

MCI P-01

ИНЖЕКЦИЯ МУЛЬТИЧАСТОТНОГО ТОКА

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



ELA T209.1 cz

Руководство пользователя для модуля инъекции мультичастотного тока MCI P-01

ELA T209.1 cz

Статус к 3. 7. 2020

Copyright 2020 by EGE, spol. s r.o. Все права защищены.

EGE, spol. s r.o.

Дивизия электротехника

Эксплуатация распределительных сетей

Novohradská 34

370 01 České Budějovice

тел.: +420 387 764 463

факс.: +420 387 764 603

e-mail: info@ege.cz

web: www.ege.cz

Фирма EGE, spol. s r.o. не несет ответственности за ущерб или убытки любого рода, возникшие в результате опечаток или изменений в данном руководстве пользователя.

Фирма EGE, spol. s r.o. за пределами гарантийного периода также не несет никакой ответственности за ущерб или убытки любого рода по причине неисправных устройств или изменений, внесенных пользователем в устройства.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Предупреждения и рекомендации	4
2	Объем поставки	5
3	Назначение.....	5
4	Описание функции.....	5
5	Техническое описание.....	6
5.1	Блок-схема	6
5.2	Питание.....	6
5.3	Силовой контур	7
5.4	Измерение	7
5.5	Вводы/выводы/сигнализация.....	7
5.6	Системная связь	7
5.7	Номинальные значения.....	8
5.8	Размеры.....	9
5.9	Присоединительные коннекторы	9
6	Установка оборудования.....	11
6.1	Подключение реактора	11
7	Ввод в эксплуатацию	14
7.1	Активация MCI.....	14
7.2	Калибровка	14
7.3	Параметризация	22
8	Обслуживание устройства	23
9	Ликвидация.....	23
10	Нормы	24
10.1	Влияние окружающей среды	24
10.2	Вибрации, сейсмические испытания.....	24
10.3	Электромагнитная совместимость.....	24
10.4	Безопасность.....	24

1 Предупреждения и рекомендации

Модуль инъекции тока MCI P-01 предназначен исключительно для использования в электрических энергетических и промышленных установках, необходимые работы на которых осуществляют специально обученные работники. Работники со специализированной квалификацией – это лица, которые ознакомлены с установкой, монтажом, вводом в эксплуатацию и эксплуатацией таких изделий. Их квалификация соответствует деятельности, которую они осуществляют.

Модуль инъекции тока MCI P-01 во время вывоза соответствует всем применимым к нему правилам безопасности. Для поддержания данного состояния и обеспечения безопасной работы пользователь должен соблюдать следующие и все последующие предупреждения, и рекомендации, содержащиеся в инструкции по эксплуатации.

- Модуль инъекции тока MCI P-01 был сконструирован согласно норме **ČSN EN 61010**, класс безопасности I, и был согласно данной норме перед вывозом испытан.
- Перед вводом в эксплуатацию необходимо ознакомиться с инструкциями по установке и эксплуатации, указанными в данном руководстве.
- Оборудование можно эксплуатировать только при номинальных значениях.
- Модуль инъекции тока MCI P-01 должен быть постоянно заземлен защитным кабелем с поперечным сечением не менее 2,5 мм². Клемма для присоединения защитного кабеля на питающем коннекторе и присоединительная клемма защитного кабеля в шкафу приборов оборудования всегда должны быть заземлены.
- Верхний предел допустимого питающего напряжения нельзя долговременно или кратковременно превышать.
- Перед заменой предохранителя необходимо модуль инъекции тока MCI P-01 полностью отключить от питающего напряжения. В качестве замены можно использовать только предохранитель указанного типа и номинального тока.
- Модуль инъекции тока MCI P-01, который явно поврежден, или одна из его функций явно неисправна, запрещается использовать, и он должен быть защищен от непреднамеренного включения.
- Работы по техническому обслуживанию и ремонту с открытым модулем инъекции тока MCI P-01 могут выполнять только профессиональные квалифицированные работники.
- Если модуль инъекции тока MCI P-01 используется не так, как указано производителем, защита и работа устройства могут быть нарушены.



Модуль инъекции тока MCI P-01 может быть горячим во время работы. Угроза ожога при прикосновении.



Сервисные работы на модуле инъекции тока MCI P-01 могут выполняться только обученным персоналом, уполномоченным производителем. Разборка устройства другими лицами не допускается.



Модуль инъекции тока MCI P-01 содержит конденсаторы, которые без разборки устройства недоступны. Существует опасность поражения электрическим током во время обслуживания. Перед разборкой необходимо подождать 20 минут после выключения оборудования до разрядки.

2 Объем поставки

- 1 штука Модуль инъекции тока MCI P-01
- 1 набор Вторые стороны коннекторов
- 1 набор 4 шт. крепежный брус с соединительным материалом
- 1 штука Руководство пользователя
- 1 штука Испытательный протокол
- 1 штука Сертификат качества и комплектности (в случае отдельной поставки модуля MCI P-01)

3 Назначение

Модуль инъекции тока MCI предназначен для автоматической настройки дугогасящего реактора, компенсирующего токи замыкания с помощью нового мультисоставного метода. Принцип заключается в инъекции токового сигнала с несколькими частотными составляющими на вспомогательную силовую обмотку дугогасящего реактора и последующей оценки отклика напряжения. Во время инъекции тока в распоряжении постоянно имеется информация о расстройке дугогасящего реактора относительно распределительной сети.

Модуль инъекции тока предназначен для настройки дугогасящего реактора в паре с вышестоящим регулятором REG-DP или REG-DPA производителя A. Eberle GmbH & Co. KG.

4 Описание функции

Главная функция MCI основана на принципе полупроводниковых преобразователей, которые позволяют инъекцию нескольких частотных составляющих тока с переменными амплитудой, частотой и сдвигом по фазе. Данные частотных составляющих составлены в один сигнал.

Сигнал тока, составленный из 8 частотных составляющих, инжектируется на вспомогательную силовую обмотку дугогасящего реактора, на которой одновременно измеряется отклик напряжения сети без необходимости дополнительного измерительного трансформатора. С помощью математической модели дугогасящего реактора получаем параметры распределительной системы на первичной стороне дугогасящего реактора. Из измеренных и рассчитанных значений получается также информация о настройке резонансного контура, состоящего из дугогасящего реактора и соответствующей области распределительной сети.

Модуль инъекции тока главным образом предназначен для работы в паре с вышестоящим регулятором REG-DP(A) через последовательный интерфейс RS-485 через протокол MODBUS-RTU. Тем не менее, в случае потери сигнала она может работать как автономный регулятор в ограниченном диапазоне. Преимуществом использования вышестоящего регулятора является наглядная визуализация состояний, измеренных и рассчитанных параметров распределительной системы, возможность ручного управления и параметризации модуля инъекции тока. Через вышестоящий регулятор реализовано подключение к диспетчерской управляющей системе.

Модуль инъекции тока может работать в двух режимах. В первом режиме двоичные команды на перенастройку дугогасящего реактора вверх/вниз, положения конечных выключателей и потенциометры дугогасящего реактора подключены к модулю инъекции тока. В случае потери связи с вышестоящим регулятором с помощью MCI можно сохранить дугогасящий реактор в настроенном состоянии благодаря простым алгоритмам регулирования. Речь не идет о полноценной замене регулятора. В данном режиме отсутствуют: связь с вышестоящей системой, пользовательский интерфейс (HMI), возможность правки параметров модуля и контроля над дугогасящим реактором.

Во втором режиме двоичные команды и положения с дугогасящего реактора подключены к вышестоящему регулятору. В случае потери связи между инъекцией и регулятором, регулятор может настроить дугогасящий реактор обычным способом, то есть резонансным методом, который, однако, не может работать во всех случаях.

5 Техническое описание

Модуль инъекции тока сконструирован как узкоспециализированное управляемое микропроцессором устройство. Главной функциональной частью являются питающие контуры с изолирующим трансформатором, силовой полупроводниковый преобразователь на базе частотного преобразователя, руководящий и управляющий контуры преобразователя, измерительные и защитные аналоговые контуры, микропроцессорная единица, двоичные входы и выходы реле для управления дугогасящим реактором, сигнализация LED, протокол связи USB для сервиса и протокол связи RS-485 для связи с вышестоящей системой.

Конструктивно модуль выполнен на двух печатных платах, встроенных в алюминиевый корпус приборов, предназначенных для монтажа на панель. Конструкция включает в себя пластину радиатора, который служит в качестве опорного основания для всех остальных частей устройства. При проектировании конструкции особое внимание уделялось максимальной устойчивости к воздействию окружающей среды, вибрации, сейсмическим воздействиям и электромагнитной совместимости.

5.1 Блок-схема

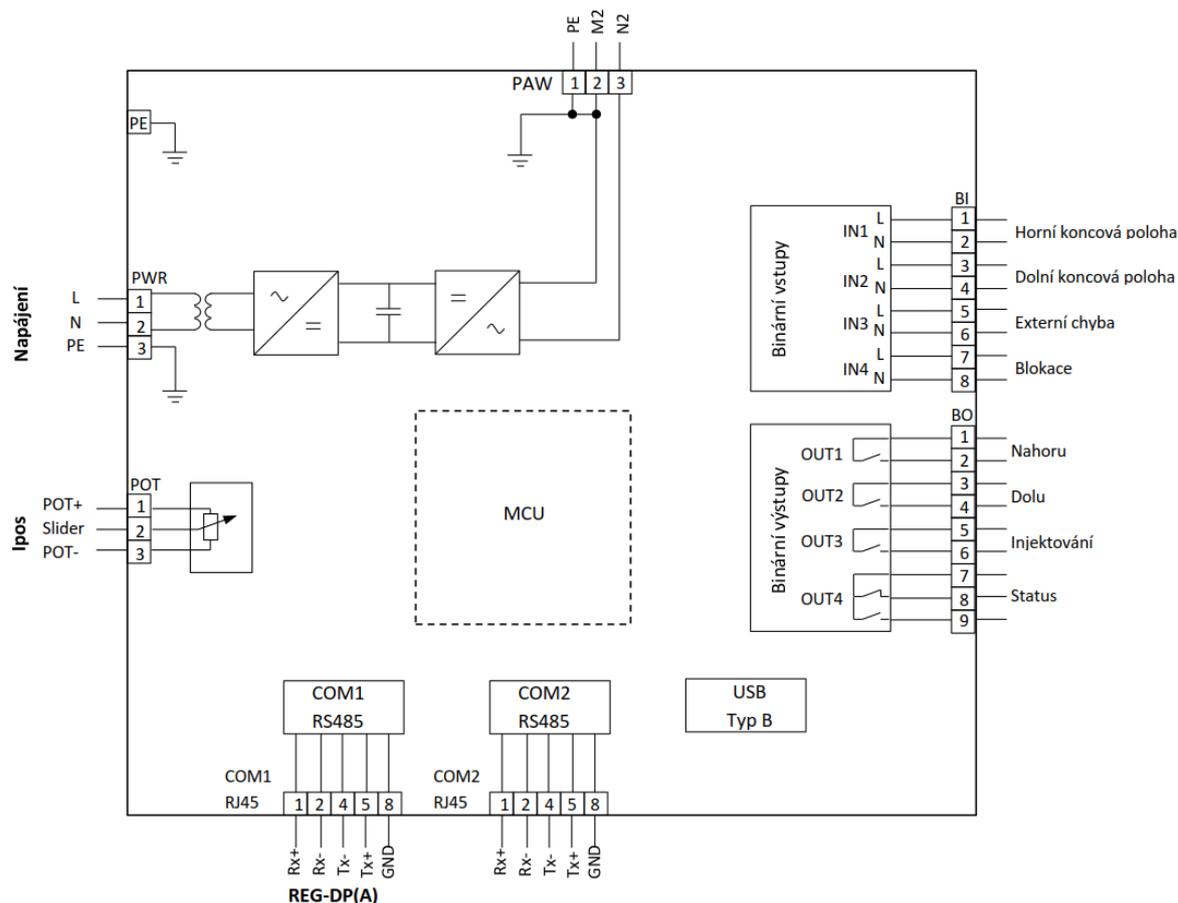


Рис. 1: Блок-схема MCI

5.2 Питание

Модуль питается напрямую от сетевого напряжения 230 В AC / 50 Гц. Входная часть включает в себя предохранительный элемент и входной фильтр, защиту от перенапряжения, измерительный контур, трансформатор для питания электроники и изолирующий трансформатор для питания силового полупроводникового преобразователя.

5.3 Силовой контур

Вывод силового контура подключается к силовой вспомогательной обмотке дугогасящего реактора. Отдельными частями силовой цепи являются преобразователь частоты, защита от перенапряжения в цепи постоянного тока, возбудители, защита от перенапряжения на выходе, схема быстрого отключения, измерительные контуры и контуры для фильтрации.

5.4 Измерение

Все измерительные контуры реализованы внутри, поэтому устройство не оснащено какими-либо вводами для измерения электрических величин от внешних источников (преобразователей, измерительных трансформаторов). Измеряемыми величинами являются напряжение и ток выходного контура (PAW).

5.5 Вводы/выводы/сигнализация

В модуле реализованы четыре двоичных ввода и четыре двоичных вывода, которые можно свободно настроить. Также на устройстве есть шесть сигнальных светодиодов LED. Диоды могут отображать состояние, просто зажигая диод или мигая им.

LED	Название	Цвет	Описание
1	Device Status (Состояние оборудования)	Зеленый	Горит – когда устройство инициализировано
		Красный	Мигает – состояние устройства без ошибок
2	Communication (Состояние связи)	Зеленый	Связь в порядке
		Красный	Ошибка связи
3	Tuning status (Состояние настройки)	Зеленый	Мигает – идет процесс настройки дугогасящего реактора
		Красный	Горит – состояние настроен
		Не горит	Дугогасящий реактор не может быть настроен
4	Injection status (Состояние инъекции)	Зеленый	Процесс отладки еще не был активирован
		Красный	Активная инъекция тока
5	Earth Fault (Замыкание на землю)	Желтый	Ошибка в процессе инъекции тока
6	ASC Limit Switch (Конечный положение дугогасящего реактора)	Желтый	Превышен предел для замыкания на землю
			Достижение верхнего или нижнего конечного положения дугогасящего реактора

5.6 Системная связь

Для связи с вышестоящей системой модуль MCI оснащен интерфейсом RS-485 с протоколом связи MODBUS-RTU в режиме „SLAVE“. Данная связь позволяет передачу управляющих команд, положений и измеренных значений. Одновременно через нее возможна параметризация оборудования. Модуль MCI может быть полностью параметризован пользователем с помощью регулятора REG-DP (A), который подключен к MCI через интерфейс MODBUS. Параметры могут быть введены непосредственно через пользовательский интерфейс регулятора (дисплей, кнопки) или через программу для параметризации Toolbox.

5.7 Номинальные значения

Питание

Питающее напряжение	230 В AC, +25%,-30%
Частота сети:	50 Гц
Мощность:	<160 ВА
Внутренний предохранитель:	T1A / 250 В
Прочность изоляции:	4 кВ

Силовой контур

Номинальное напряжение	500 В AC
Макс. напряжение кроме ZS во время инжектирования	165 В rms
Частота сети	50 Гц
Ток	5 А rms
Частотный диапазон генерируемых составляющих	15–160 Гц (8 частотных составляющих)
Время работы	кратковременное/длительное

Двоичные вводы

Количество каналов	4
Уровень напряжения	230 В AC, 50 Гц
Длительная перегрузочная способность	120 %
Потребление на 1 канал	тип. 1,5 мА
Прочность изоляции	4 кВ

Двоичные выводы

Количество каналов	4
Замыкающий контакт реле (SPNO)	3 х 1-полюсный
Переключающий контакт реле (SPDT)	1 х 1-полюсный
Напряжение переключения	250 В AC
Выключающая способность	≥ 5 А AC
Прочность изоляции	4 кВ

Ввод для измерений потенциометра

Диапазон измеряемых	150 Ом – 3 кОм
---------------------	----------------

сопротивлений	
Измеряемое напряжение	5 В DC
Гальваническое разделение	4 кВ

LED сигнализация

Количество	6
Исполнение	4х G/R 2х Y

Интерфейс связи

Системный	2х RS-485 – FULL Duplex, RJ45
Сервисный	USB 2.0 тип B

Условия эксплуатации

Рабочая температура	-25...+65 °C
Температура складирования	-45...+85 °C
Относительная влажность	до 95 % без конденсации

Конструкция

Шкаф приборов	анодированный алюминий
Размеры оборудования (Ш х В х Г)	210 х 310 х 130 мм
Общие размеры (Ш х В х Г)	260 х 360 х 141 мм
Монтаж	На панель
Размещение монтажных отверстий на панель	170 х 330 мм или 230 х 270 мм
Масса	10 кг
Присоединительные коннекторы	съёмные болтовые
Охлаждение	пассивное

Электрическая безопасность

Степень загрязнения	2
Класс изоляции оборудования:	I
Категория перенапряжения (категория установки):	II
Кожух:	IP2X

5.8 Размеры

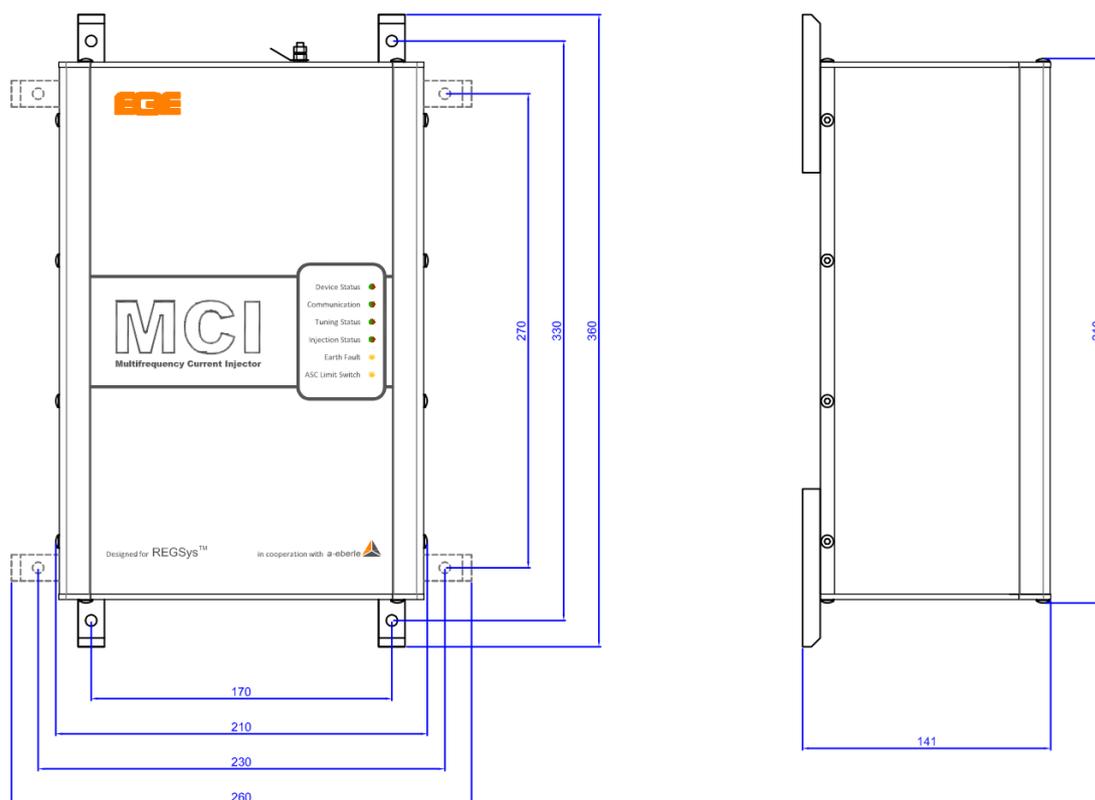


Рис. 2: Базовые размеры MCI и расположение монтажных отверстий

5.9 Присоединительные коннекторы

Подключение защитного кабеля

Для заземления модуля защитным кабелем подготовлен заземляющий штырек (болт) M4 в верхней части шкафа приборов, можно также использовать плоский коннектор (faston) 6,3 мм.

Питание - PWR

Коннектор: GMSTB 2,5/ 3-STF-7,62, сечение одножильного/плетеного кабеля мин./макс. 0,7 / 2,5 мм².

Пин №	Обозначение	Функция/Полярность	Описание
1	L	Фазовый кабель	
2	N	Нулевой кабель	
3	PE	Защитный кабель	

Силовой выходной контур - PAW

Коннектор: GIC 2,5/ 3-STF-7,62, сечение одножильного/плетеного кабеля мин./макс. 1,5 / 2,5 мм².

Пин №	Обозначение	Функция/Полярность	Описание
1	PE	Защитный кабель	Соединен внутри с M2
2	M2	Нулевой кабель	Соединен внутри с PE ⚠
3	N2	Фазовый кабель	

Двоичные вводы – BI

Коннектор: MSTB 2,5/ 8-STF, сечение одножильного/плетеного кабеля мин./макс. 0,7 / 2,5 мм².

Пин №	Обозначение	Функция/Полярность	Описание (по умолчанию)
1	IN1 – 1	L	Программируемые (Верхнее крайнее положение)
2	IN1 – 2	N	
3	IN2 – 1	L	Программируемые (Нижнее крайнее положение)
4	IN2 – 2	N	
5	IN3 – 1	L	Программируемые (Внешняя ошибка)
6	IN3 – 2	N	
7	IN4 – 1	L	Программируемые (Блокировка)
8	IN4 – 2	N	

Двоичные выводы – BO

Коннектор: MSTB 2,5/ 9-STF, сечение одножильного/плетеного кабеля мин./макс. 0,7 / 2,5 мм².

Пин №	Обозначение	Функция/Полярность	Описание (по умолчанию)
1	OUT1 – COM		Программируемые (Вверх)
2	OUT1 – NO		
3	OUT2 – COM		Программируемые (Вниз)
4	OUT2 – NO		
5	OUT3 – COM		Программируемые (Инжекция активирована)
6	OUT3 – NO		
7	OUT4 – COM		Программируемые (Состояние)
8	OUT4 – NC		
9	OUT4 – NO		

Подключение потенциометра - POT

Коннектор: MSTB 2,5/ 3-STF, сечение одножильного/плетеного кабеля мин./макс. 0,7 / 2,5 мм².

пин №	обозначение	функция	описание
1	POT+	Положительный полюс	
2	SLIDER	Ползунок	
3	POT-	Отрицательный полюс	

Подключение сервисного коннектора – USB

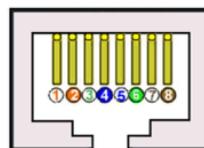
Коннектор USB тип B.

пин №	обозначение	функция	описание
1	+5V	Питание	
2	D-	Данные	
3	D+	Данные	
4	GND	Опорный потенциал	Соединен внутри с PE ⚠
5	Shield	Экранирование	Соединен внутри с PE ⚠
6	Shield	Экранирование	Соединен внутри с PE ⚠

Подключение коннекторов системной связи – COM1, COM2

Коннектор: RJ45

пин №	обозначение	функция
1	Rx+ (A)	Данные внутрь
2	Rx- (B)	Данные внутрь
4	Tx- (Z)	Данные наружу
5	Tx+ (Y)	Данные наружу
8	GND	Опорный потенциал



Zamykací západka je vespod

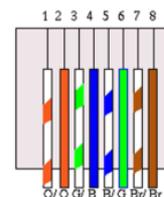


Рис. 3: Разъем (налево) и штекер (направо) системной связи

6 Установка оборудования

Модуль инъекции тока MCI P-01 устанавливается в вертикальном положении на панель либо непосредственно в шкафу управления дугогасящего реактора, он может быть также установлен в отдельном распределительном шкафу рядом с реактором или может быть расположен на панели или распределительном шкафу на подстанции.

Крепление к панели осуществляется посредством 4 болтов с помощью крепежных брусьев, которые входят в комплект. Положение брусьев свободное для размещения крепежных болтов сбоку устройства или сверху (снизу). Брусья крепятся к устройству в соответствующие отверстия в нижней части корпуса устройства с помощью двух болтов М6 с шайбами Гровера.

От выбора позиции отдельных крепежных брусьев зависит расположение и расстояние между монтажными отверстиями. См. рис. 2.

Модуль инъекции тока MCI P-01 должен быть постоянно заземлен защитным проводником, соединенным с защитным контактом (штырем заземления), маркированным в соответствии со стандартом ČSN 61010–1 (табл. 1, маркировка 6), см. 5.9.. Присоединительная клемма защитного кабеля всегда должна быть заземлена.

Защитный проводник РЕ должен быть также подключен к клемме 3 коннектора PWR см 5.9.

6.1 Подключение реактора

Для подключения разъема PAW к силовой обмотке реактора мы рекомендуем, в зависимости от длины провода, использовать поперечное сечение провода в соответствии со следующей таблицей:

Длина кабеля (м)	< 10 м	< 20 м	< 50 м	< 100 м	< 200 м
Минимальное сечение	1,5 мм ²	2.5 мм ²	4 мм ²	6 мм ²	10 мм ²

Мы не рекомендуем длину кабеля более 200 м. Рекомендуем использовать сечения 1,5 а 2,5 мм² только внутри распределительного шкафа (MCI на реакторе). Неправильно выбранные сечения проводников увеличивают значения сопротивления и индуктивности и могут повлиять на расчет параметров сети.



Если одна сторона вспомогательной силовой обмотки дугогасящего реактора заземлена, то необходимо подключить соответствующий провод к клемме M2 коннектора PAW. Если вспомогательная силовая обмотка реактора не заземлена, клемму заземления разъема PAW можно использовать для заземления этой цепи.

Инжекция MCI должна также иметь информацию о настройке реактора (потенциометр) и о достижении конечного положения. Кроме того инжекция должна иметь возможность отдавать реактору команды «Вверх» и «Вниз». Следовательно, эти сигналы должны быть для инжекции доступны. Это возможно с использованием двух режимов, которые определяют, будут ли эти сигналы подключаться к регулятору REG-DP(A) или напрямую к MCI. В то же время это определяет, как будет настраиваться реактор в случае потери связи между MCI и регулятором.

Режим 1

Этот режим подходит для установки инжекции MCI P-01 внутри шкафа управления реактора или в случае новых установок, когда сигналы от реактора (концевые выключатели, привод и т. д.) не подключены к REG DP (A), и их удобнее подключить к MCI.

В режиме 1 все управление приводом реактора и сигнализацией положения выведены на инжекцию MCI P-01. Следовательно, нет необходимости подавать эти сигналы на регулятор. Они выводятся на него посредством связи по протоколу связи Modbus.

В случае потери связи между регулятором и инжекцией, MCI может продолжить настройку реактора, но информация о состоянии не будет передаваться регулятору и, следовательно, в главную систему. Эта функция активируется параметром MODE.

Поэтому необходимо подключить следующие коннекторы:

- PWR
- PAW
- BI – Конечные выключатели MAX, MIN
- BO – Вверх, Вниз
- POT
- COM1 – должен быть подключен к COM3 регулятора REG-DP(A)

Коннекторы должны быть подключены согласно главе 5.9. Рис. 4 показывает типичное подключение инжекции MCI, регулятора REG-DP(A) и реактора в режиме 1.

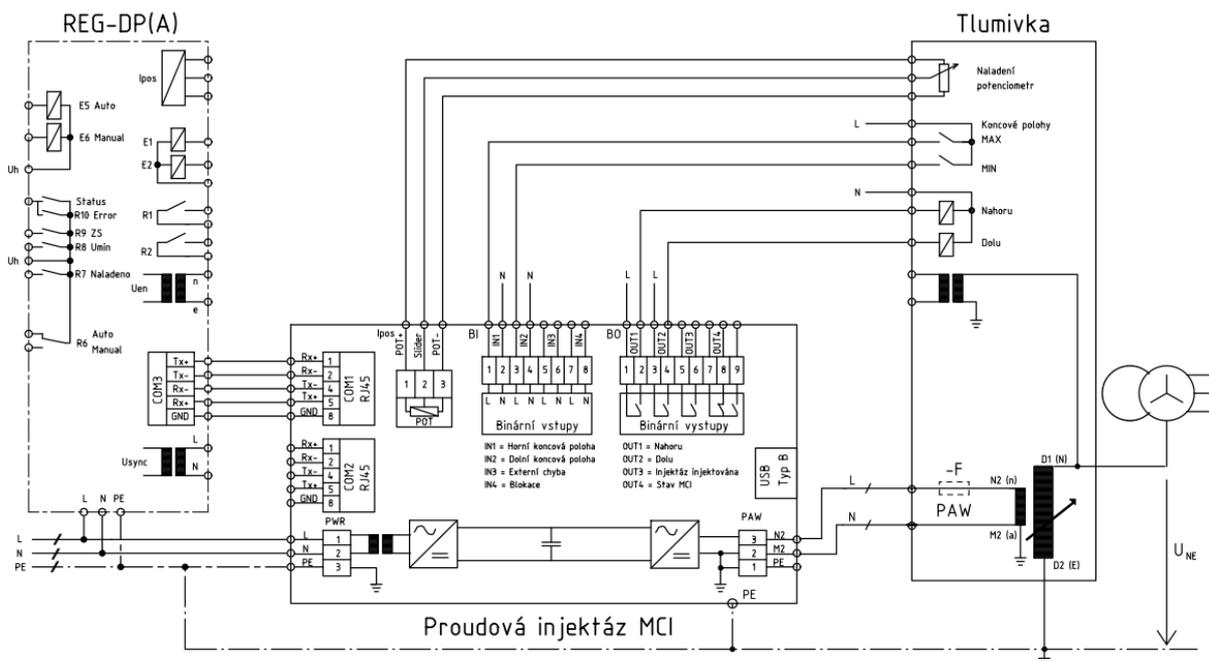


Рис. 4: Типичное подключение реактора, регулятора и инжекции в режиме 1.

Режим 2

Режим 2 подходит для добавления инъекции MCI к уже работающей установке реактора и регулятора REG-DP(A). В этом случае сигналы (концевые выключатели, привод, потенциометр) обычно уже подключены к регулятору. Поэтому их нет необходимости подключать к MCI.

В этом режиме все управление приводом реактора и сигнализацией состояний положения выведено на регулятор REG-DP, а сигналы передаются по связи на инъекцию MCI.

Для правильной работы инъекции необходимо подключить только три разъема. Инъекцию необходимо подключить к вспомогательной обмотке дугогасящего реактора. Она должна быть по связи подключена к регулятору REG-DP(A) и, конечно же, должна иметь питание.

Поэтому необходимо подключить следующие коннекторы:

- PAW
- PWR
- COM1 – должен быть подключен к COM3 регулятора REG-DP(A)

Коннекторы должны быть подключены согласно главе 5.9. Рис. 5 показывает типичное подключение инъекции MCI, регулятора REG-DP(A) и реактора в режиме 2.

Если в этом режиме потеряна связь между регулятором и инъекцией, регулятор может настроить реактор классическим резонансным методом. Эта настройка активируется в регуляторе параметром Emergency mode CoilMoving.

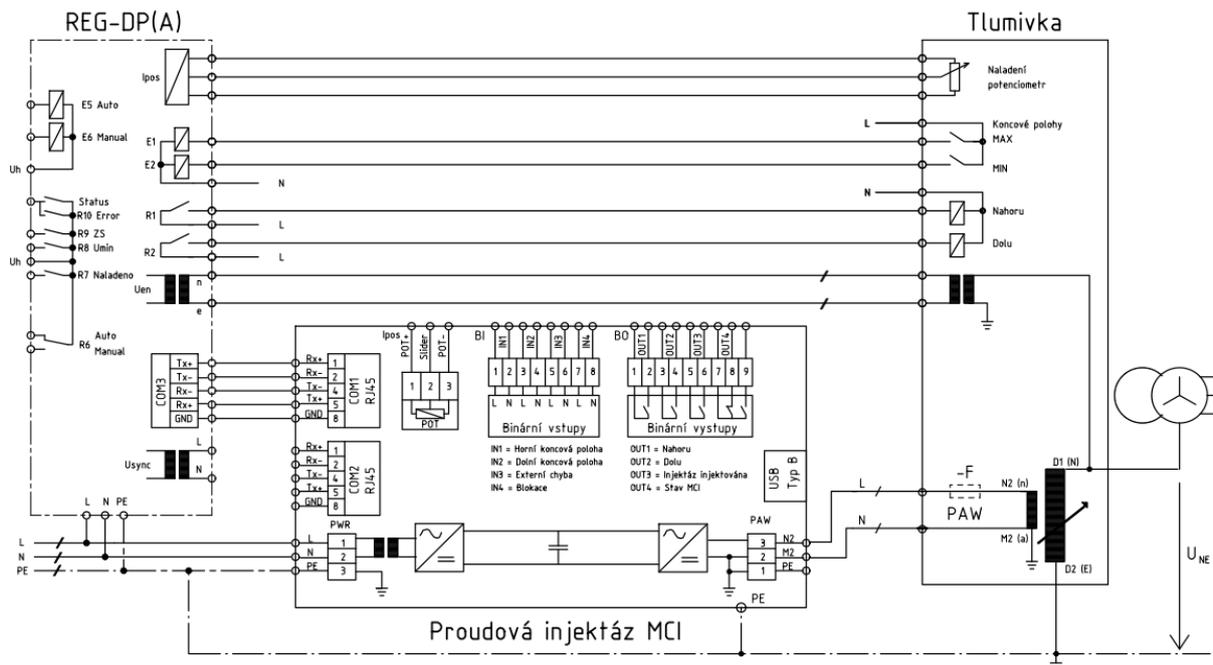


Рис. 5: Типичное подключение реактора, регулятора и инъекции в режиме 2.

7 Ввод в эксплуатацию

Чтобы MCI P-01 можно было использовать с регулятором REG-DP(A), необходимо обновить микропрограмму регулятора до версии 2.7.46 или выше. Версию прошивки можно узнать на экране регулятора или в программе Toolbox.

Для параметризации MCI с помощью программы Toolbox необходимо, чтобы эта программа была установлена в версии 2.0.1.

7.1 Активация MCI

Если MCI P-01 уже подключен и по связи соединен с регулятором, то еще необходимо активировать функцию инъекции в настройках. Это можно сделать двумя способами. Либо с помощью программного обеспечения параметризации Toolbox, либо непосредственно на экране регулятора.

В программе Toolbox эта опция находится во вкладке Configuration - Features, где необходимо переключить параметр CI на значение MCI.

В пользовательской среде контроллера эта опция находится в *Menu -> Setup -> System -> Feature SE* (<Menu><F3><F5><F1><F1><F3>)

После определения того, в каком режиме будет работать MCI, MCI активируется и можно инъекцию использовать.

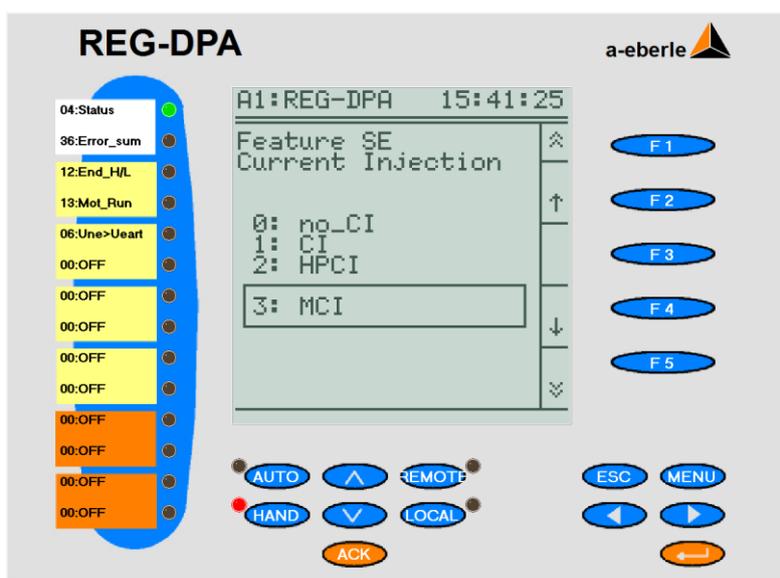


Рис. 6: Активация MCI в настройках регулятора REG-DP(A)

Для настройки с помощью инъекции также еще необходимо задать метод настройки в настройках регулятора, *Menu -> Setup -> Control -> Standard parameters -> Search method* (<Menu><F3><F2><F2><F2>). Или снова с помощью программы Toolbox.

7.2 Калибровка

Для правильной работы MCI должен быть откалиброван с дугогасящим реактором и синхронизирован с регулятором REG-DP(A). Вся процедура выполняется через пользовательскую среду регулятора.

В калибровке модуля инъекции тока нет необходимости, если он поставлен непосредственно с реактором (MCI P-01 установлен в шкафу реактора). В этом случае калибровка уже выполнена на заводе-изготовителе. После подключения MCI к регулятору необходимо только синхронизировать данные калибровки MCI -> REG. Через *Menu* -> *Setup* -> *Initial operation* -> *P-coils* -> *Calibration wizard* -> *Synchronize calibration data* (<Menu><F3><F3><F5><F3><F1><F5>). Выбрав *MCI* -> *REG-DP*. Затем необходимо проверить калибровку потенциометра, чтобы убедиться в том, что I_{max} совпадает (можно подключить другой потенциометр). I_{min} может отличаться от значения на этикетке из-за более точной линейаризации (см. главу Калибровка P2).

Внимание! Если данные копируются в обратном порядке, то есть из REG-DP(A) в MCI, исходные данные калибровки в MCI будут потеряны и не могут быть восстановлены. Затем вам потребуется выполнить повторную калибровку.

Если инъекция поставляется отдельно от реактора, данные калибровки были потеряны или реактор был заменен, необходимо выполнить следующие шаги:

Для обеспечения основной функции настройки модуль инъекции тока можно использовать даже с настройками модели ДГР по умолчанию. Требуется стандартная параметризация REG (I_{min} , I_{max} , преобразование) - см. руководство REG-DP(A). Также необходимо откалибровать потенциометр в регуляторе REG-DP(A).

Упомянутые параметры необходимо переписать с регулятора на MCI. Через *Menu* -> *Setup* -> *Initial operation* -> *P-coils* -> *Calibration wizard* -> *Synchronize calibration data* (<Menu><F3><F3><F5><F3><F1><F5>). Вариант REG-DP -> MCI. См. главу Calibration wizard.

В такой настройке по умолчанию регулятор с инъекцией могут настраивать реактор, потому что даже без дополнительной калибровки инъекция определяет относительную расстройку системы с достаточной точностью. Однако без дальнейшей калибровки измеренные параметры сети, отображаемые на дисплее регулятора в абсолютных значениях, могут не соответствовать действительности.

Для точной функции определения параметров сети необходимо откалибровать инъекцию с подключенным реактором. Инъекция не требует внешнего измерения напряжения узла, она получает значение напряжения от той же обмотки, в которую она инжерирует. Для того чтобы измеренные значения достигли необходимой точности, необходимо провести калибровку во всем токовом диапазоне реактора. Значения различаются для каждого реактора, в некоторой степени, даже если это реакторы одного типа. Следовательно, данные калибровки не могут быть скопированы, и калибровку необходимо выполнять для каждого конкретного реактора отдельно.

Во время калибровки MCI P-01 оценивает такие параметры, как коэффициент трансформации между главной и измерительной обмотками и паразитное реактивное сопротивление. Полученные величины затем сохраняются в математической модели, которая используется для получения параметров сети.

Calibration wizard

Калибровка реактора и калибровка модуля инъекции тока выполняется с помощью функции Calibration wizard, которая находится в меню под пунктом *Setup* -> *Regulation* -> *Calibration wizard* (<Menu><F3><F3><F5><F3>).

Чтобы этап калибровки состоялся, предыдущие этапы калибровки должны быть в состоянии ОК, т.е. синхронизированы. Синхронизацию данных можно выполнить с помощью функции

Synchronize calibration data на второй подстранице. После выбора этой функции будут отображены два варианта.

- Переписать данные из REG-DP в MCI
- Переписать данные из MCI в REG-DP

После перезаписи на выбранном устройстве данные будут безвозвратно перезаписаны данными с другого устройства. Во время перезаписи все калибровки всегда записываются на другое устройство:

- Калибровка реактора
- Линеаризация реактора
- Номинальные значения реактора
- Калибровка Zk
- Калибровка P2

Сама калибровка инъекции расположена на второй подстранице и состоит из двух частей:

- Калибровка Zk
- Калибровка P2

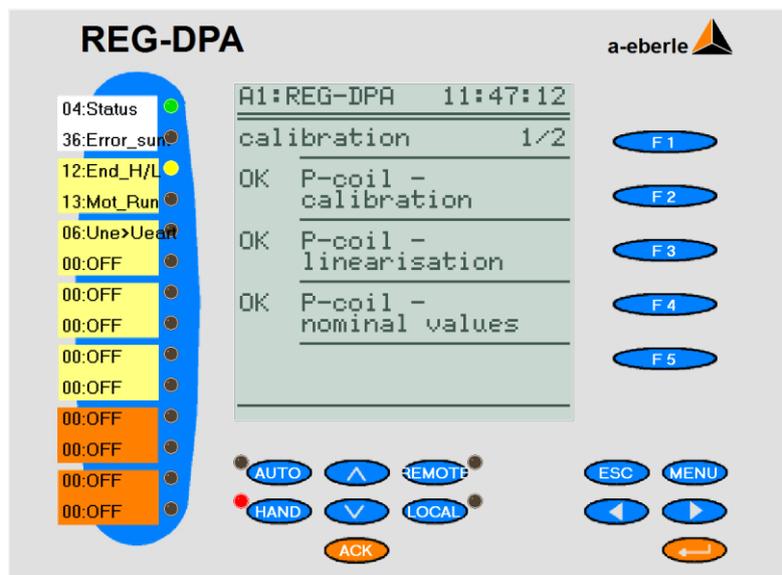


Рис. 7: Руководство по процессу калибровки реактора и инъекции.

Калибровка реактора

Перед калибровкой модуля инъекции тока необходимо сначала выполнить автоматическую калибровку потенциометра реактора (см. руководство REG-DP(A)), во время которой определяются позиции конечных положений, время перемещения и аналогичные параметры. Перед этой калибровкой параметры реактора должны быть уже установлены.

После успешного выполнения данные не передаются автоматически в MCI, и поэтому эта калибровка переходит в состояние Diff, и необходимо с помощью функции Synchronize data на второй подстранице переписать данные параметры в инъекцию тока. Через Menu -> Setup -> Initial operation -> P-coils -> Calibration wizard -> Synchronize calibration data (<Menu><F3><F3><F5><F3><F1><F5>). Таким образом калибровка окажется в состоянии Ok, и будет можно осуществить собственную калибровку модуля инъекции тока MCI P-01.

Калибровка Zk

Калибровка Zk определяет импеданс короткого замыкания реактора (его полное сопротивление короткого замыкания). Перед этой калибровкой необходимо отключить реактор от сети и замкнуть, а также заземлить первичную обмотку реактора (для реакторов EGE обычно выводы D1 и D2).

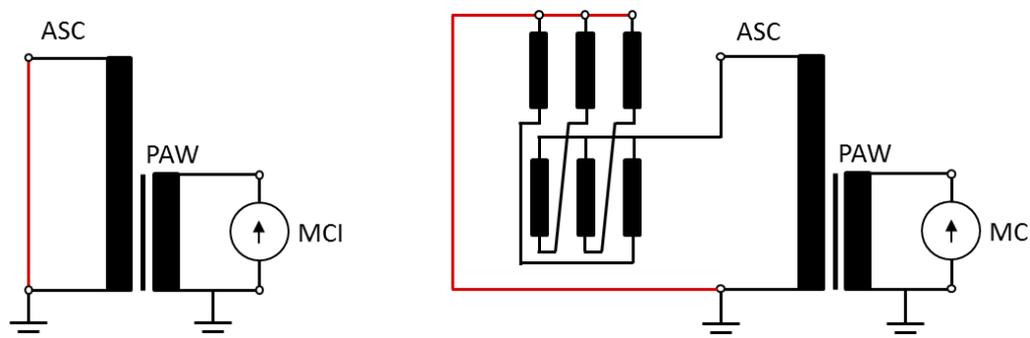


Рис. 8: Иллюстрация короткого замыкания первичной обмотки дросселя, необходимого для калибровки Zk. Слева показан классический реактор, справа - комбинированный.

В случае комбинированных реакторов, то есть реакторов с заземляющим трансформатором и реактором в одном корпусе, рекомендуется закоротить и заземлить высоковольтные обмотки всех фаз заземляющего трансформатора, таким образом, калибруется полное сопротивление реактора, включая нулевое сопротивление заземляющего трансформатора, которое в реальной эксплуатации находится последовательно с главным сопротивлением реактора и таким образом влияет на реальное значение сопротивления не вращающегося компонента в узле сети, а тем самым и на реальное значение компенсирующего тока дугогасящего реактора.

Перед данной калибровкой должны быть предыдущие шаги *P-coil calibration*, *P-coil linearization* а *P-coil nominal values* в состоянии ОК.

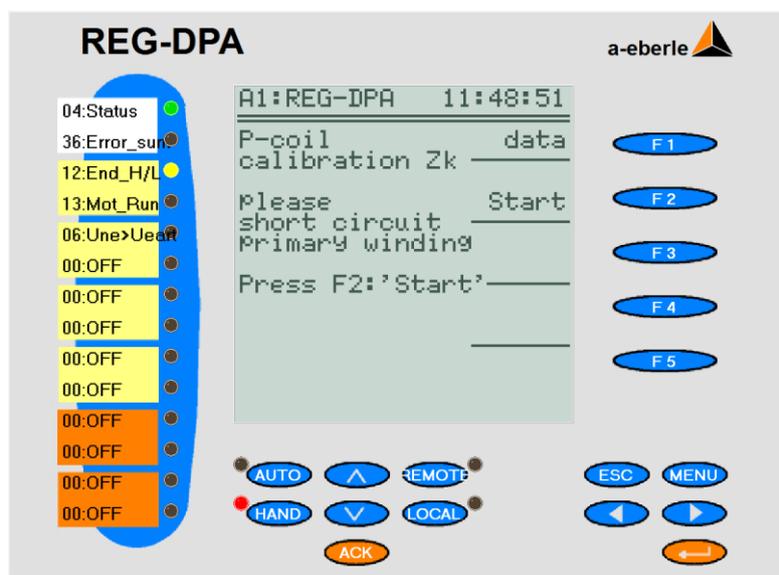


Рис. 9: Главное меню калибровки Zk.

После выбора варианта Zk-calibration (<Menu><F3><F3><F5><F3><F1><F2>) отобразится предупреждение о необходимости замыкания первичной обмотки реактора, калибровка запускается кнопкой Start (F2).

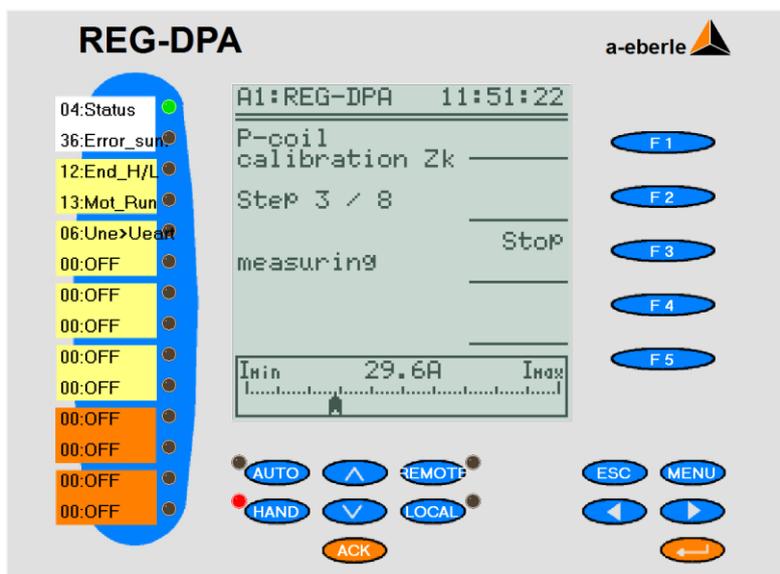


Рис. 10: Процесс калибровки Zk

Калибровка выполняется автоматически, никаких дополнительных действий во время калибровки не требуется. Регулятор постепенно меняет настроенное положение реактора и выполняет измерения в восьми положениях во всем диапазоне. В зависимости от типа реактора эта калибровка обычно занимает несколько минут (общее время прохождения реактора плюс восемь измерений, каждое из которых длится примерно 30 с). Процесс калибровки отображается на дисплее регулятора.

После успешной калибровки можно отобразить измеренные данные с помощью клавиши F1. Данные калибровки принимаются клавишей F2. Это синхронизирует данные и завершает калибровку. Измеренные данные отклоняются клавишей F3, и калибровка не выполняется, контроллер восстанавливает исходные значения калибровки.

После успешной калибровки удалите замыкание на первичной обмотке реактора, чтобы можно было выполнить вторую часть калибровки.

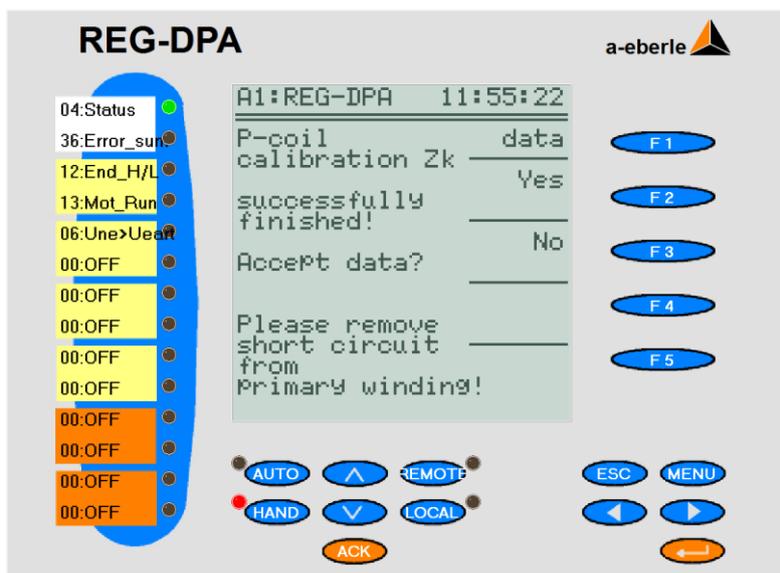


Рис. 11: Дисплей после успешной калибровки.

Если значения Z_k , найденные во время калибровки, выходят за пределы нормального диапазона для плавно настраиваемых реакторов, на дисплее появится предупреждение.

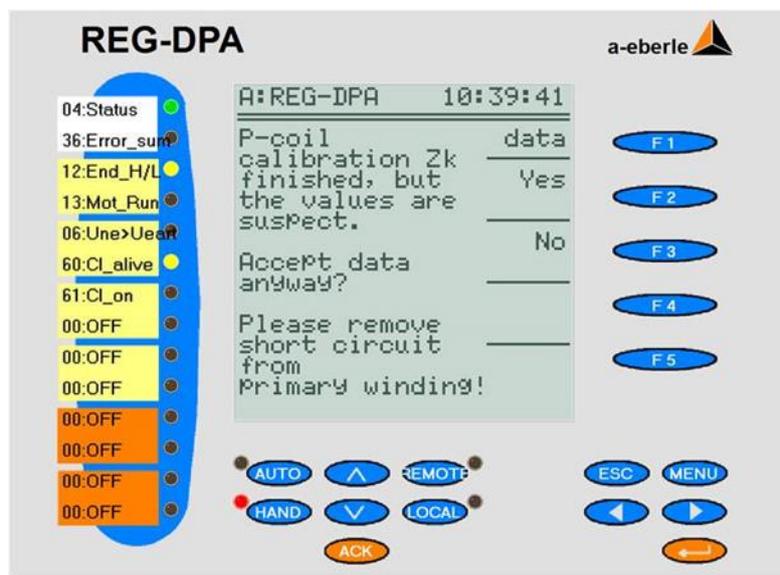


Рис. 12: Дисплей после калибровки при обнаружении "подозрительных" данных.

Возможные причины подозрительных результатов:

- Реактор не закорочен – обычно большой диапазон изменения Z_k между верхним и нижним конечным положением
- Закорочена вспомогательная силовая обмотка реактора – вместо Z_k реактора измеряется сопротивление короткого замыкания только линии питания реактора.

При обнаружении серьезной проблемы процесс калибровки автоматически прекращается уже во время процесса калибровки. Возможные причины сбоя калибровки:

- Инжекция не подключена к реактору (выключен автомат, демонтирован предохранитель)
- Прерванная связь во время процесса калибровки
- Неисправность привода реактора - реактор не достиг ни одного калибровочного положения.

Калибровка P2

Данная калибровка определяет реальный коэффициент трансформации реактора между первичной и вторичной обмотками. Этот коэффициент трансформации не является постоянным и изменяется во всем диапазоне реактора. Отклик напряжения на инжектируемый токовый сигнал измеряется как раз через вспомогательную обмотку и поэтому необходимо знать значение коэффициента трансформации.

Перед калибровкой P2 необходимо провести калибровку Z_k . Далее перед калибровкой P2, необходимо подключить дугогасящий реактор к сети. Важно, чтобы во время калибровки в этой сети не было других реакторов. Диапазон сети не должен изменяться в течение всей калибровки P2. Иначе полученные значения будут искажены, и данные, отображаемые на экране регулятора, не будут соответствовать действительности.

Также необходимо подключить сеть с емкостным током замыкания на землю, величина которого соответствует, по крайней мере, значению нижнего конечного положения дугогасящего реактора.

После выбора варианта P2-calibration (<Menu><F3><F3><F5><F3><F1><F3>) появится предупреждение о том, что реактор должен быть подключен к сети, калибровка запускается кнопкой Start (F2).

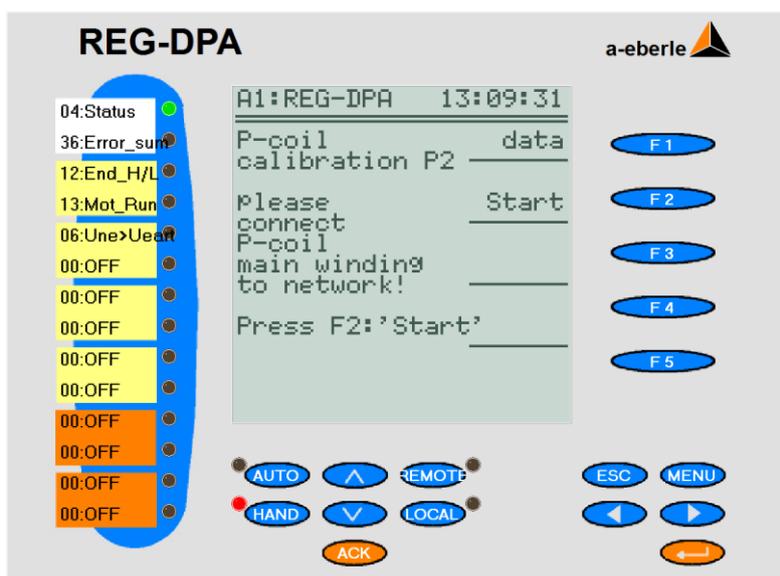


Рис. 13: Главное меню калибровки P2.

Калибровка выполняется автоматически, никаких дополнительных действий во время калибровки не требуется. Регулятор производит измерения в восьми положениях во всем диапазоне реактора. Изменения положения реактора также производятся автоматически. В зависимости от типа реактора, эта калибровка обычно занимает несколько минут (вдвое больше общего времени прохождения реактора, включая восемь измерений, продолжающихся порядка 30 с). Процесс калибровки отображается на дисплее регулятора.

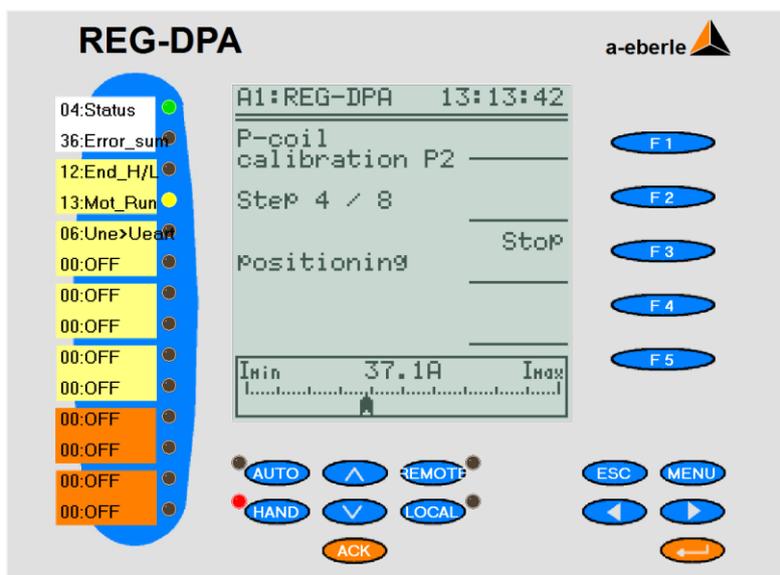


Рис. 14: Процесс калибровки P2.

После успешной калибровки можно отобразить измеренные данные с помощью клавиши F1. Данные калибровки принимаются клавишей F2. Это синхронизирует данные и завершает калибровку. Клавиша F3 отклоняет измеренные данные, и калибровка не выполняется.

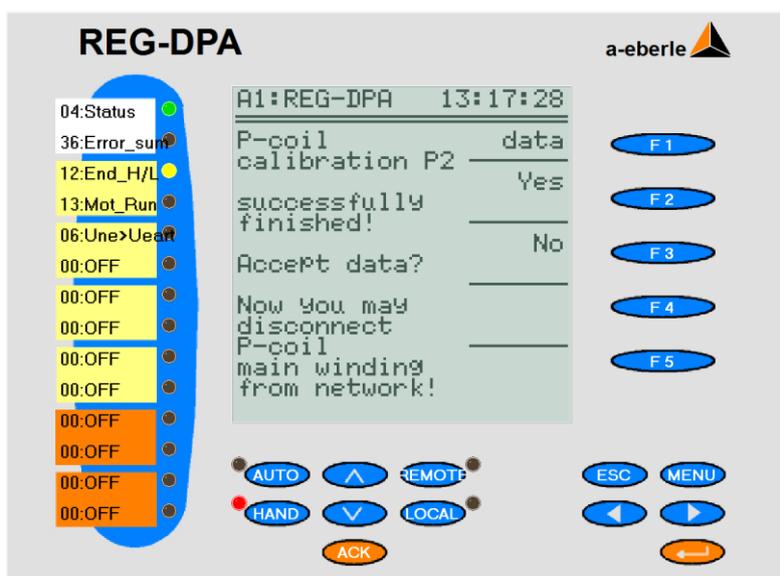


Рис. 15: Дисплей после успешной калибровки.

После завершения данной калибровки одновременно автоматически обновляется таблица линеаризации. Верхнее и нижнее конечные значения уже были введены во время калибровки потенциометра. Верхнее конечное значение сохраняется, но линеаризация потенциометра уточняется в 7 дополнительных точках, в которых выполнялась калибровка P2. Также назначается значение текущей настройки тока реактора в положении нижнего концевого выключателя, которое может не полностью соответствовать исходному параметру I_{min} , но соотношение значений тока на нижнем и верхнем конце выключателя теперь соответствует фактическому соотношению индуктивности реактора. Итоговое определение позиции реактора так намного лучше соответствует реальной настройке тока. Выполненная таким образом линеаризация значительно более точная, чем ввод вручную значений, считываемых с ориентировочного механического указателя положения реактора. Больше нет необходимости заполнять таблицу линеаризации вручную.

После завершения этой калибровки MCI полностью откалибрована. Все калибровки должны быть в состоянии ОК. Инжекция MCI готова к работе.

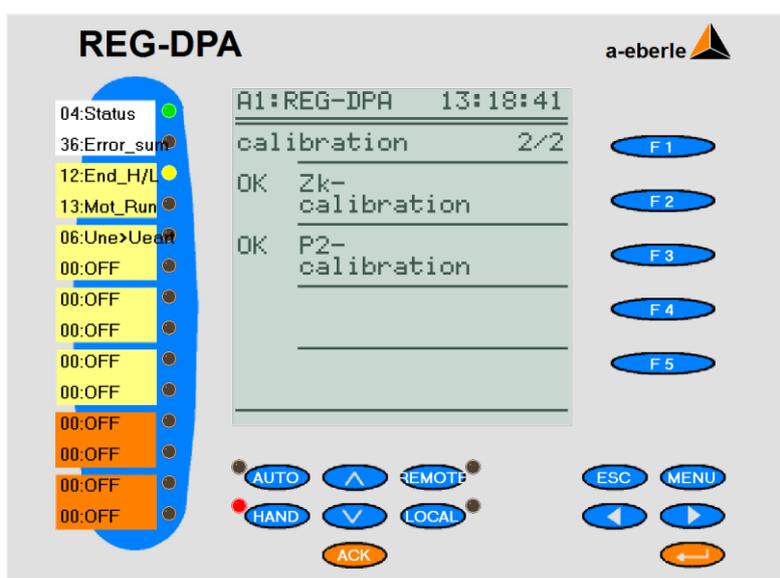


Рис. 16: Калибровка инъекции тока закончена.

Если значение P2, определенное во время калибровки, выходит за пределы нормального диапазона для плавно настраиваемого реактора, на дисплее появится предупреждение.

Обратите внимание, что, если во время калибровки P2 к сети был подключен другой реактор, значения P2 будут значительно отличаться от номинального значения коэффициента трансформации реактора и не будут соответствовать фактическим значениям.

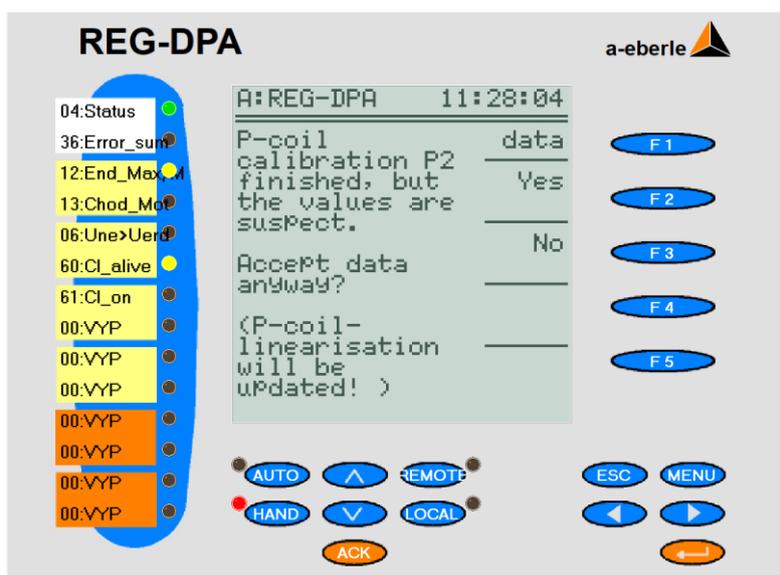


Рис. 17: Дисплей после калибровки с подозрительными данными.

Возможные причины подозрительных результатов:

- Диапазон сети изменен во время калибровки P2 - обычно неравномерное изменение P2 во время настройки между верхним и нижним конечным положением.
- В сети был подключен еще один реактор, который настраивался при калибровке.

При обнаружении серьезной проблемы процесс калибровки автоматически прекращается во время самого процесса. Возможные причины неуспешной калибровки:

- Инжекция не подключена к реактору (выключенный автомат)
- Реактор закорочен
- Реактор не подключен к сети
- Прервана связь во время процесса калибровки
- Во время калибровки MCI обнаружила сигнал тех же частот в данной сети – вероятно, подключен другой реактор с инъекцией MCI
- Неисправность привода реактора – регулятор не достиг ни одного калибровочного положения.

7.3 Параметризация

Вся параметризация модуля инъекции тока MCI P-01 выполняется через пользовательский интерфейс регулятора REG-DP(A). Также можно использовать программное обеспечение для параметризации Toolbox.

Для того, чтобы можно было осуществлять параметризацию инъекции, MCI должна быть разрешена в регуляторе. Помимо параметров, разработанных непосредственно для MCI, на работу инъекции также влияют общие параметры, описанные в руководстве REG DP(A).

Параметры пользователя, которые предназначены непосредственно для MCI:

- Режим – Режим 1 / Режим 2 (исходный)
- Максимальное U_{pe} во время CI – исходное 100 %

8 Обслуживание устройства



Перед началом работ необходимо соблюсти соответствующие правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Работа может выполняться только лицами, обладающими соответствующей профессиональной компетенцией в соответствии с положением 50/1978 Sb. в соответствии с действующими правилами эксплуатации.

Перед проведением технического обслуживания модуль подачи тока MCI P 01 необходимо отключить от источника питания и вспомогательной силовой обмотки дугогасящего реактора. Устройство несложно в обслуживании, в принципе, достаточно очищать осевшие загрязнения не реже одного раза в два года, например, сжатым воздухом. Если того требуют условия окружающей среды, рекомендуется проводить такую очистку с более короткими временными интервалами.

9 Ликвидация

По окончании срока службы изделия необходимо через профессиональную компанию по утилизации обеспечить его разборку, сортировку и утилизацию отдельных материалов в соответствии с действующим каталогом отходов, который исходит из закона об утилизации отходов в данной стране.

10 Нормы

10.1 Влияние окружающей среды

Влияние окружающей среды	Норма	Класс	Значение
Холод	ČSN EN 60068-2-1		- 40°C / 16ч
Сухое тепло	ČSN EN 60068-2-2		65°C / 16ч
Цикличное влажное тепло	ČSN EN 60068-2-30		55°C / 6 циклов / 95% отн. влаж. без конд.
Составное цикличное испытание	ČSN EN 60068-2-38		10 циклов согласно норме
Высота над уровнем моря			<= 2000м
Требования к кожуху	ČSN EN 60529		IP20

10.2 Вибрации, сейсмические испытания

Вибрация, сейсмические испытания	Норма	Класс	Значение
Вибрации	ČSN EN 60255-21-1	2	
Удар, шок	ČSN EN 60255-21-2	2	
Сейсмика	ČSN EN 60255-21-3	2	

10.3 Электромагнитная совместимость

EMC	Норма	Класс	Значение
Группа импульсов 1МГц	ČSN EN 60255-22-1 ČSN EN 61000-4-18		2,5кВ несимметрично, 1кВ симметрично
Электростатический разряд	ČSN EN 60255-22-2 ČSN EN 61000-4-2	4	8кВ контакт, 15кВ воздух
Излучаемое рч поле	ČSN EN 60255-22-3 ČSN EN 61000-4-3		80МГц - 1ГГц / 10В/м 1,4ГГц - 2,7ГГц /10В/м
Быстрый импульс	ČSN EN 60255-22-4 ČSN EN 61000-4-4	A	4кВ, 5кГц или 100кГц, 2кВ (связь)
Ударный импульс	ČSN EN 60255-22-5 ČSN EN 61000-4-5		4кВ L-PE, 2кВ L-L
Индукцированное рч поле	ČSN EN 60255-22-6 ČSN EN 61000-4-6		150кГц - 80МГц, 10В
Сетевые частоты	ČSN EN 60255-22-7 ČSN EN 61000-4-16	A	150 В в противфазе, 300 В в фазе
Падения напряжения	ČSN EN 60255-11 ČSN EN 61000-4-11 ČSN EN 61000-4-29 ČSN EN 61000-4-17		1 цикл/ 20 мс
Магнитное поле	ČSN EN 61000-4-8		30 А/м длительно, 300 А/м 3с
Затухающая синусоида	ČSN EN 61000-4-12	4	4кВ L-PE, 2кВ L – L
Выбросы	ČSN EN 60255-25		

10.4 Безопасность

Безопасность	Норма	Класс	Значение
Требования безопасности по	ČSN EN 60255-27		