

Как вы измеряете энергопотребление?

Указания по применению

С помощью показателей мощности, потребления... и анализатора качества электроэнергии

Поскольку стоимость электроэнергии по-прежнему высока, многие предприятия стараются уменьшить потребление энергии. Обычно прежде предприятие не анализировало свое месячное энергопотребление, не отслеживало его вплоть до рабочих элементов и не выделяло его из платежей за коммунальные услуги. До тех пор, пока вы не поймете, как именно вы используете энергию, вам будет трудно принять обоснованные решения по сокращению ее потребления.

Основные составляющие энергии

Если вам не приходилось измерять энергию раньше, уделите немного времени на то, чтобы понять, чем она отличается от напряжения и тока. Говоря об "энергии", поставленной энергетической компанией, мы говорим о двух основных составляющих: мощности и потреблении.

Мощность, кВт, обычно измеряют в ваттах, это энергия, потребляемая за одну секунду. Ватт-часы используются для обозначения общего количества энергии, затраченного за другие периоды, например, за месяц. В ватт-часах предприятия-поставщики электричества определяют использование энергии переменного тока. В ватт-часах измеряется фактическая работа, например, на отопление или охлаждение зданий, перемещение предметов или жидкостей и т.п.

Потребление, кВт·ч, определяет суммарную потребность клиента в напряжении и токе от энергетической компании без учета эффективности их поставки или независимо от фактического объема совершенной работы.

Теперь давайте начнем измерения. С помощью обычного цифрового мультиметра с вспомогательным датчиком тока измерим напряжение, затем силу тока, а затем перемножим эти значения и получим потребление в киловольт-амперах (кВА).

Такой подход применим к простой однофазной цепи, в которой нагрузка остается неизменной в течение времени проведения двух измерений. Для нагрузки в реальных условиях нам потребуются учитывать ряд других элементов.

Коэффициент мощности, реактивная мощность и гармоники

Коэффициент мощности. Если цепь работает со 100% КПД (что бывает весьма редко), то потребление также является мерой мощности. В реальной жизни мощность (в кВт), как правило, ниже потребления (в кВА). Различие, то есть отношение кВт/кВА, называется коэффициентом мощности (PF). Энергетические компании часто начисляют штрафные санкции, если PF падает ниже 0,95. Некоторые поставщики выдвигают более жесткие требования. Запомните, что низкий коэффициент мощности — это плохо; а высокий коэффициент мощности — хорошо.

Обычно в промышленном или коммерческом предприятии используется трехфазная система распределения электроэнергии, а затем эта энергия используется различными способами: для отопления, управления трехфазными электродвигателями и электроприводами или для питания однофазных потребителей, таких как компьютеры и осветительные



Использование регистратора электроэнергии Fluke 1735 для регистрации энергопотребления охладителя и определения эффективности оборудования.



Настройка интервалов регистрации.

приборы. Наличие трех фаз затрудняет измерение мощности или энергопотребления, особенно, если вы планируете использовать меры повышения эффективности, чтобы снизить расход энергии.

Реактивная мощность: Вольт-Амперы реактивные (ВАР) — это странный вид электрического тока, который не выполняет никакой работы, но при этом он присутствует в вашей электрической распределительной сети. Она составляет часть разности между мощностью и потреблением, тем самым участвуя в снижении коэффициента мощности. Обычно реактивная мощность вызвана индуктивностью электродвигателя, ее доля выше, когда электродвигатели не нагружены на полную мощность. Примером является электродвигатель с постоянной частотой вращения, вращающий большой вентилятор, в котором для регулировки воздушного потока используются механические заслонки, которые снижают эффективность работы вентилятора. Она также снижает нагрузку на электропривод и увеличивает реактивную мощность в системе электроснабжения.

На многих предприятиях отказываются от прямого питания электродвигателей и переходят к электроприводам с регулируемой частотой вращения, что позволяет оптимизировать работу и скорость вращения электродвигателя в соответствии с его нагрузкой. Такая оптимизация повышает эффективность энергопотребления

в вентиляторе и электродвигателе, а также повышает коэффициент мощности.

Гармонические токи, отраженные в систему питания, создаются входными нагрузками выпрямителей электроприводов с регулируемой частотой вращения, компьютерами, а также нагрузками подобных электрических устройств. Гармоники также снижают коэффициент мощности.

Как измерить мощность?

Для измерения активной мощности требуется измерительный прибор, который может одновременно измерять напряжение, ток и все перечисленные выше величины за одну секунду. Цифровой мультиметр не способен решить эту задачу. Решением является прибор для анализа качества электроэнергии.

В зависимости от прибора и модели можно проводить измерения в конфигурации с одной фазой, расщепленной фазой или тремя фазами (3 провода или 4 провода) и измерять или регистрировать В, А, Вт, ВА, ВАР, PF и гармоники. Некоторые регистрирующие модели также могут регистрировать измерения с течением времени, чтобы выводить показания энергии, используемые поставщиком электричества — кВт.ч, кВА.ч и кВАр.ч (см. Рисунки 1 и 2).

Также следует отметить, что эти приборы учитывают все упомянутые выше аспекты и отображают точные данные о произошедшем энергопотреблении в виде функции мгновенного напряжения и тока от времени.

Power & Energy				
FUND DEMO 0:02:12				
	A	B	C	Total
kW	32.5	29.3	31.3	93.2
kVA	32.8	30.4	31.3	94.6
kVAR	4.4	7.9	0.2	12.5
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
Cosφ	0.99	0.97	1.00	
kWh	1.196	1.078	1.151	3.425
kVAh	1.207	1.116	1.151	3.474
kVAh	0.163	0.290	0.007	0.460
START 08/04/08 15:19:26 0:02:12				
PULSE CNT ON/OFF		CLOSE ENERGY		MANUAL COUNT+1
RESET ENERGY				

Рис. 1. Экран контроля энергии прибора Fluke 435. Закладка Energy (Энергия) позволяет отслеживать накопленные показатели в кВт.ч, кВА.ч и кВАр.ч.

Power & Energy				
FUND DEMO 0:00:29				
	A	B	C	Total
kW	32.5	29.3	31.3	93.2
kVA	32.8	30.4	31.3	94.6
kVAR	4.4	7.9	0.2	12.5
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
Cosφ	0.99	0.97	1.00	
A rms	286	275	283	
V rms A B C				
V rms	115.87	112.05	111.72	
08/04/08 15:19:55 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY		TREND
HOLD RUN				

Рис. 2. Экран контроля мощности прибора Fluke 435. Это визуальное представление всех основных расчетов мощности в режиме реального времени. Для каждой отдельной фазы и всех фаз вместе отображаются показатели в кВт, кВА, кВАр, PF, dPF, а также Vrms (среднеквадратическое напряжение). Значок справа от кВАр показывает, является ли нагрузка индуктивной или емкостной.

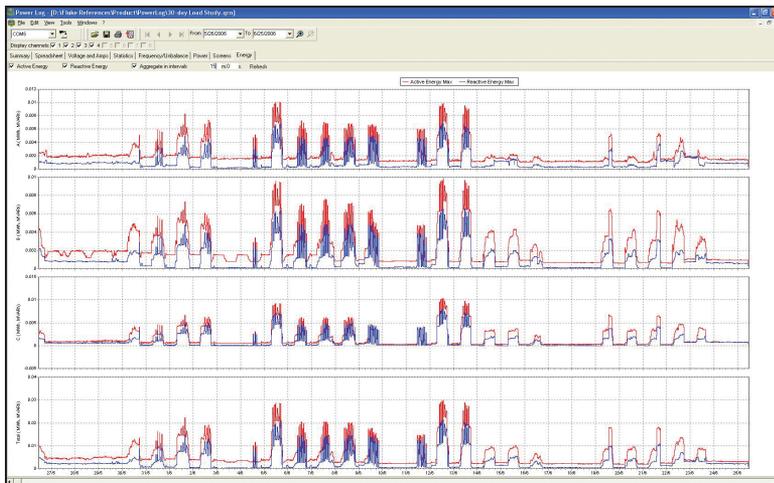


Рис. 3. Окно PowerLog "Energy" (Энергия). Это график 30-дневного изучения нагрузок, который отображает показатели в кВт.ч и кВА.ч по каждой фазе и суммарно. Кроме того, можно выбрать период усреднения, что позволяет приблизиться к периоду учета, применяемому местной энергокомпанией (обычно он составляет 15 минут).

Расчет времени

Остается последняя сложность. Энергию можно измерять лишь как работу, передаваемую электрической системой потребителям, а для этого требуется время. Можно оценить энергопотребление. Для этого необходимо проследить за потреблением энергии в течение короткого отрезка времени. На основе этой информации и простых расчетов можно прогнозировать энергопотребление на более длительный срок.

Пример: 100-ваттная лампочка, горящая в течение часа, потребляет 100 Ватт-часов энергии. Та же самая лампочка израсходует $100 \times 24 \times 365 = 864\,000$ Ватт-часов, или 864 кВт.ч за год.

Немного сложнее произвести расчет для электродвигателей, электродвигателей с переменной скоростью вращения и компьютеров, но если измерить расход мощности за один час и принять ряд допущений, то можно рассчитать энергопотребление за месяц или год при условии, что интенсивность энергопотребления остается неизменной. Другой подход заключается в проведении 30-дневного измерения нагрузок с помощью регистратора электроэнергии. В итоге получатся результаты, представленные на Рисунках 3 и 4, и можно получить полное представление об энергопотреблении во времени.

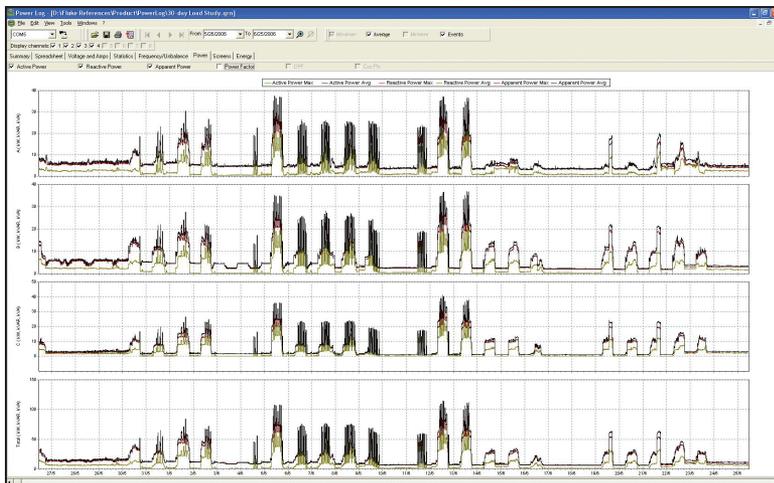


Рис. 4. Окно PowerLog "Power" (Мощность). В этом окне отображается 30-дневный график нагрузки с возможностью просмотра значений в кВт и кВАр для каждой фазы и суммарно. Здесь можно увидеть максимальные значения вместе со временем и продолжительностью.

Начало работы

Вы готовы измерять мощность? Используя прибор для анализа качества электроэнергии, подключите датчики напряжения и тока к фазам и начинайте контроль. Проверьте мощность (кВт), потребление (кВА), а также итоговый коэффициент мощности — это хорошо. Затем проверьте факторы, которые снижают его: VAR и гармоники. Если оба эти показателя низкие, то энергоснабжение является достаточно чистым, и предприятие должно работать сравнительно эффективно. Следует сравнивать значения показателей кВт и кВА в различные периоды времени по мере внесения изменений, снижающих энергопотребление на предприятии.

Если вы действительно хотите сэкономить деньги...

Действительно, можно воспользоваться мультиметром, чтобы измерить напряжение и ток, произвести расчеты и предпринять дальнейшие действия. Но суть снижения энергопотребления заключается в том, что впервые экономия средств зависит от точности электрических измерений. Если расчеты "энергии" неточны, поскольку они не учитывают помехи в системе, то невозможно узнать, сколько энергии потребляется на самом деле и чему равна эффективность ваших энергосберегающих мероприятий. Стоит использовать анализатор качества электроэнергии хотя бы начального уровня, чтобы получить реальные энергетические показатели, а затем проследить их во времени.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва, Ленинградский проспект дом 37, корпус 9, подъезд 4,БЦ "Аэростар", 1 этаж
Тел: 8 495 664 75 12
Факс: 8 495 664 75 13
e-mail: info@fluke.ru

© 2015, Fluke Corporation. Все права защищены. Отпечатано в Нидерландах месяц/год. Данные могут быть изменены без предварительного уведомления.

Pub_ID: 11546-rus

3399367 A-EN-N Rev A

Не разрешается вносить изменения в данный документ без письменного согласия компании Fluke Corporation.