

## Fluke Corporation - основные методы проверки качества электроэнергии и типичные причины его ухудшения

### Указания по применению

Развитие полупроводниковой технологии обеспечило нам невероятные преимущества, однако следует учитывать тот факт, что микроэлектроника, лежащая в основе данной технологии, требует качественного электропитания. Увеличение быстродействия и использование все более низкого напряжения приводит к постоянному повышению требований к качеству электроэнергии.

К вопросам качества электроэнергии относятся различные аспекты: возмущения напряжения (провалы, всплески, утечки и переходные процессы), гармонические токи, наличие проводки и заземления высокого класса. Симптомами низкого качества электроэнергии являются периодические блокировки и перезагрузки оборудования, повреждение данных, преждевременный выход оборудования из строя, перегрев компонентов без видимых причин и т.д. Все это ведет к простоям оборудования, снижению производительности и раздражает ваших работников.

### Начальный осмотр в точке, где присутствуют неисправности

Одним из подходов к диагностике неисправностей, связанных с качеством электроэнергии, является проверка в точке, которая расположена максимально близко к потребителю, испытывающему проблемы. Данный потребитель обычно является электронным устройством,

чувствительным к качеству электроэнергии и испытывающим некоторые неполадки. Возможная причина заключается в низком качестве электроэнергии, однако частью вашей работы является *отделить* данную причину от других возможных причин (неисправность оборудования, сбой программного обеспечения и т.д.) Подобно детективу, вам необходимо начать работу с осмотра "места преступления". Такой подход, как проверка в восходящем направлении может отнять много времени. Он основан на внимательности и выполнении измерений основных параметров.

Альтернативным методом является движение от ввода в электросистему здания к точке возникновения неисправностей, используя трехфазный контрольный прибор. Подобный подход имеет максимальную эффективность, если причина неисправности находится в сети электроснабжения. Тем не менее, на основе многочисленных проверок был сделан вывод, что *причины подавляющего большинства проблем с качеством электроэнергии находятся на предприятиях (в зданиях)*. Как правило, наилучшее качество электроэнергии наблюдается на входе в электрическую систему здания (в точке подключения к коммунальным сетям электропитания). По мере движения по распределительной системе качество электроэнергии постепенно снижается. Это связано с проблемами, источником которых являются потребители, расположенные

в здании. Другим характерным фактом является то, что *75 % всех проблем с качеством электроэнергии связано с проводкой и заземлением!*

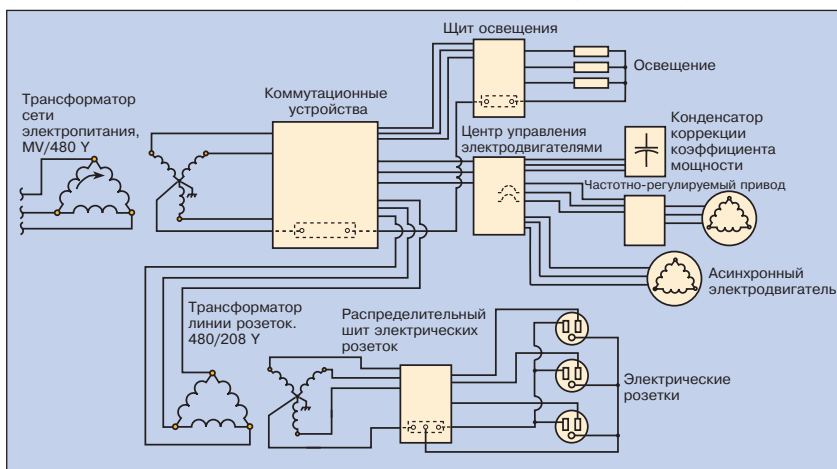
По этой причине многие службы, контролирующие качество электроэнергии, считают, что процесс диагностики неисправностей необходимо начинать с электрической системы здания, а затем, при необходимости, использовать контрольные приборы в точке подключения к коммунальным сетям. Ниже приведена процедура диагностики неисправности, основанная на восходящем подходе и призванная помочь вам выполнить данную работу.

### Первый этап

#### 1. Используйте схему: найдите или нарисуйте однолинейную электрическую схему

Выполнить диагностику качества электроэнергии будет затруднительно, если не ознакомиться с системой, используемой в месте, где вы проводите работы. Можно начать работу с поиска готовой схемы или создания однолинейной электрической схемы. На однолинейной схеме будут указаны источники питания переменного тока и обслуживаемые ими потребители. Вам нужна исходная схема электрической системы.

Если вы работаете на данном предприятии или в этом здании, то, возможно, вы четко представляете себе схему электрической системы, однако для облегчения вашей работы и работы других людей рекомендуется нанести схему на бумагу. Если вы впервые пришли на данную рабочую площадку, необходимо получить наиболее свежую схему электрической системы, на которой указаны новые потребители и недавние изменения, внесенные в систему. Для чего это нужно? Электрические системы не являются статическими, со временем в них вносятся изменения, зачастую незапланированные и достаточно опасные. Кроме того, несмотря на то, что некоторые неисправности носят локальный характер, существует множество проблем, вызванных взаимодействием между различными частями системы. Ваша работа заключается в том, чтобы обнаружить данные взаимодействия в системе. Чем полнее предоставленная документация, тем лучше для вас.



Упрощенная схема электрической распределительной системы, которая является типичной для коммерческих и промышленных зданий.

Однако верным является и то, что предприятия, испытывающие наибольшее количество проблем, обычно не склонны вести точные записи об изменениях системы. Множество консультантов зарабатывают свой гонорар тем, что обновляют полученную документацию в соответствии с реальным состоянием электрической системы. Таким образом, первое правило звучит достаточно просто: старайтесь получить наиболее полную документацию, но не рассчитывайте, что она имеется в наличии.

## 2. Проведите обход объекта

Иногда визуальный осмотр позволяет найти признаки неисправностей:

- Перегревающийся трансформатор
- Изменившийся вследствие перегрева цвет проводки или соединений
- Многочисленные удлинители, подключенные к одной электрической розетке
- Сигнальные провода, уложенные в один кабелепровод с силовыми кабелями
- Нежелательные соединения нейтрали с землей в промежуточных распределительных щитах.
- Провода заземления, подключенные к трубам, которые заканчиваются в воздухе.

Как минимум, вы получите представление о схеме, состоянии проводки и типах потребителей, используемых на объекте.

## 3. Поговорите с персоналом, который испытывает проблемы с оборудованием, и запишите время возникновения неисправностей

Поговорите с людьми, которые работают на проблемном оборудовании. Вы получите описание проблемы и, возможно, неожиданные подсказки к ее решению. Также рекомендуется записать время возникновения неисправностей и их признаки. Это особенно важно для проблем, имеющих периодический характер. Нужно постараться найти какую-то систему, которая поможет установить связь между возникновением неисправности и одновременным событием в другой части системы. Обычно, ведение журнала неисправностей должно являться обязанностью оператора, работающего рядом с оборудованием, на котором возникают неисправности.

## Перечень причин ухудшения качества электроэнергии От коммунальных сетей электропитания до электрической розетки

### Молнии

Молнии могут носить чрезвычайно разрушительный характер при отсутствии соответствующей системы защиты от перенапряжений. При далеком ударе молнии могут возникать провалы напряжения и наблюдаться пониженное напряжение в коммунальной сети электропитания. При близких ударах молнии возникают всплески напряжения и повышенное напряжение. Но, по здравому рассуждению, молнии являются всего лишь природным явлением, и не относятся к категории проблем, которые люди создают себе сами.

### Повторное срабатывание автоматических выключателей в коммунальной сети

Вызывает кратковременные провалы и пропадания напряжения, однако, это лучше, чем долговременные перебои электропитания.

### Переключение конденсаторов в коммунальной сети

Вызывает резкие отклонения напряжения (проявляются в виде колебательных переходных процессов на линии кривой напряжения). Если блок конденсаторов расположен рядом с объектом, то переходные процессы могут распространиться на всю электрическую систему здания.

### Коммерческие высотные здания, не оснащенные распределительными трансформаторами достаточной мощности

Попытки сэкономить средства в неподходящих случаях за счет установки распределительных трансформаторов с напряжением 208 В в зданиях выше 20 этажей никоим образом не ведут к улучшению качества электроэнергии.

### Генераторные установки, не соответствующие гармоническим нагрузкам

Чрезмерные искажения напряжения влияют на электронные цепи управления. При наличии в системе потребителей, оснащенных преобразователями с полупроводниковыми выпрямителями, искажение напряжения может повлиять на цепи коррекции частоты.

### Применение конденсаторов коррекции коэффициента мощности без обеспечения компенсации гармоник

Гармоники и конденсаторы несовместимы друг с другом. Наличие подобных конденсаторов требует немедленного вмешательства.

### Пусковые токи от высокоомментных электродвигателей, использующих прямой пуск

Вызывают провалы напряжения при слишком большой нагрузке или слишком большом полном

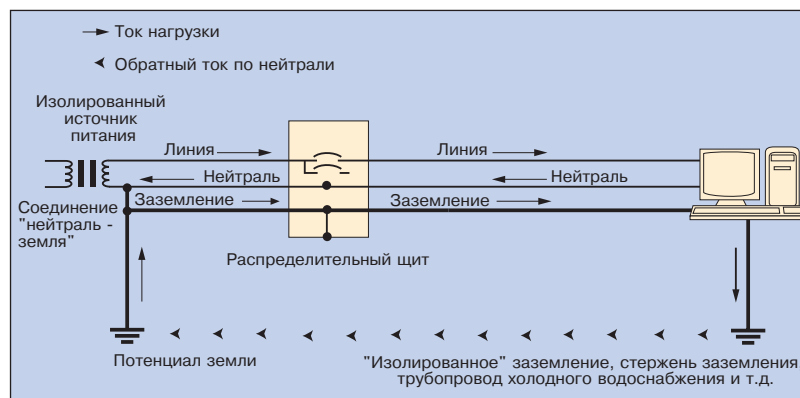
сопротивлении источника питания. Применение ступенчатого запуска двигателей поможет устранить проблемы.

### Нейтральные провода с недостаточным сечением в распределительном щите

При наличии 3-й гармоники на нейтральных проводах может присутствовать ток, значение которого равно или превышает значение тока в фазном проводе. Недостаточное сечение нейтральных проводов приводит к их перегреву, повышает опасность возгорания и увеличивает напряжение "нейтраль-земля".

### Близкое расположение силовых и сигнальных кабелей

В данном случае сигнальный кабель исполняет роль однопроводной вторичной обмотки трансформатора, а силовой кабель - первичной обмотки. Количество последствий подобного взаимодействия является бесконечным.



Изолированный стержень заземления может вызывать замыкания через заземление. Стандартная проблема для станков с ЧПУ.

**Ослабленные соединения проводов и недостаточные характеристики провода заземления**

Приводят к разрыву цепи заземления или к высокому полному сопротивлению данной цепи. Подобная ситуация негативно влияет на качество электроэнергии и на безопасность.

**Общий нейтральный провод в ответвленных цепях**

является причиной взаимодействия потребителей и перегрузки нейтрали.

**Лазерные принтеры и копировальные аппараты, установленные в одной цепи с потребителями, чувствительными к качеству электроэнергии**

Неизбежные периодические провалы напряжения и переходные процессы при переключении.

**Неправильное подключение электрических розеток (перепутаны подключения к нейтрали и земле)**

Трудно поверить, но подобных случаев не так уж мало. При этом неизбежно возникновение обратных токов в проводе заземления и помех на "земле".

**Кабели данных, каждый конец которых подключен к разным соединениям с "землей"**

При этом возникает напряжение между корпусом оборудования и разъемом кабеля данных.

**Высокочастотные помехи**

Наиболее эффективной технологией заземления высокочастотных помех является использование опорной сетки сигналов (SRG).

**Классы**

**Изолированные заземляющие стержни (см. ниже)**

Представляют собой высокую опасность, так как земля является проводником с высоким полным сопротивлением, что не позволит току с достаточным для отключения значением дойти до автоматического выключателя. При этом также возникают замыкания через заземление (в конце концов, каждый электрон должен вернуться туда, откуда он начал свой путь). Одной из величайших тайн для консультантов по качеству электроэнергии является тот факт, что некоторые производители оборудования могут настаивать на прекращении гарантии на свое оборудование, если не установлен изолированный заземляющий стержень.

**Недопустимые соединения между нейтралью и землей**

Обеспечивают неизбежное появление в контуре заземления обратных токов. Это проблема не только качества электропитания, но и водоснабжения. Циркулирующие токи на землю вызывают коррозию водопроводных труб.

**Международные стандарты безопасности для измерительного оборудования**

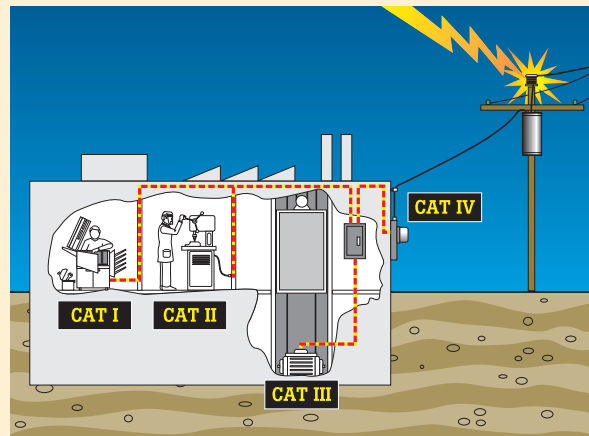
Категория напряжения	Краткое описание
CAT IV*	Три фазы в точке подключения к коммунальным сетям электропитания, все провода наружной установки (ниже 1000 В)
CAT III	Распределение трехфазного тока (ниже 1000 В), включая однофазные системы освещения и распределительные щиты
CAT II	Нагрузки, подключаемые к однофазным электрическим розеткам
CAT I	Электроника

\*Характеристики устройств категории CAT IV еще не определены в стандарте.

Стандарт IEC 61010 устанавливает международные требования по безопасности для электрического оборудования низкого (1000 В или меньше) напряжения для выполнения измерений, регулировок или лабораторного использования. Распределительные системы низкого напряжения делятся на 4 категории в соответствии с удаленностью от источника питания. Внутри каждой категории есть подгруппы по напряжению - 1000 В, 600 В, 300 В и т.д.

Основным критерием является тот факт, что вы должны использовать измерительные приборы с максимальной категорией и максимальным напряжением, которое присутствует на объекте. Таким образом, консультанты по качеству электроэнергии должны использовать приборы категории CAT III 600 В или CAT III 1000 В (характеристики категории CAT IV еще не определены IEC). Мы не рекомендуем использовать измерительные приборы, индикаторы, измерительные провода и щупы категории CAT II в контурах, соответствующих категории CAT III. На входах напряжения приборов необходимо нанести маркировку категории CAT. Измерительные приборы, изготовленные в соответствии с предыдущей версией стандарта, IEC 348, обычно не отвечают более жестким требованиям по безопасности стандарта IEC 61010 CAT III 600/1000 В.

Стандарт IEC 61010 требует повышенной защиты от переходных перенапряжений. Переходные процессы могут вызвать дуговой пробой внутри прибора, не имеющего соответствующей защиты. При возникновении дуговой пробоя в зоне с высоким напряжением, например в трехфазной питающей линии, может произойти опасный дуговой разряд. В связи с этим существует опасность серьезных травм персонала и повреждения прибора.



**Независимые испытания и сертификация**

Производители могут самостоятельно выполнить сертификацию на соответствие стандарту IEC 61010, однако для конечных пользователей процесс сертификации представляет очевидные трудности. Сертификация, выполненная независимыми лабораториями, даст гарантию того, что приборы соответствуют требованиям IEC. Посмотрите на символ и порядковый номер маркировки независимой испытательной лаборатории: UL, CSA, TЬV, VDE, и т.д. Так, например, UL 3111, означает соответствие стандарту IEC 61010.

**Fluke. Ваш мир в движении**

**Fluke Corporation**  
P.O. Box 9090  
Everett, WA USA 98206  
Web: www.fluke.com

**Fluke Europe B.V.**  
P.O. Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
The Netherlands  
Web: www.fluke.eu

**За дополнительной информацией обращаться**  
В США (800) 443-5853  
или по факсу (425) 446-5116  
В Европе/на Бл. Востоке/  
в Африке +31 (0)40 2 675 200  
или по факсу +31 (0)40 2 675 222  
В Канаде (905) 890-7600  
или по факсу (905) 890-6866  
Из других стран +1 (425) 446-5500  
или по факсу +1 (425) 446-5116  
Посетите нашу web-страницу по адресу:  
<http://www.fluke.ru>

© Авторское право 2004 Fluke Corporation. Авторские права защищены. Отпечатано в Нидерландах 10/2004. Данные могут быть изменены без уведомления.  
Pub\_ID: Ид. номер публикации: 11600-rus