FLUKE®

6 простых способов снизить расходы

при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 434

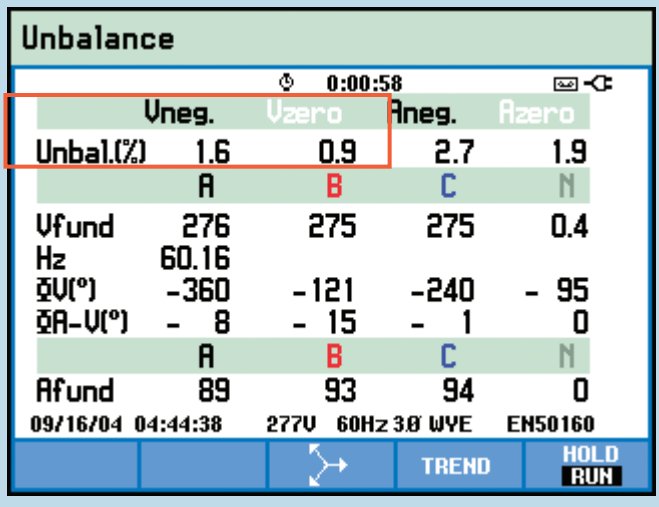
Существуют сотни видов измерений качества электроэнергии, которые можно выполнить для электрических систем и электрооборудования. Приведенные в данной статье инструкции относятся к профилактическим измерениям и двум типам измерений потребления электроэнергии. Данные инструкции помогут вам обнаружить неявные расходы, защитить оборудование от повреждений, сократить продолжительность простоев и улучшить производительность системы.

Профилактическое измерение #1: дисбаланс напряжения

Что это? В сбалансированной 3-фазной системе напряжения фаз должны быть равны или приблизительно равны друг другу. Измерение дисбаланса позволяет выявить разницу между фазными напряжениями.

К чему это может привести? Дисбаланс напряжений может привести к снижению производительности или преждевременному выходу из строя 3-фазных электродвигателей и других 3-фазных потребителей. Подобные проблемы могут возникнуть в связи со следующими факторами:

- Механические напряжения в электродвигателях, вызванные более низким, по сравнению с номинальным, крутящим моментом на выходе.
- Повышенный ток в электродвигателях и в 3-фазных выпрямителях.
- Ток дисбаланса будет поступать в нейтральные провода 3-фазных систем с соединением по схеме "звезда".



Vneg – отношение отрицательной последовательности напряжения к положительной последовательности; Vzero – отношение нулевой последовательности напряжения к положительной последовательности. Оба значения являются индикаторами дисбаланса напряжений.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой? Основные расходы связаны с заменой электродвигателей (стоимость работ + стоимость оборудования) и потерей прибыли в связи с защитными отключениями цепей электропитания.

Пример расчета

Примем стоимость ежегодной замены электродвигателя мощностью 50 л.с. равной €3495, включая стоимость работ.

Примем стоимость 4 часов простоя оборудования в год и потери прибыли, равными €4195 в час.

Общая стоимость: €3495 + (4 x €4195) = €20275 в год.

Что проверять? Входные контуры электродвигателей, ЧРП, ИБП[1].

Какое значение является приемлемым? В соответствии с требованиями стандарта по качеству электроэнергии EN50160 дисбаланс напряжения (как отношение отрицательных и положительных компонентов последовательности) не должен превышать 2% в общей точке соединения. По требованиям стандартов NEMA дисбаланс не должен превышать 5% для электродвигателей. Для другого оборудования значения указаны в руководствах по эксплуатации.

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Выберите в главном меню пункт "Дисбаланс".

[1]ЧРП: частотно-регулируемые приводы; ИБП: источники бесперебойного питания

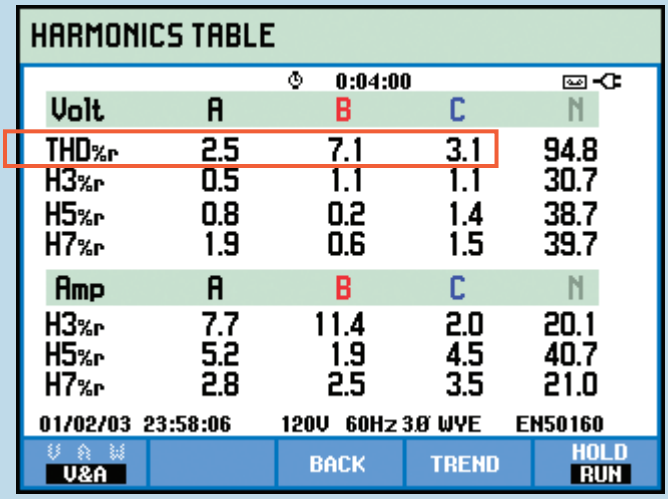
FLUKE®

Профилактическое измерение #2: суммарные гармонические искажения

Что это? Суммарные гармонические искажения являются суммарным воздействием всех гармоник. Гармонические искажения являются нормальным явлением в системе электропитания, которая работает с электронными потребителями, такими как компьютеры, офисная техника, электронными дросселями освещения и системами управления.

К чему это может привести? Гармонические искажения могут являться причиной следующих явлений:

- Высокий ток в нейтральных проводах.
- Снижение срока службы электродвигателей и трансформаторов в связи с перегревом.
- Повышенная подверженность провалам напряжения, которые вызывают внезапный перезапуск оборудования.
- Сниженный КПД трансформатора — или требуется более мощный трансформатор, способный выдержать воздействие гармоник.
- Шум.



Необходимо определить причины гармонических искажений напряжения, если величина искажения превышает 5% на любой фазе.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой? Основные расходы связаны с уменьшением срока службы электродвигателей и трансформаторов. Если оборудование является частью производственной линии, то его неисправности могут повлиять на прибыль.

Пример расчета

Примем стоимость ежегодной замены трансформатора мощностью 100 кВА (включая стоимость работ), равной €4895.

Примем стоимость 8 часов простоя оборудования в год и потери прибыли, равными €4195 в час.

Общая стоимость: €3495 + (8 x €4195) = €37055 в год.

Что проверять? Электродвигатели, трансформаторы и нейтральные провода, установленные в системе питания электронных потребителей.

Какое значение является приемлемым? Необходимо выполнить поиск причин искажения напряжения, если его значение превышает 5% на любой фазе. Некоторое искажение тока является нормальным явлением в любой части системы, которая обслуживает электронные потребители. Проверяйте уровни тока и температуру на трансформаторах, чтобы убедиться в отсутствии перегрузки. Ток в нейтрали не должен превышать характеристик нейтрального провода.

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

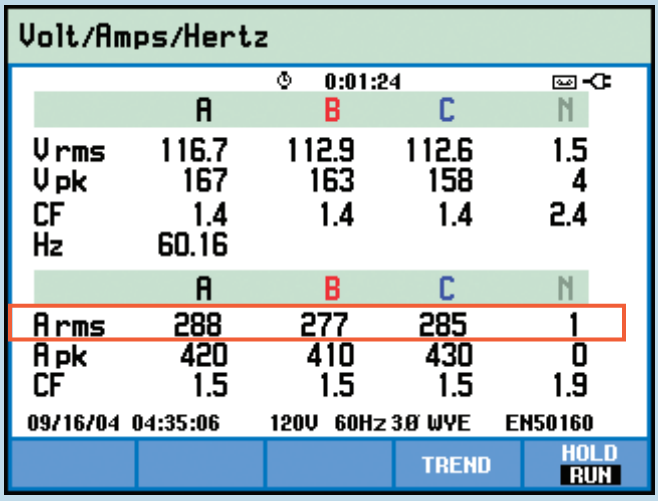
1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения и тока.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Выберите в главном меню пункт "Гармоники".

Профилактическое измерение #3: повышенный фазный ток

Что это? По мере износа изоляции через нее начинают происходить утечки тока. С течением времени потребители начинают использовать слегка повышенный ток и могут передавать данный ток утечки в систему заземления. Высокий ток на землю может вызывать неисправности оборудования. Наилучшим способом проверки изоляции является проверка оборудования с помощью тестера изоляции. Также вы можете проверить оборудование во время его работы, измерив все значения тока (фазный ток, ток в нейтрали и ток на земле), чтобы убедиться в отсутствии значительного увеличения какого-либо значения.

К чему это может привести?

- Повышенные фазные токи могут привести к дальнейшему разрушению изоляции и перегреву потребителей, то снижает их срок службы.
- Повышенный ток будет вызывать срабатывание защитных устройств, что приведет к незапланированным простоям оборудования.
- Повышенный ток на земле приводит к появлению опасного напряжения на металлических шинах, шкафах и проводах.



Дальнейшая диагностика необходима, если наблюдается существенное увеличение среднеквадратичного значения тока, или данное значение имеет растущий тренд в период между выполнением технического обслуживания.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой? Расходы связаны с преждевременным выходом двигателей из строя и потерей прибыли в связи со срабатыванием устройств защиты от высокого тока.

Пример расчета

Примем ежегодные расходы на замену неисправных электродвигателей, равными €4895. Данные неисправности приводят к ежегодным 10-часовым простоям производства. Связанные с этим убытки составляют €1747765. Предположим также, что очистка оборудования и повторный запуск оборудования занимают 6 часов, а зарплата двух рабочих, выполняющих эти работы равна €50 в час.

Потерянная прибыль = 10 ч*(€1,747,765 / (365 дней в год * 24 часа в сутки)) = €1995

Замена электродвигателя = €4895

Очистка и повторный запуск = €420

Общая ежегодная стоимость: €7310

Что проверять? Любые потребители, работа которых является критически важной, в особенности, электродвигатели, частотно-регулируемые приводы и трансформаторы.

Какое значение является приемлемым?

Не допускается превышение значения, указанного на заводской табличке оборудования. Если отслеживать потребление фазного тока потребителями в течение нескольких месяцев или лет, то изменение параметров сразу же станет заметным.

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения и тока.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Выберите пункт "Напряжение/ток/частота" в главном меню.
4. Нажмите "Сохранение экрана", чтобы сохранить результаты измерений для последующего анализа.
5. Периодически проверяйте изменение фазного тока.

Профилактическое измерение #4: провалы напряжения

Что это такое? Провалы напряжения – это кратковременные уменьшения среднеквадратичного напряжения в промежутке времени от 1 периода до 2 минут. Установка дополнительных потребителей может выполняться без уведомления руководства предприятия. Данные потребители могут вызвать снижение напряжения в системе, особенно в том случае, если они потребляют высокий пусковой ток. Также, по мере старения электрических систем может увеличиваться их полное сопротивление, что делает системы более подверженными провалам напряжения.

К чему приводят данные неполадки?

Провалы напряжения могут приводить к следующим последствиям:

- Неожиданный перезапуск электронного оборудования, например, компьютеров или контроллеров.
- Провалы напряжения на одной или двух фазах 3-фазного потребителя приводят к повышению тока на других фазах из-за попыток потребителя компенсировать падение напряжения. Это может привести к срабатыванию защиты от перегрузок по току.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой? Основными статьями расходов являются потери прибыли в связи с перезапуском компьютеров и систем управления, отключением частотно-регулируемых приводов и сокращением срока службы систем резервного питания и ИБП в связи с частыми переключениями.

Пример расчета

Представим, что провалы напряжения приводят ежегодно, как минимум, к одному отключению частотно-регулируемого привода конвейера. Прямых потерь прибыли нет, но 10 почасовых рабочих должны работать 4 часа, чтобы обеспечить снабжение конвейера. Стоимость часа с учетом сверхурочных составляет €21 в час.

*Стоимость дополнительных работ = 10 человек * 4 часа * €21 в час = €840 в год.*

Что проверять? Электродвигатели, частотно-регулируемые приводы, источники бесперебойного питания, распределительные щиты или БРП*, обеспечивающие питание для компьютерного оборудования или промышленных систем управления.

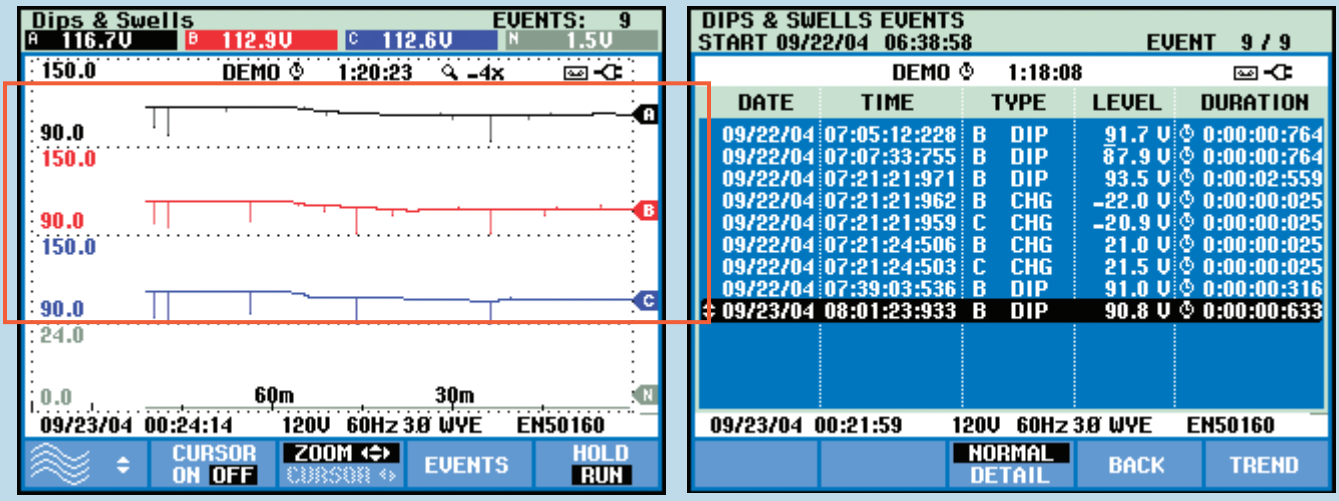
Какое значение является приемлемым?

Многие потребители способны работать с напряжением, составляющим 90% от номинального значения. В соответствии с графиком, предлагаемым ITIC, однофазное компьютерное оборудование должно выдерживать провал напряжения до 80% от номинального значения в течение 10 с и провал до 70% от номинального значения в течение 0,5 с.

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения и тока.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Выберите пункт "Провалы и всплески" в главном меню.
4. В течение некоторого времени отслеживайте параметры электроэнергии.
5. Просмотр можно вести в виде линии тренда или в виде списка событий.

*БРП: Блок распределения питания



Значительные и частые провалы напряжения могут вызвать неисправности оборудования, особенно промышленных систем управления и компьютеров.

FLUKE®

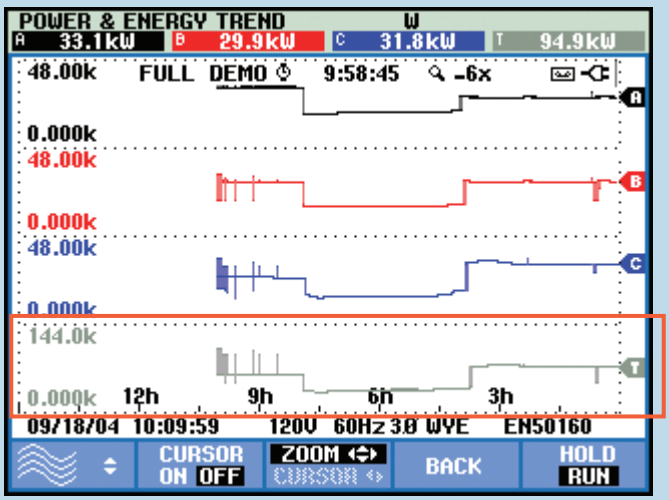
Потребляемая мощность

Начисление оплаты за потребление электроэнергии коммерческими и промышленными потребителями основано на различных показателях: энергии (кВт ч), пиковой потребляемой мощности (кВт) и коэффициенте мощности. Анализаторы качества электроэнергии помогают управлять расходами на электроэнергию, позволяя определить, какие из потребителей имеют наибольшее влияние на пиковую потребляемую мощность и коэффициент мощности.

Измерение мощности #1: пиковая потребляемая мощность

Что это? Энергоснабжающие организации отслеживают величину мощности, потребляемой предприятием, и несколько раз в час выполняют расчет среднего потребления за этот интервал. Пиковая потребляемая мощность является максимальной средней мощностью в течение всех интервалов, включенных в оплачиваемый период.

К чему это может привести? Повышение тарифов энергоснабжающими организациями, так как им приходится увеличивать свою инфраструктуру для обеспечения мощности на пиковых уровнях. Коммерческие и промышленные организации могут уменьшить расходы и пиковую потребляемую мощность за счет распределения рабочих циклов потребителей для снижения общего потребления в конкретное время.



Если интервал измерений задан правильно, прибор Fluke 430 рассчитает среднее значение мощности для заданного интервала. Пиковое потребление мощности является максимальным среди этих значений.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой? Размер расходов зависит от тарифов энергоснабжающих организаций. Тарифы могут увеличиваться в летнее время или в определенное время суток.

Пример расчета

Предположим, что нормальная потребляемая мощность составляет 600 кВт, однако при одновременном включении трех кондиционеров расход увеличивается до 750 кВт в 4 часа дня, по средам в июле.

Предположим также, что стоимость одного кВт составляет €70.

*(750 кВт - 600 кВт) * €100 = €10485 - потенциальная экономия расходов в июле.*

Что проверять?

- Узнайте, какой период времени используется для расчетов в энергоснабжающей организации — обычно он равен 15 минутам.
- Измерьте потребляемую мощность на вводе электрической системы.
- Найдите значительные нагрузки, возникающие одновременно, и измерьте потребляемую мощность для каждого потребителя.

Какое значение является приемлемым?

Для данного значения нет никаких законодательных ограничений или ограничений по безопасности. Единственным ограничением являются финансовые

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения и тока.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Задайте интервал измерения мощности, соответствующий интервалу, который используется энергоснабжающей организацией. Нажмите кнопки "Настройка" и "Настройка функций" (F3). Выберите пункт "Мощность и энергия" в меню "Выбор функций". Прокрутите экран с помощью кнопки со стрелкой "вниз" и выберите пункт "Интервал измерения".
4. Выберите пункт "Мощность и энергия" в главном меню и выполните измерения мощности в течение нужного промежутка времени.
5. Для просмотра пиковой потребляемой мощности используйте экран трендов. Перемещая курсор, можно просмотреть значения потребляемой мощности в любой момент записанного промежутка времени.

Измерение мощности #2: коэффициент мощности или реактивная мощность

Что это? Коэффициент мощности является отношением активной мощности (Вт) к полной мощности (ВА) потребителя. Полностью активная нагрузка будет иметь коэффициент мощности равный 1,0.

К чему это может привести?

Мощность, доступная для выполнения работы, называется активной мощностью (кВт). Индуктивные потребители, такие как электродвигатели, трансформаторы и системы освещения высокой яркости, вносят в систему питания реактивные нагрузки (кВАР). Мощность системы выражается полной мощностью (кВА), которая должна быть достаточной для обеспечения как активной мощности (кВт), так и реактивной мощности (кВАР). В связи с тем, что реактивная мощность потребляет ресурсы системы, но не производит полезной работы, предприятия и энергоснабжающие организации стараются снизить реактивные нагрузки. Высокая реактивная мощность является причиной низкого коэффициента мощности.

- Энергоснабжающие организации могут повышать тарифы или налагать штрафы за низкий коэффициент мощности или высокую реактивную нагрузку.
- Ограничение мощности системы может привести к провалым напряжения и перегреву ее компонентов.
- Влияние индуктивных реактивных нагрузок можно скомпенсировать с помощью конденсаторов или активных фильтров.

Что проверять?

- Убедитесь, что энергоснабжающая организация включает штрафы за реактивную мощность или коэффициент мощности в ваши счета на оплату.
- Узнайте, каким образом энергоснабжающая организация измеряет коэффициент мощности и реактивную мощность. Например, она может производить контроль во время пиковых нагрузок или вычислять среднее значение.
- Выясните, какие из потребителей вызывают повышение реактивной мощности и разработайте процедуру повышения коэффициента мощности.

Какое значение является приемлемым?

Для того чтобы избежать штрафов, коэффициент мощности должен быть выше 0,97. С целью повышения коэффициента мощности установку конденсаторов можно выполнять на отдельных потребителях, для нескольких потребителей или на вводе в электрическую систему предприятия.

Примечание: Данное значение может изменяться. Некоторые энергоснабжающие организации изменяют тариф для каждого изменения коэффициента мощности на 1% в диапазоне значений от 0,85 до 0,97. Некоторые организации устанавливают тарифы в соответствии с количеством реактивных потребителей, расположенных у клиента. А некоторые не обращают на это внимания.

Каков размер расходов, связанных с данной проблемой?

Пример расчета

Предположим, что энергоснабжающая организация увеличивает тарифы на 1% при каждом снижении коэффициента мощности на 0,01 от значения 0,97.

Предположим также, что ежемесячный средний коэффициент мощности составляет 0,86, и плата за мощность составляет €4895.

(0,97-0.86) * 100% = 11%

(11% x €4895) x 12 месяцев = €6460 - дополнительные ежегодные расходы, которых можно избежать.

Как выполнять измерения при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke 430?

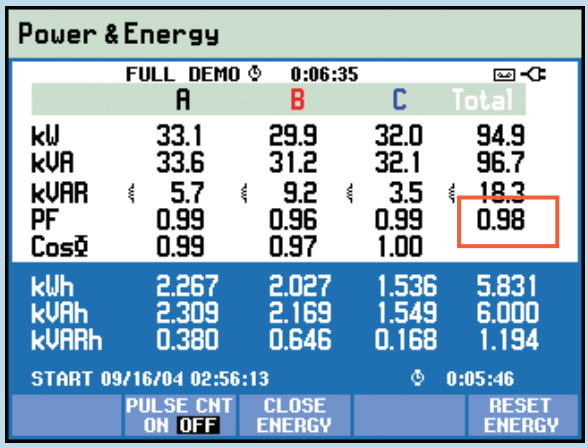
Начните измерения на входе в электрическую систему, т.е. в точке, где выполняют измерения энергоснабжающие организации. Затем проверьте характеристики каждого потребителя и трансформатора.

1. Подключите провода анализатора для измерения напряжения и тока.
2. Настройте анализатор на измерение соответствующей 3-фазной электрической системы: с соединением по схеме "звезда" или "треугольник".
3. Задайте интервал измерения мощности, соответствующий интервалу, который использует энергоснабжающая организация. Нажмите кнопки "Настройка" и "Настройка функций" (F3). Выберите пункт "Мощность и энергия" в меню "Выбор функций". Прокрутите экран с помощью кнопки со стрелкой "вниз" и выберите пункт "Интервал измерения".
4. Выберите пункт "Мощность и энергия" в главном меню и проверьте показания мощности.

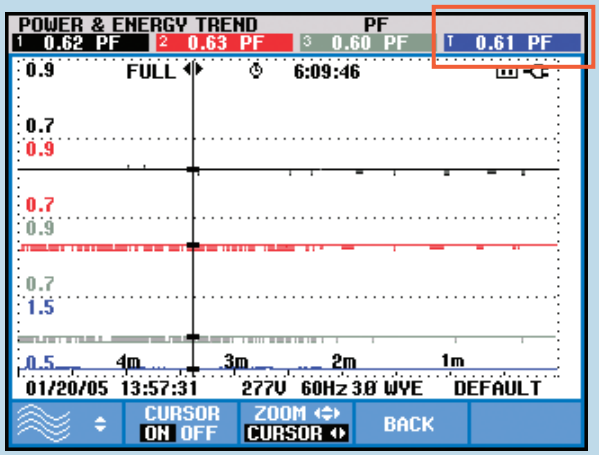
Измерение минимального значения коэффициента мощности в течение определенного интервала времени: нажмите клавишу F4 (Тренд), а затем клавишу F1 для переключения между параметрами. Выберите отображение коэффициента мощности.

Измерение среднего коэффициента мощности: для вычисления среднего коэффициента мощности за определенный период времени разделите значения в кВт ч на значения в кВА ч (кВт ч/кВА ч). Для приведенного ниже примера: 2,267/2,309 = 0,9818.

Измерение реактивной мощности, кВАР ч:



Данный экран поможет понять, на основании какого параметра (полного коэффициента мощности или полной реактивной мощности) энергоснабжающая организация рассчитывает стоимость оплаты.



При помощи курсора можно записать минимальное значение коэффициента мощности, зарегистрированное за интервал измерений.

© Авторское право 2005 Fluke Corporation. Авторские права защищены. Отпечатано в Нидерландах 3/2005. Данные могут быть изменены без уведомления.

Pub_ID: Ид. номер публикации: 11601-rus