину вектора I_0 и работает как максимальная токовая защита от замыканий на землю, к которой добавлен критерий направления.

Функция адаптирована к использованию в замкнутой распределительной сети с глухозаземленной нейтралью.

Направление отключения

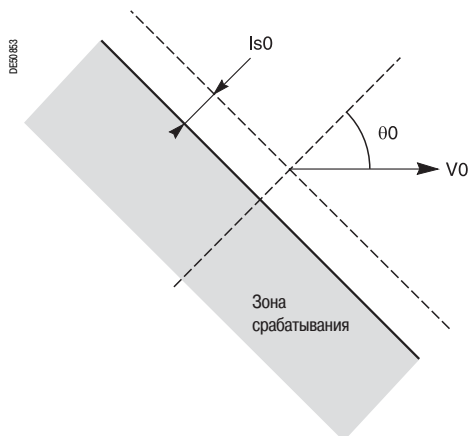
Направление тока нулевой последовательности к сборным шинам или к линии указывается следующим образом:



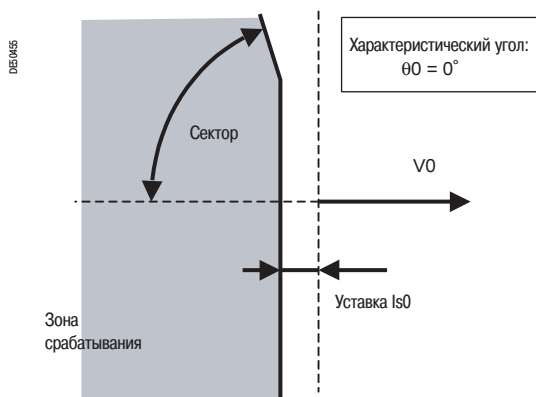
Зона отключения защитой определяется с помощью установки параметров: отключение в зоне сборных шин или в зоне линии.

Обратной зоной является зона, в которой защита не работает. Определение тока в обратной зоне используется для сигнализации.

Защита от замыканий на землю в сетях с заземленной через резистор нейтралью или с компенсированной нейтралью.



Характеристика отключения защиты ANSI 67N/67NC, тип 1 (характеристический угол $\theta_0 = 0^\circ$).



Характеристика отключения защиты ANSI 67N/67NC, тип 1 (характеристический угол $\theta_0 = 0^\circ$).

Работа

Функция определяет проекцию тока нулевой последовательности I_0 на характеристическую прямую, положение которой устанавливается регулировкой характеристического угла θ_0 по отношению к напряжению нулевой последовательности. Эта проекция сравнивается с уставкой I_{s0} . Этот метод защиты адаптирован к фидерам в сетях с резистивной нейтралью, изолированной или компенсированной нейтралью.

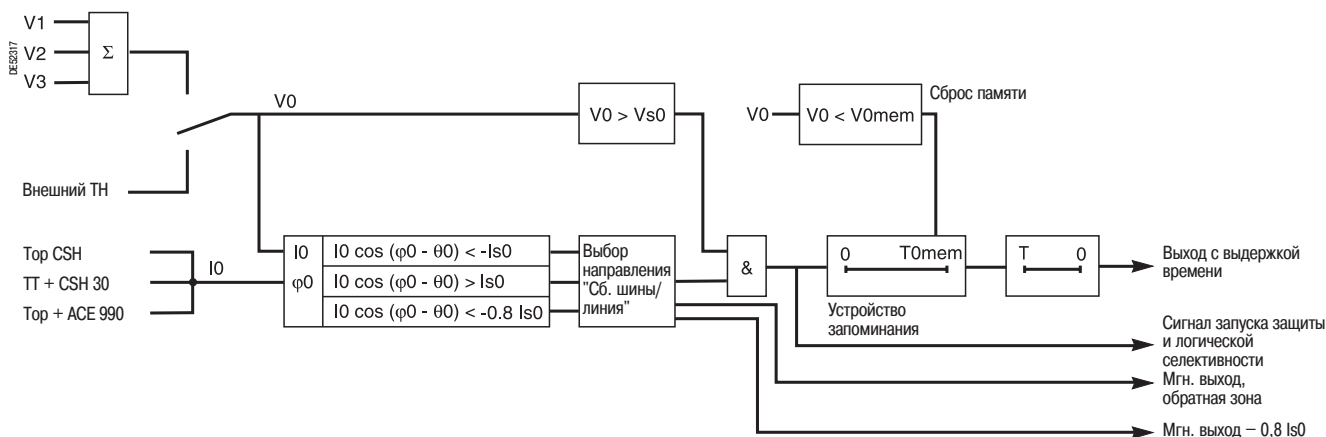
В случае с компенсированной нейтралью защита характеризуется способностью обнаруживать замыкания очень короткой продолжительности и повторяющиеся (возвращающиеся) замыкания. В случае с катушками Петерсена без добавочного сопротивления обнаружение замыкания в установившемся режиме невозможно в силу отсутствия активной составляющей тока нулевой последовательности. Защита использует переходный процесс в начале замыкания, чтобы обеспечить отключение. Регулировка $\theta_0 = 0^\circ$ адаптирована к использованию в сетях с компенсированной или с заземленной через резистор нейтралью. В случае выбора данной регулировки параметрирование сектора позволяет сократить зону срабатывания защиты, чтобы обеспечить ее устойчивость на исправной отходящей линии. Защита срабатывает в зависимости от значения тока нулевой последовательности, измеренного на входе реле I_0 (срабатывание по сумме трех фазных токов невозможно). Защита блокируется при значениях напряжения нулевой последовательности ниже уставки V_{s0} . Данная защита имеет независимую выдержку времени. Направление срабатывания защиты может устанавливаться со стороны сборных шин или со стороны линии.

Каждая из двух ступеней защиты имеет две группы уставок. Переключение на группу А или В осуществляется через логический вход или с помощью дистанционного управления в соответствии с установленными параметрами

Память

Обнаружение повторяющихся замыканий контролируется выдержкой времени T_{0mem} , которая продлевает действие переходной информации о превышении уставки и обеспечивает, таким образом, срабатывание независимой выдержки времени даже в случае быстро исчезающих (≈ 2 мс) и периодически повторяющихся замыканий. Даже в случае использования катушки Петерсена без добавочного сопротивления срабатывание защиты обеспечивается благодаря обнаружению повреждения во время переходного процесса, и это обнаружение сохраняется в течение всего периода действия повреждения на основании критерия $V_0 \geq V_{0mem}$ и с ограничением T_{0mem} . Для этого типа применения T_{0mem} должно быть больше T (независимая выдержка времени).

Алгоритм работы защиты



Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю

Код ANSI 67N/67NC

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка		I ₀ /I' ₀		
Характеристический угол θ				
регулировка		-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°		
точность ⁽¹⁾		±2°		
Уставка Is0				
регулировка		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (≥ 0,1 A) в амперах		
сумма TT		0,01 In ≤ Is0 ≤ 15 In (≥ 0,1 A)		
с датчиком CSH	ном. ток 2 A	0,1 - 30 A		
	ном. ток 20 A	0,2 - 300 A		
TT + CSH 30		0,01 In0 ≤ Is0 ≤ 15 In0 (≥ 0,1 A)		
тор нулевой последоват. с ACE 990		0,01 In ≤ Is0 ≤ 15 In0 (≥ 0,1 A)		
точность ⁽¹⁾		±5 %		
разрешение		1 A или 1 разряд		
коэффициент возврата		93,5 %		
Выдержка времени T (кривая отключения с независимой выдержкой времени)				
регулировка		мгн. 50 мс ≤ T ≤ 300 с		
точность ⁽¹⁾		±2% или от -10 мс до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Предварительные регулировки				
Направление отключения				
регулировка		линия / сборные шины		
Уставка Vs0				
регулировка		2 % Unp - 80 % Unp		
точность ⁽¹⁾		±5 % or ±0.005 Unp		
разрешение		1 %		
коэффициент возврата		93,5 % ±5 % or > (1 - 0.006 Unp/Vs0) x 100 %		
Сектор				
регулировка		86°, 83°, 76°		
точность ⁽¹⁾		±2°		
Время запоминания T0mem				
регулировка		0; 0,05 - 300 с		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Напряжение по памяти V0mem				
регулировка		0; 2 – 80 % Unp		
разрешение		1 %		
Временные характеристики				
время срабатывания		запуск < 35 мс		
время превышения		< 35 мс		
время возврата		< 35 мс (при T0mem = 0)		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P67N_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P67N_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P67N_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P67N_x_3	■	■	■
отпадание реле	P67N_x_4	■	■	
мгн. выход, обратная зона	P67N_x_6	■	■	
блокировка функций защиты	P67N_x_16	■	■	
мгн. выход для 0,8 Is0	P67N_x_21	■	■	

x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Стандартная регулировка

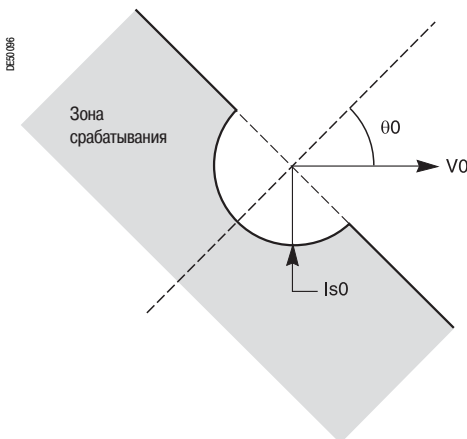
Нижеуказанные регулировки приведены для обычных случаев использования при различных вариантах заземления нейтрали.

В заштрихованных ячейках даны регулировки по умолчанию

	Изолированная нейтраль	Резонансно-заземленная нейтраль	Компенсированная нейтраль
уставка Is0	регулировка на основании изучения селективности	регулировка на основании изучения селективности	регулировка на основании изучения селективности
характеристический угол θ_0	90°	0°	0°
выдержка времени T	регулировка на основании изучения селективности	регулировка на основании изучения селективности	регулировка на основании изучения селективности
направление	линия	линия	линия
уставка Vs0	2% от Uns	2% от Uns	2% от Uns
сектор	нет	86°	86°
время запоминания T0mem	0	0	200 мс
напряж. запоминания V0mem	0	0	0

Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю
Код ANSI 67N/67NC
Тип 2

Защита от замыканий на землю в сетях с заземленной через резистор нейтралью или с глухозаземленной нейтралью.



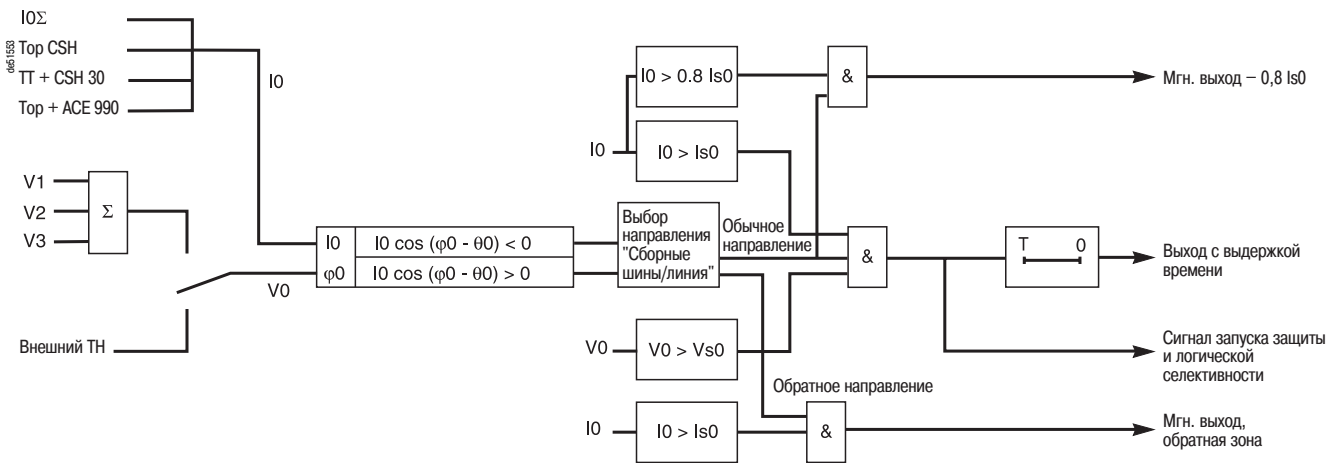
Характеристика отключения защиты ANSI 67N/67NC типа 2

Работа

Данная защита работает как максимальная токовая защита от замыканий на землю, к которой добавлен критерий направления. Функция адаптирована к использованию в замкнутой распределительной сети с глухозаземленной нейтралью. Функция имеет все характеристики максимальной токовой защиты на землю (50N/51N) и, таким образом, может легко согласовываться с этим вариантом защиты. Ток нулевой последовательности - это ток, измеренный на одном из выходов I0 Sepam или вычисленный суммой значений главных фазных токов (I) в соответствии с параметрированием. Направление срабатывания защиты может устанавливаться со стороны сборных шин или со стороны линии. Данная защита имеет независимую или зависимую выдержку времени. Каждая из двух ступеней защиты имеет две группы уставок. Переключение на группу А или В осуществляется через логический вход или с помощью дистанционного управления в соответствии с установленными параметрами. С данной защитой может использоваться персонализированная кривая, построение которой производится поточно. Регулируемая выдержка времени таймера удержания, зависимая и независимая, обеспечивает координацию с электромеханическими реле и обнаружение повторяющихся замыканий.

Кривая отключения	Время удержания
независимая выдержка времени (DT)	с независимой выдержкой времени
обратно зависимая выдержка (SIT)	с независимой выдержкой времени
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	с независимой выдержкой времени
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT)	с независимой выдержкой времени
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	с независимой выдержкой времени
кривая RI	с независимой выдержкой времени
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B	с зависимой или независимой выдержкой времени
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - очень обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	с зависимой или независимой выдержкой времени
персонализированная кривая	с независимой выдержкой времени

Алгоритм работы защиты



Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю

Код ANSI 67N/67NC

Тип 2

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка				I_0 $I'0$ $I0\Sigma$ (сумма токов в главных фазных каналах)
Характеристический угол θ				
регулировка				-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
точность ⁽¹⁾				±2°
Кривая отключения				
регулировка				см. предыдущую страницу
Уставка I_{s0}				
регулировка с независимой выдержкой времени				0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq 15 I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$), в амперах
	сумма ТТ			0,01 $I_n \leq I_{s0} \leq 15 I_n$ ($\geq 0,1 A$)
	с датчиком CSH	ном. ток 2 A		0,1 - 30 A
		ном. ток 20 A		0,2 - 300 A
	ТТ + CSH 30			0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq 15 I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$)
	тор нулевой последовательности с ACE 990			0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq 15 I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$)
регулировка с зависимой выдержкой				0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$), в амперах
	сумма ТТ			0,01 $I_n \leq I_{s0} \leq I_n$ ($\geq 0,1 A$)
	с датчиком CSH	ном. ток 2 A		0,1 to 2 A
		ном. ток 20 A		0,2 to 20 A
	ТТ + CSH 30			0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$)
	тор нулевой последовательности с ACE 990			0,01 $I_{n0} \leq I_{s0} \leq I_{n0}$ ($\geq 0,1 A$)
точность ⁽¹⁾				±5 %
разрешение				0,1 A или 1 разряд
коэффициент возврата				93,5 %
Выдержка времени Т (время срабатывания для 10 I_{s0})				
регулировка	с независимой выдержкой			мгн. 50 мс $\leq T \leq 300$ с
	с зависимой выдержкой			100 мс $\leq T \leq 12,5$ с или TMS ⁽²⁾
точность ⁽¹⁾	с независимой выдержкой			± 2% или от -10 мс до +25 мс
	с зависимой выдержкой			класс 5 или от -10 мс до +25 мс
разрешение				10 мс или 1 разряд
Предварительные регулировки				
Направление отключения				
регулировка				линия/сборные шины
Уставка V_{s0}				
регулировка				2% Unp - 80% Unp
точность ⁽¹⁾				±5 %
разрешение				1 %
Таймер удержания Т1				
регулировка	с независимой выдержкой			0; 0,05 - 300 с
	с зависимой выдержкой ⁽³⁾			0,5 - 20 с
разрешение				10 мс или 1 разряд
Временные характеристики				
время срабатывания				запуск < 35 мс при 2 I_{s0} (25 мс, тип.) мгн. < 50 мс при 2 I_{s0} (мгн. подтверждено) (35 мс, тип.)
время превышения				< 35 мс
время возврата				< 40 мс (для Т1 = 0)

х: номер ступени:

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

(2) Диапазон уставок в режиме TMS (Time Multiplier Setting):

обратно зависимая выдержка (SIT) и МЭК SIT/A от 0,04 до 4,20;

очень обратно зависимая выдержка (VIT) и МЭК VIT/B: от 0,07 до 8,33;

очень обратно зависимая выдержка (LTI) и МЭК LTI/B: от 0,01 до 0,93;

чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT) и МЭК EIT/C:

от 0,13 до 15,47;

IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка: от 0,42 до 51,86;

IEEE - очень обратно зависимая выдержка: от 0,73 до 90,57;

IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,24 до 154,32;

IAC - обратно зависимая выдержка: от 0,34 до 42,08;

IAC - очень обратно зависимая выдержка: от 0,61 до 75,75;

IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка: от 1,08 до 134,4.

(3) Только для стандартных кривых отключения типа МЭК, IEEE и IAC.

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P67N_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P67N_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P67N_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P67N_x_3	■	■	■
отпадание реле	P67N_x_4	■	■	
мгн. выход, обратная зона	P67N_x_6	■	■	
блокировка функции защиты	P67N_x_16	■	■	
мгн. выход для 0,8 I_{s0}	P67N_x_21	■	■	

Защита синхронных двигателей и генераторов от потери синхронизма.

Работа

Защита синхронных генераторов и двигателей от потери синхронизма, основанная на вычислении значения активной мощности.

Защита имеет два независимых режима работы:

- сравнение площадей разгона и торможения электрической машины;
- расчет числа изменений направления потока мощности.

В соответствии с установленными параметрами могут использоваться один или оба критерия работы защиты.

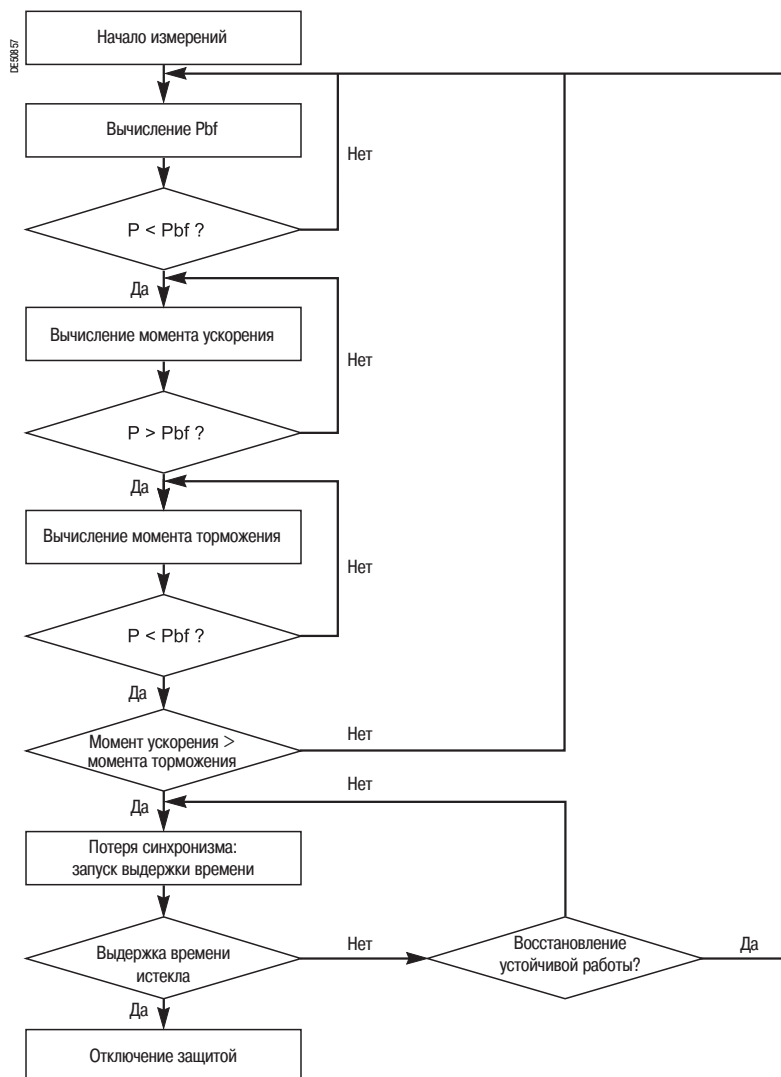
Режим работы по сравнению площадей разгона и торможения электрической машины

Функция обеспечивает вычисление площади ускорения при появлении повреждения, а затем вычисляет момент торможения при исчезновении повреждения. Защита срабатывает, если площадь ускорения больше площади торможения.

Функция обеспечивает вычисление в постоянном режиме значения средней мощности за 4 секунды, называемого «Мощность перед повреждением» (P_{bf}), которое соответствует электрической мощности, выдаваемое генератором или потребляемой электродвигателем. Защита включается, если значение мгновенной мощности отличается от значения P_{bf} .

Выдержка времени позволяет задержать отключение защитой. Если в течение этой выдержки времени наблюдается восстановление устойчивой работы оборудования, то защита переводится в исходное состояние и отключение не производится.

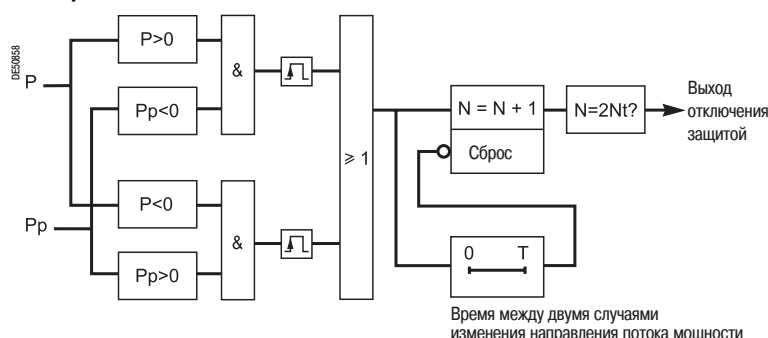
Алгоритм работы защиты



Изменение направления потока мощности

Функция определяет изменение знака потока активной мощности. При каждом сдвиге фаз между электродвижущей силой электрической машины и сети определяется двукратное изменение направления потока мощности. Определение изменения направления потока мощности определяется путем сравнения знака мгновенной мощности со знаком потока мощности, проходившего за 14 мс до этого (P_p). Если знаки различаются, определяется изменение направления потока мощности. Отключение защитой производится, если количество определенных случаев изменения направления потока мощности равно количеству, установленному в соответствии с регулировкой. Защита имеет выдержку времени, позволяющую установить максимальный промежуток времени между двумя случаями изменения направления потока мощности. Выдержка времени делает защиту нечувствительной к колебаниям мощности с низкой частотой.

Алгоритм работы защиты при изменении направлении потока мощности



Датчики тока

Используются трансформаторы тока:

- типа 5P20 номинальной мощностью $VA_{ТТ} > R_f I_n^2$,
где: $VA_{ТТ}$ – номинальная мощность трансформатора тока;
 I_n – номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока;
 R_f – сопротивление электрических проводов;
- или в соответствии с напряжением «изгиба» $V_k \geq (R_{ТТ} + R_f) 20 I_n$.
где: $R_{ТТ}$ – внутреннее сопротивление ТТ.

Характеристики

Регулировки

Выбор типа отключения

регулировка	1 - равенство площадей 2 - изменение направления потока мощности 3 - равенство площадей и изменение направления потока мощности
-------------	---

Выдержка времени в соответствии с вариантом 1

регулировка	$100 \text{ мс} \leq T \leq 300 \text{ с}$
точность (1)	$\pm 2\%$ или от -10 мс до $+25 \text{ мс}$
разрешение	10 мс или 1 разряд

Количество случаев изменения направления потока мощности

регулировка	$1 \leq \text{кол-во случаев изменения потока мощности} \leq 30$
точность (1)	-
разрешение	1 случай изменения потока мощности на 360°

Максимальное время между двумя случаями изменения направления потока мощности

регулировка	$1 \text{ с} \leq T \leq 300 \text{ с}$
точность (1)	$\pm 2\%$ или от -10 мс до $+25 \text{ мс}$
разрешение	1 с или 1 разряд

Временные характеристики

время срабатывания	38 мс при 2 Ps
--------------------	----------------

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений
возврат функции защиты	P78PS_1_101	■	■
блокировка функции защиты	P78PS_1_113	■	■

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P78PS_1_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P78PS_1_3	■	■	b
блокировка функции защиты	P78PS_1_16	■	■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Пример регулировки

Возьмем в качестве примера генератор на 3,15 МВА, используемый в промышленной установке, подсоединенный к сети с большой мощностью короткого замыкания. Параметры защиты от потери синхронизма устанавливаются, чтобы обеспечить отключение по критерию равенства площадей и в случае изменения направления потока мощности:

- отключение защитой по критерию равенства площадей: 300 мс;
- количество допустимых случаев изменения направления потока мощности: 2;
- максимальное время между двумя случаями изменения направления потока мощности: 10 с.

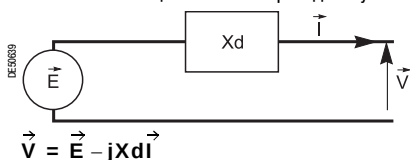
Принцип переходной устойчивости

Существуют три понятия устойчивости электрической сети:

- **устойчивость в постоянном режиме:** это понятие относится к незначительным изменениям нагрузки и, соответственно, мощности; такая устойчивость обеспечивается регулированием мощности;
- **динамическая устойчивость:** это понятие относится к более существенным изменениям нагрузки и мощности; такая устойчивость обеспечивается регулированием в сети;
- **переходная устойчивость:** это понятие относится к значительным изменениям мощности, например, при повреждениях; такая устойчивость обеспечивается сильным воздействием на сеть, например, сброс нагрузки, разгрузка от источников питания, переключение на автономную работу некоторых участков сети.

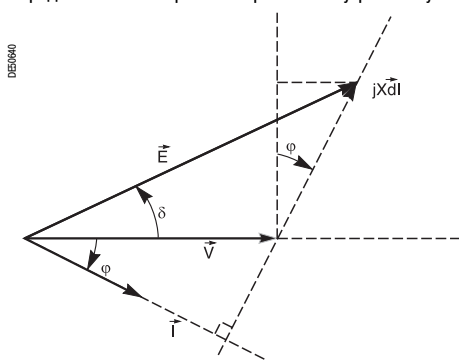
Функция защиты от потери синхронизма обеспечивает выявление случаев неустойчивости при переходных процессах.

Если генератор подсоединен к сети «бесконечной» мощности, то напряжение на выводах генератора зависит от напряжения сети. Для турбогенератора, при работе в постоянном режиме полное внутреннее сопротивление генератора равно его синхронному продольному реактивному сопротивлению X_d (сопротивление и возможное насыщение магнитопровода не учитываются).



где: E – электродвижущая сила (эдс) электрической машины;
 X_d – синхронное реактивное сопротивление;
 V – напряжение сети;
 I – ток, выдаваемый генератором.

Если предположить, что генератор выдает ток, то напряжение сети и ЭДС электрической машины не совпадают по фазе в силу присутствия синхронного реактивного сопротивления. Такой сдвиг фазы обычно называется внутренним углом машины или углом нагрузки. Если ЭДС опережает напряжение сети, внутренний угол будет положительным. Если ЭДС отстает от напряжения сети, внутренний угол будет отрицательным. Ниже представлено векторное изображение внутреннего угла:



Электрическая мощность, выдаваемая в сеть электрической машиной, рассчитывается по формуле:

$$P_e = 3VI \cos \varphi$$

По векторной диаграмме определяем: $E \sin \delta = X_d (I \cos \varphi) = X_d \left(\frac{P_e}{3V} \right)$

В соответствии с величиной ЭДС, внутреннего угла и синхронного реактивного сопротивления активная мощность рассчитывается по формуле: $P_e = \frac{3VE \sin \delta}{X_d}$

Это выражение позволяет рассчитать электрическую мощность, выдаваемую генератором в сеть, в зависимости от внутреннего угла и при условии, что величины V , E и X_d являются постоянными. Если пренебречь потерями (при кпд около 0,99), то отношение механической мощности P_m к выдаваемой электрической мощности P_e будет выражено формулой:

$$P_m = P_e + J\Omega \frac{d\Omega}{dt},$$

где: J – момент инерции электрической машины;
 Ω – угловая скорость вращающихся частей машины;
 P_m – механическая мощность, выдаваемая приводом.

Отношение скорости электрического поля к механической скорости выражается формулой:

$$\Omega = \frac{\omega}{p},$$

где: ω – угловая скорость электрического поля;
 p – число пар полюсов электрической машины.

Далее рассматривается пример для электрической машины с одной парой полюсов, при $p = 1$.

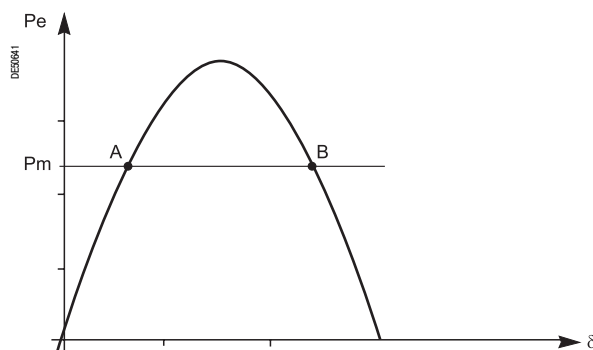
Отношение электрической мощности к механической мощности будет выражаться следующей формулой:

$$P_m = P_e + J\omega \frac{d\omega}{dt}$$

Изменения скорости непосредственно связаны с небалансом между механической и выдаваемой в сеть электрической мощностью:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega}$$

В постоянном режиме, то есть при работе без увеличения скорости, выдаваемая в сеть электрическая мощность равна механической мощности.



Кривая электрической мощности пересекает в двух точках (точки A и B на кривой) прямую постоянной механической мощности:

- в точке A при устойчивой работе:
- если имеется небольшое увеличение δ по отношению к его значению в точке A (ЭДС опережает напряжение сети), то выдаваемая в сеть электрическая мощность слегка возрастает. При этом механическая мощность остается постоянной:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0$$

Электрическая машина замедляется, пока выдаваемая электрическая мощность не равна механической мощности, поскольку производная скорости является отрицательной. Опережение ЭДС сокращается и, соответственно, уменьшается угол δ ;

- если величина δ слегка уменьшается по отношению к ее значению в точке A (опережение ЭДС по отношению к напряжению сети сокращается), то выдаваемая в сеть электрическая мощность несколько уменьшается. При этом механическая мощность остается постоянной:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0$$

Электрическая машина ускоряется, пока выдаваемая электрическая мощность не равна механической мощности, поскольку производная скорости является положительной. Опережение ЭДС возрастает и, соответственно, увеличивается угол δ .

■ в точке В при неустойчивой работе:

□ если имеется небольшое увеличение δ по отношению к его значению в точке В (ЭДС опережает напряжение сети), то выдаваемая в сеть электрическая мощность немного снижается. При этом механическая мощность остается постоянной:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0$$

Электрическая машина ускоряется, поскольку производная скорости является положительной. Опережение ЭДС возрастает и, соответственно, увеличивается угол δ .

□ если величина δ слегка уменьшается по отношению к ее значению в точке В (опережение ЭДС по отношению к напряжению сети сокращается), то выдаваемая в сеть электрическая мощность несколько возрастает. При этом механическая мощность остается постоянной:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0$$

Электрическая машина замедляется, поскольку производная скорости является отрицательной. Опережение ЭДС сокращается и, соответственно, уменьшается угол δ до значения в точке А.

Если характеристика машины проходит точку В, наблюдается ускорение электрической машины.

В момент замыкания, если предположить, что происходит металлическое трехфазное замыкание на выводах генератора, напряжение на выводах электрической машины будет нулевым. Следовательно, выдаваемая в сеть электрическая мощность нулевая:

$$P_e = \frac{3VE \sin \delta}{X_d} = \frac{3 \times 0 \times E \sin \delta}{X_d} = 0$$

Регулирование не успевает сработать, и механическая мощность на выводах электрической машины остается постоянной.

В результате замыкания возникает небаланс выдаваемой в сеть электрической мощности:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0$$

Поскольку производная скорости положительная, машина ускоряется и ЭДС опережает напряжение сети «бесконечной» мощности. Пока происходит замыкание, электрическая машина ускоряется.

Изменение скорости рассчитывается по формуле:

$$\int_{\omega_0}^{\omega_1} \omega d\omega = \frac{1}{J} \int_{t_0}^{t_1} P_m dt,$$

где:

постоянный режим работы до замыкания: t_0 , ω_0 , δ_0 ;
режим устранения замыкания: t_1 , ω_1 , δ_1 .

Интегралом $\int_{t_0}^{t_1} P_m dt$ представлено ускорение электрической машины.

Обычно эта величина называется зоной ускорения.

После устранения замыкания напряжение на выводах электрической машины больше не является нулевым.

Предполагается, что напряжение сети не изменилось, нагрузка до и после повреждения одна и та же и величина ЭДС осталась без изменений. Поскольку внутренний угол увеличился, электрическая мощность составит $P_e(t)$.

В зависимости от знака $P_m - P_e(t)$ машина замедляется или продолжает ускорение.

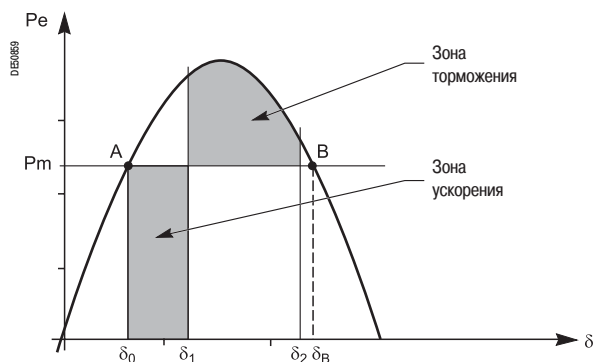
$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega d\omega = \frac{1}{J} \int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t)) dt$$

Обычно $P_m - P_e(t) < 0$. Этого условия недостаточно для восстановления устойчивости работы электрической машины.

■ устранение замыкания с восстановлением устойчивой работы электрической машины: восстановление режима работы до повреждения происходит при равенстве интегралов:

$$\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t)) dt = \int_{t_0}^{t_1} P_m dt$$

Интеграл $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t)) dt$ называется зоной торможения.

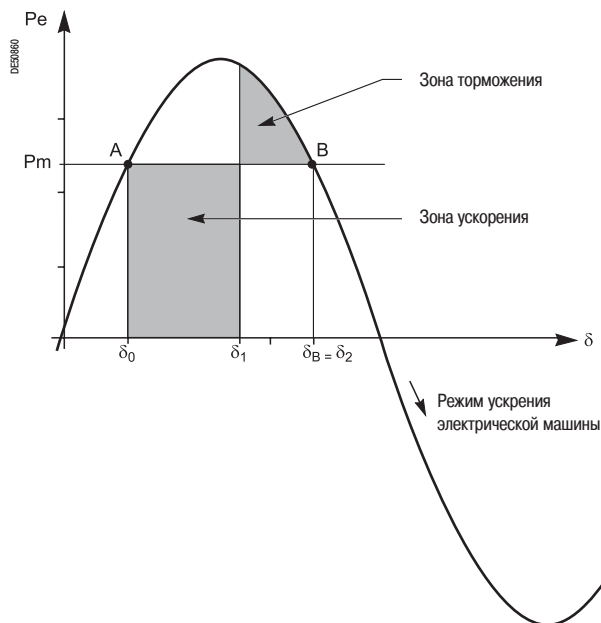


■ устранение замыкания и потеря синхронизма:

во время торможения характеристика электрической машины проходит точку В и машина вновь начинает ускоряться, поскольку выше этой точки: $P_m - P_e(t) > 0$.

Момент торможения $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t)) dt$ является недостаточным.

Электрическая машина ускоряется, и происходит потеря устойчивости. Машина начинает то выдавать, то потреблять электрическую энергию.



Помимо турбогенераторов, в представленном режиме могут работать и другие электрические машины. В этом случае форма характеристики P_e в зависимости от внутреннего угла будет отличной. То же происходит, когда напряжение на выводах электрической машины не снижается до нуля либо когда нагрузка изменяется в результате разгрузки при устранении повреждения. Пример для синхронного электродвигателя идентичен примеру для синхронного генератора, с той разницей, что электродвигатель не производит, а потребляет энергию. Напряжение сети опережает электродвижущую силу. Следовательно, необходимо произвести инверсию вышеуказанных отношений.

Устройство с 1-4 циклами работы для автоматического повторного включения после устранения неустойчивых повреждений в воздушных линиях.

Определения

Выдержка времени ожидания

Выдержка времени ожидания запускается командой на включение выключателя, выдаваемой устройством АПВ. Если до окончания выдержки времени ожидания никакое повреждение не выявлено, то начальное повреждение считается устраненным.

Эта выдержка времени должна быть больше самого продолжительного периода активации циклов АПВ.

Выдержка времени блокировки

Выдержка времени блокировки запускается командой на ручное включение выключателя.

В течение этой выдержки времени устройство АПВ блокируется. Если повреждение выявлено до окончания выдержки времени блокировки, то активизированная защита выдает команду на отключение выключателя без запуска АПВ.

Выдержка времени восстановления изоляции

Выдержка времени восстановления изоляции цикла n запускается командой на отключение выключателя, выдаваемой устройством АПВ в цикле n .

В течение этой выдержки времени выключатель остается отключенным.

По окончании выдержки времени восстановления изоляции цикла n начинается цикл $n + 1$, и устройство АПВ выдает команду на включение выключателя.

Работа

Функция автоматического устройства, позволяющая ограничить продолжительность перерыва в электроснабжении после отключения, вызванного неустойчивым повреждением в воздушной линии. Устройство производит автоматическое повторное включение выключателя после выдержки времени, необходимой для восстановления изоляции. Путём параметрирования работа АПВ легко адаптируется к различным режимам эксплуатации.

Инициализация устройства автоматического повторного включения

Устройство АПВ готово к работе, если соблюдены следующие условия:

- активизирована функция "Управление выключателем" и устройство автоматического повторного включения введено в работу (не заблокировано через вход "блокировка АПВ");
- выключатель включен;
- выдержка времени блокировки не запущена;
- нет неисправностей, связанных с выключателем, например, отказ цепи отключения, невыполненная команда, низкое давление SF6.

Циклы

- Случай не устраненного повреждения.

После отключения защитой, мгновенной или с выдержкой времени, запускается выдержка времени восстановления изоляции, связанная с первым активным циклом. По окончании этой выдержки времени дается команда на включение и эта команда запускает выдержку времени ожидания.

В случае если защита обнаружит повреждение до окончания этой выдержки времени, дается команда на отключение и активизируется следующий цикл автоматического повторного включения. Если неисправность не устраняется после всех активных циклов, дается команда на окончательное отключение. На дисплей выводится сообщение.

- Случай устраненного повреждения.

Если после команды на повторное включение повреждение не появляется по истечении выдержки времени ожидания, происходит возврат устройства повторного включения и на дисплее появляется сообщение (см. Пример 1).

- Включение на короткое замыкание.

Если выключатель включается на короткое замыкание или если повреждение возникает до окончания выдержки времени блокировки, устройство не производит цикла АПВ. Выдается сообщение об окончательном отключении.

Условия блокировки устройства автоматического повторного включения

Устройство АПВ блокируется при появлении одного из следующих условий:

- ручное управление отключением и включением;
- вывод из работы устройства автоматического повторного включения;
- прием команды на блокировку на логическом входе блокировки;
- появление неисправности, связанной с выключателем, например, отказ цепи отключения, невыполненная команда, низкое давление SF6;
- отключение выключателя защитой, которая не запускает циклы автоматического повторного включения (например, защита по частоте), внешним отключением или защитой, неактивной по АПВ. В этом случае появляется сообщение об окончательном отключении.

Продление выдержки времени восстановления изоляции

Если в течение цикла автоматического повторного включения повторное включение выключателя невозможно, поскольку взвод привода выключателя не завершен (в силу падения напряжения продолжительность взвода привода увеличивается), время восстановления изоляции в этом цикле может быть продлено до момента, когда выключатель готов провести цикл "Отключение-включение-отключение". Максимальное время, которое добавляется ко времени восстановления изоляции, регулируется ($T_{ожидания_макс.}$). Если по окончании максимального времени ожидания выключатель все еще не готов к работе, устройство автоматического повторного включения блокируется (см. пример 5).

Характеристики

Регулировки

Количество циклов

регулировка 1 - 4

Активация цикла 1

защита 50/51, ступени 1 – 4 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 50N/51N, ступени 1 – 4 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 67, ступени 1 – 2 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 67N/67NC, ступени 1 – 2 мгн./выд. врем./неактивн.

выход редактора уравнения или Logipam активн./неактивн.

V_TRIPCB

Активация циклов 2, 3 и 4

защита 50/51, ступени 1 – 4 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 50N/51N, ступени 1 – 4 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 67, ступени 1 – 2 мгн./выд. врем./неактивн.

защита 67N/67NC, ступени 1 – 2 мгн./выд. врем./неактивн.

выход редактора уравнения или Logipam активн./неактивн.

V_TRIPCB

Выдержки времени

выдержка времени ожидания 0,1 - 300 с

выдержка времени цикл 1 0,1 - 300 с

восстановления изоляции

цикл 2 0,1 - 300 с

цикл 3 0,1 - 300 с

цикл 4 0,1 - 300 с

выдержка времени блокировки 0 - 60 с

дополн. выдержка времени восстановления 0,1 - 60 с

изоляции (Т ожидания_макс.)

точность⁽²⁾ ±2% или 25 мс

разрешение 10 мс

Входы

Назначение

Код в редакторе

Логические

Редактор

блокировка функции защиты

R79_1_113

■

■

Выходы

Назначение

Код в редакторе

Логические

Редактор

Матрица

АПВ в действии

R79_1_201

■

■

■

готовность АПВ

R79_1_202

■

■

■

успешное АПВ

R79_1_203

■

■

■

окончательное отключение

R79_1_204

■

■

■

включение с помощью АПВ

R79_1_205

■

■

■

АПВ, цикл 1

R79_1_211

■

■

■

АПВ, цикл 2

R79_1_212

■

■

■

АПВ, цикл 3

R79_1_213

■

■

■

АПВ, цикл 4

R79_1_214

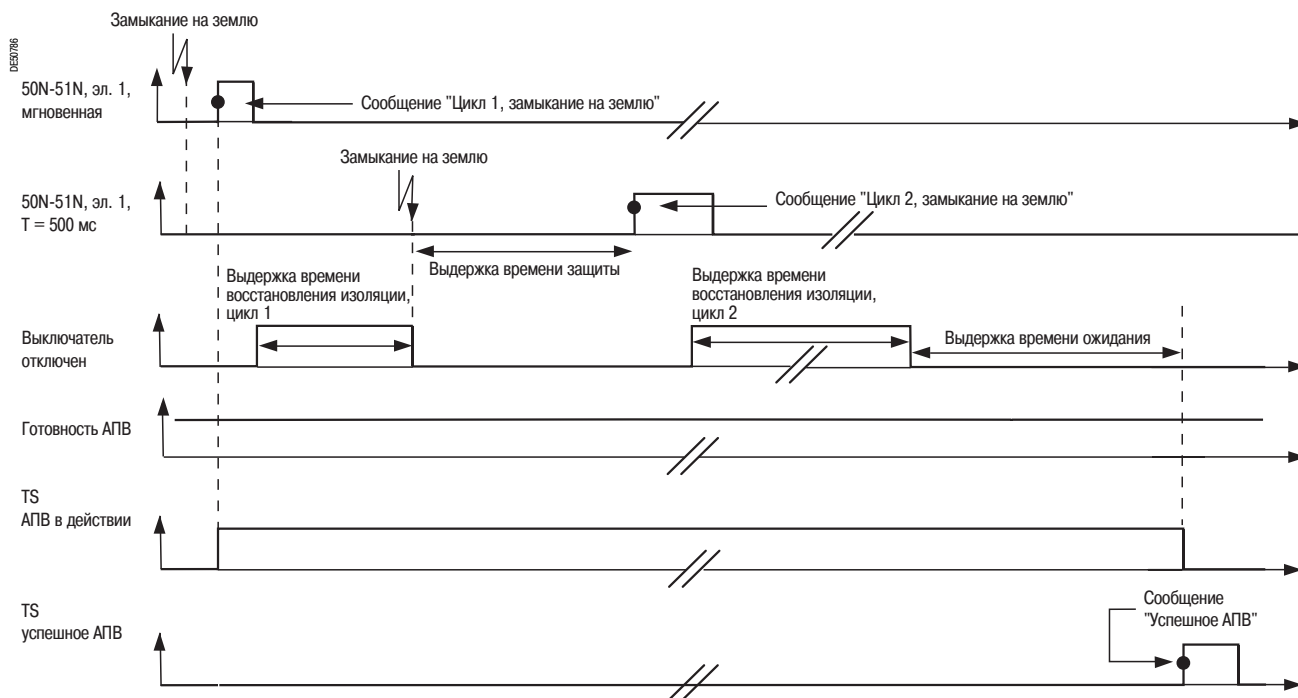
■

■

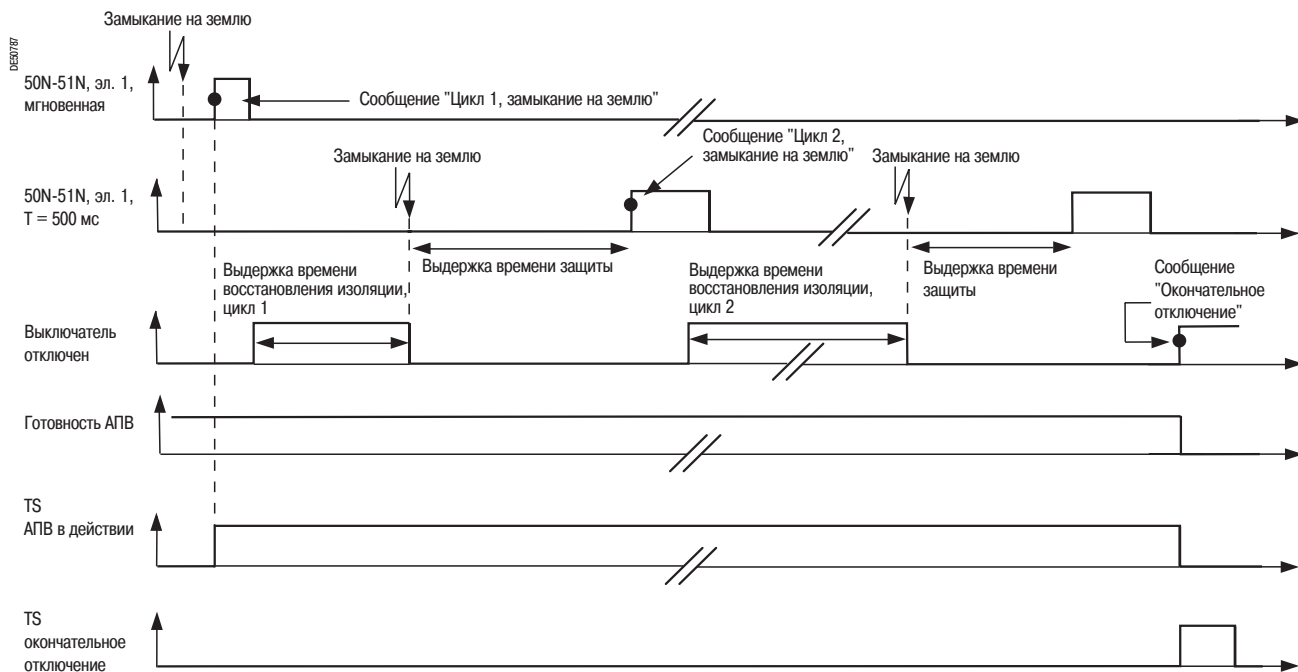
■

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

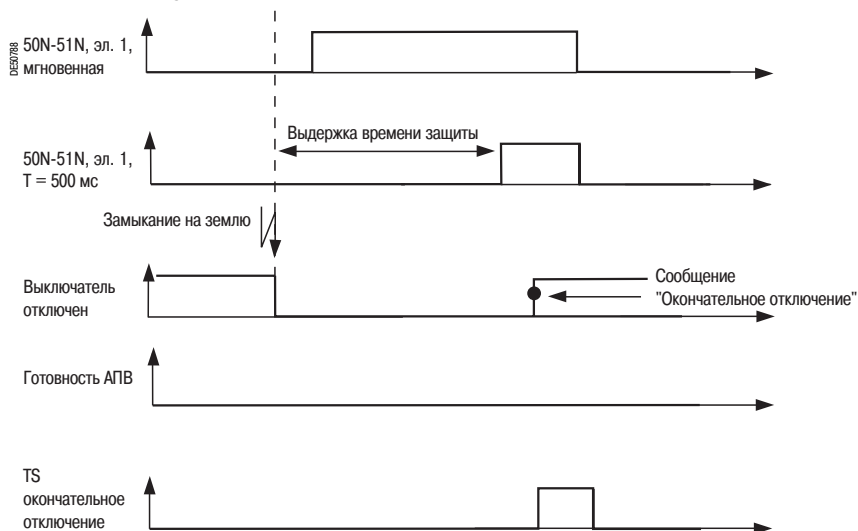
Пример 1: случай устраненного повреждения после второго цикла



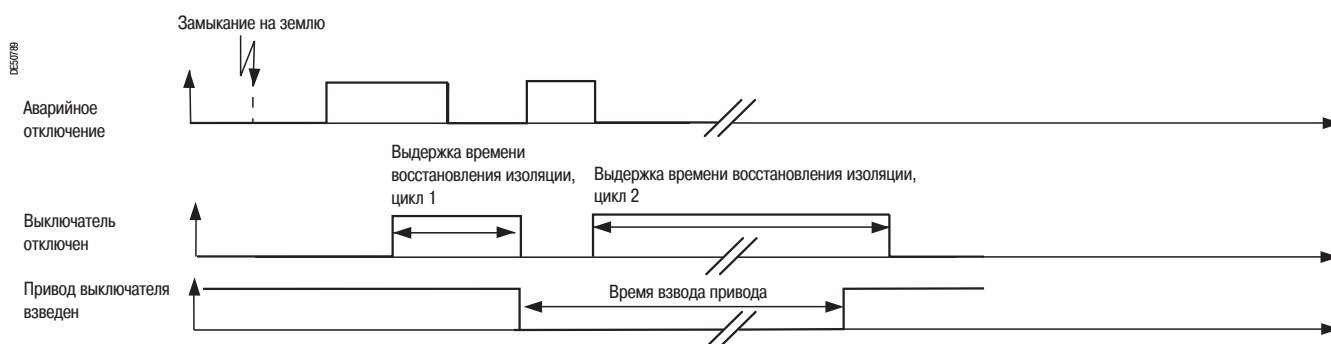
Пример 2: случай неустраненного повреждения



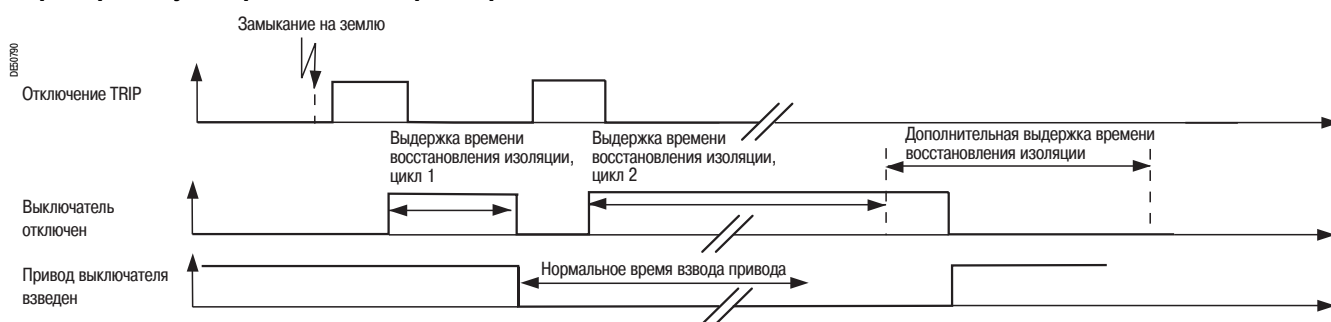
Пример 3: случай включения на к.з.



Пример 4: случай без продления выдержки времени восстановления изоляции



Пример 5: случай продления выдержки времени восстановления изоляции



Обнаружение чрезмерного повышения частоты.

Работа

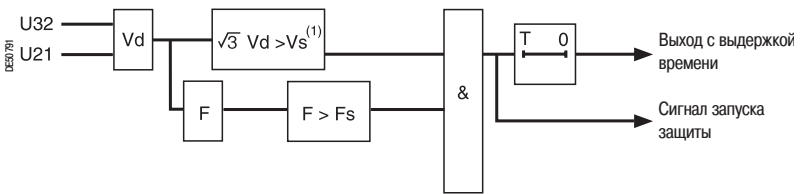
Обнаружение чрезмерного повышения частоты по отношению к номинальной частоте для поддержания высокого качества электроснабжения либо для защиты генератора от превышения частоты вращения.

Частота вычисляется по напряжению V1 или U21, когда подается только одно напряжение. В противном случае для большей устойчивости значение частоты рассчитывается по напряжению прямой последовательности. Это значение сравнивается с уставкой Fs.

Срабатывание защиты блокируется, если напряжение, по которому вычисляется частота, ниже уставки Vs.

Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).

Алгоритм работы защиты



(1) Или U21, или $\sqrt{3} \cdot V1 > Vs$ для одного ТН.

Характеристики

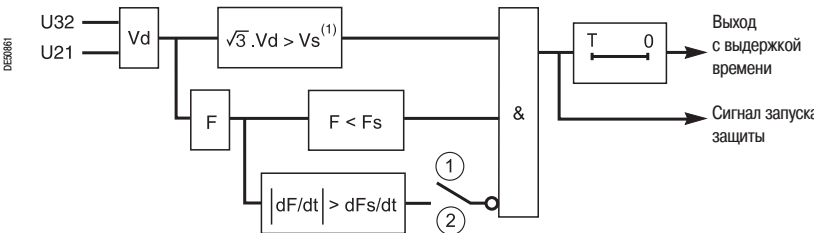
Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Уставка Fs				
регулировка	50 - 55 Гц или 60 - 65 Гц			
точность ⁽¹⁾	±0,01 Гц			
разрешение	0,1			
разница запуск/возврат	0,25 Гц			
Выдержка времени T				
регулировка	100 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Предварительные регулировки				
Уставка Vs				
регулировка	20% Un - 50% Un			
точность ⁽¹⁾	2 %			
разрешение	1%			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 80 мс			
время превышения	< 50 мс			
время возврата	< 50 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R81H_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R81H_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R81H_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	R81H_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	R81H_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и $df/dt < 3$ Гц/с.

Обнаружение чрезмерного снижения частоты, обеспечивающее разгрузку на основании критерия частоты.

Работа
Обнаружение чрезмерного снижения частоты по отношению к номинальной частоте для поддержания высокого качества электроснабжения. Данная защита может действовать как на полное отключение, так и на разгрузку.
Значение частоты вычисляется по напряжению V1 или U21, когда подается только одно напряжение. В противном случае для большей устойчивости значение частоты вращения рассчитывается по напряжению прямой последовательности. Это значение сравнивается с уставкой Fs.
Срабатывание защиты блокируется, если напряжение, по которому вычисляется частота вращения, ниже уставки Vs.
Стабильность защиты при потере основного источника питания и наличии остаточного напряжения обеспечивается функцией контроля скорости изменения частоты.
Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).

Алгоритм работы защиты



Регулировка: ① Без коррекции по снижению частоты
② С коррекцией по снижению частоты

(1) Или U21, или $\sqrt{3} \cdot V1 > Vs$ для одного TH.

Характеристики

Регулировки				
Первичные измерения				
регулировка	основные каналы (U) / дополнительные каналы (U')			
Уставка Fs				
регулировка	40 - 50 Гц или 50 - 60 Гц			
точность ⁽¹⁾	±0,01 Гц			
разрешение	0,1			
разница запуск / возврат	0,25 Гц			
Выдержка времени T				
регулировка	100 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Предварительные регулировки				
Уставка Vs				
регулировка	20% Un - 50% Un			
точность ⁽¹⁾	2 %			
разрешение	1 %			
Коррекция по снижению частоты				
регулировка	с коррекцией / без коррекции			
уставка dFs/dt	1 Гц/с - 15 Гц/с			
точность ⁽¹⁾	±1 Гц/с			
разрешение	±1 Гц/с			
Временные характеристики				
время срабатывания	запуск < 85 мс			
время превышения	< 50 мс			
время возврата	< 50 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P81L_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	P81L_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	P81L_x_1	■	■	
выход с выдержкой времени	P81L_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P81L_x_16	■	■	

x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и $df/dt < 3$ Гц/с.

Защита по скорости изменения частоты
Код ANSI 81R

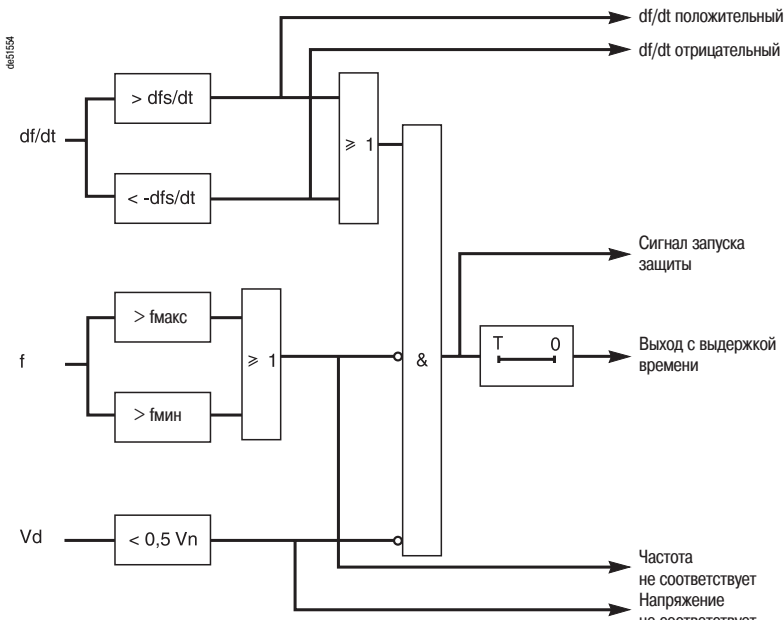
Защита основана на расчете скорости изменения частоты, используется для быстрого отключения от электрической сети источника питания или для управления разгрузкой.

Работа
Защита по скорости изменения частоты используется в сочетании с функциями защиты по минимальной и максимальной частоте для обнаружения соединения электрической сети, требующего разгрузки или отключения.

Защита срабатывает, если скорость изменения частоты df/dt напряжения прямой последовательности больше уставки. Защита имеет независимую выдержку времени T (постоянную).

Срабатывание данной защиты происходит при следующих условиях:
■ напряжение прямой последовательности на 50% больше номинального значения фазного напряжения;
■ значение частоты сети находится в диапазоне от 42,2 Гц до 56,2 Гц для сети 50 Гц и от 51,3 Гц до 65 Гц для сети 60 Гц.

Алгоритм работы защиты



Характеристики

Регулировки				
Уставка dfs/dt				
регулировка	0.1 - 10 Гц/с			
точность ⁽¹⁾	±5 % или ±0,1 Гц			
разрешение	0.01 Гц			
коэффициент возврата	93 %			
Выдержка времени				
регулировка	0.15 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от -10 до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Временные характеристики ⁽¹⁾				
время срабатывания	запуск < 150 мс (130 мс тип.)			
время превышения	< 100 мс			
время возврата	< 100 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	R81R_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R81R_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
мгн. выход (сигнал запуска защиты)	R81R_x_1	■	■	
выход на отключение	R81R_x_3	■	■	■
блокировка функции защиты	R81R_x_16	■	■	
частота на соответствует	R81R_x_42	■	■	
	R81R_x_43	■	■	
df/dt положительный	R81R_x_44	■	■	
df/dt отрицательный	R81R_x_45	■	■	

*x: номер ступени.
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и $df/dt < 3$ Гц/с.*

Защита по скорости изменения частоты

Код ANSI 81R

Отключение

Данная функция используется на вводе в распределительный пункт, имеющий генератор, который может работать параллельно с распределительной сетью.

Защита предназначена для обнаружения потери распределительной сети, то есть для определения автономной работы генерирующего устройства. Если передача энергии в сеть перед переходом на автономную работу не была нулевой, частота генератора изменяется.

Функция защиты по скорости изменения частоты позволяет быстрее обнаружить переход на автономную работу, чем в случае использования обычной защиты по частоте.

Изменение частоты может быть вызвано и другими нарушениями, например, коротким замыканием, изменением нагрузки или коммутационной операцией. Во время подобных нарушений можно временно выйти на нижнюю уставку защиты, для чего необходимо использовать выдержку времени. Чтобы сохранить преимущество быстрого действия функции защиты по скорости изменения частоты, в сравнении с обычными защитами по частоте, можно дополнительно использовать вторую большую уставку с кратковременной выдержкой времени.

В действительности скорость изменения частоты не постоянна. Зачастую в начале возникновения повреждения скорость изменения частоты является максимальной и, затем, уменьшается, что увеличивает время отключения защитами по частоте, но не влияет на временной интервал отключения защитой по скорости изменения частоты.

Регулировка низкой уставки

■ Если имеются указания для распределительного пункта, выполните регулировку в соответствии с этими рекомендациями.

■ В случае отсутствия соответствующих указаний для распределительного пункта:

- если известна скорость изменения максимальной частоты сети в обычном режиме, уставка dfs/dt определяется больше этого значения;
- в случае отсутствия какой-либо информации о сети, регулировка низкой уставки производится на основании данных о генераторе.

Хорошее приближение скорости изменения частоты, возникшего вследствие потери соединения с главной сетью, которое сопровождается изменением нагрузки ΔP , составляет:

$$\frac{df}{dt} = \frac{\Delta P \times f_n}{2 \times S_n \times H} \quad \text{где: } S_n - \text{номинальная мощность;}$$

$$f_n - \text{номинальная частота;}$$

$$H - \text{постоянная инерции.}$$

Типовые значения постоянной инерции, выраженные в МВТс/МВА, следующие:

$0.5 \leq H \leq 1.5$ для дизельных двигателей и маломощных генераторов (≤ 2 МВА)

$2 \leq H \leq 5$ для газотурбинных двигателей и генераторов средней мощности (≤ 40 МВА)

$$H = \frac{J \times \Omega^2}{2 \times S_n} \quad \text{где: } J - \text{момент инерции;}$$

$$W - \text{скорость вращения электрической машины. ed}$$

Примеры

Номинальная мощность	2 МВА	20 МВА
Постоянная инерции	0.5 МВТс/МВА	2 МВТс/МВА
Изменение мощности	0.1 МВА	1 МВА
df/dt	-2.5 Гц/с	-0.6 Гц/с

Регулировка выдержки времени низкой уставки

Для обеспечения надлежащей устойчивости работы защиты в случае коротких замыканий или переходных нарушений рекомендуется устанавливать выдержку времени 300 мс или более. Если устройство АПВ используется со стороны источника питания распределительного пункта, то определение перехода на автономную работу и отключение выключателя должно быть произведено во время периода изоляции АПВ.

Регулировка высокой уставки

Вторая уставка выбирается так, чтобы кривая отключения по скорости изменения частоты оставалась ниже кривой функций защиты по минимальной и максимальной частоте.

Если уставки защит по частоте составляют $f_n \pm 0.5$ Гц и если выдержка времени для низкой уставки защиты по скорости изменения частоты является T , то регулировка высокой уставки выполняется на $0.5/T$.

Регулировка выдержки времени высокой уставки

Нет специальных рекомендаций.

Рекомендации по регулировке в случае отсутствия данных

Мощность генератора		2 - 10 МВА	> 10 МВА
Регулировки			
Нижняя уставка	dfs/dt	0.5 Гц/с	0.2 Гц/с
	T	500 мс	500 мс
Верхняя уставка	dfs/dt	2.5 Гц/с	1 Гц/с
	T	150 мс	150 мс

Меры предосторожности при использовании

В момент соединения генератора с сетью могут возникнуть колебания мощности до установления полной синхронизации генератора. Защита по скорости изменения частоты реагирует на это явление. Поэтому рекомендуется после включения выключателя в течение нескольких секунд производить блокировку функции защиты.

Разгрузка

Защита по скорости изменения частоты может быть также использована для разгрузки, в сочетании с функциями защиты по минимальной частоте. В этом случае защита устанавливается на сборных шинах распределительного пункта. Используются только отрицательные значения скорости изменения частоты.

Применяются два принципа использования защиты:

■ Ускорение разгрузки.

В этом случае функция защиты по скорости изменения частоты управляет разгрузкой. Данная защита срабатывает быстрее, чем защита по минимальной частоте, и измеренное значение df/dt прямо пропорционально величине мощности, по которой проводится разгрузка.

■ Блокировка разгрузки.

Этот принцип включен в действие функций защиты по минимальной частоте, чтобы активировать торможение изменения частоты, и в данном случае не требуется использование защиты по скорости изменения частоты.

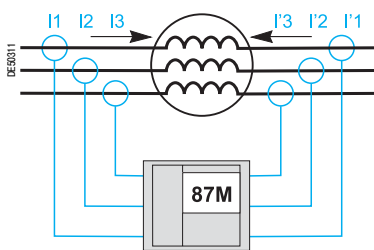
Защита электродвигателей и генераторов от межфазных коротких замыканий.

Работа

Защита от межфазных коротких замыканий, основанная на пофазном сравнении значений токов с одной и с другой сторон обмоток генератора или двигателя.

Защита срабатывает, если разность токов превышает уставку. Уставка задается:

- кривой процентной характеристики;
 - кривой дифференциальной защиты по высокому порогу.
- Элементы корректировки обеспечивают устойчивость работы путем:
- обнаружения внешнего замыкания или запуска;
 - определения насыщения трансформаторов тока;
 - быстрого обнаружения потери трансформатора тока;
 - определения включения трансформатора.



Дифференциальная защита по процентной характеристике

Процентная характеристика отключения сравнивает значение сквозного тока со значением дифференциального тока. В соответствии с условиями измерения токов, представленными на схеме, и с учетом установленного монтажа значения дифференциального и сквозного тока вычисляются по следующим формулам:

□ дифференциальный ток:

$$Idiff_x = |\vec{I}_x + \vec{I}'_x|, \text{ где } x = 1, 2, 3$$

□ сквозной ток:

$$It_x = \frac{|\vec{I}_x - \vec{I}'_x|}{2}, \text{ где } x = 1, 2, 3$$

Процентная характеристика состоит из двух полукубических, значения которых определяются с помощью следующих неравенств:

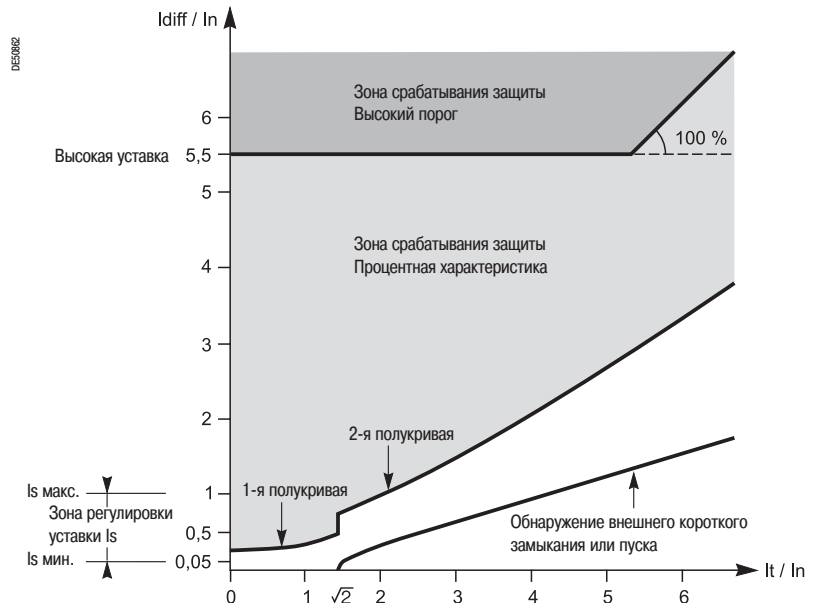
□ 1-я полукубическая зависит от уставки I_s

$$Idiff_x^2 - \frac{It_x^2}{32} > I_s^2, \text{ где } 0 \leq It_x \leq \sqrt{2} I_n \text{ и } x = 1, 2, 3$$

□ 2-я полукубическая

$$\frac{Idiff_x^2}{8} - \frac{It_x^2}{32} > (0,005 I_n)^2, \text{ где } \sqrt{2} I_n < It_x$$

$x = 1, 2, 3.$



Дифференциальная защита по высокому порогу

Во избежание запаздывания срабатывания защиты при значительном асимметричном повреждении используется дифференциальная защита с высоким порогом, не зависящая от корректировки.

Эта уставка имеет следующую характеристику:

$$Idiff_x > 5,5 I_n \text{ и } \frac{Idiff_x}{It_x} > 1, \text{ где } x = 1, 2, 3$$

Торможение при внешних коротких замыканиях или при пуске машины

Во время пуска или при внешнем повреждении сквозной ток значительно превышает $1,5 I_n$. Пока не произойдет насыщения трансформаторов тока, дифференциальный ток остается низким. Это переходное состояние определяется с помощью следующей характеристики:

$$\frac{Idiff_x^2}{2} - \frac{It_x^2}{32} < -(0,025 I_n)^2, \text{ где } x = 1, 2, 3$$

Поскольку при внешнем коротком замыкании может произойти кратковременное значительное повышение дифференциального тока, предусмотрена блокировка на 200 мс, чтобы обеспечить устойчивую работу защиты при подобном явлении.

Блокировка при насыщении трансформаторов тока

Насыщение трансформатора тока может быть причиной возникновения «ложного» дифференциального тока и ложного срабатывания защиты. Такая отстройка позволяет выявить асимметрию сигналов и не позволяет работать защите в случае насыщения трансформатора тока.

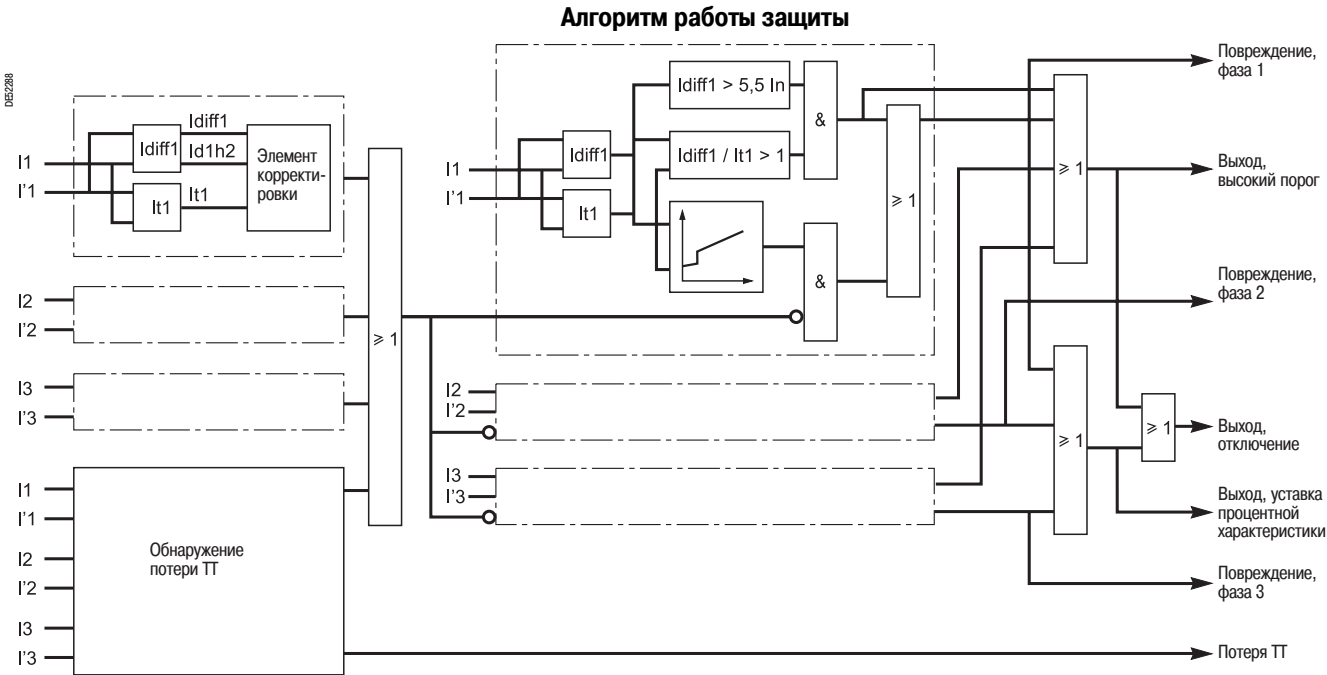
Блокировка при обрыве фазы трансформатора тока

Обрыв фазы трансформатора тока может быть причиной возникновения «ложного» дифференциального тока и ложного срабатывания защиты. Такая блокировка позволяет проанализировать измерение, неправильно показывающее нуль.

Отстройки от броска тока при включении трансформатора

При уровне 2-й гармоники в дифференциальном токе больше 15% защита блокируется:

$$\frac{Idiff_{xh2}}{Id_x} > 0,15, \text{ где } x = 1, 2, 3.$$



Датчики тока

Трансформаторы тока должны быть, по выбору:

- типа 5P20 номинальной мощностью $VA_{ТТ} > R_f I_n^2$,
где: $VA_{ТТ}$ - номинальная мощность трансформатора тока;
 I_n - вторичный номинальный ток трансформатора тока;
- в соответствии с напряжением точки перегиба $V_k \geq (R_{ТТ} + R_f) \cdot 20 \cdot I_n$.
где: $R_{ТТ}$ - внутреннее сопротивление ТТ;
 R_f - сопротивление электрических проводов.

Диапазон регулировки уставки I_s зависит от номинальных значений датчиков тока в основных каналах I1, I2, I3 и дополнительных каналах I'1, I'2, I'3. Диапазон регулировки определяется по пересечению диапазонов $[0,05I_{n1}, 0,5I_{n1}]$ с $[0,05I_{n2}, 0,5I_{n2}]$. Если номиналы идентичны, выбран оптимальный диапазон регулировки. Если нет пересечения, функция не может быть введена в работу.

Характеристики

Регулировки				
Уставка Is				
регулировка	макс. (0,05 In1; 0,05 In2) ≤ Is ≤ мин. (0,5 In1; 0,5 In2)			
точность ⁽¹⁾	5% Is или 0,4% In			
разрешение	1 А или 1 разряд			
коэффициент возврата	93,5 %			
Предварительные регулировки				
Активация корректировки при потере ТТ				
регулировка	активн. / неактивн.			
Временные характеристики				
время срабатывания	время срабатывания в зависимости от дифференциального тока			
время превышения	< 40 мс			
время возврата	< 35 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возрат функции защиты	R81L_x_101	■	■	
блокировка функции защиты	R81L_x_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	R87M_1_3	■	■	■
повреждение фазы 1	R87M_1_7	■	■	
повреждение фазы 2	R87M_1_8	■	■	
повреждение фазы 3	R87M_1_9	■	■	
блокировка функции защиты	R87M_1_16	■	■	
высокий порог	R87M_1_33	■	■	
уставка процентной характеристики	R87M_1_34	■	■	
потеря ТТ	R87M_1_39	■	■	

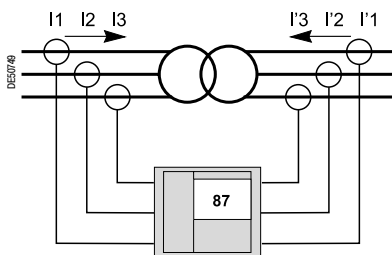
x: номер ступени.

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и $df/dt < 3 \text{ Гц/с}$.

Защита трансформаторов от междуфазных коротких замыканий.

Работа

Эта защита корректирует по модулю и фазе токи каждой обмотки в зависимости от часового показателя и мощности трансформатора, а также установленных значений напряжения и тока. Затем защита пофазно сравнивает откорректированные токи. Защищаемая зона расположена между датчиками первичных токов I1, I2, I3, с одной стороны, и датчиками вторичных токов I'1, I'2, I'3, с другой стороны.



В соответствии с условиями измерения токов, представленными на схеме, и с учетом установленного монтажа значения дифференциального и сквозного тока вычисляются по следующим формулам:

□ дифференциальный ток:

$$Idiff_x = |\vec{I}_{xadjusted}| + |\vec{I}'_{xadjusted}|, \text{ где } x = 1, 2, 3$$

□ сквозной ток:

$$It_x = \max(|\vec{I}_{xadjusted}|, |\vec{I}'_{xadjusted}|), \text{ где } x = 1, 2, 3$$

Защита срабатывает, если дифференциальный ток хотя бы одной фазы превышает уставку срабатывания, определяемую:

- по минимальной регулируемой уставке дифференциального тока Id;
- по регулируемой процентной характеристике Id/It.

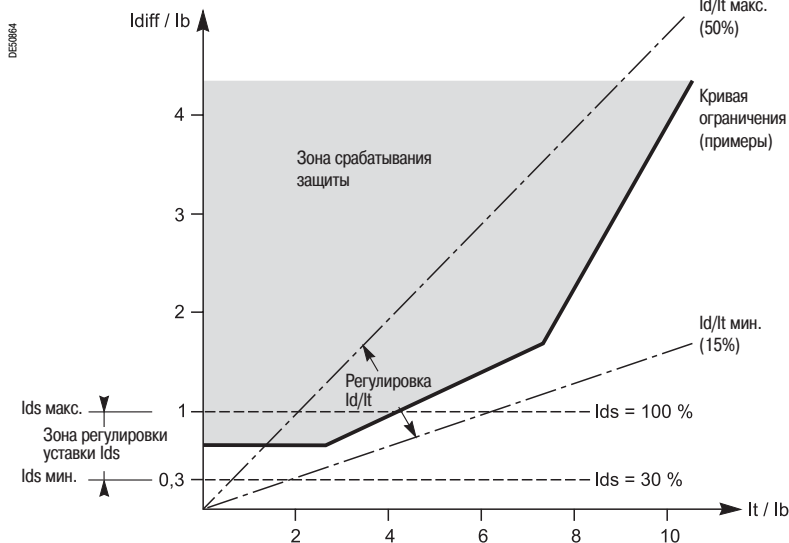
Устойчивость работы защиты обеспечивается элементами ограничения.

Ограничение нейронной сетью

Ограничение нейронной сетью обеспечивает устойчивую работу защиты при внешнем замыкании путем анализа коэффициентов 2-й и 5-й гармоник, значений дифференциального и сквозного тока. Такое ограничение позволяет избежать ложного срабатывания защиты при включении трансформатора, при асимметричном замыкании, внешнем по отношению к защищаемой зоне и приводящем к насыщению датчиков тока, при эксплуатации трансформатора, работающего на повышенном напряжении.

Блокировка при обрыве фазы трансформатора тока

Обрыв фазы трансформатора тока может быть причиной возникновения «ложного» дифференциального тока, вызывающего ложное срабатывание защиты. Такая блокировка позволяет путем анализа фазных токов, а так же значений дифференциального и сквозного тока выявить измерение, поврежденную фазу тока.



Определение

Термины «обмотка 1» и «обмотка 2» используются следующим образом:

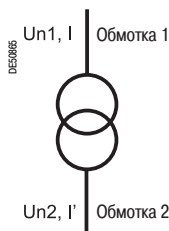
- обмотка 1: соответствует цепи, к которой подсоединены источники токов I1, I2, I3 и производится измерение напряжения V1, V2, V3 или U21, U32;
- обмотка 2: соответствует цепи, к которой подсоединены источники токов I'1, I'2, I'3.

Электрические величины трансформатора определяются с помощью окна «Специальные характеристики» программного обеспечения SFT 2841:

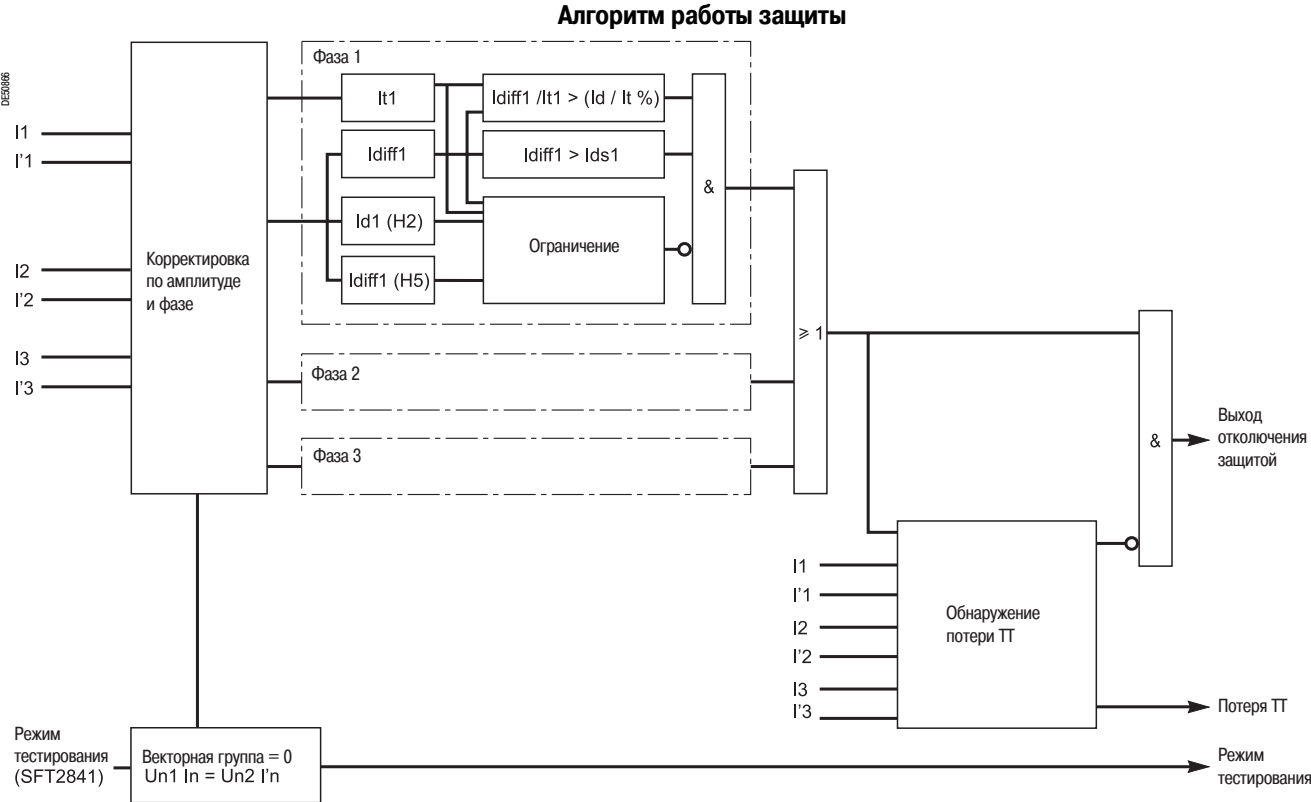
- напряжение обмотки 1: Un1;
- напряжение обмотки 2: Un2;
- векторная группа;
- номинальная мощность трансформатора S.

Для простоты ввода в работу в данной рубрике приводятся следующие данные:

- значение номинального тока трансформатора для обмоток 1 и 2: In1, In2;
- значение базового тока Ib обмотки 1, параметрируемое с помощью окна «Датчики ТТ/ТН»;
- значение, вычисляемое с помощью коэффициента трансформации для базового тока I'b обмотки 2.



Пример: Un1 = 66 кВ, Un2 = 11 кВ.



Режим тестирования

Для облегчения обслуживания и настройки существуют два режима:

Нормальный режим

Функции защиты управляют, в соответствии с параметрированием, выходами отключения и сигнализации. Это обычный режим работы.

Режим тестирования

Функции защиты управляют с помощью регулировок режима тестирования выходами отключения и сигнализации. Этот режим доступен только с помощью программного обеспечения SFT 2841, при подключенной программе и в режиме "Настройка защит". При отключении программного обеспечения оборудование переходит в нормальный режим работы.

Переход из нормального режима в режим тестирования может вызвать ложное отключение защитой, если защищаемый трансформатор работает.

Регулировки в режиме тестирования:

$$Un1 = \frac{S}{In1 \times \sqrt{3}}$$

$$Un2 = \frac{S}{In2 \times \sqrt{3}}$$

Векторная группа = 0.

Датчики тока

Трансформаторы тока должны быть типа 5P20. Номинал трансформаторов устанавливается по следующей формуле:

- для обмотки 1: $0,1 \times \frac{S}{Un1 \times \sqrt{3}} \leq In \leq 2,5 \times \frac{S}{Un1 \times \sqrt{3}}$
- для обмотки 2: $0,1 \times \frac{S}{Un2 \times \sqrt{3}} \leq In \leq 2,5 \times \frac{S}{Un2 \times \sqrt{3}}$

Характеристики

Регулировки				
Мин. уставка Ids				
регулировка	30 - 100 % In1			
точность (1)	±1 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	(90 ±5) %			
Процентная характеристика Id/It				
регулировка	15 - 50 %			
точность (1)	±2 %			
разрешение	1 %			
коэффициент возврата	(90 ±5) %			
Режим тестирования				
регулировка	нормальный режим / режим тестирования			
Предварительные регулировки				
Блокировка при потере ТТ				
регулировка	активн. / неактивн.			
Временные характеристики				
время срабатывания	35 мс (тип.)			
время возврата	< 35 мс			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	
возврат функции защиты	P87T_1_101	■	■	
блокировка функции защиты	P87T_1_113	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Редактор уравнений	Матрица управления
выход защиты	P87T_1_3	■	■	■
блокировка функции защиты	P87T_1_16	■	■	-
потеря ТТ	P87T_1_39	■	■	-
режим тестирования	P87T_1_41	■	■	-

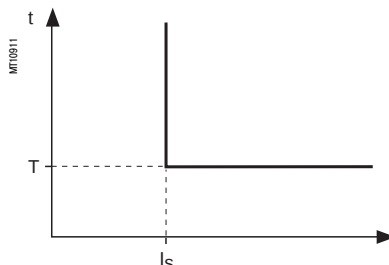
(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Описание работы кривых отключения и настроек защит с использованием:

- кривой с независимой выдержкой времени;
- кривой с зависимой выдержкой времени;
- таймера удержания.

Защита с независимой выдержкой времени

Время отключения постоянно. Выдержка времени запускается, когда преодолен порог срабатывания.



Алгоритм работы защиты с независимой выдержкой времени

Защита с зависимой выдержкой времени

Время срабатывания зависит от защищаемой величины (фазный ток, ток замыкания на землю и т.д.) в соответствии со стандартами МЭК 60255-3, BS 142, IEEE C-37.112.

Срабатывание представлено в виде характеристической кривой, например:

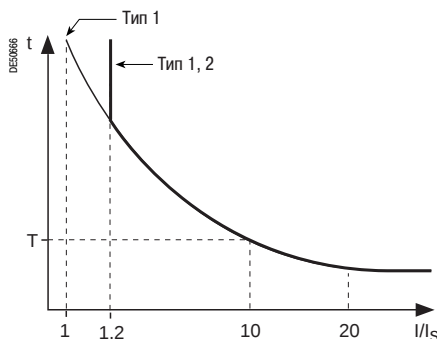
- кривая $t = f(I)$ для функции максимального фазного тока;
- кривая $t = f(I_0)$ для функции максимального тока замыкания на землю.

Далее описание основывается на $t = f(I)$, но те же аргументы можно использовать и в отношении других переменных, таких как I_0 и т.д.

Данная кривая определяется:

- ее типом (обратно зависимая выдержка времени, очень обратно зависимая выдержка времени, чрезвычайно обратно зависимая выдержка времени и т.д.);
 - регулировкой тока I_s , который соответствует вертикальной асимптоте кривой;
 - регулировкой выдержки времени T , которая соответствует времени срабатывания при $I = 10 I_s$.
- Эти три регулировки осуществляются в следующей последовательности: тип, ток I_s , выдержка времени T .

Изменение регулировки выдержки времени T на $x\%$ изменяет на $x\%$ совокупность времени срабатывания кривой.



Алгоритм работы защиты с зависимой выдержкой времени

Время отключения защитой для значений I/I_s меньше 1,2 зависит от типа выбранной кривой.

Кривая отключения	Тип
обратно зависимая выдержка (SIT)	1, 2
очень обратно зависимая выдержка (VIT или LTI)	1, 2
чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT)	1, 2
ультра обратно зависимая выдержка (UIT)	1, 2
кривая RI	1
МЭК - обратно зависимая выдержка SIT / A	1
МЭК - очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI / B	1
МЭК - чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT / C	1
IEEE - умеренно обратно зависимая выдержка (МЭК / D)	1
IEEE - очень обратно зависимая выдержка (МЭК / E)	1
IEEE - чрезвычайно обратно зависимая выдержка (МЭК / F)	1
IAC - обратно зависимая выдержка	1
IAC - очень обратно зависимая выдержка	1
IAC - чрезвычайно обратно зависимая выдержка	1

- Если контролируемая величина в 20 раз превышает уставку, время отключения соответствует 20-кратному значению уставки.

- Если контролируемая величина превышает пределы измерения Sepam (40 In для каналов фазного тока, 20 In0 для каналов тока нулевой последовательности), время отключения защитой соответствует наибольшему измеряемому значению (40 In или 20 In0).

Кривые выдержки времени в зависимости от значения тока

Разнообразные кривые отключения с зависимой выдержкой времени могут быть использованы для большинства видов применения:

- кривые, установленные в соответствии со стандартом МЭК (SIT, VIT/LTI, EIT);
- кривые, установленные в соответствии со стандартом IEEE (MI, VI, EI);
- обычные кривые (UIT, RI, IAC).

Кривые МЭК

Управление кривой	Тип кривой	Коэффициенты		
		k	α	β
$t_d(I) = \frac{k}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^{\alpha} - 1} \times \frac{T}{\beta}$	станд. обратно зависимая выдержка времени / A	0,14	0,02	2,97
	очень обратно зависимая выдержка времени / B	13,5	1	1,50
	длит. обратно зависимая выдержка времени / B	120	1	13,33
	чрезв. обратно завис. выдержка времени / C	80	2	0,808
	ультра обратно зависимая выдержка времени	315,2	2,5	1

Кривая RI

Уравнение:
$$t_d(I) = \frac{1}{0,339 - 0,236\left(\frac{I}{I_s}\right)^{-1}} \times \frac{T}{3,1706}$$

Кривые IEEE

Управление кривой	Тип кривой	Коэффициенты			
		A	B	p	β
$t_d(I) = \left(\frac{A}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^p - 1} + B \right) \times \frac{T}{\beta}$	умеренно обратно завис. выдержка времени	0,010	0,023	0,02	0,241
	очень обратно зависимая выдержка времени	3,922	0,098	2	0,138
	чрезвыч. обратно зависимая выдержка времени	5,64	0,0243	2	0,081

Кривые IAC

Управление кривой	Тип кривой	Коэффициенты					
		A	B	C	D	E	β
$t_d(I) = \left(A + \frac{B}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)} + \frac{D}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)^2} + \frac{E}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)^3} \right) \times \frac{T}{\beta}$	обратно зависимая выдержка времени	0,208	0,863	0,800	-0,418	0,195	0,297
	очень обратно зависимая выдержка времени	0,090	0,795	0,100	-1,288	7,958	0,165
	чрезвычайно обратно зависимая выдержка времени	0,004	0,638	0,620	1,787	0,246	0,092

Кривые выдержки времени в зависимости от значения напряжения

Уравнение кривой для защиты ANSI 27 по минимальному напряжению

$$t_d(I) = \frac{T}{1 - \left(\frac{V}{V_s}\right)}$$

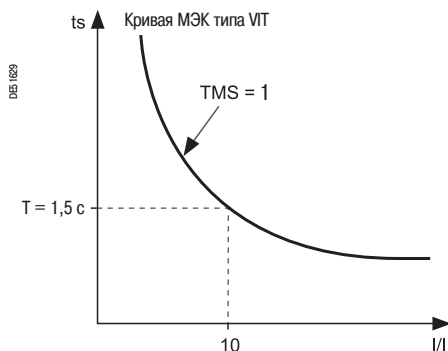
Уравнение кривой для защиты ANSI 59N по максимальному напряжению нулевой последовательности

$$t_d(I) = \frac{T}{\left(\frac{V}{V_s}\right) - 1}$$

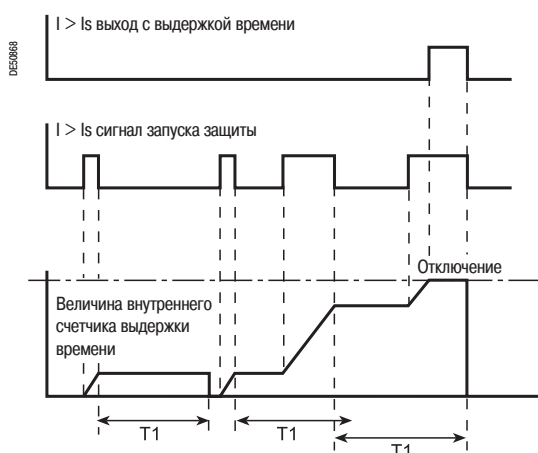
Кривые выдержки времени в зависимости от отношения напряжение/частота

Уравнение кривой для защиты ANSI 24 (контроль насыщения, В/Гц)	Тип кривой	p
Где G = V/f or U/f	A	0,5
	B	1
	C	2

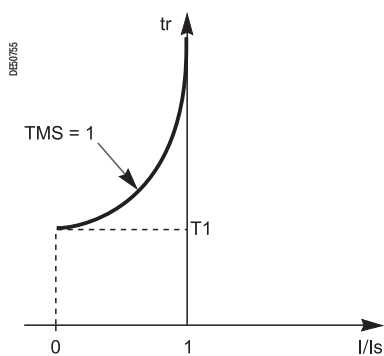
$$t_d(G) = \frac{1}{\left(\frac{G}{G_s} - 1\right)^p} \times T$$



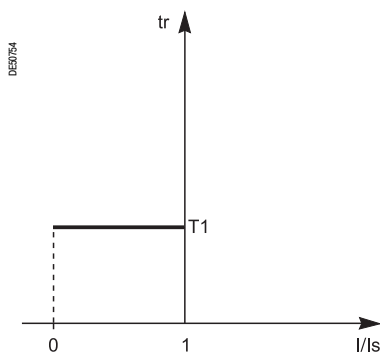
Пример.



Обнаружение повторяющихся замыканий с помощью регулировки времени удержания



Время удержания в зависимости от значения тока I



Постоянное время удержания

Регулировка кривых с зависимой выдержкой времени, выдержка времени T или коэффициент TMS

Выдержка времени кривых отключения с зависимой выдержкой по току (за исключением персонализированных кривых и кривой RI) может устанавливаться:

- T с (время срабатывания при $10 \times I_s$);
- TMS (коэффициент, соответствующий T/b в вышеуказанных уравнениях).

Пример: $t(I) = \frac{13,5}{\frac{I}{I_s} - 1} \times TMS$, где $TMS = \frac{T}{1,5}$

Кривая МЭК типа VIТ устанавливается идентично регулировкам $TMS = 1$ или $T = 1,5$ с.

Таймер удержания

Регулируемое время таймера удержания T_1 (время возврата) позволяет:

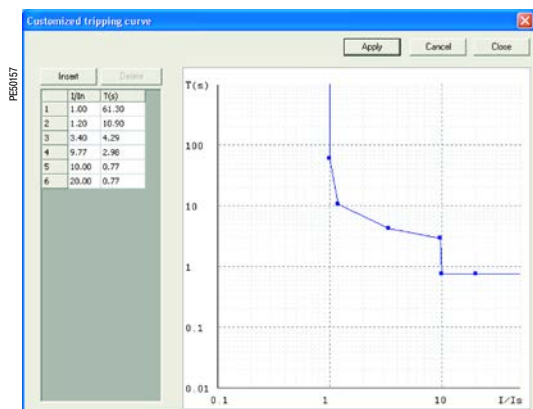
- обнаружить повторяющиеся замыканий (время удержания, кривая с независимой выдержкой времени);
 - скоординировать работу электромагнитных реле (кривая с зависимой выдержкой времени).
- При необходимости, можно провести блокировку времени удержания.

Уравнение кривой времени удержания с зависимой выдержкой времени

Уравнение: $t_r(I) = \frac{T_1}{1 - \left(\frac{I}{I_s}\right)^2} \times \frac{T}{\beta}$, где: $\frac{T}{\beta} = TMS$

T_1 = значение регулировки времени удержания (время удержания для I возврата = 0 и $TMS = 1$);
 T = значение регулировки выдержки времени отключения (при $10 I_s$);

b = значение базовой величины кривой отключения при $\frac{k}{10^a - 1}$.



Построение персонализированной кривой отключения с помощью программного обеспечения SFT 2841

Персонализированная кривая отключения

Данная кривая строится поточно с помощью программного обеспечения SFT 2841 (меню «Применение») и обеспечивает решение всех специальных задач по координации функций защиты или при модернизации оборудования.

Кривая имеет от 2 до 30 точек, координаты кривой должны быть:

- с возрастающими значениями по оси I/I_s ;
- с убывающими значениями по оси t .

По двум крайним точкам определяют асимптоты кривой.

Должна быть, по меньшей мере, одна точка на абсциссе $10 I/I_s$. Она служит точкой отсчета для установки выдержки времени функции защиты путем сдвига кривой.

Использование кривых с зависимой выдержкой времени: примеры задач, которые требуется решить

Задача № 1

Зная тип зависимой выдержки времени, определить регулировки тока I_s и выдержки времени T .

Теоретически регулировка тока I_s соответствует максимальному току, который может быть в постоянном режиме. Как правило, это номинальный ток защищаемого оборудования (кабеля, трансформатора).

Регулировка выдержки времени T соответствует точке срабатывания при 10 I_s кривой. Данная регулировка определяется с учетом требований селективности с защитами на питающей стороне и на стороне потребителя.

Требование селективности приводит к определению точки A кривой срабатывания (I_A , t_A), например, точки, соответствующей максимальному току замыкания, действовавшему на защиту со стороны потребителя.

Задача № 2

Зная тип зависимой выдержки времени, регулировку тока I_s и точку k (I_k , t_k) кривой срабатывания, определить выдержку времени T .

По стандартной кривой такого же типа считать время срабатывания t_{sk} , соответствующее относительному току

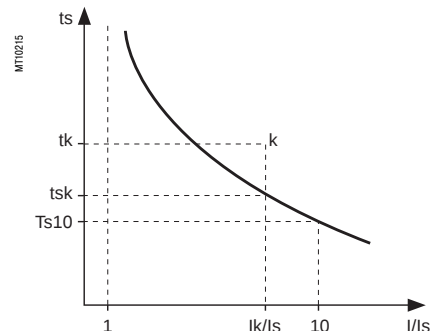
$$\frac{I_k}{I_s}$$

и время срабатывания T_{s10} , соответствующее относительному току

$$\frac{I}{I_s} = 10$$

Регулировка выдержки времени, которую необходимо произвести, чтобы кривая срабатывания прошла через точку k (I_k , t_k), является:

$$T = T_{s10} \times \frac{t_k}{t_{sk}}$$



Другой практический метод:

в нижеприведенной таблице указаны значения

$$K = \frac{t_s}{t_{s10}} \text{ в зависимости от } \frac{I}{I_s}$$

В колонке, соответствующей определенному типу выдержки времени, считать значение

$$K = \frac{t_{sk}}{T_{s10}} \text{ в строке, соответствующей } \frac{I_k}{I_s}$$

Регулировка выдержки времени, которую необходимо произвести, чтобы кривая срабатывания прошла через точку k (I_k , t_k), является: $T = \frac{t_k}{K}$

Пример

Даны:

тип выдержки времени: обратно зависимая (SIT)

уставка: I_s

точка k кривой срабатывания: k (3,5 I_s ; 4 с)

Вопрос: какова регулировка T выдержки времени (время срабатывания при 10 I_s)?

Читаем по таблице: колонка **SIT**

строка $\frac{I}{I_s} = 3,5$

$K = 1,86$

Ответ: регулировка выдержки времени $T = \frac{4}{1,86} = 2,15 \text{ с}$

Задача № 3

Зная регулировки тока I_s и выдержки времени T для какого-либо определенного типа выдержки времени (обратно зависимая, очень обратно зависимая, чрезвычайно обратно зависимая), найти время срабатывания для значения тока I_A .

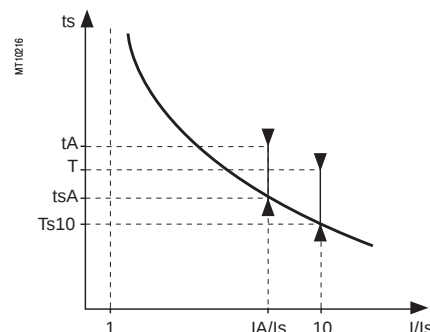
По стандартной кривой такого же типа считать время срабатывания t_{sA} , соответствующее относительному току

$$\frac{I_A}{I_s}$$

и время срабатывания T_{s10} , соответствующее относительному току $\frac{I}{I_s} = 10$

Время срабатывания t_A для тока I_A с регулировками I_s и T является:

$$t_A = t_{sA} \times \frac{T}{T_{s10}}$$



Другой практический метод: в нижеприведенной таблице даются значения $K = \frac{ts}{Ts10}$ в зависимости от $\frac{I}{Is}$

В колонке, соответствующей определенному типу выдержки

времени, считать значение в строке, соответствующей

$$K = \frac{tsA}{Ts10} \text{ для } \frac{IA}{Is}$$

Временем срабатывания tA для тока IA с регулировками Is и T является $tA = K T$

Пример

Даны:

- тип выдержки времени: очень обратно зависима (VIT)
- уставка: Is
- выдержка времени $T = 0,8$ с

Вопрос: каково время срабатывания для тока $IA = 6 Is$?

Читаем по таблице: колонка **VIT**

$$\text{строка } \frac{I}{Is} = 6$$

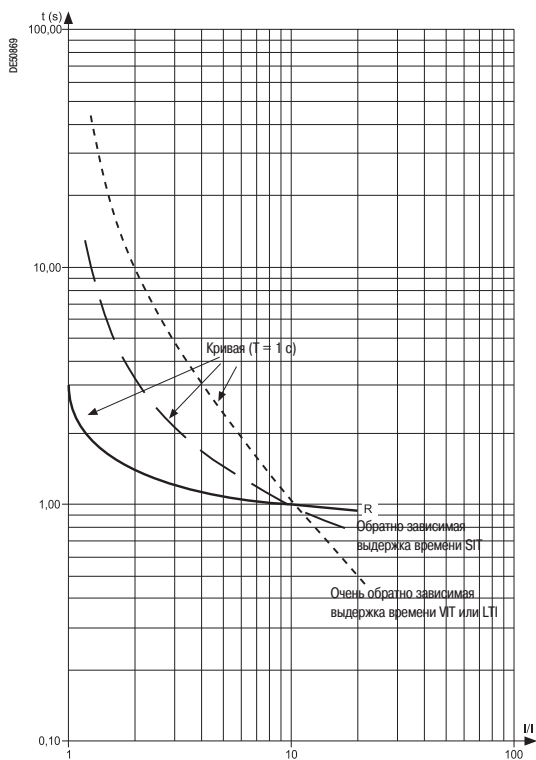
Ответ: время срабатывания для тока IA : $t = 1,80 \times 0,8 = 1,44$ с.

Таблица значений K

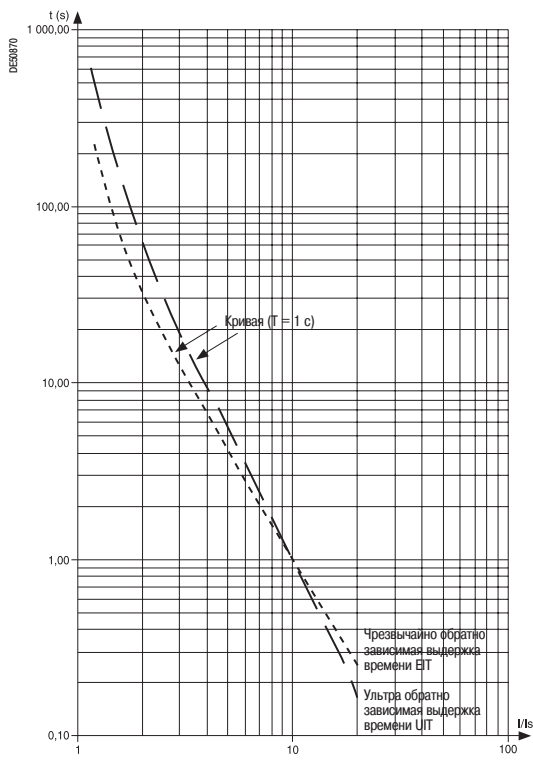
I/Is	SIT и МЭК/А	VIT, LTI и МЭК/В	EIT и МЭК/С	UIT	RI	IEEE MI (IEC/D)	IEEE VI (IEC/E)	IEEE EI (IEC/F)	IAC I	IAC VI	IAC EI
1,0	—	—	—	—	3,062	—	—	—	62,005	62,272	200,226
1,1	24,700 ⁽¹⁾	90,000 ⁽¹⁾	471,429 ⁽¹⁾	—	2,534	22,461	136,228	330,606	19,033	45,678	122,172
1,2	12,901	45,000	225,000	545,905	2,216	11,777	65,390	157,946	9,413	34,628	82,899
1,5	5,788	18,000	79,200	179,548	1,736	5,336	23,479	55,791	3,891	17,539	36,687
2,0	3,376	9,000	33,000	67,691	1,427	3,152	10,199	23,421	2,524	7,932	16,178
2,5	2,548	6,000	18,857	35,490	1,290	2,402	6,133	13,512	2,056	4,676	9,566
3,0	2,121	4,500	12,375	21,608	1,212	2,016	4,270	8,970	1,792	3,249	6,541
3,5	1,858	3,600	8,800	14,382	1,161	1,777	3,242	6,465	1,617	2,509	4,872
4,0	1,676	3,000	6,600	10,169	1,126	1,613	2,610	4,924	1,491	2,076	3,839
4,5	1,543	2,571	5,143	7,513	1,101	1,492	2,191	3,903	1,396	1,800	3,146
5,0	1,441	2,250	4,125	5,742	1,081	1,399	1,898	3,190	1,321	1,610	2,653
5,5	1,359	2,000	3,385	4,507	1,065	1,325	1,686	2,671	1,261	1,473	2,288
6,0	1,292	1,800	2,829	3,616	1,053	1,264	1,526	2,281	1,211	1,370	2,007
6,5	1,236	1,636	2,400	2,954	1,042	1,213	1,402	1,981	1,170	1,289	1,786
7,0	1,188	1,500	2,063	2,450	1,033	1,170	1,305	1,744	1,135	1,224	1,607
7,5	1,146	1,385	1,792	2,060	1,026	1,132	1,228	1,555	1,105	1,171	1,460
8,0	1,110	1,286	1,571	1,751	1,019	1,099	1,164	1,400	1,078	1,126	1,337
8,5	1,078	1,200	1,390	1,504	1,013	1,070	1,112	1,273	1,055	1,087	1,233
9,0	1,049	1,125	1,238	1,303	1,008	1,044	1,068	1,166	1,035	1,054	1,144
9,5	1,023	1,059	1,109	1,137	1,004	1,021	1,031	1,077	1,016	1,026	1,067
10,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10,5	0,979	0,947	0,906	0,885	0,996	0,981	0,973	0,934	0,985	0,977	0,941
11,0	0,959	0,900	0,825	0,787	0,993	0,963	0,950	0,877	0,972	0,957	0,888
11,5	0,941	0,857	0,754	0,704	0,990	0,947	0,929	0,828	0,960	0,939	0,841
12,0	0,925	0,818	0,692	0,633	0,988	0,932	0,912	0,784	0,949	0,922	0,799
12,5	0,910	0,783	0,638	0,572	0,985	0,918	0,896	0,746	0,938	0,907	0,761
13,0	0,895	0,750	0,589	0,518	0,983	0,905	0,882	0,712	0,929	0,893	0,727
13,5	0,882	0,720	0,546	0,471	0,981	0,893	0,870	0,682	0,920	0,880	0,695
14,0	0,870	0,692	0,508	0,430	0,979	0,882	0,858	0,655	0,912	0,868	0,667
14,5	0,858	0,667	0,473	0,394	0,977	0,871	0,849	0,631	0,905	0,857	0,641
15,0	0,847	0,643	0,442	0,362	0,976	0,861	0,840	0,609	0,898	0,846	0,616
15,5	0,836	0,621	0,414	0,334	0,974	0,852	0,831	0,589	0,891	0,837	0,594
16,0	0,827	0,600	0,388	0,308	0,973	0,843	0,824	0,571	0,885	0,828	0,573
16,5	0,817	0,581	0,365	0,285	0,971	0,834	0,817	0,555	0,879	0,819	0,554
17,0	0,808	0,563	0,344	0,265	0,970	0,826	0,811	0,540	0,874	0,811	0,536
17,5	0,800	0,545	0,324	0,246	0,969	0,819	0,806	0,527	0,869	0,804	0,519
18,0	0,792	0,529	0,307	0,229	0,968	0,812	0,801	0,514	0,864	0,797	0,504
18,5	0,784	0,514	0,290	0,214	0,967	0,805	0,796	0,503	0,860	0,790	0,489
19,0	0,777	0,500	0,275	0,200	0,966	0,798	0,792	0,492	0,855	0,784	0,475
19,5	0,770	0,486	0,261	0,188	0,965	0,792	0,788	0,482	0,851	0,778	0,463
20,0	0,763	0,474	0,248	0,176	0,964	0,786	0,784	0,473	0,848	0,772	0,450

(1) Значения, адаптированные только для кривых МЭК А, В и С.

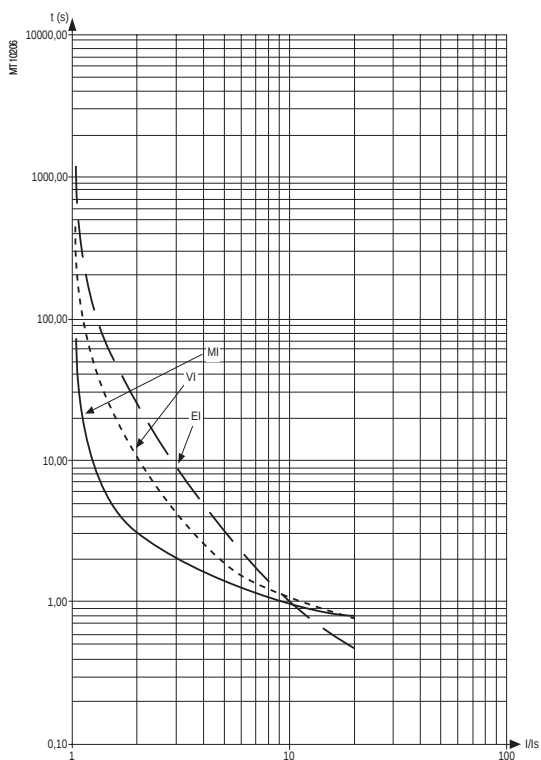
Кривая с обратно зависимой выдержкой времени SIT
Кривая с очень обратно зависимой выдержкой времени VIT или LTI



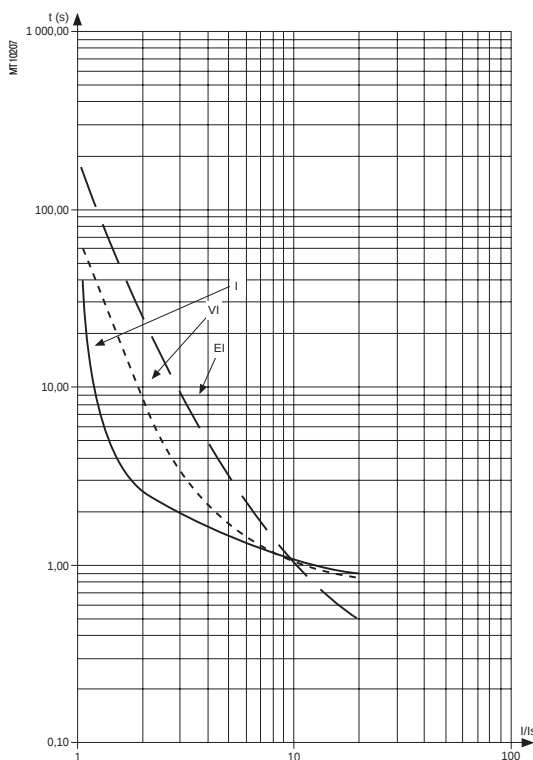
Кривая с чрезвычайно обратно зависимой выдержкой времени EIT
Кривая с ультра обратно зависимой выдержкой времени UIT



Кривые IEEE



Кривые IAS



Описание	164
Основные понятия	165
Назначение логических входов/выходов	166
Управление выключателем	170
Код ANSI 94/69	
Управление выключателем конденсаторных батарей	176
Код ANSI 94/69	
Удержание/квитирование	184
Контроль соответствия телекоманды и положения выключателя	185
Запуск записи осциллограмм аварийных режимов	186
Переключение групп уставок	187
Логическая селективность	188
Алгоритм работы	188
Применение S80, S81, T81, B80, B83	190
Применение M81, M87, M88, C86	191
Применение S82, S84, T82, T87, G82, G87, G88	192
Пример регулировки: радиальные сети	194
Пример регулировки: сеть с параллельными вводными фидерами	196
Пример регулировки: замкнутые сети	197
Разгрузка	199
Повторный пуск	200
Остановка и отключение генераторов	202
Остановка блока "генератор-турбина"	203
Развозбуждение	204
Пример	205
Автоматическое переключение с одного источника питания на два	208
Работа	208
Ввод в работу	212
Характеристики	215
Автоматическое переключение с двух источников питания на три	216
Работа	216
Ввод в работу	221
Характеристики	225
Сигнализация при местном управлении	226
Код ANSI 30	
Местное управление	229
Матрица логики управления	232
Редактор логических уравнений	234
Функции, персонализированные с помощью программы Logipam	238

Sepam выполняет функции управления и контроля, необходимые для работы электрической сети:

■ Основные функции управления и контроля предварительно установлены и соответствуют наиболее распространённым случаям применения. Готовые к использованию, эти функции вводятся в эксплуатацию путём простого параметрирования после назначения необходимых логических входов/выходов.

■ специальные функции управления и контроля, соответствующие особым случаям применения, выполняются с помощью программного обеспечения SFT 2841, обеспечивающего использование следующих функций:

- редактирование логических уравнений с целью адаптации и дополнения предварительно установленных функций управления и контроля;
- создание персонализированных сообщений при местном управлении;
- создание персонализированных мнемосхем для соответствующих выключателей, управление которыми осуществляется;
- персонализация матрицы управления для адаптации назначения выходов к реле, сигнальным лампам и аварийным сообщениям.

■ При использовании программы Logipam Sepam выполняет более разнообразные функции управления и контроля, которые программируются с помощью программного обеспечения SFT 2885, являющегося программным средством на языке Logipam.

Алгоритм работы

Обработка каждой функции управления и контроля может быть разделена на три этапа:

- получение входных данных;
- результаты обработки функций защиты;
- внешние логические данные, поступающие на логические входы дополнительного модуля входов/выходов MES 120;
- команды местного управления, передаваемые с помощью графического дисплея;
- телекоманды (TC), поступающие по линии связи Modbus;
- логическая обработка собственно функции управления и контроля;
- использование результатов обработки данных:
- для активации выходных реле для управления приводом выключателя;
- для информирования пользователя:
- посредством передачи сообщений и/или активизации сигнальных ламп с помощью усовершенствованного UMI и программного обеспечения SFT 2841;
- посредством телесигнализации (TS) для дистанционной передачи информации через связь Modbus.
- посредством сигнализации в реальном времени о состоянии выключателей с помощью анимированной мнемосхемы.

Логические входы и выходы

Количество логических входов/выходов Sepam выбирается в соответствии с используемыми функциями управления и контроля.

Расширение 5 выходов, имеющихся в базовом устройстве Sepam серии 80, обеспечивается за счёт добавления 1, 2 или 3 модулей MES 120 на 14 логических входов и 6 выходных реле каждый.

После подбора необходимого числа модулей MES 120 для определенного типа применения используемые логические входы назначаются какой-либо функции. Назначение входов выбирается из списка имеющихся функций, который охватывает все возможные типы применения. Таким образом, функции могут быть адаптированы к нуждам использования в соответствии с имеющимися логическими входами. Для работы при исчезновении напряжения входы могут инвертироваться.

Для наиболее распространенных случаев применения предлагается назначение логических входов/выходов по умолчанию.

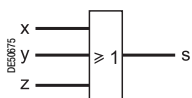


Максимальная конфигурация Sepam серии 80 с 3 модулями MES 120:
42 входа и 23 выхода

Ниже даны обозначения, используемые в различных структурных схемах функций управления и контроля.

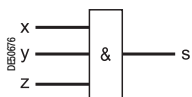
Логические функции

■ "Или"



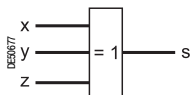
$$\text{Уравнение: } S = X + Y + Z$$

■ "И"



$$\text{Уравнение: } S = X \times Y \times Z$$

■ Исключающее "Или"

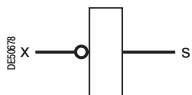


$$S = 1, \text{ если один и единственный вход установлен на } 1$$

$$(S = 1, \text{ если } X + Y + Z = 1)$$

■ "Не"

Эти функции могут использоваться для инвертирования какой-либо информации.

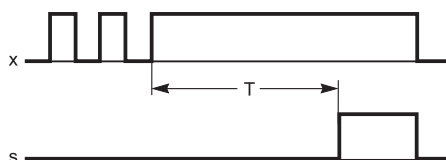
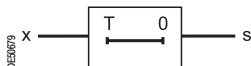


$$\text{Уравнение: } S = X \text{ (} S = 1, \text{ если } X = 0 \text{)}$$

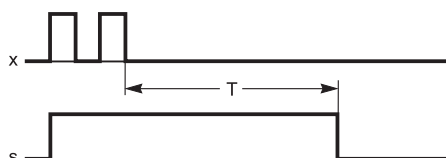
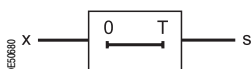
Выдержка времени

Имеются два типа выдержки времени:

■ «на срабатывание»: обеспечивает запаздывание появления информации на промежуток времени T

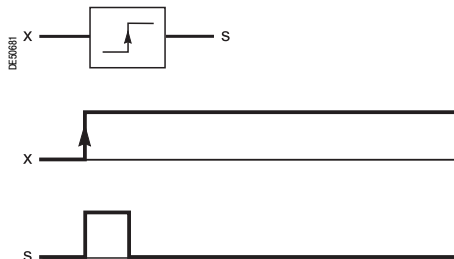


■ «на отпускание»: обеспечивает запаздывание исчезновения информации на промежуток времени T

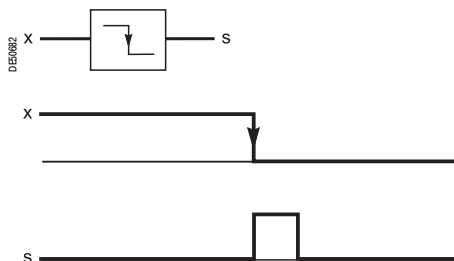


Обработка импульса

■ «на срабатывание»: при каждом появлении информации позволяет создать короткий импульс (1 цикл)



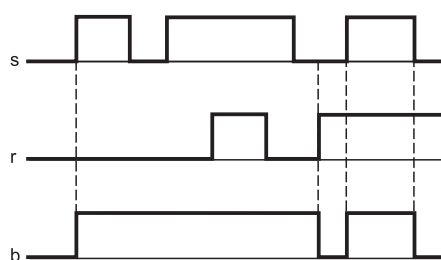
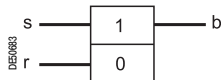
■ «на отпускание»: при каждом исчезновении информации позволяет создать короткий импульс (1 цикл)



Примечание: исчезновение информации может быть вызвано отключением оперативного питания.

Бистабильная функция (RS-триггер)

Функции с двумя устойчивыми состояниями обеспечивают запоминание информации



$$\text{Уравнение: } B = S + R \times B$$

Назначение входов и выходов какой-либо предварительно установленной функции управления и контроля выполняется с помощью программного обеспечения SFT 2841 в соответствии с вариантами применения, указанными в таблице ниже.

Логика каждого входа может быть инвертирована для работы при исчезновении напряжения.

Все логические входы, назначенные или нет какой-либо предварительно установленной функции, могут использоваться программным обеспечением SFT 2841 в соответствии с особыми потребностями применения:

- в матрице управления (программное обеспечение SFT 2841) – для связи логического входа с логическим выходом, с сигнальной лампой на передней панели Sepam либо с аварийным сообщением – для местной сигнализации на дисплее;
- в редакторе логических уравнений (программное обеспечение SFT 2841) – в качестве переменной логического уравнения;
- в программе Logiram (программное обеспечение SFT 2885) – в качестве входной переменной программы на рабочем языке.

Таблица назначения основных логических выходов

Функции	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Назначение
отключение / управление контактором	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O1
блокировка включения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O2 по умолчанию
команда на включение	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O3 по умолчанию
устройство отслеживания готовности	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O5
лог. селективность, передача сигнала лог. селект. AL 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O102 по умолчанию
лог. селективность, передача сигнала лог. селект. AL 2			■	■		■			■	■				O103 по умолчанию
остановка блока									■	■				свободное
развозбуждение									■	■				свободное
разгрузка							■	■						свободное
АВО, включение выключателя NO (закрывающего)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
АВО, включение секционника	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
АВО, отключение секционника	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
отключение ступени конденсатора (1 – 4)													■	свободное
включение ступени конденсатора (1 – 4)													■	свободное

Примечание. Назначенные по умолчанию логические выходы могут быть свободно повторно назначены.

**Таблица назначения логических входов, общих для всех видов
применения**

Функции	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Назначение
положение "включено"	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I101
положение "отключено"	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I102
синхронизация внутреннего таймера Sepam внешним импульсом	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I103
переключение групп уставок А/В	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешнее квитирование	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "включено" заземл. разъединителя	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "отключено" заземл. разъединителя	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешнее отключение 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешнее отключение 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешнее отключение 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "окончание взвода привода"	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
блокир. телеуправления (при местной работе)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
снижение давления SF6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
блокировка включения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
команда на отключение	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
команда на включение	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
неисправность предохранителя трансформатора фазного напряжения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
неисправность предохранителя трансформатора напряжения нулевой последовательности V0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешний счетчик положит. активной энергии	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешний счетчик отриц. активной энергии	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешний счетчик положительной реакт. энергии	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
внешний счетчик отрицательной реакт. энергии	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "отключено"	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "включено" разъединителя А	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "отключено" разъединителя А	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "включено" разъединителя В	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
положение "отключено" разъединителя В	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное
контроль катушки включения	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	свободное

Таблица назначения логических входов в соответствии с видом применения

Функции	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Назначение
блокировка АПВ	■	■	■	■										свободное
блокировка по тепловой защите		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	свободное
изменение теплового режима					■	■	■	■	■	■				свободное
логическая селективность, прием сигнала лог селект. AL 1	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
логическая селективность, прием сигнала лог селект. AL 2			■	■		■			■	■				свободное
отключение от газового реле					■	■		■		■				свободное
отключение от термостата					■	■		■		■				свободное
отключение по давлению					■	■		■		■				свободное
отключение от термистора					■	■	■	■	■	■				свободное
сигнал газового реле					■	■		■		■				свободное
сигнал термостата					■	■		■		■				свободное
сигнал по давлению					■	■		■		■				свободное
сигнал термистора					■	■	■	■	■	■				свободное
измерение скорости вращения ротора							■	■	■	■				I104
детектор вращения ротора							■	■						свободное
повторный пуск двигателя							■	■						свободное
запрос на разгрузку							■	■						свободное
блокировка по минимальному току							■	■						свободное
остановка блока									■	■				свободное
развозбуждение									■	■				свободное
включение разрешено (ANSI 25)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
блокировка телеуправления на соседней секции (при местном управлении)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
блокировка телеуправления секционника (при местном управлении)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
секционник отключен	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
секционник включен	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
отключение соседней секции	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
включение соседней секции	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
сектор в положении Manuel (ручной режим) (ANSI 43)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
сектор в положении Auto (автоматический режим) (ANSI 43)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
сектор в положении "выключатель" (ANSI 10)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
сектор в положении "секционник" (ANSI 10)	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
выключатель на соседней секции отключен	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
секционный выключатель отключен	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
команда на включение секционника	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
наличие напряжения на соседней секции	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
блокировка включения секционника	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
автоматическая команда на включение	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■		свободное
внешняя команда на включение 1											■	■		свободное
внешняя команда на включение 2											■	■		свободное
неисправность предохранителя трансформатора дополнительного фазного напряжения											■	■		свободное
неисправность предохранителя трансформатора дополнительного напряжения нулевой последовательности V0												■		свободное

Assignment table of logic Входы by application

Функции	S80	S81	S82	S84	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	B80	B83	C86	Назначение
ступень 1 отключена													■	свободное
ступень 1 включена													■	свободное
ступень 2 отключена													■	свободное
ступень 2 включена													■	свободное
ступень 3 отключена													■	свободное
ступень 3 включена													■	свободное
ступень 4 отключена													■	свободное
ступень 4 включена													■	свободное
команда на отключение ступени 1													■	свободное
команда на отключение ступени 2													■	свободное
команда на отключение ступени 3													■	свободное
команда на отключение ступени 4													■	свободное
команда на включение ступени 1													■	свободное
команда на включение ступени 2													■	свободное
команда на включение ступени 3													■	свободное
команда на включение ступени 4													■	свободное
внешнее отключение ступени 1													■	свободное
внешнее отключение ступени 2													■	свободное
внешнее отключение ступени 3													■	свободное
внешнее отключение ступени 4													■	свободное
управление VAR ступенью 1													■	свободное
управление VAR ступенью 2													■	свободное
управление VAR ступенью 3													■	свободное
управление VAR ступенью 4													■	свободное
внешняя блокировка управления ступенями													■	свободное
ручное управление ступенями													■	свободное
автоматическое управление ступенями													■	свободное

В таблице ниже указано назначение логических входов, которое можно установить с помощью программного обеспечения SFT 2841, нажав на клавишу "Стандартное назначение".

Функции	Стандартное назначение	Тип применения
положение "Отключен"	I101	все
положение "Отключен"	I102	все
лог. селективность, прием сигнала лог. селект. AL1	I103	все, кроме M8x
лог. селективность, прием сигнала лог. селект. AL2	I104	все, кроме S80, S81, T81, M8x, B8x, C86
включение разрешено (ANSI 25)	I104	S80, S81, T81, B8x
снижение давления SF6	I105	все
команда на отключение	I106	все
команда на включение	I107	все
блокировка АПВ	I108	S80, S81
отключение от газового реле	I108	T8x, M88, G88
отключение от термостата	I109	T8x, M88, G88
отключение по давлению	I110	T8x, M88, G88
отключение от термистора	I111	T8x, M88, G88
сигнал газового реле	I112	T8x, M88, G88
сигнал термостата	I113	T8x, M88, G88
сигнал по давлению	I114	T8x, M88, G88
сектор в положении "выключатель" (ANSI 10)	I201	S8x, T8x, G8x, B8x
сектор в положении "секционник" (ANSI 10)	I202	S8x, T8x, G8x, B8x
сектор в положении Auto (автоматический режим) (ANSI 43)	I203	S8x, T8x, G8x, B8x
сектор в положении Manuel (ручной режим) (ANSI 43)	I204	S8x, T8x, G8x, B8x
включение соседней секции	I205	S8x, T8x, G8x, B8x
отключение соседней секции	I206	S8x, T8x, G8x, B8x
наличие напряжения на соседней секции	I207	S8x, T8x, G8x, B8x
блокировка телеуправления на соседней секции (при местном управлении)	I208	S8x, T8x, G8x, B8x
автоматическая команда на включение	I209	S8x, T8x, G8x, B8x
секционник отключен	I210	S8x, T8x, G8x, B8x
секционник включен	I211	S8x, T8x, G8x, B8x
блокировка включения секционника	I212	S8x, T8x, G8x, B8x
команда на включение секционника	I213	S8x, T8x, G8x, B8x
блокировка телеуправления секционника (при местном управлении)	I214	S8x, T8x, G8x, B8x

Предварительно установленная функция управления выключателем/контактором.

Работа

Данная функция выполняет управление выключателями следующих типов:

- выключатели с катушкой отключения при подаче или исчезновении напряжения;
- зацепляющие контакторы с катушкой отключения при подаче напряжения;
- контакторы с постоянными командами.

Данная функция выполняет два вида обработки данных:

- выдает внутренние команды управления выключателем:
 - отключение (или размыкание) **1**, **2**, **3**
 - включение (или закрытие) с контролем или без контроля синхронизма **6**, **7**, **8**
 - блокировка включения **4**, **5**
- использует внутренние команды для управления логическими выходами в зависимости от типа выключателя, управление которым необходимо выполнить.

Выработка внутренних команд управления выключателем

Данная функция обслуживает все условия включения и отключения выключателя, основанные на:

- функциях защиты (экземпляры, конфигурированные на отключение выключателя);
- данных о положении выключателя;
- командах дистанционного управления через связь;
- командах местного управления через логический вход или с помощью графического дисплея;
- внутренних командах управления, выдаваемых с помощью логических уравнений или программы Logipat;
- предварительно установленных функциях управления, специализированных для каждого вида применения:
 - АПВ;
 - остановка блока, развозбуждение;
 - разгрузка;
 - контроль синхронизма;
 - автоматическое включение резерва (АВР);
 - управление конденсаторными батареями.

Данная функция также запрещает включение выключателя в соответствии с условиями эксплуатации.

Функция блокировки от "прыганья"

Во избежание одновременного управления отключением и включением выключателя и для обеспечения приоритета команд на отключение, используется импульсное управление включением выключателя.

Функция управления выключателем с блокировкой (ANSI 86)

Функция ANSI 86, которая обычно выполняется с помощью реле блокировки, может обеспечиваться Sepam путем использования функции управления выключателем при обслуживании всех условий отключения (выходы функций защиты и логические входы).

В этом случае Sepam выполняет:

- перегруппировку всех условий отключения и управление выключателем;
- удержание команды на отключение, при блокировке включения, до исчезновения и произвольного квитирования причины отключения (см. раздел "Удержание / квитирование");
- сигнализацию причины отключения:
 - при местном управлении с помощью сигнальных ламп (Trip и другие) и с помощью сообщений на дисплее;
 - дистанционно путем телесигнализации (см. раздел "Сигнализация").

Включение с использованием функции контроля синхронизма **9**

Функция контроля синхронизма обеспечивает контроль напряжения с одной и с другой стороны от выключателя и разрешает его безопасное включение.

Функция вводится в работу путем параметрирования.

Для использования данной функции требуется, чтобы один из логических выходов "Включение разрешено" дополнительного модуля MCS 025 был подсоединен к логическому входу Sepam, назначенному функции "Включение разрешено".

Если необходимо включить выключатель без учета условий синхронизма, эта операция выполняется с помощью логического уравнения или программы Logipat через вход V_CLOSE_NOCTRL.

Управление логическими выходами

Логические команды, выдаваемые функцией управления выключателем, используются для управления логическими выходами Sepam, через которые осуществляется отключение и включение выключателя.

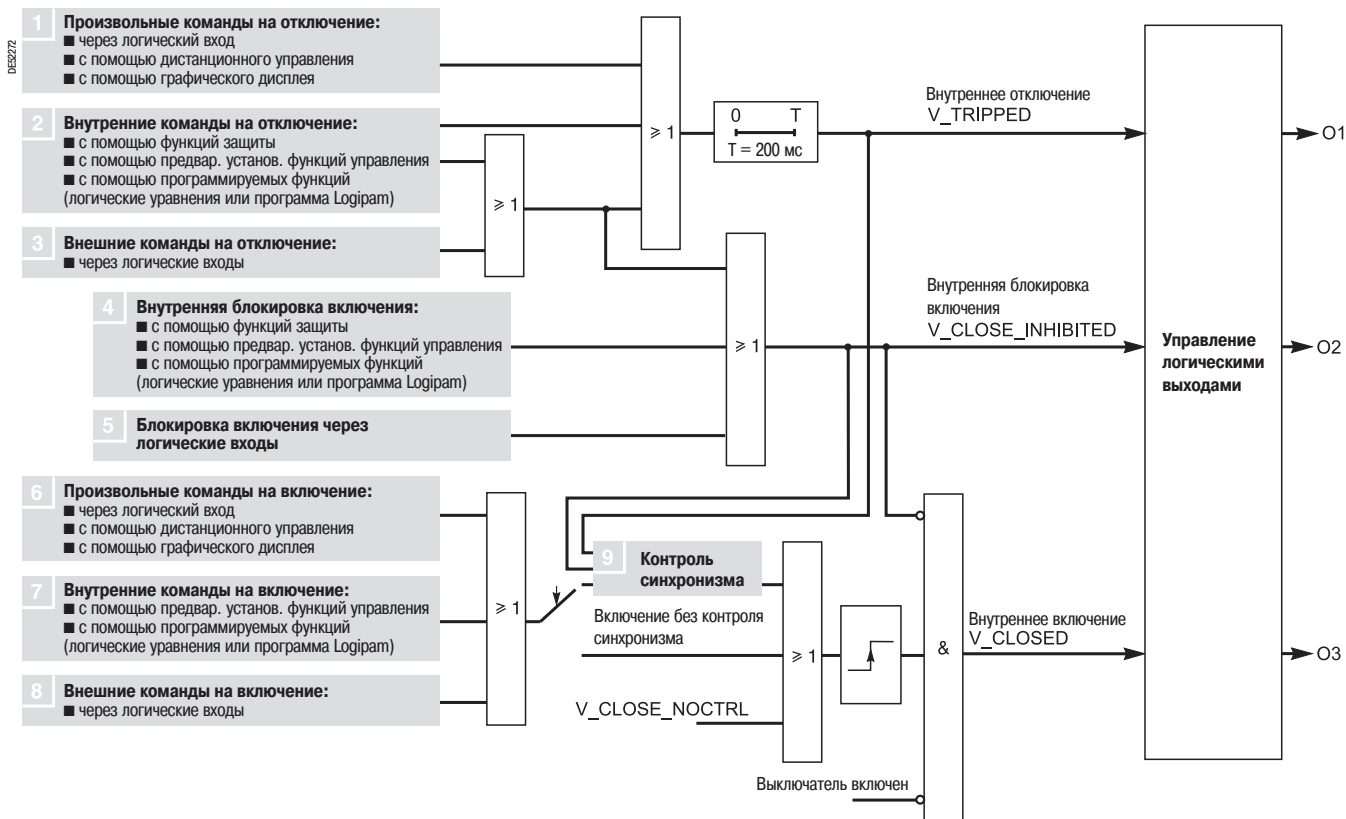
Управление логическим выходами адаптировано путем параметрирования к соответствующему типу выключателя или контактора.

Управление конденсаторными батареями

Sepam C86 используют "Функцию управления выключателем" для управления выключателем и управления выключателями конденсаторных батарей 1 – 4.

Описание этой специальной функции дается отдельно.

Основной алгоритм работы

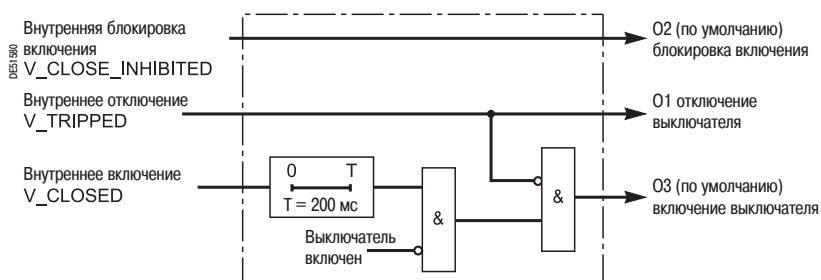


Управление логическими выходами

Управление выключателем / контактором с механическим удержанием

На схеме ниже показан следующий вариант параметрирования:

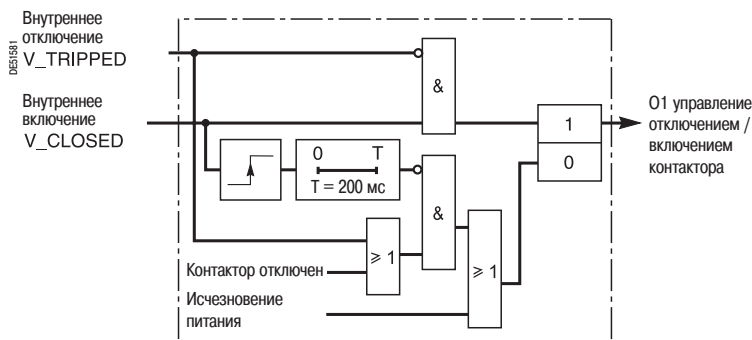
- для выключателя:
- выход O1 отключение;
- выход O2 - блокировка включения;
- выход O3 - включение.



Управление контактором без механического удержания

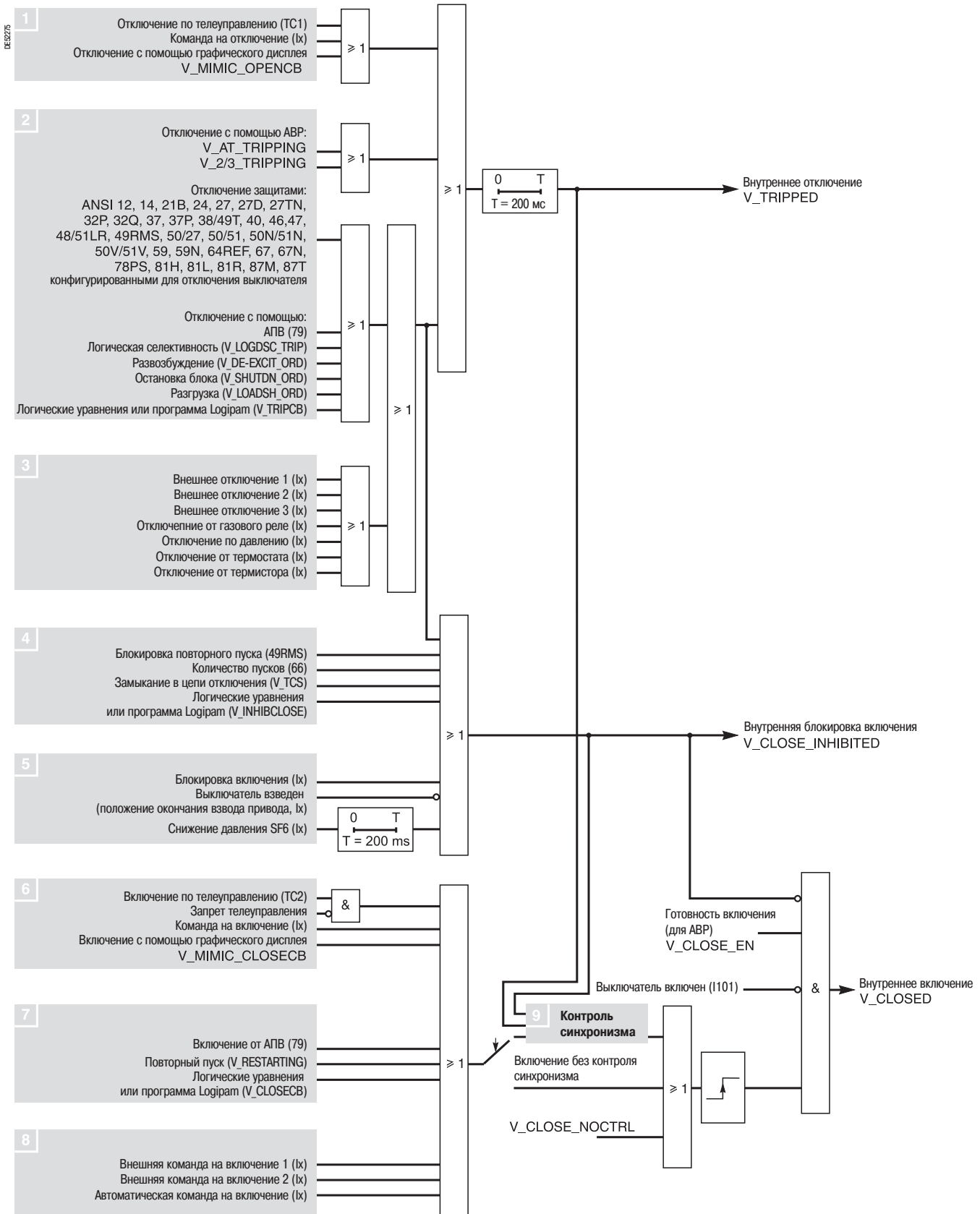
На схеме ниже показан следующий вариант параметрирования:

- для контактора:
- выход O1 отключение / включение.



Выработка внутренних команд управления выключателем

Алгоритм работы



Разрешение на включение с помощью функции контроля синхронизма

Работа

Запрос на включение, выдаваемый при местном управлении или дистанционно, поддерживается Sepam в течение выдержки времени запроса на включение и при этом появляется сообщение "SYNC. EN COURS" ("СИНХРОНИЗАЦИЯ В ДЕЙСТВИИ"). Запрос деактивируется при получении команды на отключение или команды блокировки выключателя, и выдается сообщение "STOP SYNC." ("ОСТАНОВКА СИНХРОНИЗАЦИИ").

Команда на включение выдается, если разрешение на включение получено до истечения выдержки времени запроса на включение. В этом случае появляется сообщение "SYNC. OK" ("УСПЕШНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ").

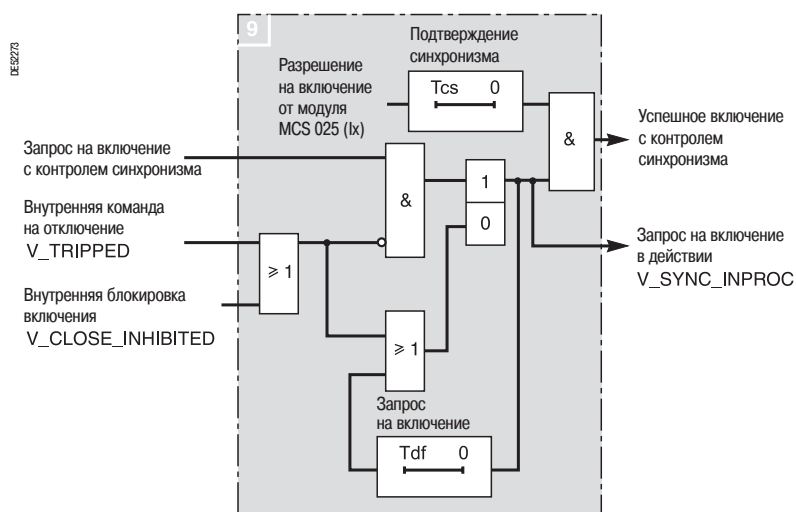
Если разрешение не получено, выдается сообщение "EHEC SYNC." ("НЕТ СИНХРОНИЗАЦИИ").

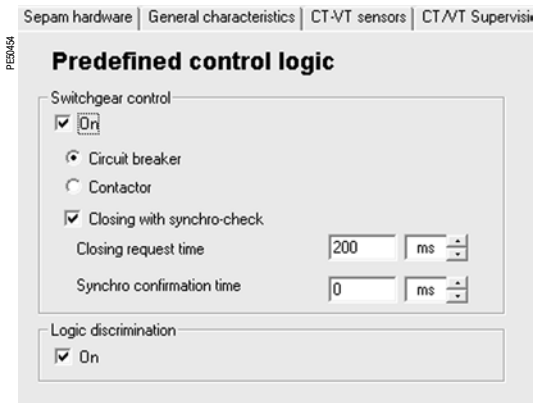
Когда это возможно и в случае если дополнительный модуль MCS 025 подсоединен с помощью кабеля CCA 785 к Sepam, на который поступил запрос на включение, выдается дополнительное сообщение с указанием причины отсутствия синхронизации:

- "EHEC SYNC. dU" при слишком большой разности напряжений;
- "EHEC SYNC. dF" при слишком большой разности частот;
- "EHEC SYNC. dPhi" при слишком большой разности фаз.

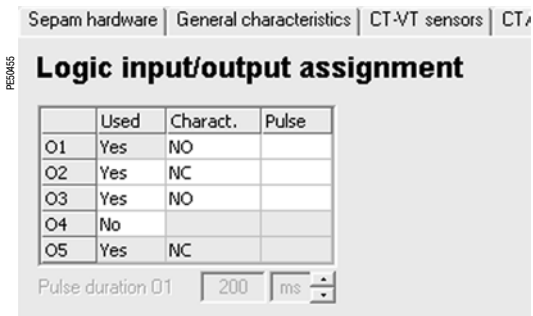
Использование дополнительного времени позволяет подтвердить разрешение на включение, чтобы обеспечить достаточную продолжительность периода включения.

Алгоритм работы





Программное обеспечение SFT 2841, пример экрана параметрирования функции "Управление выключателем"



Программное обеспечение SFT 2841, пример экрана параметрирования по умолчанию логических входов, назначенных функции "Управление выключателем"

Параметрирование

Параметрирование и адаптация функции управления выключателем к типу выключателя осуществляется с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Рубрика "Логика управления"

- С помощью данной рубрики обеспечивается:
- ввод функции "Управление выключателем";
 - выбор типа выключателя, управление которым выполняется: выключатель (по умолчанию) или контактор;
 - при необходимости, ввод функции "Контроль синхронизма".

Рубрика "Логические входы / выходы"

- С помощью данной рубрики обеспечивается:
- назначение требуемых логических входов;
 - определение состояния логических выходов.

По умолчанию используются следующие выходы:

Логический выход	Назначенная внутренняя команда	Катушка отключения выключателя
O1	Отключение (V_TRIPPED)	при подаче напряжения
O2	Блокировка включения (V_CLOSE_INHIBITED)	при исчезновении напряжения
O3	Включение (V_CLOSED)	при подаче напряжения

- Команда "Отключение" всегда назначена выходу O1. Если выход O1 настроен на импульсный режим работы, продолжительность импульса управления параметрируется.
- Дополнительные команды "Блокировка включения" и "Включение" могут быть назначены любому логическому выходу.

Рубрика "Матрица логики управления", кнопка "Логика управления"

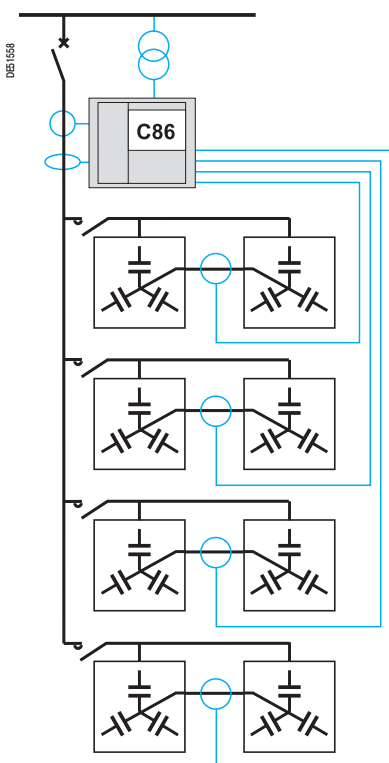
При необходимости, с помощью данной рубрики выполняется изменение назначения внутренних команд, назначенных по умолчанию выходам O2 и O3.

Характеристики

Регулировки				
Управление выключателем				
регулировка	в работе / выведен			
Тип выключатель / контактор				
регулировка	выключатель / контактор			
Длительность импульса отключения (выход 01)				
регулировка	200 мс - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от -10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Включение с контролем синхронизма				
регулировка	в работе / выведен			
Выдержка времени запроса на включение Tdf				
регулировка	0 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от -10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Выдержка времени подтверждения синхронизма Tcs				
регулировка	0 - 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от -10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
отключение	V_TRIPCB	■	■	
блокировка включения	V_INHIBECLOSE	■	■	
включение (с контролем синхронизма, если функция активирована)	V_CLOSECB	■	■	
включение без контроля синхронизма	V_CLOSE_NOCTRL	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
управление выключателем в действии	V_SWCTRL_ON		■	
отключение	V_TRIPPED	■	■	■
блокировка включения	V_CLOSE_INHIBITED	■	■	■
включение	V_CLOSED	■	■	■
управление контактором	V_CONTACTOR		■	■
контроль синхронизма в действии	V_SYNC_ON		■	■
запрос на включение с контролем синхронизма выполняется	V_SYNC_INPROC		■	■
остановка включения с контролем синхронизма	V_SYNC_STOP		■	■
включение с контролем синхронизма выполнено	V_SYNC_OK		■	■
неудачное включение с контролем синхронизма	V_NOSYNC		■	■
неудачное включение с контролем синхронизма – слишком большая разность напряжений	V_NOSYNC_DU		■	■
неудачное включение с контролем синхронизма – слишком большая разность частот	V_NOSYNC_DF		■	■
неудачное включение с контролем синхронизма – слишком большая разность фаз	V_NOSYNC_DPHI		■	■

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Предварительно настроенная функция управления выключателем обеспечивает защиту конденсаторной батареи и выключателей каждой ступени конденсаторной батареи. Функция используется только Sepam C86.



Пример применения Sepam C86: защита с помощью выключателя конденсаторной батареи, состоящей из 4 ступеней.

Работа

Функция управления выключателем Sepam C86 обеспечивает:

- управление выключателем, защищающим конденсаторную батарею (выключатель с катушкой отключения при подаче или исчезновении напряжения);
- управление выключателями ступени (максимально 4 ступени) конденсаторной батареи с учетом:
 - произвольных команд при управлении вручную;
 - автоматических команд управления, выдаваемых генератором реактивной энергии.

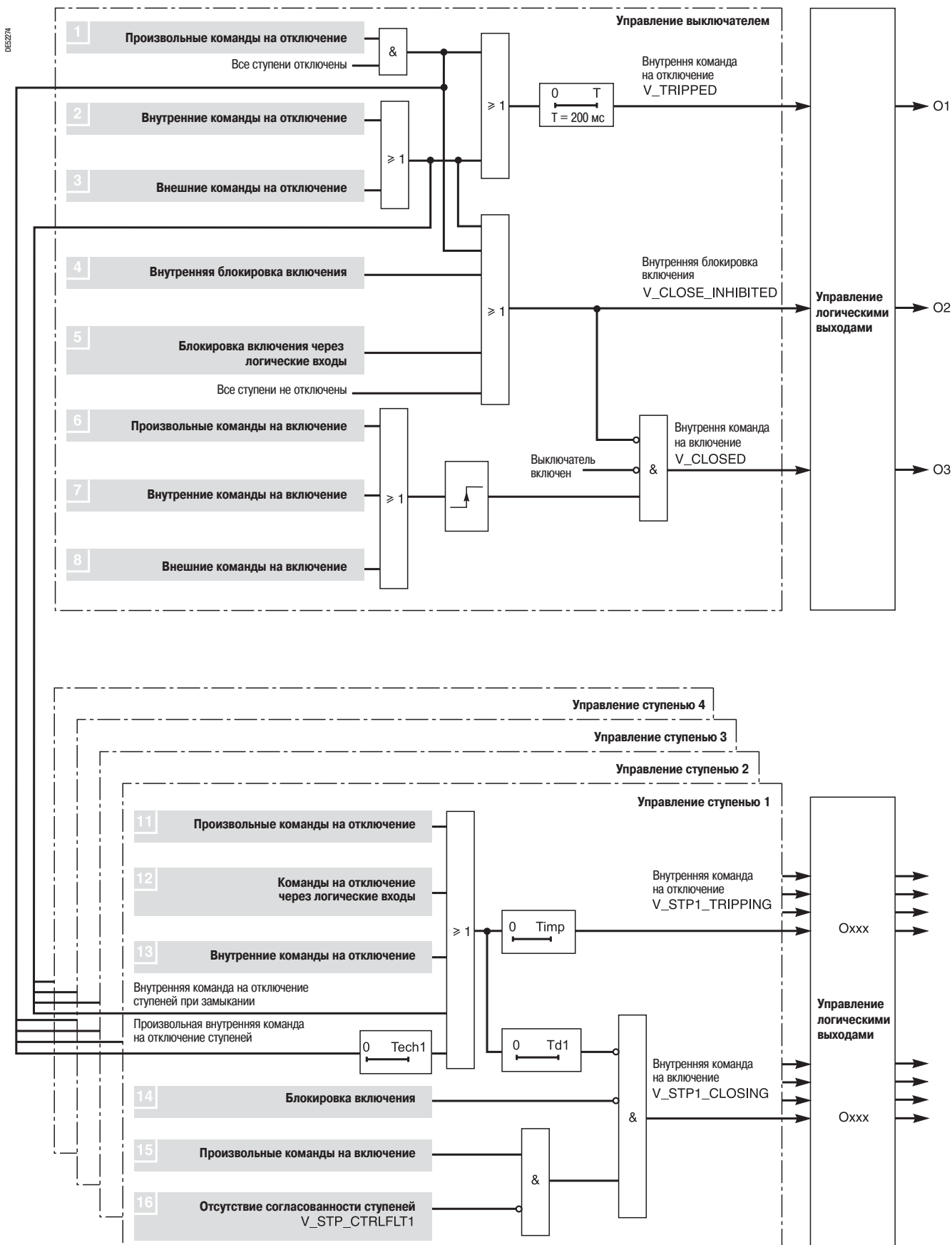
Управление логическими выходами

Логические команды, выдаваемые с помощью функции управления выключателем, используются для управления логическими выходами Sepam, через которые выполняется:

- отключение и включение выключателя;
- отключение и включение каждого выключателя ступени конденсаторной батареи.

Управление логическими выходами адаптируется путем параметрирования к типу выключателя: выключатель конденсаторной батареи или выключатель ступени конденсаторной батареи.

Основной алгоритм работы



Управление выключателем

Данная функция выполняет два вида обработки данных:

■ выдает внутренние команды управления выключателем:

- ☐ отключение (или размыкание) выключателя 1, 2, 3
- ☐ включение (или закрытие) выключателя 6, 7, 8
- ☐ блокировка включения выключателя 4, 5

■ использует внутренние команды для управления логическими выходами в зависимости от типа выключателя, управление которым необходимо выполнить.

Выработка внутренних команд управления выключателем

Функция управления выключателем обслуживает все условия включения и отключения выключателя, основанные на:

- функциях защиты (экземпляры, конфигурированные на отключение выключателя);
- данных о положении выключателя и выключателей ступеней конденсаторной батареи;
- командах дистанционного управления через связь;
- командах местного управления через логический вход или с помощью графического дисплея;
- внутренних командах управления, выдаваемых с помощью логических уравнений или программы Logipam.

Данная функция также запрещает включение выключателя в соответствии с условиями эксплуатации.

Отключение выключателя

■ Произвольное отключение:

По команде на отключение выключателя происходит эшелонированное отключение выключателей ступеней конденсаторной батареи. Эта команда подается в течение временного периода T1, необходимого для эшелонированного отключения выключателей ступеней и выключателя. Во избежание отключения емкостного тока выключатель отключается после отключения всех выключателей ступеней.

■ Отключение:

Защиты (экземпляры, конфигурированные на отключение выключателя и внешней защиты) производят отключение выключателя. После отключения выключателя одновременно выдается команда на отключение выключателей всех ступеней конденсаторной батареи.

Включение выключателя

Включение выключателя производится только при условии отключения всех выключателей ступеней конденсаторной батареи.

Функция блокировки от "прыганья"

Во избежание одновременного управления отключением и включением выключателя и для обеспечения приоритета команд на отключение, используется импульсное управление включением выключателя.

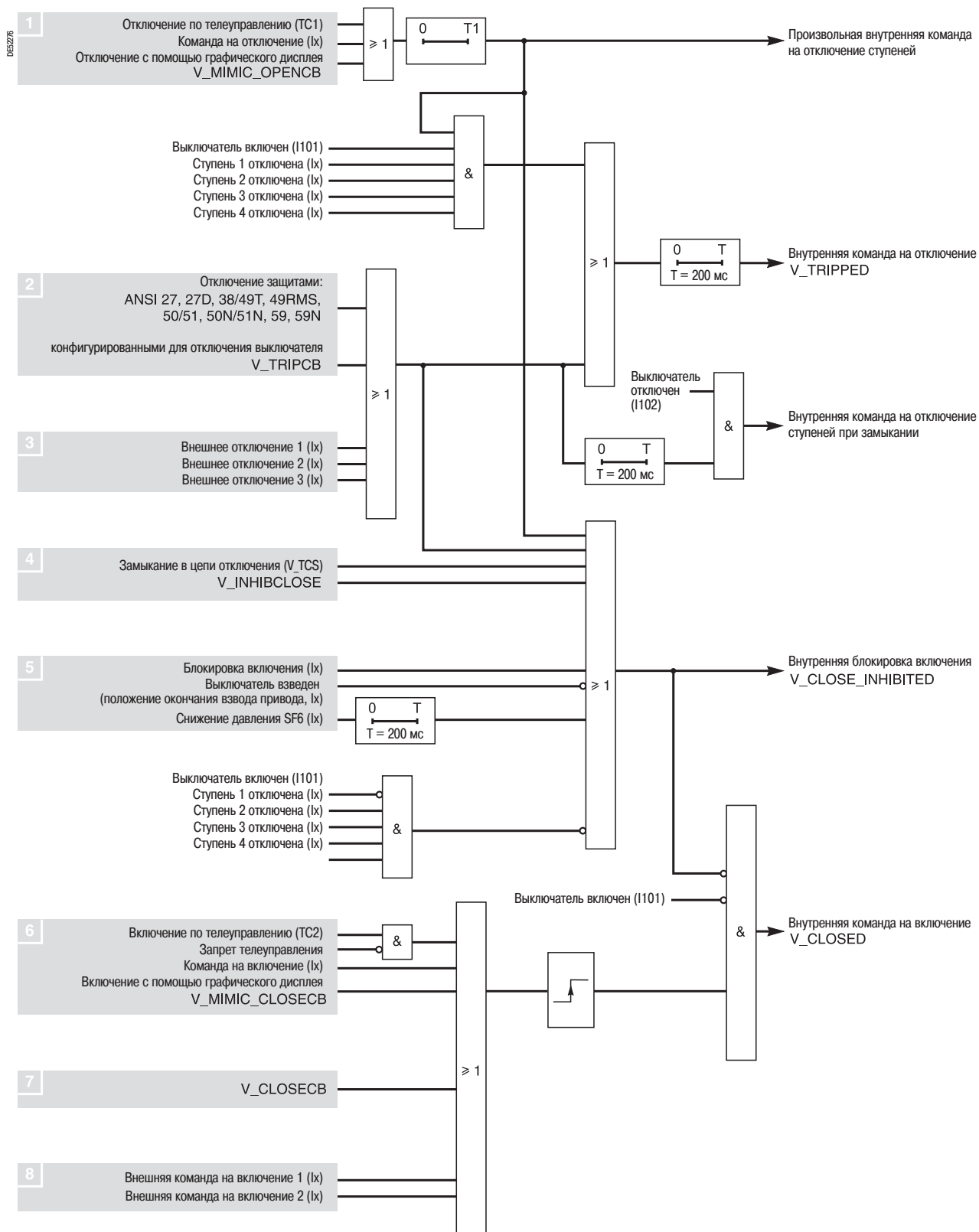
Функция управления выключателем с блокировкой (ANSI 86)

Функция ANSI 86, которая обычно выполняется с помощью реле блокировки, может обеспечиваться Sepam путем использования предварительно настроенной функции управления выключателем при обслуживании всех условий отключения (выходы функций защиты и логические входы).

В этом случае Sepam выполняет:

- перегруппировку всех условий отключения и управление выключателем;
- удержание команды на отключение, при блокировке включения, до исчезновения и произвольного квитирования причины отключения (см. раздел "Удержание / квитирование");
- сигнализацию причины отключения:
 - ☐ при местном управлении с помощью сигнальных ламп (Ttir и другие) и с помощью сообщений на дисплее;
 - ☐ дистанционно путем телесигнализации (см. раздел "Сигнализация").

Алгоритм работы



Управление конденсаторными батареями

Автоматическое управление

Когда используется логический вход "Автоматическое управление ступенями", можно осуществлять автоматическое управление каждой ступенью конденсаторной батареи с помощью регулятора реактивной энергии (VAR). В этом случае один и тот же вход используется для отключения и включения выключателя ступени (один вход для каждой ступени):

- вход в состоянии 1 — включение выключателя ступени x;
- вход в состоянии 0 — отключение выключателя ступени x.

Управление вручную

Когда используется логический вход "Управление вручную ступенями", можно осуществлять управление вручную отключением и включением:

- при местном управлении — через специальные логические входы (один вход на отключение и один вход на включение для каждой ступени);
- дистанционной с помощью телеуправления.

Блокировка произвольного управления конденсаторными батареями

Логический вход используется для блокировки произвольного управления выключателями ступеней. В то же время, данный логический вход не используется для запрета отключения ступеней в случае замыкания, ни для их отключения после отключения выключателя.

Отключение выключателя ступени конденсаторной батареи

При любом отключении выключателя ступени конденсаторной батареи - произвольном или по команде на отключение - активируется выдержка времени на разрядку, которая блокирует включение выключателя для обеспечения правильной разрядки конденсаторов ступени.

- Произвольное отключение: управление вручную или автоматическое управление выключателем ступени.

■ Отключение по команде отключения, выполняется:

□ экземплярами защиты от небаланса (ANSI 51C), настроенными для ступени и конфигурированными на отключение ступени [13](#)

□ через логический вход "Отключение ступени x" (один вход для одной ступени) [12](#)

□ Ис помощью редактора логических уравнений или программы Logipam [13](#).

С помощью команд на отключение с удержанием производится блокировка включения выключателя ступени, пока не осуществлен возврат в исходное положение [14](#).

Продолжительность команды на отключение составляет, как минимум, период выдержки времени пускового и отпирающего импульса.

Включение выключателя ступени конденсаторной батареи [15](#)

Команда на включение всегда произвольная, и при управлении вручную, и при автоматическом управлении. Продолжительность команды на включение равна выдержке времени пускового и отпирающего импульса.

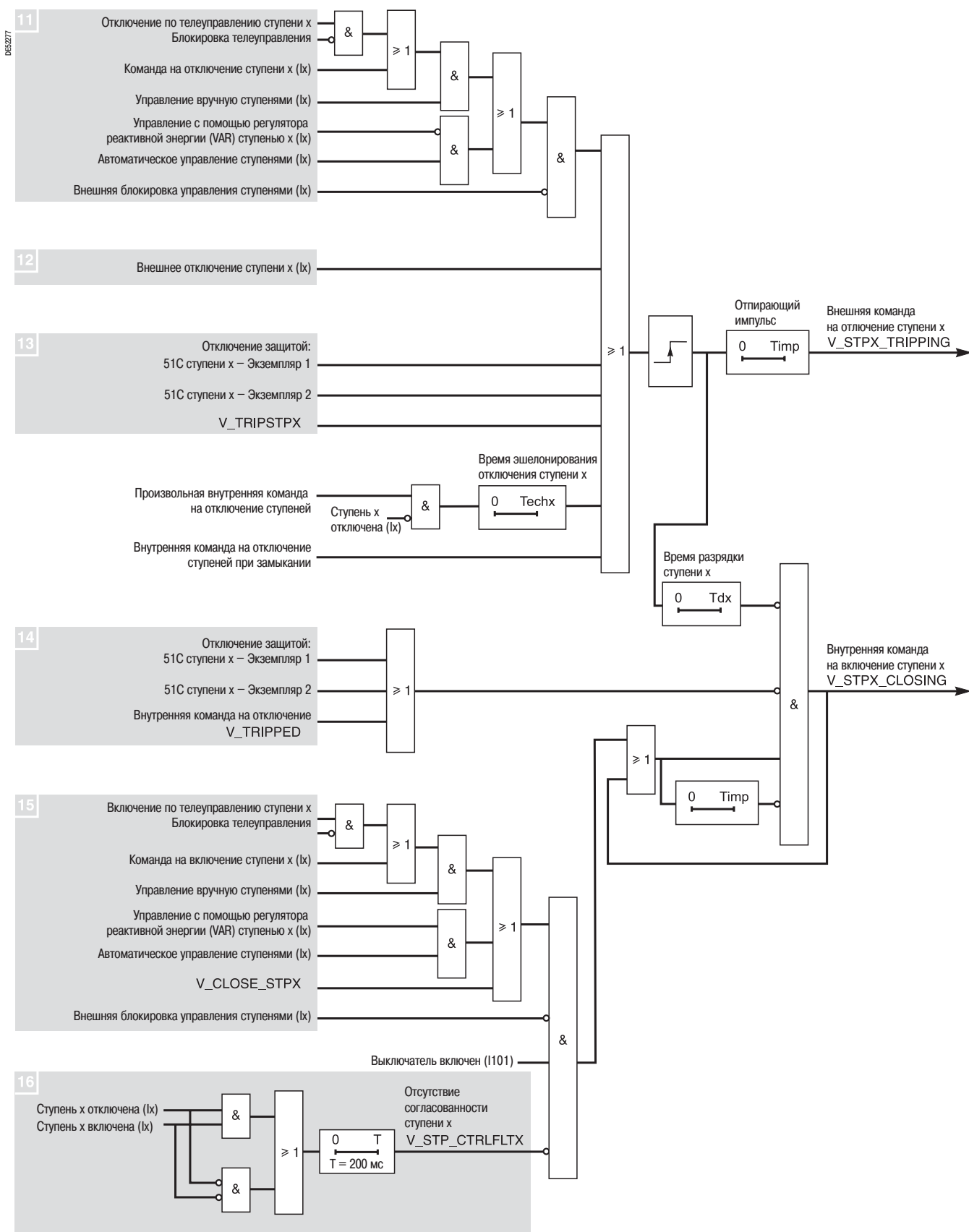
Включение выключателя ступени выполняется только по истечении выдержки времени на разрядку ступени и после включения (секционного) выключателя, если нет отказа в работе защиты или блокировки.

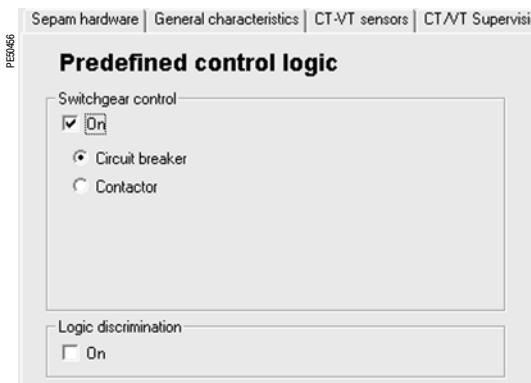
Отсутствие согласованности в работе выключателя ступени конденсаторной батареи [16](#)

С помощью данной функции обеспечивается контроль согласованности логических входов, используемых для передачи данных о положении выключателя ступени, когда они параметрируются как логические входы (Ix).

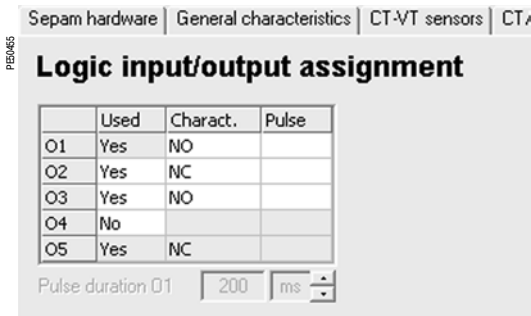
В случае нарушения согласованности в работе какого-либо выключателя ступени, команда на включение этого выключателя блокируется.

Алгоритм работы

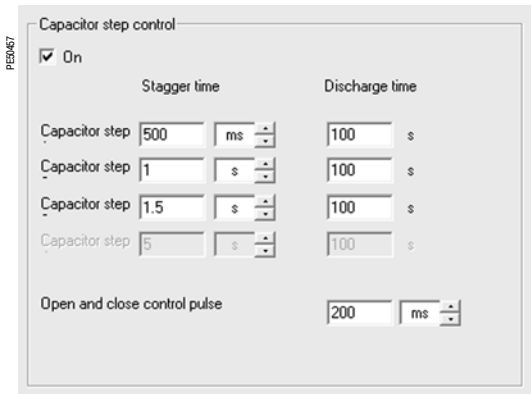




Программное обеспечение SFT 2841, пример экрана параметрирования функции "Управление выключателем"



Программное обеспечение SFT 2841, пример экрана параметрирования по умолчанию логических входов, назначенных функции "Управление выключателем"



Программное обеспечение SFT 2841, пример экрана параметрирования функции "Управление конденсаторными батареями"

Параметрирование функции управления выключателем

Параметрирование и адаптация функции управления выключателем к типу выключателя осуществляется с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Рубрика "Логика управления"

С помощью данной рубрики обеспечивается:

- ввод функции "Управление выключателем";
- выбор типа выключателя, управление которым выполняется: выключатель.

Рубрика "Логические входы / выходы"

С помощью данной рубрики обеспечивается:

- назначение требуемых логических входов;
- определение состояния логических выходов.

По умолчанию используются следующие выходы:

Логический выход	Назначенная внутренняя команда	Катушка отключения выключателя
O1	Отключение (V_TRIPPED)	при подаче напряжения
O2	Блокировка включения (V_CLOSE_INHIBITED)	при исчезновении напряжения
O3	Включение (V_CLOSED)	при подаче напряжения

- Команда "Отключение" всегда назначена выходу O1.

Если выход O1 настроен на импульсный режим работы, продолжительность импульса управления параметрируется.

- Дополнительные команды "Блокировка включения" и "Включение" могут быть назначены любому логическому выходу.

Рубрика "Матрица логики управления", кнопка "Логика управления"

При необходимости, с помощью данной рубрики выполняется изменение назначения внутренних команд, назначенных по умолчанию выходам O2 и O3.

Параметрирование функции управления конденсаторными батареями

Параметрирование и адаптация данной функции осуществляется с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Рубрика "Специальные характеристики"

С помощью данной рубрики обеспечивается конфигурирование конденсаторной батареи и параметрирование количества ступеней.

Рубрика "Логика управления"

С помощью данной рубрики обеспечивается конфигурирование функции управления ступенями:

- ввод функции "Управление конденсаторными батареями";
- регулировка выдержек времени эшелонирования отключения ступеней, выдержек времени разрядки конденсаторных батарей и длительности управляющего импульса выключателей ступени.

Рубрика "Логические входы / выходы"

С помощью данной рубрики обеспечивается:

- назначение требуемых логических входов;
- определение состояния логических выходов, назначенных функции управления выключателем ступеней конденсаторных батарей.

Управление выключателем конденсаторных батарей

Код ANSI 94/69

Характеристики

Регулировки

Управление выключателем

регулировка в работе / выведен

Тип выключатель / контактор

регулировка выключатель / контактор

Длительность импульса отключения (выход O1)

регулировка 200 мс - 300 с

точность ⁽¹⁾ ±2% или от -10 мс до +25 мс

разрешение 10 мс или 1 разряд

Управление конденсаторными батареями

регулировка в работе / выведен

Выдержка времени эшелонирования отключения ступени (Tsch) (1 выдержка времени для одной ступени)

регулировка 0 - 300 с

точность ⁽¹⁾ ±2% или от -10 мс до +25 мс

разрешение 10 мс или 1 разряд

Выдержка времени разрядки одной ступени (Tdx) (1 выдержка времени для одной ступени)

регулировка 0 - 300 с

точность ⁽¹⁾ ±2% или от -10 мс до +25 мс

разрешение 10 мс или 1 разряд

Длительность импульса управления отключением и включением ступеней (Timp)

регулировка 0 - 300 с

точность ⁽¹⁾ ±2% или от -10 мс до +25 мс

разрешение 10 мс или 1 разряд

Входы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam
отключение	V_TRIPCB	■	■
блокировка включения	V_INHIBECLOSE	■	■
включение	V_CLOSECB	■	■
отключение ступени 1	V_TRIP_STP1		■
отключение ступени 2	V_TRIP_STP2		■
отключение ступени 3	V_TRIP_STP3		■
отключение ступени 4	V_TRIP_STP4		■
включение ступени 1	V_CLOSE_STP1		■
включение ступени 2	V_CLOSE_STP2		■
включение ступени 3	V_CLOSE_STP3		■
включение ступени 4	V_CLOSE_STP4		■

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
управление выключателем в действии	V_SWCTRL_ON		■	
отключение	V_TRIPPED	■	■	■
блокировка включения	V_CLOSE_INHIBITED	■	■	■
включение	V_CLOSED	■	■	■
управление контактором	V_CONTACTOR		■	■
управление ступенью в действии	V_BANK_ON		■	
отключение ступени 1	V_STP1_TRIPPING		■	■
отключение ступени 2	V_STP2_TRIPPING		■	■
отключение ступени 3	V_STP3_TRIPPING		■	■
отключение ступени 4	V_STP4_TRIPPING		■	■
включение ступени 1	V_STP1_CLOSING		■	■
включение ступени 2	V_STP2_CLOSING		■	■
включение ступени 3	V_STP3_CLOSING		■	■
включение ступени 4	V_STP4_CLOSING		■	■
отсутствие согласованности ступени 1	V_STP1_CTRLFLT		■	■
отсутствие согласованности ступени 2	V_STP2_CTRLFLT		■	■
отсутствие согласованности ступени 3	V_STP3_CTRLFLT		■	■
отсутствие согласованности ступени 4	V_STP4_CTRLFLT		■	■

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Удержание выходов отключения всех функций защиты и всех логических входов может выполняться индивидуально.

Удержание логических выходов не выполняется. Логические выходы, параметрированные в импульсном режиме, сохраняют состояние работы в импульсном режиме даже, если они назначены для удерживаемой информации.

Удерживаемая информация сохраняется в случае отключения оперативного питания.

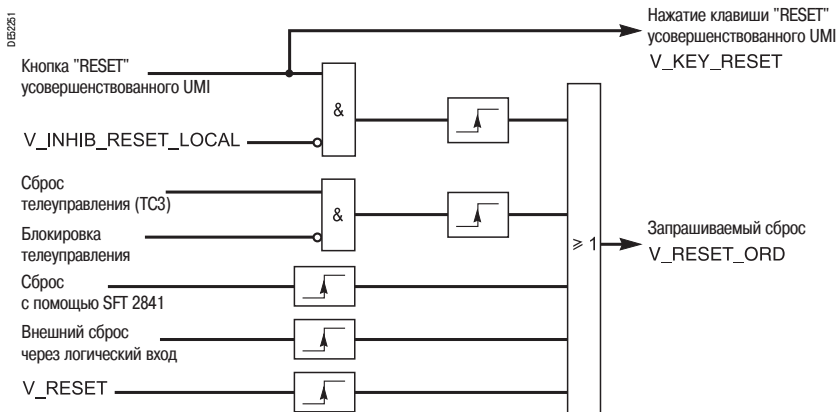
Квитирование всей удерживаемой информации является коллективным и осуществляется:

- по месту на дисплее, нажатием клавиши ;
- дистанционно через логический вход, с помощью программного обеспечения SFT 2841 или через линию связи;
- с помощью редактора логических уравнений или программы Logipam.

Телесигнализация TS 5 присутствует в период, пока нет квитирования после удержания.

Функция удержанияквитирования в сочетании с функцией управления выключателем обеспечивает выполнение функции "Реле блокировки" (ANSI 86).

Алгоритм работы



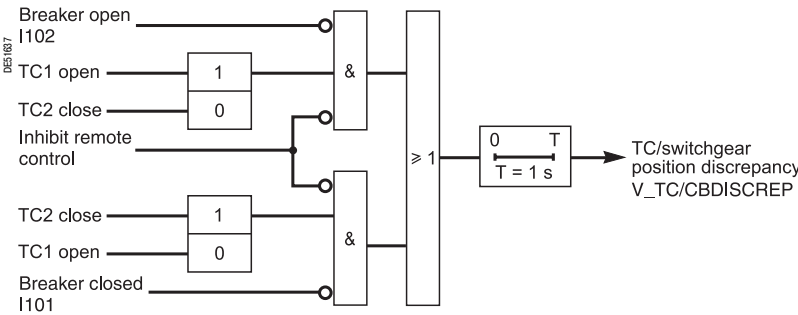
Характеристики

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
блокировка клавиши "RESET" усовершенствованного UMI	V_INHIB_RESET_LOCAL	■	■	
квитирование с помощью логического уравнения или программы Logipam	V_RESET	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
запрашиваемое квитирование	V_RESET_ORD		■	
нажатие клавиши "RESET" усовершенствованного UMI	V_KEY_RESET		■	

Работа

This function detects a discrepancy between the last remote control order received and the actual position of the circuit breaker или contactor.
The information is accessible in the Матрица управления and via the remote indication TS3.

Алгоритм работы



Характеристики

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
блокировка запуска записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_INHBIT		■	
разрешение запуска записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_VALID		■	
ручной запуск записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_MANUAL		■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
несоответствие «телекоманда TC / положение выключателя»	V_TC/CBDISCREP		■	

Operation

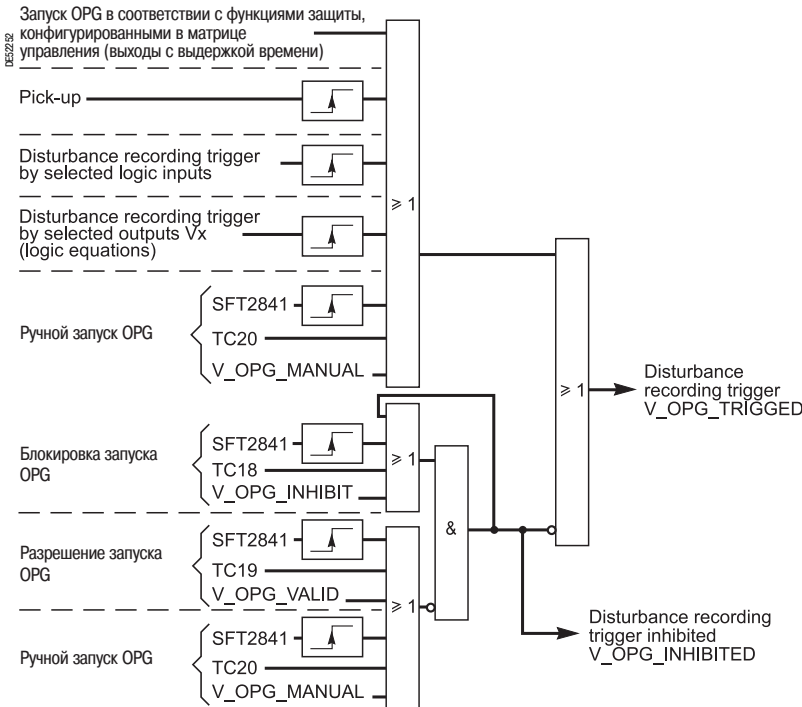
The recording of analog and logic signals may be triggered by different events, according - control Матрица управления parameter setting или by manual action:

- triggering by the grouping of all pick-up signals of the protection functions in service
- triggering by the delayed Выходы of selected protection functions
- triggering by selected logic Входы
- triggering by selected Выходы Vx (logic Логические уравнения)
- manual triggering by a remote control order (TC20)
- manual triggering via the SFT2841 software tool
- manual triggering by Logipam.

Disturbance recording may be:

- inhibited via the SFT2841 software или by remote control order (TC18) или by Logipam
- validated via the SFT2841 software или by remote control order (TC19) или by Logipam.

Алгоритм работы



Характеристики

Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
блокировка запуска записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_INHIBIT		■	
разрешение запуска записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_VALID		■	
ручной запуск записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_MANUAL		■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
запуск записи осциллограмм аварийных режимов	V_OPG_TRIGGERED		■	
блокировка запуска запись осциллограмм аварийных режимов выполняется	V_OPG_INHIBITED		■	■
Disturbance recording on	V_OPG_ON		■	

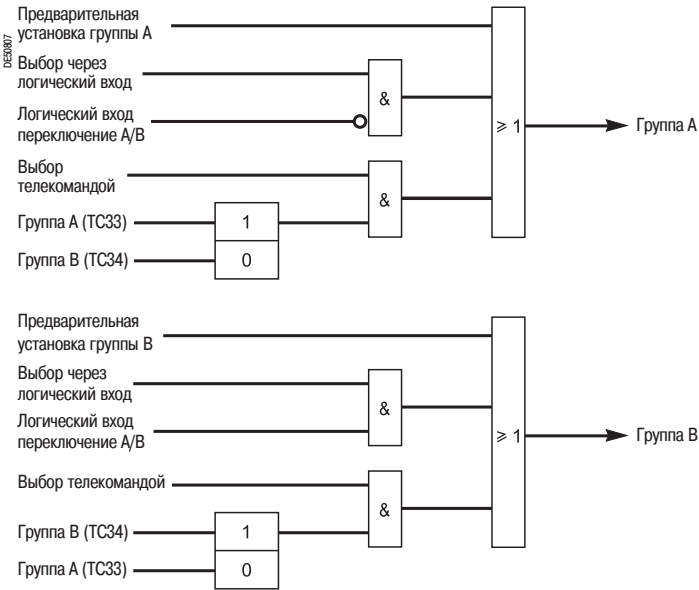
Работа

Защиты - максимальная токовая в фазах, максимальная токовая на землю, максимальная направленная токовая в фазах и максимальная направленная токовая на землю - имеют две группы уставок: А и В. Переключение с одной группы уставок на другую позволяет адаптировать характеристики защит к электрической среде применения (изменение режима нейтрали, переход на местную выработку электроэнергии и т.д.). Такое переключение носит общий характер и, следовательно, применяется для всех ступеней вышеуказанных защит.

Путем установки параметров определяется режим переключения групп уставок:

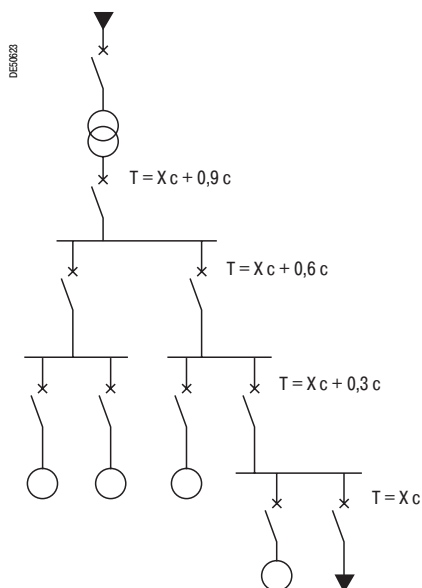
- переключение в соответствии с положением логического входа (0 = группа А, 1 = группа В);
- переключение телекомандой (ТС33, ТС34);
- предварительная установка группы А или группы В.

Алгоритм работы

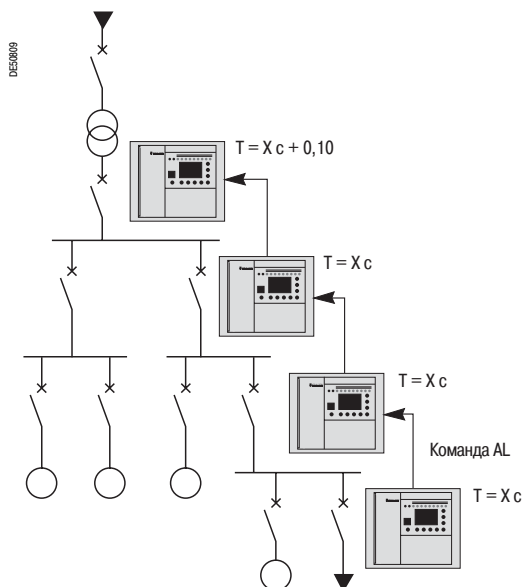


Характеристики

Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
группа А	V_GROUPA		■	
группа В	V_GROUPB		■	



Пример: радиальное распределение с использованием временной селективности (T : время регулировки защиты; в частности, для кривых с независимой выдержкой времени – время отключения защитой). Защиты, работающие со стороны источника питания, обычно имеют выдержку времени 0,3 с, чтобы оставалось время на отключение защитами со стороны потребителя. При наличии большого числа уровней селективности, время устранения повреждения на уровне источника питания является значительным. В данном примере показано, что если время устранения повреждения при срабатывании защиты, наиболее близкой к Потребителю, составляет $Xc = 0,2$ с, то время устранения повреждения на уровне источника питания будет $T = Xc + 0,9$ с = 1,1 с



Пример: радиальное распределение с использованием логической селективности (T : время регулировки защиты; в частности, для кривых с независимой выдержкой времени – время отключения защитой). При появлении повреждения защиты, определяющие повреждения, блокируют защиты, работающие со стороны источника питания. Защита, расположенная ближе всего к потребителю, срабатывает на отключение, поскольку она не блокирована другой защитой. Выдержки времени устанавливаются относительно защищаемого элемента. В данном примере показано, что если время устранения повреждения при срабатывании защиты, наиболее близкой к потребителю, составляет $Xc = 0,2$ с, то время устранения повреждения на уровне источника питания будет $T = Xc + 0,1$ с = 0,3 с

Работа

Данная функция обеспечивает значительное снижения выдержки времени отключения выключателей, расположенных ближе всего к источнику питания, и логическую селективность в замкнутых сетях.

Логическая селективность используется с защитами максимального фазного тока 50/51, с направленной защитой в фазах 67, с защитой от замыканий на землю 50N/51N и направленной защитой от замыканий на землю 67N с независимой или зависимой выдержкой времени.

Логическая селективность Sepam серии 80 состоит из двух комплектов, называемых группами селективности.

Каждая группа имеет:

- логические уставки: ступени защиты, которые выдают команду логического ожидания (сигнал AL) и срабатывание которых может блокироваться при получении сигнала AL;
- временные уставки: ступени защиты, срабатывание которых не блокируется по сигналу AL и которые не выдают сигнала AL. Они используются в качестве резервных для логических ступеней защит.

При возникновении неисправности:

- с логических ступеней обнаруживших к.з. выдается сигнал AL;
- логические ступени производят отключение, если они не блокированы по сигналу AL;
- временные (резервные) ступени производят отключение.

Распределение ступеней защит по логическим и временным осуществляется в соответствии с типом применения, параметрированием логических входов/выходов.

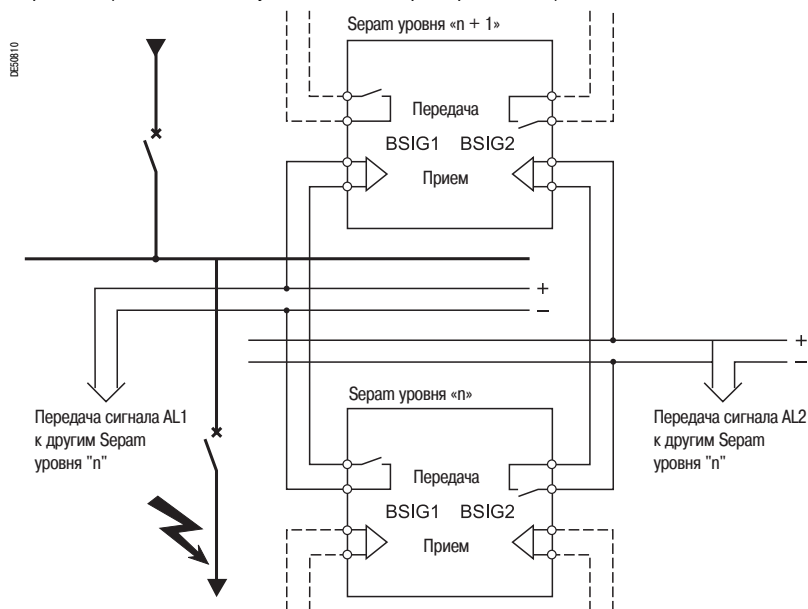
Первая логическая группа активизируется при выполнении следующих двух условий:

- прием сигнала AL1 назначен логическому входу Ixxx., за исключением применения для двигателей, когда этот вход отсутствует;
- передача сигнала AL1 назначена выходу Oxxx. (по умолчанию 0102).

Вторая логическая группа (если она имеется в соответствии с применением) активизируется при выполнении следующих двух условий:

- прием сигнала AL2 назначен логическому входу Ixxx;
- передача сигнала AL2 назначена выходу Oxxx. (по умолчанию 0103).

С помощью программного обеспечения SFT 2841 указывается тип ступеней (логические или временные) в соответствии с установленными параметрами входов/выходов.



Распределение ступеней по двум группам селективности фиксированное и не может быть изменено.

При использовании логической селективности важно проверять согласованность между каналом первичных измерений и группой селективности, на которую делается ссылка ступени защиты.

По умолчанию одна и та же группа селективности имеет одни и те же первичные измерения. При наличии нескольких первичных каналов измерений основные каналы I1, I2, I3, I0 назначаются по умолчанию первой группе, а дополнительные каналы I'1, I'2, I'3, I'0 – второй группе.

Передача сигнала логического ожидания продолжается в течение времени, необходимого для устранения повреждения. Если Sepam выдает команду на отключение, передача сигнала прекращается после выдержки времени, учитывающей время коммутации выключателя и время возврата защиты. Такая система позволяет гарантировать безопасность в нестандартных ситуациях (повреждения выключателей или кабелей).

Тестирование проводов логической селективности

Провода могут быть протестированы с помощью функции тестирования выходных реле программного обеспечения SFT 2841.

Распределение ступеней защит

Тип защиты	Номер экземпляра Временные	Логические (на передачу)		Логические (на прием)	
		Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
67N ⁽¹⁾	2	1	-	1	-

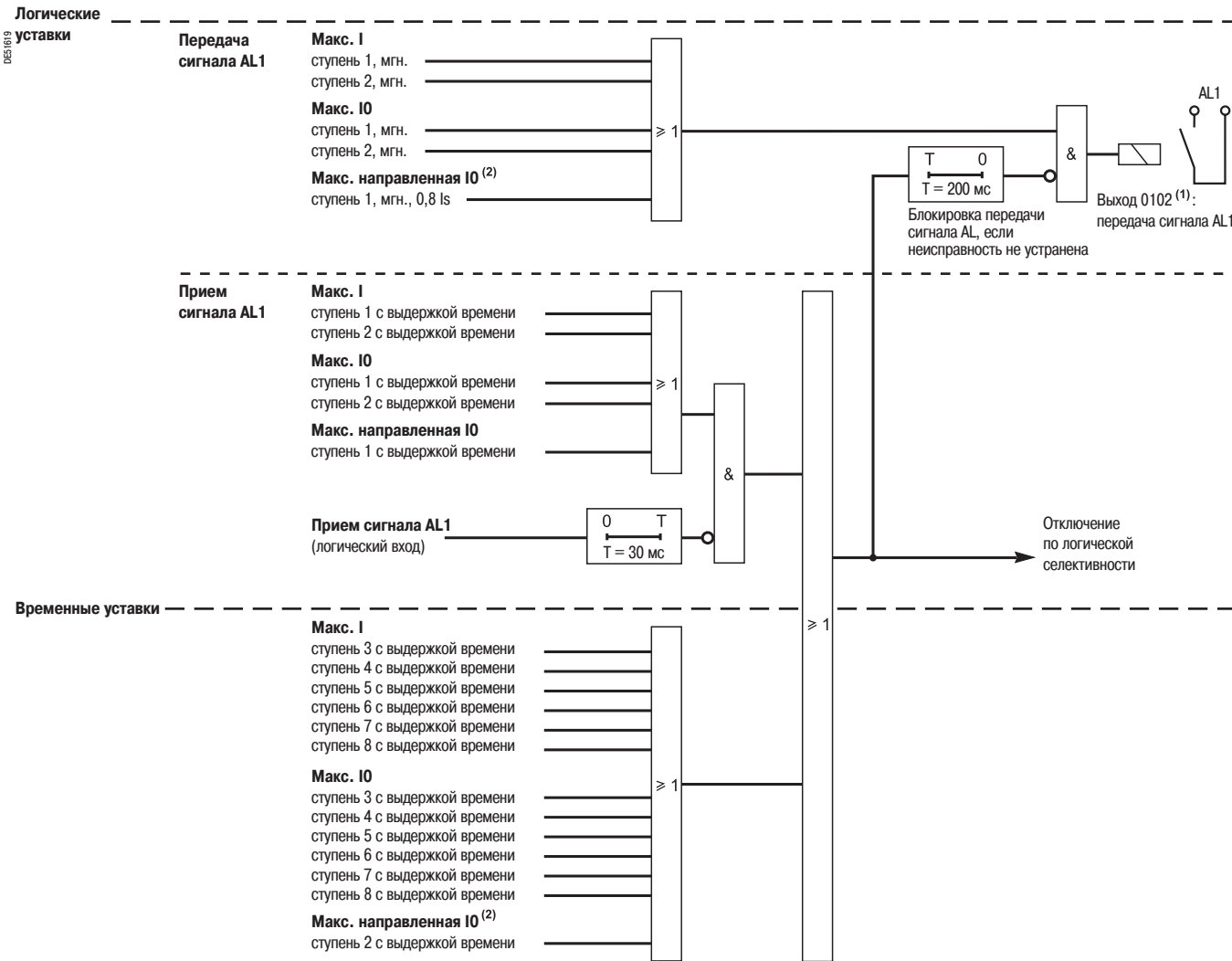
(1) В соответствии с применением.

Характеристики

Регулировки				
Активность				
регулировка в работе / выведен				
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
отключение по логической селективности	V_LOGDSC_TRIP	■	■	■ ⁽¹⁾
передача сигнала логического ожидания 1	V_LOGDSC_BL1	■	■	■
логическая селективность активизирована	V_LOGDSC_ON		■	

(1) Только если функция управления выключателем не активизирована.

Алгоритм работы



(1) по умолчанию.
(2) According - application.

Распределение ступеней защит

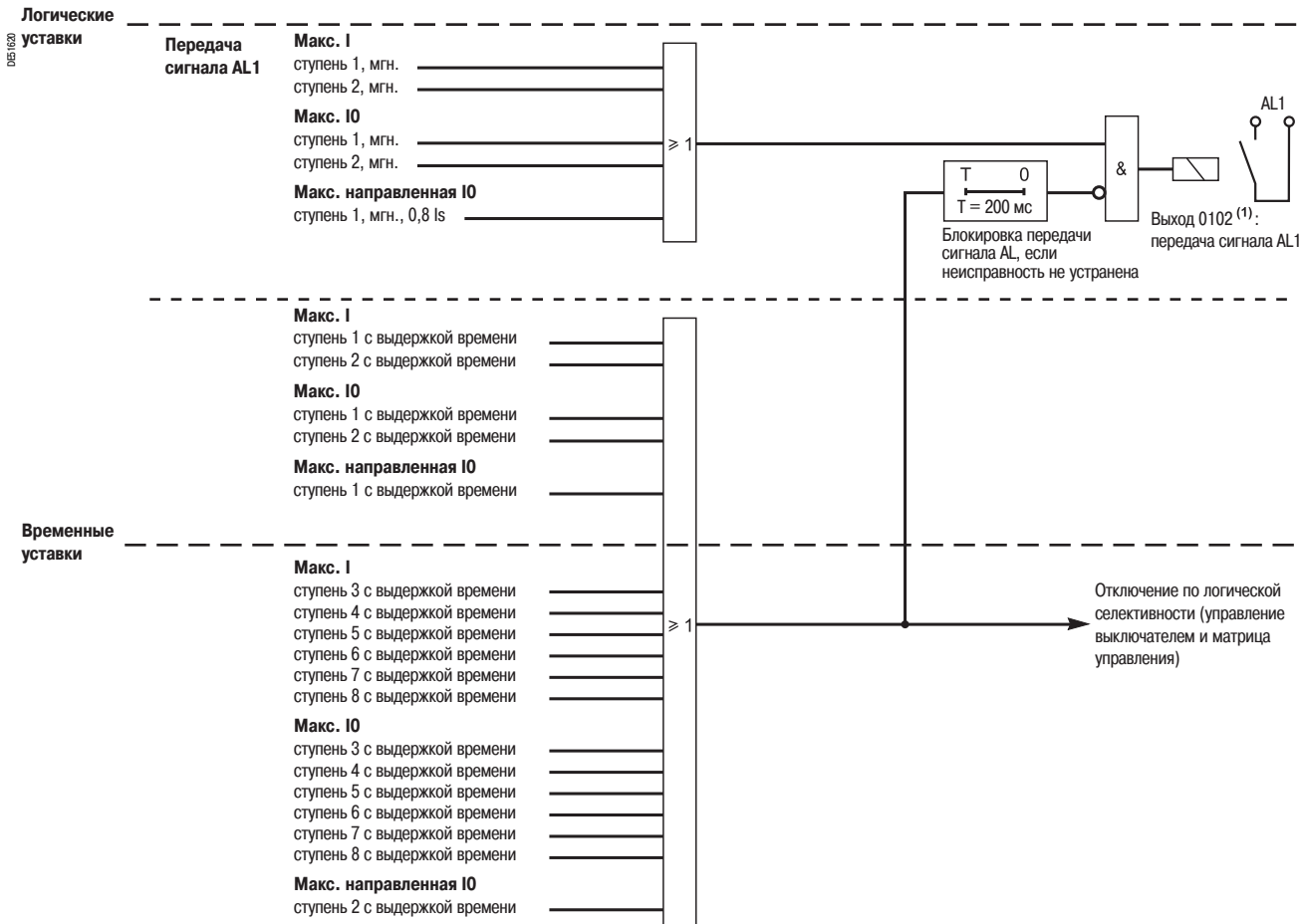
Тип защиты	Номер ступени Временные	Логические (на передачу)		Логические (на прием)	
		Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
67N	2	1	-	-	-

Характеристики

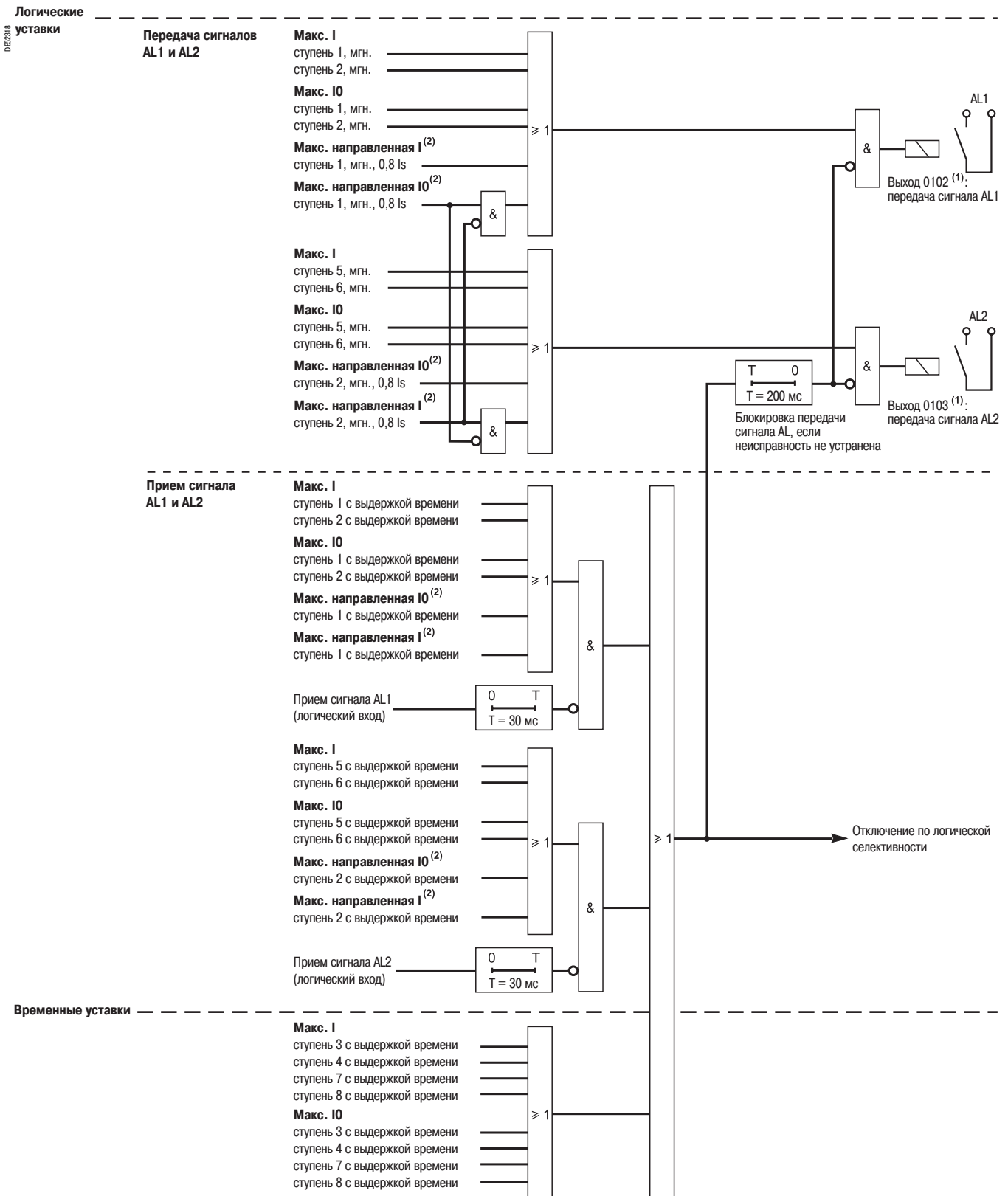
Регулировки				
Активность				
регулировка		в работе / выведен		
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipram	Матрица управления
отключение по логической селективности	V_LOGDSC_TRIP		■	■ ⁽¹⁾
передача сигнала логического ожидания 1	V_LOGDSC_BL1		■	■
логическая селективность активизирована	V_LOGDSC_ON		■	

(1) Только если функция управления выключателем не активизирована.

Алгоритм работы



Алгоритм работы



(1) По умолчанию.

(2) В соответствии с применением.

Распределение ступеней защит

Тип защиты	Номер ступени Временные	Логические (на передачу)		Логические (на прием)	
		Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2
50/51	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
50N/51N	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
67 ⁽¹⁾	-	1	2	1	2
67N ⁽¹⁾	-	1	2	1	2

(1) В соответствии с применением.

Характеристики

Регулировки

Активность

регулировка в работе / выведен

Выходы

Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
отключение логической селективностью	V_LOGDSC_TRIP		■	■ ⁽¹⁾
передача сигнала логического ожидания 1	V_LOGDSC_BL1		■	■
передача сигнала логического ожидания 2	V_LOGDSC_BL2		■	■
логическая селективность активизирована	V_LOGDSC_ON		■	

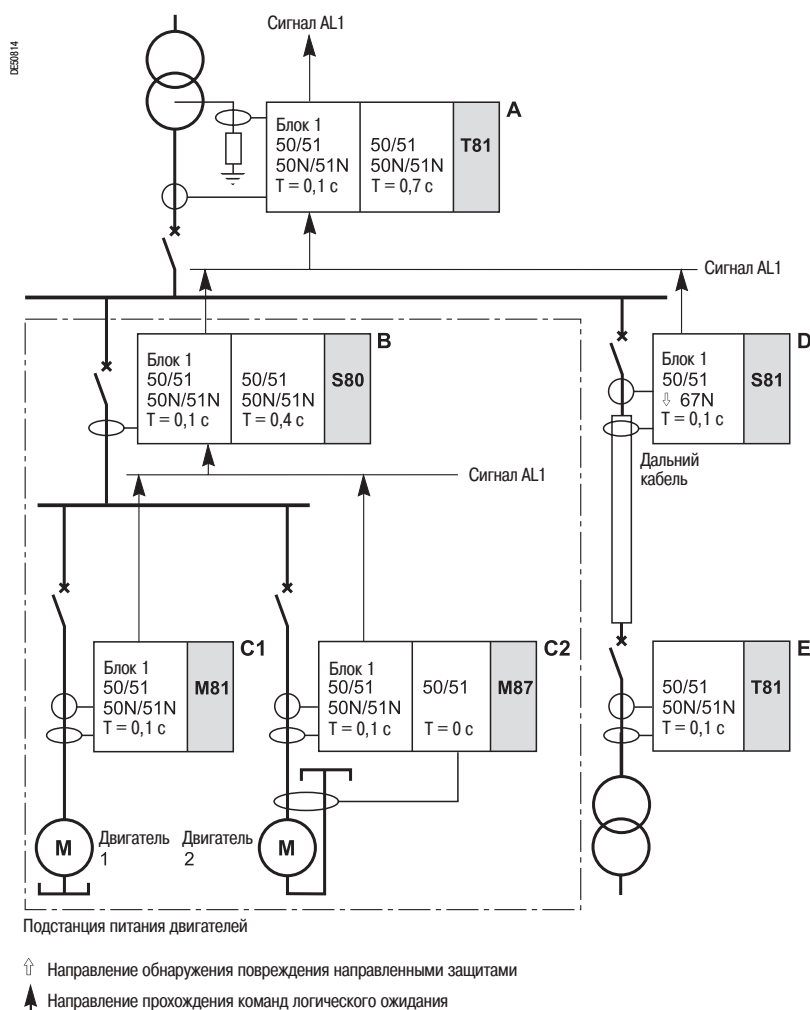
(1) Only if Управление выключателем is not in service.

При возникновении неисправности в радиальной сети ток короткого замыкания проходит по цепи между источником и местом замыкания:

- запускаются устройства защиты выше места замыкания;
- устройства защиты ниже места замыкания не запускаются;
- только первое устройство защиты выше места замыкания должно выполнять отключение.

Пример регулировки

Подстанция 20 кВ с питанием через трансформатор состоит из главных сборных шин, подсоединенных к фидеру, ведущему к подстанции, питающей двигатели, и к фидеру удаленного трансформатора среднего / низкого напряжения. Заземление подстанции осуществляется через сопротивление, установленное в нейтраль трансформатора ввода и ограничивающее ток на уровне 10 А.



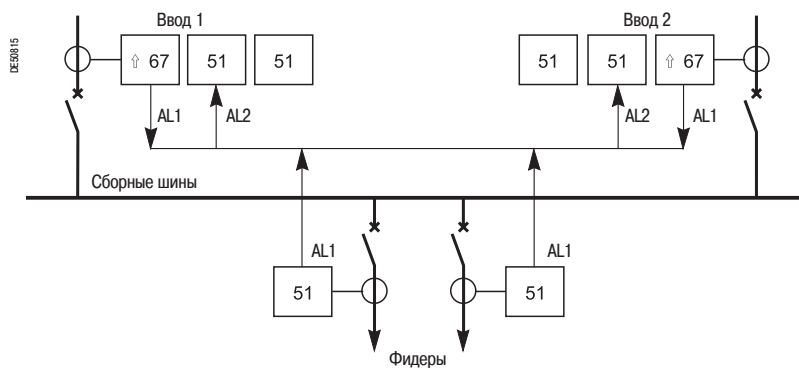
После анализа селективности проводятся следующие регулировки Sepam:

- ввод Sepam T81 (реле А):
 - уставки защит от повреждений в сборных шинах:
50/51, 50N/51N: $T = 0,1$ с (DT);
 - логическая селективность группы 1:
 - блокировка с помощью устройств В и D;
 - передача сигнала AL1 на защиту высокого напряжения;
 - резервные уставки:
50/51, 50N/51N: $T = 0,7$ с (DT).
 - Временные уставки:
- фидер к подстанции питания двигателей Sepam S80 (реле В):
 - уставки защит от повреждений в сборных шинах:
50/51, 50N/51N: $T = 0,1$ с (DT);
 - логическая селективность группы 1:
 - блокировка с помощью устройств С1 и С2;
 - передача сигнала AL1 на устройство А;
 - аварийные уставки:
50/51, 50N/51N: $T = 0,4$ с (DT).
 - Временные уставки:
- **Фидеры двигателей:**
 - двигатель 1: Sepam M81 (устройство С1):
 - уставки защит от повреждений двигателя:
50/51, 50N/51N: $T = 0,1$ с (DT);
 - логическая селективность группы 1:
 - передача сигнала AL1 на устройство В;
 - двигатель 2: Sepam M87 (устройство С2):
 - уставки защит от замыканий в двигателе:
 - 50/51, 50N/51N: $T = 0,1$ с (DT);
 - логическая селективность группы 1:
 - передача сигнала AL1 на реле В.
- Начало измерений: I1, I2, I3.;
 - 50/51 (дифференциальная): $T = 0$ с (DT).
- Временная уставка.
- Начало измерений: I'1, I'2, I'3.
- фидер трансформатора:
 - уставки защит от повреждений кабеля:
50/51, 67N: $T = 0,4$ с (DT);
 - логическая селективность блока 1:
 - эти уставки регулируются по времени относительно устройства Е;
 - передача сигнала AL1 на устройство А.

Установка параметров логических входов и выходов для всех используемых устройств производится следующим образом:

- прием сигнала AL1 на входе I103;
- передача сигнала AL1 на выходе O102.

Защита подстанций с питанием от двух (или более) параллельных вводов может осуществляться с помощью Seram типа S82, T82, G82 при сочетании функций направленной защиты в фазах (67) и защиты от замыканий на землю (67N) с функцией логической селективности.



↑ Направление обнаружения повреждения направленными защитами

↑ Направление прохождения команд логического ожидания

Чтобы избежать отключения обоих вводов в случае возникновения неисправности в цепи выше одного из вводов, защиты вводов должны работать следующим образом:

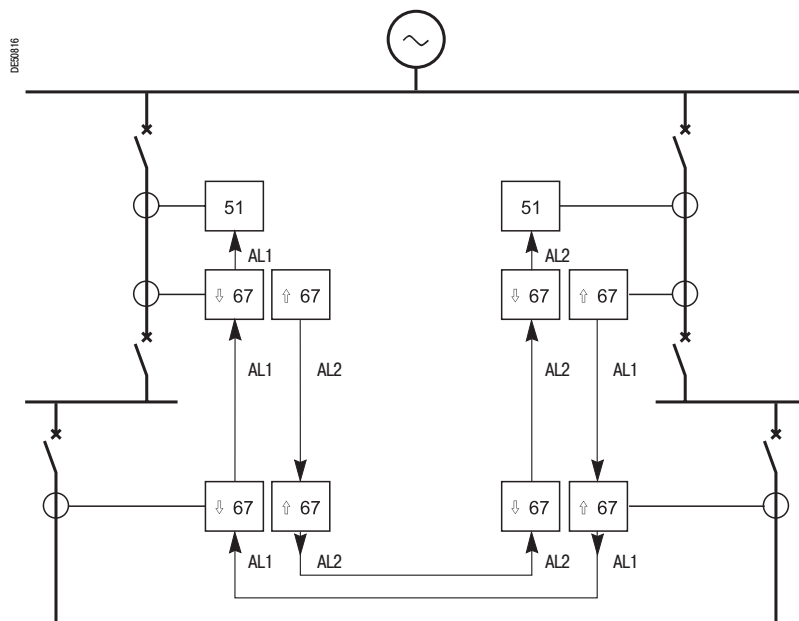
- защита 67 поврежденного ввода определяет ток короткого замыкания в направлении "линии", то есть в направлении отключения защитой:
 - выдает команду логического ожидания для блокировки максимальной токовой защиты в фазах (50/51) обоих вводов;
 - производит отключение выключателя ввода;
- защита 67 исправного ввода не чувствительна к току короткого замыкания в направлении "сборные шины".

Пример регулировки

- назначение логических входов/выходов:
 - I104: прием сигнала логического ожидания AL2 - **вход для сигнала AL1 не назначается**;
 - O102: передача сигнала логического ожидания AL1;
- защита 67, экземпляр 1: направление отключения = линия;
 - мгновенный выход: передача сигнала логического ожидания AL1;
 - выход с выдержкой времени: не блокируется (не назначается вход для сигнала AL1), отключение выключателя при повреждении выше ввода;
- защита 50/51, экземпляр 5:
 - выход с выдержкой времени:
 - блокируется защитой 67, экземпляр 1 при возникновении повреждения выше ввода;
 - не блокируется при повреждении в сборных шинах;
 - блокируется при повреждении в отходящих фидерах;
- защита 50/51, аварийный экземпляр 3.

Защита замкнутых сетей может обеспечиваться с помощью Sepam типов S82 или T82, которые имеют следующие функции:

- функции направленной токовой защиты в фазах (67) и защиты от замыканий на землю (67N) в двух экземплярах:
 - один экземпляр используется для обнаружения повреждений, происходящих в направлении "линия";
 - один экземпляр используется для обнаружения повреждений, происходящих в направлении "сборные шины";
- использование двух групп логической селективности, обеспечивающей:
 - передачу двух команд логического ожидания, в зависимости от направления обнаруженного повреждения;
 - прием двух команд логического ожидания для блокировки направленных защит в зависимости от направления их работы по обнаружению повреждения.



↑, ↓ Направление обнаружения повреждения направленными защитами
↕ Направление прохождения команд логического ожидания

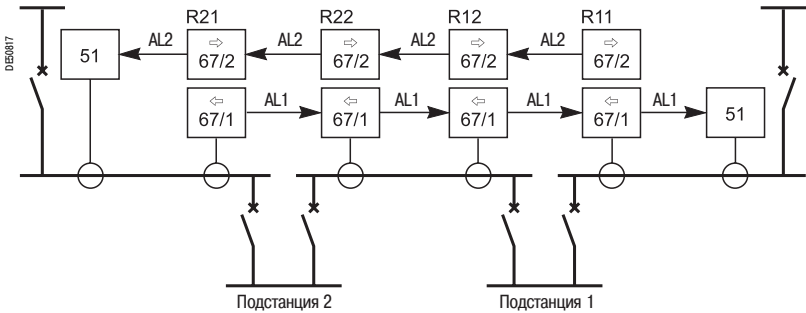
Сочетание функций направленной защиты и функции логической селективности позволяет изолировать поврежденный участок с минимальной задержкой по отключению выключателей с одной и с другой стороны от места повреждения.

Команды логического ожидания вырабатываются одновременно защитами 67 и 67N. Приоритет отдается защите 67: в случае одновременного обнаружения защитами 67 и 67N повреждений в противоположных направлениях, переданная команда логического ожидания определяется по направлению повреждения, обнаруженного защитой 67.

Для передачи команд логического ожидания используется мгновенный выход защит 67, 67N, активируемых на 80% уставки I_s . Это позволяет избежать неточностей в определении, когда ток короткого замыкания близок к уставке I_s .

Пример регулировки

Рассматривается случай замкнутой сети, образованной двумя подстанциями, имеющими каждая по два устройства Sepam S82, обозначенных R11, R12 и R21, R22.



⇒, ⇐ Направления обнаружения повреждения направленными защитами
↑ Направление прохождения команд логического ожидания

Начиная с одного конца замкнутой цепи необходимо поочередно изменять направление между линией и сборными шинами с помощью экземпляров 1 и 2 направленных защит.

Пример регулировки различных Sepam, связанных с логической селективностью:

Подстанция 1	
Sepam S82 № R11	Sepam S82 № R12
■ назначение входов/выходов: I103: прием сигнала логического ожидания AL1 - O102: передача сигнала логического ожидания AL1 O103: передача сигнала логического ожидания AL2 ■ 67, 67N, экземпляр 1: направление отключения = сборные шины ■ 67, 67N, экземпляр 2: направление отключения = линия	■ назначение входов/выходов: I103: прием сигнала логического ожидания AL1 I104: прием сигнала логического ожидания AL2 O102: передача сигнала логического ожидания AL1 O103: передача сигнала логического ожидания AL2 ■ 67, 67N, экземпляр 1: направление отключения = линия ■ 67, 67N, экземпляр 2: направление отключения = сборные шины
Подстанция 2	
Sepam S82 № R22	Sepam S82 № R21
■ назначение входов/выходов: I103: прием сигнала логического ожидания AL1 I104: прием сигнала логического ожидания AL2 O102: передача сигнала логического ожидания AL1 O103: передача сигнала логического ожидания AL2 ■ 67, 67N, экземпляр 1: направление отключения = сборные шины ■ 67, 67N, экземпляр 2: направление отключения = линия	■ назначение входов/выходов: I103: прием сигнала логического ожидания AL1 - O102: передача сигнала логического ожидания AL1 O103: передача сигнала логического ожидания AL2 ■ 67, 67N, экземпляр 1: направление отключения = линия ■ 67, 67N, экземпляр 2: направление отключения = сборные шины

Работа

Сброс мощности двигателя производится с целью разгрузки электрической сети, чтобы сохранить напряжение сети в допустимых пределах.

Разгрузка может производиться по:

- внешней команде, направляемой в Sepam через логический вход, назначенный для приема команды на разгрузку; команда может иметь выдержку времени;
- снижению напряжения, определяемого на выходе с выдержкой времени защиты 27D (ступень 1) Sepam (обычная уставка: 40% Un).

Разгрузка обеспечивает:

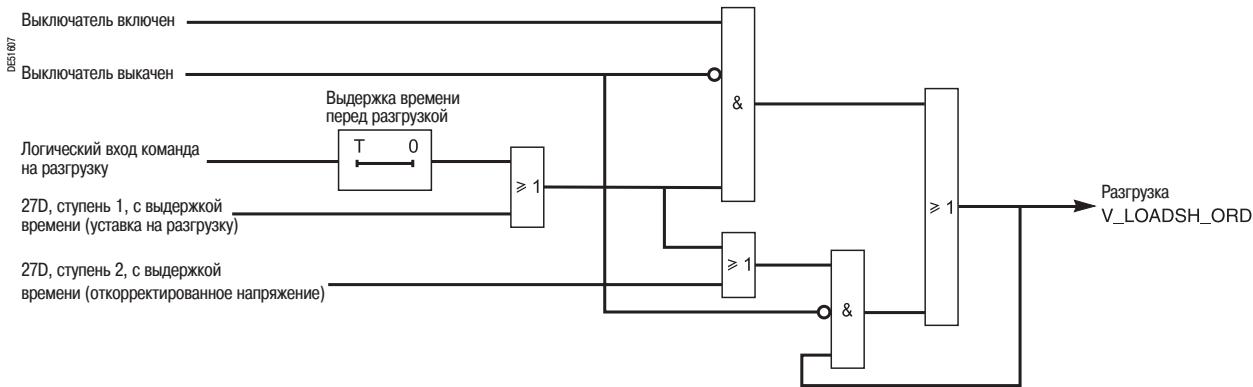
- отключение с помощью управления выключателем/контактором;
- блокировку включения в течение времени, пока выдается команда на разгрузку.

Команда на разгрузку выдается при следующих трех условиях:

- наличие внешней команды на логическом входе;
- напряжение прямой последовательности ниже напряжения на разгрузку, определяемого в соответствии с уставкой защиты 27D (ступень 1);
- недостаточное напряжение прямой последовательности, чтобы выдать команду на повторный пуск, определяемое в соответствии с уставкой защиты 27D (ступень 2) с выдержкой времени.

Выдержка времени определения откорректированного напряжения должна быть меньше выдержки времени на разгрузку (защита 27D, ступень 1), чтобы обеспечить нормальное удержание команды на разгрузку. Данная ступень защиты используется также функцией повторного запуска. Положения выключателя «включен» и «не выкачен» могут использоваться для подтверждения функции.

Алгоритм работы



Характеристики

Регулировки				
Активность				
регулировка		в работе / выведена		
Выдержка времени перед разгрузкой				
регулировка		0 – 300 с		
точность (1)		±2% или от –10 мс до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipat	Матрица управления
команда на разгрузку	V_LOADSH_ORD		■	■
разгрузка активизирована	V_LOADSH_ON		■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Данная функция обеспечивает автоматический повторный пуск двигателей после остановки в результате провала напряжения (разгрузки).

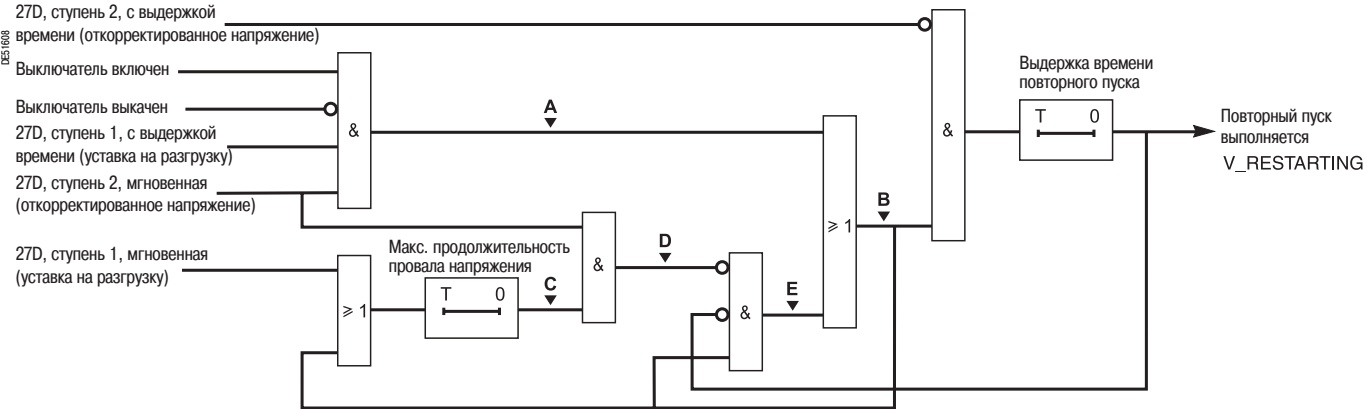
Функция повторного пуска связана с функцией разгрузки. Она обеспечивает поэтапный по времени запуск групп двигателей, участвующих в одном процессе, если снижение напряжения, вызвавшее разгрузку, является кратковременным.

После отключения в результате снижения напряжения питания сети, определяемого ступенью 1 защиты 27D, возникают два варианта условий:

- продолжительность снижения напряжения превышает максимальную выдержку времени на период провала напряжения: в этом случае происходит окончательное отключение. Повторный пуск должен производиться внешним действием;
- продолжительность снижения напряжения меньше максимальной выдержки времени на период провала напряжения: в этом случае выдается команда на повторный пуск; чтобы избежать перегрузки сети с помощью выдержки времени повторного пуска обеспечивается поэтапная во времени выдача команд на повторный запуск групп двигателей.

Разрешение на повторный пуск определяется после спада импульса на выходе с выдержкой времени ступени 2 защиты 27D. Эта регулировка позволяет определить восстановление напряжения независимо от значения уставки на разгрузку. Обчная регулировка составляет 50% Un. Команда на повторный пуск выдается функцией управления выключателем.

Алгоритм работы

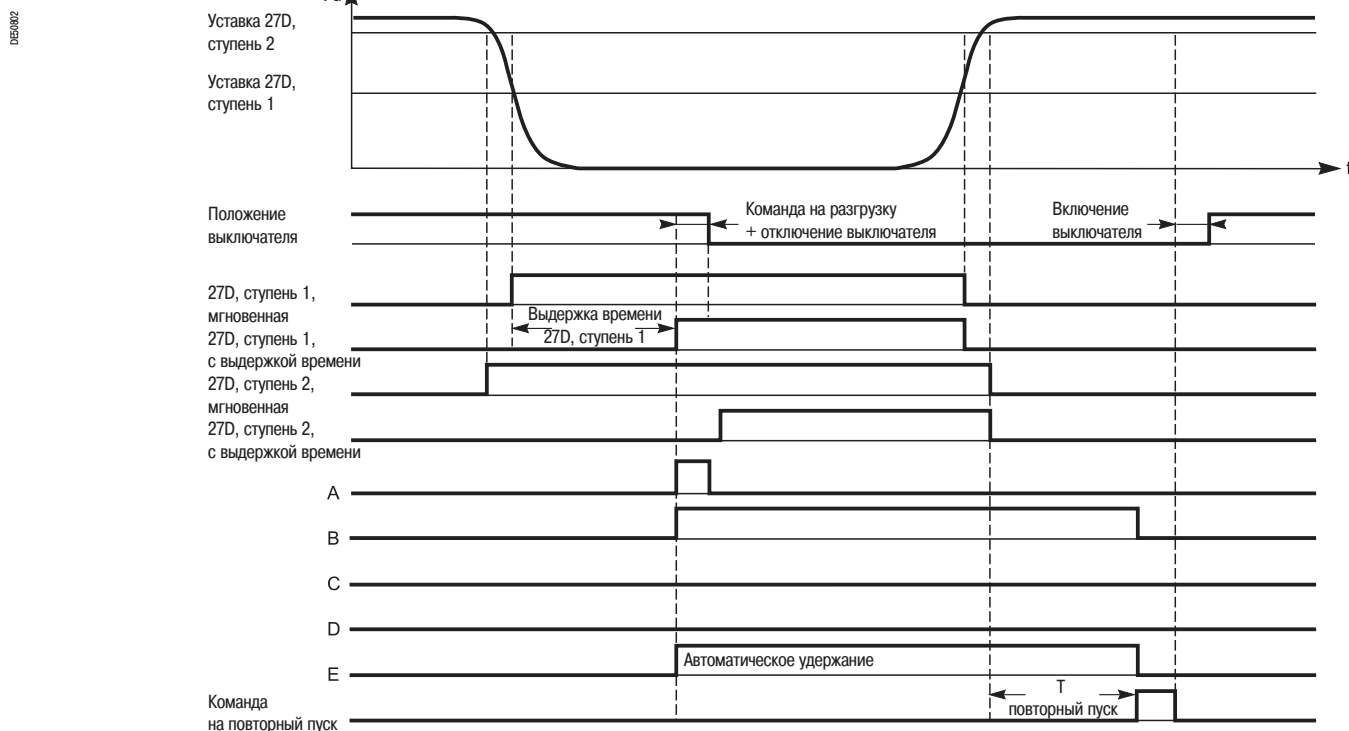


Характеристики

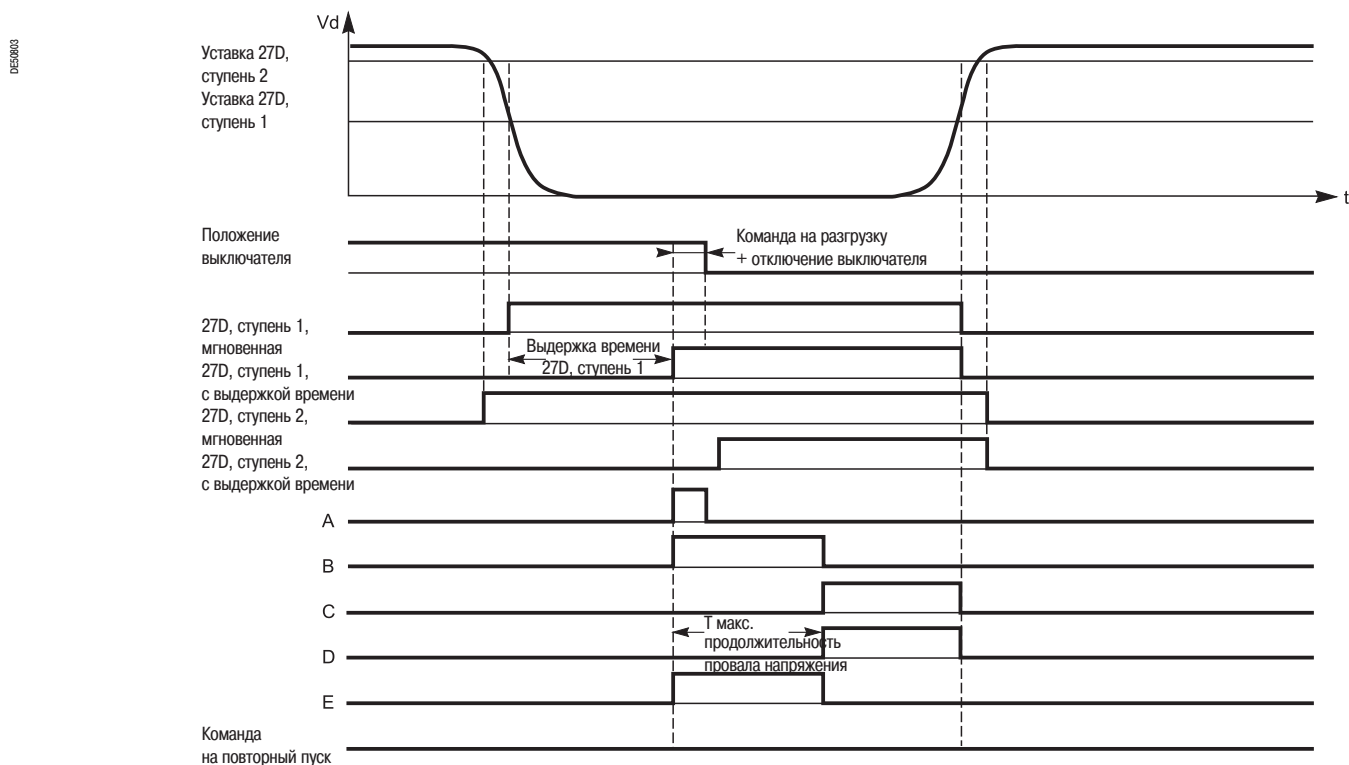
Регулировки				
Активность				
регулировка	в работе / выведен			
Максимальная выдержка времени при провале напряжения				
регулировка	0 – 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от –10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Выдержка времени повторного пуска				
регулировка	0 – 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от –10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
команда на повторный пуск	V_RESTARTING		b	
повторный пуск	V_RESTART_ON		b	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Пример 1: провал напряжения с командой на повторный пуск



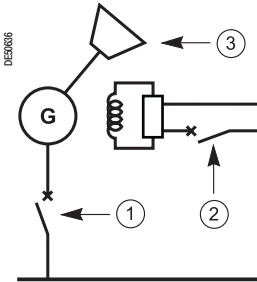
Пример 2: провал напряжения без команды на повторный пуск



Работа

Данная функция обеспечивает остановку приводного механизма, отключение выключателя и отключение питания возбуждения генератора в случае:

- обнаружения внутреннего повреждения генератора;
- приема через логический вход или через линию связи команды на остановку блока "генератор-турбина".



4

В результате остановки и отключения генераторов происходит:

- ① Отключение выключателя, соединяющего электрическую машину с сетью
- ② Отключение выключателя возбуждения
- ③ Остановка приводного механизма

Сочетание этих трех команд определяет четыре типа режимов остановки и отключения:

- полная остановка;
- отключение генератора;
- переключение генератора на автономную работу;
- полная последовательная остановка.

Полная остановка

В этом случае одновременно выдается:

- команда на отключение выключателя;
- команда на отключение автомата гашения поля;
- команда на остановку приводного механизма.

Этот режим активизируется при внутренних повреждениях генератора и трансформатора одного блока «генератор-турбина».

Отключение генератора

В этом случае выдается:

- команда на отключение выключателя;
- команда на отключение автомата гашения поля.

Остановка приводного механизма не производится.

Этот режим активизируется при повреждениях в сети и обеспечивает быстрое включение генератора после устранения повреждения.

Переключение генератора на автономную работу

В этом случае выдается:

- команда на отключение выключателя.

Возбуждение электрической машины сохраняется, остановка приводного механизма не производится.

Этот режим позволяет изолировать электрическую машину от сети с нарушенными условиями соединения (напряжение, частота, потеря силовой сети).

Генератор продолжает питать местную нагрузку.

Полная последовательная остановка

В этом случае последовательно во времени выдается:

- команда на отключение выключателя;
- команда на отключение автомата гашения тока;
- команда на остановку приводного механизма с выдержкой времени.

Этот режим предусмотрен для некоторых видов электрических машин.

Sepam включает эти режимы работы, используя:

- функцию управления выключателем/контактором для отключения шиносоединительного выключателя;
- функцию развозбуждения для отключения цепи возбуждения;
- функцию остановки блока «генератор-турбина» для выдачи команды на остановку приводного механизма.

С помощью выдержки времени на выходах функций обеспечивается последовательное отключение.

Типичный вариант установки параметров для генератора промышленной сети

Функции защиты	Отключение выключателя	Остановка блока «генератор-турбина»	Развозбуждение
12	■		
21B	■		
24	■	■	■
27	■		
32Q	■	■	■
37P	■		
40	■	■	■
46	■		
47	■		
49RMS	■		
50/27	■		
50/51	■		
50N/51N	■	■	■
50G/51G	■		
50V/51V	■		
59	■		
59N	■	■	■
64G2/27TN (1)			
64REF	■	■	■
67	■	■	■
67N/NC	■	■	■
78PS	■		
81H	■		
81L	■		
81R	■		
87M	■	■	■
87T	■	■	■

(1) Обычно в аварийном режиме, если защита не активизирована, производится отключение выключателя, остановка блока «генератор-турбина» и развозбуждение.

Работа

Данная функция предусмотрена для генераторов и обеспечивает остановку блока «генератор-турбина», а именно:

- механическую остановку путем воздействия на приводной механизм;
- электрическую остановку отключением генератора.

Режим остановки выполняется при следующих условиях:

- с помощью внешней команды на остановку:
- если разрешено – через дистанционное управление;
- через логический вход, если предусмотрено в соответствии с установкой параметров;
- с помощью логического уравнения или программы Logipat, чтобы учесть все особенности характеристик генератора;
- с помощью защит с выдержкой времени: соответствующие защиты являются функциями, обеспечивающими обнаружение внутреннего повреждения генератора или трансформатора в блоке «генератор-турбина».

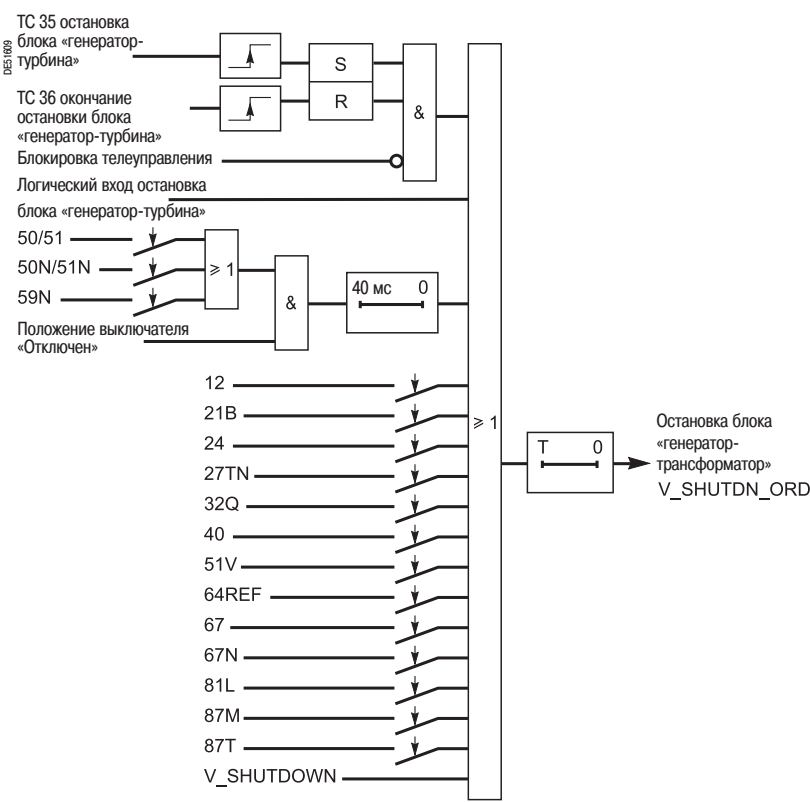
Эти функции подразделяются на две группы: защиты, выполняющие остановку независимо от положения выключателя, и функции, зависящие от положения выключателя.

- защиты, работающие независимо от положения выключателя: 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 64REF, 67, 67N, 81L, 87M, 87T;
- защиты, зависящие от положения выключателя: 50/51, 50N/51N, 59N; через выходы с выдержкой времени и без запоминания информации с помощью этих функций производится остановка блока «генератор-турбина», только если выключатель находится в положении «Отключен»;
- с помощью логического уравнения: чтобы учесть все особенности характеристик генератора.

Принадлежность к функции параметрируется отдельно для каждой ступени защиты, которая может быть задействована в остановке блока, с помощью программного обеспечения SFT 2841, в рубриках настройки функций защиты.

Защита выдает одновременно команду на отключение через функцию управления выключателем, чтобы обеспечить отсоединение генератора от силовой сети. Для управления остановкой блока «генератор-турбина» функция защиты должна быть связана с логическим выходом в матрице управления.

Алгоритм работы



Характеристики

Регулировки				
Активность				
регулировка	в работе / выведен			
Выбор защит, производящих остановку блока «генератор-турбина»				
регулировка для ступени защиты	активна / неактивна			
Выдержка времени остановки блока «генератор-турбина»				
регулировка	0 – 300 с			
точность ⁽¹⁾	±2% или от –10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipat	
остановка блока «генератор-турбина»	V_SHUTDOWN	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipat	Матрица управления
остановка блока «генератор-турбина»	V_SHUTDN_ORD		■	■
остановка блока "генератор-турбина" выполняется	V_SHUTDN_ON		■	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Данная функция предусмотрена для генераторов и позволяет быстро снять питание при внутреннем повреждении, когда генератор отсоединен от сети:

- развозбуждение генератора;
- электрическая остановка отключением.

Режим развозбуждения выполняется при следующих условиях:

- с помощью внешней команды:
- если разрешено – через дистанционное управление;
- через логический вход, если предусмотрено в соответствии с установкой параметров;
- с помощью логического уравнения или программы Logipam, чтобы учесть все особенности характеристик генератора;
- с помощью защит с выдержкой времени: соответствующие защиты являются функциями, обеспечивающими обнаружение внутреннего повреждения генератора или трансформатора в блоке «генератор-турбина».

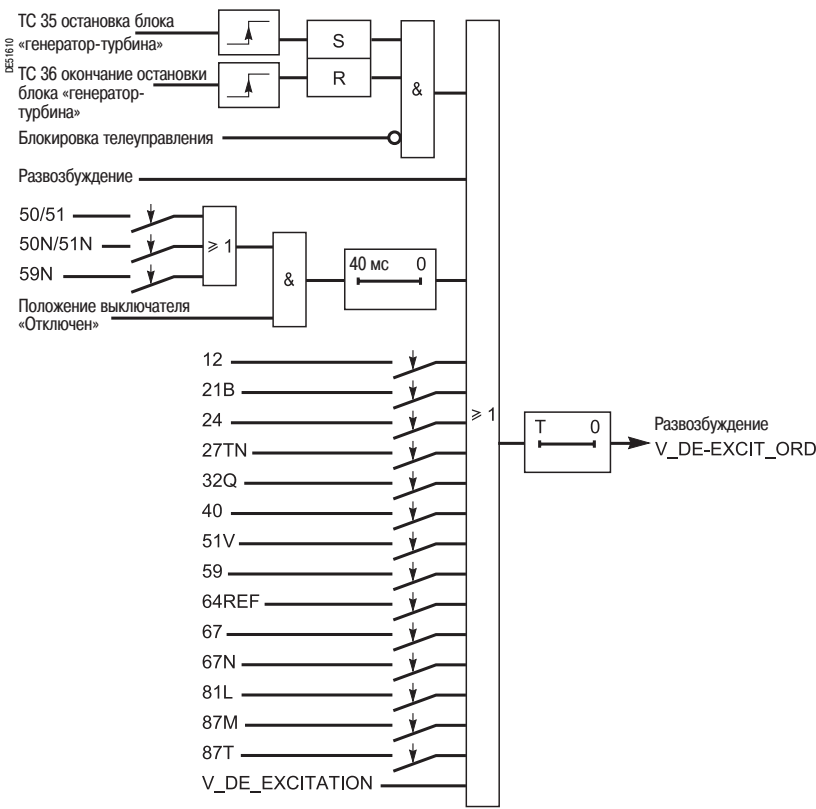
Эти функции подразделяются на две группы: защиты, выполняющие развозбуждение независимо от положения выключателя, и функции, зависящие от положения выключателя.

- защиты, работающие независимо от положения выключателя: 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 59, 64REF, 67, 67N, 81L, 87M, 87T;
- защиты, зависящие от положения выключателя: 50/51, 50N/51N, 59N; через выходы с выдержкой времени и без запоминания информации с помощью этих функций производится развозбуждение, только если выключатель находится в положении «Отключен»;
- с помощью логического уравнения: чтобы учесть все особенности характеристик генератора.

Принадлежность к функции параметрируется отдельно для каждой ступени защиты, которая может быть задействована в развозбуждении, с помощью программного обеспечения SFT 2841, в рубриках настройки функций защиты.

Защита выдает одновременно команду на отключение через функцию управления выключателем, чтобы обеспечить отсоединение генератора от сети. Для выдачи команды на развозбуждение функция защиты должна быть связана с логическим выходом в матрице управления.

Алгоритм работы



Характеристики

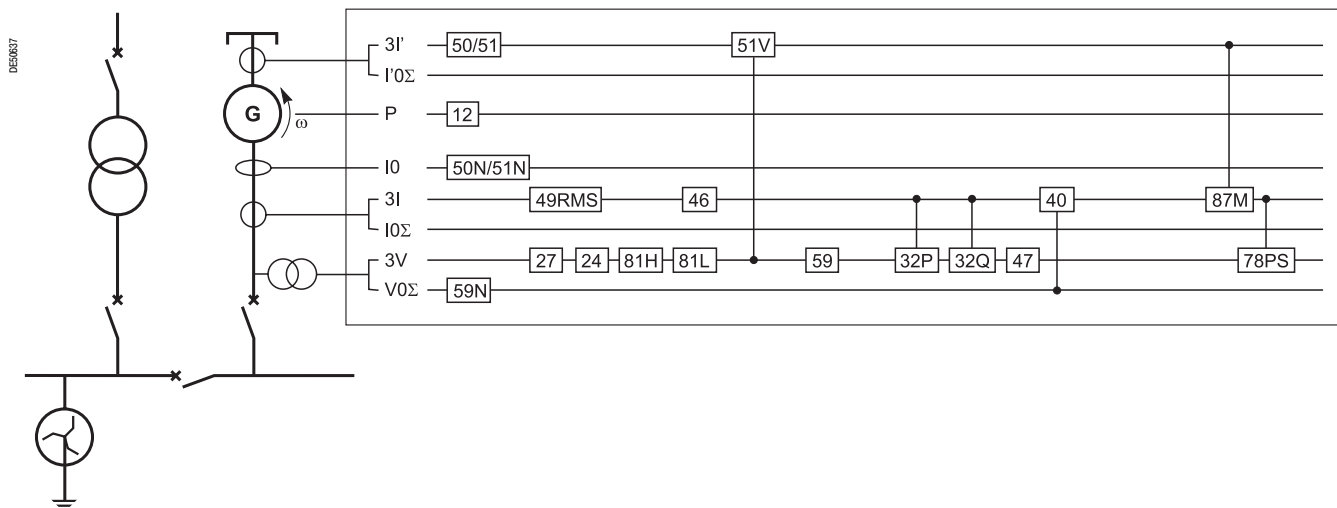
Регулировки				
Активность				
регулировка	в работе / выведен			
Выбор защит, производящих развозбуждение				
регулировка для ступени защиты	активна / неактивна			
Выдержка времени развозбуждения				
регулировка	0 – 300 с			
точность (1)	±2% или от –10 мс до +25 мс			
разрешение	10 мс или 1 разряд			
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
развозбуждение	V_DE-EXCITATION	b	b	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
развозбуждение	V_DE-EXCIT_ORD		b	b
развозбуждение выполняется	V_DE-EXCIT_ON		b	

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Описание электроустановки

Электроустановка состоит из сборных шин, к которым подсоединяются:

- фидер, получающий питание от трансформатора 10 МВА;
- генератор мощности 3,15 МВА.



При нормальной работе генератор и трансформатор соединены со сборными шинами. Генератор обеспечивает аварийное питание в случае отсутствия питания от трансформатора. Заземление электроустановки осуществляется с помощью катушки с нейтралью, подсоединяемой к сборным шинам. Когда генератор не соединен с сетью, его нейтраль является изолированной. При возникновении повреждений генератор в течение 3 секунд находится в состоянии перевозбуждения. И тогда ток повреждения генератора равен троекратному значению его номинального тока. По истечению трехсекундного периода ток повреждения генератора составляет 0,5 от значения его номинального тока.

Генератор защищен:

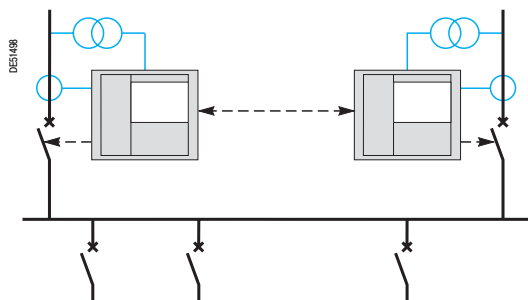
- от электрических коротких замыканий сети - с помощью функции максимальной токовой защиты в фазах 50/51 и резервной защиты 50V/51V;
- от внутренних повреждений — с помощью дифференциальной защиты генератора 87M;
- от замыканий на землю — с помощью функции максимальной токовой защиты от замыканий на землю 50N/51N (при подсоединении генератора к сборным шинам) и с помощью функции максимальной защиты по напряжению нулевой последовательности (когда генератор не подсоединен к сборным шинам);
- от перегрузки — с помощью функции тепловой защиты 49RMS;
- от небаланса - с помощью функции максимальной защиты обратной последовательности 46;
- от изменения частоты - с помощью защиты по минимальной и максимальной частоте 81L и 81H;
- от изменения напряжения - с помощью защиты по минимальному и максимальному напряжению 27 и 59;
- от асинхронного режима с потерей возбуждения — с помощью защиты 40;
- от повреждений, вызванных работой приводного механизма — с помощью функции защиты от возврата активной мощности 32P;
- от потери синхронизма — с помощью защиты 78PS.

Регулировка остановки блока «генератор-турбина» и процесса развозбуждения

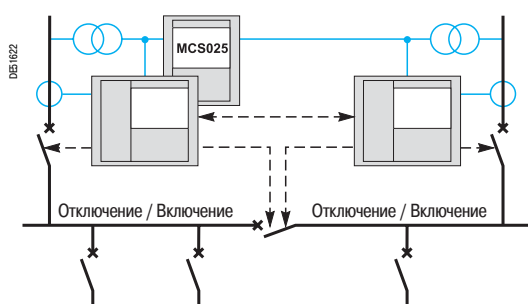
Использование данных функций защиты в отключении выключателя, остановке блока «генератор-турбина» и в развозбуждении осуществляется в зависимости от характера выявленных повреждений:

- отключение выключателя для защиты от повреждений сети производится с помощью функций:
 - 50/51, 50V/51V, 50N/51N, 49RMS, 46, 81L, 81H, 27, 59, 78PS
- остановка блока «генератор-турбина» для защиты от повреждений приводного механизма и внутренних повреждений производится с помощью функций:
 - 50/51, 87M, 59N, 40, 32P
- развозбуждение при внутренних повреждениях производится с помощью функций:
 - 50/51, 87M, 59N, 40, 32P.

Остановка является полной и непоследовательной. Выдержка времени остановки блока «генератор-турбина» и развозбуждения равна нулю.



Пример алгоритма работы функции автоматического включения резерва (ABP) "один из двух"



Пример алгоритма работы функции автоматического включения резерва (ABP) "два из трех" с контролем синхронизма, обеспечиваемой Sepam серии 80

Описание

С помощью автоматического включения резерва обеспечивается переключение с одного источника питания сборных шин на другой.

Данная функция позволяет сократить время нарушения питания сборных шин и, таким образом, увеличить продолжительность непрерывной работы сети, получающей питание от этих сборных шин.

С помощью этой функции обеспечивается:

- автоматическое переключение источников питания с отключением в случае нарушения подачи напряжения или в случае возникновения повреждения со стороны источника питания;
- переключение источников вручную и возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма;
- управление секционным выключателем (в соответствии с требованиями Заказчика);
- выбор нормальной схемы эксплуатации;
- использование необходимой логики управления для обеспечения алгоритма работы, когда в конце последовательности только один выключатель из двух или два выключателя из трех включены.

Алгоритм работы "один из двух" или "два из трех"

Использование алгоритма и ввод в работу автоматического включения резерва (ABP) зависит от типа подстанции:

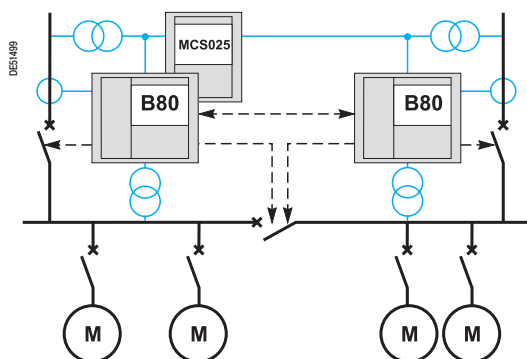
- алгоритм переключения источников "один из двух" адаптирован к использованию на подстанциях с двумя вводами без секционного выключателя;
- алгоритм переключения источников "два из трех" адаптирован к использованию на подстанциях с двумя вводами с секционным выключателем.

Для облегчения понимания эти два случая применения описаны отдельно.

Функция автоматического включения резерва (переключения источников) является симметричной и имеет:

- материальную симметрию: подстанции с двумя вводами, с двумя выключателями вводов и с защитой каждого ввода, обеспечиваемой Sepam серии 80;
- функциональную симметрию: автоматическое переключение источников обеспечивается двумя Sepam серии 80, защищающими оба ввода.

Таким образом, каждая из защит описывается относительно одного из двух вводов, и другой ввод рассматривается как ввод "с противоположной стороны".



Пример алгоритма работы функции автоматического включения резерва (ABP) "два из трех" с контролем синхронизма, обеспечиваемой Sepam серии 80

Используемое оборудование

Реле защиты Sepam

Каждый ввод защищен Sepam серии 80.

К каждому Sepam подсоединяются, как минимум, два модуля MES 120.

Функция контроля синхронизма (ANSI 25) выполняется с помощью дополнительного модуля MCS 025, соединенного с одним из двух устройств Sepam.

В случае применения для сборных шин с двигателями может возникнуть необходимость контроля однофазного напряжения на сборных шинах во время автоматического переключения источников. Предлагаются два варианта защиты:

- защита двух вводов с помощью Sepam B80, выполняет:
 - измерение трех фазных напряжений выше выключателя и обнаружение нарушения подачи фазного напряжения;
 - измерение одного дополнительного фазного напряжения на сборных шинах и обнаружение подачи однофазного напряжения;
- защита двух вводов с помощью Sepam серии 80 другого типа и контроль однофазного напряжения на сборных шинах с помощью Sepam B21.

Использование функции автоматического переключения источников при местном управлении

Для обеспечения автоматического переключения источников при местном управлении необходимо следующее оборудование:

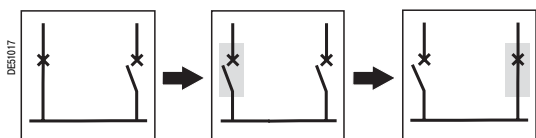
- один переключатель типа "Выключатель NO" (закрывающий) (ANSI 10), переключатель на два или три положения, который указывает выключатель, остающийся отключенным в конце произвольного переключения источников без отключения;
- один дополнительный переключатель режима "Manual / Auto" ("Ручной / Автоматический") (ANSI 43):
 - в режиме "Auto" автоматическое переключение источников разрешено;
 - в режиме "Manual" функция автоматического переключения источников не используется;
 - в случае отсутствия этого дополнительного переключателя все функции автоматического переключения источников используются;
- один, два или три дополнительных переключателя режима "Local / Distance" ("Местный / Дистанционный") (один переключатель для одной функции или один переключатель для одного выключателя):
 - в режиме "Distance" функция автоматического переключения источников при нарушении подачи напряжения разрешена, а другие функции не используются;
 - в режиме "Local" функция автоматического переключения источников при нарушении подачи напряжения не используется, а другие функции разрешены;
 - в случае отсутствия этих дополнительных переключателей все функции автоматического переключения источников используются;
- две или три кнопки с сигнальными лампами (в соответствии с требованиями Заказчика) (одна кнопка для одного выключателя):
 - кнопка "Включение выключателя";
 - сигнальная лампа "Готовность включения".

Описание

Функция автоматического переключения источников питания "один из двух" адаптирована к использованию на подстанциях с одной системой сборных шин с двумя вводами без секционного выключателя.

Автоматическое переключение источников выполняет две функции:

- автоматическое переключение источников с отключением питания сборных шин;
 - произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения питания сборных шин.
- Эти две функции описаны отдельно ниже.



Автоматическое переключение источников с отключением питания

Описание

С помощью данной функции обеспечивается автоматическое переключение питания сборных шин с одного источника на другой после обнаружения нарушения подачи напряжения или выявления повреждения выше источника питания.

Автоматическое переключение источников производится в два этапа:

- отключение выключателя при обнаружении нарушения подачи напряжения или по внешней команде на отключение (команда на отключение выдается защитами со стороны источника питания); выполняется отключение питания сборных шин;
- включение выключателя с противоположной стороны для восстановления питания сборных шин (в случае если двигатели подсоединены к сборным шинам, необходимо осуществлять контроль исчезновения однофазного напряжения на сборных шинах с помощью защиты по минимальному однофазному напряжению (ANSI 27R)).

Обязательные условия автоматического переключения источников

Для автоматического переключения источников всегда необходимы следующие условия:

- выключатель ввода включен;
- нет междуфазного замыкания, обнаруженного через ввод на сборных шинах или со стороны потребителя;
- нет замыкания фазы на землю, обнаруженного через ввод на сборных шинах или со стороны потребителя;
- откорректированное напряжение на противоположном вводе.

Дополнительные условия автоматического переключения источников

Данные условия необходимо соблюдать, если используются дополнительные функции защиты:

- переключатель "Auto / Manual" ("Автоматический / Ручной") находится в положении "Auto" ("Автоматический");
- оба переключателя (два) "Local / Distance" ("Местное / Дистанционное") находятся в положении "Distance" ("Дистанционное");
- оба выключателя (два) вводов включены;
- нет повреждения ТН, обнаруженного с помощью функции защиты "Контроль ТН" (ANSI 60FL) во избежание переключения источников в случае потери трансформаторов напряжения;
- нет запрета переключения источников через команду V_TRANS_STOP, передаваемую с помощью редактора логических уравнений или программы Logipam.

Инициализация переключения источников

Функция автоматического переключения источников срабатывает в трех случаях:

- в случае исчезновения напряжения, обнаруженного на вводе с помощью функции защиты по минимальному фазному напряжению (ANSI 27);
- в случае повреждения, обнаруженного защитами, расположенными выше ввода, с выдачей команды на взаимное отключение через логический вход "Внешнее отключение 1";
- в случае выдачи команды V_TRANS_ON_FLT, инициализирующей функцию переключения источников с помощью редактора логических уравнений или программы Logipam.

Алгоритм работы

Условия, необходимые для переключения источников

ANSI 50/51, максимальная токовая в фазах,
ступень 1, мгновенная
ANSI 50N/51N, максимальная токовая на землю,
ступень 1, мгновенная
V_TRANS_STOP
ANSI 27, минимального фазного напряжения,
ступень 1, мгновенная

Блокировка телеуправления (местное)
Блокировка телеуправления
с противоположной стороны (местное)

Выключатель выкачен
Выключатель с противоположной стороны выкачен

Выключатель включен

Откорректированное напряжение с противоположной стороны

ANSI 60FL, повреждение TH

Переключатель в положении "Автоматический"

Инициализация переключения источников

ANSI 27, минимального фазного напряжения,
ступень 1, с выдержкой времени
Внешнее отключение 1
V_TRANS_ON_FLT

Включение выключателя с противоположной стороны

Выключатель отключен
Блокировка включения секционного выключателя
или контактов NO (замыкающих)
ANSI 27R, минимального напряжения, однофазная,
ступень 1, с выдержкой времени

Команда на отключение
выключателя функцией
автоматического переключения
источников питания
(учитывается функцией
управления выключателем)
V_AT_TRIPPING

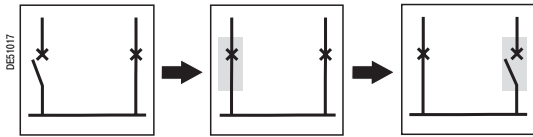
Автоматическая команда
на включение выключателя
с противоположной стороны
V_CLOSE_NO_ORD

Включение выключателя с противоположной стороны

Условия, необходимые для управления выключателем с противоположной стороны, следующие:

- выключатель ввода отключен;
- нет условий блокировки включения выключателя с противоположной стороны;
- нет однофазного напряжения на сборных шинах (контроль необходим, если двигатели подсоединены к сборным шинам).

Команда на включение выключателя с противоположной стороны передается через логический выход Sepam на логический вход устройства Sepam, расположенного с противоположной стороны. Эта команда учитывается функцией управления выключателем Sepam с противоположной стороны.



Произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения

Описание

Для произвольного возврата к нормальной схеме эксплуатации без отключения используются две отдельные функции управления:

- включение отключенного выключателя ввода, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма: оба (два) выключателя ввода включены;
- затем отключение замыкающего выключателя, назначенного с помощью переключателя "Выключатель NO" (замыкающий).

Эти две функции могут также использоваться для переключения источников питания сборных шин без отключения.

Обязательные условия автоматического переключения источников

Для автоматического переключения источников всегда необходимы следующие условия:

- выключатель ввода отключен;
- напряжение выше выключателя ввода откорректировано.

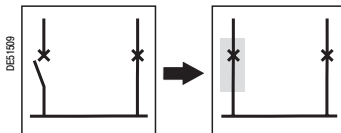
Дополнительные условия автоматического переключения источников

Данные условия необходимо соблюдать, если используются дополнительные функции защиты:

- переключатель "Auto / Manual" ("Автоматический / Ручной") находится в положении "Manual" ("Ручной");
- оба (два) переключателя "Local / Distance" ("Местное / Дистанционное") находятся в положении "Local" ("Местное");
- оба (два) выключателя вводов включены;
- нет повреждения ТН, обнаруженного с помощью функции защиты "Контроль ТН" (ANSI 60FL) во избежание переключения источников в случае потери трансформаторов напряжения;
- нет запрета переключения источников через команду V_TRANS_STOP, передаваемую с помощью редактора логических уравнений или программы Logipat.

Инициализация возврата к нормальной схеме эксплуатации

- управление произвольным включением выключателя ввода.



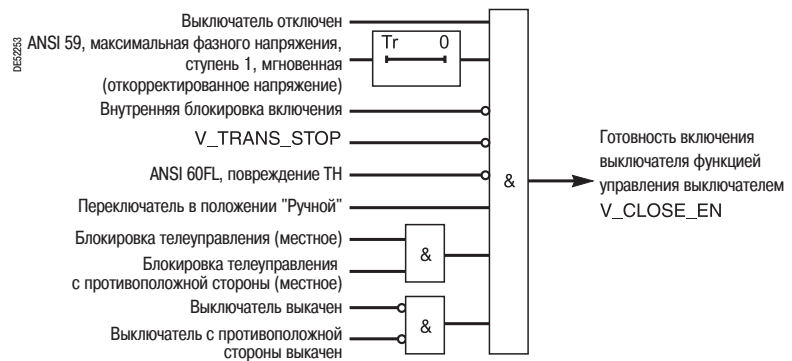
Включение отключенного выключателя

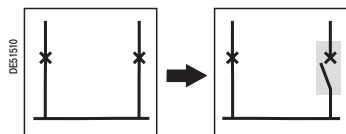
Описание

Включение выключателя обеспечивается функцией управления выключателем, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма.

С помощью функции автоматического переключения источников питания (ATS) обеспечивается обслуживание всех необходимых условий и передача данных для оператора о возможности возврата к нормальной схеме эксплуатации.

Алгоритм работы





Отключение замыкающего выключателя

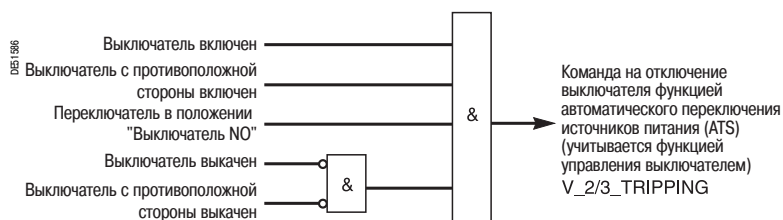
Описание

С помощью данной функции обеспечивается управление отключением выключателя, обозначенного как замыкающий в соответствии с положением переключателя "Выключатель NO", когда оба (два) выключателя вводов включены.

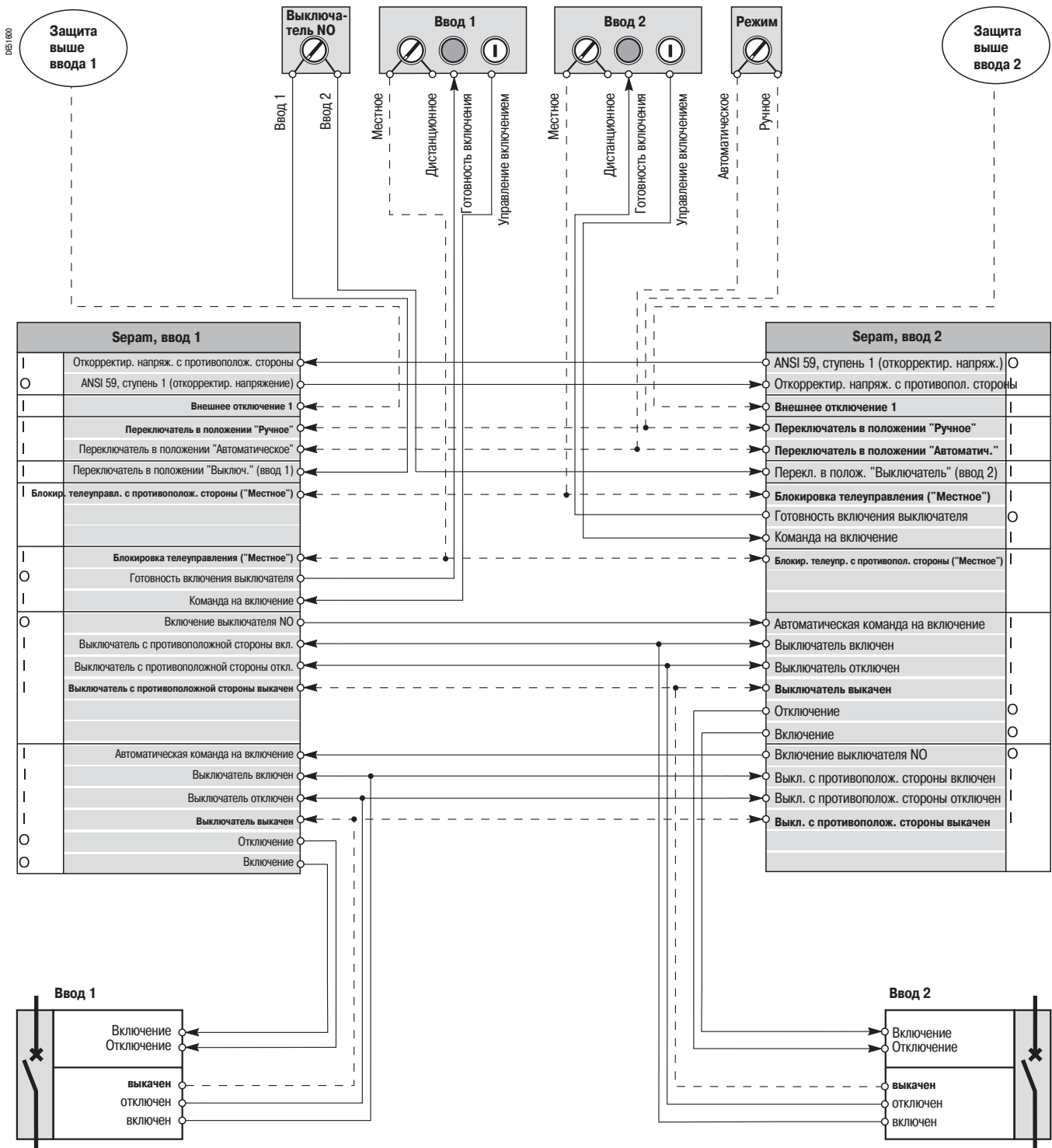
С помощью данной функции обеспечивается для всех последовательностей автоматического переключения, которые соединяют параллельно два источника, условие, при котором в конце последовательности только один выключатель из двух включен.

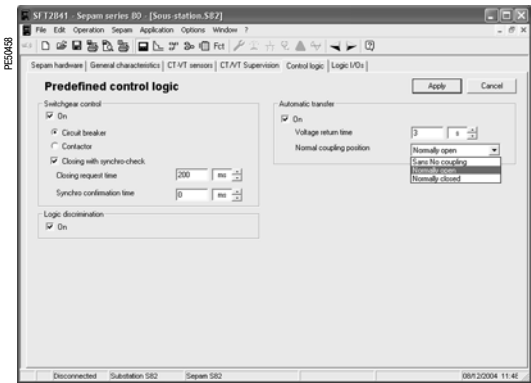
Команда на отключение учитывается функцией управления выключателем.

Алгоритм работы



Подключение





SFT 2841: параметрирование с помощью предварительно установленной логики управления

Параметрирование предварительно установленных функций управления

Установка параметров функции автоматического переключения источников питания (автоматическое включение резерва (ABP)) осуществляется вместе с параметрированием функции управления выключателем в рубрике "Логика управления" программного обеспечения SFT 2841.

Функция управления выключателем

- ввести в эксплуатацию функцию управления выключателем;
- при необходимости, ввести в эксплуатацию функцию контроля синхронизма.

Функция автоматического включения резерва (ABP) (автоматического переключения источников питания)

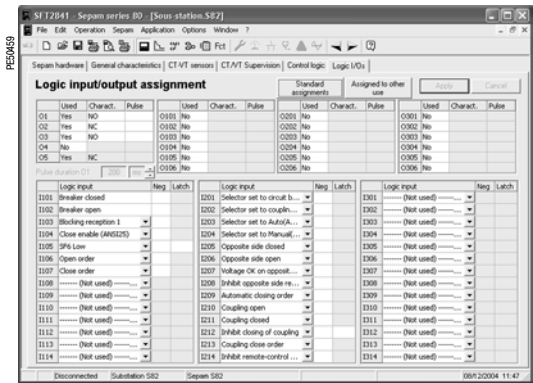
- ввести в эксплуатацию функцию ABP (автоматическое переключение источников питания) и установить связанные с ней параметры:
 - время возврата подачи напряжения (обычно 3 с);
 - нормальное положение секционного выключателя: без выключателя.

Функция контроля ТН

При необходимости используется функция контроля ТН (ANSI 60FL).

Настройка функций защиты

Функции защиты	Применение	Указания по настройке
Минимального фазного напряжения (ANSI 27) Ступень 1	Инициализация автоматического включения резерва (переключение источников питания) в случае обнаружения нарушения подачи напряжения	Уставка напряжения: 60% Unp Выдержка времени: 300 мс
Максимальная токовая в фазах (ANSI 50/51) Ступень 1, мгновенный выход	Обнаружение фазного замыкания со стороны потребителя с целью блокировки автоматического включения резерва	Настройка в соответствии со схемой защиты (наиболее чувствительная уставка)
Максимальная токовая на землю (ANSI 50N/51N) Ступень 1, мгновенный выход	Обнаружение фазного замыкания со стороны потребителя с целью блокировки автоматического включения резерва	Настройка в соответствии со схемой защиты (наиболее чувствительная уставка)
Максимального фазного напряжения (ANSI 59) Ступень 1	Определение подачи фазного напряжения выше выключателя. Назначается логическому выходу Sepam через матрицу управления	Уставка напряжения: 90% Unp Выдержка времени: 3 с
Дополнительные функции защиты	Применение	Указания по настройке
Минимального напряжения, однофазная (ANSI 27R) Ступень 1	Обнаружение нарушения подачи однофазного напряжения на систему сборных шин, к которой подсоединены двигатели	Уставка напряжения: 30% Unp Выдержка времени: 100 мс



SFT 2841: стандартное назначение входов, необходимых для использования функции АВР

Назначение логических входов

Логические входы, необходимые для использования функции АВР (автоматическое переключение источников), назначаются с помощью программного обеспечения SFT 2841 на экране "Логические входы/выходы".

С помощью кнопки "Стандартное назначение" назначаются основные входы, необходимые для использования функции АВР. Другие входы назначаются вручную.

Назначение логических выходов с помощью матрицы управления

Назначение этих логических выходов, необходимых для использования функции АВР, осуществляется в два этапа:

- обозначение необходимых логических выходов в поле "Используется" с указанием режима управления каждого выхода на экране "Логические входы/выходы" программного обеспечения SFT 2841;
- назначение каждого предварительно установленного выхода, связанного с функцией АВР, логическому выходу Sepam на экране "Матрица управления" с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Предварительно установленные выходы, используемые функцией АВР, следующие:

Кнопка "Защиты"	Описание	Применение
59 - 1	Выход с выдержкой времени функции защиты по максимальному фазному напряжению (ANSI 59) Ступень 1	Сигнализация для Sepam с противоположной стороны: откорректированное напряжение выше выключателя ввода
Кнопка "Логика управления"	Описание	Применение
включение выключателя NO	Предварительно установленный выход V_CLOSE_NO_ORD функции АВР	Управление автоматическим включение выключателя с противоположной стороны
готовность включения выключателя	Предварительно установленный выход V_CLOSE_EN функции АВР	Сигнализация с помощью сигнальной лампы: условия возврата к нормальной схеме эксплуатации объединены (за исключением функции контроля синхронизма)

Автоматическое переключение
источников "один из двух"
Характеристики

Регулировки				
Активность				
регулировка		в работе / выведен		
Время восстановления подачи напряжения				
регулировка		0 - 300 s		
точность (1)		±2% или от -10 мс до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Рабочее положение секционного выключателя				
регулировка		без выключателя / замыкающий / размыкающий		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
запуск функции автоматического переключения источников (ABP)	V_TRANS_ON_FLT	■	■	
блокировка автоматического переключения источников	V_TRANS_STOP	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
автоматическое переключение источников в действии	V_TRANSF_ON		■	
отключение, управляемое с помощью логики управления 2/3 или 1/2	V_2/3_TRIPPING		■	■
отключение с помощью функции автоматического переключения источников	V_AT_TRIPPING		■	■
включение выключателя NO	V_CLOSE_NO_ORD		■	■
готовность включения выключателя	V_CLOSE_EN		■	■

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Описание

Функция автоматического переключения источников питания "два из трех" адаптирована к использованию на подстанциях с одной системой сборных шин с двумя вводами с секционным выключателем.

Автоматическое переключение источников выполняет две функции:

- автоматическое переключение источников с отключением питания сборных шин;
 - произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения питания сборных шин.
- Эти две функции описаны отдельно ниже.

Автоматическое переключение источников с отключением питания

Описание

С помощью данной функции обеспечивается автоматическое переключение питания сборных шин с одного источника на другой после обнаружения нарушения подачи напряжения или выявления повреждения выше источника питания.

Автоматическое переключение источников производится в два этапа:

- отключение выключателя при обнаружении нарушения подачи напряжения или по внешней команде на отключение (команда на отключение выдается защитами со стороны источника питания): выполняется отключение питания сборных шин;
 - включение замыкающего выключателя для восстановления питания сборных шин.
- В соответствии с установленными параметрами замыкающий выключатель может выполнять роль:
- ☐ либо секционного выключателя при замыкающем соединении;
 - ☐ либо выключателя с противоположной стороны при размыкающем соединении.
- В случае если двигатели подсоединены к сборным шинам, необходимо осуществлять контроль исчезновения однофазного напряжения на сборных шинах с помощью защиты по минимальному однофазному напряжению (ANSI 27R).

Обязательные условия автоматического переключения источников

Для автоматического переключения источников всегда необходимы следующие условия:

- выключатель ввода включен;
- в соответствии с установленными параметрами секционного выключателя:
 - ☐ либо выключатель с противоположной стороны включен, а секционный выключатель отключен, при замыкающем соединении (секционный выключатель NO);
 - ☐ либо выключатель с противоположной стороны отключен, а секционный выключатель включен, при размыкающем соединении (секционный выключатель NF);
- нет междуфазного замыкания, обнаруженного через ввод на сборных шинах или со стороны потребителя;
- нет замыкания фазы на землю, обнаруженного через ввод на сборных шинах или со стороны потребителя;
- откорректированное напряжение на противоположном вводе.

Дополнительные условия автоматического переключения источников

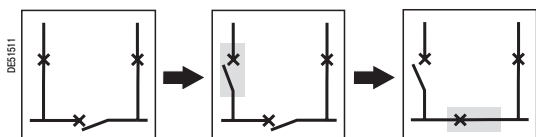
Данные условия необходимо соблюдать, если используются дополнительные функции защиты:

- переключатель "Auto / Manual" ("Автоматический / Ручной") находится в положении "Auto" ("Автоматический");
- все три переключателя "Local / Distance" ("Местное / Дистанционное") находятся в положении "Distance" ("Дистанционное");
- все три выключателя вводов включены;
- нет повреждения ТН, обнаруженного с помощью функции защиты "Контроль ТН" (ANSI 60FL) во избежание переключения источников в случае потери трансформаторов напряжения;
- нет запрета переключения источников через команду V_TRANS_STOP, передаваемую с помощью редактора логических уравнений или программы Logipat.

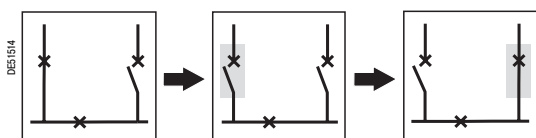
Инициализация переключения источников

Функция автоматического переключения источников срабатывает в трех случаях:

- в случае исчезновения напряжения, обнаруженного на вводе с помощью функции защиты по минимальному фазному напряжению (ANSI 27);
- в случае повреждения, обнаруженного защитами, расположенными выше ввода, с выдачей команды на взаимное отключение через логический вход "Внешнее отключение 1";
- в случае выдачи команды V_TRANS_ON_FLT, инициализирующей функцию переключения источников с помощью редактора логических уравнений или программы Logipat.

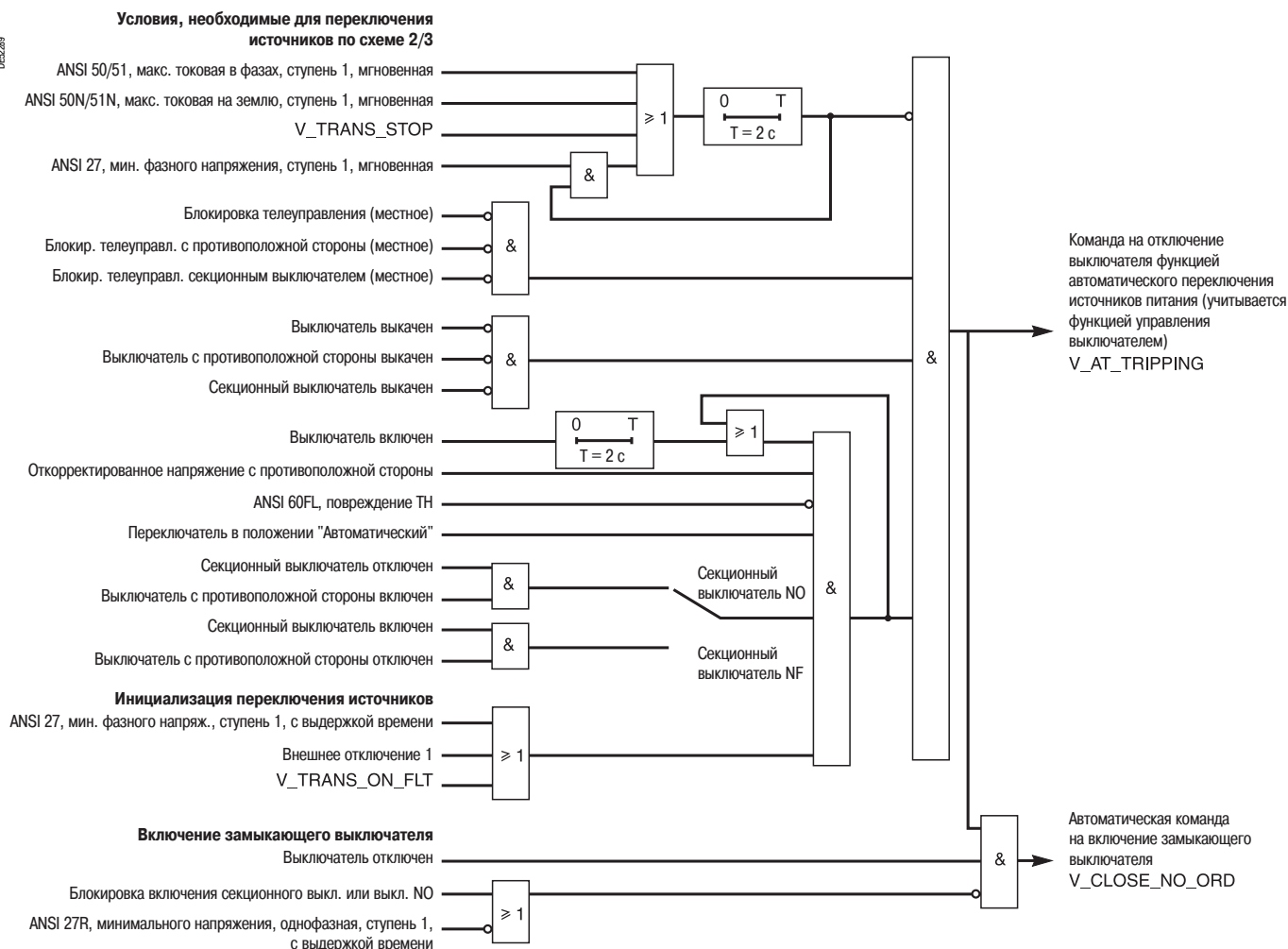


Автоматическое переключение источников с замыкающим секционным выключателем



Автоматическое переключение источников с размыкающим секционным выключателем

Алгоритм работы



Включение замыкающего выключателя

Условия, необходимые для управления включением замыкающим выключателем, следующие:

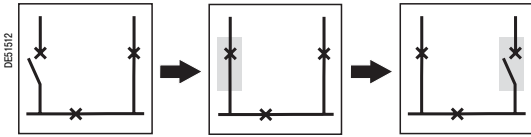
- выключатель ввода отключен;
- нет условий блокировки включения замыкающего выключателя;
- нет однофазного напряжения на сборных шинах (контроль необходим, если двигатели подсоединены к сборным шинам).

Если замыкающий выключатель (выключатель NO) является выключателем с противоположной стороны:

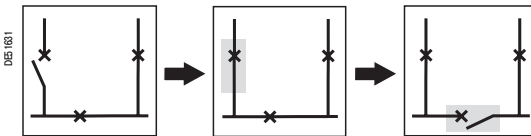
команда на включение выключателя NO передается через логический выход Sepam на логический вход устройства Sepam, расположенного с противоположной стороны, где она учитывается функцией управления выключателем.

Если замыкающий выключатель является секционным выключателем:

команда на включение выключателя NO передается через логический выход Sepam для прямого включения выключателя, без использования промежуточных устройств.



Произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения, с размыкающим секционным выключателем



Произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения, с замыкающим секционным выключателем

Произвольный возврат к нормальной схеме эксплуатации без отключения

Описание

Для произвольного возврата к нормальной схеме эксплуатации без отключения используются две отдельные функции управления:

- включение отключенного выключателя, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма: все три выключателя включены;
- затем отключение замыкающего выключателя, назначенного с помощью переключателя "Выключатель NO" (замыкающий).

Эти две функции могут также использоваться для переключения источников питания сборных шин без отключения.

Обязательные условия автоматического переключения источников

Для автоматического переключения источников всегда необходимы следующие условия:

- выключатель ввода отключен;
- выключатель с противоположной стороны и секционный выключатель включены;
- напряжение выше выключателя ввода откорректировано.

Дополнительные условия автоматического переключения источников

Данные условия необходимо соблюдать, если используются дополнительные функции защиты:

- переключатель "Auto / Manual" ("Автоматический / Ручной") находится в положении "Manual" ("Ручной");
- все три переключателя "Local / Distance" ("Местное / Дистанционное") находятся в положении "Local" ("Местное");
- все три выключателя включены;
- нет повреждения ТН, обнаруженного с помощью функции защиты "Контроль ТН" (ANSI 60FL) во избежание переключения источников в случае потери трансформаторов напряжения;
- нет запрета переключения источников через команду V_TRANS_STOP, передаваемую с помощью редактора логических уравнений или программы Logipam.

Инициализация возврата к нормальной схеме эксплуатации

- управление произвольным включением выключателя ввода.

Включение отключенного выключателя

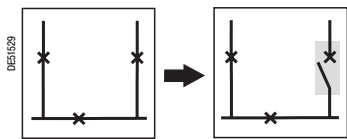
Описание

Включение выключателя обеспечивается функцией управления выключателем, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма.

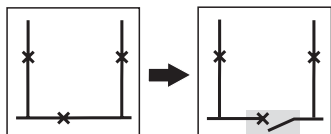
С помощью функции автоматического переключения источников питания (ABP) обеспечивается обслуживание всех необходимых условий и передача данных для оператора о возможности возврата к нормальной схеме эксплуатации.

Алгоритм работы





Секционный выключатель размыкающий



Секционный выключатель замыкающий

Отключение замыкающего выключателя

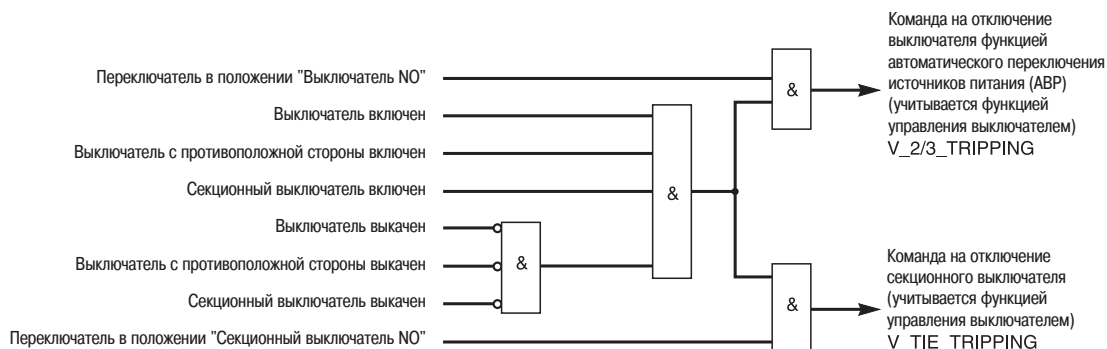
Описание

С помощью данной функции обеспечивается управление отключением выключателя, обозначенного как замыкающий в соответствии с положением переключателя "Выключатель NO", когда все три выключателя вводов включены.

С помощью данной функции обеспечивается для всех последовательностей автоматического переключения, которые соединяют параллельно два источника, условие, при котором в конце последовательности только два выключателя из трех включены.

Команда на отключение учитывается функцией управления выключателем.

Алгоритм работы



Для произвольного включения секционного выключателя без отключения используются две отдельные функции управления:

- включение секционного выключателя, с контролем синхронизма или без контроля синхронизма;
- все три выключателя включены;
- затем отключение замыкающего выключателя, назначенного с помощью переключателя "Выключатель NO" (замыкающий).

Для автоматического переключения источников всегда необходимы следующие условия:

- секционный выключатель отключен;
- выключатели двух вводов включены;
- напряжение с противоположной стороны откорректировано;
- замыкающий выключатель, назначенного с помощью переключателя "Выключатель NO", не является секционным выключателем.

Данные условия необходимо соблюдать, если используются дополнительные функции защиты:

- переключатель "Auto / Manual" ("Автоматический / Ручной") находится в положении "Manual" ("Ручной");

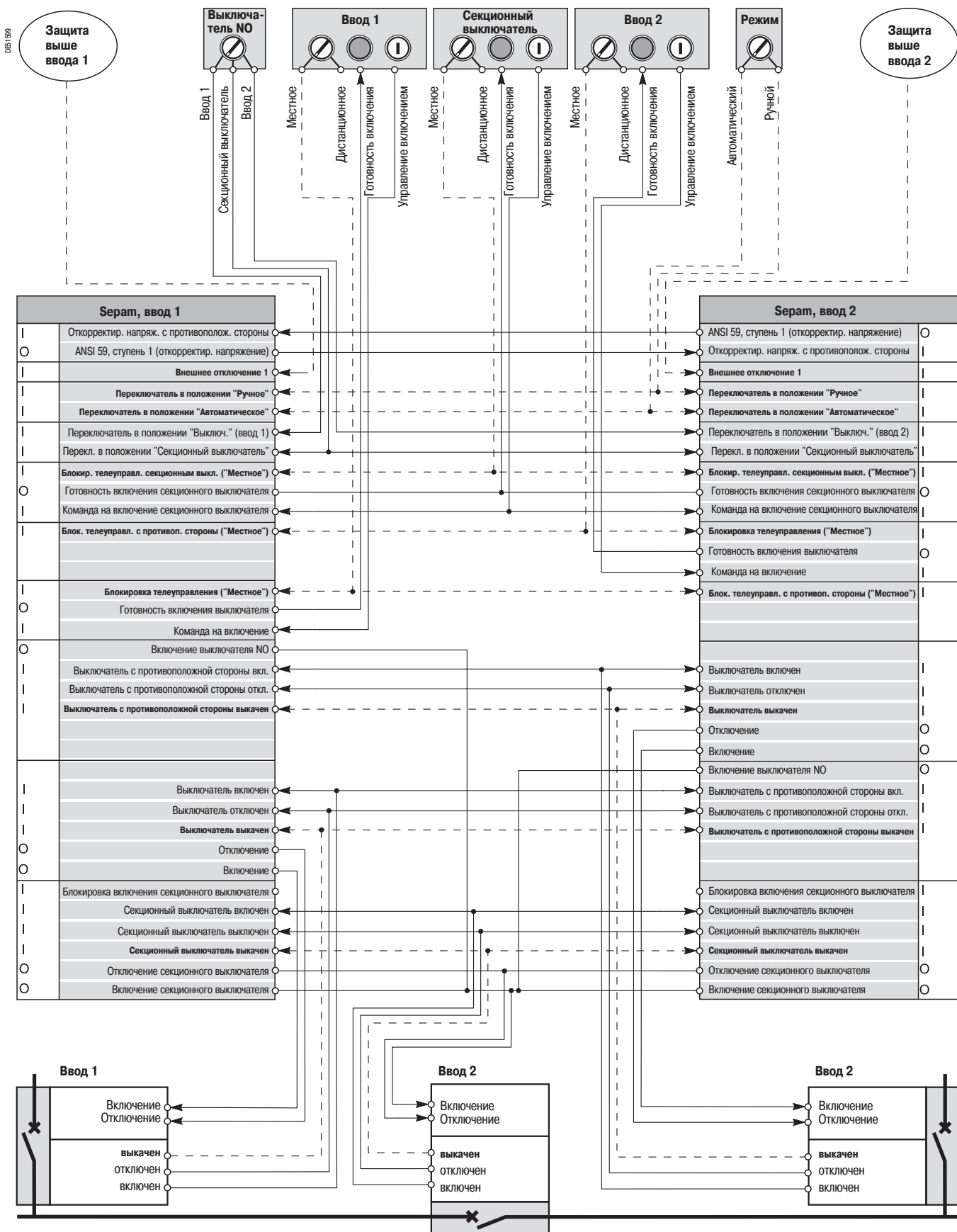
- все три переключателя "Local / Distance" ("Местное / Дистанционное") находятся в положении "Local" ("Местное");
- все три выключателя включены;
- нет повреждения ТН, обнаруженного с помощью функции защиты "Контроль ТН" (ANSI 60FL) во избежание переключения источников в случае потери трансформаторов напряжения;
- нет запрета переключения источников через команду V_TRANS_STOP, передаваемую с помощью редактора логических уравнений или программы Logicam.

- управление произвольным включением секционного выключателя.

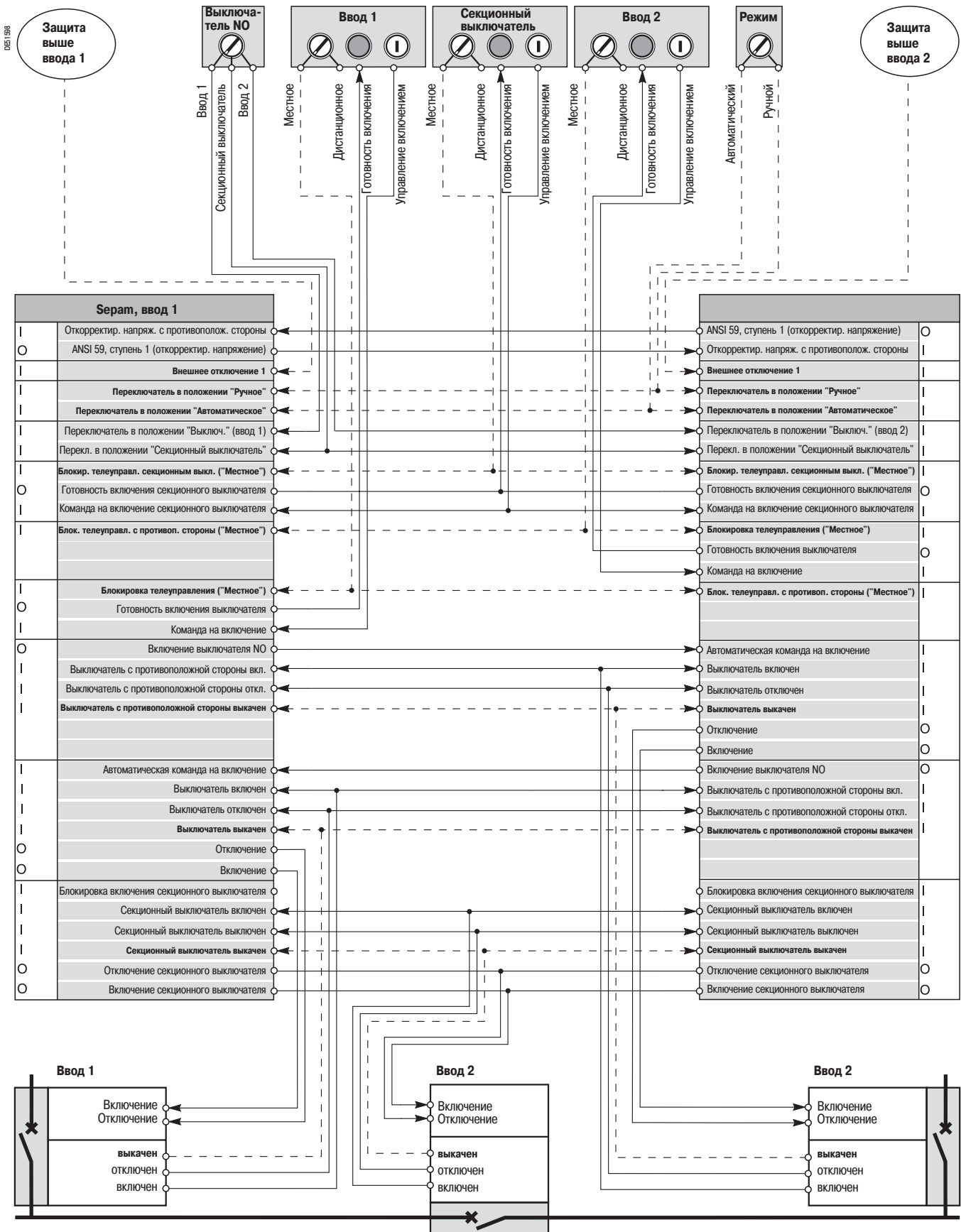
Условия, необходимые для включения секционного выключателя

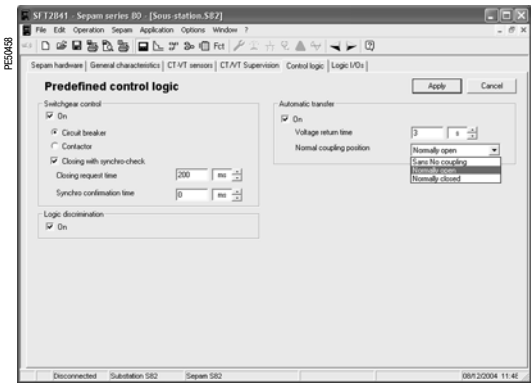


Подключение замыкающего секционного выключателя



Подключение размыкающего секционного выключателя





SFT 2841: параметрирование с помощью предварительно установленной логики управления

Параметрирование предварительно установленных функций управления

Установка параметров функции автоматического переключения источников питания (автоматическое включение резерва (АВР)) осуществляется вместе с параметрированием функции управления выключателем в рубрике "Логика управления" программного обеспечения SFT 2841.

Функция управления выключателем

вести в эксплуатацию функцию управления выключателем;
при необходимости, ввести в эксплуатацию функцию контроля синхронизма.

Функция автоматического включения резерва (АВР) (автоматического переключения источников питания)

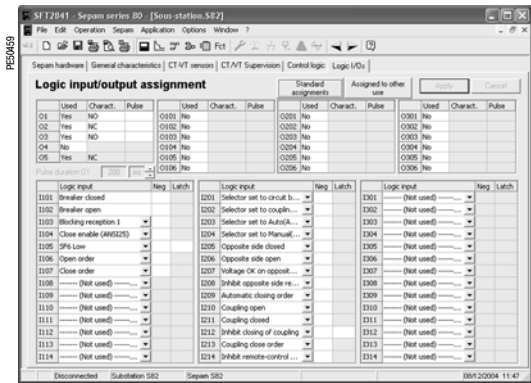
- ввести в эксплуатацию функцию АВР (автоматическое переключение источников питания) и установить связанные с ней параметры:
 - время возврата подачи напряжения (обычно 3 с);
 - нормальное положение секционного выключателя: замыкающий или размыкающий, в соответствии с режимом эксплуатации сети.

Функция контроля ТН

При необходимости, используется функция контроля ТН (ANSI 60FL).

Настройка функций защиты

Функции защиты	Применение	Указания по настройке
Минимального фазного напряжения (ANSI 27) Ступень 1	Инициализация автоматического включения резерва (переключение источников питания) в случае обнаружения нарушения подачи напряжения	Уставка напряжения: 60% Unp Выдержка времени: 300 мс
Максимальная токовая в фазах (ANSI 50/51) Ступень 1, мгновенный выход	Обнаружение фазного замыкания со стороны потребителя с целью блокировки автоматического включения резерва	Настройка в соответствии со схемой защиты (наиболее чувствительная уставка)
Максимальная токовая на землю (ANSI 50N/51N) Ступень 1, мгновенный выход	Обнаружение замыкания на землю со стороны потребителя с целью блокировки автоматического включения резерва	Настройка в соответствии со схемой защиты (наиболее чувствительная уставка)
Максимального фазного напряжения (ANSI 59) Ступень 1	Определение подачи фазного напряжения выше выключателя. Назначается логическому выходу Sepam через матрицу управления	Уставка напряжения: 90% Unp Выдержка времени: 3 с
Дополнительные функции защиты	Применение	Указания по настройке
Минимального напряжения, однофазная (ANSI 27R) Ступень 1	Обнаружение нарушения подачи однофазного напряжения на систему сборных шин, к которой подсоединены двигатели	Уставка напряжения: 30% Unp Выдержка времени: 100 мс



SFT 2841: стандартное назначение входов, необходимых для использования функции АВР

Назначение логических входов

Логические входы, необходимые для использования функции АВР (автоматическое переключение источников), назначаются с помощью программного обеспечения SFT 2841 на экране "Логические входы/выходы".

С помощью кнопки "Стандартное назначение" назначаются основные входы, необходимые для использования функции АВР. Другие входы назначаются вручную.

Назначение логических выходов с помощью матрицы управления

Назначение этих логических выходов, необходимых для использования функции АВР, осуществляется в два этапа:

- обозначение необходимых логических выходов в поле "Используется" с указанием режима управления каждого выхода на экране "Логические входы/выходы" программного обеспечения SFT 2841;
- назначение каждого предварительно установленного выхода, связанного с функцией АВР, логическому выходу Sepam на экране "Матрица управления" с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Предварительно установленные выходы, используемые функцией АВР, следующие:

Кнопка "Защиты"	Описание	Применение
59 - 1	Выход с выдержкой времени функции защиты по максимальному фазному напряжению (ANSI 59) Ступень 1	Сигнализация для Sepam с противоположной стороны: откорректированное напряжение выше выключателя ввода
Кнопка "Логика управления"	Описание	Применение
включение выключателя NO	Предварительно установленный выход V_CLOSE_NO_ORD функции АВР	Автоматическое управление включением замыкающего выключателя
включение секционного выключателя	Предварительно установленный выход V_TIE_CLOSING функции АВР	Управление включением секционного выключателя
отключение секционного выключателя	Предварительно установленный выход V_TIE_OPENING функции АВР	Управление отключением секционного выключателя
готовность включения выключателя	Предварительно установленный выход V_CLOSE_EN функции АВР	Сигнализация с помощью сигнальной лампы: условия возврата к нормальной схеме эксплуатации объединены (за исключением функции контроля синхронизма)
готовность включения секционного выключателя	Предварительно установленный выход V_TIE_CLOSE_EN функции АВР	Сигнализация с помощью сигнальной лампы: условия возврата к нормальной схеме эксплуатации объединены (за исключением функции контроля синхронизма)

Автоматическое переключение источников "два из трех" Характеристики

Регулировки				
Активность				
регулировка		в работе / выведен		
Время восстановления подачи напряжения				
регулировка		0 - 300 с		
точность (1)		±2% или от -10 мс до +25 мс		
разрешение		10 мс или 1 разряд		
Рабочее положение секционного выключателя				
регулировка		без выключателя / замыкающий / размыкающий		
Входы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	
запуск функции автоматического переключения источников (ABP)	V_TRANS_ON_FLT	■	■	
блокировка автоматического переключения источников	V_TRANS_STOP	■	■	
Выходы				
Назначение	Код в редакторе уравнений	Логические уравнения	Logipam	Матрица управления
автоматическое переключение источников в действии	V_TRANSF_ON		■	
отключение, управляемое с помощью логики управления 2/3 или 1/2	V_2/3_TRIPPING		■	■
отключение с помощью функции автоматического переключения источников	V_AT_TRIPPING		■	■
включение выключателя NO	V_CLOSE_NO_ORD		■	■
готовность включения выключателя	V_CLOSE_EN		■	■
отключение секционного выключателя	V_TIE_OPENING		■	■
готовность включения секционного выключателя	V_TIE_CLOSE_EN		■	■
включение секционного выключателя	V_TIE_CLOSING		■	■
неудачное включение секционного выключателя с контролем синхронизма	V_TIESYNCFAIL		■	■

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Работа

Событие может быть показано при местном управлении на передней панели Sepam:
■ при помощи сообщения на дисплее усовершенствованного UMI;
■ одной из 9 желтых сигнальных ламп.

Сигнализация при помощи сообщений

Предварительно установленные сообщения

Все сообщения, связанные со стандартными функциями Sepam, предварительно установлены и даются на двух языках:

■ на английском языке даются установленные изготовителем заводские, неизменяемые сообщения;

■ и эти же сообщения представлены на языке пользователя.

Языковая версия сообщений выбирается во время параметрирования устройства Sepam.

Сообщения отображаются на дисплее усовершенствованного UMI устройств Sepam и на экране аварийных сигналов программного обеспечения SFT 2841.

Количество и характер предварительно установленных сообщений зависят от типа Sepam. Ниже представлен полный список предварительно установленных сообщений.

Функции			Сообщения (англ. язык) (заводской)	Сообщения на языке пользователя (русский язык)
Контроль и управление		Код ANSI		
внешнее отключение (1 - 3)			EXT. TRIP (1 - 3)	ВНЕШ. ОТКЛЮЧЕНИЕ (1 - 3)
отключение от газового реле			BUCHN/GAS TRIP	ОТКЛ. ГАЗ. РЕЛЕ
сигнал газового реле			BUCHHOLZ ALARM	СИГНАЛ ГАЗ. РЕЛЕ
отключение от термостата			THERMOS ¹ . TRIP	ОТКЛ. ТЕРМОСТ.
сигнал термостата			THERMOS ¹ . ALARM	СИГ. ТЕРМОСТ.
отключение по давлению			PRESSURE TRIP	ОТКЛ. ДАВЛЕН.
сигнал по давлению			PRESSURE ALARM	СИГН. ДАВЛЕН.
сигнал термистора			THERMISTOR TRIP	СИГ. ТЕРМИСТОР
отключение от термистора			THERMISTOR AL.	ОТКЛ. ТЕРМИСТОР
отказ управления			CONTROL FAULT	ОТКАЗ УПРАВЛ.
разгрузка			LOAD SHEDDING	РАЗГРУЗКА
остановка блока			GENSET SHUTDOWN	ОСТАН. БЛОКА
снятие возбуждения			DE-EXCITATION	СНЯТ. ВОЗБУЖД.
отключение функций АВР (автоматическое переключение источников)			AUTO TRANSFER	ОТКЛ. АВР
Диагностика		Код ANSI		
снижение давления SF6			SF6 LOW	ДАВЛЕНИЕ SF6
отказ датчика модуля MET 148-2 № 1			RTD'S FAULT MET1 ⁽¹⁾	ОТКАЗ ДАТЧ. MET1 ⁽¹⁾
отказ датчика модуля MET 148-2 № 2			RTD'S FAULT MET2 ⁽¹⁾	ОТКАЗ ДАТЧ. MET2 ⁽¹⁾
контроль ТН	60FL	контроль ТН фазного	VT FAULT	ОТКАЗ ТН
		контроль ТН нулевой последовательности	VT FAULT V0	ОТКАЗ ТН V0
контроль ТТ	60	контроль ТТ основного	CT FAULT	ОТКАЗ ТТ
		контроль ТТ дополнительного	CT' FAULT	ОТКАЗ ТТ'
отказ цепи отключения (TCS) или несогласованность			TRIP CIRCUIT	ЦЕПЬ АВ. ОТКЛ.
отказ цепи включения			CLOSE CIRCUIT	ЦЕПЬ АВ. ВКЛ.
несогласованность ступеней конденсаторных батарей			COMP. FLT. STP (1 - 4)	НЕСОГЛАСОВ. СТУП. КОНДЕНСАТ. БАТАРЕЙ (1-4)
контроль кумулятивного значения токов отключения			ΣIIBREAKING >>	КУМУЛЯТ. ТОКИ ОТКЛ.
контроль элемента питания			BATTERY LOW ⁽¹⁾	НЕИСПР. БАТАР. ⁽¹⁾
контроль оперативного питания		нижняя уставка	LOW POWER SUP.	СНИЖЕНИЕ U ПИТ.
		верхняя уставка	HIGH POWER SUP.	УВЕЛИЧ. U ПИТ.

(1) В отношении сообщения ОТКАЗ ДАТЧИКОВ, БАТАРЕЯ РАЗРЯЖЕНА см. главу "Техническое обслуживание".

(2) С указанием поврежденной фазы.

(3) С указанием поврежденной фазы в случае использования по фазному напряжению.

Функции		Сообщения (англ. язык) (заводской)	Сообщения на языке пользователя (русский язык)	
Защита	Код ANSI			
макс. частота вращения	12	OVERSPEED	УВЕЛИЧ. ВРАЩ. >>	
мин. частота вращения	14	UNDERSPEED	СНИЖ. ВРАЩ. <<	
мин. полное сопротивление	21B	UNDERIMPEDANCE	Z МИН <<	
контроль насыщения (В/Гц)	24	OVERFLUXING	УВЕЛ. МАГН. ПОТ.	
контроль синхронизма	25	включение с контролем синхронизма выполняется	SYNC.IN PROCESS	СИНХР. В ДЕЙСТВИИ
		включение с контролем синхронизма выполнено	SYNC. OK	УСПЕШ. СИНХ.
		неудачное включение, нет синхронизма	SYNC. FAILURE	НЕУДАЧ. СИНХ.
		неудачное включение, нет синхронизма, по причине dU	SYNC. FAILED dU	НЕУДАЧ. СИНХ., dU
		неудачное включение, нет синхронизма, по причине dPhi	SYNC. FAILED dPhi	НЕУДАЧ. СИНХ., dPhi
		неудачное включение, нет синхронизма, по причине dF	SYNC. FAILED dF	НЕУДАЧ. СИНХ., dF
		остановка включения с контролем синхронизма	STOP SYNC.	СТАНОВ. СИНХ.
		неудачное включение секционного выключателя с контролем синхронизма	TIE SYNC. FAILED	НЕУДАЧ. ВКЛ. СЕКЦ.
		мин. напряжение	27	UNDERVOLTAGE ⁽¹⁾
мин. напряжение прямой последовательности	27D	мин. напряжение прямой последовательности	UNDERVOLTAGE.PS	МИН, НАПР. Vd <<
		обратное направление вращения	ROTATION -	ОБРАТ. НАПРАВ. ВРАЩ.
мин. напряжение нулевой последовательности 3-й гармоники	27TN/64G2	100% STATOR	100% ЗЕМЛ.	
макс. активной мощности	32P	OVER P	ОБРАТН. P >>	
макс. реактивной мощности	32Q	OVER Q	ОБРАТН. Q >>	
мин. активной мощности	37P	UNDER POWER	СНИЖ. МОЩН. <<	
контроль температуры	38/49T	аварийный сигнал	OVER TEMP. ALM	СИГ. ТЕМПЕР.
		отключение	OVER TEMP. TRIP	ОТКЛ. ТЕМПЕР.
защита от асинхр. режима с потерей возбуждения	40	FIELD LOSS	ПОТЕРЯ ПОЛЯ	
макс. обратной последовательности	46	UNBALANCE I	НЕБАЛАНС I	
макс. напряжения обратной последовательности	47	UNBALANCE U	НЕБАЛАНС U	
затянутый пуск, блокировка ротора	48/51LR	затянутый пуск	LONG START	ЗАТЯН. ПУСК
		блокировка ротора в нормальном режиме работы	ROTOR BLOCKING	БЛОК. РОТОРА
		блокировка ротора при запуске	ST ^{RT} LOCKED ROT ^R	БЛОКИР. ПУСКА
тепловая защита	49RMS	аварийный сигнал	THERMAL ALARM	СИГН. ТЕМП.
		отключение	THERMAL TRIP	ТЕПЛ. ЗАЩИТА
		блокировка включения	START INHIBIT	БЛОК. ПУСКА
защита от отказов выключателя	50BF	BREAKER FAILURE	УРОВ	
защита от ошибочного включения в сеть	50/27	INADV. ENERGIZ.	НЕПРАВ. ВКЛ.	
макс. токовая в фазах	50/51	PHASE FAULT ⁽²⁾	МТЗ ⁽²⁾	
макс. тока нулевой последовательности	50N/51N	EARTH FAULT	ЗАМ. НА ЗЕМ.	
макс. токовая в фазах с коррекцией по напряжению	50V/51V	O/C V REST ⁽²⁾	МТЗ С КОРРЕК. U ⁽²⁾	
макс. тока небаланса	51C	UNBAL. STP (1 - 4)	НЕБ. СТУП. КОНДЕС. (1-4)	
макс. напряжения	59	OVERVOLTAGE ⁽¹⁾	МАКС. НАПРЯЖ. >> ⁽¹⁾	
макс. напряжения нулевой последовательности	59N	Vo FAULT	ПОЯВЛЕН. Vo	
дифференциальная защита от замыканий на землю	64REF	RESTRIC. EARTH FAULT	ЗЕМЛЯ	
ограничение количества пусков	66	START INHIBIT	БЛОК. ПУСКА	
макс. токовая в фазах	67	DIR. PHASE FAULT ⁽²⁾	НАПР. ФАЗНАЯ ⁽²⁾	
макс. направленная токовая от зам. на землю	67N/67NC	DIR. EARTH FAULT	НАПР. ЗЕМЛ.	
потеря синхронизма	78PS	POLE SLIP	ПОТЕРЯ СИНХР.	
АПВ	79	цикл х	CYCLE (1 - 4) ⁽³⁾	ЦИКЛ (1-4) ⁽³⁾
		успешное АПВ	CLEARED FAULT	ПОВРЕЖД. УСТРАНЕНО
		окончательное отключение	FINAL TRIP	ОКОНЧАТ. ОТКЛ.
максимальной частоты	81H	OVER FREQ.	МАКС. ЧАСТОТА	
минимальной частоты	81L	UNDER FREQ.	МИН. ЧАСТОТА	
защита по скорости изменения частоты	81R	ROCOF	СКОР. ИЗМ. ЧАСТОТЫ	
дифференциальная защита эл. машины	87M	DIFFERENTIAL	ДИФФ. ЗАЩИТА	
дифференциальная защита трансформатора	87T	DIFFERENTIAL	ДИФФ. ЗАЩИТА	

(1) С указанием поврежденной фазы в случае использования по фазному напряжению.

(2) С указанием поврежденной фазы.

(3) С указанием защиты, запустившей цикл (замыкание фазы, замыкание на землю и т.д.).

Сообщения, персонализированные в соответствии с требованиями пользователя

С помощью программного обеспечения SFT 2841 можно создать 100 дополнительных сообщений, например, для назначения сообщения логическому входу или результату логического уравнения либо для замены предварительно установленного сообщения персонализированным.

Редактор персонализированных сообщений для пользователя программного обеспечения SFT 2841

Редактор персонализированных сообщений интегрирован в программное обеспечение SFT 2841 и доступен, в автономном или неавтономном режиме, на экране матрицы управления:

- вывести на экран рубрику "Событие": на экране появятся предварительно установленные сообщения;
- дважды нажать кнопку на одном из высвеченных сообщений, чтобы активизировать редактор персонализированных сообщений.

Функции редактора персонализированных сообщений

- создание и редактирование персонализированных сообщений:
 - на английском языке и на языке пользователя;
 - путем ввода текста сообщения или внесения имеющегося побитового файла (*.bmp) либо поточечным графическим изображением;
- удаление персонализированных сообщений;
- назначение предварительно установленных или персонализированных сообщений в соответствии с событием, установленным в матрице управления, для чего:
 - на экране матрицы управления в рубрике "События" дважды нажать кнопку, соответствующую событию, связанному с новым сообщением;
 - из представленных сообщений выбрать новое сообщение, предварительно установленное или персонализированное сообщение;
- "назначить" это сообщение соответствующему событию.

Одно и то же сообщение может быть назначено нескольким событиям, без ограничения.

Отображение сообщений с помощью программного обеспечения SFT 2841

- Сообщения сохраняются в памяти Sepam и отображаются при подключении к Sepam. В автономном режиме последние сообщения устройства Sepam сохраняются в памяти и отображаются на экране;
- персонализированные сообщения сохраняются вместе с другими параметрами и регулировками Sepam и отображаются в автономном и неавтономном режимах.

Обработка сообщений, отображаемых на дисплее усовершенствованного UMI

При появлении какого-либо события на дисплее усовершенствованного UMI высвечивается соответствующее сообщение. При нажатии на кнопку  сообщение удаляется и появляется возможность нормального наблюдения всех экранов усовершенствованного UMI. Нажатие на кнопку  необходимо для квитирования удерживаемых событий (например, выходов зашит).

Список аварийных сообщений остается доступным в хронологии аварийных сигналов (кнопка ) , где сохраняются 16 последних сообщений. Информация о 250 последних сообщениях доступна при помощи программного обеспечения SFT 2841.

Для удаления сообщений, сохраняемых в Sepam, необходимо:

- вывести хронологию аварийных сигналов на экран усовершенствованного UMI;
- нажать кнопку .

Сигнализация с помощью ламп

9 желтых сигнальных ламп на передней панели Sepam соответствуют, по умолчанию, следующим событиям:

Сигнальная лампа	Событие	Обозначение на передней панели
лампа 1	отключение защитой 50/51, ступень 1	I>51
лампа 2	отключение защитой 50/51, ступень 2	I>>51
лампа 3	отключение защитой 50N/51N, ступень 1	IO>51
лампа 4	отключение защитой 50N/51N, ступень 2	IO>>51
лампа 5		Ext
лампа 6		
лампа 7	выключатель отключен (I102)	0 Off
лампа 8	выключатель включен (I101)	1 On
лампа 9	отключение командой управления положением выключателя	Ttr

Такая установка параметров по умолчанию может быть изменена в соответствии с требованиями Пользователя при помощи программного обеспечения SFT 2841:

- назначение сигнальной лампы какому-либо событию устанавливается на экране матрицы управления (рубрика "Лампы");
- на экране «Основные характеристики» имеются опции редактирования и печати персонализированных обозначений событий.



Местное управление с помощью графического UMI

Описание

Местное управление выключателями обеспечивается через графический UMI Sepam серии 80. Имеются следующие функции управления:

- выбор режима управления Sepam;
- отображение состояния выключателей на анимированной мнемосхеме;
- местное управление отключением и включением всех управляемых Sepam выключателей.

Выбор режима управления Sepam

С помощью переключателя с ключом на передней панели графического интерфейса (UMI) обеспечивается выбор режима управления Sepam. Имеются три режима: Remote, Local или Test ("Дистанционное управление", "Местное управление" или "Тестирование").

В режиме Remote ("Дистанционное управление"):

- телекоманды учитываются;
- команды местного управления запрещены, за исключением функции управления отключением выключателя.

Режим Remote обозначается переменной $V_MIMIC_REMOTE = 1$.

В режиме Local ("Местное управление"):

- телекоманды запрещены, за исключением функции управления отключением выключателя;
- команды местного управления выполняются.

Режим Local обозначается переменной $V_MIMIC_LOCAL = 1$.

Режим Test ("Тестирование") выбирается для проведения испытания оборудования, например, при профилактическом техническом обслуживании:

- все функции, разрешенные в режиме Local ("Местное управление"), также используются в режиме Test ("Тестирование");
- никакие данные о событии с указанием времени и даты не передаются через связь.

Режим Test обозначается переменной $V_MIMIC_TEST = 1$.

Программное обеспечение Logipam позволяет персонализировать обработку режимов управления.

Мнемосхема и символы

Мнемосхема или однолинейная схема является схематическим отображением электрической установки. Мнемосхема представляет собой статический фон дисплея, на который выводятся анимированные символы и результаты измерений.

С помощью редактора мнемосхем, интегрированного в программное обеспечение SFT 2841, обеспечивается персонализация и параметрирование мнемосхем.

С помощью символов, образующих мнемосхему, осуществляется сопряжение графического UMI с другими функциями управления Sepam.

Имеются три типа символов:

- статические символы: для отображения электротехнических устройств без анимации и управления, например, трансформатора;
- анимированные символы, с 1 или 2 входами: для электротехнических устройств, отображение которых на мнемосхеме изменяется в соответствии с состоянием входов, но управление которыми не может осуществляться через графический UMI Sepam.

Символы этого типа используются, например, для отображения разъединителей без телеуправления;

- управляемые символы, с 1 или 2 входами/выходами: для электротехнических устройств, отображение которых на мнемосхеме изменяется в соответствии с состоянием входов/выходов и управление которыми может осуществляться через графический UMI Sepam.

Символы этого типа используются, например, для отображения выключателей.

Выходы символов используются для управления электротехническим устройством:

- ☐ непосредственно через логические выходы Sepam;
- ☐ с помощью функции управления выключателем;
- ☐ с помощью редактора логических уравнений или программы Logipam.

Анимация символа

Состояние символов изменяется в зависимости от значения их входов. Каждому состоянию соответствует графическое изображение. Анимация осуществляется автоматически путем изменения изображения при смене состояния.

Входы символа назначаются непосредственно логическим входам Sepam, показывающим положение обозначенного символом выключателя.

Анимированные символы с одним входом

Символы типа "Анимированный – 1 вход" и "Управляемый – 1 вход/выход" являются анимированными символами с одним входом. Значение входа определяет состояние символа:

- вход на 0 = неактивное состояние;
- вход на 1 = активное состояние.

С помощью символов этого типа обеспечивается отображение простых данных, таких, например, как отключенное положение выключателя.

Входы символа	Состояние символа	Графическое отображение (пример)
вход = 0	не активное	
вход = 1	активное	

Анимированные символы с 2 входами

Символы типа "Анимированный – 2 входа" и "Управляемый – 2 входа/выхода" являются анимированными символами с 2 входами: один вход на положение "выкл." и один вход на положение "вкл."

Это наиболее распространенный случай отображения положения выключателей. Символ имеет три состояния, таким образом, обеспечивается три варианта отображения: "выкл.", "вкл.", "не известно". Последний вариант используется, когда состояние входов не согласовано, и, соответственно, нет возможности определить положение выключателя.

Входы символа	Состояние символа	Графическое отображение (пример)
вход 1 ("выкл.") = 1 вход 2 ("вкл.") = 0	"выкл."	
вход 1 ("выкл.") = 0 вход 2 ("вкл.") = 1	"вкл."	
вход 1 ("выкл.") = 0 вход 2 ("вкл.") = 0 вход 1 ("выкл.") = 1 вход 2 ("вкл.") = 1	"не известно"	

Местное управление с помощью символа

Символы типа "Управляемый – 1 вход/выход" и "Управляемый – 2 входа/выхода" позволяют пользователю осуществлять управление аппаратурой, которой назначены эти символы, через графический UMI Sepam.

Символы управления с 2 выходами

Символы типа "Управляемый – 2 входа/выхода" имеют два выхода для управления положением "вкл." и "выкл." выключателя, отображаемого символами на мнемосхеме. При передаче команды через графический UMI на управляемом выходе создается импульс 300 мс.

Символы управления с 1 выходом

Символы типа "Управляемый – 1 вход/выход" имеют один выход управления. Выход постоянно находится в состоянии последней переданной команды управления. Передача какой-либо команды изменяет состояние выхода.

Блокировка команд

Символы типа "Управляемый – 1 вход/выход" и "Управляемый – 2 входа/выхода" имеют два входа запрета, когда команда "вкл." или "выкл." блокируется, если входы установлены на 1. Этот механизм позволяет осуществлять взаимную блокировку или другие виды запрета на передачу команд управления, которые учитываются на уровне UMI.

Входы/выходы символа

В соответствии с требуемым режимом работы графического UMI входы анимированных символов и входы/выходы управляемых символов назначаются различным переменным Sepam.

Переменные Sepam, назначаемые входам символа

Переменные Sepam		Наименование	Применение
Логические входы		Ixxx	Анимация символов при прямом использовании положения выключателей
Выходы предварительно установленных функций	Управление выключателями	V_CLOSE_INHIBITED	Блокировка включения выключателя
	Положение ключа на передней панели Sepam	V_MIMIC_LOCAL, V_MIMIC_REMOTE, V_MIMIC_TEST	Отображение положения ключа Запрет коммутации в зависимости от режима управления
	Логические уравнения или программа Logipam	V_MIMIC_IN_1 - V_MIMIC_IN_16	Отображение внутренних состояний Sepam Случай запрета коммутации

Переменные Sepam, назначаемые выходам символа

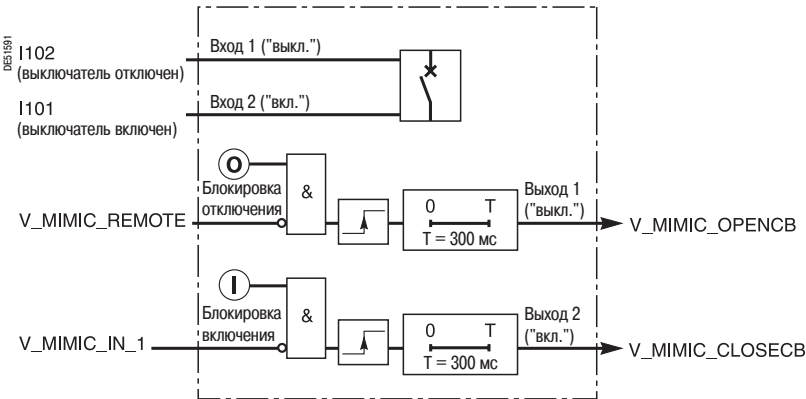
Переменные Sepam		Наименование	Применение
Логические выходы		Oxxx	Прямое управление выключателями
Выходы предварительно установленных функций	Управление выключателями	V_MIMIC_CLOSE_CB V_MIMIC_OPEN_CB	Управление выключателем с помощью функции управления аппаратурой через графический UMI
	Логические уравнения или программа Logipam	V_MIMIC_OUT1 - V_MIMIC_OUT16	Обработка команд с помощью логических функций: взаимная блокировка, последовательность управления и т.д.

Принципиальная схема

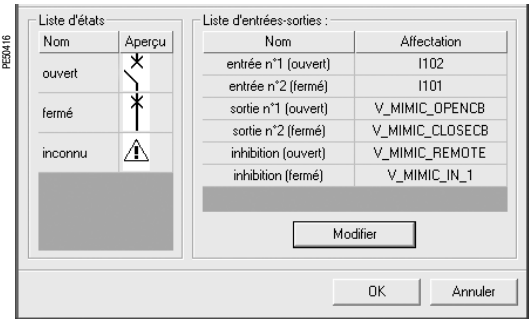
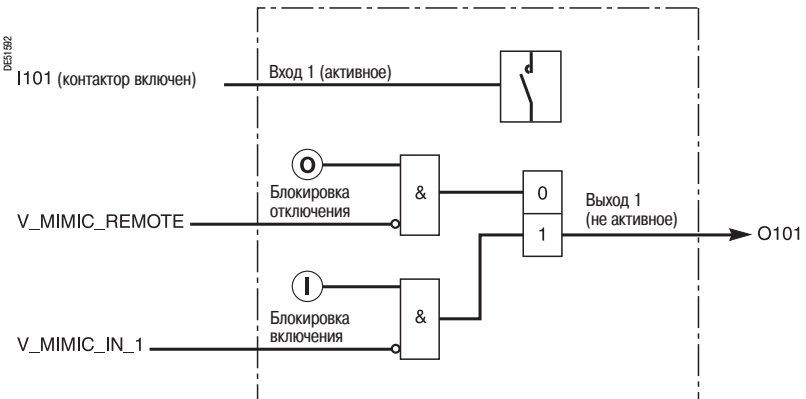
Ниже представлены два варианта принципиальных схем использования функций, которое обеспечивается с помощью управляемых символов. Операции произвольного управления, выполняемые оператором (выбор управляемого выключателя на мнемосхеме и нажатие на клавишу управления), обозначены на принципиальных схемах следующими пиктограммами:

- : управление отключением
- ⓘ : управление включением

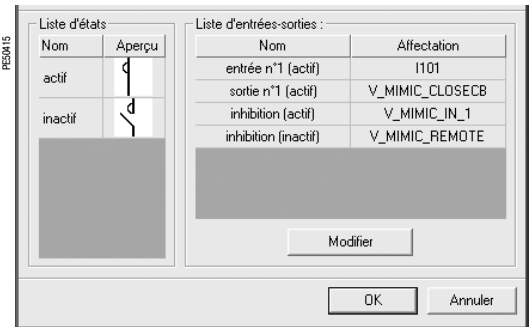
Местное управление с помощью символа с 2 выходами



Местное управление с помощью символа с одним выходом



SFT 2841: пример назначения входов/выходов символа с 2 выходами



SFT 2841: пример назначения входов/выходов символа с одним выходом

Работа

Матрица логики управления позволяет обеспечить простое назначение логических выходов и сигнальных ламп в соответствии с информацией, выдаваемой защитами, логикой управления и логическими входами. Каждый столбец матрицы выполняет одну логическую функцию ИЛИ между всеми выбранными строками.
Матрица позволяет также отобразить на дисплее аварийные сигналы, связанные с определенной информацией, и обеспечивает согласованность выполненного параметрирования с предустановленными функциями.
Нижеуказанные данные управляются матрицей и параметрируются с помощью программы SFT 2841.

Входы матрицы управления

Кнопка "Защиты"	Назначение	Примечание
Все используемые защиты	выход отключения защитой и, при необходимости, дополнительные выходы	
Кнопка "Входы"		
логические входы I101 - I114	в соответствии с конфигурацией	если имеется первый модуль MES 120
логические входы I201 - I214	в соответствии с конфигурацией	если имеется второй модуль MES 120
логические входы I301 - I314	в соответствии с конфигурацией	если имеется третий модуль MES 120
Кнопка "Уравнения"	Назначение	Примечание
V1 - V20	выходы редактора логических уравнений	
Кнопка "Logipam"	Назначение	Примечание
MAT001 - MAT128	бит выходов Logipam к матрице управления	отображаются только биты, действительно используемые Logipam
Кнопка "Логика"	Назначение	Примечание
Управление выключателем		
включение	включение функцией управления выключателем	по умолчанию установка на O3; имеется только в случае использования функции управления выключателем
отключение	отключение функцией управления выключателем	предварительная установка на O1, если используется функция управления выключателем
блокировка включения	блокировка функцией управления выключателем	по умолчанию установка на O2; имеется только в случае использования функции управления выключателем
управление контактором	простое управление контактором	предварительная установка на O1, если используется функция управления контактором
запуск	логическая функция ИЛИ мгновенного выхода всех защит, кроме функций 38/49T, 48/51LR, 49 RMS, 64G2/27TN, 66	
возврат (реле)	еще нет возврата на 0 счетчика выдержки времени защиты	
Логическая селективность		
отключение по логической селективности	команда на отключение, выданная функцией логической селективности	только в случае использования функции логической селективности без применения функции управления выключателем
передача логического ожидания 1	выдача сигнала логического ожидания на вышележащий Sepam в цепи логической селективности 1	по умолчанию установка на O102
передача логического ожидания 2	выдача сигнала логического ожидания на вышележащий Sepam в цепи логической селективности 2	по умолчанию установка на O103
Управление двигателем/генератором		
разгрузка	выдача команды на разгрузку	применение: для двигателя
остановка блока "генератор-турбина"	выдача команды на остановку приводного механизма	применение: для генератора
развозбуждение	выдача команды на развозбуждение	применение: для генератора
АПВ		
АПВ в работе	устройство АПВ введено в работу	импульсный выход
успешное АПВ	успешное АПВ функцией повторного включения	импульсный выход
окончательное отключение	выключатель окончательно отключен после проведения циклов АПВ	
АПВ цикл 1	проводится цикл 1 АПВ	
АПВ цикл 2	проводится цикл 2 АПВ	
АПВ цикл 3	проводится цикл 3 АПВ	
АПВ цикл 4	проводится цикл 4 АПВ	
включение функцией АПВ	выдача устройством АПВ команды на включение	

Кнопка "Логика"	Назначение	Примечание
Диагностика		
отказ TCS		
отказ цепи включения	отказ цепи отключения выключателя	
несогласованность ТС / положение выключателя	несогласованность между состоянием выключателя, соответствующим последней телекоманде, и действительным положением выключателя	
управление выключателем	команда на отключение или включение выключателя или контактора не выполнена	
обратное направление вращения фаз	обратное направление вращения фаз напряжения в результате ошибки в монтаже	
обратное направление вращения дополнительной фазы	обратное направление вращения дополнительных фаз напряжения в результате ошибки в монтаже	
запрет OPB	блокировка записи осциллограмм аварийных режимов	
контроль кумулятивного значения токов отключения	превышение уставки кумулятивного значения токов отключения	
оперативное напряжение, нижняя уставка	оперативное питание меньше нижней уставки	
оперативное напряжение, верхняя уставка	оперативное питание больше верхней уставки	
батарея разряжена	батарея разряжена или отсутствует	
отказ модуля MET 148-2 № 1	техническая неполадка модуля MET 148-2 (модуль № 1 или № 2)	
отказ модуля MET 148-2 № 2	или температурного датчика	
устройство отслеживания готовности	контроль работы Sepam	всегда через O5, если применяется
Контроль ТТ		
отказ ТТ основного	отказ ТТ входов тока I	
отказ ТТ дополнительного	отказ ТТ входов тока I'	
Контроль ТН		
отказ ТН основного, фазный канал	отказ ТН фазного входов напряжения V	
отказ ТН основного, канал нулевой последовательности	отказ ТН нулевой последовательности входа напряжения V0	
отказ ТН дополнительного, фазный канал	отказ ТН фазного входов напряжения V'	
отказ ТН дополнительного, канал нулевой последовательности	отказ ТН нулевой последовательности входа напряжения V'0	
Контроль синхронизма		
включение с контролем синхронизма выполняется	запрос на включение выключателя с контролем синхронизма функцией ANSI 25 инициирован	функция управления выключателем с контролем синхронизма
включение с контролем синхронизма выполнено	успешное включение выключателя под контролем с помощью функции ANSI 25	функция управления выключателем с контролем синхронизма
неудачное включение, нет синхронизма	условия синхронизма слишком непродолжительны для разрешения включения выключателя	функция управления выключателем с контролем синхронизма
неудачное включение, нет синхронизма, по причине dU	отсутствие синхронизма по причине очень большой разности напряжений, запрет включения выключателя	функция управления выключателем с контролем синхронизма
неудачное включение, нет синхронизма, по причине dPHI	отсутствие синхронизма по причине очень большой разности фаз, запрет включения выключателя	функция управления выключателем с контролем синхронизма
неудачное включение, нет синхронизма, по причине dF	отсутствие синхронизма по причине очень большой разности частот, запрет включения выключателя	функция управления выключателем с контролем синхронизма
остановка включения с контролем синхронизма	запрос на включение выключателя с контролем синхронизма прерван	функция управления выключателем с контролем синхронизма
Автоматическое переключение источников (автоматическое включение резерва, АВР)		
неудачное включение секционного выключателя с контролем синхронизма	запрос на включение секционного выключателя, инициированный функцией автоматического переключения источников (АВР), не завершен из-за отсутствия синхронизма	
отключение функций АВР	отключение выключателя, инициированное функцией автоматического переключения источников (АВР) (отключение выполняется функцией управления выключателем)	
отключение логикой управления по схеме 2/3 или 1/2	отключение выключателя, инициированное логикой управления по схеме "2 из 3" или "1 из 2" (отключение выполняется функцией управления выключателем)	
включение выключателя NO (закрывающего)	команда на включение замыкающего выключателя в рамках использования функции автоматического переключения источников (АВР)	
готовность включения выключателя	указание возможности включения выключателя для возврата к нормальной схеме эксплуатации	
включение секционного выключателя	команда на включение секционного выключателя в рамках использования функции автоматического переключения источников (АВР)	
готовность включения секционного выключателя	указание возможности включения секционного выключателя для возврата к нормальной схеме эксплуатации	
отключение секционного выключателя	команда на отключение секционного выключателя в рамках использования функции автоматического переключения источников (АВР)	
Управление ступенями конденсаторных батарей		
отключение ступени x	выход отключения ступени x	
включение ступени x	выход включения ступени x	
неправильное положение ступени x	несогласованность положения ступени x	
автоматическое управление конденсаторными батареями	автоматическое управление конденсаторными батареями	
управление вручную конденсаторными батареями	управление вручную конденсаторными батареями	

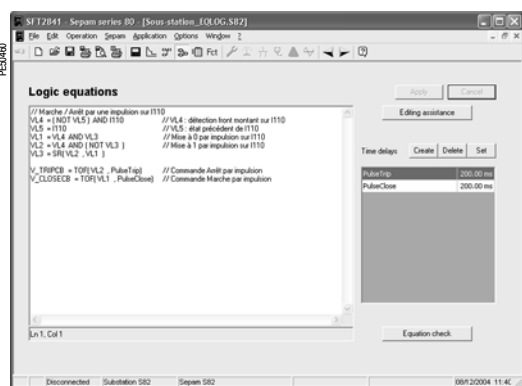
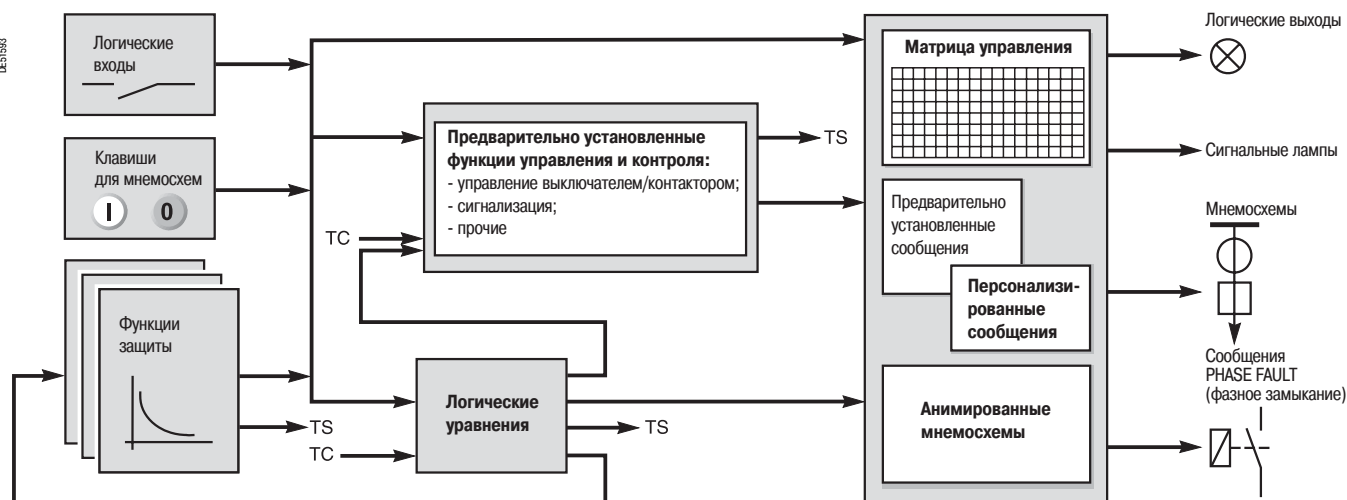
Адаптация предварительно установленных функций управления и контроля за счет добавления простых логических функций

Использование

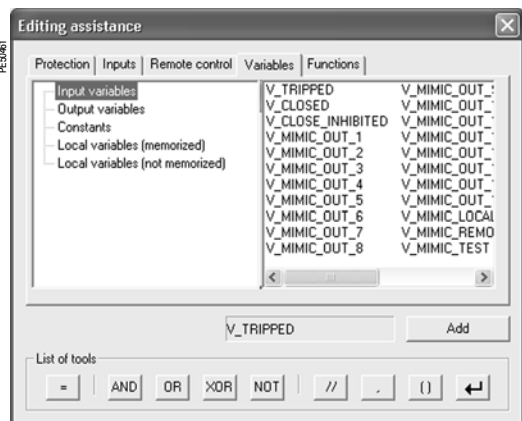
Данная функция позволяет выполнять простые логические операции, комбинируя информацию, выдаваемую функциями защиты, логическими входами, телекомандами или графическим УМИ. За счет использования логических операций AND, OR, XOR, NOT (И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, НЕ) и выдержки времени можно добавить к уже существующим новые варианты обработки данных и сигнализации.

Выходы логических уравнений могут быть использованы:

- в матрице для управления выходными реле, включения сигнальных ламп или отображения новых сообщений;
- в защитах для создания, например, новых условий запрета или повторного включения;
- в предварительно установленных функциях управления и контроля для расширения возможностей обработки данных, добавления, например, новых вариантов выключения или остановки блока «генератор-турбина»
- в анимированных мнемосхемах.



SFT 2841: редактор логических уравнений



SFT 2841: ввод логических уравнений

Ввод логических функций

Логические функции вводятся в виде текста в редактор логических уравнений программного обеспечения SFT 2841. Каждая строка содержит одну логическую операцию, результат которой присваивается одной переменной.

Пример:

V1 = P50/51_2_3 OR I102.

Переменная V1 принимает значение логической операции ИЛИ между информацией, выданной защитой 50/51, и логическим входом I102.

Затем переменные могут быть использованы для других операций или как выход для осуществления действия в матрице управления для функций защиты либо для предварительно установленных функций управления и контроля.

Программа представляет собой совокупность строк, которые последовательно выполняются каждые 14 мс.

Средство помощи при вводе данных обеспечивает быстрый доступ к каждому оператору и к каждой переменной редактора уравнений.

Обработка информации

Операции

■ = : назначение результата:

V2 = VL3 //V2 принимает значение VL3;

■ **NOT** : логическая инверсия НЕ:

VL1 = NOT VL2 // VL1 принимает обратное логическое состояние VL2;

■ **OR** : логическое ИЛИ:

V1 = VL3 OR I103 // V1 принимает состояние 1, если VL3 или I103 установлены на 1;

■ **AND** : логическое И:

W3 = VL2 AND VV1 // W3 принимает состояние 1, если VL2 и W3 находятся в состоянии 1;

■ **XOR** : исключающее ИЛИ:

V3 = VL1 XOR VL2 // V3 принимает состояние 1, если только одна переменная VL1 или VL2 установлена на 1.

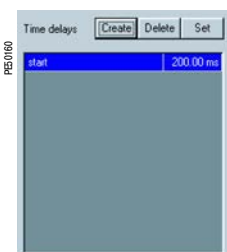
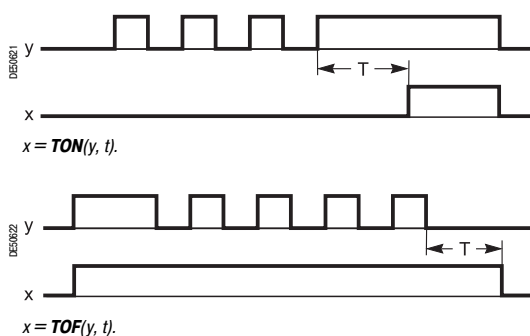
Это выражение эквивалентно выражению **V3 = (V1 AND (NOT V2)) OR (V2 AND (NOT V1))**

■ **//** : комментарий:

символы справа от комментария не обрабатываются.

■ **()** : обрабатываемая информация может помещаться в скобки для обозначения порядка обработки информации:

V1 = (VL3 OR VL2) AND I213.



SFT 2841: редактор выдержки времени

Функции

■ $x = \text{SR}(y, z)$: RS триггер:

x устанавливается на 1, если y соответствует 1;

x устанавливается на 0, если z соответствует 1 (а y соответствует 0);

в других случаях x остается неизменным.

V1 = SR(I104, I105) // I104 устанавливает V1 на 1, I105 устанавливает V1 на 0.

■ **LATCH**($x, y, \dots$): удержание переменных x, y и т.д.

Эти переменные после срабатывания постоянно удерживаются на 1. Они устанавливаются на 0 в результате возврата Setpat в исходное состояние (кнопкой перезапуска, с внешнего входа или через дистанционное управление).

Функция LATCH воспринимает столько же параметров и переменных, сколько требуется удержать.

Функция распространяется на всю программу независимо от положения этой функции в программе.

Для облегчения считывания рекомендуется помещать эту функцию в начале программы.

LATCH(V1, V2, W3) // V1, V2 и W3 удерживаются на 1, и только в результате возврата Setpat в исходное положение эти функции могут перейти на 0.

■ $x = \text{TON}(y, t)$: таймер на срабатывания:

переменная x станет 1 спустя время t после срабатывания переменной y (t выражено в мс).

V1 = TON(I102.2000) // задержка принятия сигнала со входа I102 на 2 с;

■ $x = \text{TOF}(y, t)$: таймер на возврат:

переменная x возвратится в 0 спустя время t после возврата переменной y (t выражено в мс).

V2 = TOF(VL1, 100) // VL2 в течение 100 мс продолжает находиться в 1, после перехода на 0 переменной VL1;

■ $x = \text{PULSE}(s, i, n)$: импульсный таймер:

□ эта функция обеспечивает генерирование n периодических импульсов, разделенных временным интервалом i , начиная с "исходного часа" s ;

□ s выражается в часах-минутах-секундах;

□ i выражается в часах-минутах-секундах;

□ n - целое число ($n = -1$: повторяется до окончания суток).

V1 = PULSE(8:30:00, 1:0:0.4) выдаются 4 импульса, разделенных временным промежутком в один час: в 8 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 10 ч 30 мин, 11 ч 30 мин. Такая процедура повторяется каждые 24 часа. Импульсы длятся в течение цикла в 14 мс. За этот цикл V1 принимает значение 1. При необходимости V1 удлиняется с помощью функций **TOF**, **SR** или **LATCH**.

Значение выдержки времени

С помощью редактора выдержки времени каждой величине выдержки времени присваивается наименование и значение. Это наименование может в дальнейшем использоваться функциями TON, TOF. Таким образом, можно регулировать значение выдержки времени без изменения содержания программы.

V1 = TON(VL1, start) // пуск, устанавливаемый на 200 мс с помощью редактора выдержки времени.

Максимальное количество функций

Количество таймеров на срабатывание и на возврат (**TON**, **TOF**) и импульсных таймеров (**PULSE**) учитывается в совокупности и не может превышать 16.

По функциям **SR** и **LATCH** ограничений нет.

Описание переменных

■ Входные переменные: выдаются защитами, с логических входов или предварительно установленными функциями управления. Эти переменные могут появляться только справа от знака =.

■ Выходные переменные: выдаются редактором логических уравнений для осуществления операции в матрице управления, функций защиты или предварительно установленных функций управления.

■ Локальные переменные: эти переменные предназначены для промежуточных вычислений. Они имеются только в редакторе логических уравнений.

Входные переменные		
Тип	Синтаксис	Пример, значение
логические входы	Ixxx	I101: вход 1 модуля MES 120 № 1 I312: вход 12 модуля MES 120 № 3
выходы функций защиты	Pnnnn_x_y nnnn: код ANSI x: степень защиты y: информация	P50/51_2_1: защита 50/51, степень 2, выход с выдержкой времени; номера информации на выходе функций защиты описаны в разделе «Характеристики» для каждой функции и доступны с помощью средства помощи при вводе данных
телекоманды	TC1 - TC64	импульсное значение (1 цикл продолжительностью 14 мс) полученных телекоманд
выходы предварительно установленных функций управления	V_TRIPPED	команда на отключение на выходе функции управления выключателем
	V_CLOSE_INHIBITED	команда блокировки включения на выходе функции управления выключателем
	V_CLOSED	команда на включение на выходе функции управления выключателем
выходы графического UMI	V_MIMIC_OUT_1 to V_MIMIC_OUT_16	переменные, назначаемые выходам символов мнемосхемы и подтверждаемые при передаче команды через графический UMI
	V_MIMIC_LOCAL	положение ключа на графическом дисплее
	V_MIMIC_TEST	
	V_MIMIC_REMOTE	
Output variables		
Type	Код в редакторе уравнений	Example, meaning
выход к матрице управления	V1 - V20	с помощью этих переменных обеспечивается управление сигнальными лампами, логическими выходами или сообщениями в матрице управления
входы функций защиты	Pnnnn_x_y nnnn: код ANSI x: степень защиты y: информация	P50N/51N_6_113: защита 50N/51N, степень 6, управление блокировкой; номера информации на входе функций защиты описаны в разделе «Характеристики» для каждой функции и доступны с помощью средства помощи при вводе данных
входы предварительно установленных функций управления	V_TRIPCB	отключение выключателя (контактора) функцией управления выключателем; позволяет дополнить условия отключения и запуска устройства автоматического повторного включения
	V_INHIBCLOSE	блокировка включения выключателя (контактора) функцией управления выключателем; обеспечивает дополнительные условия блокировки включения выключателя (контактора)
	V_CLOSECB	включение выключателя (контактора) функцией управления выключателем; обеспечивает выдачу команды на включение выключателя (контактора) при особых условиях
	V_SHUTDOWN	остановка привода генератора; позволяет дополнить условия остановки блока «генератор-турбина»
	V_DE_EXCITATION	развозбуждение генератора; позволяет дополнить условия, при которых требуется произвести развозбуждение генератора
	V_FLAGREC	информация, зарегистрированная при записи осциллограмм аварийных режимов; обеспечивает регистрацию особого логического состояния в дополнение к уже записанным осциллограммам
	V_RESET	возврат Sepam в исходное состояние
	V_CLEAR	удаление имеющихся аварийных сообщений
	V_INHIBIT_RESET_LOCAL	запрет возврата Sepam в исходное положение с помощью клавиши BO3BPAT (RESET) усовершенствованного UMI
	V_CLOSE_NOCTRL	разрешение включения выключателя без контроля синхронизма; позволяет дополнить функцию управления выключателем
	V_TRIP_STP1 to V_TRIP_STP4	отключение ступеней конденсаторной батареи 1 – 4; позволяет дополнить функцию управления конденсаторными батареями
	V_CLOSE_STP1 to V_CLOSE_STP4	включение ступеней конденсаторной батареи 1 – 4; позволяет дополнить функцию управления конденсаторными батареями
	V_TRANS_ON_FLT	запуск автоматического переключения источников (автоматическое включение резерва, ABP) в случае возникновения повреждения; позволяет дополнить функцию ABP
	V_TRANS_STOP	остановка выполняемого автоматического переключения источников; позволяет дополнить функцию ABP
Постоянные местные переменные		
Тип	Синтаксис	Пример, значение
сохраняемые в памяти местные переменные	VL1 - VL31	значения этих переменных сохраняются в памяти в случае отключения оперативного питания и восстанавливаются при повторном запуске Sepam
не сохраняемые в памяти местные переменные	W1 - W31	значения этих переменных не сохраняются в памяти в случае отключения оперативного питания; при повторном запуске Sepam они принимают значение 0
постоянные	K_1, K_0	не изменяемое значение: K_1: всегда на 1; K_0: всегда на 0

Обработка информации при отключении оперативного питания

При отключении оперативного питания Sepam все переменные, кроме переменных Wx, сохраняются. При включении питания их состояние восстанавливается и, таким образом, обеспечивается сохранение состояний, выполненных операциями с запоминанием типа **LATCH**, **SR** или **PULSE**.

Особые случаи

■ выражения, содержащие разные операции **OR**, **AND**, **XOR** или **NOT**, должны обязательно помещаться в скобки:

- **V1 = VL1 AND I12 OR P27/27S_1_1.** // неправильно записанное выражение;
- **V1 = (VL1 AND I12) OR P27/27S_1_1.** // правильно записанное выражение;
- **V1 = VL1 OR I12 OR P27/27S_1_1.** // правильно записанное выражение;

■ переменные на входах/выходах защит (Pnnp_x_y) не разрешены в функции **LATCH**;

■ параметры функций не могут являться выражениями:

- **VL3 = TON (V1 AND V3), 300** // неправильно записанное выражение;
- **VL4 = V1 AND V3**
- **VL3 = TON (VL4, 300)** // правильно записанное выражение.

Предел использования

Количество операций и функций (**OR**, **AND**, **XOR**, **NOT**, **=**, **TON**, **TOF**, **SR**, **PULSE**) ограничено до 200.

Примеры использования

■ Удержание информации об окончательном отключении АПВ:

по умолчанию эта информация подается в импульсном режиме на выход устройства АПВ; при необходимости, в соответствии с условиями эксплуатации эта информация может удерживаться следующим образом:

- **LATCH (V1)** // V1 удерживается;
- **V1 = P79_1_204** // выход "окончательное отключение" АПВ.

V1 может, таким образом, управлять сигнальной лампой или выходным реле через матрицу управления.

■ Удержание показаний сигнальной лампы без удержания защиты:

в соответствии с некоторыми условиями эксплуатации требуется удержание показаний сигнальных ламп на передней панели Sepam без удержания информации на выходе отключения 01:

- **LATCH (V1, V2)** // V1 и V2 удерживаются;
- **V1 = P50/51_1_1 OR P50/51_3_1** // отключение ступеней 1 и 3 защиты 50/51;
- **V2 = P50/51_2_1 OR P50/51_4_1** // отключение ступеней 2 и 4 защиты 50/51.

V1 и V2 должны быть конфигурированы с помощью матрицы управления для обеспечения управления 2 сигнальными лампами на передней панели.

■ Отключение выключателя в случае активации входа I113 более 300 мс:

- **V_TRIPCB = TON (I113, 300).**

■ Работы под напряжением (пример 1):

если работы ведутся при поданном напряжении (на что указывает активизация входа I205), требуется изменить следующим образом состояние реле:

- 1 - отключение выключателя через выходы без выдержки времени защит 50/51, ступень 1 или 50N/51N, ступень 1 и, если задействован вход I205:

V_TRIPCB = (P50/51_1_1 OR P50N/51N_1_1) AND I205;

- 2 - блокировка АПВ:

P79_1_113 = I205.

■ Работы под напряжением (пример 2):

требуется блокировать функции защиты 50N/51N и 46 через вход I204:

- **P50N/51N_1_113 = I204;**
- **P46_1_113 = I204.**

■ Подтверждение срабатывания защиты 50N/51N через логический вход I210:

защита 50N/51N, параметры которой установлены с очень низким порогом срабатывания, должна только отключать выключатель, если она подтверждена с логического входа; на этот вход поступает информация с реле, обеспечивающего точное измерение тока нейтрали:

- **V_TRIPCB = P50N/51N_1_3 AND I210.**

■ Блокировка включения выключателя при превышении уставок сигнализации по тепловой перегрузке:

тепловая защита 38/49T имеет 16 битов аварийной сигнализации; если один из трех первых битов активизирован, требуется блокировать включение выключателя:

- **V_INHIBCLOSE = P38/49T_1_10 OR P38/49T_2_10 OR P38/49T_3_10.**

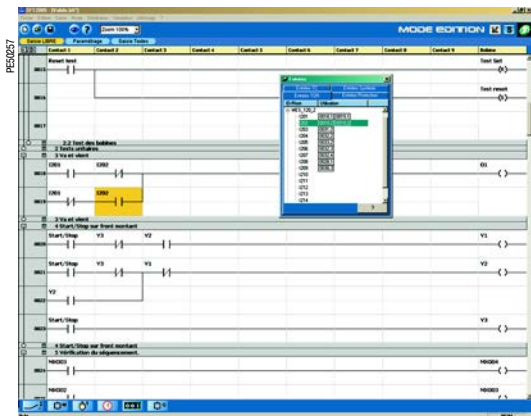
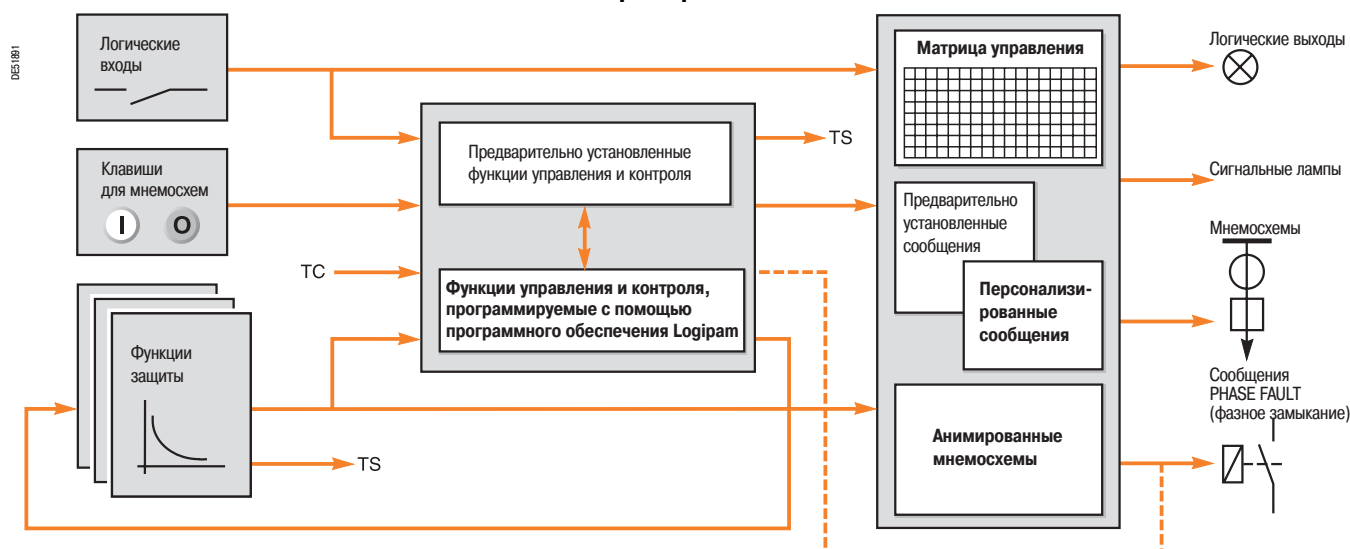
■ Телекоманда блокировки защиты 50/51, ступень 1:

- **VL1=SR(TC63,TC64)** // TC63 остановка запрета, TC64 – снятие запрета;
- **P50/51_1_113 = VL1** // VL1 запоминается при отключении оперативного питания.

С помощью программного обеспечения SFT 2885 или Logipat, за счет разработки специальных функций управления и контроля, пользователь может расширить эксплуатационные возможности Seram.

Только Seram серии 80, оснащенные картриджем с опцией Logipat SFT 080, обеспечивают выполнение функций управления и контроля, программируемых с помощью программы Logipat.

Алгоритм работы



SFT 2885: программное обеспечение Logipat

Программное обеспечение Logipat

Программное обеспечение SFT 2885 Logipat позволяет:

- адаптировать предварительно установленные функции управления и контроля;
- программировать специальные функции управления и контроля путем замены предварительно установленных функций управления и контроля или создания новых оригинальных функций, чтобы обеспечить все необходимые потребности применения.

В программное обеспечение входит:

- программный редактор на языке пользователя, обеспечивающий адресацию всей информации, выдаваемой Seram, и программирование комплексных функций управления;
- симулятор для полной отладки программы;
- компилятор для выполнения программы на Seram.

Программа на языке пользователя и используемые данные могут быть задокументированы и распечатаны.

Logipat дает больше возможностей по сравнению с редактором логических уравнений, и с помощью этой программы обеспечиваются, например, следующие функции:

- специальный алгоритм автоматического включения резерва (ABP);
- последовательность пусков двигателя.

В одном и том же Seram необходимо использовать функции, программируемые с помощью Logipat, или функции, адаптируемые с использованием редактора логических уравнений. Использование Logipat автоматически блокирует работу редактора логических уравнений.

В программе Logipat используются входные данные, выдаваемые:

- функциями защиты;
- логическими входами;
- телекомандами;
- командами местного управления, передаваемыми с передней панели устройства;
- предварительно установленными функциями управления и контроля.

Таким образом, результат обработки данных с помощью программы Logipat может быть:

- назначен непосредственно или через матрицу управления логическому выходу;
- назначен через матрицу управления сигнальной лампе и/или сообщению;
- передан по линии связи в виде нового телесигнала;
- использован предварительно установленными функциями управления и контроля;
- использован для блокировки или повторного включения функции защиты.

Для заметок

Для заметок

4