

# Interconexiones flexibles para cables y conductos de grupos electrógenos con energía CA

## > Notas técnicas

Por Timothy A. Loehlein, especialista-electricista técnico



**Nuestra energía trabajando para ti.™**

Los grupos electrógenos vibran. Una afirmación aparentemente obvia, pero con implicancias considerables en relación a las interconexiones entre el grupo electrógeno y la estructura que lo rodea. Las interconexiones entre un grupo electrógeno y un edificio, edificaciones, cimientos u otras estructuras deben ser flexibles y capaces de absorber los movimientos de vibración de la unidad. Si no es así, las interconexiones pueden fallar, causar daños, tiempo de inactividad del generador y posibles daños al personal. Las interconexiones flexibles incluyen conexiones mecánicas como líneas de combustible, tubos de escape y ductos de aire. También incluyen conexiones eléctricas para la energía, controles, auxiliares, etc. El propósito de este tema técnico es revisar y destacar los requerimientos y la importancia de las conexiones flexibles para los grupos electrógenos con especial atención en las conexiones de energía CA.

En general, los diseñadores de las instalaciones, y los instaladores, de grupos electrógenos están al corriente de la necesidad de los puntos de interconexión flexibles entre los grupos electrógenos y las estructuras que los rodean. En la práctica, estas interconexiones parecerían ser diseñadas e instaladas adecuadamente. La falta de informes de problemas o fallas en esta área respaldan estas afirmaciones.

Recientemente, lo que ha atraído la atención de Cummins Power Generation es que ocasionalmente la conexión de energía CA no posee la flexibilidad adecuada para las aplicaciones. Estas condiciones se observan principalmente donde los grupos electrógenos están a mayores voltajes, por ejemplo 5 kV y 15 kV, donde los cables se vuelven un poco rígidos o en los casos donde se cree que los conductos son flexibles, pero en realidad brindan poca flexibilidad.

## Comprensión del problema

A menudo, la combinación del motor/alternador se acopla a un soporte de rejilla utilizando aislantes de vibración integrados al diseño. Como alternativa, y a veces además de estos aislantes, se colocan aislantes de tipo elástico entre el soporte y los cimientos. Cuando hay un tanque de combustible bajo la base, los aislantes por lo general se ubican entre el soporte y el tanque. Cualquiera de estas y otras variaciones son diseñadas para cumplir la misma tarea de aislar las vibraciones de la estructura o cimientos e impedir que las fuerzas dañen el equipo del grupo electrógeno. Para cumplir este fin, todos los sistemas permiten el movimiento del motor/alternador y otros equipos unidos a los mismos, con respecto a los cimientos. Estos movimientos pueden ser grandes y visibles a simple vista o mínimos y de frecuencia más alta. En cualquier caso, las conexiones sólidas entre el motor/alternador y la estructura que lo rodea estará sujeta a las fuerzas de este movimiento y podrían romperse, doblarse o fatigarse con el tiempo. Si las propias conexiones inadecuadas no fallan, es posible que las fuerzas sean transmitidas a los componentes del grupo electrógeno y la condición se manifestará como una falla de



FIGURA 1

uno de estos. Incluso un grupo electrógeno que esté sólidamente acoplado y sin aislantes puede vibrar lo suficiente como para requerir interconexiones flexibles.

Una de las claves para entender las sutilezas de alcanzar la flexibilidad adecuada es darse cuenta de que el movimiento de vibración es tridimensional. Las explosiones del motor, la rotación del cigüeñal y del rotor del generador,

aunque estén balanceados, crean un movimiento directo o indirecto tridimensional. Esto significa que hay un movimiento tridimensional entre los componentes del grupo electrógeno como la caja de salida y los cimientos o estructura.

Algunos tipos de cables, conductos o disposiciones de las instalaciones absorberán el movimiento en dos dimensiones, pero no en tres. La FIGURA 1 ilustra esto en referencia a conductos que se encuentran en posición vertical. En las dos dimensiones horizontales, los conductos se moverán y absorberán la vibración. Sin embargo, en la posición vertical, el movimiento de vibración ocurre en una dirección que intenta comprimir o estirar los conductos a lo largo de su longitud. Esta dirección de movimiento a menudo no puede absorberse. En este caso hay una percepción de buen aislamiento de vibraciones, pero esto no es correcto, resultando en una falla potencial.

En la FIGURA 1, observe que el conducto es hermético, que por lo general se considera algo flexible. La instalación de la figura muestra las fuerzas de compresión/estiramiento mencionadas anteriormente, las cuales no pueden ser absorbidas por este conducto. En este caso, las conexiones “rígidas” entre la caja de salida y el hormigón se traducen en movimiento y tensión sobre la caja de chapa metálica, contribuyendo a la fatiga del metal. Debido a la rigidez de los cables HV, estos también experimentan las mismas tensiones, y si los conductos fueran desacoplados, los cables experimentarían un mayor nivel de tensión. Dicha tensión se puede transmitir a las cubiertas de los manguitos de conexión del cable y puede dar origen a graves fallas.

El encendido o apagado del grupo electrógeno a menudo produce un movimiento más exagerado que la vibración durante la operación continua. En este caso, la cantidad de movimiento (dimensión) puede ser más crítica que la frecuencia o la corta duración. Por lo tanto, las conexiones flexibles deben tener suficiente capacidad de movimiento para absorber las condiciones de inicio y detención, así como las condiciones de funcionamiento. Desde un punto de vista práctico, es imposible intentar establecer especificaciones definidas. Cada unidad varía con respecto a otros diseños

y de una a la otra en el mismo diseño. También el diseño de la instalación puede variar considerablemente. Asimismo, es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones específicas, como equipos especializados o instalaciones en zonas sísmicas. Una buena regla práctica es incluir al menos una curva en los conductos y cables. La adición de una curva agregará capacidad de movimiento a la tercera dimensión.

## Soluciones

Como se mencionó, una solución para asegurar la capacidad



FIGURA 2

de absorber en tres dimensiones es incluir por lo menos una curva en un conducto y/o cables flexibles, por supuesto dentro de los límites de la curva del conducto y cable, entre el entorno de la conexión del grupo electrógeno y el primer punto de sujeción en los cimientos o estructura (FIGURA 2). Al agregar una sola curva, ya se permiten los movimientos tridimensionales.

Una potencial solución es utilizar las bandejas de cable o wireways, en lugar de incluir los conductos en el hormigón. La FIGURA 3 es un ejemplo donde este tipo de instalación permite movimientos verticales además de la propia flexibilidad horizontal de los cables recubiertos. Cabe señalar que en este caso, se incluyó en esencia una sola curva cuando el cable sale de la bandeja. Esta curva además de la construcción de la bandeja, permite los movimientos en cualquier dimensión. Este mismo enfoque puede aplicarse a la entrada de los cables por debajo usando una bandeja inferior. Un conducto con una curva dentro de un piso de hormigón no proveerá este movimiento porque la curva está restringida por el hormigón y el conducto.



FIGURA 3

Otra alternativa posible es utilizar un cable con mayor flexibilidad. Este tipo de cable no está permitido en conductos, y por lo tanto, requiere un punto de unión adicional entre los cables que salen de los conductos y la caja de conexión del generador. Un ejemplo de dicha disposición se ilustra en la FIGURA 4, donde los cables flexibles y los fuelles absorben los movimientos de vibración. (No se muestran los conductos y los cableados relacionados).

## Acerca del autor



Timothy A. Loehlein se graduó en la Universidad de Minnesota con una licenciatura en ingeniería eléctrica y profesionalista en ingeniería en Minnesota. Tim ha trabajado en Cummins Power Generation desde 1976 en puestos como ingeniero de aplicaciones, ingeniero de diseño, líder de

proyecto técnico y gerente de proyecto. Su puesto actual es especialista-electricista técnico en ingeniería de aplicaciones para Cummins Energy Solutions Business, dando soporte combinado a aplicaciones de calor y energía (combined heat and power, CHP) y de pico.

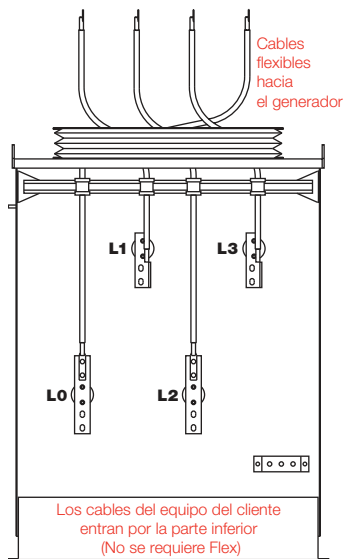


FIGURA 4

## Resumen

Las conexiones de cables flexibles al grupo electrógeno se requieren para permitir los movimientos de vibración tridimensionales entre el grupo electrógeno y los cimientos o la estructura que lo rodea donde se fijan los cables y conductos. La falta de la flexibilidad adecuada puede resultar en daños o fallas en los cables, los conductos y/o las terminaciones; o puede resultar en que se transfieran fuerzas excesivas a otros componentes del grupo electrógeno o de la estructura que lo rodea. La presencia de por lo menos una curva en los conductos o cables flexibles entre el grupo electrógeno y el último punto de fijación en la estructura que lo rodea permitirá movimientos tridimensionales. También es clave asegurarse de que los materiales utilizados tengan las características adecuadas de flexibilidad. Siempre siga las normas del código eléctrico y otros códigos aplicables a la instalación.

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)

© 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-6011 (07/07) antes 900-0296

