

Некоторые аспекты применения

мы даем также подробную сопровождающую информацию, чтобы помочь выбрать правильный прибор, и предлагаем советы по его эффективному и безопасному использованию. Вы можете загрузить все примечания по областям применения со страниц информации о продуктах нашего веб-сайта.



Почему следует выбирать приборы класса True RMS ?

Международные стандарты электробезопасности

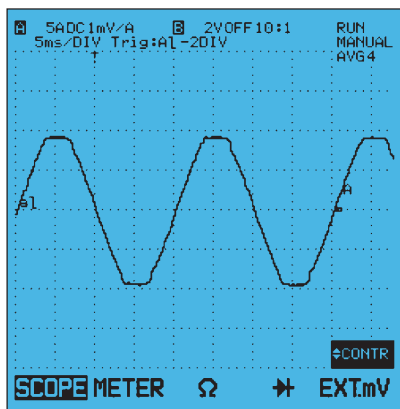


Рис. 1. Кривая потребления тока линейной нагрузки.

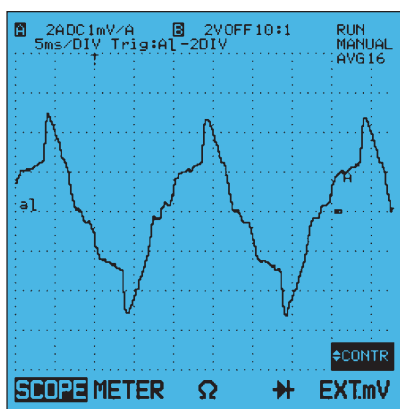


Рис. 2. Кривая потребления тока нелинейной нагрузки.

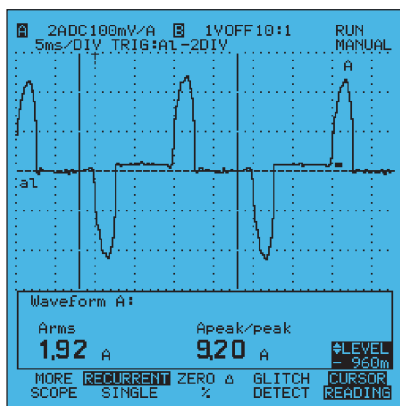


Рис.3. Кривая потребления тока персонального компьютера.

Точные измерения - трудная задача, стоящая перед технологами современных производств и различных организаций. В нашу повседневную жизнь все больше и больше входят персональные компьютеры, приводы с регулируемой скоростью и другое оборудование, которое потребляет ток в виде кратковременных импульсов, а не на постоянном уровне. Такое оборудование может вызвать, по меньшей мере, неадекватные показания обычных измерителей с усреднением показаний.

Измерители с усреднением показаний

Говоря о значениях переменного тока, мы обычно имеем в виду среднюю эффективную выделяемую теплоту или среднеквадратическое (RMS) значение тока. Данное значение эквивалентно значению постоянного тока, действие которого вызвало бы такой же тепловой эффект, что и действие измеряемого переменного тока. Самый распространенный способ измерения такого среднеквадратического значения тока при помощи измерительного прибора заключается в выпрямлении переменного тока, определении среднего значения выпрямленного сигнала и умножении результата на коэффициент 1,1. Данный коэффициент учитывает постоянную величину, равную соотношению между средним и среднеквадратическим значениями идеальной синусоиды. Однако, при отклонении синусоидальной кривой от идеальной формы данный коэффициент перестает действовать. По этой причине измерители с усреднением показаний зачастую дают неверные результаты при измерении токов в современных силовых сетях.

Линейные и нелинейные нагрузки

Линейные нагрузки, в состав которых входят только резисторы, катушки и конденсаторы, характеризуются синусоидальной кривой тока, поэтому при измерении их параметров проблем не возникает (см. рис. 1). Однако в случае нелинейных нагрузок, таких как приводы с регулируемой частотой и источники питания для офисного оборудования, имеют место искаженные токовые кривые (рис. 2 и 3). Измерение среднеквадратического значения токов по таким искаженным кривым с использованием измерителей с усреднением показаний может дать 50% занижение истинных результатов (см. рис. 4), после чего Вы будете удивляться,

почему Ваш 14-амперный предохранитель регулярно сгорает, хотя по показаниям Вашего амперметра ток составляет всего лишь 10 А.

Приборы True RMS (с истинно среднеквадратическими показаниями)

Для измерения тока с такими искаженными кривыми необходимо при помощи анализатора кривой сигнала проверить форму синусоиды, после чего использовать измеритель с усреднением показаний только в том случае, если кривая окажется действительно идеальной синусоидой. Или же можно постоянно использовать измеритель с истинно среднеквадратическими показаниями и не проверять параметры кривой. Современные измерители подобного типа используют усовершенствованные технологии измерения, позволяющие определить реальные эффективные значения переменного тока вне зависимости от того, является ли токовая кривая идеальной синусоидой или искажена. Единственное ограничение - чтобы кривая находилась в пределах коэффициента амплитуды и допустимого диапазона измерения используемого прибора.

Измерения напряжения

Все то, что касается измерения токов в современных силовых цепях, также верно и для измерения напряжений в большинстве случаев промышленного оборудования и электронных приборов. Часто кривые напряжения также не являются идеальными синусоидами, в результате чего измерители с усреднением показаний дают неверные результаты. Поэтому для измерения напряжения также рекомендуется использовать измерители типа True-RMS.

Тип измерителя	Принцип измерения	Измерение синусоиды	Измерение прямоуг. сигн.	Измерение искажённого сигн.
С усреднением показаний	Умножение среднего выпрямленного знач. на 1.1	Истинное	10% завышение	Завышение до 50%
С истинно среднеквадратическими показаниями	Расчет величины теплового эффекта по среднестатистическому значению	Истинное	Истинное	Истинное

Рис.4 Сравнение работы измерителей с усреднением показаний и с истинно-средне-квадратическими показаниями.

Fluke: категории электробезопасности



По мере того, как системы энергоснабжения и нагрузки становятся более сложными, увеличивается возможность выбросов напряжения при переходных процессах. Основными источниками пиковых напряжений могут быть электромоторы, конденсаторы и электропреобразующее оборудование наподобие двигателей с регулируемой скоростью вращения. Удары молний в воздушные линии электропередач также могут вызвать предельно опасные высокоэнергетические переходные процессы. При измерении в электрических системах эти переходные процессы являются “невидимыми” и почти совершенно непредотвратимыми рисками. Они регулярно возникают в низковольтных цепях и могут достигать пиковых значений в много тысяч вольт. Поэтому измерительное оборудование должно быть надежно защищено от переходных напряжений.

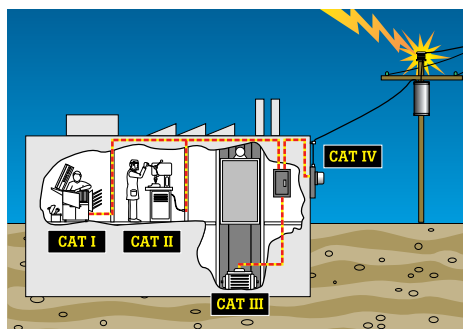


Рис. 1. Что такое категории: расположение оборудования в сети

Кто разрабатывает стандарты безопасности?

Международная электротехническая комиссия (IEC) разрабатывает общие международные стандарты безопасности для измерительного, контрольного и лабораторного электрооборудования. IEC61010-1 используется в качестве основы для следующих национальных стандартов:

- Стандарта США ANSI/ISA-S82.01-94
- Канадского CAN C22.2 No.1010.1-92
- Европейского EN61010-1:2001

Категории электрооборудования по перенапряжению

IEC61010-1 устанавливает категории перенапряжения на основе дальности оборудования от источника электроэнергии (см. рис. 1 и таблицу 1) и естественного затухания переходных процессов, имеющих место в системе энергообеспечения. Более высокие категории ближе к источнику электроэнергии и требуют от измерительного оборудования большей защиты. Внутри каждой категории оборудования имеются классификации по напряжению. Именно сочетание категории оборудования и классификации по напряжению определяет максимальную устойчивость прибора по отношению к переходным явлениям.

Процедуры испытаний IEC 61010 учитывают три главных критерия испытаний: установившееся напряжение, пиковое импульсное переходное напряжение и импеданс источника. Эти три критерия вместе взятые дадут истинное значение стойкости прибора по напряжению.

Внутри категории более высокое рабочее напряжение” (установившееся напряжение) сочетается с более высоким переходным. Например, измерительный прибор категории III 600 В проверяется переходным напряжением 6000 В, а измерительный прибор категории III 1000 В проверяется переходным напряжением 8000 В. Что менее очевидно, так это разница между переходными 6000 В для категории III 600 В и переходными 6000 В для категории II 1000 В. Это не одно и то же. Здесь в дело

вступает импеданс источника. Закон Ома ($I = U/R$) показывает, что испытательный источник с внутренним сопротивлением 2 Ом для категории III имеет шестеро больший допустимый ток, чем испытательный источник с внутренним сопротивлением 12 Ом для категории II. Измерительный прибор категории III 600 В заведомо имеет более эффективную защиту от переходных явлений, чем измерительный прибор категории II 1000 В, несмотря на то, что его так называемый “класс по напряжению” может восприниматься как более низкий. См. таблицу 2.

Независимое тестирование является ключом к соответствию стандартам безопасности

Как удостовериться, покупаете ли вы на самом деле измерительный прибор категории III или категории II? К сожалению, это не всегда просто. Производитель может самостоятельно сертифицировать свой прибор по категории II или категории III безо всякой независимой проверки. IEC (Международная электротехническая комиссия) разрабатывает и предлагает стандарты, но она не отвечает за придание законной силы стандартам.



Поэтому ищите на приборе символ и списочный номер независимой испытательной лаборатории наподобие UL, CSA, VDE, TÜV или другого признанного агентства по аттестации. Этот символ может использоваться только в том случае, если продукт успешно прошел испытания по стандарту агентства, который основан на национальных и международных стандартах. Например, UL 3111 основан на EN 61010. В нашем несовершенном мире это лучшая гарантия того, что выбранный вами мультиметр действительно проверен на безопасность.

Таблица 1

Категория по перенапряжению	Коротко	Примеры
Категория IV	Трехфазное на энерговоде, любые воздушные линии	<ul style="list-style-type: none"> • Относится к “начальной точке”; т.е. к точке присоединения низковольтной сети к с энерговоду. • Электросчетчики, первичное оборудование защиты от перегрузки по току. • Наружный и технологический вводы, технологический отвод от столба к зданию, шина между счетчиком и щитом. • Воздушная линия к отдельно стоящему зданию, подземная линия к насосу в колодце.
Категория III	Трехфазное энергоснабжение, в том числе однофазные линии освещения	<ul style="list-style-type: none"> • Установочное оборудование наподобие коммутационного и трехфазные двигатели. • Шина и фидер на заводах. • Линии питания и короткие отводы, щитовые распределительные устройства. • Системы освещения в больших зданиях. • Розетки для бытовых электроприборов на небольшом расстоянии от технологического входа.
Категория II	Однофазные подключаемые нагрузки	<ul style="list-style-type: none"> • Бытовые электроприборы, переносные инструменты и другие домашние и подобные им нагрузки. • Розетки и длинные отводы. • Розетки более чем в 10 метрах (30 футах) от источника категории III. • Розетки более чем в 10 метрах (30 футах) от источника категории IV.
Категория I	Электроника	<ul style="list-style-type: none"> • Защищенное электронное оборудование. • Оборудование, присоединенное к (питающим) цепям, в которых введен контроль с целью ограничения переходных напряжений до сравнительно низкого уровня. • Любой высоковольтный маломощный источник, основанный на трансформаторе с высокоомной обмоткой, например, высоковольтный блок копировального аппарата.

Таблица 1. Категории электрооборудования по перенапряжению. IEC 61010-1 относится к низковольтному (до 1000 В) испытательному оборудованию

Fluke: категории электробезопасности

За безопасность ответственны все, но ключ к ней - в ваших собственных руках. Никакой прибор сам по себе не может гарантировать вашу безопасность при работе с электричеством. Именно сочетание правильного оборудования и навыков безопасной работы дает вам максимальную защиту. Вот несколько советов, помогающих в работе:

Удостоверьтесь, что вы всегда соблюдаете действующие нормативы.

Если возможно, работайте с обесточенными цепями.

Отключайте и отсоединяйте должным образом цепи, с которыми работаете. Если это невозможно или не разрешено, считайте, что цепь находится под напряжением.

При работе с цепями под напряжением используйте защитные приспособления:

- Используйте изолированные инструменты
- Наденьте защитные очки или щиток для лица
- Наденьте защитные перчатки, снимите часы и кольца
- Стойте на изолирующей коврик
- Наденьте негорючую одежду вместо обычной рабочей одежды



Используйте средства защиты: защитные очки и изолирующие перчатки.



Используйте измерительные приборы со следующей маркировкой: 1000 В категории III или 600 В категории IV

Выберите правильный измерительный прибор:

- Выберите измерительный прибор, классифицированный по самым высоким возможным категории и напряжению (чаще всего 600 или 1000 вольт категории III и/или 600 вольт категории IV).
- Найдите маркировку по категории и напряжению у входных гнезд прибора и символ "двойная изоляция" на его нижней стороне.
- Найдя соответствующие символы на лицевой или задней стороне прибора, удостоверьтесь, что он был испытан и сертифицирован двумя или более независимыми испытательными лабораториями наподобие UL в США и VDE или TUV в Европе.
- Убедитесь, что измерительный прибор сделан из высококачественного, прочного изолирующего материала.
- По руководству пользователя убедитесь, что цепи сопротивления, емкости и целостности защищены на том же уровне, что и цепь измерения напряжения, для снижения риска в случае ошибочного использования прибора в режиме измерения сопротивления, емкости или целостности (если таковые имеются).
- Убедитесь, что у прибора есть встроенный предохранитель для предотвращения повреждения прибора в случае ошибочного включения прибора, установленного в режим измерения тока (если таковой имеется), в цепь для измерения напряжения.
- Убедитесь, что предохранители цепей измерения тока и напряжения прибора удовлетворяют спецификациям. Допустимое напряжение предохранителя должно быть не меньше напряжения классификации прибора.
- Убедитесь, что измерительные провода имеют:
 - Закрытые разъемы
 - Защиту для пальцев и нескользящую поверхность
 - Классификацию по категории не меньшей, чем категория прибора
 - Двойную изоляцию (найдите символ)
 - Минимум неизолированного металла на щупах

Дополнительную информацию по вопросам безопасности, а также информационный DVD-диск можно запросить по адресу: www.fluke.ru/safety

Осмотрите и проверьте ваш измерительный прибор:

- Нет ли трещин на корпусе, нарушений изоляции проводов и контрастен ли дисплей.
- Убедитесь, что заряд батарей достаточен для четкого отображения измеренных значений. Многие измерительные приборы имеют на дисплее индикатор разряда батареи.
- Проверьте измерительные провода на внутренние разрывы, измеряя их сопротивление при пошевеливании (сопротивление хороших проводов 0,1-0,3 Ом)
- Используйте режим самопроверки прибора, чтобы убедиться, что предохранители на месте и работают нормально (подробности см. руководство по конкретному прибору)

Перед началом работы с цепями под напряжением приобретите соответствующую практику:

- Вначале присоединяйте зажим заземления, потом провод под напряжением. Отсоединяйте вначале провод под напряжением, потом провод заземления.
- Используйте способ измерения в трех точках, особенно для проверки, обесточена ли цепь. Сначала измерьте цепь, заведомо находящуюся под напряжением. Затем измерьте исследуемую цепь. И, наконец, снова измерьте цепь, заведомо находящуюся под напряжением. Так вы убедитесь, что прибор работал нормально до и после измерения.
- Вешайте или ставьте измерительный прибор, если это возможно. Старайтесь не держать его в руках для сведения к минимуму риска поражения переходными напряжениями.
- Используйте старый прием электриков - держите одну руку в кармане. Этот способ сводит к минимуму вероятность образования замкнутой цепи, проходящей через грудную клетку и сердце.

Таблица 2

Категория оборудования по перенапряжению	Рабочее напряжение (постоянное или среднеквадратическое переменное: относительно земли)	Пиковое импульсное переходное напряжение (20 повторений)	Испытательный источник (Om = V/A)
Категория I	600 В	2500 В	Источник с внутренним сопротивлением 30 Ом
Категория I	1000 В	4000 В	Источник с внутренним сопротивлением 30 Ом
Категория II	600 В	4000 В	Источник с внутренним сопротивлением 12 Ом
Категория II	1000 В	6000 В	Источник с внутренним сопротивлением 12 Ом
Категория III	600 В	6000 В	Источник с внутренним сопротивлением 2 Ом
Категория III	1000 В	8000 В	Источник с внутренним сопротивлением 2 Ом
Категория IV	600 В	8000 В	Источник с внутренним сопротивлением 2 Ом

Таблица 2. Значения переходных напряжений для категорий электрооборудования по перенапряжению. (Значения 50 В/150 В/300 В исключены)

Поиск и устранение неисправностей в электроприводах с регулируемой скоростью

FLUKE®

Электроприводы с регулируемой скоростью (ASD) играют большую роль в промышленности. Благодаря их применению экономится энергия, становится возможным управление самими точными процессами и продлевается срок службы двигателей и другого оборудования. Однако приводы с регулируемой скоростью доставляют серьезные проблемы инженерам по техобслуживанию. Измерение электрических параметров в таких приводах может вызвать затруднения в связи с тем, что большая часть измерительного оборудования не рассчитана на весь комплекс выходных данных привода.

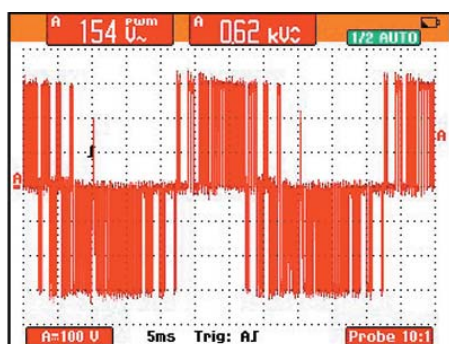
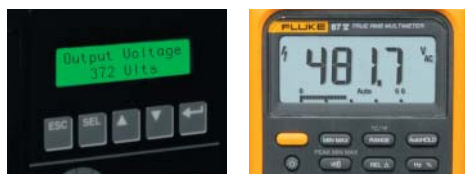
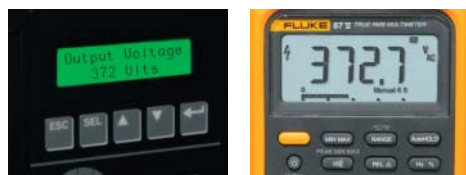


Рис. 1. Измерение выходных данных электропривода с использованием Fluke 199C



Отсчет напряжения без использования фильтра нижних частот.



Отсчет напряжения при использовании фильтра нижних частот.

Широтно-импульсные модулированные сигналы

Основная проблема состоит в широтно-импульсных модулированных сигналах выходного напряжения привода (см. рис. 1).

Для большинства приборов обработка этих комплексных сигналов весьма затруднительна:

- Широтно-импульсные модулированные сигналы сложны в измерении (особенно это относится к цифровым мультиметрам)
- Сопряжены с ВЧ шумом, что делает их считывание нестабильным
- Согласно нормам безопасности для измерительных приборов необходим уровень CAT III или даже CAT IV.

Fluke производит ряд приборов, которые упростили измерения на приводах с регулируемой скоростью:

Цифровой мультиметр Fluke 87V

У многих современных цифровых мультиметров истинных среднеквадратических значений полоса пропускания составляет 20 кГц или более. Таким образом, они измеряют не только основную составляющую сигнала мотора, но также и высокочастотные компоненты, генерируемые широтно-импульсно модулированным приводом. И если цифровой мультиметр не защищен от высокочастотного шума, высокие уровни шумов контроллера привода приводят к еще более значительным погрешностям измерений.

Новая модель Fluke 87V помогает решить эту проблему. Новый прибор соответствует уровню безопасности CAT IV, он оснащен специальным устройством для блокировки высокочастотного шума, запатентованным фильтром низких частот, что обеспечивает точное измерение параметров привода. Прибор помогает в поиске и устранении неисправностей на приводах с регулируемой скоростью посредством измерения соответствующего напряжения и частоты на контактных группах привода, вычисления соотношения напряжения-частота, измерения колебаний постоянного тока шины и так далее.

Промышленные осциллографы Fluke 190 серии

Промышленные осциллографы Fluke 190 серии являются идеальным средством для дальнейшего анализа широтно-импульсно-модулированных сигналов электроприводов с регулируемой скоростью. Они обладают специальной функцией измерения напряжения сигналов с широтно-импульсной модуляцией, для измерения напряжения, подаваемого на привод с одновременным измерением частоты.

Они также обладают автоматической системой запуска Connect-and-View™, ("Подключи-и-смотри") которая автоматически отображает стабильную картинку реального сигнала.

Другие приборы от Fluke

Многие приводы с регулируемой скоростью работают в промышленных условиях, где большие нагрузки и их изменения могут привести к снижению качества энергоснабжения. Часто именно из-за этого приводы с регулируемой скоростью выходят из строя. Номенклатура приборов Fluke, контролирующая качество электроэнергии, помогает определить и предотвратить проблемы, связанные с системами распределения питания, для обеспечения нормальной работы.

Измерение токовых характеристик очень важно при техническом обслуживании регулируемых приводов и электродвигателей. Одним из наиболее распространенных приборов, используемых для этого, являются токовые клещи. Однако многие приводы расположены так, что для них необходимо оборудование с уровнем безопасности CAT IV. Новые модели токовых клещей Fluke i400s и i400 являются первыми приборами такого рода с уровнем безопасности CAT IV. Диапазон 400 А и небольшие размеры, также делают эти приборы идеальными для измерения параметров приводов и электродвигателей.



Для получения дополнительных сведений можно загрузить рекомендации по применению с нашего веб-сайта или получить копию в местных отделениях по продажам.

В наличии имеются три различных рекомендации:

- Общие измерения на приводах с регулируемой скоростью при помощи цифрового мультиметра Fluke 87V.
- Измерение выходных напряжений на электродвигателях с различной скоростью при помощи Fluke серии 190.
- Поиск и устранение неисправностей в трехфазных электросетях при помощи анализатора качества электроэнергии Fluke серии 430.

Увеличивающаяся сложность современных стационарных электрических установок в жилых, коммерческих и промышленных помещениях налагает дополнительную ответственность на инженеров, выполняющих тестирование электрических объектов, от которых требуется проверка соответствия строгим международным стандартам.

Поэтому важно иметь соответствующие средства тестирования для выполнения строгих тестов, регламентируемых Международной электротехнической комиссией (IEC) и Европейским комитетом по электротехнической стандартизации (CENELEC). IEC 60364 и связанные с ним различные национальные стандарты, которые действуют в Европе (см. таблицу 1), устанавливают требования для стационарных электрических установок в зданиях. В разделе 6.61 этого стандарта описываются требования к проверке соответствия установки IEC 60364.

Основные требования IEC 60364.6.61

Многие подрядчики по электротехнике, возможно, уже знакомы со стандартом IEC 60364.6.61 или его национальными эквивалентами. В нем указывается, что проверка установки должна выполняться в следующей последовательности:

1. Визуальный осмотр
2. Тестирование:
 - целостность защитных проводников;
 - сопротивление изоляции;
 - защита через разделение контуров;
 - сопротивление пола и стен;
 - автоматическое отключение от электропитания;
 - измерение сопротивления заземления
 - измерение полного сопротивления контура при замыкании
 - тестирование УЗО
- полярность;
- функционирование;

Для тестирования защитных мер, как описано выше, IEC 60364.6.61 ссылается на IEC / EN 61557

Основные требования IEC/EN 61557

Европейский норматив EN 61557 устанавливает требования к тестовому оборудованию, используемому при тестировании установок. Он состоит из общих требований для тестового оборудования (часть 1), особых требований для комбинированного тестового оборудования (часть 10) и предусматривает особые требования для измерений/тестирования:

1. Сопротивление изоляции (часть 2)
2. Полное сопротивление контура (часть 3)
3. Сопротивление замыкания на землю (часть 4)
4. Сопротивление заземления (часть 5)
5. Работа УЗОТ в системах TT и TN (часть 6)
6. Чередование фаз (часть 7)
7. Устройства контроля за состоянием изоляции для систем IT (часть 8)

Многофункциональные тестеры электроустановок Fluke серии 1650 являются измерительным оборудованием, как описано в части 10 EN 61557, а три различных модели этой серии соответствуют конкретным частям этого норматива. Они специально предназначены для выполнения тестов, указанных в IEC 60364.6.61 и во всех принятым на его основе местных стандартах и правилах, наиболее безопасным и эффективным способом. Они имеют легкий вес и уникальную эргономичную изогнутую форму, которая при переносе тестера на шейном ремешке делает работу в полевых условиях более удобной.



Таблица 1

Европейские эквиваленты IEC 60364 (6.61)

Австрия	OVE/ONORM E8001
Бельгия	A.R.E.I./R.G.I.E.
Дания	Stærkstrombekendtgørelsen 6
Финляндия	SFS 6000
Франция	NF C 15-100
Германия	DIN VDE 0100
Италия	CEI 64-8
Нидерланды	NEN 1010
Норвегия	NEK 400
Португалия	HD 384
Испания	UNE 20460
Швеция	SS 4364661 / ELSAK-FS 1999:5
Швейцария	NIN / SN SEV 1000
Великобритания	Правила электропроводки BS 7671 16th Edition IEE

Для получения дополнительных сведений можно загрузить указание по применению "Basic Electrical Installation Testing" (Тестирование основных электрических установок) с нашего веб-сайта или получить копию в местных отделениях по продажам (Pub-ID 10641).

