

Guiado de la

La conmutación rápida de la energía eléctrica mantiene en funcionamiento las cadenas de montaje

Luciano Di Maio, Carlo Gemme, Ralf Krumm

energía eléctrica

Quando en casa se produce una interrupción de la corriente eléctrica nos sentimos molestos, y con razón, pero esto no suele ser peligroso ni provoca gastos especiales. Pero el caso de la industria es muy distinto. Las cadenas de producción, especialmente las líneas continuas de producción de automóviles o semiconductores, de fabricación de papel, de logística y de plantas de impresión, son especialmente vulnerables a una interrupción inesperada de la corriente eléctrica, porque se pueden producir graves daños en los equipos fundamentales para la producción con consecuencias económicas desastrosas. Para eliminar este riesgo, ABB ha desarrollado el sistema HSTS de transferencia de alta velocidad. Pero HSTS hace algo más que garantizar un suministro ininterrumpido de energía eléctrica en caso de un fallo del suministro externo; su exclusiva capacidad para adelantarse a los potenciales cortes de energía eléctrica y responder a las reducciones momentáneas de la tensión le permite conmutar a una fuente de energía alternativa en menos de 1,5 ciclos, ofreciendo así la máxima seguridad a los equipos esenciales para la producción.



El conmutador de transferencia ultrarápido HSTS dispone de nuevos actuadores de electrónica de potencia y mejora la funcionalidad del control y de la protección para la integración en cuadros de distribución de Media Tensión. El control y la supervisión, en tiempo real, de la calidad de ambas fuentes de alimentación lo suministra un nuevo software, que también activa los interruptores automáticos responsables de la conmutación a la fuente de energía alternativa en caso de aparición de regímenes transitorios o de una interrupción temporal. Generalmente esto se realiza en menos de 1,5 ciclos, un tiempo inalcanzable para la mayoría de los sistemas convencionales de transferencia. Esta alta velocidad es importante, ya que los procesos de fabricación dependen de la continuidad del suministro de energía y las interrupciones, aunque sean breves, pueden causar muchos perjuicios y ser muy costosas. Debido a la profusión de controladores electrónicos y de otros equipos delicados en una moderna cadena de montaje, incluso una perturbación temporal de la tensión puede dar lugar a una pérdida total de

la producción. Por ejemplo, una avería de los sistemas de fabricación controlados por ordenador puede detener las cadenas de montaje y dar al traste con la planificación de la empresa. El tiempo de inactividad cuesta mucho dinero y el coste de restaurar los procesos de producción sensibles cuando la tensión cae momentáneamente puede ser muy grave para una empresa.

El sistema HSTS de transferencia de alta velocidad de ABB contribuye a mantener la calidad de la energía –y los márgenes de beneficios de una compañía– pues en primer lugar se anticipa a las caídas momentáneas de la tensión y después, casi instantáneamente, conmuta el sistema a una fuente de energía de reserva.

Una historia de éxito basada en la innovación

El sistema HSTS es un buen ejemplo de la nueva generación de dispositivos inteligentes de ABB, producto de la unión de una avanzada electrónica de potencia y de la tecnología de control, aplicada en este caso a la gestión y protección de las redes de Media Tensión.

Sus funciones se implementan en cuadros de distribución de Media Tensión mediante la integración de interruptores automáticos de vacío, de actuadores magnéticos de acción rápida y del algoritmo de software y arquitectura de control REF542*plus*, desarrollado para la unidad de control de celdas de nueva generación.

Interruptores automáticos de vacío con actuador magnético rápido

En 1997 ABB comercializó una nueva serie de interruptores automáticos de Media Tensión con accionamiento magnético, en lugar del mecanismo habitual basado en resortes [1]. El pequeño número de piezas y la sencilla mecánica del actuador magnético facilitan un diseño más compacto y permiten realizar un mayor número de operaciones mecánicas. La experiencia práctica pronto demostró que esta solución era más fiable que la de su predecesor.

Otra ventaja del actuador magnético es que ofrece más capacidad de control de la corriente de la bobina, una característica importante si se considera la dinámica implicada en la conmutación rápida.



1

Cuadro de distribución con sistema de transferencia rápida e interruptores VM1 T



da. Gracias a todas estas características, el interruptor automático de vacío VM1 T con accionamiento magnético es más fiable y reduce mucho los tiempos de funcionamiento.

A pesar de las exigencias que la conmutación de alta velocidad requiere de los componentes, el interruptor automático VM1 T rápido tiene una vida útil de 20.000 operaciones C/O para los mismos valores nominales que la versión estándar del interruptor automático y, además, con la misma elevada fiabilidad.

Controladores REF542plus y SUE 3000

REF542plus, la segunda generación de controladores desarrollada en el marco del enfoque integrado de ABB para el control y la protección de celdas, cuenta con características especialmente importantes para aplicaciones en cuadros de distribución de Media Tensión y para control remoto. Consta de una unidad de control (CORE) y una interfaz remota hombre-máquina. La unidad de control modular se basa en un microprocesador específico DSP para medición y protección y en una arquitectura de microcontrolador con lógica totalmente programable.

Una ventaja de las unidades CORE de REF542 plus es que pueden funcionar conjuntamente con otras unidades CORE para resolver complejas tareas de control de HSTS, en las que la velocidad y la precisión son sumamente importantes.

La nueva capacidad de cálculo y el aumento del ancho de banda permiten integrar completamente las funciones de protección y control de la calidad de la energía eléctrica, la supervisión de los interruptores y el control de la subestación. La avanzada tecnología de telecomunicaciones, esencial para la supervisión remota de celdas, es también parte integral del controlador.

La supervisión de la suavidad de la transferencia de energía en menos de 30 ms corre por cuenta de SUE 3000. Esta unidad de control de nueva generación, basada en la arquitectura REF542plus, se beneficia de la amplia experiencia de nuestra compañía en aplicaciones de transferencia de alta velocidad. En resumen, el controlador REF542 plus supervisa automáticamente el estado operativo, toma decisiones de protección y reconfiguración en tiempo real y, por último, acciona los dispositivos de accionamiento de los interruptores auto-

máticos con la velocidad y secuencia requeridas para reducir al mínimo los transitorios y evitar los cortes del suministro eléctrico.

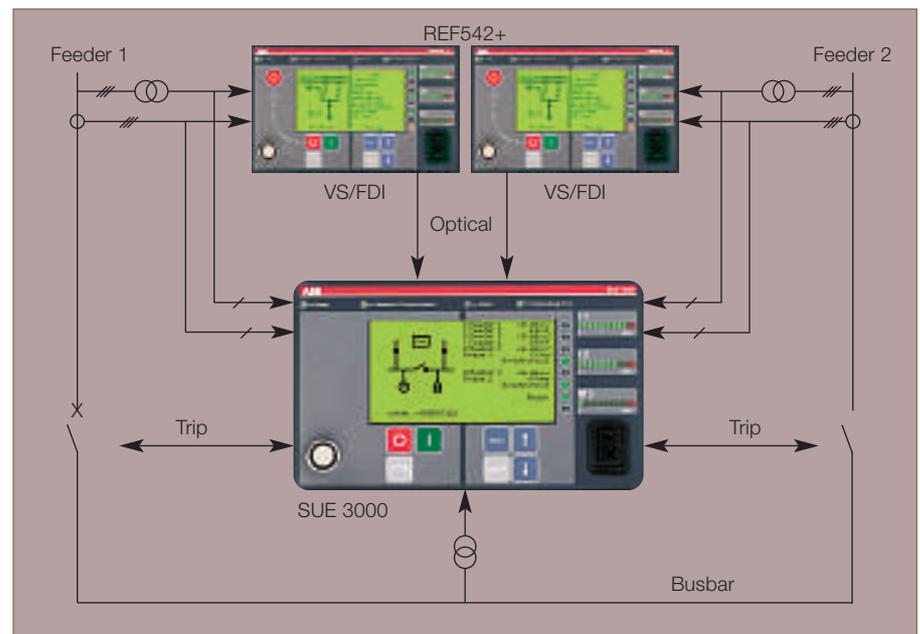
Configuraciones del sistema

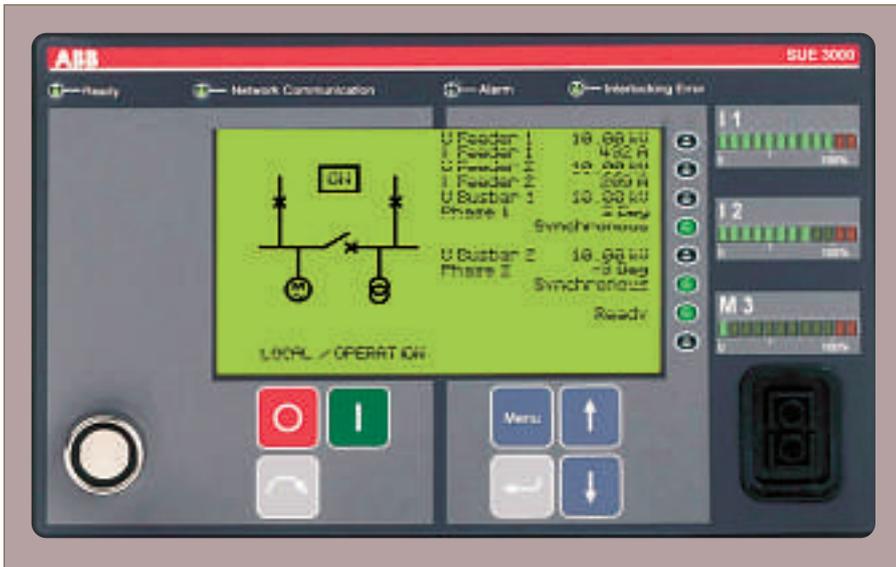
El sistema de transferencia ha sido concebido para una instalación sencilla. Una conexión incorporada de controlador a PC, de alto rendimiento y provista de una sencilla interfaz gráfica, garantiza la facilidad de la programación y permite personalizar cualquier instalación. Existen dos configuraciones típicas de instalación [2]:

- **Configuración con dos interruptores automáticos:** Un alimentador principal (por ejemplo, alimentador 1 en 2) suministra normalmente energía eléctrica a las barras colectoras de la instalación (interruptor automático cerrado; el interruptor automático del segundo alimentador está abierto). Si se detecta una caída o pérdida de tensión en el alimentador 1, el HSTS transfiere la carga al alimentador en espera (alimentador 2) en menos de 30 ms.
- **Configuración con tres interruptores automáticos:** En este caso, la carga se reparte en dos tramos de barras co-

2

Arquitectura de HSTS en una configuración de dos interruptores automáticos





lectoras para proporcionar redundancia, estando el interruptor de acoplamiento de barras normalmente abierto y los dos interruptores automáticos de los alimentadores cerrados 3. Una perturbación en uno de los dos alimentadores hace que se abra el interruptor automático del alimentador en cuestión y que se cierre el enlace de barras, de forma que las barras colectoras de la instalación reciben la energía a través del alimentador alternativo.

Dos controladores REF542plus, conectados a la unidad de control de SUE 3000 por un enlace óptico, supervisan los alimentadores para percibir las perturbaciones de la fuente de alimentación e inician todas las órdenes de cierre/apertura a los interruptores automáticos.

Tipos de transferencia

El tipo de transferencia en cada caso depende de cómo se inicia la misma (manualmente, por control local o remoto, o externamente, a través del sistema de protección) y de las magnitudes implicadas, es decir, la tensión, la frecuencia y el desfase de las dos fuentes de energía.

Transferencia rápida: Una vez comprobado que los alimentadores principales

y de espera están sincronizados y en fase, se dan simultáneamente las órdenes de 'abrir' y 'cerrar' a los interruptores automáticos implicados, con lo cual la transferencia tiene lugar sin interrupción, en 1,5 ciclos 4.

Transferencia a la 1ª coincidencia de fase: Si las dos redes de suministro no están sincronizadas en el instante del inicio tendrá lugar una 'transferencia a la 1ª coincidencia de fase'. Esto significa que se da en el acto la orden de 'abrir' y que la red que estaba en espera se conecta en el punto en que es mínima la diferencia entre la tensión de espera y la tensión de las barras colectoras 5. El tiempo medio de transferencia está entre 250 y 500 ms aproximadamente, dependiendo el valor real únicamente del comportamiento de la tensión residual de la carga.

Transferencia por tensión residual: Entra en juego cuando no se cumplen los criterios para una transferencia rápida y tampoco es posible la transferencia a la 1ª coincidencia de fase. En primer lugar se abre el interruptor automático de la alimentación y a continuación se supervisa la caída de tensión en las barras colectoras. Cuando se llega a un valor prefijado de tensión residual se cierra el alimentador de espera. Esto garantiza que

la máxima diferencia de tensión posible entre las barras colectoras y la red en espera (en el caso de oposición de fases) no sobrepasa un valor determinado, limitándose así el aumento brusco transitorio del par que actúa en los motores de la instalación cuando las barras colectoras se conectan a la red en espera.

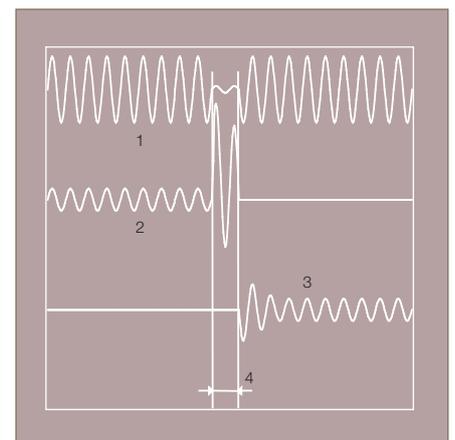
Transferencia temporizada: Este tipo de transferencia se efectúa si no es posible supervisar la tensión de las barras colectoras. El alimentador de espera se cierra transcurrido un determinado tiempo fijo, ajustable previamente. Este tiempo tiene que ser siempre mayor que el tiempo de transferencia máximo en el caso de transferencia por tensión residual, para garantizar que la tensión cae por debajo del valor de la tensión residual.

Ventajas del sistema HSTS

El fallo de la línea no es un problema común ni frecuente, pero puede ocurrir incluso en sociedades con modernas infraestructuras de distribución de energía. Los estudios sobre la calidad de la energía de redes de distribución [3] muestran que la pérdida media de minutos por cliente (CML) en el mundo in-

4

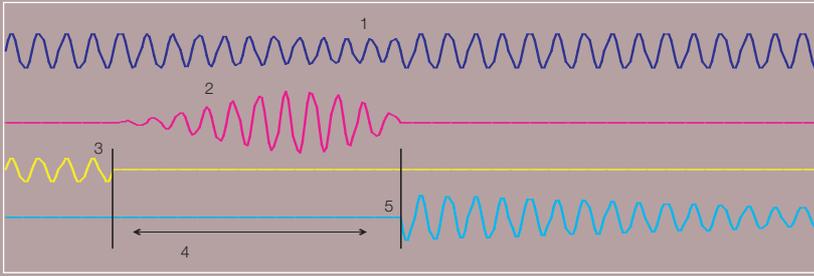
Formas de onda de transferencia rápida con alimentadores sincronizados.



- 1 = Tensión de las barras colectoras,
- 2 = Alim. principal, I antes de transferencia,
- 3 = Alim. de espera, I tras transferencia,
- 4 = Tiempo muerto

5

Transferencia en la primera coincidencia de fases. Si las dos redes de suministro no están sincronizadas, el alimentador de espera se conecta 250 a 500 ms después de la orden de apertura del interruptor automático del alimentador principal.



1 = Tensión de las barras colectoras,

2 = Tensión diferencial ($U_{bc} - U_{espera}$),

3 = Alim. principal, I antes de transferencia,

4 = Tiempo muerto,

5 = Alim. de espera, I después de transferencia

ustrializado es del orden de decenas o centenas de minutos/cliente/año, con 1 a 5 eventos/cliente/año; la mayoría de los eventos se producen en redes de Media Tensión.

La mayor parte de las grandes factorías o plantas de fabricación con procesos delicados disponen de dos líneas independientes de alimentación de energía y de sistemas de transferencia automática

como salvaguarda contra los cortes de corriente eléctrica. Si la fuente de alimentación primaria falla, el equipamiento de interrupción la desconecta y conmuta a la fuente secundaria. No obstante, estos sistemas pueden reaccionar de forma lenta y no responder con normalidad a las disminuciones momentáneas

de tensión o a una posible interrupción del suministro.

El sistema HSTS de transferencia de alta velocidad de ABB ofrece a los clientes una protección rápida contra la interrupción de la corriente eléctrica, preservando la calidad de la energía [4].

Debido a los cortos tiempos de funcionamiento, el ángulo de fase entre las barras colectoras y la fuente de alimentación alternativa varían tan ligeramente en caso de perturbación que las dos permanecen prácticamente sincronizadas.

Además, puesto que se usa un interruptor automático de calibre normal, no se necesita ningún interruptor automático adicional para proteger el alimentador.

La transferencia automática de la carga en menos de 1,5 ciclos elimina un costoso tiempo de inactividad y mejora la calidad de la energía en las barras colectoras protegidas

Con una corriente de cortocircuito de hasta 25 kA (corriente de ruptura) y una intensidad nominal de 1.250 A, los interruptores automáticos son apropiados tanto para la protección estándar como para las aplicaciones de HSTS.

Mayor calidad de la energía

Mediante la integración de nuevos actuadores de electrónica de potencia y la mejora del control y de la protección, el sistema HSTS de transferencia de alta velocidad de ABB es muy valioso para gestionar mejor el suministro de energía. HSTS es la respuesta a los problemas derivados de las interrupciones momentáneas/sostenidas y de las reducciones momentáneas de tensión en los casos de carga crítica, gracias a la gran rapidez de la transferencia de alimentación.

La transferencia automática de la carga a una fuente de alimentación sin perturbaciones en menos de 1,5 ciclos elimina un costoso tiempo de inactividad y mejora la calidad de la energía en las barras colectoras protegidas; al mismo tiempo proporciona una protección completa contra los cortocircuitos.

Luciano Di Maio

Carlo Gemme

ABB T&D SpA

IT-24044 Dalmine

Italia

luciano.di_maio@it.abb.com

carlo.gemme@it.abb.com

Ralf Krumm

ABB Calor Emag Hochspannung GmbH

DE-68167 Mannheim

Alemania

ralf.krumm@de.abb.com

Bibliografía

- [1] E. Dullni, H. Fink, C. Reuber: A vacuum circuit breaker with permanent magnetic actuator and electronic control. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.
- [2] R. Heinemeyer, R. Tinggren, R. Krumm: High speed transfer system. ABB Power Distribution (2000), DECMS 2241 00 E.
- [3] T. E. Grebe: Statistical analysis of voltage dips and interruptions – final results from the EPRI distribution system power quality monitoring survey. Proc. CIRED 99 – 15th Conference on Electricity Distribution (1999), Nice.
- [4] K. Jantke, R. Krumm, R. Vieille: 30-ms-Schnellumschaltssystem für eine optimierte Energieversorgung. ETZ 22 (2001).