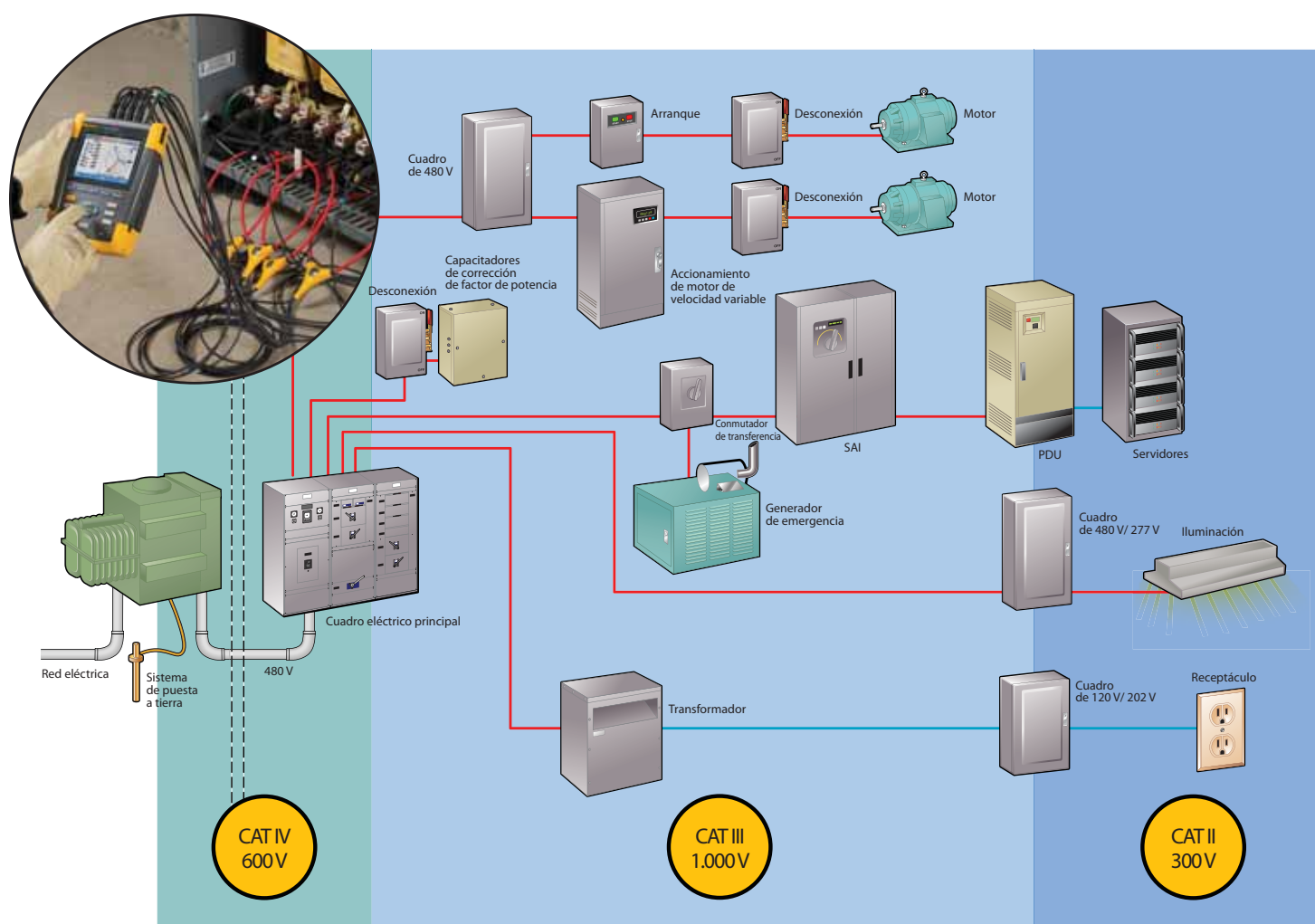


# Los costes de la mala calidad de la energía eléctrica.

## Nota de aplicación

La productividad es la clave de la supervivencia en el mundo competitivo actual. Cuando piensa en los elementos básicos de la producción (tiempo, mano de obra y materiales), usted puede ver que hay poco margen de maniobra para la optimización. Dispone de 24 horas al día, la mano de obra es cara y no tiene mucha alternativa en cuanto a materiales. Por eso, cada empresa debe utilizar la automatización para incrementar la productividad, o perecer.

Por lo tanto, confiamos en una automatización que, a su vez, se basa en un suministro de energía estable. Los problemas de calidad eléctrica pueden provocar el funcionamiento incorrecto de procesos y equipos o llegar a la interrupción de los mismos. Y las consecuencias de esto varían desde el cost excesivo de la energía hasta el cese completo del funcionamiento. Obviamente la calidad eléctrica es crítica.



La dependencia entre diversos sistemas añade complejidad a los problemas de calidad eléctrica. Sus el PC / los Pcs trabajan bien, pero la red no funciona, por lo que nadie puede reservar un vuelo o archivar un informe de gastos. El proceso está funcionando correctamente, pero el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado se ha apagado y la producción debe interrumpirse. Los sistemas imprescindibles para la empresa están repartidos por toda la instalación, por lo que los problemas de calidad eléctrica pueden ocasionar que algunos se detengan en cualquier momento. Y seguramente sucederá en el peor momento posible.

¿De dónde proceden los problemas de calidad eléctrica? La mayoría se originan dentro de las instalaciones. Puede deberse a problemas con:

- **Instalación:** conexión incorrecta a tierra, cableado inadecuado o distribución sub-dimensionada.
- **Funcionamiento:** los equipos funcionan fuera de los parámetros de diseño.
- **Métodos de mitigación:** blindaje inadecuado o falta de corrección del factor de potencia.
- **Mantenimiento:** aislamiento del cable deteriorado o la conexión a tierra.

Incluso los equipos que se han instalado y a los que se les efectúa el mantenimiento correctamente en una instalación perfectamente diseñada, pueden presentar problemas de calidad eléctrica con el paso del tiempo.

La medición eléctrica de las pérdidas, debido a una mala calidad eléctrica se puede realizar con los instrumentos 430 Serie II de Fluke, que miden directamente la energía desaprovechada a causa de armónicos y desequilibrio y cuantifican el coste de la pérdida basado en el coste unitario de la energía proveniente de la red eléctrica.

Los problemas de calidad eléctrica también se pueden originar fuera de la instalación. Vivimos con la amenaza impredecible de cortes del suministro eléctrico, caídas de tensión y sobretensiones. Obviamente, hay un coste en esto. ¿Cómo se cuantifica?

### Medición los costes de la calidad eléctrica

Los problemas de calidad eléctrica causan estragos en tres áreas generales: tiempo de inactividad, problemas en los equipos y costes de consumo de energía.



**Veamos un ejemplo.** Su fábrica produce 1.000 dispositivos electrónicos por hora, con 9\$ de beneficio por unidad. Por lo tanto, sus ingresos son de 9.000 \$ por hora. Si sus costes de producción son de 3.000 \$ por hora, su ingreso operativo es de 6.000 \$ por hora cuando la producción está en marcha. Cuando no está produciendo, la pérdida de ganancias es de 6.000 \$ por hora y además, tiene que añadir los gastos fijos (como los gastos generales y sueldos). Ese es el precio de la inactividad. Pero existen otros costes derivados de la inactividad:

- **Desechos.** ¿De cuánta materia prima o en proceso de producción tiene que deshacerse si la producción se detiene?
- **Reinicios.** ¿Cuánto cuesta resolver y reiniciar el proceso tras una interrupción no planificada?
- **Trabajo adicional.** ¿Debe pagar horas extra o servicios externos para solucionar un incidente que conduce a la inactividad?

### Interrupciones imprevistas.

Para cuantificar los costes derivados del tiempo de inactividad del sistema, necesita saber dos cosas:

1. Los ingresos por hora que genera el sistema.
2. Los costes de producción.

Debe tener en cuenta también el proceso empresarial. ¿Se trata de un proceso continuo y totalmente aprovechado (p.ej., una refinería)? ¿El producto debe consumirse después de haberse producido (p.ej., en una central eléctrica)? ¿Los clientes pueden disponer de una alternativa si el producto no está disponible (p.ej., una tarjeta de crédito)? Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es afirmativa, es difícil o imposible recuperar los ingresos perdidos.

¿Es usted un fabricante OEM? Si no puede hacer entregas a tiempo, sus clientes podrían cambiar de proveedor.

### Problemas en los equipos

Los costes exactos son difíciles de cuantificar, ya que se deben tener en cuenta muchas variables. ¿La avería en ese motor se debe a un exceso de armónicos o ha ocurrido por cualquier otra causa? ¿Ha tenido que desechar la producción de la línea tres, debido a que las variaciones en el suministro eléctrico provocan variaciones en el funcionamiento de la máquina? Para saber las respuestas correctas, usted debe hacer dos cosas:

1. Identificar la raíz de problema.
2. Determinar los costes reales.

**Este es el ejemplo.** En su fábrica se produce un tipo de malla de plástico que debe tener un grosor uniforme. Al terminar la jornada, los operarios consistentemente informan que gran parte de la producción se ha tenido que desechar. Usted puede directamente identificar las variaciones de velocidad de la máquina debido a la baja tensión provocada por las pesadas cargas en los sistemas de climatización. El jefe de operaciones calcula que las pérdidas netas son de 3.000 \$ diarios. Este es el sobre coste derivado de la baja tensión. Pero no se olvide de otros costes, por ejemplo aquellos identificados con los periodos de inactividad.

Kilovatios útiles  
(potencia disponible)

Potencia reactiva (inútil)

Kilovatios inutilizados por  
problemas de desequilibrios

Kilovatios inutilizados  
por armónicos

Corriente en el neutro

Costo total de kilovatio-hora  
desperdiciado.

## Energy Loss Calculator

|                | 0:03:26  |          |               |           |
|----------------|----------|----------|---------------|-----------|
|                | Total    | Loss     | Cost          |           |
| Effective kW   | 35.9     | W 488    | \$ 48.83      | /hr       |
| Reactive kvar  | 21.5     | W 175    | \$ 17.49      | /hr       |
| Unbalance kVA  | 2.52     | W 1.5    | \$ 0.15       | /hr       |
| Distortion kVA | 7.17     | W 57.2   | \$ 5.72       | /hr       |
| Neutral A      | 29.3     | W 57.7   | \$ 5.77       | /hr       |
| <b>Total</b>   |          | <b>k</b> | <b>\$ 683</b> | <b>/y</b> |
| 11/10/11       | 10:49:38 | 230V     | 50Hz          | 3Ø WYE    |
| EN50160        |          |          |               |           |
| LENGTH         | DIAMETER | METER    | RATE          | HOLD      |
| 100 m          | 25 mm2   |          | 0.10 /kWh     | RUN       |

### Costes de la energía.

Para reducir la factura de electricidad, usted tendrá que registrar los patrones de consumo y ajustar el sistema y el tiempo de las cargas para reducir uno o más de los siguientes factores:

1. Uso de energía activa (kWh).
2. Las penalizaciones por el factor de potencia
3. Estructura de cargos adicionales por demanda pico.

Hasta ahora, calcular el coste de las pérdidas de energía ocasionadas por problemas de calidad eléctrica era una tarea para ingenieros expertos. El coste de las pérdidas solo podía calcularse mediante métodos numéricos complejos, es decir, no era posible realizar una medición directa y una cuantificación económica de las pérdidas. Con los algoritmos patentados que utilizan los productos 430 Serie II de Fluke, las pérdidas ocasionadas por los frecuentes problemas de calidad eléctrica, como los armónicos y el desequilibrio, pueden medirse de forma directa. Al introducir el coste de la energía eléctrica en el instrumento, el coste es calculado directamente.

Puede reducir el consumo de energía si elimina las deficiencias en su sistema de distribución. Entre las fuentes de estas deficiencias se incluyen:

- Altos valores de intensidad de corriente en el conductor neutro causado por desequilibrio de cargas y armónicos "Triplen".
- Transformadores con cargas pesadas, en especial los que producen cargas no lineales.

- Motores viejos, accionamientos viejos y otras cuestiones relacionadas con motores.
- Señales eléctricas muy distorsionadas, que pueden provocar un calentamiento excesivo de los sistemas de alimentación eléctrica.

Usted puede evitar sanciones económicas del factor potencia mediante la corrección del mismo. En general, esto se consigue instalando condensadores de corrección. No obstante, lo primero es corregir la distorsión del sistema: los condensadores presentan una baja impedancia a los armónicos e instalando correctores de factor de potencia inapropiados puede producir resonancia o quemar los condensadores. Consulte a un especialista en calidad eléctrica antes de corregir el factor de potencia si existen armónicos en la instalación.

Es posible reducir los cargos adicionales por exceder la demanda pico gerenciándola. Por desgracia, muchas personas pasan por alto uno de los factores fundamentales de este

coste -el efecto de una mala calidad eléctrica en los picos de consumo eléctrico -y en consecuencia, no son conscientes de su impacto en una factura elevada. Para determinar los costes reales de la demanda de pico, necesita conocer tres datos:

1. El consumo de energía "normal"
2. El consumo de energía "estable"
3. La estructura de cargos adicionales por exceder la demanda pico.

Eliminando los problemas de la calidad de la energía, se reduce el valor del pico de demanda y el consumo. La gestión de la carga implica el control de cuándo debe operar cada equipo y con qué preferencia. Ahora sus instalaciones consumen un promedio de 515 kWh y sus cargas pico han bajado hasta 650 kWh. Pero, si incorpora la gestión de cargas para redistribuir algunas, el consumo promedio bajará y su nueva demanda de pico raramente sobrepasa los 595 kWh.

**Veamos un ejemplo.** En su fábrica/oficina se consume un promedio de 570 kWh durante la jornada de trabajo, pero se alcanzan picos de 710 kWh casi todos los días. La empresa de suministro eléctrico le cobra un recargo de electricidad por cada 10 kWh por encima de los 600 kWh en su factura mensual, cada vez que el consumo sobrepasa el umbral de los 600 kWh durante 15 minutos. Si usted corrige el factor de potencia, mitiga los armónicos, corrige las alteraciones e instala un sistema de gestión de cargas, tendrá ante usted un consumo de energía diferente: uno que usted mismo puede calcular.



### Ahorre dinero con la calidad eléctrica

Ya ha conocido los costes de la mala calidad eléctrica. Ahora, debe aprender a eliminar dichos costes. Lo conseguirá si sigue estos pasos.

- **Compruebe el diseño.** Determine de qué modo su sistema puede soportar mejor los procesos y qué infraestructura necesita para evitar averías. Verifique la capacidad del circuito antes de instalar un nuevo equipo. Vuelva a comprobar los equipos críticos después de realizar cambios de configuración.
- **Cumpla las normativas.** Por ejemplo, compruebe que su sistema de conexión a tierra cumple con la norma IEEE-142. Compruebe que su sistema de distribución de alimentación eléctrica cumple con la norma IEEE-141.
- **Compruebe los sistemas de protección eléctrica.** Esto incluye la protección contra rayos, los supresores de sobretensiones permanentes y transitorias. ¿Cuentan con la especificación apropiada y están correctamente instalados?
- **Obtenga datos básicos sobre todas las cargas.** Esta es la clave del mantenimiento predictivo y permite detectar problemas antes de que ocurran.
- **Piense en métodos de mitigación.** Los métodos de mitigación de problemas de calidad eléctrica incluyen la corrección (p.ej., reparación de la conexión a tierra) o aceptar la situación (p.ej., utilizando transformadores clasificados K). Considere acondicionar el suministro eléctrico e instalar una fuente de alimentación de reserva.
- **Considere acondicionar el suministro eléctrico e instalar una fuente de alimentación de reserva.** ¿Está realizando pruebas y llevando a cabo acciones correctivas? Lleve a cabo inspecciones periódicas en los puntos críticos; por ejemplo, compruebe la tensión entre neutro a tierra y la corriente de tierra en las acometidas y los circuitos derivados críticos. Lleve a cabo inspecciones de los equipos infrarrojos de distribución. Determine las causas de las averías para prevenir la recurrencia de las mismas.
- **Use la función Monitor.** ¿Puede detectar las distorsiones de tensión antes de que se sobrecalienten los motores? ¿Puede seguir la pista de los transitorios? Si no tiene instalado un sistema de supervisión de la alimentación, probablemente no verá los próximos problemas, pero sí verá la inactividad que producen.

Llegado este punto, usted necesita determinar los costes de prevención y reparación para, a continuación, compararlos con los costes de la mala calidad eléctrica. Esta comparación le permitirá a usted justificar la inversión necesaria para solucionar los problemas de calidad eléctrica. Dado que esto debería ser un esfuerzo continuo utilice los instrumentos adecuados de modo que pueda realizar sus propias mediciones de calidad eléctrica y realizar supervisiones, en vez de subcontratar a otras empresas o profesionales. En la actualidad es sorprendentemente accesible y siempre es menos costoso que la inactividad.

# Adler

©2004, 2011 Fluke Corporation.  
Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.  
Impreso en los Estados Unidos. 12/2011 2391563B D-TM-N

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.