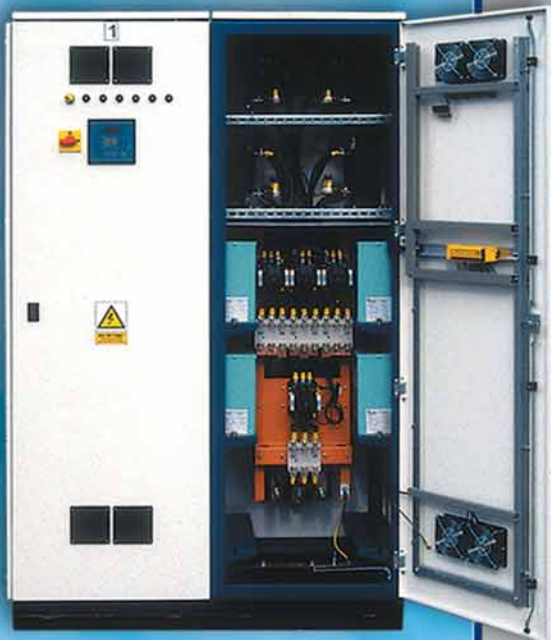
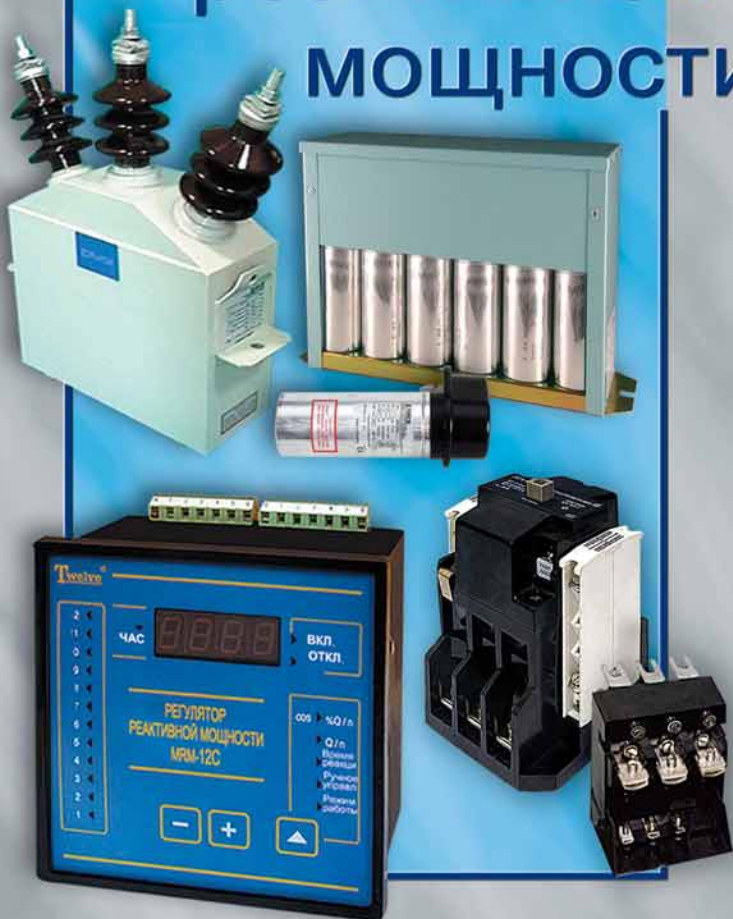


Twelve[®] *electric*

www.twelvee.com.pl



Компенсация реактивной МОЩНОСТИ



Мониторинг качества электро сети



TWELVE ELECTRIC Sp. z o.o.

04-987 Warszawa

ul. Wał Miedzeszyński 162

тел: +48 (022) 872-20-20

факс: +48 (022) 612-79-49

e-mail: twelvee@twelvee.com.pl

Управление качеством электрической энергии

В этой статье представлены предлагаемые фирмой Twelve Electric конкретные решения, касающиеся способов и методов определения качества электроэнергии. Описанное в статье оборудование и программное обеспечение касается многофункциональных анализаторов, которые можно приобрести по разумным ценам.

Все чаще в профессиональной работе, связанной с электроэнергией, встречаемся с такими понятиями, как: заказанная мощность, номинальное напряжение, количество гармоник, спады и исчезновение напряжения, электромагнитные помехи, качество энергии и т. д. Измеряя и определяя поставляемую электроэнергию в пункте соединения поставщик - потребитель, можем говорить о ее качестве, а также об отрицательном либо о положительном воздействии используемого нами оборудования на качество электроэнергии. Однозначное определение проблемы качества электрической энергии содержится в ряде правовых актов и норм, касающихся методов и способов измерения отдельных параметров электроэнергии, правил расчета и технических требований, в том числе касающихся параметров, влияющих на качество. На их основании разработаны определенные правила эксплуатации оборудования, договоры на поставку электроэнергии, а также расчетные прайс-листы, которые, с одной стороны, определяют требования, предъявляемые поставщику и потребителю, а с другой - финансовые зависимости, т.е. скидки и штрафы за соблюдение либо нарушение отдельных параметров. Всюду, где применяются правила и финансовые штрафы за их нарушение, для текущего контроля за используемой системой питания необходимо обязательно знать все ее особенности с целью рационального использования электроэнергии, а также комплексного и оптимального управления проблемой в целом. Необходимо также знать, что эти особенности накапливаются с появлением новых, необходимых требований и метрологических принципов.

Качество электрической энергии, коротко говоря - это заданные величины (их называют номинальными) определенных электрических параметров и пределы их отклонений (в абсолютных величинах либо выраженные в процентах отклонения от номинальной величины) и сравнение их с требуемой величиной. Часто дополнительно уточняется время либо период времени, в течение которых данный параметр может изменяться в определенных пределах, а также время, за которое он может быть усреднен. Из экономических соображений, часто не совпадающих с техническими требованиями, превышение установленных договором либо нормой значений принимается за ухудшение качества электроэнергии, что является причиной финансовых штрафов. Однако очень часто используемое нами оборудование должно эксплуатироваться при более высоких требованиях к качеству напряжения по сравнению с требованиями, определенными в нормах, и поэтому также необходимо знать, что часть используемого нами оборудования, например конденсаторные установки, не будут правильно работать, даже несмотря на то, что параметры нашего напряжения соответствуют норме.

Основными параметрами, характеризующими качество электроэнергии со стороны поставщика, являются:

- частота в сети и ее номинальное напряжение, а также несимметрия напряжения;
- коэффициент содержания гармоник для напряжения, определяемый как коэффициент искажения на-пряжения THDu, и процентное содержание отдельных гармоник;
- гарантированная, бесперебойная поставка электроэнергии, которая определяется суммарным временем перерывов в поставке электроэнергии в течение установленного расчетного периода;
- активная мощность гарантированных поставок для конкретных потребителей на основании заказов.



Рис. 1

Параметрами, определяющими качество энергии со стороны потребителя, являются:

- максимальная средняя активная мощность отбора Pt и коэффициент мощности (tgφ или cosφ);
- коэффициент содержания гармоник для токов, определяемый как коэффициент искажения тока THDi, и процентное содержание определенных гармоник.

Источниками помех в сети являются:

- падения либо скачки напряжения, а также исчезновения напряжения;
- короткие перерывы в питании;
- превышение содержания отдельных гармоник, а также THD;
- превышение коэффициента мощности;
- несимметрия напряжения;
- колебания напряжения, характеризующиеся явлением „мигания света“.

Определение многих из этих параметров стало возможным благодаря современному электронному оборудованию, например, анализатору параметров сети AS-3plus.

Управление качеством электроэнергии, или иначе, качеством питания, является достаточно емким понятием, охватывающим одновременно измерения, визуальное наблюдение и регистрацию превышения значений как отдельных параметров, так и событий, направленных на уменьшение влияния причин либо результатов превышений из-за применения соответствующих методов либо оборудования. Это управление, однако, невозможно без соответствующего знания вопроса, т.е. оно требует закупки необходимого измерительного оборудования и проведения комплекса измерений происходящих явлений, а также закупки необходимого технического оборудования, т.е. исполнительных и регулирующих элементов (систем конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности, фильтров высших гармоник, активных фильтров, генераторов резервного питания и др.). В большинстве случаев эти элементы уже имеются на предприятиях как индивидуальные объекты, действующие автономно, а не в составе одной правильно действующей системы, поддерживающей качество электрической энергии. Для создания такой системы, кроме вышеназванного оборудования и анализаторов, необходим быстрый доступ к истинной информации, которая после преобразования и обработки позволяет принимать оптимальные решения и затем подтверждает их правильность. Это можно сделать с помощью специального программного обеспечения, которое служит также для пересылки и архивации данных и для их визуализации. Оно также дает возможность создавать соответствующие рапорты и списки, необходимые для проведения переговоров между поставщиком и потребителем электроэнергии.

Самым важным элементом системы, от которого зависит истинность и постоянство в получении необходимых данных, является измерительная аппаратура. Хотелось бы обратить внимание на одну важную особенность. На рынке представлены: измерители параметров сети, регистраторы параметров сети, регистраторы помех. После подробного анализа характеристик оборудования, особенно с точки зрения создания системы управления качеством, ясно, что в первую очередь внимания заслуживают элементы, которые гарантируют:

- требуемую точность измерений;
- измерение необходимых параметров, определяющих качество;
- непрерывную работу в случае аварии питания;

- обозначение происходящих явлений временем и датой;
- нахождение и накопление данных независимо от исправности информационных систем и систем передачи данных;
- передачу информации системным средствам;
- осциллографическое протекание нарушений в диагностических целях.

Можно подобрать сравнительно недорогие приборы, которые позволяют выполнять эти функции одновременно. Таким прибором является анализатор параметров сети AS-3plus фирмы Twelve Electric (рис. 1).

Для выполнения измерений, связанных с определением качества энергии, необходимо иметь в месте, выбранном в качестве пункта измерения, соответствующий измерительный трансформатор. Во всех поставляемых на рынки анализаторах выполнить измерения можно только после подключения их измерительных цепей к измерительным трансформаторам тока и напряжения, размещенным на каждой фазе за исключением линии низкого напряжения, где измерение напряжения может проводиться непосредственно. На некоторых объектах на стороне высокого напряжения из расчета экономии размещены измерительные трансформаторы, соединенные между собой системой ARONA. Эта система пригодна только для измерений, связанных с мощностью и энергией, и абсолютно не пригодна для измерений, связанных с определением качества электрической энергии, особенно там, где мы имеем дело с нелинейными и несимметричными нагрузками.

Основные параметры сети – напряжения и токи, а также их гармоники, мощности, энергию и частоту следует измерять с помощью анализатора сети AS-3plus методом четырех квадрантов. Он позволяет контролировать и регистрировать превышения порогов, максимум и минимум отдельных параметров, а также позволяет следить за наибольшими отклонениями по превышению порогов. Зарегистрированные события, например, превышение порога допустимости величины данного параметра, его возвращение к норме, дополнительно обозначаются датой и временем происхождения события; также регистрируется, насколько „глубоким” было это явление. Аналогично регистрируются явления исчезновения напряжений с помощью регистрирующего устройства, запоминающего последние 4000 событий.

Вышеупомянутое устройство имеет все черты, характерные для регистратора помех (рис. 2). Оно позволяет запомнить мгновенные значения величин напряжений и токов в виде осциллограмм для каждой фазы длиной от -5 до +5°С с учетом момента обнаружения. Сигналом для запоминания мгновенных величин является появление превышения этой величины или ее исчезновение. Эта особенность устройства весьма полезна, так как позволяет воспроизвести происхождение событий и содержит намного больше информации о причине их появления, чем сухие статистические данные. Это существенно облегчает определение и локализацию причины возмущения.

Для сохранения качества питания важно не превышать заказанную мощность. Превышения заказанной мощности нарушают условия договора с поставщиком электроэнергии, за что приходится платить штрафы. С другой стороны, эти превышения являются причинами возникновения перегрузок в электропередающей сети, что затрудняет сохранение истинных параметров питания для других потребителей. Решением этой проблемы является применение в системе питания электронного датчика мощности. Анализатор AS-3plus позволяет прогнозировать опасность превышения заказанной мощности и отключает второстепенное технологическое оборудование в случае угрозы превышения заказанной мощности либо превышения мгновенной мощности. Благодаря двухконтактным входам и выходам анализатора можно подключать или выключать, например, аккумуляторные печи либо другое оборудование в соответствии с его значимостью, чтобы избежать превышения заказанной мощности. В памяти регистрируются истории 4000 последних измеренных периодов, что, при установленном времени измерения с периодом 15 минут, составляет 37 дней. Такая запись дополнительно позволяет оптимизировать потребности предприятия в электроэнергии в течение одной смены, уменьшить заказанную мощность, а также соответствующим образом изменить договор с поставщиком электроэнергии.

Следующей существенной чертой прибора, с точки зрения управления качеством питания, является доступность и читаемость информации. Стандартным является соединение с помощью применения соединения RS-485 и разных видов информационных систем, например трансмиссии, осуществляемой с помощью телефонных, GSM линий или Интернета. Не менее важным, однако, является представление визуальных данных, полученных в пункте измерения. Применяемые в ряде анализаторов сегментные экраны позволяют представить очень малое количество данных, причем только в форме цифровых величин. Гораздо более широкие возможности дают графические дисплеи. Они, кроме вышеупомянутых возможностей, позволяют представить изменения измеряемых

величин в виде графиков, гистограмм, осциллограмм, мгновенных значений, списка всех зарегистрированных событий или в виде их визуального изображения в соответствии с определенным параметром. Именно такой графический дисплей у анализатора AS-3plus. Примерные варианты получения возможных визуальных изображений для этого анализатора показаны на рис. 2 – 7.

Дисплей с такой функциональной особенностью наверняка будет, прежде всего, оценен на предприятиях, имеющих большую площадь. Он особенно полезен тогда, когда необходимо быстро выявить причину аварии, а компьютер с системой управления находится на значительном расстоянии. Еще одной функциональной особенностью такого анализатора является возможность его обслуживания с расстояния в несколько метров, что значительно облегчает работу персонала, обслуживающего анализатор.

Если в анализаторе имеем гарантированную идентификацию явлений и регистрацию параметров на удаленных объектах, то следующим шагом является сбор этих данных в одном месте с целью дальнейшей их обработки и выполнения последующего анализа. При отсутствии связи обычно приходится пользоваться переносным компьютером.

Поскольку анализатор имеет достаточно большую не-удаляемую внутреннюю память, то и в случае использования переносного компьютера считывание данных происходит без потерь. Все же целевым решением является обеспечение постоянной связи с помощью соединения RS-485 либо использование, после соответствующего расширения, возможности информационных сетей. Наша программа: сервер коммуникации As-Koncentrator, DDE сервер полностью контролирует все передаваемые данные, что представлено на рис. 8.

Программа As-Wizualizacja дает возможность обработки рапортов с базы данных, а графическая демонстрация результатов обеспечивает качественную интерпретацию событий. В свою очередь, сравнительные таблицы обеспечивают точное и быстрое понимание деталей процесса. Одной из главных эксплуатационных особенностей системы является возможность просмотра текущих величин параметров в управляемой системе доступным и легким способом для обслуживающего персонала. Преимуществом систем графической визуализации является отражение действующих процессов, происходящих в системе питания,

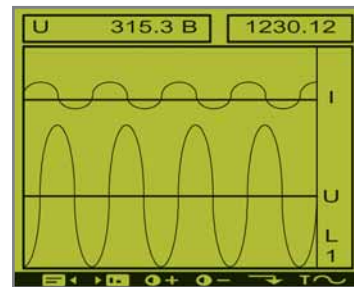


Рис. 2



Рис. 3

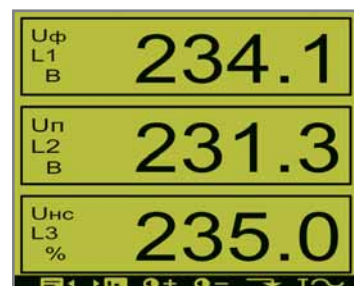


Рис. 4



Рис. 5

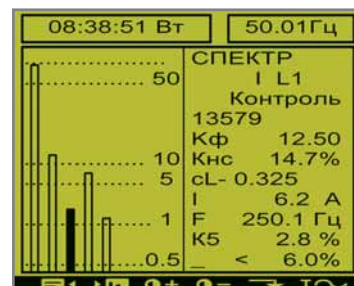


Рис. 6

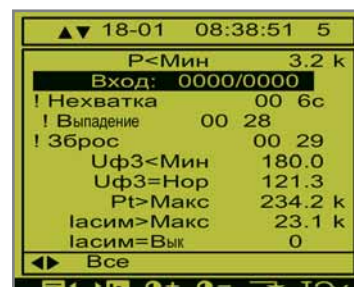


Рис. 7

а также дополнения их необходимыми эксплуатационными параметрами.

Последним этапом, который следует учитывать для обеспечения требуемого качества электроэнергии, является зависимость качества электроэнергии от его подключения к источнику питания. Опираясь на имеющиеся данные, потребитель принимает решение об инвестициях либо необходимых организационных изменениях для улучшения надежности и эффективности использования системы электропитания. Рассматривая вопрос о подключении к источнику питания в более широком аспекте, мы можем определить две группы факторов влияния:

- не зависящие от нас, к которым относятся, например, падения и перепады напряжения. Устранить влияние этих факторов можно путем дорогостоящих инвестиционных вложений;
- зависящие от нас, в отношении которых имеются две следующие возможности решения проблемы:

1. Техническое решение с помощью применения любого рода компрессоров, фильтров, корректоров отдельных параметров и оборудования для бесперебойного питания.
2. Организационное решение, сознательно используемое для корректировки параметров качества питания.

Вновь приведу несколько примеров.

Коррекция величины коэффициента мощности, оптимизация экономических затрат и затрат на передачу электроэнергии, вызванных реактивной энергией. Такую коррекцию можно осуществить путем компенсации реактивной мощности. В качестве решений применяются следующие виды компенсаций.

СТАТИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ. Применяется для электрооборудования с медленно изменяющимся характером нагрузки при времени реакции, превышающем 60 с.

ДИНАМИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ. Применяется для быстро изменяющихся нагрузок при времени реакции от 2 до 60 с, например: сварочные аппараты, лифты, подъемные краны. Одновременно используются электронные соединители, позволяющие быстро подключать конденсаторы к электрической сети без возникновения побочных явлений.

СЛЕДЯЩАЯ КОМПЕНСАЦИЯ. Применяется при нагрузках, изменяющихся в течение периодов колебаний электрической сети. В этом случае в системе регулирования используются специальный регулятор, конденсаторы и тиристорные ключи. Это решение является более дорогим и поэтому редко применяется.

ПОШАГОВО-СЛЕДЯЩАЯ КОМПЕНСАЦИЯ. Это редко используемая компенсация, которая осуществляется с помощью насыщенного реактора и дополнительного тока управления. Благодаря этому происходит плавное регулирование реактивного сопротивления в области наименьшего уровня. Применяя конденсаторы, подключенные соответствующим образом, можно осуществить безуровневое регулирование во всем диапазоне потребления реактивной мощности.

Структурно можно выделить следующие решения по компенсации:

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ. Этот вид компенсации относится к одной единице оборудования. Так, например, осуществляется компенсация холостого хода трансформатора либо асинхронного двигателя, либо компенсации емкостной реактивной мощности длинных отрезков кабелей питания и т. п. Компенсирующими элементами в этом случае являются специально подобранные дроссели или конденсаторы. Такие решения наиболее результативны с точки зрения минимизации затрат, но в то же время они являются наиболее дорогостоящими.

ГРУППОВОЕ. Оно осуществляется с помощью одной конденсаторной установки, для которой, в зависимости от потребностей, подбираются, например, дроссели высших гармоник либо электронные соединители конденсаторов. Такая установка

позволяет компенсировать несколько единиц оборудования, расположенных в одном месте, например, единиц оборудования, питающихся от одного распределительного устройства.

СМЕШАННОЕ. Объединение различных решений с целью оптимизации конечного эффекта.

Из-за большого количества нелинейного оборудования, используемого в системе электропитания, в напряжении и токе питающей сети появились высшие гармоники значительной величины, отрицательно влияющие на качество питания. Для исключения этих гармоник применяются фильтры высших гармоник: пассивные элементы LC со специально спроектированными и сконструированными дросселями, которые подбираются индивидуально для каждого конкретного явления и объекта. Возможность электронного подключения и отключения отдельных элементов таких фильтров позволяет подбирать определенные особенности резонансных контуров с целью подавления высших гармоник, которые очень опасны, например, для конденсаторов реактивной мощности, поскольку могут повредить конденсаторы.

В последнее время появились новые технические решения, позволяющие корректировать качество электроэнергии - активные фильтры. Такие фильтры позволяют корректировать формы кривых протекающего в цепи тока и напряжения, а применяемый метод коррекции обеспечивает получение коэффициента мощности $\cos\phi$, приближающегося к 1, при небольшом содержании высших гармоник. При этом система электропитания рассматривается в целом как практически линейная нагрузка. Такое решение, используемое в электрооборудовании известных западных фирм, применяется также и фирмой Twelve Electric.

Качество питания - это также бесперебойная подача электроэнергии. Для этой цели применяется целый ряд UPS, соединенных информационной сетью в единую систему управления на расстоянии. Самые современные конструкции этих приборов используют системы внутреннего контроля коэффициента мощности, в результате чего их можно отнести к группе оборудования „чистой энергии“. При применении такого оборудования колебания напряжения (его мгновенные исчезновения, перенапряжения и спады) перестают быть проблемой для потребителя электроэнергии.

Датчик мощности гарантирует потребителю не превышение заданного уровня заказанной мощности путем отключения отдельного оборудования, если есть угроза превышения лимита мощности. Решения, предложенные в анализаторе AS-3plus, самостоятельно автоматически осуществляют отключение малозначительных приемников, подключая их вновь при появлении достаточного резерва мощности. Другой формой решения не превышения лимита мощности является подключение дополнительного источника энергии, например агрегата, только на время потребности в пиковой мощности. Такие решения дают возможность понизить предел заказанной мощности.

Другим направлением корректировки качества питания является проведение организационных работ и планирование технологических процессов, исключающее неожиданный рост потребления мощности либо обеспечивающее равномерную нагрузку. Например, вместо одновременного подключения всего оборудования после обеденного перерыва необходимо провести перерывы для его отдельных малых групп или же распределить эти перерывы во времени; вместо проведения энергоемких вспомогательных процессов в период особенно большой нагрузки в сети перенести их на периоды низкой нагрузки и т. д. Определение времени перерыва, а также графиков подключения парка оборудования значительно облегчается с помощью системы, построенной на основе применения наших анализаторов AS-3plus. Здесь приведено лишь несколько основных примеров действий, направленных на улучшение качества электрической энергии в сети.

В заключение хочу отметить, что современное измерительное оборудование, в котором отсутствует цифровая связь, становится не интересным для потребителя. Вместе с тем сама лишь связь с анализатором без применения соответствующего программного обеспечения - только половина успеха. Управление качеством электрической энергии при большом количестве входящих и зависящих друг от друга информации, а также быстрый доступ к данным возможно осуществить только благодаря соответствующим комплексным решениям, например, AS-Multi 2002. Необходимо всегда помнить, что надежность всей системы и истинность собранной с ее помощью информации существенно зависят от применяемой концепции, а также закупленного оборудования. Самое важное - при выборе решения необходимо руководствоваться, прежде всего, функциональными и техническими возможностями, а также истинностью информации и непрерывностью ее сбора. Сэкономив при покупке системы, мы можем потерять намного больше во время ее эксплуатации.

С уважением

Krzysztof Lorek Twelve Electric Sp. z o.o.

Рис. 8

