

# ¿Cómo medir el consumo de energía?

## Nota de aplicación

### Con la potencia, la demanda... y un medidor de calidad eléctrica

Con unos costes energéticos elevados y crecientes, en muchas instalaciones se está intentando reducir el consumo energético. La mayoría de las empresas no han analizado su consumo mensual de energía, ni lo han relacionado con los componentes en funcionamiento, ni se han tenido en cuenta las crecientes tarifas de la electricidad. Sin embargo, hasta que no se comprende el uso que se hace de la energía, es difícil tomar decisiones adecuadas para reducir el consumo.

#### Componentes principales de la energía

Si nunca antes ha medido la energía, dedique un minuto a entender en qué se diferencia de los voltios y la corriente. Cuando hablamos de la "energía" que suministra la compañía eléctrica, nos referimos a dos componentes primarios: potencia activa y demanda, o potencia aparente.

**La potencia activa (Kw)**, se mide normalmente en vatios, e indica la cantidad de energía que se consume en un segundo. Los vatios-hora describen el total de energía que se ha consumido a lo largo de un periodo de tiempo, como por ejemplo los registros mensuales del consumo de energía CA que hacen las compañías eléctricas. Los vatios-hora miden el trabajo real, como el de calefacción o ventilación de edificios, o el de desplazamiento de objetos y fluidos, etc.

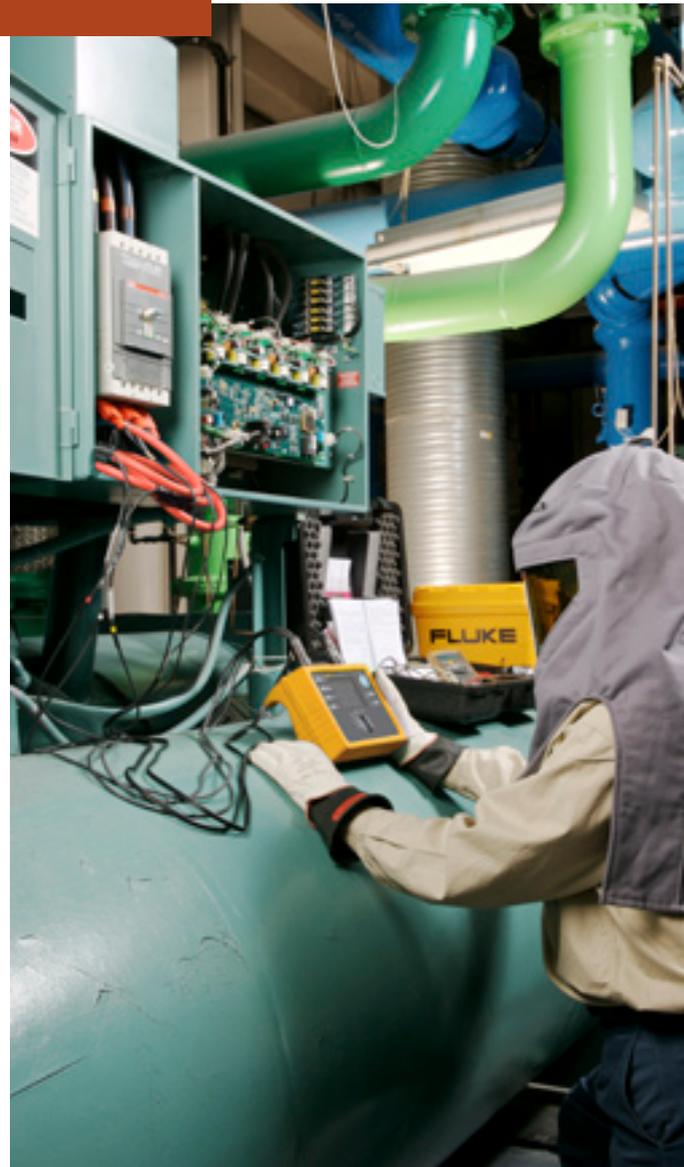
**La demanda o potencia aparente (kVA)**, tiene en cuenta los requerimientos totales que el cliente demanda de la compañía eléctrica para que se proporcione la tensión y corriente, independientemente de la eficiencia de los equipos del cliente o de si estos realizan un trabajo real o útil.

Y ahora, empecemos a medir. Utilice un multímetro digital normal con una sonda de corriente accesoria para medir la tensión y la corriente, y luego multiplique los dos valores para obtener la potencia aparente, en kilovoltamperios (kVA).

Esto valdría para un circuito monofásico simple, donde la carga permanece estable durante el tiempo que se tarda en tomar las dos medidas. Para medir cargas reales, habrá que tener en cuenta otros elementos.

#### Factor de potencia, potencia reactiva y armónicos

**Factor de potencia.** Si el circuito está trabajando con una eficiencia del 100% (lo que rara vez ocurre), entonces la demanda o potencia aparente coincidirá con la medida de la potencia. En la práctica, la potencia activa (kW) suele ser inferior a la demanda o potencia aparente (kVA). Al cociente de ambos valores (kW/kVA) se le llama factor de potencia (FP). Las compañías eléctricas a menudo cobran una penalización cuando el FP desciende por debajo de 0,95. Algunas establecen un límite incluso más alto. Recuerde: obtener un factor de potencia bajo es negativo, obtenerlo alto, es positivo.



El Registrador Fluke 1735 se utiliza para registrar el consumo de energía de un refrigerador y determinar la eficiencia del equipo.



Ajuste de los intervalos de registro

Normalmente, las instalaciones comerciales o industriales emplean una distribución eléctrica trifásica. Los consumos pueden tener diversas aplicaciones: calefacción, funcionamiento de motores trifásicos y variadores de velocidad, o alimentación de cargas monofásicas como ordenadores e iluminación. En circuitos trifásicos resulta más complicado medir la potencia o el consumo de energía, especialmente si tiene la intención de aumentar la eficiencia para reducir el consumo.

**Potencia reactiva: voltio-amperios reactivos (VAR)** es un extraño tipo de flujo de corriente que no genera ningún trabajo, aunque está presente en su sistema de distribución eléctrica. Forma parte de la diferencia entre la potencia aparente y por lo tanto contribuye a reducir el factor de potencia. Normalmente la potencia reactiva se produce debido a la inductancia de los motores, y es mayor cuando estos motores no trabajan a su máxima capacidad. Por ejemplo, en un motor de velocidad constante que accione un ventilador de aire de grandes dimensiones, equipado con amortiguadores mecánicos para regular el flujo de aire, estos harán que el ventilador funcione con menor eficiencia. Esta situación reduce también la carga en el motor lo cual da lugar a un incremento de

la potencia reactiva en el sistema de distribución eléctrica.

En muchas instalaciones se opta por cambiar la alimentación directa del motor utilizando un variador de velocidad, de forma que puedan optimizar el funcionamiento y la velocidad del motor en relación a su carga. Esta optimización permite emplear la energía de forma más eficiente en el ventilador e incrementar el factor de potencia.

**Las corrientes armónicas**, reinyectadas en el sistema de suministro, se producen debido a la entrada rectificadora de variadores de velocidad de motores, ordenadores y dispositivos electrónicos similares. Los armónicos también reducen el factor de potencia.

### ¿Cómo se mide la potencia?

Para medir la potencia activa o real, necesitaremos un medidor que tenga capacidad para medir la tensión y la corriente, además del resto de las variables ya mencionadas, sobre un periodo de un segundo. Un multímetro digital no puede hacer eso. La solución reside en un medidor de calidad eléctrica.

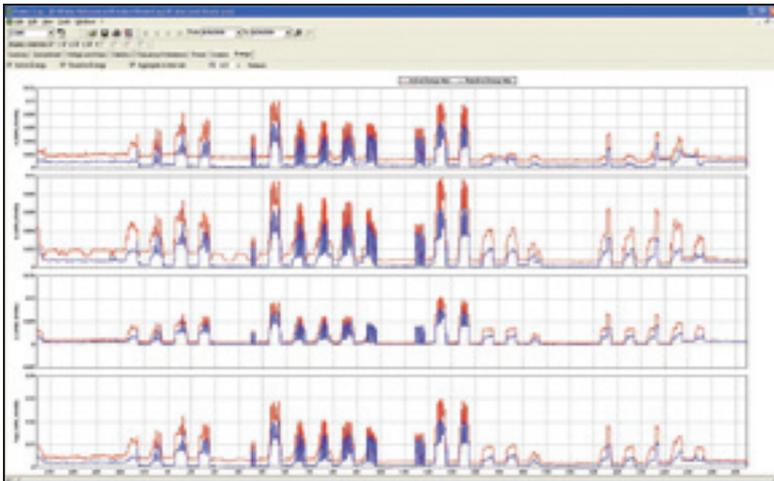
Según el modelo que elija, podrá probar configuraciones de medida monofásica, trifásica o de una fase dividida (3 ó 4 cables), o bien medir y registrar V, A, W, VA, VAR, FP y armónicos. Algunos de los modelos

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				

Figura 1. Pantalla de energía del Fluke 435 En la pestaña Energy (Energía) se pueden revisar los kWh, kVAh, y kVAh acumulados.

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 <sub>rms</sub>	286	275	283	
V <sub>rms</sub> 115.87 112.05 111.72				
08/04/08 15:19:55 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY		TREND
HOLD RUN				

Figura 2. Pantalla de potencia del Fluke 435. Esta es una visualización en tiempo real de todos los cálculos de potencia comunes. Los kW, kVA, kVAR, FP, dPF, junto con la tensión de verdadero valor eficaz, se muestran en pantalla por cada fase y en total. El símbolo situado a la derecha de los kVAR indica si la carga es inductiva o reactiva.



**Figura 3.** Vista de la pantalla "Energy" (Energía) de PowerLog. En este gráfico de cargas correspondiente a 30 días, podemos ver los kWh y los kVARh por cada fase y en total. También se puede seleccionar un periodo de media para ajustarlo a la unidad de facturación que emplea la compañía eléctrica (normalmente, 15 minutos).

con función de registro ofrecen también la posibilidad de almacenar medidas a lo largo del tiempo para elaborar informes de las lecturas de energía que utiliza la compañía eléctrica; kWh, kVAh y kVARh (ver Figuras 1 y 2).

Lo más positivo es que estos instrumentos darán fe de todas las incidencias que hemos descrito anteriormente e informarán acerca del uso de la energía cuando se produce, gracias a su función de medida instantánea de la tensión y la corriente a lo largo del tiempo.

### Sincronización

Este es el último obstáculo. La medida de la energía refleja el

trabajo que su sistema eléctrico suministra a las cargas, y eso requiere tiempo. Se puede estimar el consumo de energía midiendo la potencia durante un breve periodo de tiempo. Con esa información podrá calcular el consumo a largo plazo mediante operaciones matemáticas sencillas.

Ejemplo: Una bombilla de 100 vatios encendida durante una hora, consume 100 vatios-hora de energía. Por tanto, esa misma bombilla utilizará  $100 \times 24 \times 365 = 864.000$  vatios-hora, o lo que es lo mismo, 864 kWh al cabo de un año.

La situación se complica cuando hablamos de motores, variadores de velocidad u ordenadores. Pero si se mide la potencia desarrollada

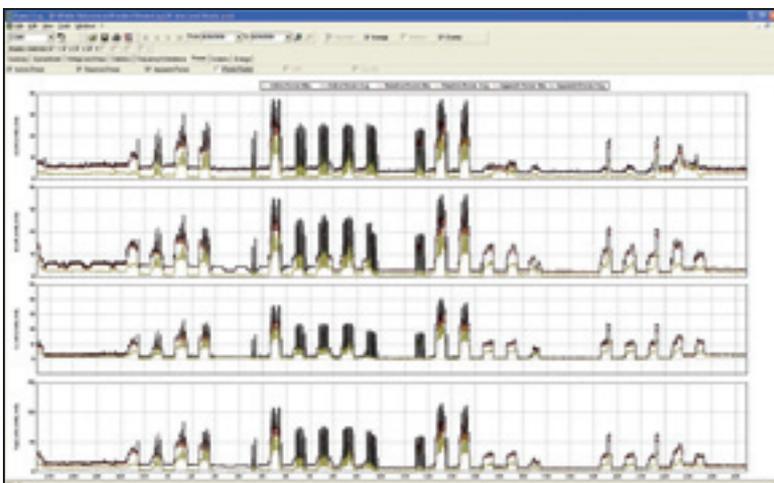
durante una hora y se le aplican algunas suposiciones al resultado, se podrá estimar el consumo mensual o anual de energía, suponiendo que la tasa de consumo no varíe. La alternativa es realizar un estudio de las cargas durante 30 días con un registrador. Así obtendrá los resultados que se muestran en las Figuras 3 y 4, además de un conocimiento total de su consumo de potencia a lo largo del tiempo.

### Empezando a trabajar

¿Está preparado para medir la potencia? Cuando utilice su medidor de calidad eléctrica, conecte las sondas de tensión y corriente a la(s) fase(s), y empiece a monitorizar la red. Compruebe la potencia activa (kW), la demanda o potencia aparente (kVA), y el factor de potencia resultante (FP). Un factor de potencia alto es positivo. Después, analice a sus enemigos: Los VAR y los armónicos. Si ambos son bajos, su consumo de energía es bastante puro y debería presentar un rendimiento eficiente. En términos de consumo de energía, los kW y kVA son los valores que deben compararse a lo largo del tiempo conforme se van introduciendo en las instalaciones los cambios para reducir el consumo.

### Si de verdad quiere ahorrar dinero...

Pues sí, puede utilizar un multímetro para medir la tensión y la corriente, hacer cálculos y empezar a partir de ahí. Pero la cuestión última en la reducción de energía es que, por primera vez, la precisión de la medida eléctrica supone una diferencia monetaria. Si sus cálculos "energéticos" son imprecisos, porque no tienen en cuenta otros aspectos asociados a la potencia de su sistema, entonces no sabrá cuánto está consumiendo en realidad, ni qué efecto están surtiendo sus medidas en relación a la reducción del consumo. Merece la pena utilizar al menos un medidor básico de calidad eléctrica. De esta forma obtendrá valores energéticos reales y podrá compararlos a lo largo del tiempo.



**Figura 4.** Vista de la pantalla "Power" (Potencia) de PowerLog. En esta vista del gráfico de cargas correspondiente a 30 días, podemos ver los kW y los kVAR por cada fase y en total. A partir de esta información se pueden identificar los valores máximos junto con el tiempo y la duración.

**Fluke.** *Manteniendo su mundo  
en marcha.*®

**Fluke Ibérica, S.L.**  
Pol. Ind. Valportillo  
C/ Valgrande, 8  
Ed. Sotohenar • Nave B1A  
28108 Alcobendas  
Madrid

Tel.: 91 4140100  
Fax: 91 4140101  
E-mail: [info.es@fluke.com](mailto:info.es@fluke.com)  
Web: [www.fluke.es](http://www.fluke.es)

© Copyright 2009 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos 05/2009. Información sujeta a modificación sin previo aviso.

Pub\_ID : 11546-spa