

Cómo dimensionar un grupo electrógeno: La correcta selección del tamaño del grupo electrógeno requiere del análisis de parámetros y cargas

> Notas técnicas

Por Jim Iverson, Ingeniero sénior en aplicaciones

“Nuestra energía trabajando para ti.”™



Aunque la mayoría de los ejercicios de dimensionamiento se realizan mejor con programas de dimensionamiento o con la ayuda de un representante del fabricante, aún así es importante comprender los factores que afectan el funcionamiento de su grupo electrógeno para que pueda tener confianza en que tiene el equipo correcto para su aplicación.

Parámetros del proyecto

El primer paso en el dimensionamiento y la selección de un generador consiste en establecer los parámetros del proyecto.

- **Carga/capacidad mínima del grupo electrógeno:** Operar un grupo electrógeno con una carga ligera puede causar daños al motor, lo que reduce su fiabilidad. Cummins Power Generation no recomienda operar grupos electrógenos a menos del 30 por ciento de su carga clasificada. Los bancos de carga deben suplementar las cargas regulares cuando las cargas caen por debajo del valor recomendado.
- **Máxima caída de voltaje de medida permisible** (arranque y operación): A medida que reduce la máxima caída de voltaje de medida permisible durante el arranque inicial, cuando las cargas hacen su ciclo en controles automáticos o cuando las cargas más altas están funcionando, necesita incrementar el tamaño del grupo electrógeno especificado. Elegir una caída de voltaje permisible más baja requiere un grupo electrógeno más grande.
- **Máxima caída de frecuencia de medida permisible:** A medida que reduce la máxima caída de frecuencia permisible, incrementa el tamaño del grupo electrógeno que necesita.

- **Altitud y temperatura:** Basándose en la ubicación del sitio, el tamaño del grupo electrógeno debe incrementarse para un nivel de desempeño estipulado a medida que la altitud y la temperatura ambiental se incrementan.
- **Ciclo de servicio:** El tamaño del grupo electrógeno también se ve influenciado por su aplicación, energía Standby, energía primaria o servicio público paralelo. Los sistemas de energía Standby por lo general no tienen capacidad de sobrecarga. Los sistemas de energía primaria por lo general tienen un mínimo de 10 por ciento de capacidad de sobrecarga. Los grupos electrógenos diseñados para operar en horarios prolongados con una carga constante y sostenida no deben operarse en exceso de la capacidad nominal continua.
- **Combustible:** La preferencia de gas, diesel, o gas LP afectará la elección del grupo electrógeno. A menudo los grupos electrógenos que funcionan con gas o gas LP deben tener tamaños más grandes de lo necesario debido a la disminución de capacidad. Los sistemas de emergencia, por lo general, deben abastecerse con combustible que se almacene localmente.



Cuatro grupos electrógenos de 1500 kW de Cummins Power Generation suministran la energía de respaldo en la terminal principal del Aeropuerto Internacional de Minneapolis-St. Paul.

- **Fase:** Elija monofásica o trifásica. La selección trifásica permite cargas monofásicas pero se asume que las cargas monofásicas se equilibrarán en las tres fases.
- **Frecuencia:** 50 Hz o 60 Hz.
- **Voltaje:** Las opciones de voltaje, por lo general, son una función de la frecuencia elegida.

Cargas

El paso siguiente y el más importante en el dimensionamiento de un grupo electrógeno es identificar todos los tipos y tamaños de cargas a los que el grupo electrógeno dará energía. En general, cuando no hay presentes cargas no-lineales, quizás sea necesario elegir un alternador más grande de lo necesario.

La siguiente es una discusión general sobre cómo las varias cargas y los factores eléctricos afectan el dimensionamiento de los grupos electrógenos.

- **Factor de potencia (PF):** Las inductancias y capacitancias en los circuitos de carga CA ocasionan que el punto donde la onda de corriente sinusoidal atraviesa el cero se adelante o atrase con respecto al punto donde la onda del voltaje atraviesa el cero. Cargas de capacitancia, motores sincrónicos sobreexcitados, etc. provocan el factor de potencia capacitivo, donde la corriente se adelanta con respecto al voltaje (FIGURA 1). El factor de potencia inductivo, donde la corriente se atrasa con respecto al voltaje, es generalmente la situación y es un resultado de la inductancia del circuito. El factor de potencia es la relación de kW a kVA y se expresa como una cifra decimal (0.8) o como un

porcentaje (80%). Los grupos electrógenos trifásicos están clasificados para cargas de factor energético 0.8 FP y los grupos electrógenos monofásicos para cargas 1.0 FP. Los factores de potencia inferiores requieren alternadores o grupos electrógenos más grandes para soportar la carga correctamente. Se debe ser precavido siempre que se apliquen grupos electrógenos a cargas con factor de potencia capacitiva. Carga con un factor de potencia ligeramente capacitivos puede ocasionar que los grupos electrógenos pierdan el control del voltaje.

- **Cargas monofásicas y desequilibrio de carga:** Las cargas monofásicas deben distribuirse tan equitativamente como sea posible entre las tres fases de un grupo electrógeno trifásico para utilizar la capacidad del grupo electrógeno por completo y limitar el desequilibrio.
- **Cargas pico:** Las cargas pico son causadas por cargas que se encienden y apagan en ciclos, como por ejemplo en equipos para soldadura, equipos de imágenes de uso médico o motores. Considerar las cargas cíclicas puede incrementar significativamente el tamaño del grupo electrógeno recomendado a pesar de los grandes esfuerzos para colocar las cargas en una secuencia de arranque medida.
- **Cargas de motor:** Calcular las cargas específicas de motores es algo que se hace mejor con programas de software para el dimensionamiento que convertirán los tipos de motores en requerimientos de carga para el arranque y la operación. Para esta discusión, sin embargo, es suficiente caracterizar en grandes rasgos las cargas como cargas de alta inercia o baja inercia a fin de determinar la potencia del motor necesaria para las cargas de arranque y aceleración del motor.
- **Las cargas de baja inercia** incluyen ventiladores y ventiladores centrífugos, compresores giratorios y bombas giratorias y centrífugas.
- **Las cargas de alta inercia** incluyen elevadores, bombas de cilindros únicos o múltiples, compresores de cilindros únicos o múltiples, trituradoras para rocas y bandas transportadoras.
- **Motores de más de 50 HP:** Un motor grande que arranca inicialmente con un grupo electrógeno representa una carga de baja impedancia mientras esté en una condición de rotor fijo o detenido. El resultado es una alta corriente de inserción, por lo general, seis veces la corriente nominal del motor (operación). Esta alta corriente de inserción ocasiona la caída de voltaje en el generador que puede afectar otros sistemas. La manera en que el voltaje del generador se recupera de esta caída es una función de los tamaños relativos del generador, el motor, la potencia del motor (capacidad en kW) y la capacidad de fuerza de excitación del generador. Dependiendo de la severidad de la carga, el generador debe tener un

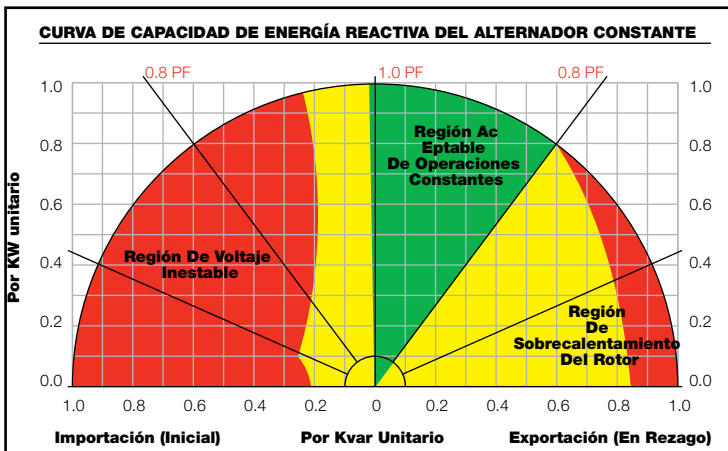


FIGURA 1 – Curva típica de alternador de capacidad de energía reactiva (kVAR). Una norma razonable es que el grupo electrógeno puede tolerar hasta el 10 por ciento de su capacidad kVAR clasificada en cargas de factor de potencia capacitivos sin dañarse o perder el control del voltaje de salida. Las fuentes más comunes del factor de potencia capacitiva son sistemas UPS con cargas bajas con filtros de entrada y dispositivos para la correcciones del factor de potencia para los motores. Cargar el grupo electrógeno con cargas de factores de potencia inductivos antes de las cargas de factores de potencia capacitivos puede mejorar la estabilidad.

Muchos factores afectan el dimensionamiento del grupo electrógeno, lo que hace que lleve mucho tiempo hacer cálculos manuales acerca de la capacidad requerida por el generador. Los parámetros que determinan el tamaño del grupo electrógeno requerido incluyen la carga mínima del grupo electrógeno; la caída máxima de voltaje de medida permisible y la caída de frecuencia medida; altitud y temperatura; ciclo de servicio, combustible, fase, frecuencia

y voltaje. Programas de software para el dimensionamiento, como por ejemplo GenSize de Cummins Power Generation, simplifica este proceso en gran medida y permite el análisis de alternativas para optimizar el tamaño del generador. Conocer los métodos de cálculo manuales ayuda a que el ingeniero comprenda cómo cada factor contribuye con un grupo electrógeno de tamaño correcto.

tamaño suficiente para recuperarse al voltaje clasificado en unos cuantos segundos, si no en ciclos. Hay varios tipos de arrancadores de motores de voltaje reducido disponibles para reducir el kVA inicial de un motor en aplicaciones donde el torque reducido del motor sea aceptable. Reducir el kVA inicial del motor puede reducir la caída del voltaje, el tamaño del grupo electrógeno y brindar un arranque mecánico más suave. Sin embargo, estos métodos de arranque solamente deben aplicarse en cargas de motores de baja inercia a menos que pueda determinarse que el motor producirá un torque de aceleración adecuado durante el arranque.

- **Motores accionados por variadores de frecuencia (VFD):** Los accionamientos de frecuencia variable (o velocidad variable) se aplican a cargas no lineales, que se emplean para controlar la velocidad de motores de inducción, inducir distorsión en el voltaje de salida del generador. Se requieren alternadores más grandes para prevenir el sobrecalentamiento debido a las corrientes armónicas inducidas por el VFD y para reducir la distorsión de voltaje del sistema al disminuir la reactancia del alternador. Por ejemplo, las cargas VFD en un generador deben ser menos de aproximadamente el 50 por ciento de la capacidad del generador para limitar la distorsión armónica total a menos del 15 por ciento.

Otras cargas

- **Cargas de suministro de energía ininterrumpibles (UPS):** Un sistema UPS utiliza un rectificador controlado con silicio u otros dispositivos estáticos para convertir el voltaje CA en voltaje CC para cargar baterías de almacenamiento y son otro tipo de carga no lineal. Se requieren alternadores más grandes para prevenir el sobrecalentamiento debido a las corrientes armónicas

inducidas por los rectificadores y para limitar la distorsión de voltaje del sistema al disminuir la reactancia del alternador. Problemas anteriores de incompatibilidad entre los grupos electrógenos y los dispositivos UPS estáticos crean muchos malos entendidos sobre el dimensionamiento de grupos electrógenos para este tipo de carga. La mayoría de los fabricantes de UPS han solucionado estos problemas y, actualmente, es más rentable requerir dispositivos UPS que sean compatibles con el grupo electrógeno que tener un generador significativamente más grande que lo necesario para el UPS. Utilice la clasificación total de la placa de identificación del UPS para determinar la carga para permitir capacidad suficiente para cargar la batería fija del generador y tolerar la capacidad total de carga UPS.

- **Cargas del cargador de batería:** Un cargador de batería es una carga no lineal que requiere un alternador grande en base al número de rectificadores (pulsos), hasta 2.5 veces la carga de operación constante para tres pulsos; hasta 1.5 veces la carga de operación constante para 12 pulsos. Por lo general, estas cargas se encuentran en sistemas de telecomunicaciones.
- **Cargas de equipos para imágenes de uso médico:** Incluyen equipos para tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y rayos X. El grupo electrógeno debe tener un tamaño que limite la caída del voltaje a 10 por ciento cuando el equipo de imágenes para uso médico se opera con todas las otras cargas en ejecución para proteger la calidad de las imágenes.
- **Cargas de iluminación:** Además de los voltajes de los focos, se deben considerar los voltajes de balastos y los factores energéticos de arranque y operación.

Acerca del autor



Jim Iverson es un ingeniero sénior en aplicaciones para Cummins Power Generation, con maestría en ciencias de ingeniería y licenciatura en ingeniería eléctrica. Desde 1976, ha sido gerente de diseño de interruptores de transferencia, ingeniería de sistemas, interruptores y controles así

como mercadotecnia y ventas técnicas. Jim ofrece dirección técnica a mercadotecnia y ventas técnicas, contribuye al desarrollo de códigos y normas industriales en el país, ofrece capacitación a ventas y servicio, brinda aportaciones técnicas para literatura y programas de software, publica documentos técnicos sobre temas de la industria y brinda soporte de ingeniería de aplicaciones a los clientes.

- **Cargas regenerativas:** Para cargas como las de elevadores, grúas y montacargas, se depende a menudo de la fuente de energía para que absorba la energía durante el frenado. Por lo general, no es un problema cuando el servicio público suministra la energía porque se puede considerar como una fuente de energía infinita con muchas cargas. Un grupo electrógeno, en comparación, es capaz de absorber mucha menos energía, especialmente sin otras cargas conectadas. Por lo general, el problema de regeneración se puede

resolver asegurándose que haya otras cargas conectadas que puedan absorber la energía regenerativa. Una carga regenerativa excesiva puede ocasionar que un grupo electrógeno acelere en exceso y se apague.

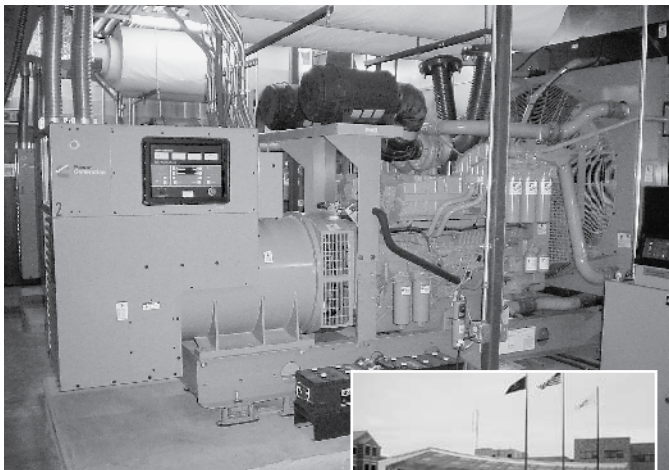
Secuencia medida de cargas

En muchas aplicaciones el grupo electrógeno tiene un tamaño suficiente para absorber todas las cargas en un paso. En algunas aplicaciones es ventajoso iniciar las cargas que causan la mayor demanda inicial primero y después el resto en pasos múltiples, la regla del “motor más grande primero”. Es posible que los códigos requieran inicios de cargas en secuencia para arrancar las cargas de emergencia y seguridad vital en menos de diez segundos, al mismo tiempo que se permiten periodos más largos a otras cargas. En general, un arranque en secuencia permite seleccionar el grupo electrógeno más pequeño con relación a la carga continua. Cuando existen cargas de motor en ciclos, será necesario darle al grupo electrógeno un tamaño suficiente para arrancar el motor más grande en ciclo al final, con todas las otras cargas conectadas.

Necesidades futuras

El último paso en la ecuación del dimensionamiento se refiere a las necesidades futuras. El uso de energía no es fijo y tiende a crecer con el paso del tiempo. Por lo tanto, todos los ejercicios de dimensionamiento de grupos electrógenos necesitan considerar la expansión del sistema. Incluso con sofisticadas soluciones de programas de software, la decisión final sobre el tamaño del grupo electrógeno necesita hacer una valoración con criterio. Y, mientras más conozca sobre los parámetros que afectan el dimensionamiento, mejor será la selección.

Para recibir soporte técnico adicional, comuníquese con su distribuidor local de Cummins Power Generation. Para encontrar un distribuidor, visite www.cumminspower.com.



Dos grupos electrógenos de 1 MW proporcionan redundancia total a tres ramales energéticos en el Hancock Hospital, en Greenfield, Indiana.



“Nuestra energía trabajando para ti.”™

www.cumminspower.com

© 2007 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-7007 (07/03) antes PT-305

