

Низковольтное оборудование, технический документ

# Etax 2, All-in-one инновации Частотная разгрузка



## Содержание

<b>Введение</b> .....	2
<b>Еmax 2, интегрированное решение</b> .....	3
<b>Преимущества</b> .....	4
Бесперебойность работы .....	4
Экономия пространства .....	6
Простота использования .....	8
<b>Принцип работы</b> .....	9
Базовая частотная разгрузка .....	10
Принцип работы .....	11
Адаптивная частотная разгрузка .....	12
Принцип работы .....	12
<b>Программа для наладки Ekip Connect 3.0</b> .....	14
<b>Пример применения адаптивной частотной разгрузки</b> .....	20
Промышленность .....	20
Коммерческое строительство .....	22
<b>Электрические схемы</b> .....	24
<b>Перечень компонентов</b> .....	28

## Введение

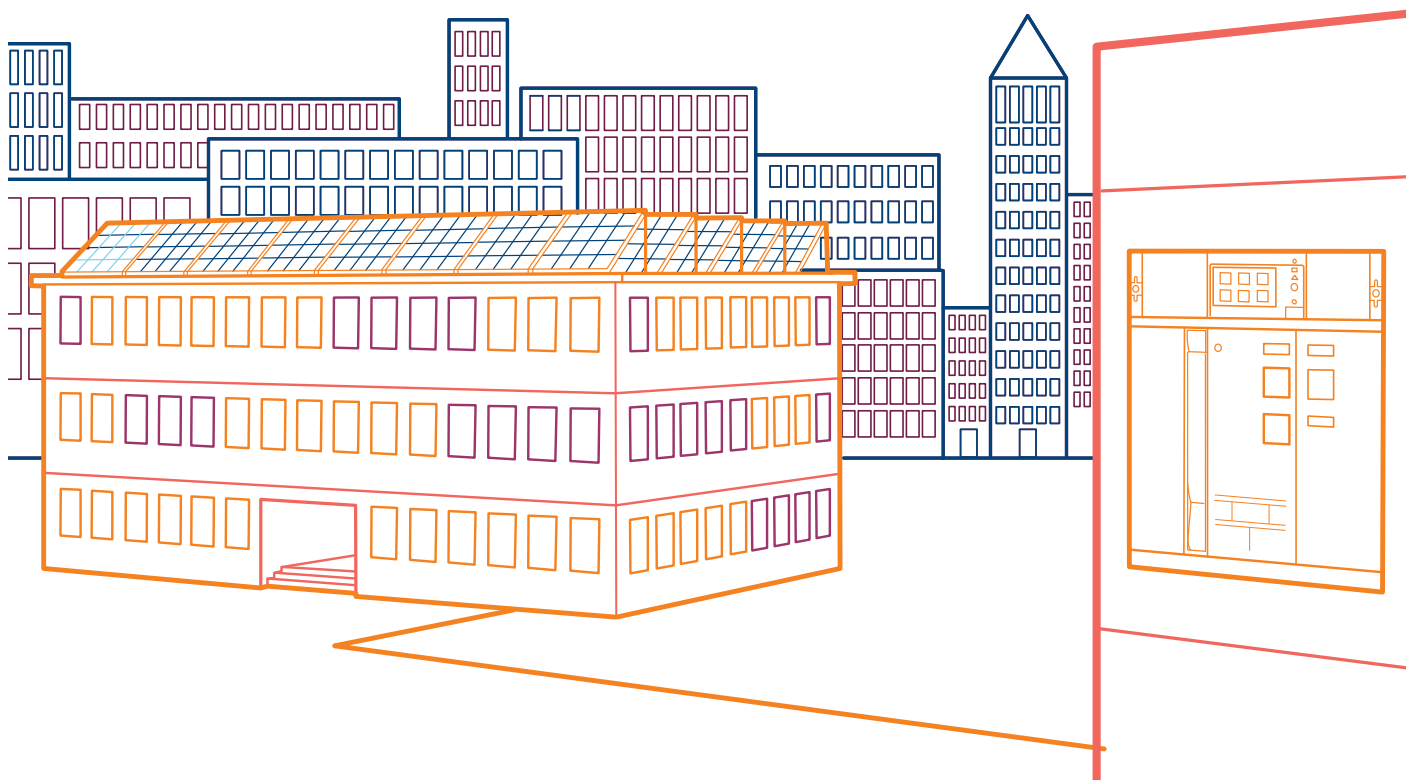
Надежность распределения энергии имеет фундаментальную важность для гарантии работоспособности любого сегмента экономики. Не только критичные потребители, такие как больницы, банки или центры обработки данных, но и суда, удаленные места проживания людей и промышленность чрезвычайно чувствительны к бесперебойности работы, поскольку даже всего лишь одно отключение электропитания вызывает продолжительный непроизводительный простой с вытекающими из этого производственными потерями в соответствующих процессах. В некоторых случаях перебои с электропитанием вызваны слабостью сетей, которые неспособны удовлетворить бесперебойность работы 365 дней в году, круглосуточно, ввиду их перегруженности или неисправности. Другие критические условия вызваны природными условиями, такими как ураганы или землетрясения, которые в огромной степени увеличивают количество перебоев питания.

Гибкость сетей - это ответ на данное требование усиления энергораспределительных сетей и защиты энерговырабатывающих систем. Для получения наивысшей степени надежности необходимы огромные инвестиции в распределительные сети и существенные изменения проектов систем подключения соответствующих потребителей.

Концепция Microgrid - это новый тип подхода в распределённых сетях низкого напряжения, позволяющего полностью удовлетворять эти требования, поскольку он использует свойства Microgrid по определению потребляемой мощности и быстрому переходу от работы в режиме подключения к сети к островному режиму, без возникновения стрессовых условий. С одной стороны, определение спроса энергии позволяет избежать перегрузок, которые отрицательно сказываются на электрической стабильности. С другой стороны, плавный ввод резерва позволяет системе сохранять полную работоспособность, даже в островном режиме, при отсутствии питания в главной сети.

Microgrid являются ощутимым результатом развития концепции сети и вносят определяющий вклад в распределение энергии, то есть, автоматизацию. Эта новая модель сети снижает необходимые инвестиции для улучшения стабильности сети, гарантируя экономию как для распределительных сетей, так и для конечных потребителей. Благодаря этой инновационной концепции сфера распределения энергии низкого напряжения постоянно ищет гибкие решения, которые, с одной стороны, способны обеспечить небольшие габаритные размеры оборудования для производителей НКУ и простое усовершенствование устаревших систем передовыми решениями, с другой стороны, без необходимости в серьезной инженерной поддержке и индивидуализации исполнения для интеграторов и консультантов в области систем. Теперь электронный интеллект может принимать любые вызовы, поскольку он ставит в центр контроля Microgrid программные решения, способные гарантировать гибкость пуско-наладочным и эксплуатационным организациям.

Автоматический выключатель становится интеллектуальным и способным защищать Microgrid в любых условиях, гарантируя таким образом бесперебойность работы, небольшие габариты и простоту в использовании.





## Еmax 2, интегрированное решение

Автоматический выключатель Еmax 2 - это интегрированное решение, работающее по инновационным алгоритмам для защиты Microgrid и управления их ресурсами, максимально повышая эффективность. Он объединяет в себе запатентованные функции, основывающиеся на отключениях нагрузок (частотной разгрузке) для снижения перегрузок микросети в любой ситуации.

Еmax 2 - это главный выключатель микросети низкого напряжения, располагаемый в точке соединения с сетью среднего напряжения, способный контролировать систему в любых обстоятельствах.

### 1) Microgrid в островном режиме

После отключения выключателя Еmax 2 ввиду срабатывания системы интерфейсной защиты IPS или же по внешней команде, Microgrid должна перейти от состояния "параллельно с сетью" в состояние "без сети" посредством плавного ввода резерва. В изолированном состоянии прекращается потребление энергии из главной распределительной сети, поэтому, нагрузки Microgrid потребителя питаются исключительно локальной энерговырабатывающей системой, то есть, дизель-генераторной группой или же системой накопления энергии. Эта энерговырабатывающая система Microgrid может быть всегда активной или же активироваться логикой автоматического ввода резерва (функция ATS) после отключения главной сети, на основе типа конфигурации системы. Во время перехода в островной режим чрезвычайно важно избежать падения частоты, в противном случае защитные средства энерговырабатывающей системы могут сработать, поставив под угрозу стабильность Microgrid с вытекающими из этого длительными сроками простоя системы.

Еmax 2, использующий встроенные средства измерения тока и напряжения, применяет две разные логики быстрого отключения нагрузок (частотной разгрузки) для снижения опасности отключения электропитания, защищая Microgrid во время преднамеренной или непреднамеренной работы в островном режиме:

- а) базовая частотная разгрузка: простая логика, способная распознавать отключение от микросети и осуществить отключение группы неприоритетных нагрузок, гарантируя быстрое реагирование и избегая несбалансированности мощности.
- б) адаптивная частотная разгрузка: передовой алгоритм для Еmax 2 с усовершенствованием базового варианта. Интеллектуальное программное обеспечение, интегрированное в выключатель, гарантирует чрезвычайно быстрое отключение неприоритетных нагрузок, основывающееся на потреблении электроэнергии Microgrid и измерениях частоты. Кроме того, это программное обеспечение предлагает специальную конфигурацию для резервной выработки энергии в зависимости от конфигурации ATS и оно также способно оценить количество энергии, вырабатываемой солнечной электростанцией, основываясь на географических характеристиках системы.

### 2) Microgrid в режиме параллельного подключения к сети

Как правило, в нормальных условиях Microgrid подключена к распределительной сети для подачи в нее излишков энергии или же, наоборот, для забора недостающей. В этом случае, при наличии включенного главного выключателя Еmax 2, установленного непосредственно за трансформатором СН/НН, должны быть предотвращены перегрузки по мощности, чтобы не перегружать компоненты системы. Для этого выключатель имеет встроенный запатентованный алгоритм для отключения нагрузок:

- а) Предиктивное отключение нагрузок, то есть, медленное отключение нагрузок, зависящее от предела среднего потока энергии на Microgrid, в соответствии с мощностью трансформатора, заданного для профиля пиковых нагрузок.

Для интегрированных решений Еmax 2 предусматриваются варианты для обеих рабочих ситуаций в Microgrid, которые совместно используют часть информации, касающейся контролируемых системой нагрузок.

Целью данного технического документа является объяснение принципа, на основе которого Еmax 2 осуществляет ввод резерва Microgrid, переходя из состояния параллельно с сетью к состоянию без сети, используя для этого логику частотной разгрузки. Когда Microgrid подключена к сети, обращайтесь к документу 1SDC007410G0202. Еmax 2 имеет программное обеспечение для отладки и пуска в эксплуатацию Еkip Connect 3.0, которое имеет интегрированную специальную функцию Предиктивного отключения нагрузок. Следует использовать лицензию на программное обеспечение, которая предоставляется по коду заказа 1SDA082922R1.

## Etax 2

# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

## Преимущества

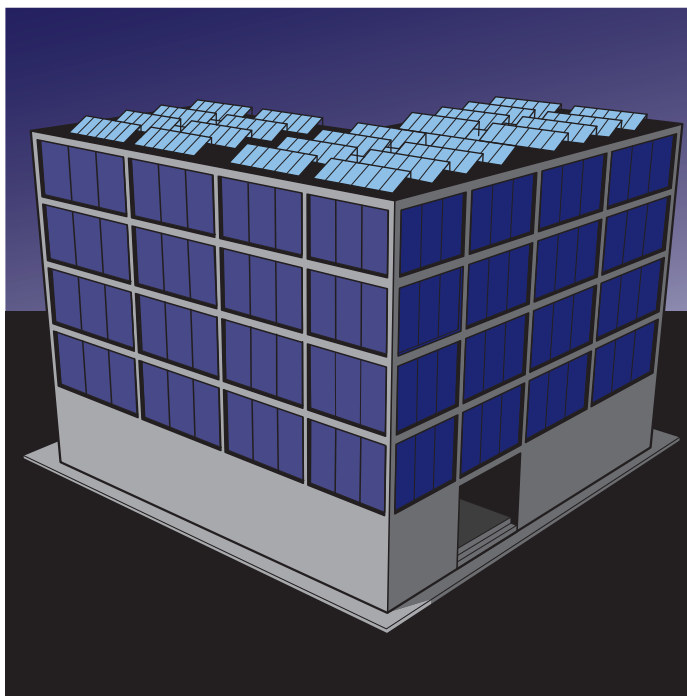
### Непрерывность работы

Etax 2 с функциями частотной разгрузки - это первый выключатель, обеспечивающий преднамеренную или непреднамеренную работу в островном режиме, предотвращая отключение электропитания. В ситуации, когда система остается отключенной от распределительной сети, несмотря на локальную выработку энергии, возникает ситуация существенной неуравновешенности, которая приводит к отключению всех генераторов с вытекающим из этого отключением электропитания. В любой производственной сфере отключение питания всегда приводит к убыткам. Например, в автомобильной промышленности, в среднем, системы простаивают 700 часов в год, что равно убыткам в 1 миллиард долларов США (22 тысячи долларов в минуту); в пищевой промышленности среднегодовой простой оборудования составляет 500 часов; центр обработки данных при отключении электропитания в среднем теряет 8000 долларов США в минуту, то есть, 600 тысяч долларов США при каждом отключении; непроизводительный простой бурового судна приводит к средним убыткам в 12 миллионов долларов США в год.

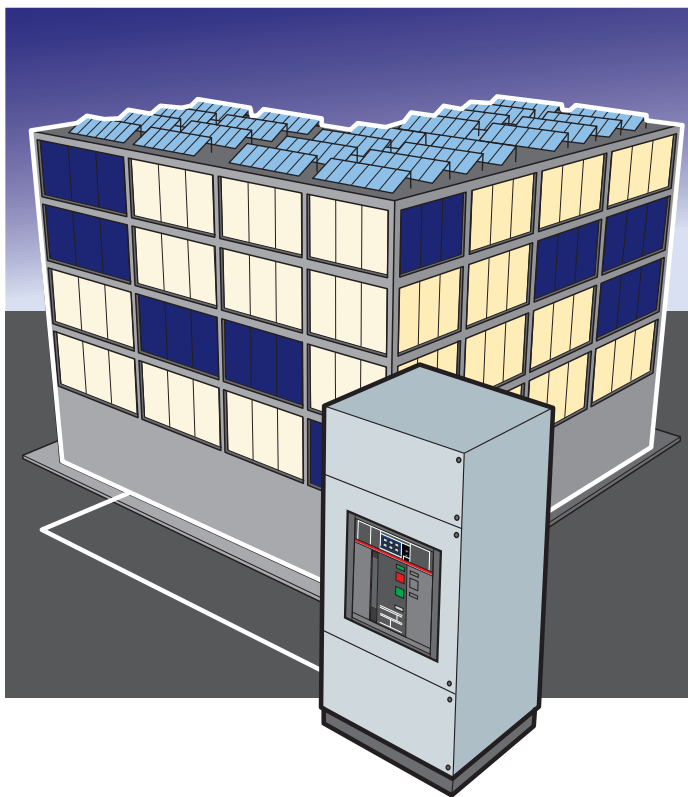
По всем этим причинам необходимо снизить непредусмотренные перебои и ускорить этап восстановления сети<sup>1</sup>. Благодаря интегрированной функции частотной разгрузки Etax 2 не только повышает бесперебойность работы, но также повышает ресурс вращающихся генераторов.

<sup>1</sup> Смотрите технический документ 1SDC007118G0201 – Синхронизация и повторное включение.

**Рисунок 1: Microgrid больничного комплекса без функции частотной разгрузки Etax 2**

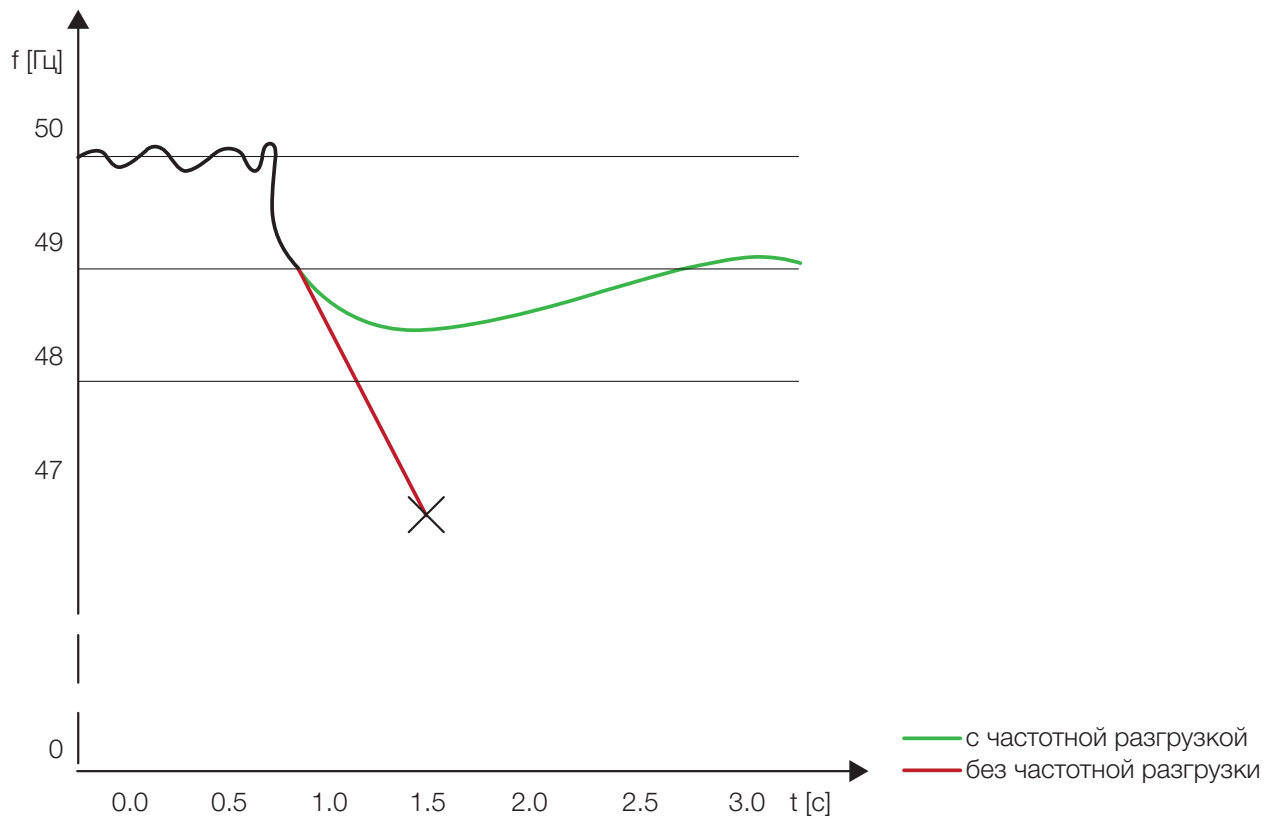


**Рисунок 2: Microgrid больничного комплекса с функцией частотной разгрузки Etax 2**



В частности, отключение нагрузок (частотная разгрузка) защищает Microgrid от быстрых и существенных падений частоты, которые отключают локальную энергоснабжающую систему ввиду срабатывания защитных средств машин, как показывается на Рисунке 3. Система остается под напряжением и может работать в изолированном состоянии, постоянно поддерживая приоритетные нагрузки в запитанном состоянии и таким образом снижая годовые простои.

Рисунок 3



## Еmax 2

# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Экономия пространства

Отпадает надобность в ПЛК и внешних реле, так как Еmax 2 обладает интегрированным интеллектом для построения логики отключения нагрузок, пользуясь для этого внутренними датчиками тока и напряжения для измерения электрических величин.

Кроме того, статические преобразователи для фотоэлектрической выработки энергии низкого напряжения как правило оборудуются защитой от работы в островном режиме. Это вызывает еще один дефицит мощности, который прибавляется к потерям главной сети во время отключения Microgrid.

Еmax 2 - это первый автоматический выключатель, способный рассчитывать производство солнечной энергии на основании нескольких поступающих данных, чтобы действовать также и в этой ситуации разбалансировки мощности. Для рабочей архитектуры нет необходимости ни в промышленных шинах, ни в измерительных устройствах, снижая таким образом количество компонентов и возможные ошибки при выполнении подключения и конфигурации.

Рисунок 4: конфигурация отключения нагрузок без Еmax 2

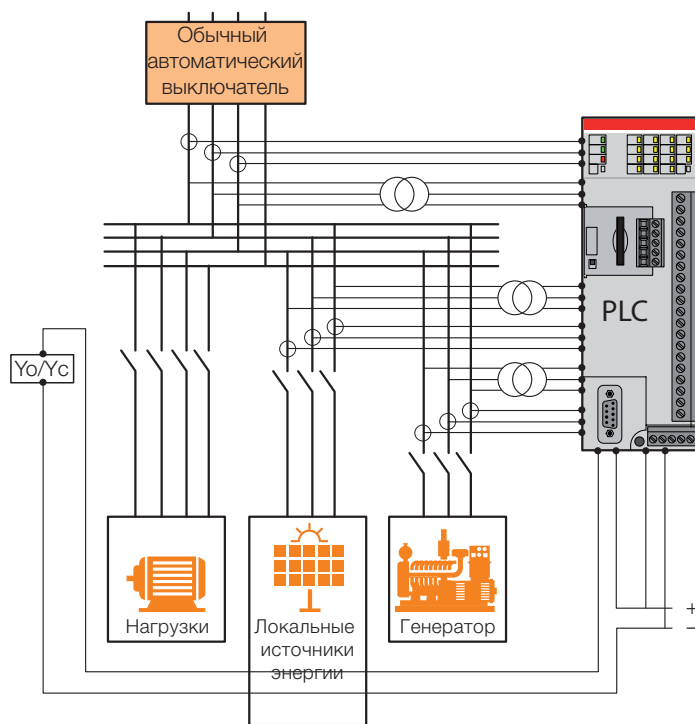
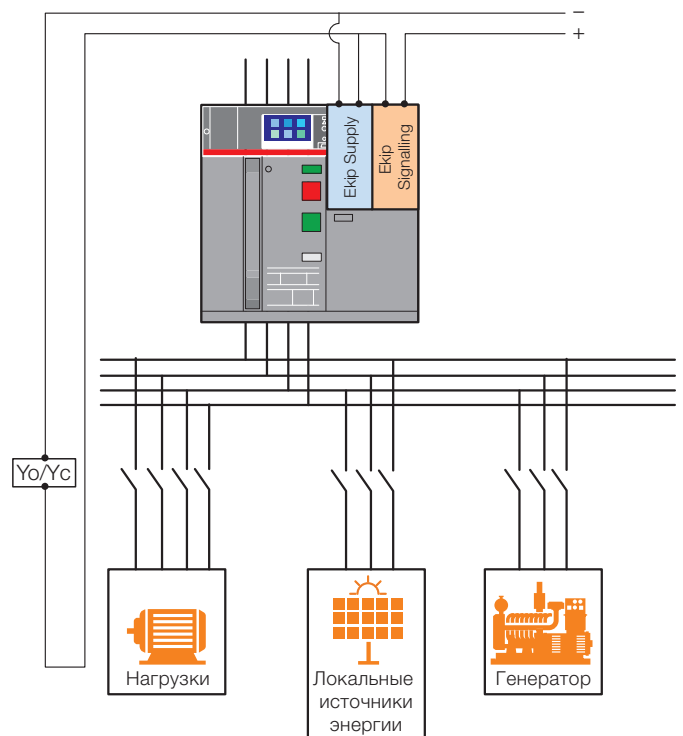


Рисунок 5: конфигурация отключения нагрузок с Еmax 2

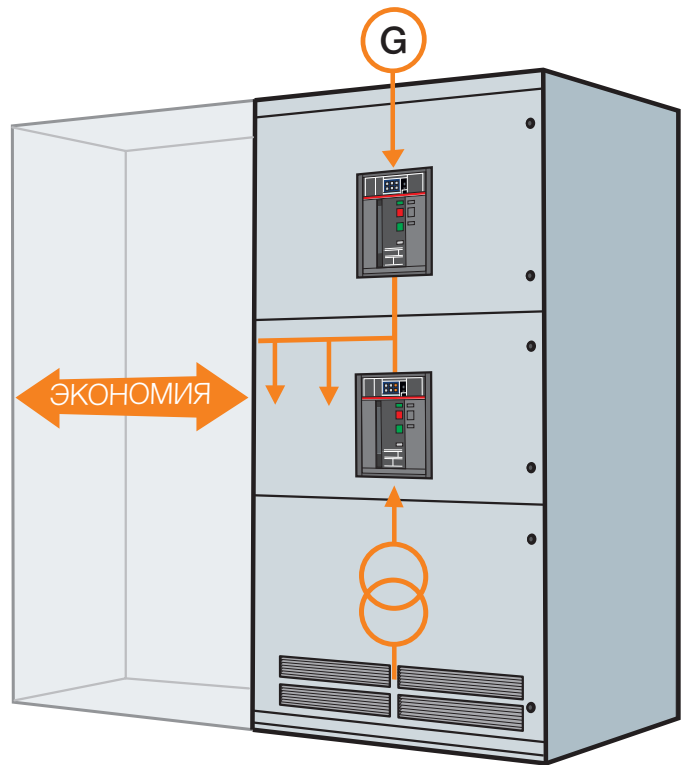
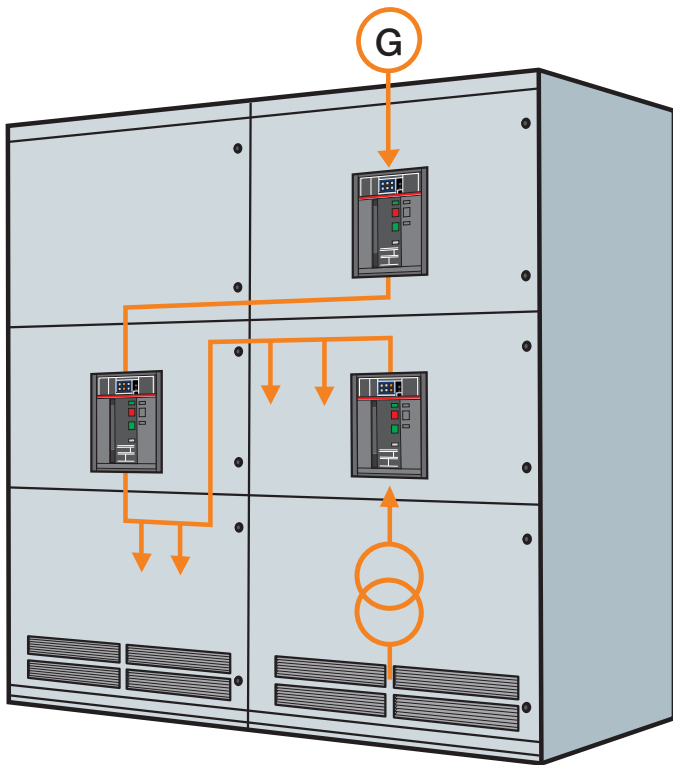
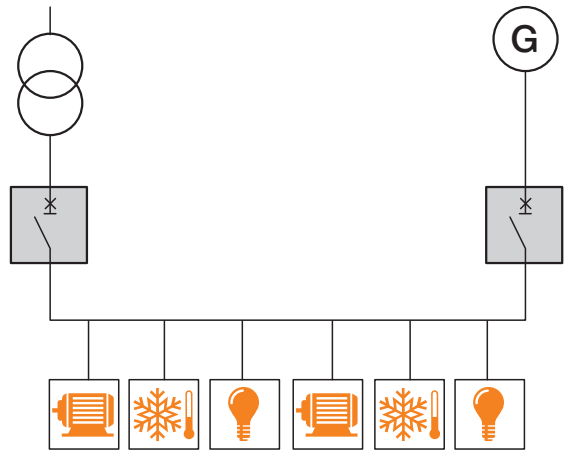
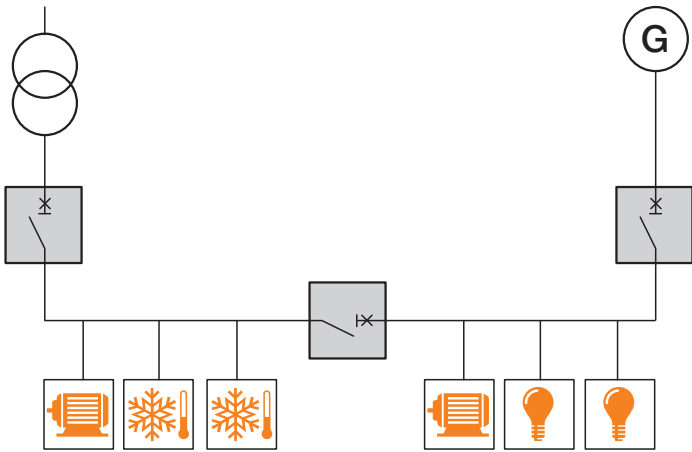


Интегрированный в Еmax 2 алгоритм частотной разгрузки пригоден для логики автоматического ввода резерва между аппаратами нагрузки. Когда резервный генератор предназначается лишь только для питания приоритетных нагрузок, элементы АВР спроектированы с конфигурацией с тремя выключателями, то есть, вводной выключатель - секционный выключатель - генератор. Секционный выключатель отделяет ответственные нагрузки от неприоритетных, разделяя шину Microgrid низкого напряжения на две части и устанавливая таким образом ограничение в конфигурации системы.

Благодаря интегрированной в Еmax 2 функции частотной разгрузки отпадает необходимость в секционном выключателе, там, где это возможно. Для консультантов в области систем это означает меньше ограничений и больше времени для установки электрической системы, помимо существенной экономии места в распределительном шкафу, вплоть до 50%. Система ATS должна управлять только двумя источниками, без взаимоблокировки, логического программирования и кабельной проводки для третьего выключателя. Кроме того, используя адаптивную функцию частотной разгрузки, неприоритетные нагрузки не задаются, а динамично выбираются в необходимом количестве в группе контролируемых нагрузок, поскольку алгоритм самовыравнивается на основе идентификации определенной ситуации с разбалансировкой мощности.

Рисунок 6: электрическая схема и НКУ без интегрированной функции частотной разгрузки Emax 2

Рисунок 7: электрическая схема и НКУ с интегрированной функцией частотной разгрузки Emax 2



# Еmax 2

## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Простота в использовании

Как правило, определение логики отключения нагрузок требует высокой инженерной компетенции и внушительных усилий по индивидуальной настройке, используя такие средства, как ПЛК. Еmax 2 гарантирует простоту в использовании благодаря готовым модулям и интуитивному графическому интерфейсу программного приложения для пуска в эксплуатацию. Это существенно снижает время программирования и ускоряет реализацию проектов Microgrid.

Рисунок 8: запуск функции частотной разгрузки без Еmax 2

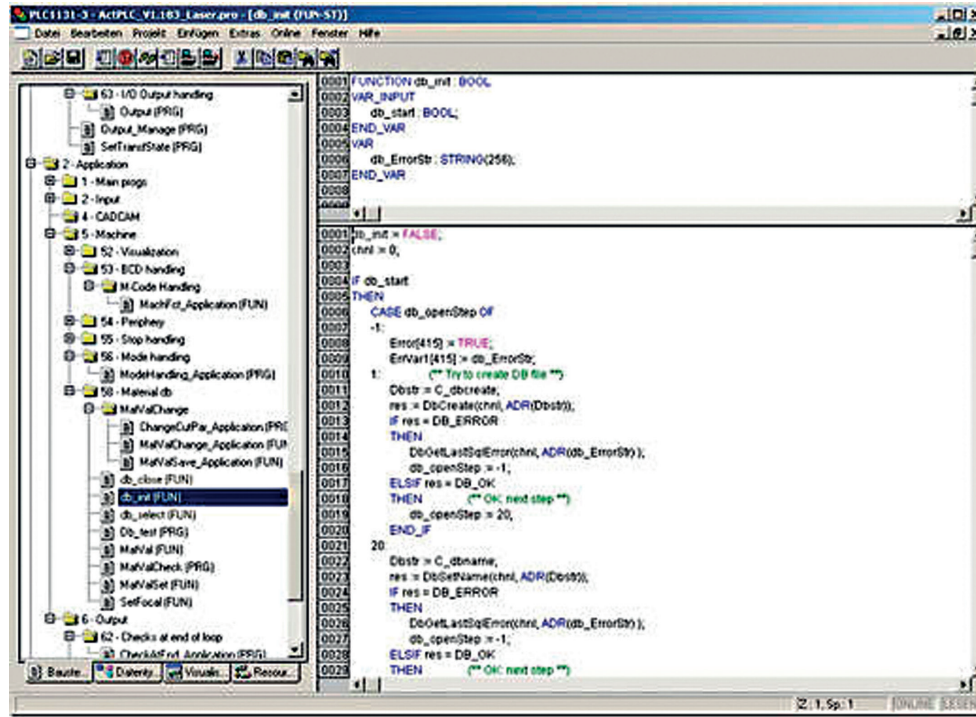
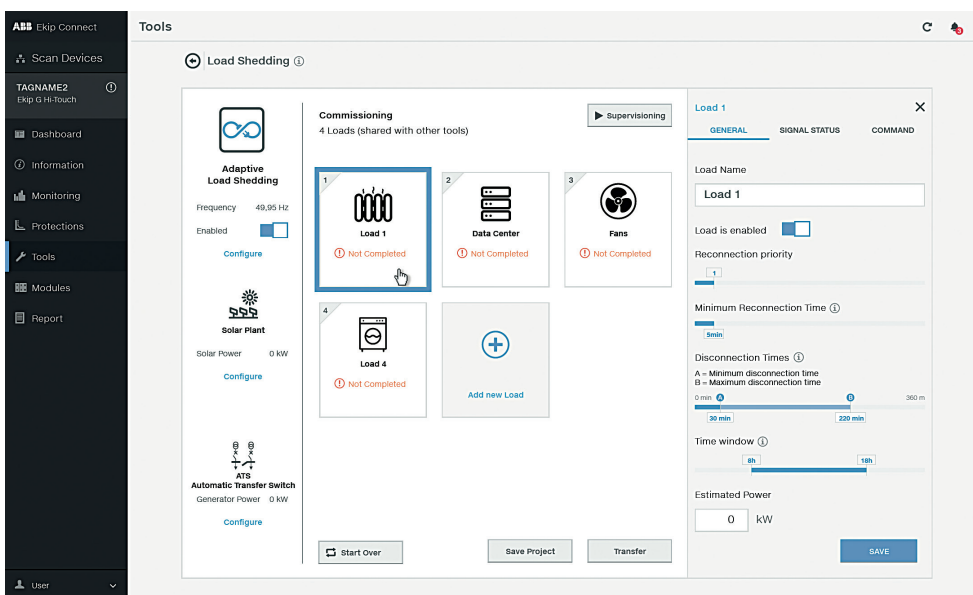


Рисунок 9: запуск функции частотной разгрузки с Еmax 2



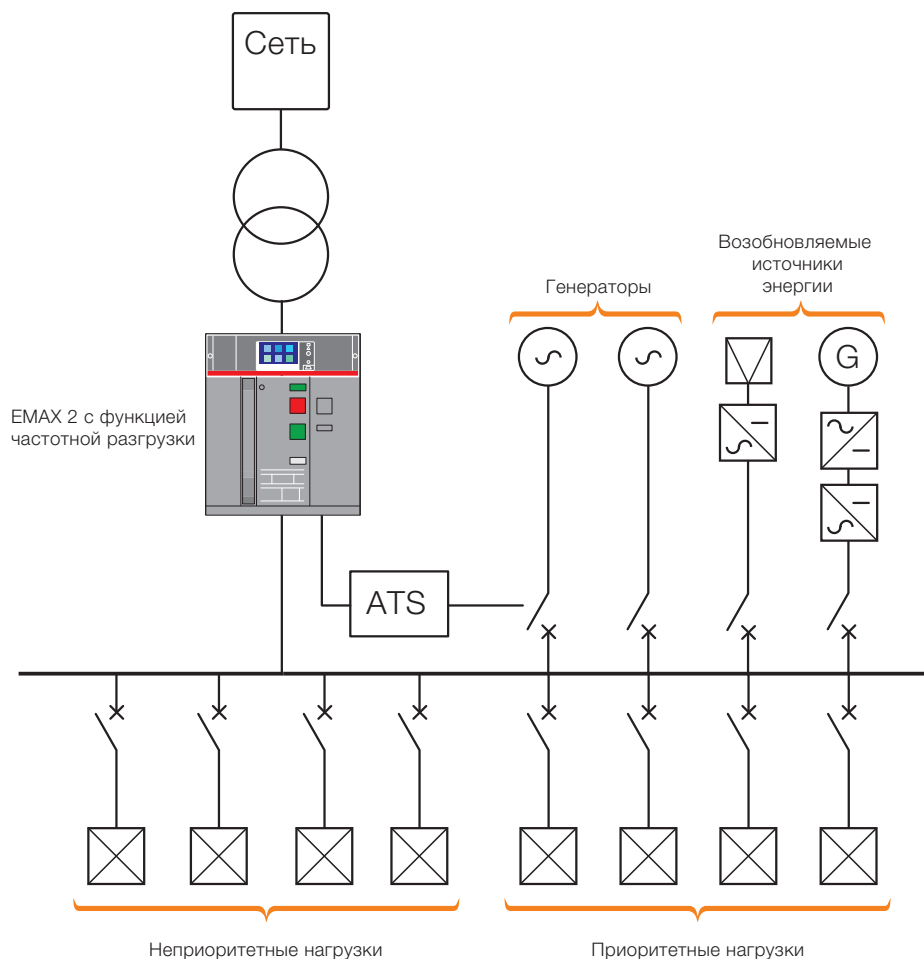
После отключения нагрузок во вмешательстве специалистов для их подключения нет необходимости, поскольку Еmax 2 автоматически и циклически подключит каждую нагрузку, без какой-либо опасности одновременного перезапуска. Эта функция обеспечивает высокую степень безопасности, без многочасовых трудозатрат для управления системой.

## Принцип работы

Функция частотной разгрузки используется для защиты сетей Microgrid во время работы в островном режиме. Возможными способами применения с одним интеллектуальным выключателем являются следующие:

- Системы, подключенные в параллель к сети с работающими энерговырабатывающими группами, которые используются для внутренней выработки энергии вместе с потенциальными восполняемыми источниками и поддерживают питание нагрузок в аварийных условиях. Это - случай с удаленно проживающими группами людей, имеющими гибридное фотоэлектрическое и дизель-генераторное питание, подключенными к слабым распределительным сетям, испытывающими частые ежедневные перебои, или же случай с потребителями, располагающимися в географических зонах, в которых часто происходят стихийные бедствия, такие как ураганы или землетрясения.
- Системы, подключенные в параллель к сети с резервными энерговырабатывающими группами, запущенными в результате срабатывания логики переключения главного выключателя - генератора, требующие высоких критериев надежности. Это - случай с больницами, банками и центрами обработки данных, нуждающимися в избыточности и бесперебойности работы, следовательно, в необходимости избежать отключения электропитания, когда аварийные энерговырабатывающие группы подключаются к системе.

Рисунок 10: пример конфигурации системы с Emax 2, обладающей функцией частотной разгрузки



Несмотря на то, что сети Microgrid с дизель-генераторными группами являются наиболее распространенным решением, в качестве альтернативы можно предусмотреть системы накопления энергии, в которых гарантируется инерционность системы.

Развивая эту ситуацию, также отдельно существующие Microgrid способны использовать интегрированную в Emax 2 логику частотной разгрузки, который становится главным выключателем защиты генератора. В этих условиях, как и в случае применения на судах, генератор становится главным источником питания, замещающим распределительную сеть.

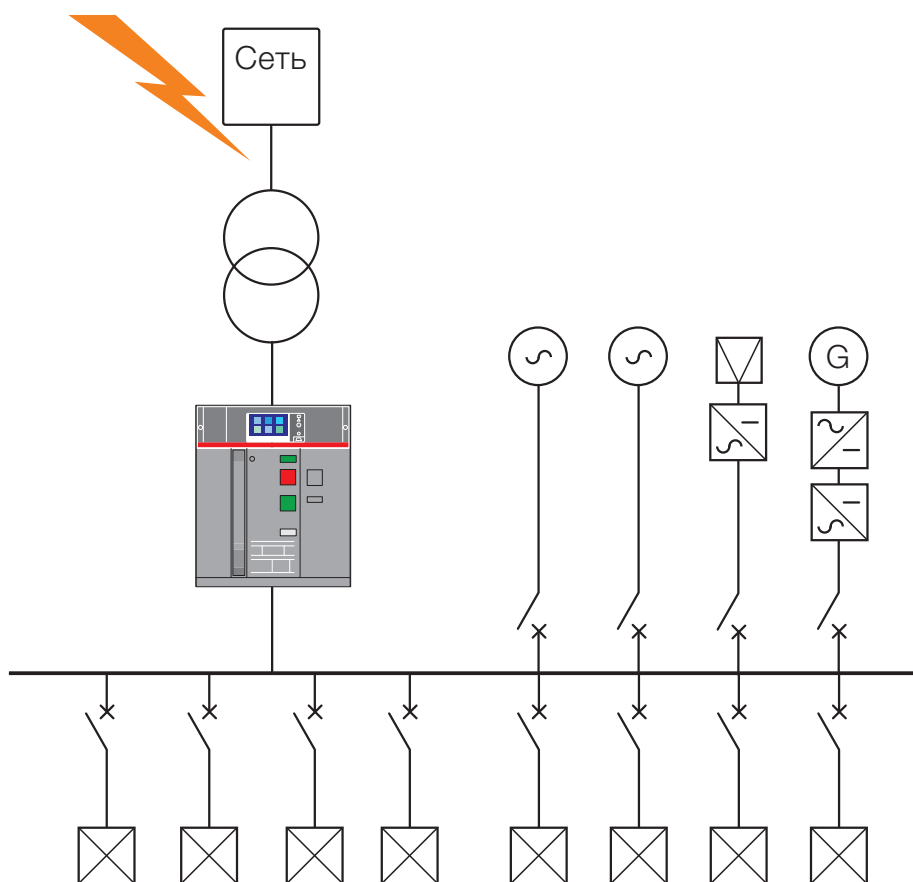
## Еmax 2

# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Базовая частотная разгрузка

На Рисунке 11 показывается выключатель в общей точке подключения Microgrid: когда выключатель размыкается, микросеть отключается. Это вызывает нежелательное условие разбалансировки частоты, но при этом, Еmax 2 обеспечивает частотную разгрузку, отключая группу непероритетных нагрузок для восстановления сбалансированности питания, следовательно, избегая снижения частоты с вытекающим из этого простоем системы по причине срабатывания защиты генератора. Когда Microgrid вновь подключается к сети среднего напряжения, Еmax 2 возвращается во включенное состояние, и нагрузки также могут быть автоматически повторно включены по циклической последовательности.

Рисунок 11: возможная ситуация при неисправности, отключающей Microgrid

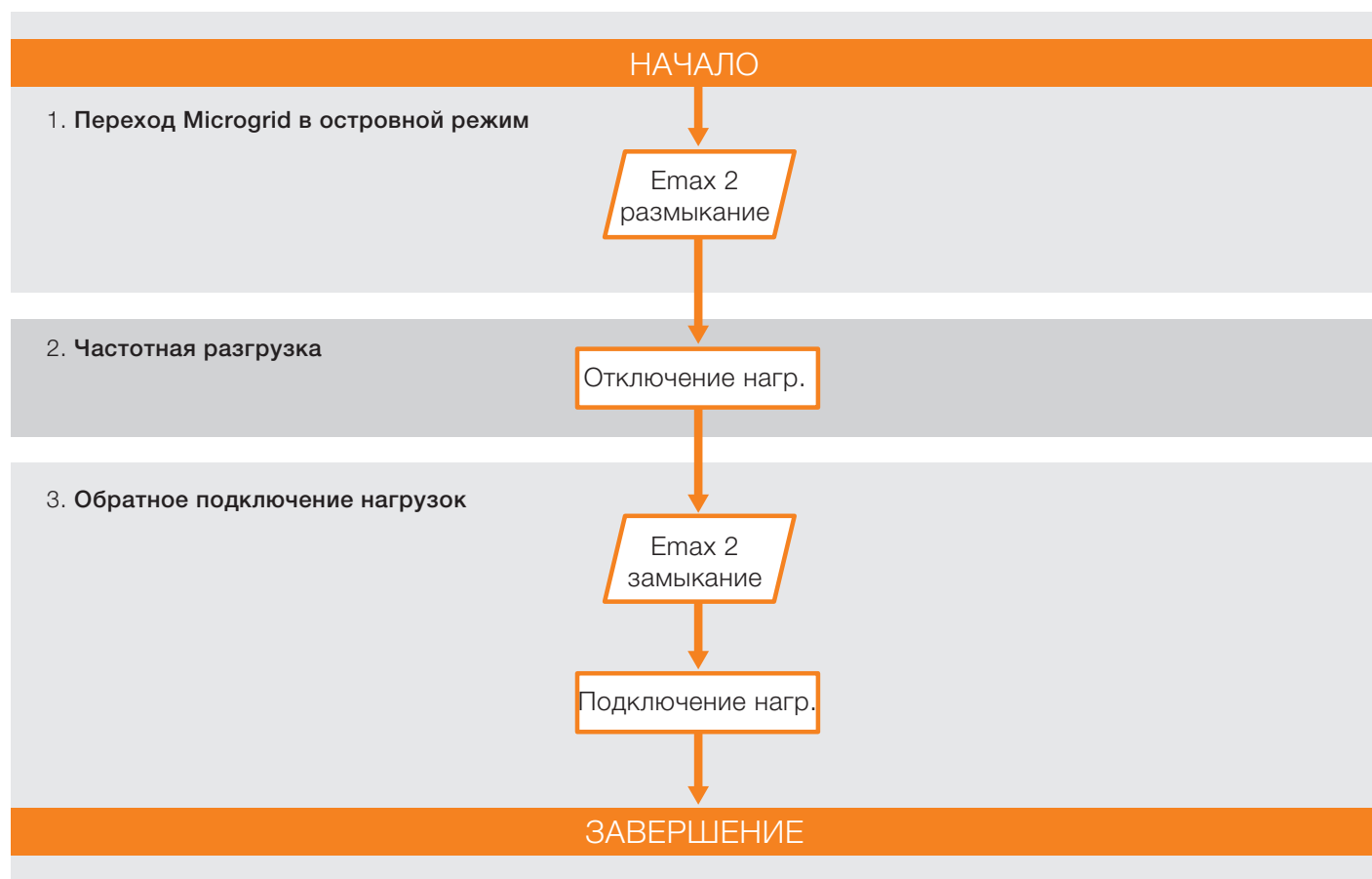




## Принцип работы

На Рисунке 12 показываются все шаги логики, управляющей базовой функцией частотной разгрузки.

Рисунок 12: фазы логики, управляющей базовой функцией частотной разгрузки.



### 1. Переход Microgrid в островной режим

Главный выключатель Emax 2 размыкается в результате сбоя или же ручной/дистанционной операции, например, при выполнении обслуживания подстанций или же стратегий тарификации для развития внутреннего потребления.

### 2. Частотная разгрузка (отключение нагрузок)

После размыкания главного выключателя группа из N числа контролируемых нагрузок (15 максимум) одновременно отключаются при помощи одного контакта I/O. Выходной контакт сигнализирует аварию при несоответствии состояния нагрузок поданным командам.

### 3. Обратное подключение нагрузок

После подключения Microgrid к главной сети рекомендуется подключить отключенные нагрузки для стабилизации сети. Это должно выполняться лишь только для нагрузок, у которых не было срабатывания аварийной сигнализации. Каждая нагрузка n будет постепенно подключена для предотвращения стрессового переходного периода, используя контакты I/O и команды управления. Устанавливается задержка по времени для последовательности подключения.

## Еmax 2

# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Адаптивная частотная разгрузка

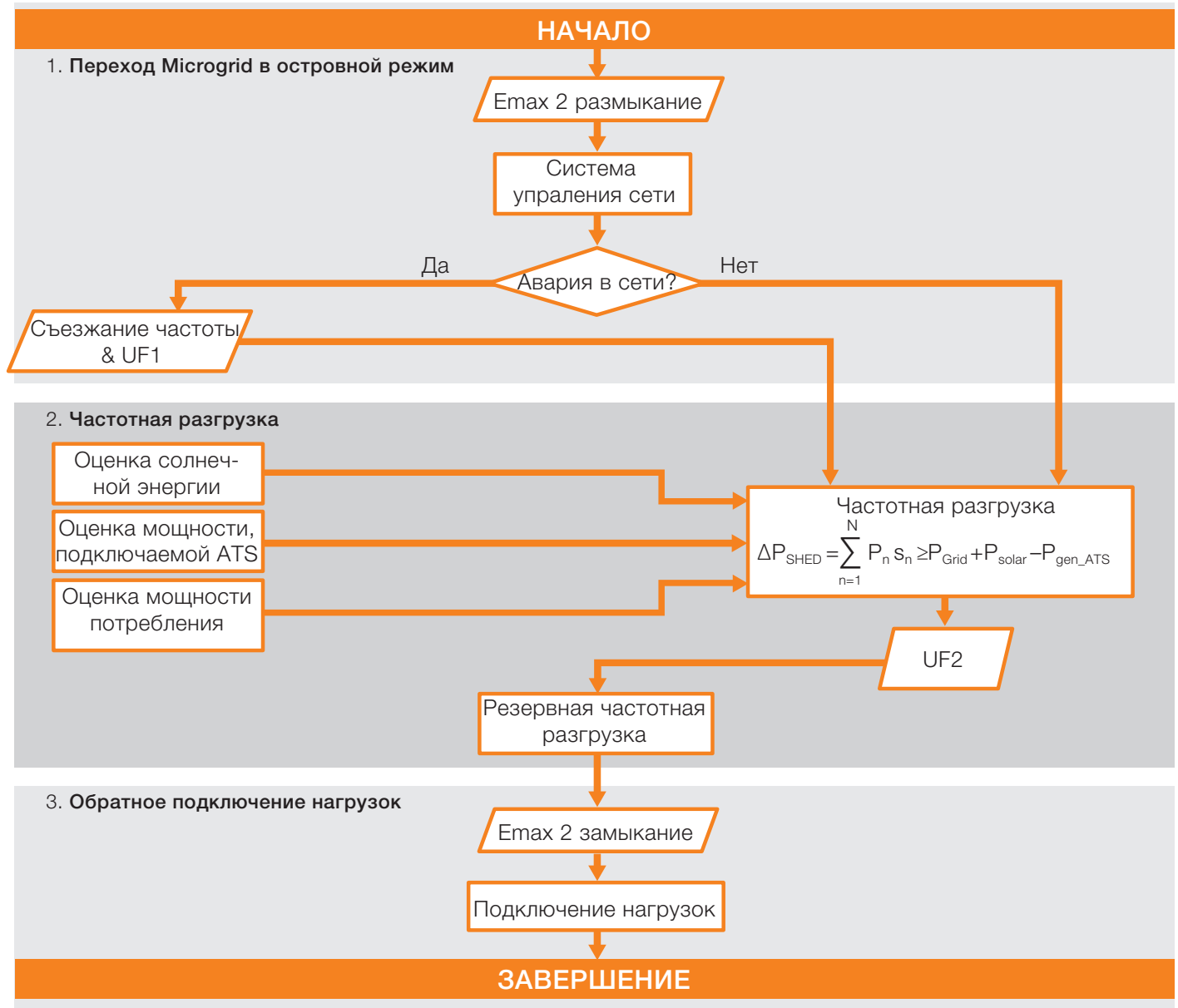
Ситуация аналогична той, которая описана для базовой функции частотной разгрузки, но адаптивная функция основывается на более сложном алгоритме, который отключает нагрузки в зависимости от оценки потока энергии. Выключатель определяет причину, по которой система должна перейти в островной режим, распознает аварийное состояние при помощи прогрессивных измерений и быстро осуществляет отключение нагрузок. Кроме того, он запоминает мгновенное потребление мощности Microgrid, определяет параметры потребления нагрузок и оценивает выработку солнечной энергии в реальном времени.

Все произведенные расчеты предназначаются для адаптации частотной разгрузки к каждой отдельной ситуации. Как и в базовой функции частотной разгрузки, когда Microgrid возвращается к параллельной работе с сетью, нагрузки автоматически подключаются обратно. Кроме того, логика ATS полностью совместима с адаптивной функцией частотной разгрузки. Резервный генератор подключенный к сети по логике ввода резерва, следовательно, указанная пользователем мощность не принимается во внимание при анализе отключаемых неприоритетных нагрузок. Эта функция позволяет избежать установки выключателя нагрузки (секционного выключателя), если он используется для отделения неприоритетных нагрузок от приоритетных.

### Принцип работы

На Рисунке 13 показываються основные шаги, касающиеся алгоритма интегрированной в расцепитель Еmax 2 адаптивной функции частотной разгрузки.

Рисунок 13: Логика адаптивной функции частотной разгрузки



## 1. Переход Microgrid в островной режим

Работа в островном режиме начинается при размыкании главного выключателя Emax 2. Перед отключением выключатель измеряет двунаправленным способом силовой поток Microgrid, измеряя, не потребляет ли система больше того, что производит и наоборот. В первом случае запускается оценка процедуры частотной разгрузки.

Emax 2 определяет, вызвано ли отключение сбоями в главной сети или же другими причинами, напр., обслуживанием, срабатыванием при отключении выключателя среднего напряжения или же логикой тарификации, определенной системами оптимизации для повышения внутреннего потребления. В случае неисправности сети выключатель срабатывает посредством интерфейсной защиты IPS<sup>2</sup> или же выключается местной/удаленной командой выключения.

В случае сбоя значение сетевого напряжения существенно снижается, следовательно, как правило, нагрузки потребляют меньше мощности, а генераторы вырабатывают больше. Таким образом, динамика переходного периода является более медленной, чем в других ситуациях. Имея больше времени на выполнение действий, Emax 2 определяет тренд изменения частоты после сбоя и осуществляет частотную разгрузку (отключение нагрузок) только в том случае, если он определил, что ROCOF (скорость изменения частоты) превысила порог минимальной частоты (UF1). Благодаря параметрам ROCOF и UF1 функция частотной разгрузки нечувствительна ни к кратковременным помехам, ни к аварийным условиям.

В других случаях частота снижается быстро, следовательно, Emax 2 не имеет времени в распоряжении для определения отношения между Microgrid и активной выработкой энергии. Это - также и случай функции ATS: когда резервный генератор подключается к Microgrid, он должен выдерживать все нагрузки, несмотря на его расчётную мощность для определенного процента нагрузки системы.

<sup>2</sup> Смотрите информационный документ 1SDC007117G0201 - Интерфейсная защита и Интерфейсное устройство

## 2. Частотная разгрузка

В случае активации нагрузки быстро отключаются согласно формуле 1.

Формула 1

$$\Delta P_{\text{SHED}} = \sum_{n=1}^N P_n s_n \geq P_{\text{Grid}} + P_{\text{solar}} - P_{\text{gen\_ATS}}$$

- $\Delta P_{\text{SHED}}$  - это количество отключаемой мощности, определяемое в зависимости от ситуации с потоками нагрузок. В частности, это количество соответствует сумме мощностей минимального количества (N) нагрузок, которое может покрыть требуемую мощность для частотной разгрузки. Иными словами, это - результат расчета разбалансировки мощности.
- $P_{\text{Grid}}$  - это измеренная мощность, которая потреблялась от сети перед отключением. Emax 2 конфигурирован для положительного потока мощности сверху-вниз, следовательно, он использует сбор нагрузок.
- $P_{\text{solar}}$  - это оценка мощности фотоэлектрической системы в Microgrid. Она может быть отключена после работы в островном режиме после срабатывания внутренних защит статических преобразователей, следовательно, создаёт недостаток мощности в системе.

Расчет солнечной мощности основывается на некоторых параметрах, установленных пользователем во время пуска в эксплуатацию (см. пункт 5):

- географическое положение
- дата и время
- наклон и направленность фотоэлектрических панелей
- размеры фотоэлектрической системы

Emax 2 анализирует эту информацию и составляет ежедневный консервативный профиль солнечной мощности.

- $P_{\text{gen\_ATS}}$  - это мощность резервного генератора в конфигурации системы ATS основной ввод - генератор. Этот параметр вводится пользователем во время пуска в эксплуатацию (см. пункт 5)).
- $P_n$  - это мощность, потребляемая нагрузкой n. Она получается умножением номинальной мощности на коэффициент использования, в зависимости от типа нагрузок. Речь идет о неприоритетных нагрузках, отключаемых в аварийных ситуациях, например, о тепловых нагрузках, таких как системы климатизации, печи, холодильные камеры или насосы, пневматические компрессоры, охладители, неаварийное освещение.
- $s_n$  - это состояние (включенное/выключенное) нагрузки n. Например, если оно является выключенным, то значение принимается ноль, т.к. данная нагрузка не может быть задействована для частотной разгрузки.

Если частота продолжает снижаться и превышает второй порог минимальной частоты (UF2), Emax 2 отключает все контролируемые нагрузки, не отключенные ранее, чтобы не допустить возникновения потенциального полного отключения питания.

## 3. Обратное подключение нагрузок

Эта процедура идентична приведенной для базовой функции частотной разгрузки (смотрите пункт 4.1.1).

# Emax 2

## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Программа для настройки Ekip Connect 3.0

Ekip Connect 3.0 упрощает сложную фазу программирования, которая является существенным препятствием для использования расширенных функций с другими устройствами.

Функции Частотной разгрузки настраиваются в разделе "Tools", где пользователь может выбрать необходимую конфигурацию.

Функцию частотной разгрузки можно конфигурировать даже без приобретения лицензии, чтобы ознакомиться с использованием приложения и понять, отвечает ли алгоритм предписанным для Microgrid требованиям. С другой стороны, существует возможность сохранять проекты в специальных файлах и загружать их для других операторов и в другие системы, гарантируя наивысшую гибкость для любого применения.

Базовая функция частотной разгрузки стандартно заложена в выключатель Emax 2, но характеристики можно повысить при помощи адаптивной функции частотной разгрузки.

Рисунок 14: Выбор функции частотной разгрузки

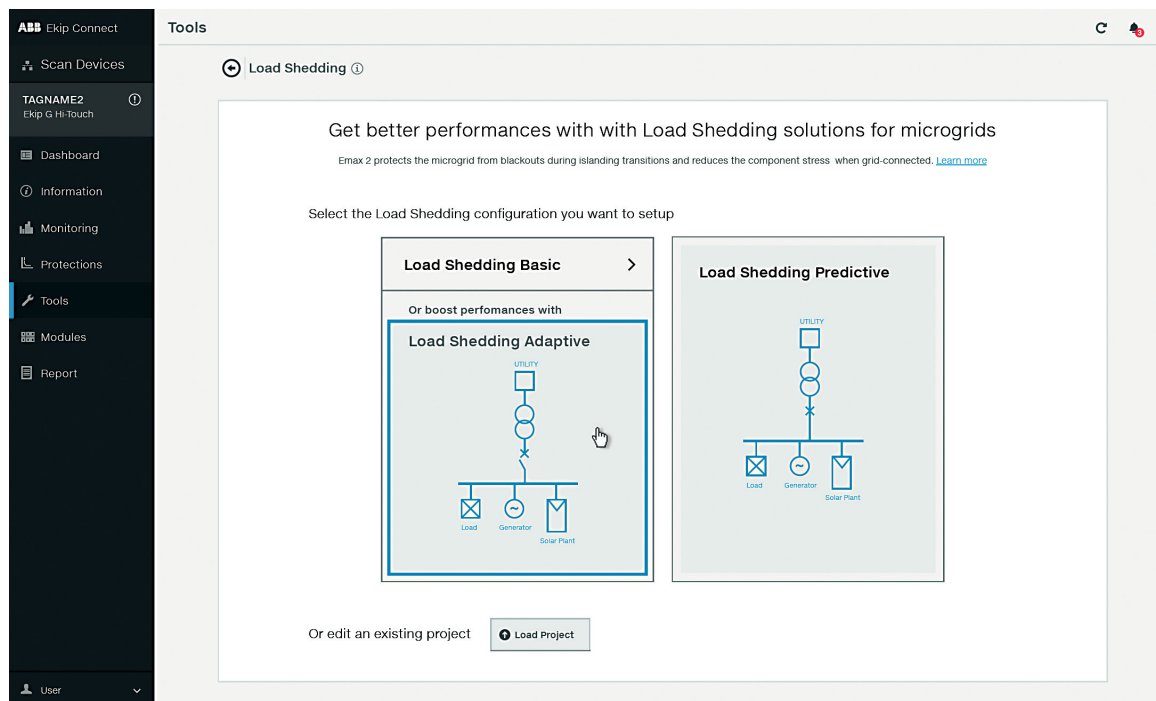
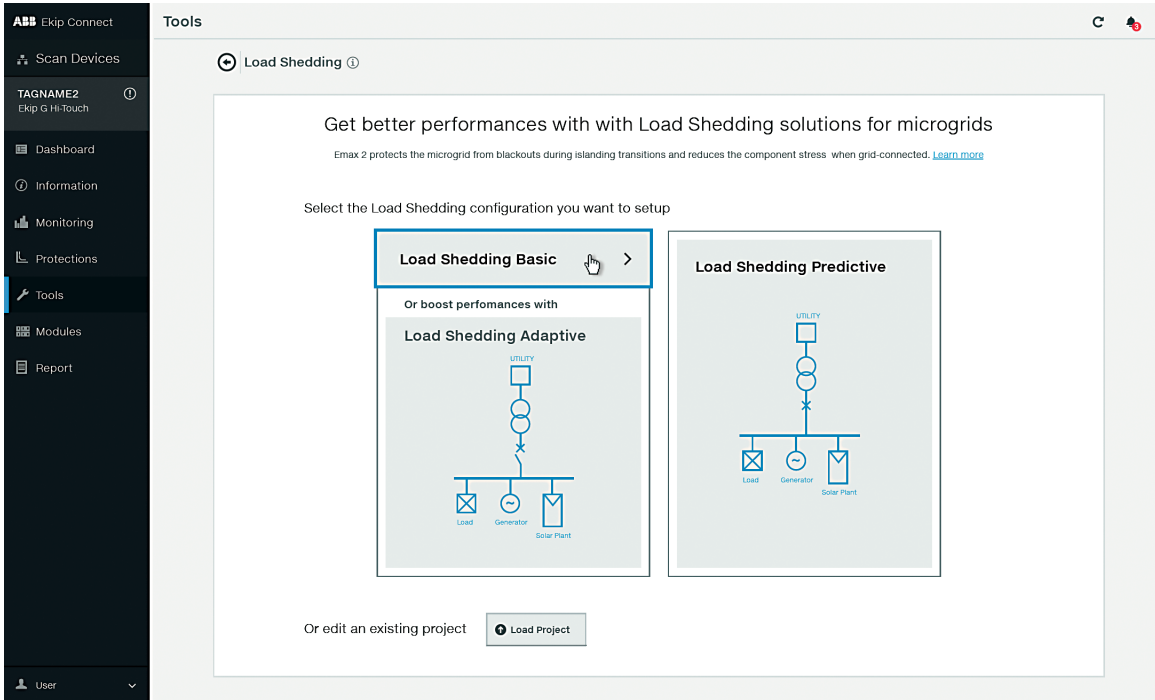


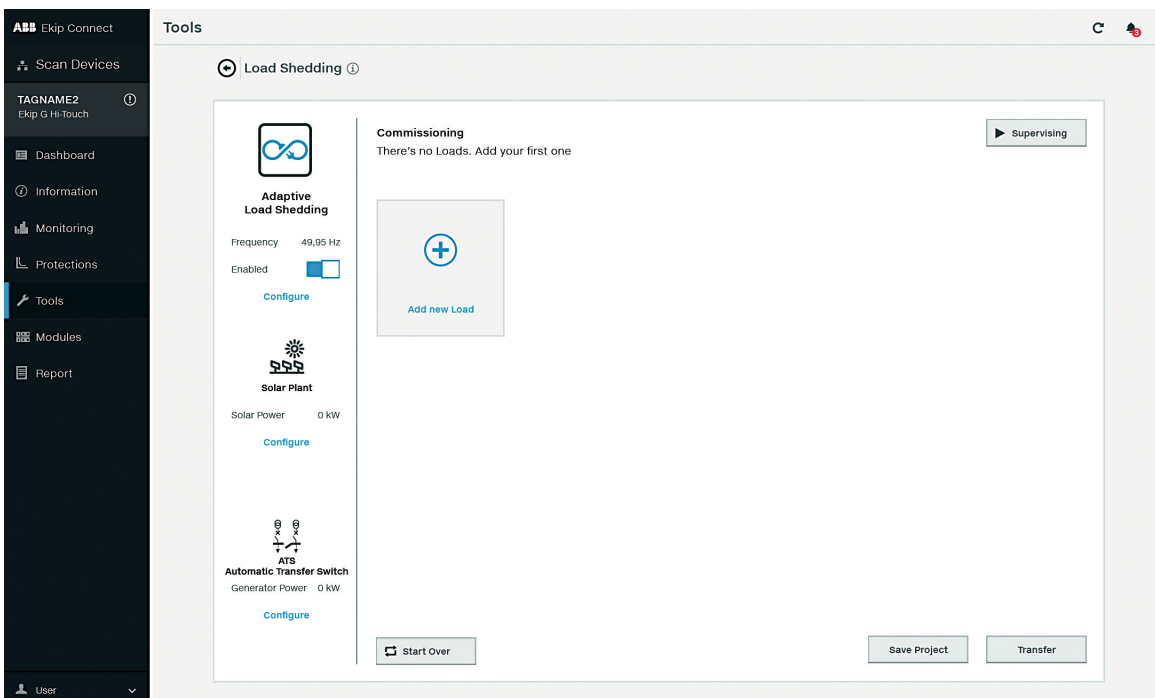
Рисунок 15: Несмотря на выбор базовой функции частотной разгрузки, всегда можно попробовать адаптивную функцию частотной разгрузки



Ekip Connect имеет два способа использования функции частотной разгрузки; один - для этапа пуска в эксплуатацию, другой - для контроля работающей системы.

Во время пуска в эксплуатацию, если уже были задействованы другие совместимые средства (IPS или интегрированный ATS), некоторые параметры уже будут получены, и это позволяет избежать повторения одной и той же конфигурации.

Рисунок 16: пуск в эксплуатацию адаптивной функции частотной разгрузки при совместном использовании некоторых нагрузок другими средствами



# Emax 2

## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

Конфигурация адаптивной функции частотной разгрузки подразделяется на 2 этапа:

1) Конфигурация настроек Emax 2 для частотной разгрузки

Рисунок 17: основные настройки Emax 2, адаптивной функции частотной разгрузки

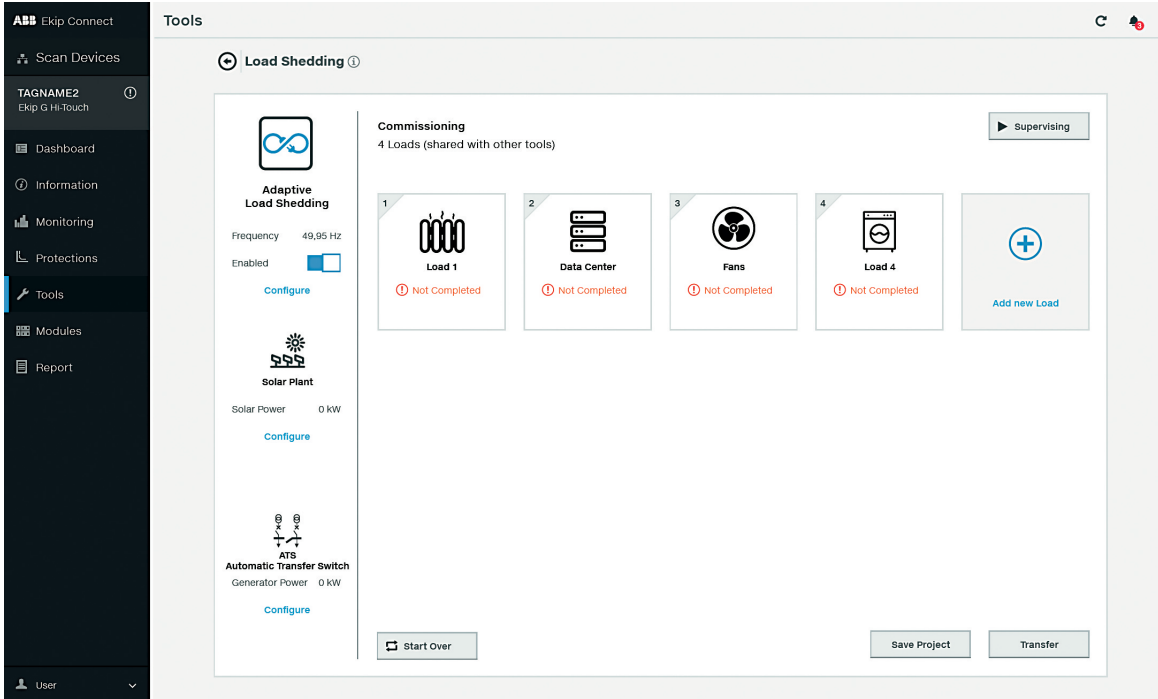


Рисунок 18: параметры для оценки фотоэлектрической системы

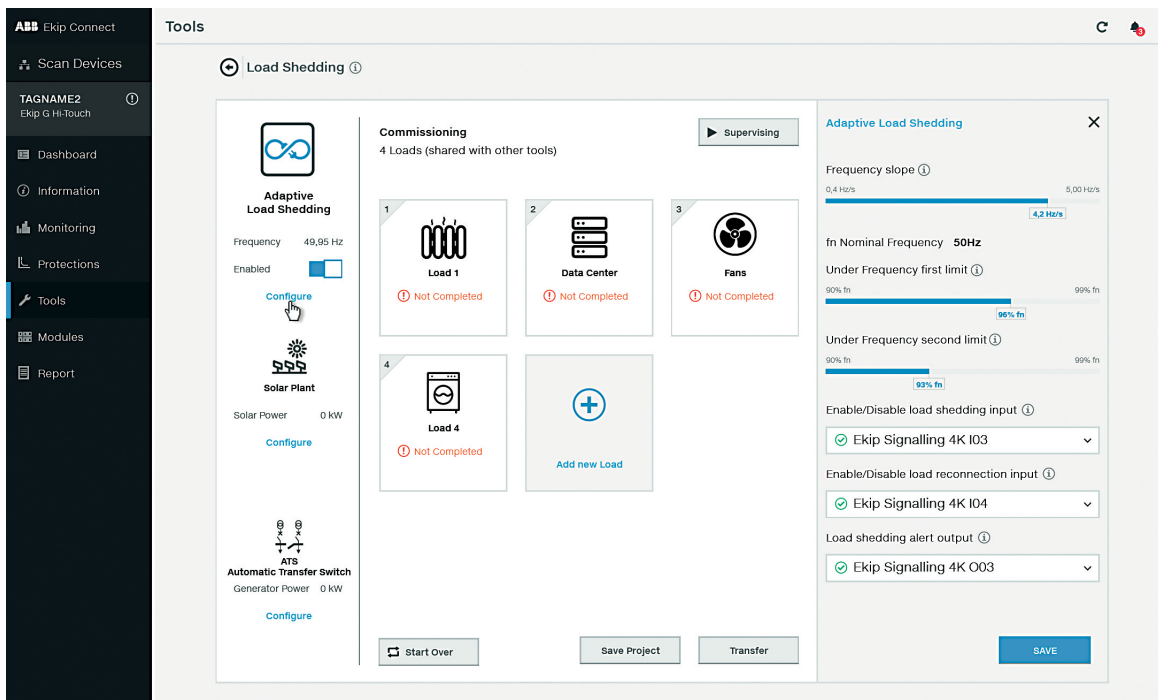
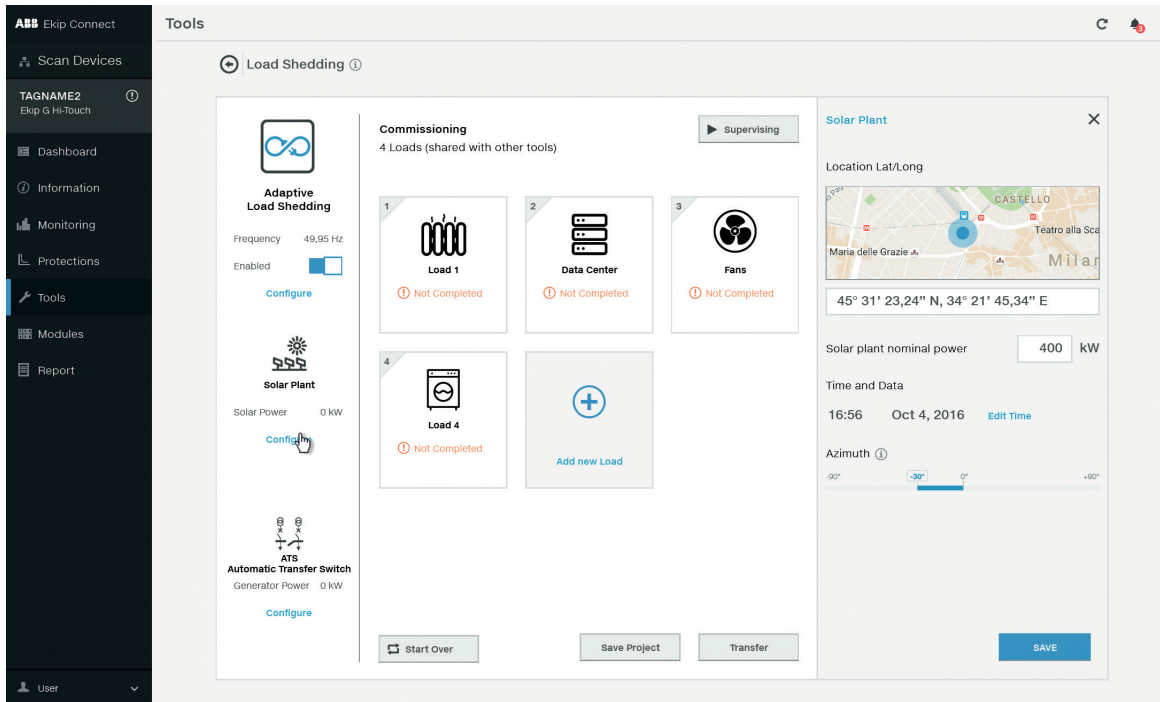


Рисунок 19: Определение резервной выработки энергии ATS<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Если вводится значение "0 кВт", то это означает, что не предусматривается никакой резервной выработки энергии ATS в Microgrid.

## 2) Конфигурация контролируемых нагрузок

Рисунок 20: общая конфигурация с ограничениями по времени

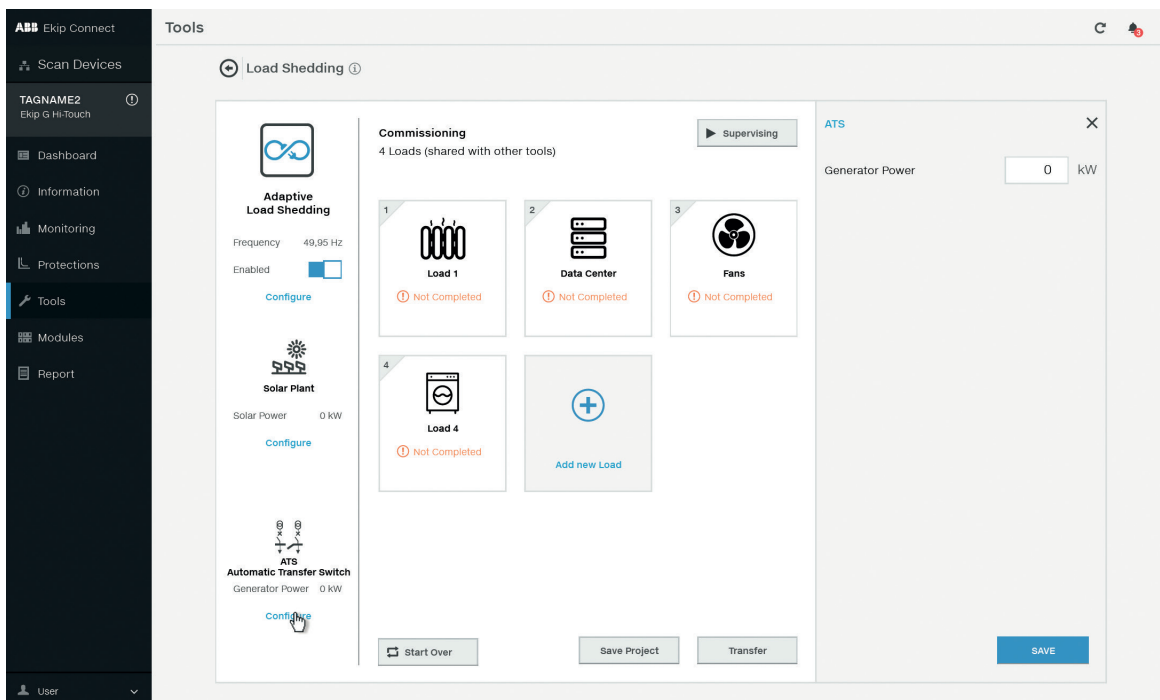


Рисунок 21: определение состояния сигналов

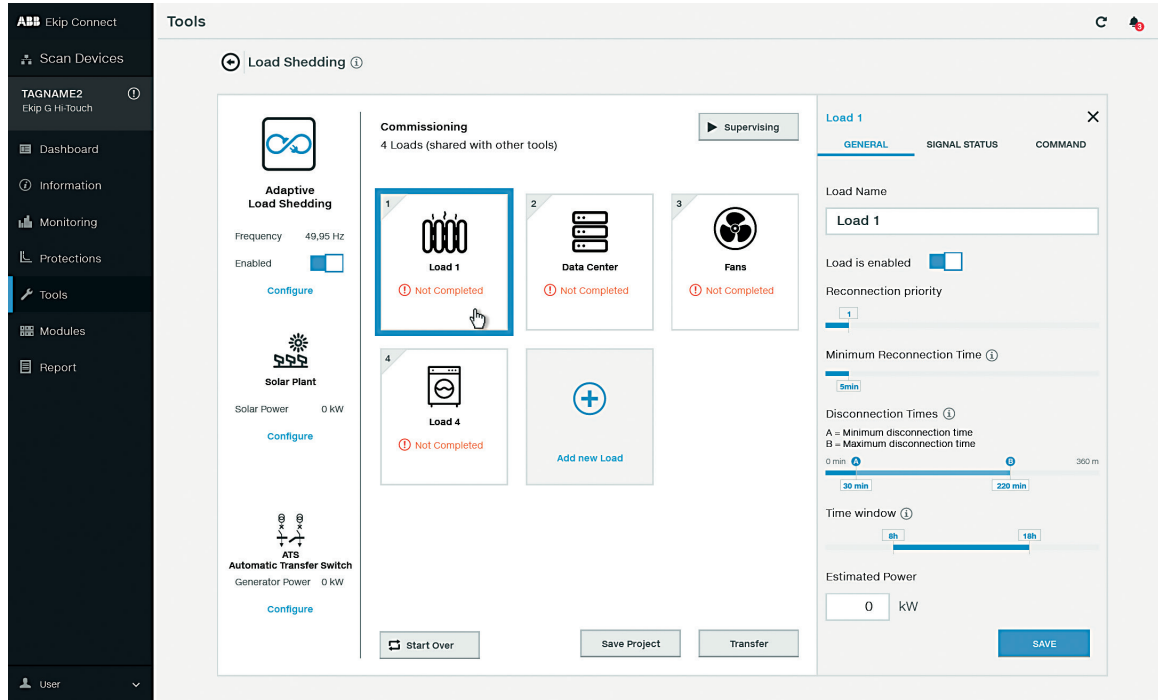
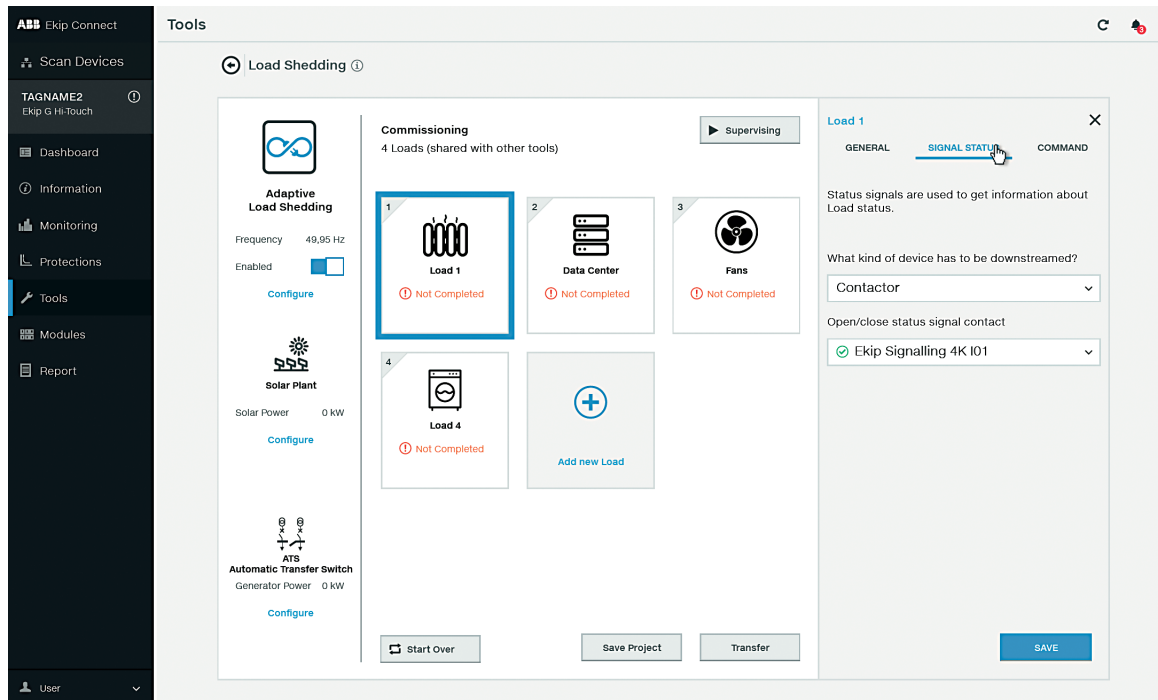


Рисунок 22: команды для настройки устройств каждой нагрузки





После пуска в эксплуатацию логику можно легко передать на выключатель, если уже была приобретена лицензия на программное обеспечение, и есть возможность оценить, как работают виджеты диспетчеризации. Они касаются контролируемых нагрузок, оценки пиковой солнечной мощности за год и значений частоты Microgrid в реальном времени.

Рисунок 23: передача логики адаптивной функции частотной разгрузки на выключатель Emax 2

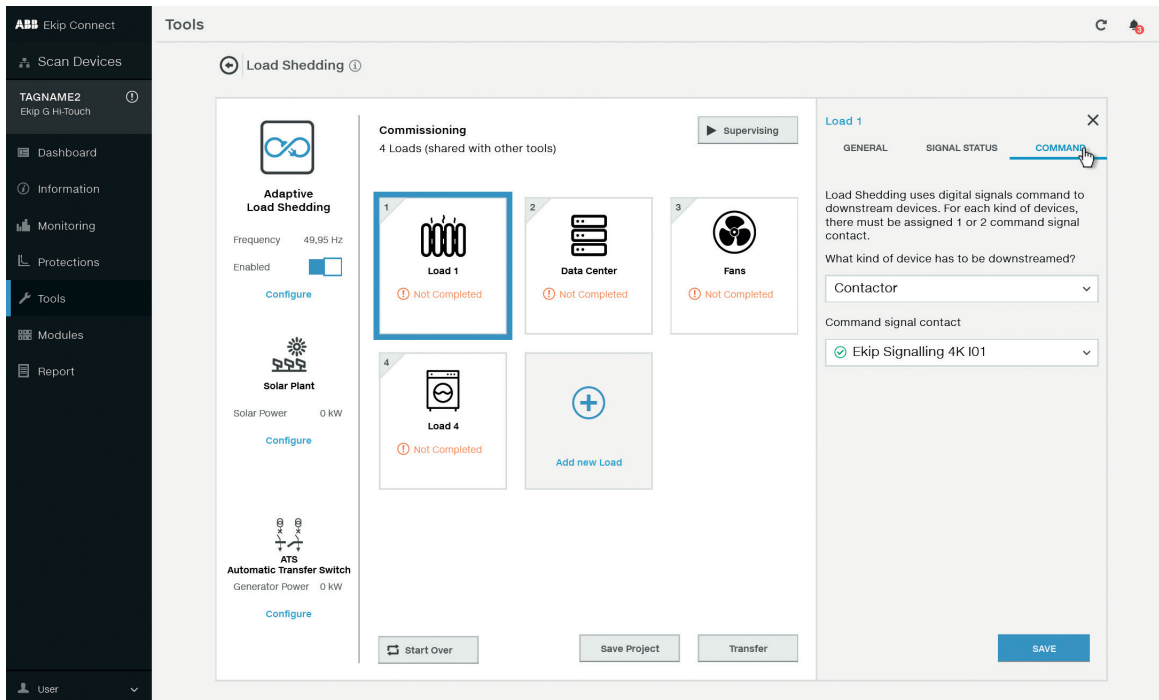
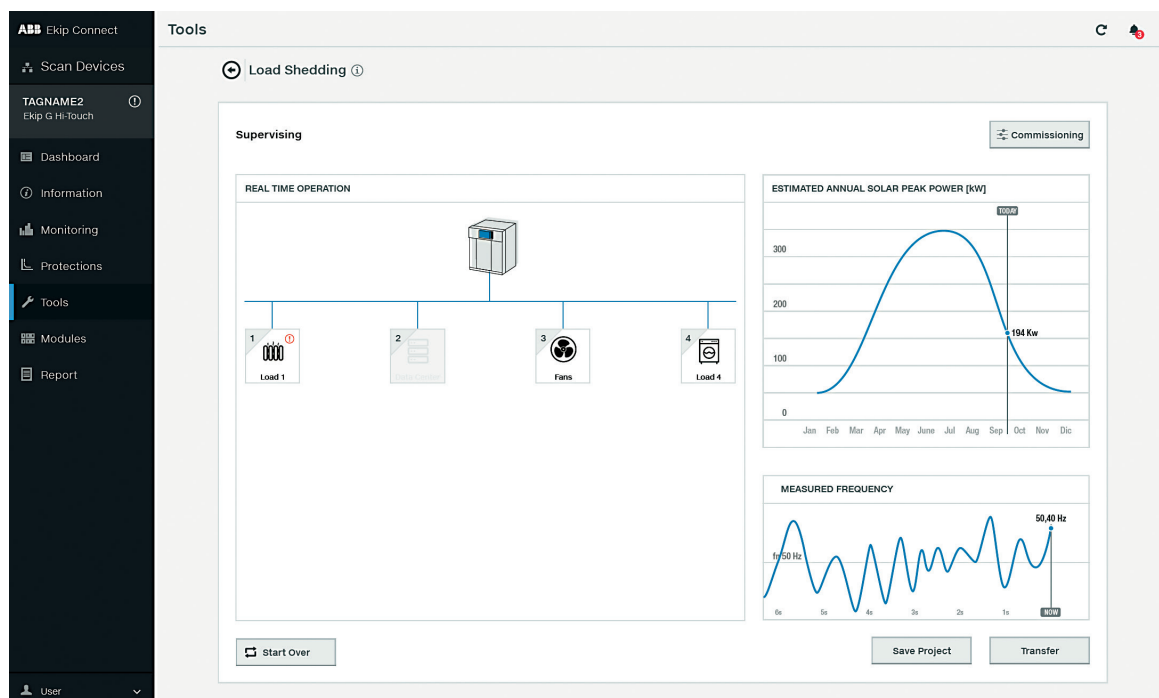


Рисунок 24: виджеты диспетчеризации



# Еmax 2

## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Пример применения адаптивной функции частотной разгрузки

#### Промышленность

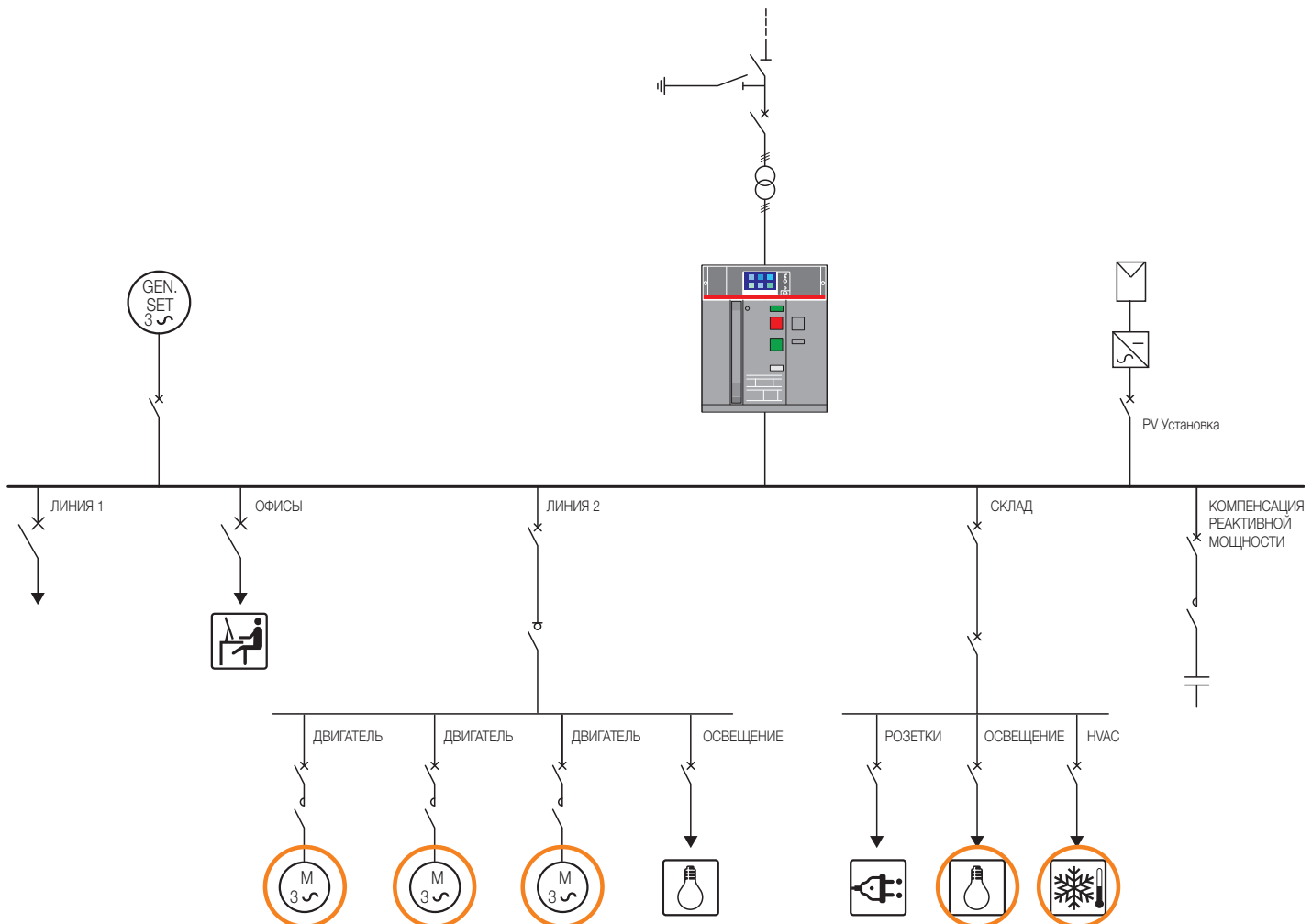
Этот пример применения рассматривает предприятие, подключенное к распределительной сети СН через трансформатор СН/НН (15 кВ/400 В). На Рисунке 24 показывается, что система включает в себя дизель-генераторную группу ( $S_n = 625 \text{ кВА}$ ,  $P_n = 500 \text{ кВт}$ ) и PV систему ( $P_n = 100 \text{ кВт}$ ), которые работают параллельно с распределительной сетью в подключенном к сети режиме. Общая активная мощность, потребляемая нагрузками, равна 1000 кВт, следовательно, отбираемая из сети мощность в солнечный день равна 400 кВт. Из этого следует, что общая мощность неперіоритетных нагрузок должна быть не менее 500 кВт (сумма мощности, подаваемой из сети, и номинальной мощности ФЭ системы<sup>4</sup>).

Главный выключатель Еmax 2, установленный непосредственно за трансформатором СН/НН, имеющий функцию Системы интерфейсной защиты, - это E1.2C с  $I_u = 800 \text{ А}$ .

Имеются две производственные линии: линия 1 и линия 2. Линия 1 питает приоритетные нагрузки, которые являются частью непрерывного производственного процесса, и которые таким образом не могут контролироваться функцией частотной разгрузки во время работы в островном режиме. Наоборот, линия 2 питает неперіоритетные нагрузки, которые могут контролироваться функцией частотной разгрузки при помощи установленных контакторов на силовой цепи соответствующих асинхронных двигателей. Кроме того, на складе имеются многочисленные нагрузки (напр., система освещения и система HVAC), которые могут контролироваться функцией частотной разгрузки посредством выключателей.

<sup>4</sup> Как указывалось выше, предполагается, что в островном режиме PV система прекращает подачу энергии по причине самозащиты режима ожидания инвертора.

Рисунок 25



Приоритет подключения и контролируемые устройства, выбранные клиентом, перечисляются в Таблице 1:

Таблица 1

Подключение Приоритет	Нагрузка	Номинальная мощность[кВт]	Коэффициент загрузки	Общая мощность[кВт]	Контролируемое устройство
1	Система HVAC	3 x 50	0,8	120	Выключатель
2	Освещение	3 x 30	1	90	Выключатель
3	Ленточный транспортер - асинхронный двигатель	100	0,9	90	Контактор
4	Пневматический компрессор 1 - асинхронный двигатель	140	0,8	112	Контактор
5	Пневматический компрессор 2 - асинхронный двигатель	120	0,8	96	Контактор
				<b>508</b>	

На Рисунке 26 приводятся графики изменения частоты во время работы в островном режиме в следующих случаях:

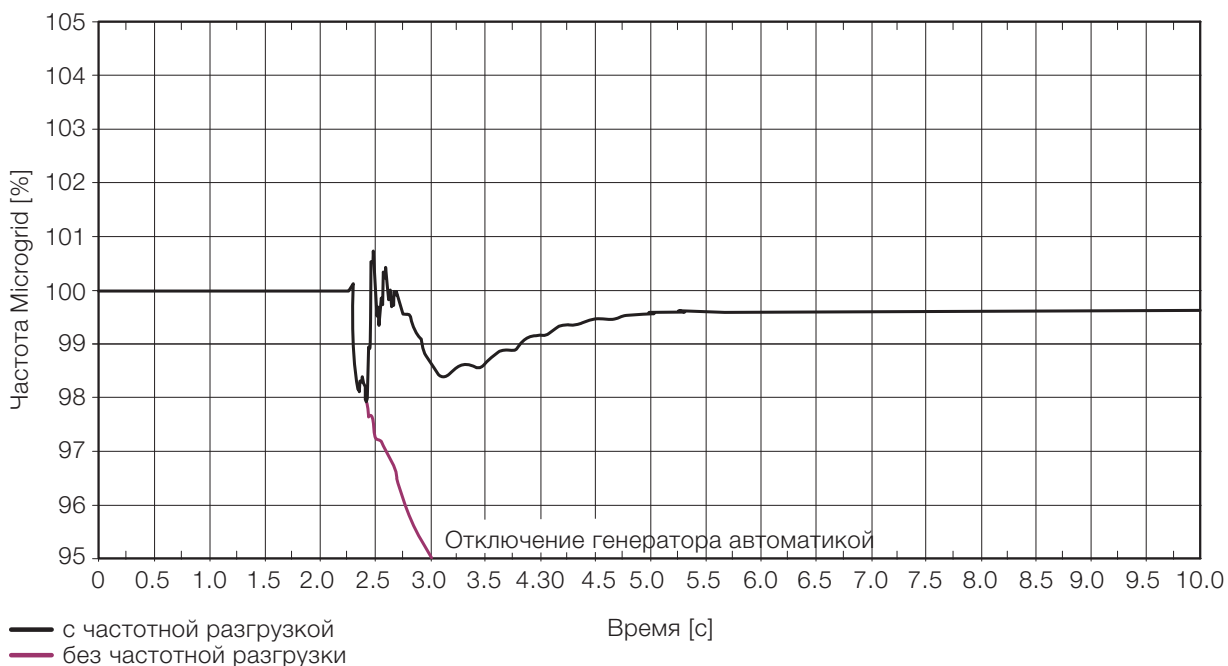
- без функции частотной разгрузки (красная линия)
- с функцией частотной разгрузки (синяя линия)

Следует отметить, что в первом случае переключение работы с режима подключения к сети на островной режим приводит к снижению частоты, вызванному отбором мощности пассивными нагрузками, которая превышает мощность, подаваемую энерговырабатывающей группой. Следовательно, как только частота достигнет порога минимального напряжения защиты, установленного на линии генератора, будет произведено отключение всей Microgrid.

И наоборот, во втором случае, который предусматривает функцию частотной разгрузки, как только выключается главный выключатель Emax 2, алгоритм отключает определенное количество неперипоритетных нагрузок для обеспечения сбалансированности между отбираемой мощностью и локально вырабатываемой. Следовательно, снижение частоты является менее выраженным и оно останавливается на значении, выше, чем в предыдущем случае. Таким образом, не происходит срабатывание защиты частоты и Microgrid остается активной.

Затем, когда главный выключатель Emax 2 включается, функция частотной разгрузки подключает все нагрузки в соответствии с перечнем приоритетов.

Рисунок 26



## Еmax 2

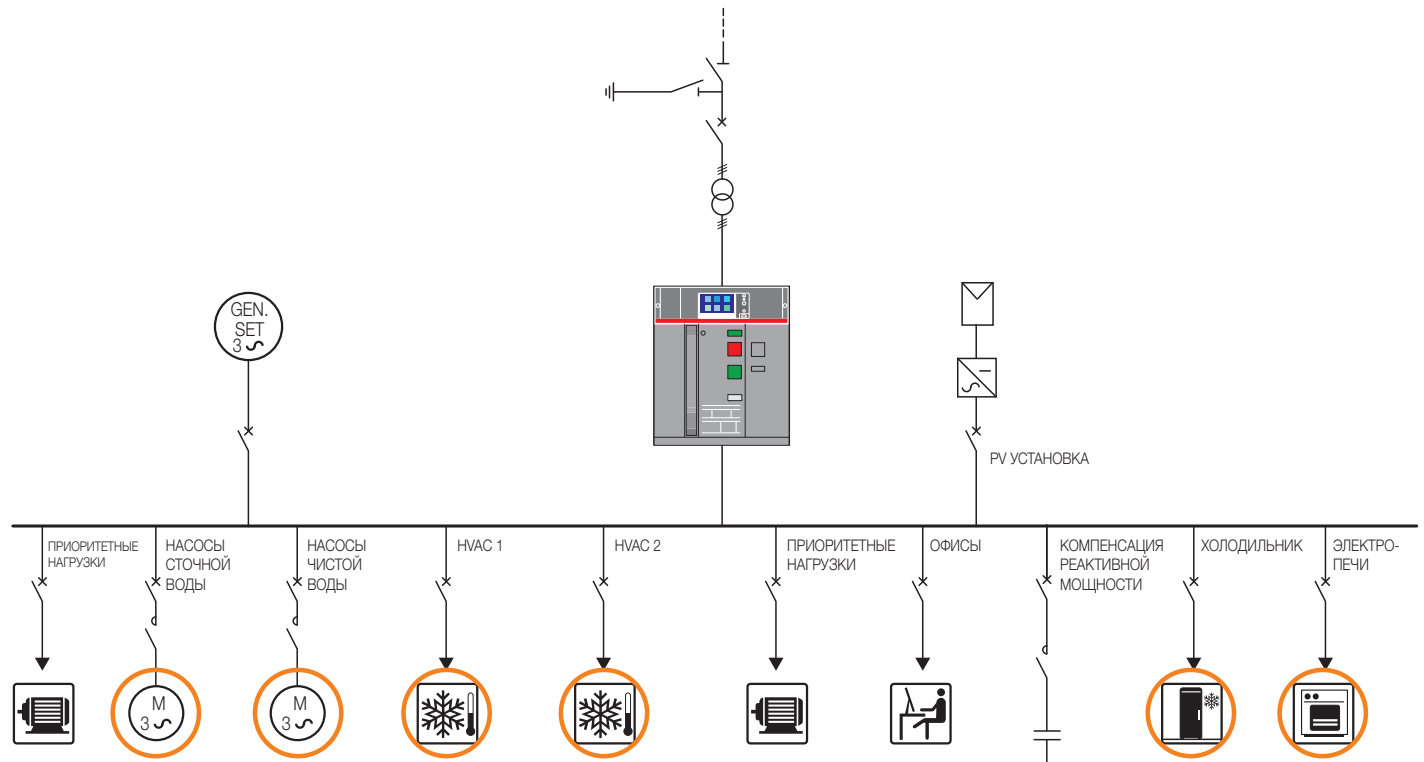
# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Коммерческое строительство

Этот пример применения рассматривает деловой центр, подключенный к распределительной сети СН через трансформатор СН/НН (15 кВ/400 В). На Рисунке 26 показывается, что система включает в себя PV установку ( $P_n = 100$  кВт), которая работает параллельно с распределительной сетью в режиме подключения к сети. Также предусматривается дизель-генераторная группа ( $S_n = 625$  кВА,  $P_n = 500$  кВт), которая подключается системой ATS при отключении главного выключателя Еmax 2, установленного непосредственно за трансформатором СН/НН. Общая активная мощность, потребляемая нагрузками, равна 1000 кВт, следовательно, отбираемая из сети мощность в солнечный день равна 900 кВт. Из этого следует, что общая мощность неприоритетных нагрузок должна быть не менее 500 кВт (разница между общей мощностью нагрузок и номинальной мощностью генератора<sup>5</sup>).

<sup>5</sup> Также и в этом случае, предполагается, что в островном режиме PV система прекратит подавать энергию по причине режима ожидания инвертора.

Рисунок 27



Приоритет подключения неприоритетных нагрузок и контролируемых устройств, выбранных клиентом, перечисляется в Таблице 2.

Таблица 2

Приоритет подключения	Нагрузка	Номинальная мощность [кВт]	Коэффициенты загрузки	Общая мощность [кВт]	Контролируемое устройство
1	HVAC1	3 x 50	0,7	105	Выключатель
2	HVAC2	3 x 50	0,7	105	Выключатель
3	Насосы для чистой воды - асинхронный двигатель	170	0,8	136	Контактор
4	Насосы для сточных вод - асинхронный двигатель	170	0,8	136	Контактор
5	Холодильник	12	0,9	10,8	Выключатель
6	Электродвигатели	12	0,9	10,8	Выключатель
				<b>503,6</b>	

На Рисунке 28 приводятся графики изменения частоты во время работы в островном режиме в следующих случаях:

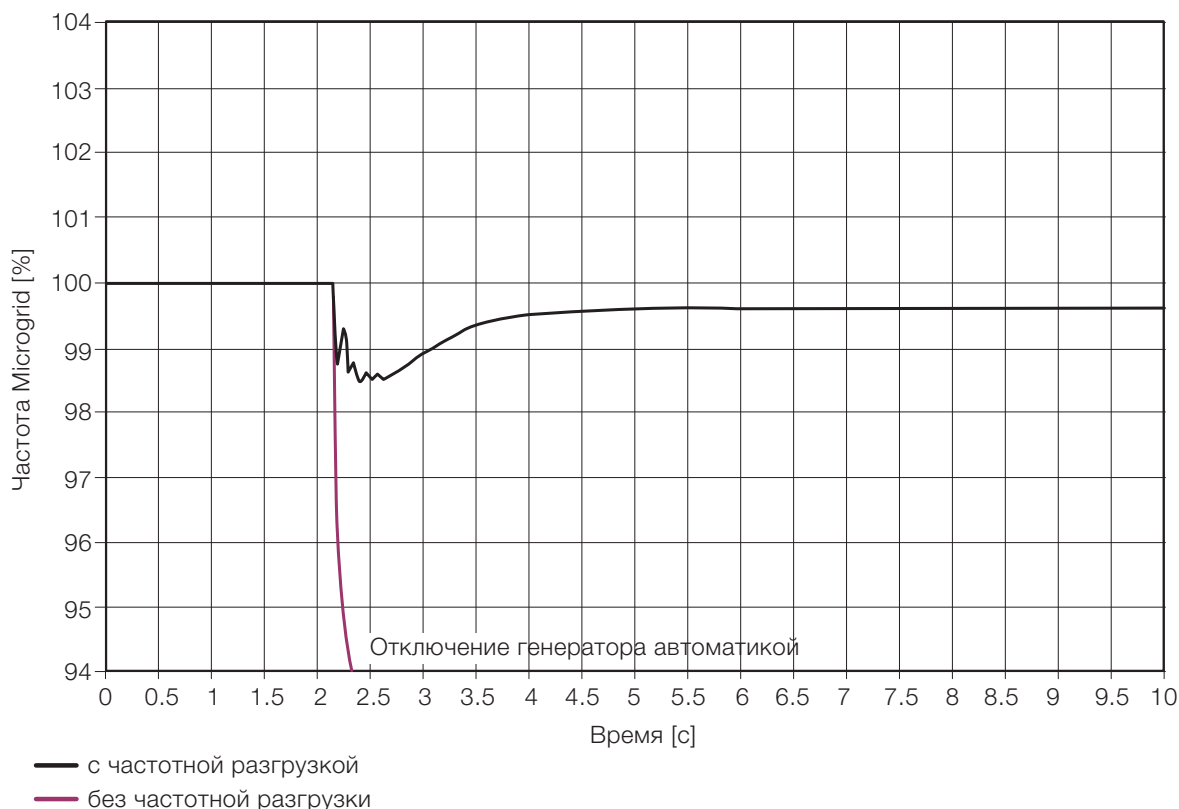
- без функции частотной разгрузки (красная линия)
- с функцией частотной разгрузки (черная линия)

Следует обратить внимание на то, что в первом случае переключение работы с режима подключения к сети на островной режим предусматривает небольшой промежуток времени, в течение которого нагрузки не питаются до тех пор, пока система ATS не включит энерговырабатывающую группу (генератор). Несмотря на это, даже если энерговырабатывающая группа начнет выдавать максимальную мощность, частота снизится ввиду отбора мощности нагрузками, превышающими вырабатываемую мощность. Следовательно, как только частота достигнет порога минимального напряжения защиты, установленного на линии генератора, будет произведено отключение всей микросети.

И наоборот, во втором случае, после короткого отключения мощности алгоритм отключает определенное количество неприоритетных нагрузок, чтобы обеспечить сбалансированное состояние между отбираемой мощностью и локально вырабатываемой. Следовательно, снижение частоты является менее выраженным и оно останавливается на значении, превышающем значение в предыдущем случае. Таким образом, не происходит срабатывание защиты частоты и Microgrid остается активной.

Затем, когда главный выключатель Emax 2 включается, функция отключения нагрузок подключает все нагрузки в соответствии с перечнем приоритетов.

Рисунок 28



# Emax 2

## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Электрические схемы

В рамках архитектуры алгоритма Emax 2 направляет входные сигналы управления неприоритетным нагрузкам, чтобы произвести отключение нагрузок и сигналы на каждую нагрузку для обратного подключения. С другой стороны, он получает от нагрузок информацию об их состоянии и расцеплении, если таковая имеется.

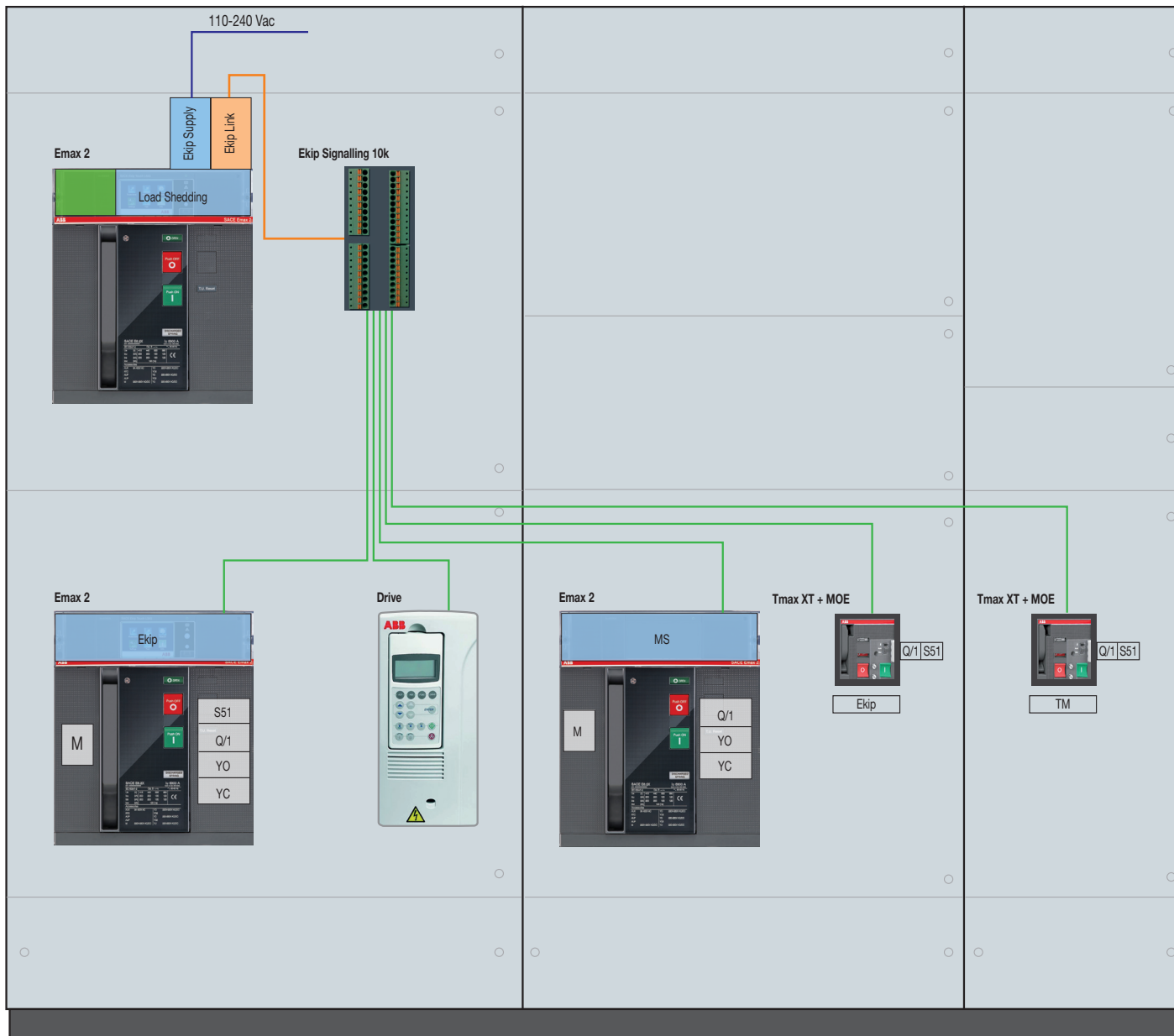
Подключение между Emax 2 и нагрузками выполняется обычным кабелем, используя модули Ekip Signalling. Количество модулей Ekip Signalling зависит от количества контролируемых нагрузок. Нагрузками, которые могут быть отключены, являются те, которые перечислены в Таблице 3, вне зависимости от того, произведены они компанией ABB или нет.

Таблица 3: контролируемые нагрузки

Тип устройств	Необходимый аксессуар	Использование I/O Emax 2
Выключатель в литом корпусе Пример: Tmax XT, Tmax T, оборудованный MOD или MOE	Моторный привод, контакт выключенного/включенного состояния, контакт срабатывания расцепителя	2
Воздушный выключатель Пример: Emax, Emax 2	Мотор-редуктор, катушка выключения/включения, контакт состояния, контакт срабатывания расцепителя	2
Контактор Пример: AF	Вспомогательный контакт	1
Выключатель нагрузки с моторным приводом Пример: OTM	Моторный привод, вспомогательный контакт	1
Модульный выключатель Пример: S200, оборудованный S2C-CM, DS200, оборудованный DS2C-CM, S800, оборудованный S800-RSU-H	Вспомогательное питание, моторный привод, контакт выключенного/включенного состояния (если не включен в двигатель).	1
Интерфейс I/O Пример: частотные приводы или УПП	Вход импульсный	1

Если имеются многочисленные контролируемые нагрузки и, следовательно, интегрированных I/O недостаточно или же нагрузки слишком удалены от панели с Emax 2, то их можно подключить при помощи модуля Ekip Signalling 10K. Этот модуль подключается к Emax 2 по локальной шине в случае небольших расстояний или же через Ekip Link по стандартному кабелю Ethernet при больших расстояниях.

Рисунок 28: пример НКУ с Emax 2 с функцией частотной разгрузки



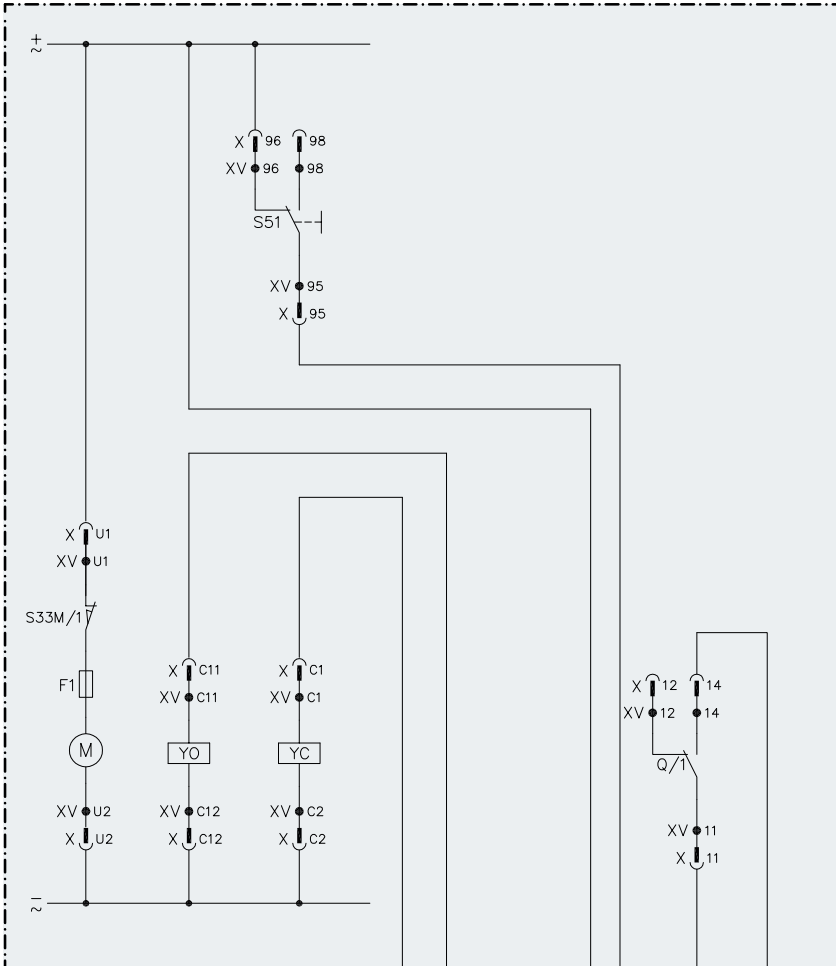
На Рисунке 28 приводится пример электрической схемы частотной разгрузки. Emax 2 с интегрированной функцией частотной разгрузки - это главный выключатель, контролирующий четыре выключателя (два воздушных выключателя и два в литом корпусе), а также частотный привод со стороны нагрузки. Они управляются по традиционным кабелям, используя модуль Ekip Signalling 10K, подключенный по Ethernet через модуль связи Ekip Link в Emax 2.

# Emax 2

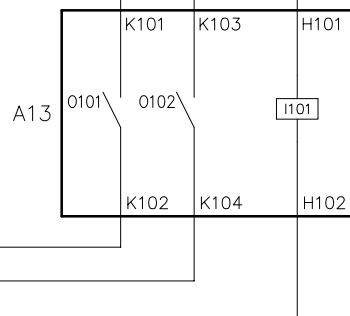
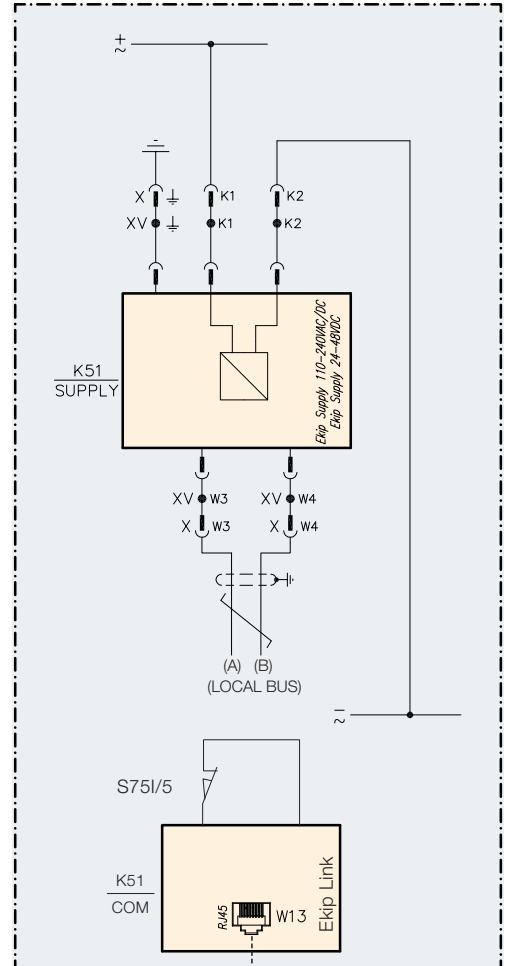
## Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

Рисунок 29: пример электрической схемы Emax 2 с функцией частотной разгрузки

Q2 - Emax 2

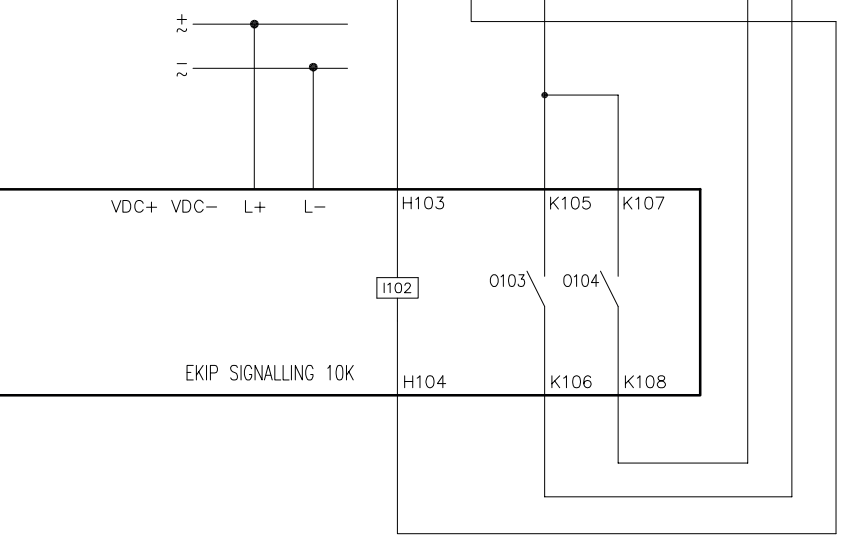
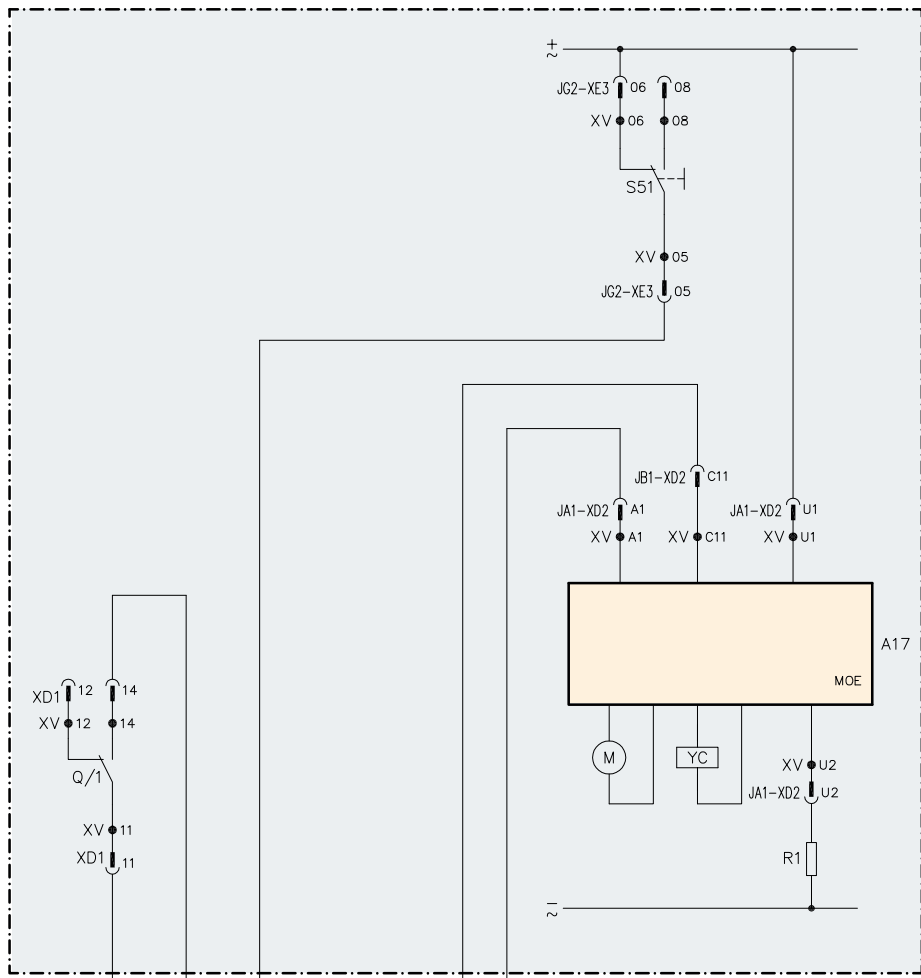


Q1 - Emax 2 + Adaptive Load Shedding





**Q3 - Tmax XT + MOE**



## Еmax 2

# Частотная разгрузка. Интегрированные инновации

### Перечень компонентов

Интегрированные в Еmax 2 алгоритмы частотной разгрузки могут легко использоваться благодаря модели с автоматической конфигурацией.

Базовая функция частотной разгрузки всегда имеется в выключателе с правильной аппаратной частью и может быть сконфигурирована непосредственно при помощи Ekip Connect.

Адаптивная функция частотной разгрузки заказывается непосредственно для нового выключателя или же она может быть загружена в уже запущенный в эксплуатацию выключатель, который должен быть обновлен. В этом случае лицензия программного обеспечения в USB-накопителе активирует передачу настроек в выключатель при помощи Ekip Connect 3.0.

Таблица 4: перечень компонентов для интегрированной в Еmax 2 функции частотной разгрузки

Описание	Устройство	Коды для заказа	Примечания
Расцепитель	Ekip Touch + Ekip Measuring/Measuring Pro	Интегрирован в выключатель Еmax 2	Либо расцепители Ekip Hi Touch, Ekip G Touch, Ekip G Hi Touch
Питание	Ekip Supply 110-240 В пост./пер. тока	1SDA074172R1	В качестве альтернативы - модуль Ekip Supply 24-48 В пост. тока (1SDA074173R1)
Контакты I/O	Ekip Signalling 10k	1SDA074171R1	В качестве альтернативы, в зависимости от количества необходимых в архитектуре I/O, модуль Ekip Signalling 4K (1SDA074170R1) <sup>7</sup> или Ekip Signalling 2K <sup>8</sup> (1SDA074167R1, 1SDA074168R1, 1SDA074169R1)
Обмен данными по Ethernet	Ekip Link	1SDA074163R1	Не обязателен, если используется модуль Ekip Signalling Modbus TCP с интерфейсом Ekip Link
Лицензия программного обеспечения на USB-накопителе	Базовая функция частотной разгрузки	Уже установлена на Еmax 2	
Лицензия программного обеспечения на USB-накопителе	Адаптивная функция частотной разгрузки	1SDA082921R1	

<sup>7</sup> Имеется для размеров E2.2-E6.2.

<sup>8</sup> До 2 модулей для размера E1.2, вплоть до 3 модулей для размера E2.2-E6.2.



# Контакты

За более подробной информацией обращайтесь:

**ABB SACE**

**Подразделение компании ABB S.p.A.**

**L.V. Breakers**

Via Pescaria, 5

24123 Bergamo – Italia

Тел.: +39 035 395 111

Факс: +39 035 395306 433

[www.abb.com](http://www.abb.com)



Данные и иллюстрации являются необязывающими. Мы оставляем за собой право на изменение содержимого данного документа, вызванное техническим совершенствованием продукции, без предварительного уведомления.

Авторское право 2017 ABB. Все права сохранены.

1SDC007119G0201 - 03/2017