

# La tecnología de control digital mejora la confiabilidad y el rendimiento de los sistemas de energía

## > Notas técnicas

Por Jim Iverson, Ingeniero Superior de Aplicación



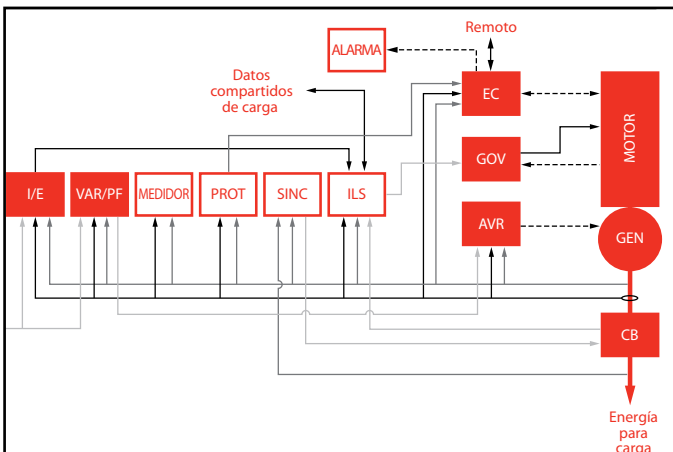
Nuestra energía trabajando para ti.™

Tradicionalmente, los sistemas de energía en el lugar de trabajo dependían de sistemas de control analógicos para proporcionar un servicio confiable a las cargas eléctricas de una instalación. Actualmente, se dispone de tecnología de control digital fácil de usar, flexible y confiable para cada sistema de energía en el lugar de trabajo. Para sistemas de energía de reserva tradicionales que dan suministro de energía sólo a luces de emergencia de un edificio pequeño, los controles analógicos pueden ser todavía adecuados. Sin embargo, con sistemas de energía de reserva más grandes en el lugar de trabajo, necesidades de energía críticas las 24 horas los 7 días de la semana, sistemas de distribución de energía más complejos y una mezcla de controles digitales de carga lineal y no lineal, los controles digitales brindan posibilidades de rendimiento mayores.

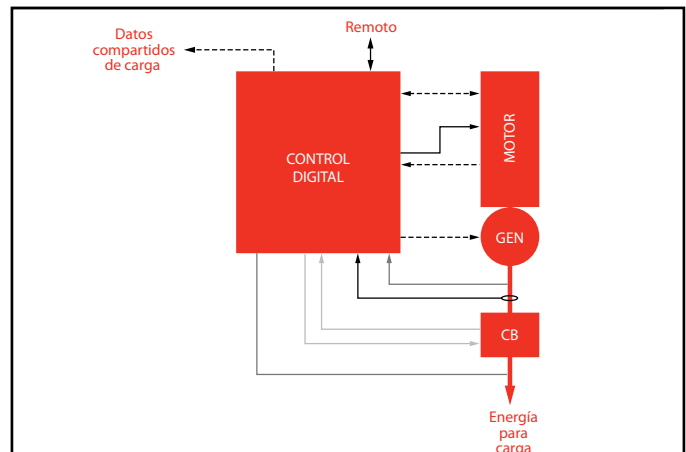
## Analógico frente a digital: ¿Cuál es la diferencia?

Los dispositivos analógicos en los controles de sistemas de energía son componentes diferentes (resistencias, interruptores, capacitores, bobinas y relés) que coordinan las señales de entrada y salida y realizan una lógica rudimentaria de funciones de control específicas. Los ajustes al sistema habitualmente implican un ajuste físico, como el aumento o la disminución de la resistencia de una resistencia variable o de módulos de sustitución. El hardware de control analógico comunica el estado del sistema y las condiciones de falla con luces indicadoras, medidores analógicos o alarmas.

En los sistemas de generación modernos, puede haber más de 200 situaciones típicas de alarma que están relacionadas con la carga, la utilidad, otros generadores en paralelo, el motor o el alternador. Como el número de estados o condiciones de alarma potenciales ha aumentado, los sistemas de control analógico no han logrado comunicar esta información a los operadores de manera eficaz.



**FIGURA 1** – Esto ilustra los diferentes componentes analógicos que se necesitan en una aplicación de conexión en paralelo. Observe el número de diferentes componentes, cables y conexiones; todos ellos reducen la confiabilidad.



**FIGURA 2** – En un medio digital, todos los motores, generadores y funciones de control de carga están combinados en una pequeña unidad de control digital central. La confiabilidad aumenta debido a que las interconexiones han disminuido.

Un sistema de control digital utiliza un microprocesador para controlar el ingreso, la salida y las funciones lógicas. El estado del sistema se puede mostrar de manera gráfica en una computadora, y se realizan los ajustes operativos por medio del ingreso de información en un teclado o una pantalla sensible al tacto. Se pueden hacer cambios en la pantalla de las computadoras unidas al control maestro del sistema de energía o incluso en una computadora remota conectada por medio de una red de área local o de Internet. Los sistemas digitales permiten un alto grado de integración de funciones de control, de manera que el control digital puede hacer el trabajo de varios controles analógicos.

## Confiabilidad

Muchos usuarios finales de sistemas de energía han llegado a depender de sus sistemas de control analógicos, creyendo que comprenden exactamente cómo funcionan y cómo arreglarlos cuando fallan. Si los usuarios no tienen experiencia con grupos electrógenos digitales, interruptores de transferencia o controles de conexión en paralelo, pueden ser reacios a cambiar y dejar los sistemas analógicos.

Esta actitud es irónica, ya que la decisión de permanecer con los controles analógicos hace que el sistema sea menos confiable y sobrecarga una instalación con controles que son, para fines prácticos, obsoletos en el momento mismo en que se instalan.

Los controles de generador digital son ostensiblemente más confiables. Por ejemplo, los controles digitales utilizados en los sistemas de control maestro PowerCommand® para los grupos electrógenos de Cummins Power Generation, han demostrado una confiabilidad de más de 300.000 horas de tiempo promedio entre fallas (Mean Time Between Failures, MTBF). Algunos componentes discretos en un sistema de control analógico pueden lograr este nivel de confiabilidad. Lo que es más, en un sistema analógico, todos los componentes del sistema necesitan funcionar adecuadamente para que el sistema funcione. Por el

contrario, los sistemas digitales tienen redundancia incorporada que mejora significativamente la confiabilidad al permitir que el sistema funcione adecuadamente incluso cuando un componente falla en una porción del circuito de control. La confiabilidad también se ve mejorada porque se han eliminado las interconexiones eléctricas físicas entre las funciones lógicas con componentes digitales de estado sólido.

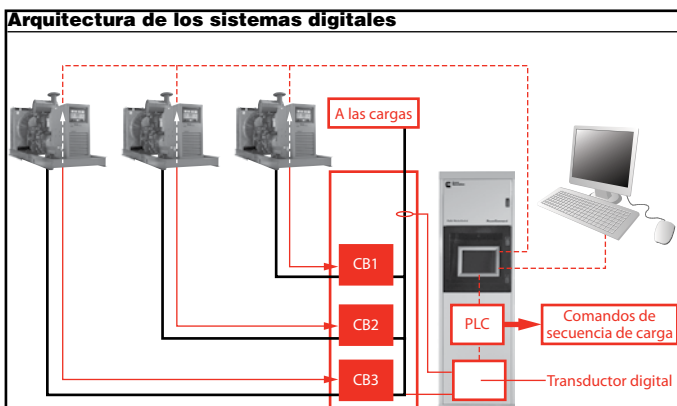
En un nivel más práctico, el motivo principal por el que los generadores de reserva no arrancan se debe al agotamiento de las baterías de arranque. Más de 80% de todas las fallas de arranque ocurren por esta causa. Esto no debería sorprender a nadie, ya que lo mismo ocurre en nuestros propios automóviles. Para probar una batería, ya sea en su automóvil o en un grupo electrógeno, un técnico de mantenimiento utiliza un banco de carga. Básicamente, se aplica la carga y se controla el voltaje de salida al mismo tiempo. Si el voltaje cae demasiado o muy rápido, se debe reemplazar la batería. Los controles de sistemas de energía digitales tienen una función que detecta una batería con poca carga. Con esta función, se monitorea el voltaje de la batería bajo carga mientras el motor está arrancando. Si el voltaje de la batería cae demasiado rápido durante demasiado tiempo, suena una alarma de batería en mal estado.

## Integración del sistema

Una de las principales ventajas de los controles digitales es su integración perfecta de los componentes funcionales de los sistemas de energía. Por ejemplo, el estado de todos los componentes y los valores en un sistema de energía complejo se puede visualizar y controlar desde una pantalla de computadora central o remota. Además, los equipos electromecánicos (motores a nafta y diesel modernos, alternadores, interruptores de transferencia) también se pueden monitorear e integrar en el sistema de control.

Esta capacidad de los sistemas digitales de integrar diversas funciones, es especialmente importante en los motores diesel modernos con control de emisiones. Las funciones de integración de control del motor (tasa de combustible y del momento de inyección) con fluctuaciones en la carga del generador son críticas para reducir al mínimo las emisiones de gases de los motores diesel. En los sistemas digitales totalmente integrados, como se encuentra en los grupos electrógenos PowerCommand®, estas funciones están combinadas en un controlador maestro digital y no están aisladas en un gobernador separado del motor. El resultado es un mejor rendimiento del motor ante cargas variables, reducción de las emisiones de gases y una frecuencia de salida y voltaje más estables.

La capacidad de un sistema de control digital de realizar funciones lógicas también es sumamente importante para reducir las emisiones de gases al momento de arrancar el grupo electrógeno. En la mayoría de los grupos electrógenos, el sistema de control de velocidad del motor no “sabe” que el grupo electrógeno se encuentra en modo de arranque. En consecuencia, el control tiene la tendencia de enviar



**FIGURA 3** – Los sistemas digitales de control de conexión en paralelo requieren un solo controlador maestro digital, independientemente del número de grupos electrógenos conectados en paralelo. Esto reduce la “huella” de los módulos de control, además de que se centraliza la información y el control en un solo dispositivo de entrada y salida.

Los sistemas de energía PowerCommand® utilizan tecnología de control digital de Cummins Power Generation. A diferencia de los controles de grupo electrógeno basados en microprocesadores de otros fabricantes, los de Cummins están diseñados como un sistema único, no como componentes de un sistema más grande. Este sistema de control integrado único puede operar directamente el sistema

de combustible del motor, controlar directamente el sistema de excitación del alternador y brindar otras funciones de control que mejoran la confiabilidad. Los controles digitales son parte de los sistemas de energía de PowerCommand, combinando generadores, tecnologías de transferencia y de controles en el único sistema preintegrado diseñado por un único fabricante.

demasiado combustible al motor durante el arranque, lo que resulta en una nube de humo negro que se origina en el tubo de escape. Esto ocurre porque como la energía se aplica al control gobernador, este percibe que el motor está muy distante de la velocidad adecuada, por lo que aplica la tasa de combustible más alta posible para conseguir que el motor alcance rápidamente la velocidad adecuada.

Con un sistema digital, el control “sabe” que el motor está en modo de arranque, de manera que no intenta inmediatamente acelerar el motor a la velocidad indicada. Por el contrario, cuando el motor comienza a arrancar, verifica la rotación de este y luego proporciona suficiente combustible para acelerar el motor gradualmente hasta la velocidad indicada. Esto prácticamente elimina el humo negro del arranque. Finalmente, dado que un control digital “sabe” cuál es la temperatura del motor, puede ajustar la configuración del gobernador a la temperatura, haciendo que el motor esté más estable al arrancar y con mayor capacidad de respuesta a medida que se va calentando.

## Disminución de los requerimientos de espacio

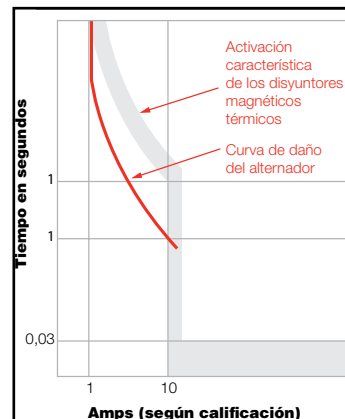
El cambio a la tecnología digital y electrónica de estado sólido no es solo más eficaz desde un punto de vista de rendimiento y confiabilidad, sino que también es sumamente beneficioso desde el punto de vista de ahorro de espacio. Dependiendo de la aplicación, los controles digitales de los sistemas de energía pueden ahorrar de 25 a 40 por ciento del valioso espacio de la planta mecánica. Los controles digitales son también más resistentes en cuanto al medio, permitiendo que muchos sistemas de control estén ubicados con el grupo electrógeno, y no aislados en una sala separada libre de polvo y vibraciones. El resultado es que los sistemas digitales ocupan menos espacio en la planta y requieren menos protección ambiental. Estos factores también ayudan a simplificar la instalación, el servicio y reducir el mantenimiento y las reparaciones.

**Nuestra energía trabajando para ti.™**  
[www.cumminspower.com](http://www.cumminspower.com)

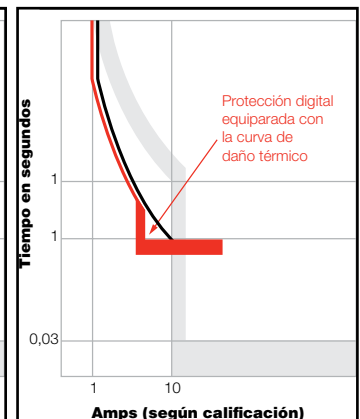
© 2007 Cummins Power Generation

## Los sistemas digitales proporcionan una mayor protección

Los dispositivos analógicos, como los disyuntores, brindan protección a los sistemas de energía simples al percibir las sobrecargas y abrirse para proteger el cableado y, en general, el grupo electrógeno. Sin embargo, los disyuntores



**FIGURA 4** – Cuando ocurre una sobrecarga los disyuntores magnéticos térmicos convencionales no pueden responder a la curva de daño térmico del alternador. Sólo pueden activarse cuando se ha excedido cierto flujo de corriente máxima. Esto resulta en una acumulación excesiva de calor en el alternador durante las sobrecargas.



**FIGURA 5** – La percepción y la protección digitales concuerdan con la curva de daño y activan el sistema antes de que se pueda acumular una cantidad excesiva de calor. Si bien los disyuntores de estado sólido se pueden ajustar para equipararse estrechamente con la curva de daño del alternador, algunas regiones de operación podrían no obstante exceder la capacidad. Un control digital PowerCommand utiliza una activación característica que se aproxima a la curva de daño, brindando un rango completo de protección.



## Acerca del autor



Jim Iverson es un ingeniero superior de aplicación de Cummins Power Generation, con un M.S. en Ciencias de Ingeniería y un B.S. en Ingeniería Eléctrica. Desde 1976, ha manejado Transfer Switch Design, Systems Engineering, Switchgear & Controls

y Technical Marketing & Sales. Jim brinda dirección técnica a Commercial Marketing & Sales, contribuye con los códigos de industria doméstica y el desarrollo de estándares, ofrece capacitación en ventas y servicio, ofrece ayuda técnica sobre bibliografía publicada y software, publica artículos técnicos sobre temas de la industria y brinda soporte de ingeniería de aplicación a los clientes.

analógicos no hacen un buen trabajo de protección del alternador como lo requieren los códigos de electricidad. Una corriente excesiva en el alternador (incluso debido a sobrecargas breves) genera calor, lo que acorta la vida del aislamiento y puede producir una falla del alternador. Los disyuntores con caja de material moldeado (Molded case circuit breakers, MCCB) ofrecen poca protección contra las sobrecargas del alternador y la acumulación de calor (vea las FIGURAS 4 y 5).

## En caso de un corte de energía

Si bien la red de energía de la actualidad es en realidad más confiable que lo que era antes, el costo para los usuarios finales de un corte de energía ha aumentado de manera continua, haciendo que un corte de energía de cualquier duración sea inaceptable. Si la confiabilidad del sistema de energía de reserva está comprometida debido a una tecnología analógica obsoleta, aumenta el riesgo económico de un corte de energía. Sin embargo, los sistemas de energía controlados digitalmente reducen el riesgo económico a los usuarios finales, al mejorar la confiabilidad.

## Fácil acceso a la información

Así como las computadoras digitales han aumentado exponencialmente nuestro acceso a información, los sistemas de control digital han aumentado nuestro acceso a la información de funcionamiento de los sistemas de energía históricos y en tiempo real. Una vez que la información se introduce en un sistema de control basado en microprocesadores, hay numerosas opciones para hacer que la misma esté disponible en muchas partes de la instalación, o incluso en forma remota. Los Sistemas de automatización (Building Automation Systems), los sistemas de comunicación

y los sistemas de seguridad pueden utilizar información del sistema de control digital del sistema de energía. La disponibilidad de información hace que sea más sencillo manejar una instalación de manera eficiente y económica.

A diferencia de los sistemas analógicos, los sistemas de control digitales proporcionan un estado en tiempo real de todos los componentes importantes del sistema. Los niveles de refrigeración, de aceite y la temperatura del motor; el estado de carga de la batería; los niveles de combustible y el estado de cada interruptor de transferencia del sistema de distribución de energía, están disponibles en la pantalla de la computadora del control maestro digital en la sala de control, o incluso en una terminal remota segura conectada por medio de Internet. Con los sistemas analógicos, por ejemplo, el estado de los interruptores de transferencia sólo se pueden saber mediante la inspección física individual de cada interruptor; es un sistema anticuado que implica más trabajo y más tiempo y aumenta los costos.

## Conclusiones

Los controles digitales de los sistemas de energía ofrecen ventajas significativas con respecto a los sistemas de control analógicos tradicionales. Estas ventajas incluyen una mayor confiabilidad del sistema, un menor costo del ciclo de vida del sistema, un menor tamaño, una mayor flexibilidad operativa, una duración del equipo más prolongada, información operativa histórica y en tiempo real, mantenimiento más sencillo, cambios fáciles en el sistema por medio de software, monitoreo y control remoto, y mejor control de las emisiones.

Para soporte técnico adicional, comuníquese con su distribuidor local de Cummins Power Generation. Para localizar a su 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 de Cummins Power Generation.  
PT-7002 (04/07) anteriormente PT-201

