

# Grupo electrógeno y compatibilidad del UPS

## > Notas técnicas

Por Gary Olson, director, Power Systems Development



**Nuestra energía trabajando para ti.™**

Este documento analiza los problemas que se pueden encontrar al operar equipos UPS en equipos de grupos electrógenos, explica las razones que hay detrás de algunos problemas e identifica los pasos que se pueden seguir para minimizar los problemas de compatibilidad entre grupos electrógenos y equipos UPS estáticos.

### **Sabiduría convencional y problemas relacionados**

Según una “sabiduría convencional”, un grupo electrógeno destinado para usarse con un UPS debe dimensionarse para que el grupo electrógeno tenga siempre dos a cinco veces la capacidad de un UPS.

Un problema con esa norma es que no hay un consenso firme en la industria respecto a qué número exacto usar y poca base técnica para las recomendaciones basándose solamente en el dimensionamiento. Se han observado casos donde cargas del SCR tan pequeñas como 3 kW han perturbado la operación de un grupo electrógeno de 100 kW. ¿Alguien sugeriría que los grupos electrógenos se corrijan para afrontar esta situación? Además, aun si se siguiera esa “regla”, no hay garantía de que el grupo electrógeno provea con éxito energía a la carga. El proveedor de UPS por lo general no puede ofrecer una garantía sin limitaciones de que un grupo electrógeno específico funcionará en una aplicación, y el proveedor del grupo electrógeno no garantizará que un UPS funcione con éxito en un grupo electrógeno específico.

Con un factor de corrección tan pequeño como “dos veces”, incluso si la carga funciona con éxito, el sobredimensionamiento del grupo electrógeno puede tener como resultado costos de instalación y equipos innecesariamente altos, exceso de requerimientos de espacio en las instalaciones y costos de diseño, junto con problemas

potenciales de operación y servicio del grupo electrógeno por hacer funcionar el motor o el grupo electrógeno con carga baja.

El solo hecho de sobredimensionar no garantizará un rendimiento operacional exitoso, y tendrá como resultado costos de operación e instalación innecesariamente altos. Entonces, ¿qué puede hacerse para mejorar el costo, rendimiento y confiabilidad de los sistemas de energía que incluyen equipos UPS y generadores? Las respuestas están en comprender los problemas que pueden ocurrir y lo que pueden hacer los proveedores para prevenir que estos sucedan.

Los problemas de compatibilidad del grupo electrógeno son más pronunciados en pequeños grupos electrógenos (por debajo de 100 kW), y particularmente en grupos electrógenos con gas natural como combustible. Los problemas ocurren con mayor frecuencia cuando el UPS es la única carga en el grupo electrógeno, o es la carga individual más grande en el sistema. El simple diseño basado en situaciones que se ajustan a estos casos podría evitar muchos problemas.

La incompatibilidad del grupo electrógeno y el UPS es particularmente difícil de explicar cuando equipos iguales en dos sitios separados pueden trabajar de manera diferente; y especialmente cuando ambos, tanto el UPS como el grupo electrógeno, funcionan normalmente hasta que se hace un intento para que funcionen juntos.

Cuando ocurre una falla en el sistema, la reacción natural es asumir que algo anda mal en el rendimiento del UPS o del grupo electrógeno. Esta suposición a menudo no es verdadera. Por lo tanto, es importante comprender en primer lugar que existen diversos modos de fallas de compatibilidad en el UPS/grupo electrógeno y luego, aplicar la solución apropiada al problema específico encontrado.

El primer paso es estar seguro de que el grupo electrógeno y el equipo UPS estén ambos funcionando correctamente. Esto puede requerir una prueba del grupo electrógeno bajo

varias condiciones de carga para validar la capacidad de conducción de carga y la estabilidad transitoria. Desde ese punto podemos comenzar a evaluar varios posibles problemas de compatibilidad por los síntomas de los modos de fallas. Al categorizar estos modos de fallas, se pueden identificar algunas áreas comunes de problemas con grupos electrógenos:

- estabilidad de frecuencia deficiente debido a desajustes o mal funcionamiento de los componentes
- sensibilidad del regulador de voltaje: distorsión del voltaje de salida
- estabilidad de frecuencia o de voltaje deficiente debido a problemas de compatibilidad de control de bucles
- selección de filtro u operación de un UPS inapropiados

Además, los efectos del calentamiento por cargas no lineales también deben considerarse para que se puedan diseñar sistemas seguros con vida útil aceptable para el equipo involucrado. Los efectos del calentamiento no tendrán efectos inmediatos, pero pueden causar falla prematura del alternador.

## Desajustes

A los grupos electrógenos que atienden cargas lineales de estado estacionario, dada la naturaleza de la calidad de la energía de la carga requerida, normalmente no se les exige que funcionen en el máximo de estabilidad en el estado estacionario y de los niveles de rendimiento de respuesta transitoria. A menudo se ajustan en la fábrica para responder de la forma más rápida a los cambios de carga. En consecuencia, la gran cantidad de ajustes que se pueden realizar en los circuitos de mando y regulador de voltaje pueden no estar optimizados, pero el rendimiento del sistema en general puede todavía ser aceptable. Hasta es posible que el grupo electrógeno pueda quedar discapacitado por un componente que funcione parcialmente (como una varilla de actuador pegada) y aún funcione suficientemente bien para atender muchas cargas.

Las cargas no lineales y otras cargas electrónicas a menudo requieren un nivel de estabilidad más alto (es decir, una velocidad de cambio de frecuencia más baja) que las cargas lineales de un grupo electrógeno. Por consiguiente, es posible que un grupo electrógeno comience, le dé energía a un banco de carga y lleve algunas cargas sin problemas, y aún así no lleve cargas de UPS específicas debido a desajustes o deficiencias sutiles de los componentes o del sistema. O, un simple amortiguamiento, en especial de la respuesta del sistema de regulación de voltaje, permitirá una operación estable.

Estos problemas serán extremadamente difíciles de detectar en el sitio de trabajo, ya que normalmente no hay un equipo de monitoreo disponible en el sitio que pueda permitir al técnico detectar estas condiciones. Si no está disponible una muestra de rendimiento adecuado, es difícil evaluar el

Síntoma	Problema potencial
Falla de acoplamiento ("lock on") a la energía del generador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• frecuencia o voltaje inadecuado del generador</li> <li>• poca estabilidad de frecuencia del generador</li> <li>• requisitos de rendimiento no realistas</li> </ul>
Inestabilidad del generador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sensibilidad del regulador de voltaje</li> <li>• compatibilidad de bucle de control</li> <li>• interacción de filtro/control</li> <li>• problema de AVR o mando</li> </ul>
Falla al sincronizar el bypass	<ul style="list-style-type: none"> <li>• frecuencia o voltaje fuera de rango</li> <li>• estabilidad de frecuencia deficiente</li> <li>• requisitos de rendimiento no realistas</li> <li>• cambios a la carga total del sistema</li> <li>• distorsión de voltaje de salida del generador</li> </ul>
Inestabilidad en niveles de carga específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compatibilidad de los bucles de control</li> </ul>
Inestabilidad en cambios de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compatibilidad de los bucles de control</li> </ul>
Errores de medición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distorsión de voltaje de salida del generador</li> </ul>
Pérdida del control de voltaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• exceso de capacitancia en los filtros vs. carga</li> </ul>

**TABLA 1:** Síntomas comunes y posibles problemas asociados con grupos electrógenos que operan con cargas de UPS.

rendimiento en el lugar de trabajo para saber si es aceptable o deficiente de alguna manera. Finalmente, puede ser necesario hacer pruebas en varios niveles de carga para encontrar el punto de inestabilidad que está causando un problema.

Los grupos electrógenos usados en aplicaciones de UPS se deben probar en la fábrica con la carga y factor de potencia especificados. Las pruebas deben incluir pruebas de cargas transitorias en varios niveles de carga con verificación de la caída de voltaje y tiempos de recuperación, y la observación de una respuesta aislada del sistema en la recuperación luego de una carga.

Estos resultados deben ser comparados con el prototipo de información de prueba para verificar que la unidad esté funcionando de manera correcta. Nótese que los valores absolutos no son necesariamente tan importantes como la verificación de la estabilidad del sistema, y la ausencia de componentes con mal funcionamiento. Nótese también que es razonable requerir que la prueba de fábrica incluya el factor de potencia clasificado, ya que la regulación del voltaje en el estado estacionario es afectada por el factor de potencia de la carga.

Cuando se encuentra un problema de estabilidad en el sitio de trabajo y las pruebas y diagnósticos normales no detectan un problema, una prueba completa de carga con un banco de carga con varias cargas puede ser de ayuda para verificar la capacidad del sistema para que funcione de manera correcta. Cuando se hace este tipo de pruebas en el sitio de trabajo resulta costoso y lleva tiempo, pero es la única manera de verificar que el grupo electrógeno esté funcionando correctamente. Para cualquier equipo que atienda cargas no lineales, es razonable considerar en el diseño las provisiones

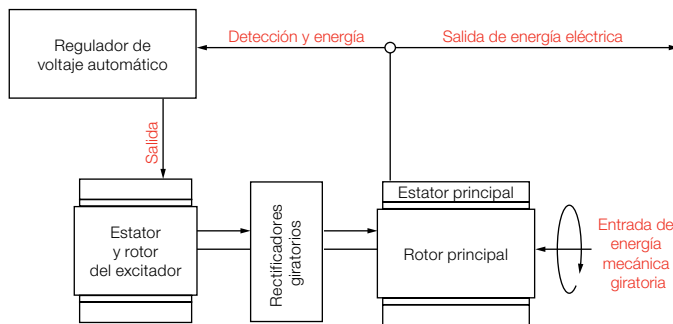
que permitan conectar fácilmente el banco de cargas al sistema, tanto para el grupo electrógeno como para el UPS.

### Sensibilidad del regulador de voltaje

Un grupo electrógeno usa un regulador de voltaje automático (automatic voltage regulator, AVR) para monitorear el voltaje de salida del grupo electrógeno y controlar la fuerza del campo de la máquina para mantener un voltaje constante en la salida del grupo electrógeno bajo varias condiciones de estados estacionarios con carga. La FIGURA 1 ilustra el diseño típico de un grupo electrógeno.

El regulador de voltaje detecta el nivel del voltaje de salida del grupo electrógeno directamente desde las conexiones de salida de energía y, en base a un punto de referencia determinado, cambia la energía de salida al excitador del generador para mantener el voltaje. Nótese que la energía para que funcione el regulador de voltaje proviene de la salida del grupo electrógeno. Este sistema de excitación se denomina tipo “shunt” o desviado.

#### ALTERNADOR DE EXCITACIÓN DESVIADO

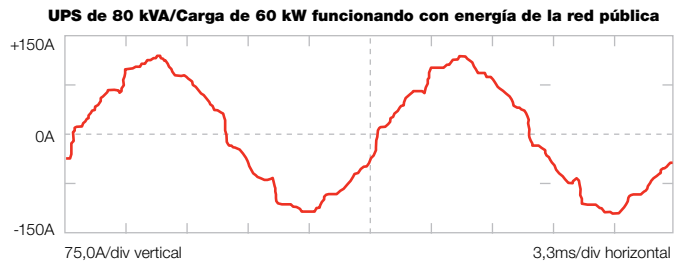


**FIGURA 1:** En este dibujo esquemático de un alternador de excitación desviado, nótese que el regulador de voltaje detecta el nivel del voltaje y conduce la energía de excitación desde la salida del campo principal del alternador.

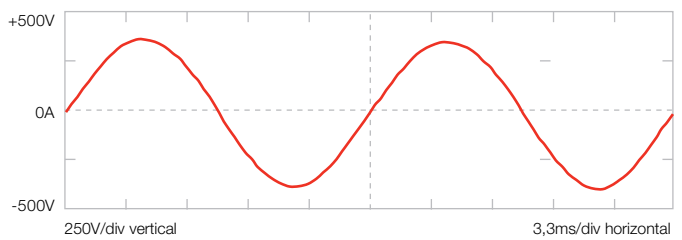
Ya que el AVR detecta directamente la salida del alternador, debe estar diseñado para funcionar con éxito cuando la forma de onda de voltaje detectada está distorsionada por la alimentación de energía a cargas no lineales. La carga de corriente extraída por el UPS en una operación normal no sigue un patrón sinusoidal. Por consiguiente, la forma de onda de voltaje de la fuente que proporciona la energía al UPS también se distorsiona. Los efectos de la distorsión de la forma de onda, que pueden causar perjuicios significativos en la operación de sistemas que reciben energía de la red pública debido a efectos de calentamiento, van a tener efectos aun más pronunciados en los grupos electrógenos.

Esta distorsión de la forma de onda de voltaje puede causar un funcionamiento incorrecto de los grupos electrógenos con algunos tipos de reguladores de voltaje, especialmente los AVR que utilizan SCR para encender y apagar la energía de excitación. Estos AVR tienen un buen rendimiento cuando se da energía a cargas lineales, pero pueden fallar al

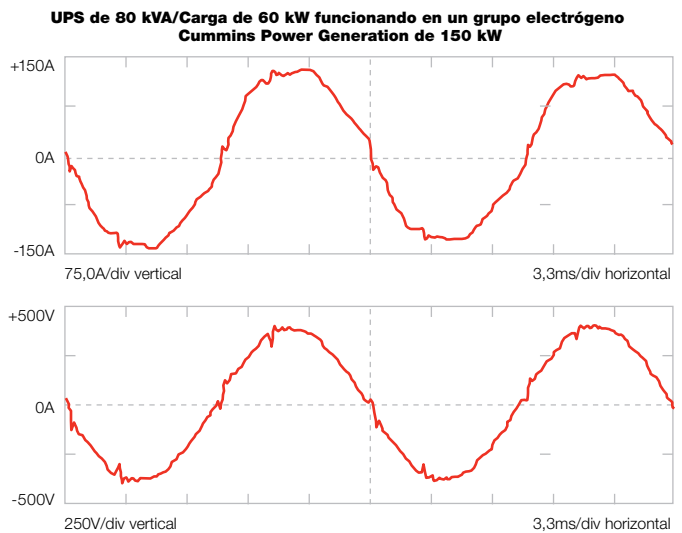
**FIGURA 2A**



**FIGURA 2B**



**FIGURA 2C**

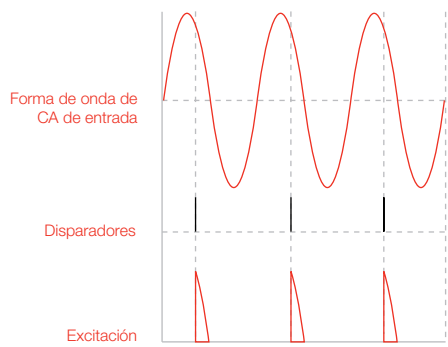


**FIGURA 2 (a,b,c):** Comparación de la distorsión del voltaje y la corriente vista en la entrada de un UPS de 80 kVA funcionando con una carga de 60 kW mientras funciona en la red pública y en un grupo electrógeno de 150 kW con los filtros en funcionamiento y mientras no funciona. La distorsión armónica total del voltaje es de aproximadamente 11,4% cuando funciona en un grupo electrógeno sin filtros.

operar en situaciones donde las formas de ondas de voltaje son perturbadas por cargas no lineales. Bajo condiciones normales (cargas lineales), el AVR detectará el nivel de voltaje de la salida del alternador y en base al nivel del voltaje sincronizará el disparo del SCR para que una cantidad de energía medida (el área bajo la curva de excitación) alcance al excitador (FIGURA 3a). Nótese que el SCR está “apagado” por autoconmutación, ya que la forma de onda de voltaje se acerca a su punto de cruce por cero.

Por consiguiente, el nivel de voltaje en la salida baja, el AVR intenta incrementar el nivel de voltaje al encender antes

**SISTEMA DE EXCITACIÓN CONTROLADO POR SCR**



**FIGURA 3a:** Nótese que el disparador único de entrada “enciende” la energía de excitación y el cruce del voltaje CA lo apaga. Cuando el regulador se aplica a cargas no lineales, la muesca de la forma de onda hace que el SCR en el AVR se apague en el momento incorrecto, entonces el excitador no recibe el nivel de energía adecuado para mantener el nivel de voltaje de salida del generador (FIGURA 3b).

el SCR y compensa en exceso el problema. El resultado final es que el nivel del voltaje en la salida del alternador comienza a oscilar. Ya que la carga real en kilovatios del motor es una función directa del voltaje, la variación del voltaje del AVR causa pulsaciones de potencia real al motor del grupo electrógeno. Estas pulsaciones de energía causan que la acción de mando sea pulsante, y la frecuencia sea oscilante, lo cual hace que el problema sea aun peor ya que la mayoría de los grupos electrógenos incorporan una atenuación del voltaje con un cambio en frecuencia. La frecuencia rápidamente cambiante también puede provocar un funcionamiento incorrecto del equipo UPS. Consulte “Compatibilidad de los bucles de control” en este documento.

Una gran cantidad de mandos en muchos de los grupos electrógenos se cambiaron antes de que el problema central fuera diagnosticado. Con el diagnóstico adecuado en la mano, los primeros intentos de corregir el problema giran en torno al aislamiento del AVR de la distorsión de la forma de onda mediante:

- la aplicación de filtros a la entrada de detección del AVR para prevenir que la distorsión de voltaje alcance al AVR;
- la aplicación de transformadores aislantes a la entrada de detección del AVR

Estas “soluciones”, sin embargo, no siempre estuvieron libres de efectos secundarios.

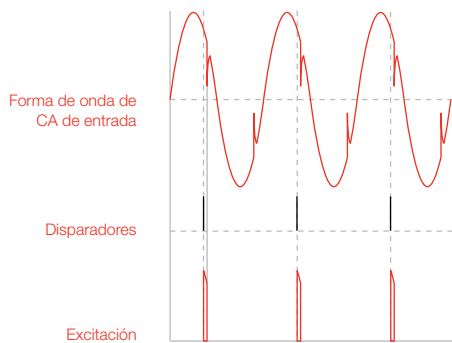
El mismo filtro de entrada que previno que la distorsión de la forma de onda perturbara al AVR basado en SCR, también impidió que el regulador respondiera rápidamente a las demandas de kVA reales, en aplicaciones de encendido de grandes motores, por ejemplo. Entonces, si bien el filtro ayudaría a mantener estable el sistema, podría impedir el funcionamiento adecuado de otras cargas, a menos que el grupo electrógeno se haya sobredimensionado. Otro problema con el filtrado fue que tendía a tener éxito sólo cuando la distorsión de la forma de onda no era demasiado grave, como cuando la carga total de SCR en el generador era sólo 30-50% del total de la capacidad del generador.

Los transformadores de aislamiento aplicados no siempre serían exitosos en eliminar una cantidad suficiente de distorsión de la forma de onda para permitir una operación estable, ya que para eliminar de manera exitosa las distorsiones de la forma de onda significativas serían necesarios arreglos de transformadores especializados (diferentes a los armónicos triple-N).

Debido a las limitaciones en el filtrado de las entradas del AVR, muchos fabricantes diseñaron reguladores de voltaje de alta velocidad que proporcionan una salida con modulación de la amplitud del pulso para el excitador del alternador. Estos AVR detectan con exactitud los valores de voltaje RMS reales y brindan la energía de excitación en cortos “impulsos”, en lugar de depender de la conmutación de la forma de onda de voltaje CA para apagar la energía de excitación (FIGURA 3c).

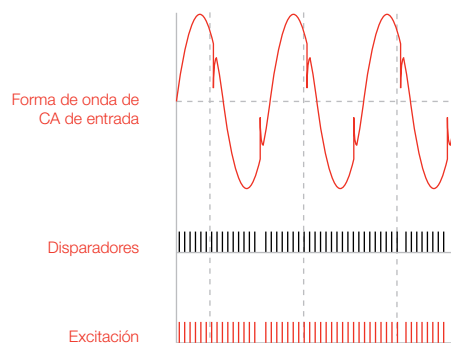
Por consiguiente, la cantidad de energía de excitación entregada al excitador del alternador no se ve afectada por la muesca de la forma de onda y el AVR es inmune a los

**SISTEMA DE EXCITACIÓN CONTROLADO POR SCR CON FORMA DE ONDA DE VOLTAJE DE ENTRADA DISTORSIONADA**



**FIGURA 3b:** Nótese que el disparador único se enciende en el momento correcto, pero la muesca de la forma de onda hace que el AVR “desconecte” la energía hacia el excitador demasiado pronto.

**SISTEMA DE EXCITACIÓN CON MODULACIÓN DE LA AMPLITUD DEL PULSO (PWM)**



**FIGURA 3c:** Los disparadores múltiples y la salida pulsada brindan los niveles de excitación adecuados sin importar el nivel de distorsión de la forma de onda.

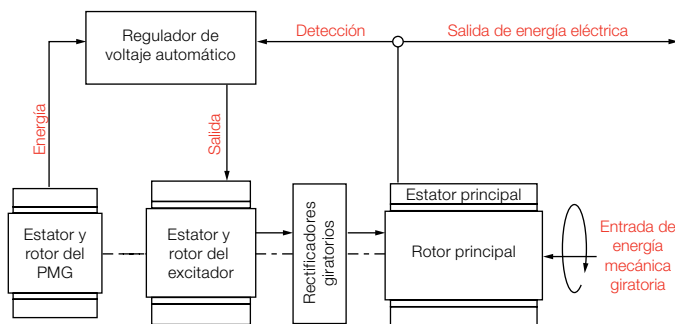
problemas de operación relacionados con la distorsión de la forma de onda.

El uso de los AVR de detección trifásicos es también de gran ayuda para reducir el efecto de la distorsión de la forma de onda sobre un sistema de control de alternador. Será particularmente efectivo cuando las cargas monofásicas de SCR estén causando la perturbación del sistema. Los circuitos de detección RMS trifásicos también son de ayuda para mantener una regulación del voltaje confiable para los grupos electrógenos que atienden cargas no lineales, ya que pueden percibir el nivel de voltaje de manera exacta sin importar la magnitud de la distorsión sobre la forma de onda de voltaje a la salida del alternador.

Otra forma de mejorar el sistema del alternador que ha sido aplicado es el uso de sistemas de excitación respaldados por un generador magnético permanente (permanent magnet generator, PMG). En un grupo electrógeno de tipo PMG, el AVR quita energía del generador magnético permanente acoplado sobre el eje del alternador, en lugar de la salida del alternador (FIGURA 4).

Ya que el PMG brindará energía constante en la salida siempre y cuando el eje del alternador esté girando, y dado que está completamente aislado de una carga inducida por la distorsión de la forma de onda de voltaje, el PMG brindará una fuente de energía aislada confiable para el AVR en situaciones en que haya distorsión significativa de la forma de onda de voltaje.

#### ALTERNADOR CON UN GENERADOR MAGNÉTICO PERMANENTE (PMG)



**FIGURA 4:** Dibujo esquemático de un alternador con un generador magnético permanente (PMG) para respaldo de excitación. El regulador de voltaje detecta el nivel de voltaje de salida del alternador, pero la energía de excitación es derivada del PMG.

### Efectos del calentamiento

Los grupos electrógenos, como otros componentes eléctricos de los edificios, se ven afectados por el calentamiento causado por las cargas no lineales. Estos efectos del calentamiento incluyen histéresis anormal, corriente parásita y pérdidas por efecto pelicular. En términos simples, el alternador funciona a una temperatura interna más alta que la temperatura interna normal cuando sirve las cargas SCR. El dimensionamiento incorrecto para los efectos de las cargas no lineales puede causar fallas prematuras del alternador debido al calentamiento anormal en la máquina.

Sin embargo, los grupos electrógenos por lo general se ven menos afectados que la mayoría de las cargas y los componentes de distribución del sistema. Los principales problemas en los grupos electrógenos son el dimensionamiento adecuado y permitir que los conductores neutros de tamaños adecuados se conecten a los grupos electrógenos. La corrección del alternador para cargas no lineales puede ser necesaria sólo si la especificación del alternador Standby y la del grupo electrógeno son iguales.

Por ejemplo, si un alternador de 500 kW con aislamiento clase F se suministra en un grupo electrógeno de 500 kW, entonces con el grupo electrógeno funcionando con una carga y un factor de potencia especificados y llevando cargas no lineales, el alternador estaría funcionando a una temperatura superior a su temperatura especificada. Esto daría origen al sobrecalentamiento y falla prematura del alternador.

Sin embargo, si el mismo alternador fuera suministrado con aislamiento clase H en lugar de clase F, habría un margen de 20 grados centígrados de protección térmica agregado; en consecuencia, la temperatura del aislamiento del alternador especificada probablemente no se excedería aun con cargas no lineales aplicadas. En un sentido práctico, prácticamente todos los grupos electrógenos se proporcionan inicialmente con alternadores sobredimensionados para proporcionar al motor la capacidad de arranque necesaria y para brindar un rendimiento de la caída del voltaje requerido con la máxima carga que se aplicará al sistema (aunque la diversidad de carga es tal que es muy improbable que la carga completa se aplique al grupo electrógeno simultáneamente).

Por lo tanto, cuando se utilizan cargas no lineales en una instalación, operadas por un grupo electrógeno, generalmente hay un exceso de capacidad en el diseño del alternador, por lo tanto, el sobrecalentamiento del alternador debido a cargas no lineales no es una preocupación mayor. No obstante, si la cantidad total de cargas no lineales en el sistema está cerca de la especificación del estado estacionario del grupo electrógeno, el uso de alternadores corregidos puede brindar la capacidad necesaria para hacer funcionar la máquina con las cargas no lineales aplicadas.

Dado que la capacidad del alternador es relativamente barata, no es un costo significativo para el costo inicial de la instalación. El aislamiento clase H brinda una resistencia adicional a las altas temperaturas sobre los sistemas de aislamiento clase F.

El diseñador del sistema debe verificar que se proporcione un dimensionamiento adecuado para la caja de unión y el área de terminación del arrastre para aquellas aplicaciones donde se especifique un sobredimensionado neutro.

### Distorsión de voltaje de salida

Los diseñadores de las instalaciones generalmente están bien al tanto del impacto potencial de las cargas no lineales sobre la calidad de la forma de onda de voltaje en sus aplicaciones. La degradación de la calidad de la forma de onda de voltaje

puede causar efectos de calentamiento y poca vida en los motores, funcionamiento incorrecto de algunas cargas e incluso alarmas de “bypass no disponible” en el equipo UPS.

Dado que el grupo electrógeno tiene una impedancia más alta que el servicio de la red pública normal, estos efectos serán mucho más aparentes mientras se opera con energía del grupo electrógeno que con la red pública. (Por ejemplo, consulte la FIGURA 2). Por lo tanto, si bien los diseñadores están al tanto del problema potencial, la mayor dificultad es determinar qué nivel de calidad de la forma de onda de voltaje se requiere para el funcionamiento exitoso del sistema, y luego especificar un alternador que brinde este nivel de rendimiento.

Este problema es aún más complicado por el hecho de que la magnitud de la distorsión de la forma de onda es afectada por el tipo de dispositivo de energía, el nivel de carga en el dispositivo y el número y tipo de otras cargas que están operando en el sistema de distribución. Las pruebas en dispositivos de cargas específicos en alternadores con

características específicas permiten el desarrollo de una herramienta gráfica, la cual se puede usar para estimar la calidad de la forma de onda del voltaje resultante con magnitudes específicas de cargas no lineales, aplicadas a un alternador. En la FIGURA 5 se muestra una gráfica de este tipo. Nótese que, por ejemplo, con un alternador que tiene 50% de su nivel de carga especificada como motores con control de 6 pulsos, se puede predecir una distorsión de voltaje de aproximadamente 13%. Si la carga es un rectificador de telecomunicación de 6 pulsos, la distorsión de voltaje será sólo de aproximadamente 5%.

Un error común del diseñador es intentar reducir la distorsión de la forma de onda de un grupo electrógeno para que se encuentre dentro de los requisitos del IEEE519. (Aproximadamente un 5% de THD de voltaje). Este estándar está dirigido a los sistemas de energía de red pública y causará un sobredimensionamiento innecesario de los alternadores en muchas aplicaciones de reserva.

La distorsión de voltaje real observada en un circuito autónomo de un generador está directamente relacionada con la reactancia subtransitoria del alternador ( $X''_d$ ). Un grupo electrógeno configurado con una reactancia subtransitoria baja se desempeñará significativamente mejor que una unidad con una reactancia más alta. Para grupos electrógenos que funcionan por debajo de 600 V, una buena recomendación es que la  $X$  no debe ser mayor que aproximadamente 0,12 a 0,15 por unidad. Por lo tanto, comparado con la impedancia de una fuente de energía pública normal, un generador al cual se le exige cumplir con IEEE519 puede tener el doble de tamaño que el requerido para operar cargas de manera exitosa.

El equipo de filtración ubicado en el dispositivo de carga también ayuda a reducir la distorsión de voltaje total. La FIGURA 2 ilustra el impacto del filtro en la aplicación al usar un UPS de 80 kVA y un grupo electrógeno de 150 kW. Nótese que cuando se aplica el filtro, las formas de onda del voltaje y la corriente son mucho más “limpias”. Sin embargo, el filtro siempre se debe aplicar cuidadosamente ya que puede tener efectos secundarios inesperados. En la FIGURA 2, la distorsión en general es mucho más baja, pero el filtro tuvo como consecuencia cruces por cero adicionales, lo cual puede perturbar el funcionamiento de algunos dispositivos de carga.

Además, el filtro puede tener efectos negativos en los grupos electrógenos cuando la carga en el dispositivo que se filtra y el grupo electrógeno es muy baja. En estas situaciones, el factor de potencia total de la carga visto por el grupo electrógeno puede tornarse primordial, y el grupo electrógeno puede ser incapaz de regular adecuadamente su voltaje.

El paso del alternador a veces se menciona como un factor al elegir un alternador con un mejor rendimiento con cargas no lineales. En general, el paso del alternador tiene poco efecto en el rendimiento general del sistema, pero si se especifica el paso del alternador, una máquina de paso 2/3 es más ventajosa porque estas máquinas no generarán armónicos

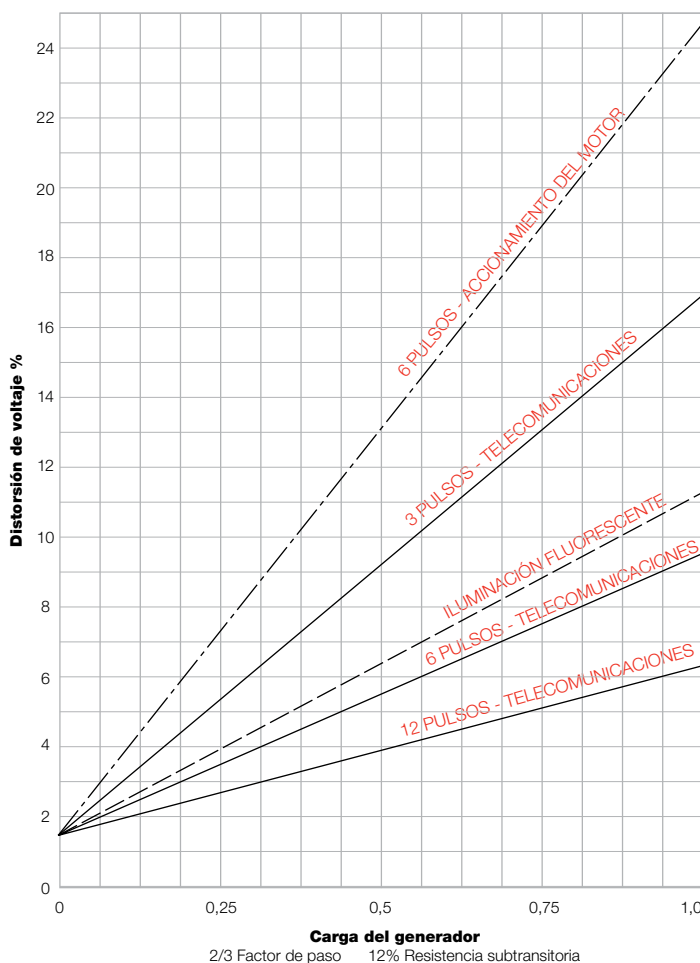


FIGURA 5: El nivel de distorsión de la forma de onda de un alternador con cargas específicas no lineales se puede calcular usando gráficas como esta.

de tercer orden, y el grueso de la distorsión de la forma de onda presente naturalmente en el alternador (cuando se da energía a cargas trifásicas será del quinto y séptimo orden). Esto constituye una ventaja a los circuitos de distribución porque los armónicos de tercer orden se suman directamente en el neutro del sistema y pueden causar calentamiento significativo en transformadores delta/wye y sistemas de cables/bus neutro.

La desventaja de las máquinas de paso 2/3 es que los armónicos de tercer orden se inducen en un sistema de distribución potenciado por un alternador de paso 2/3, y tienden a tener un impacto de calentamiento mayor sobre el alternador que los otros órdenes de armónicos. Sin embargo, dado que la mayoría de las cargas vistas por el alternador son de 6 pulsos, y dado que las cargas de 6 pulsos no producen armónicos de tercer orden, esto normalmente no es un problema significativo. (Las cargas de 2 pulsos son típicas de dispositivos monofásicos, y están separadas del grupo electrógeno por un transformador, el cual normalmente aísla el grupo electrógeno de los armónicos de tercer orden y sus múltiples (armónicos triple-N). Las cargas de 12 pulsos no producen armónicos triple-N, y la mayoría de la distorsión producida está en décimo primero y décimo segundo orden.

Los alternadores con otros pasos pueden tener una distorsión de la forma de onda presente en todos los órdenes armónicos, generalmente con la distorsión más alta en el tercer orden. Ya que todos los armónicos de tercer orden inyectados sumarán en el neutro del sistema, y posiblemente causarán efectos de calentamiento que se suman al calentamiento causado por las cargas no lineales, Cummins Power Generation recomienda que sólo se utilicen alternadores de paso 2/3 para evitar este problema potencial.

Ya que especificar el paso del alternador puede restringir el número de proveedores que pueden proveer un hardware para un proyecto específico, muchos diseñadores elegirán especificar la distorsión máxima permisible sobre un alternador (que da energía a cargas lineales). Una especificación típica es permitir no más de un total de 5% de distorsión armónica producida por el alternador, con ningún nivel de armónico simple mayor de 3%, con el alternador funcionando en el nivel de carga especificado con cargas lineales.

## Errores en los medidores de grupos electrógenos

La medida de la salida CA de los grupos electrógenos a menudo es una lectura de tipo análoga promedio, la cual no indicará los verdaderos valores RMS cuando se atienden cargas no lineales. La primera desventaja de esto es que un operador no familiarizado con el sistema puede ajustar incorrectamente el grupo electrógeno basado en lecturas erróneas del medidor.

Se encuentran disponibles medidores digitales de RMS exactos, los cuales se pueden acoplar a los grupos

electrógenos, pero esta medición no es particularmente de ayuda al monitorear y brindar un servicio al grupo electrógeno, ya que la pantalla digital intermitente no indica claramente la velocidad de cambios ni el cambio máximo de los parámetros medidos bajo condiciones de carga transitoria, y no indica claramente la estabilidad de una función medida.

Dado que la función primaria del medidor acoplado en el grupo electrógeno es aumentar la durabilidad de los grupos electrógenos, estos se deben equipar con medidores analógicos, a pesar de la potencial inexactitud de los valores indicados en ciertas condiciones operativas del sistema. Para que el personal pueda obtener la información exacta necesaria para monitorear y manejar las cargas del sistema, se pueden colocar equipos de medición digital suplementarios que leen las condiciones de carga en los tableros de interruptores o sistemas de interruptores.

## Compatibilidad de los bucles de control

Cuando opera un dispositivo controlado por SCR, el control de la exactitud de la potencia de salida del rectificador depende de la exactitud de la coordinación del disparo del SCR. El tiempo de disparo es esencial porque el SCR se prenderá en un momento específico, pero el comando de “apagado” tiene su origen en un evento de “cruce por cero”. En un sistema de energía de la red pública esto no es un problema importante porque la frecuencia de la fuente de energía es constante, por lo tanto, los principales problemas de la coordinación del disparo giran alrededor de la detección del cruce por cero, que puede estar enmascarado en cierta medida por la distorsión de la forma de onda de voltaje.

En un grupo electrógeno la frecuencia del voltaje de salida no es constante. Esta varía aun entre cargas de estado estacionario en la máquina y, bajo condiciones de carga transitorias, puede variar considerablemente. El término “velocidad de respuesta” se usa para describir la velocidad de cambio de la frecuencia.

Se puede comenzar a comprender mejor la magnitud de los posibles problemas de compatibilidad entre los grupos electrógenos y las cargas basadas en SCR, cuando se toma conciencia de que muchos dispositivos de carga requieren que la velocidad de respuesta no exceda 0,5 hercios/segundo. Cuando se aplica una carga a un grupo electrógeno, la velocidad de respuesta de 10-15 hercios/segundo es común para intervalos cortos.

Si la frecuencia de la fuente de energía cambia más rápido que la carga para la cual el dispositivo está diseñado, el disparo del SCR se producirá en el momento erróneo y provocará que se transmita demasiada o muy poca energía al dispositivo de carga. En el siguiente ciclo de coordinación, el control lógico de la carga puede comenzar a realizar correcciones de la condición de error. Al mismo tiempo en que esto está ocurriendo, los controles del grupo electrógeno (el AVR y, para motores con mando electrónico, el control del mando electrónico) comenzarán a hacer correcciones

para mantener la velocidad y el voltaje del motor. Las correcciones del sistema de control del grupo electrógeno pueden comenzar a resonar con las correcciones del sistema de cargas.

Cuando esto ocurre, existe una incompatibilidad de los bucles de control. Esta incompatibilidad puede ser difícil de diagnosticar en forma correcta porque los síntomas son muy similares a otros problemas de control del grupo electrógeno. Los síntomas pueden aparecer inmediatamente cuando el grupo electrógeno intenta dar energía a una carga específica. En la FIGURA 6 se puede ver el trazado oscilográfico de salida de un grupo electrógeno de 200 kW intentando dar energía a un UPS de 125 kVA. El trazado superior es el voltaje de la fase A, la segunda línea es la corriente de la fase A, luego el voltaje de la fase B, corriente de la fase B y corriente del sistema de excitación del grupo electrógeno.

Antes de tomar esta carga, el grupo electrógeno estaba estable bajo todas las condiciones de estado estacionario y transitorias. La entrada del UPS se acopló al grupo electrógeno, y comenzó a aumentar la carga en el grupo electrógeno. Sin embargo, a medida que la carga aumentaba, el sistema se tornó inestable y el sistema de mando del grupo electrógeno comenzó a oscilar frenéticamente.

En este punto es tentador comenzar a hacer ajustes de estabilidad y ganancia del mando, cuando en realidad el grupo electrógeno simplemente está respondiendo a la carga real que se aplica a su salida. Esta carga real está pulsante debido a errores en el disparo de los SCR en la carga

como resultado de los cambios de frecuencia en el grupo electrógeno.

La incompatibilidad de control también es difícil de diagnosticar porque puede ocurrir en cualquier momento y con cualquier nivel de carga. En el ejemplo que se muestra en la FIGURA 6a, el grupo electrógeno estaba funcionando con normalidad y manejaba la carga del UPS sin ningún problema. De repente, sin motivo aparente, el sistema comenzó a oscilar como se ve en la figura.

Otro posible problema es que un rectificador en un UPS es un dispositivo de carga constante, por lo tanto, las funciones de reducción de voltaje en los reguladores de voltaje del grupo electrógeno diseñadas para reducir la carga en el motor y permitir la recuperación del factor en condiciones transitorias de carga, no funcionan como es esperado. Las reducciones de carga, a menos que las caídas de voltaje lleguen a un nivel tan bajo que el rectificador se apague. En efecto, los esfuerzos del AVR del generador por reducir el voltaje pueden empeorar el rendimiento del sistema, especialmente cuando la mayor parte de la carga es un equipo UPS. En estos casos puede ser necesario ajustar la función de atenuación (roll-off) de voltios/hercios a una frecuencia significativamente menor.

Esta situación puede ser difícil de diagnosticar dado que la estabilidad y respuesta características de un grupo electrógeno pueden variar según la temperatura ambiente, el tipo y las condiciones del combustible y muchos otros factores. Es posible que el sistema esté estable un día e

#### REGISTRO OSCILOGRÁFICO DE UN GRUPO ELECTRÓGENO CON RECTIFICADOR DE UPS EN RAMPA



**FIGURA 6a:** El registro superior es un voltaje de fase A. El segundo registro es una corriente de salida de fase A de un UPS. El tercer registro es un voltaje de entrada de fase B hacia el UPS y la cuarta línea es un amperaje de entrada hacia el rectificador del UPS.

inestable al otro día. Obviamente, no se puede inspeccionar físicamente cada control de mando, regulador de voltaje o placa de circuitos del UPS en particular, y deducir si van a experimentar problemas de compatibilidad de bucle de control o no. De manera similar, no se consigue información suficiente para resolver el problema mediante la comprensión de la lógica y el control de uno de los componentes del sistema. Se necesitará un esfuerzo cooperativo entre todos los proveedores de equipos para resolver estos problemas.

Solamente se puede probar si la compatibilidad es problema potencial en un lugar mediante pruebas y la experiencia. Las soluciones a los problemas de compatibilidad de bucle de control pueden consistir en modificaciones al control lógico de disparo del SCR, dimensionamiento del grupo electrógeno o ajustes adecuados de los controles del grupo electrógeno. Estos ajustes de los controles del grupo electrógeno serán más exitosos si el grupo electrógeno tiene un rango de ajuste amplio tanto para los controles de mando de la velocidad del motor como para los controles de la regulación del voltaje.

Debe hacerse notar que los grupos electrógenos de emergencia/Standby generalmente se diseñan y configuran para proporcionar a las cargas de las instalaciones el servicio lo más rápidamente posible, y la respuesta de rendimiento

transitorio más rápida posible cuando se aplica una carga. Los fabricantes de grupos electrógenos a veces señalan los resultados del rendimiento transitorio con considerable orgullo por su trabajo. Este rendimiento se logra al llevar al grupo electrógeno a responder tan rápido que se vuelva inestable, y volviendo los ajustes un poco hacia atrás para que quede cerca de la inestabilidad cuando funciona con cargas sensibles.

Al alimentar las cargas del UPS, la respuesta rápida no es la preocupación central. Los equipos UPS son muy tolerantes a las excursiones de voltaje y frecuencia, pero muy intolerantes a cambios rápidos en estos parámetros. Por eso, la configuración de un grupo electrógeno para el tipo de funcionamiento típico de emergencia/Standby puede no resultar en el mejor rendimiento del sistema en su conjunto, particularmente cuando el UPS es la carga principal del sistema de emergencia/Standby.

Al mismo tiempo, si el grupo electrógeno se “desajusta” para un mejor rendimiento con el UPS, se debe tener en mente que esto va a tener un impacto sobre la capacidad del grupo electrógeno de atender otras cargas del sistema de la mejor manera, en especial el encendido de grandes motores. El uso de un procedimiento de encendido/dimensionamiento que

#### REGISTRO OSCILOGRÁFICO DE UPS FUNCIONANDO EN UN GRUPO ELECTRÓGENO QUE INDICA LA OSCILACIÓN DEL SISTEMA



**FIGURA 6b:** El registro superior es un voltaje de fase A, el segundo es una corriente de fase A, el tercero es un voltaje de fase B, el cuarto es una corriente de fase B y el registro inferior es la salida del regulador de voltaje.

incorpore datos reales del grupo electrógeno junto con una comprensión de los requerimientos de un encendido exitoso del motor pueden ayudar a lograr los ajustes para el mejor rendimiento del sistema.

Cuando sea necesario reajustar el rendimiento del grupo electrógeno, conviene comenzar por amortiguar la ganancia en el AVR. El AVR responde mucho más rápidamente que el sistema de mando del motor, por ello es más probable que este sea la fuente de un problema en lugar del mando, aun cuando los cambios de frecuencia parezcan ser el problema.

Otra táctica que se puede usar para disminuir la probabilidad de incompatibilidad de los bucles de control es diseñar el sistema de tal manera que el grupo electrógeno no se cargue en una forma tal que vea grandes frecuencias transitorias, particularmente mientras el grupo electrógeno esté dando energía al UPS después de una falla de energía. Esto significa que los pasos de carga que se apliquen al sistema deben ser tan pequeños como sea posible en relación con el tamaño del grupo electrógeno, y que el grupo electrógeno tenga otras cargas de las instalaciones antes de que se establezca la rampa del UPS. Si la frecuencia se puede controlar con una franja operativa de más-menos 0,5 hercios mediante dimensionamiento cuidadoso y aplicación de las cargas, la

incompatibilidad de los bucles de control será un problema menor.

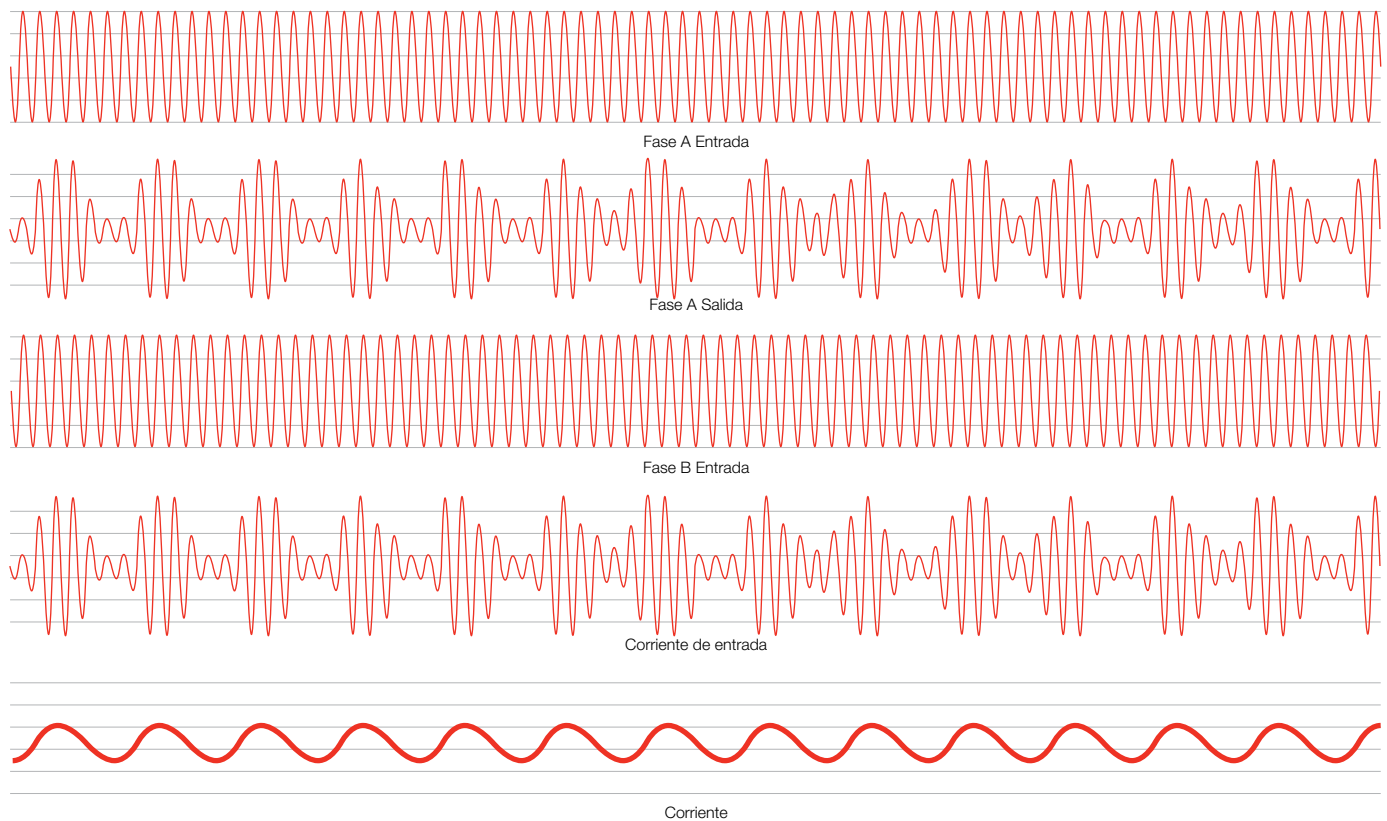
Algunas instalaciones incorporaron racks de carga resistiva para grupos electrógenos que atienden exclusivamente equipos de UPS, de manera que haya alguna carga lineal presente en el grupo electrógeno cuando el UPS comienza el proceso de establecimiento de la rampa. En general, un banco de carga dimensionado para aproximadamente el 10% de la capacidad Standby del grupo electrógeno debe ser suficiente para estabilizar el sistema.

Finalmente, la solución para la compatibilidad entre los componentes del sistema se puede resolver más fácilmente en el control lógico de disparo del SRC del UPS. Muchos sistemas UPS actualmente incluyen un control lógico que compensa más efectivamente los cambios rápidos en la frecuencia de la energía de entrada.

### Limitaciones de los sistemas UPS alimentados por grupos electrógenos

Un grupo electrógeno no es una fuente de energía de la red pública y no puede llegar al mismo rendimiento que esta red en el suministro de energía a un UPS y las cargas del UPS. En particular, se debe tomar en consideración el hecho de que la

#### REGISTRO OSCILOGRÁFICO DE UN GRUPO ELECTRÓGENO QUE FUNCIONA NORMALMENTE CON UN CAMBIO DE CARGA MENOR



**FIGURA 7:** Grupo electrógeno en funcionamiento normal y aparentemente estable, hasta que un cambio menor de carga o excursión de frecuencia inicia una situación de oscilación. La forma de onda superior es el voltaje de salida del generador de fase A, el segundo es el voltaje de salida del UPS, el tercero es el voltaje de salida del generador de fase B y el cuarto es la entrada de corriente al UPS. Nótese que la salida del AVR se está moviendo con las variaciones del voltaje y la corriente.

frecuencia del generador no va a ser tan constante como la de la red pública, y esto producirá un impacto en el rendimiento del sistema en general.

El mejor rendimiento en estado estacionario disponible en el mercado para un grupo electrógeno de motor recíproco diesel es de 60 hercios más-menos 0,25%. (Los grupos electrógenos con gas natural como combustible pueden no alcanzar este nivel de rendimiento). Cuando se aplica una carga, el voltaje y la frecuencia pueden bajar de un 20-30%. La magnitud de la caída puede controlarse mediante el dimensionamiento adecuado del grupo electrógeno.

Los grupos electrógenos pueden ser suministrados con mandos isócronos o de caída. En los grupos electrógenos con mando de caída, la frecuencia de la salida no es una constante de 50 ó 60 hercios, sino que varía en función directa de la carga del sistema. En los grupos electrógenos con mando de caída, la frecuencia del estado estacionario variará desde 3-5% comparando sin carga con carga completa, y generalmente, el rendimiento del estado estacionario no será tan bueno como con un mando electrónico isócrono.

Probablemente, la mejor velocidad de respuesta (velocidad de cambio de frecuencia) que se puede lograr por un grupo electrógeno con una carga estable es 1 hercio por segundo. Cuando se aplican las cargas al grupo electrógeno, la velocidad de respuesta generalmente excede los 3 Hz/segundo por un breve periodo de tiempo.

Esto provoca impacto en el sistema en dos áreas. Primero, cuando el UPS establece la rampa en el grupo electrógeno después de una falla de energía normal, la frecuencia del generador bajará hasta que se aplique la carga. Si la velocidad de aplicación de la carga es suficientemente alta, la frecuencia del grupo electrógeno puede caer por debajo de los requerimientos de entrada del rectificador, y causar que éste se desconecte del grupo electrógeno y vuelva el sistema a la alimentación por baterías. La frecuencia del grupo electrógeno se corregirá rápidamente y el rectificador establecerá la rampa nuevamente. Esto puede conducir a la aparición de inestabilidad en el mando del grupo electrógeno, cuando en realidad los cambios de frecuencia son causados por múltiples adiciones de cargas reales.

Si esto ocurre, el ajuste del tiempo de rampa y velocidad de rampa del rectificador minimizarán la perturbación de la frecuencia y permitirán que el rectificador quede conectado con el grupo electrógeno. Los cambios de frecuencia en el grupo electrógeno durante la adición de carga de otras cargas mientras el grupo electrógeno está funcionando con el UPS, por lo general, puede causar alarmas de "bypass no disponible" del UPS. Cuando el UPS tiene una frecuencia y un voltaje estables en la entrada de su rectificador, esta sincronizará la salida de su inversor a la entrada, de manera que si el inversor falla, un interruptor estático puede conectar de manera instantánea la carga directamente a la fuente de energía. Cuando la frecuencia de la fuente de suministro de energía y el voltaje cambian, el UPS intentará seguir esos

cambios y permanecer sincronizado con la fuente, a menos que el voltaje y la frecuencia cambien más de lo aceptable o la velocidad de respuesta sea demasiado alta. En este punto, el UPS interpretará que la energía de entrada es inaceptable y deshabilitará su capacidad de bypass automático (a través del interruptor estático) y producirá una alarma de "bypass no disponible".

Si se aplica una carga a un grupo electrógeno que atiende a un UPS, los cambios de frecuencia y voltaje o velocidad de respuesta pueden ser inaceptablemente altos, y puede provocarse una alarma momentánea de "bypass no habilitado". Los rangos aceptables con respecto a la frecuencia de voltaje y la velocidad de respuesta para habilitar el bypass en el UPS son ajustables, pero es probable que el rendimiento operativo normal de un grupo electrógeno no sea adecuado para mantener la capacidad de habilitación del bypass bajo todas las condiciones de adición y eliminación de carga.

El grupo electrógeno generalmente no va a ser capaz de duplicar ese rendimiento de la forma de onda de voltaje de la red pública, por lo que se debe tener cuidado de proporcionar suficiente capacidad del grupo electrógeno para que el nivel de distorsión de la forma de onda sea aceptable. Al especificar sistemas que utilizan equipos existentes, se debe asegurar que el grupo electrógeno o el UPS puedan rendir adecuadamente dada la calidad de la energía que puede suministrar el grupo electrógeno usado.

## **Interruptor de transferencia y problemas con la transferencia de energía.**

Otro componente de los sistemas de energía de emergencia/ Standby que se puede aplicar incorrectamente a sistemas que alimentan a equipos UPS es el interruptor de transferencia automático. Los interruptores de transferencia pueden causar problemas en las siguientes áreas:

- Requisitos neutros sobredimensionados
- Detección de falla a tierra y entrada del UPS problemas de detección
- Saltos (tripping) del disyuntor de la entrada del UPS por molestias

Los diseñadores de instalaciones deben tomar en cuenta que la capacidad neutra sobredimensionada en un interruptor de transferencia no está disponible actualmente en el mercado; por lo tanto, los interruptores de transferencia se deben corregir para cargas no lineales si se necesita un neutro con capacidad significativamente mayor que la de los conductores de fase. Esto es un problema menor en los interruptores de transferencia de 3 polos, ya que hay una conexión neutra sólida entre las fuentes.

Los sistemas UPS son fuentes de producción de energía independientes que se pueden diseñar como sistemas

derivados individuales o no individuales. Es decir, el cable de unión de neutro a tierra puede estar en la entrada de servicio de las instalaciones (derivado no individual) o cerca del UPS (derivado individual).

En un sistema UPS que recibe energía solamente por la red pública, las consideraciones primarias en esta área se refieren al equilibrio entre los posibles costos agregados de un sistema derivado individual con los beneficios del aislamiento del sistema que ofrece este diseño.

Si el voltaje operativo del sistema y la capacidad de las instalaciones requieren el uso de protección de fallas de conexión a tierra, generalmente será necesario incorporar un sistema derivado individual de UPS y grupo electrógeno, que utiliza la energía transferida por un interruptor de transferencia con conexión neutra (de 4 polos). Cuando un solo transformador atiende a un sistema UPS (ya sea en forma interna o externa), será necesario cambiar la carga del UPS desde la fuente del generador a la fuente de la red pública usando un interruptor de transferencia con una velocidad de funcionamiento relativamente baja. Si el interruptor de transferencia abre los contactos en la fuente del grupo electrógeno, y luego cierra los de la fuente de la red antes de que el voltaje residual generado por el transformador decaiga, puede ocurrir una desconexión por molestias e incluso posibles daños a los equipos en los disyuntores que están aguas arriba del transformador. Para eliminar este problema, el tiempo de "apertura" del interruptor de transferencia debe ser de aproximadamente 0,5 segundos. La mayoría de los interruptores de transferencia con la capacidad de ajuste de la velocidad de funcionamiento permitirán la adaptación para que este tiempo de funcionamiento sea tan rápido como sea posible sin causar desconexión por molestias en el sistema. La duración del tiempo de apertura del interruptor de transferencia no es importante para el UPS (mientras no sea demasiado rápido), ya que una vez que falla la energía, ésta normalmente va a esperar un tiempo corto para devolver la energía al sistema desde la fuente que tenga conectada.

## Recomendaciones

El grupo electrógeno proporcionado para dar energía a las aplicaciones del UPS debe incluir un regulador automático de voltaje que sea inmune al funcionamiento incorrecto por distorsiones de la forma de onda. Se recomiendan los reguladores de detección trifásicos y los alternadores con excitación separada, pero no se requieren necesariamente para el adecuado rendimiento del sistema.

Cuando esté disponible, el aislamiento de clase H del grupo electrógeno proporciona protección adicional contra el sobrecalentamiento del generador respecto del aislamiento de clase F. Se debe proporcionar el alternador con el aumento de temperatura más bajo que sea práctico para una aplicación con el objeto de minimizar la distorsión de la forma de onda de voltaje. Generalmente, se tratará de un alternador con especificación de aumento de 105 °C sobre 40 °C ambiente. La diferencia de costo por esta especificación mejorada

variará según el tamaño y fabricante del generador, pero generalmente será de 1% a 4% mayor sobre las unidades con especificaciones de unidades de aumento de la temperatura máxima de aislamiento en sus especificaciones de kW. Cuando esté disponible, el grupo electrógeno debe tener una reactancia transitoria de 15% o menos. Recuerde que una reactancia más baja equivale a un mejor rendimiento.

Especifique los parámetros operativos del UPS que sean compatibles con la capacidad de rendimiento del grupo electrógeno. Tenga presente que esto cambiará de acuerdo al tamaño y al tipo de grupo electrógeno que se proporcione. Especifique el UPS con filtros de entrada (en especial con el UPS de pulso 0) para minimizar la distorsión de la forma de onda de voltaje. Es útil un transformador de aislamiento separado para atender al UPS (haciendo que el UPS sea un sistema derivado individual) para evitar problemas operativos con el UPS, proporcionando mejor calidad de energía a la carga, y previniendo problemas de detección de falla a tierra.

Especifique la transición programada (tiempo de apertura = 0,5 segundos) para interruptores de transferencia que alimentan cargas de UPS. Los grupos electrógenos por lo general necesitarán mandos isócronos electrónicos que proporcionen una salida de 50 a 150 hertzios a todos los niveles de carga y permitan que la salida del UPS se sincronice con la energía del generador. (Los sistemas de mando que tienen características de funcionamiento de caída generalmente pueden alimentar el rectificador del UPS, pero no pueden forzar una operación suficientemente cercana a la frecuencia de operación apropiada para permitir la sincronización a través del interruptor estático del UPS).

Los grupos electrógenos se deben dimensionar con base en la carga total aplicada por el UPS. Se debe considerar lo siguiente:

- El UPS funcionando con la carga especificada completa, aun si la carga total en el UPS está planificada para ser significativamente menor del 100% de las especificaciones del UPS. Esto es necesario porque luego de un corte de energía, el sistema limitará la corriente al 100-125% de la especificación de estado estacionario del UPS, para recargar las baterías del sistema.
- Velocidad de recarga de la batería después de la restauración de la energía en el UPS.
- Factor de potencia de operación del UPS y eficiencia con carga completa.
- El dimensionamiento debe considerar los objetivos de distorsión de la forma de onda. Una meta práctica es lograr un sistema que no tenga más de 10% THD cuando funcione con la energía del grupo electrógeno. Un mejor rendimiento en esta área se puede lograr con una cuidadosa consideración del tamaño y capacidades del alternador.

El proveedor del grupo electrógeno debe ayudar al diseñador del sistema a establecer el tamaño adecuado del grupo

## Acerca del autor



Gary Olson se graduó en la Universidad de Iowa con una licenciatura en ingeniería mecánica en 1977 y se graduó en el College of St. Thomas con una Maestría en administración de empresas (MBA) en 1982.

Ha sido empleado de Cummins Power Generation por más de 30 años en diversas tareas de ingeniería y gerenciales. Sus responsabilidades actuales incluyen la investigación relativa a las aplicaciones de energía en el lugar de trabajo, apoyo técnico de productos para equipos de sistemas de energía en el lugar de trabajo y contribuciones a los grupos de códigos y normas. También administra un grupo de ingeniería dedicado al desarrollo del diseño de la próxima generación de sistemas de energía.

electrógeno, basado en los requisitos de rendimiento establecidos por el diseñador del sistema.

Un diseño del sistema de potencia de emergencia/Standby que incorpora un sistema UPS tendrá una probabilidad significativamente más alta de ser exitoso si el UPS no es la única carga del grupo electrógeno. Las sumas de otras cargas de diversos tipos reducirán la carga transitoria relativa aplicada al grupo electrógeno por una determinada carga y mejorarán la estabilidad del grupo electrógeno, especialmente cuando la UPS que está alimentando está poco cargada.

Los grupos electrógenos y los equipos UPS no son incompatibles por naturaleza (a los dueños y diseñadores del sistema que tratan de estudiar los temas de incompatibilidad entre los proveedores les puede parecer difícil de creer, pero es cierto).

Finalmente, otras cargas basadas en rectificadores pueden tener problemas similares a los de los equipos UPS cuando funcionan con un grupo electrógeno. Las soluciones que se describen en este artículo serán de ayuda para resolver problemas operativos cuando se operan equipos basados en rectificadores en un grupo electrógeno.

Para recibir soporte técnico adicional, comuníquese con su distribuidor local de Cummins Power Generation. Para encontrar un distribuidor, visite [www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com).

**Nuestra energía trabajando para ti.™**

[www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com)

© 2008 Cummins Power Generation Inc. Todos los derechos reservados.  
Cummins Power Generation y Cummins son marcas registradas de Cummins Inc.  
"Nuestra energía trabajando para ti." es una marca registrada de Cummins Power Generation.  
PT-6014 (08/09) antes 900-0280

