ABB
4 | 13
es

review

la revista ABB

Los héroes anónimos de Internet 6
Corriente continua, a la medida del centro de datos 16
El corte no es una opción 22
Lo más candente de la refrigeración 53

La revista técnica corporativa

Centros de datos

Power and productivity for a better world™

En 2012, ABB entregó el sistema de distribución de corriente continua (CC) más potente del mundo en las instalaciones del centro de datos greenDatacenter de Zurich-West, en Suiza. Esta instalación de 1 MW demuestra que los sistemas de CC son menos complejos que los de CA, exigen menos conversiones de la electricidad, ocupan menos sitio y necesitan menos equipos, menos instalaciones, menos espacio y menos costes de mantenimiento. A principios de 2013, la instalación obtuvo el prestigioso galardón “Watio de Oro” por la magnitud del ahorro energético logrado. Poco después, en ese mismo año, ABB instaló su Decathlon® DCIM, un avanzado sistema de gestión de la infraestructura del centro de datos que garantiza fiabilidad máxima, eficiencia energética y aprovechamiento óptimo de todos los activos del centro de datos (véase también la página 16).

Centros de datos: introducción

7 **Definición de centro de datos**
La infraestructura que sostiene el mundo digital

11 **Diseñados para no parar**
Definición de la disponibilidad de los centros de datos mediante un sistema de clasificación de cuatro niveles (Tier)

Centros de datos: alimentación

16 **CC y eficiencia**
La infraestructura de alimentación de CC de baja tensión en los centros de datos

22 **Capacidad de reserva**
Sistemas ABB de alimentación de emergencia para centros de datos

29 **Garantía de suministro**
Alimentación ininterrumpida para centros de datos

34 **Alimentación continua**
Conmutadores digitales de transferencia estáticos para una mayor fiabilidad de los centros de datos

Centros de datos: diseño y explotación

41 **Excelencia automatizada**
Nuevos conceptos de gestión de la infraestructura de los centros de datos

48 **Decisiones de diseño**
¿Qué aporta ABB al diseño de centros de datos?

53 **Mantenerlo frío**
Diseño y gestión de sistemas de refrigeración óptimos

58 **En la bola de cristal**
El futuro de la optimización del diseño de centros de datos

Transporte

64 **Recarga rápida**
La recarga instantánea es el billete para un transporte limpio

70 **Al mando**
La unidad de control de los accionamientos de draga de ABB ofrece una plataforma de control más fiable e integrada para los sistemas de motores de dragado

Comunicación y asociaciones

74 **Radio resistente**
Comunicación inalámbrica Wi-Fi mallada para la industria

79 **El ajuste correcto**
ABB se ha asociado con una empresa de propiedad familiar para propulsar bombas flotantes de flujo axial

Índice de 2013

81 **Índice de 2013**
Resumen del año

Centros de datos y tecnologías críticas

Claes Rytoft

Estimado lector:

Quizá le sorprenda conocer la profundidad de la implicación de ABB en el dinámico y expansivo sector de la tecnología de los centros de datos desde el mismo momento en que se creó este sector.

Los centros de datos empezaron a desarrollarse en serio en la época de la llamada burbuja de las punto com, en los años 90 del siglo pasado, cuando la demanda de conectividad rápida y continua a Internet empezó a crecer muy deprisa, a un ritmo que los recursos internos de las empresas no pudieron mantener. Para atender estas necesidades de informatización cada vez mayores se crearon unas instalaciones llamadas centros de datos de Internet (IDC). En su libro "El gran interruptor", Nicholas Carr explica que vio un centro de datos por primera vez en 2004. Observó que un centro de datos se parecía mucho a una central eléctrica: una planta informática que alimenta la edad de la información igual que las centrales eléctricas alimentaron la edad de la industria.

Aunque certera, la analogía de Carr se nos antoja hoy muy insuficiente: el centro de datos se ha convertido en el activo de TI más importante para casi cualquier empresa del siglo XXI. La digitalización acelerada ha convertido el flujo de datos ininterrumpido en algo absolutamente esencial para el día a día (incluso para el segundo a segundo). El grupo de analistas de TI 451 Research afirma que el tráfico mundial de datos alcanzará en 2017 los 11 zetabytes al mes (zeta significa 10^{21}). Los centros de datos son cada vez mayores, más complejos y más caros de gestionar. En este número de ABB Review se examinan estas tendencias, se explora el funcionamiento de los centros de datos y, muy importante, se estudia la forma de mantener su fiabilidad.

El lego suele asociar un centro de datos con hileras de servidores que procesan información, pero las correspondientes fuentes de alimentación y su control (incluidas funciones como la refrigeración) son también vitales. De hecho, cuando el consumo mundial de los centros de datos se acerca rápidamente al de países como Argentina u Holanda, el uso y la gestión eficaces de esta energía (sin renunciar a los niveles extremos de fiabilidad) está adquiriendo una relevancia social cada vez mayor.

Apoyándose en su tradición de suministro de tecnologías de alimentación y automatización críticas, ABB ha entrado en la escena del suministro de componentes y sistemas vitales para el sector de las TI. Mientras que otros proveedores montan centros de datos a partir de componentes diseñados para uso comercial y administrativo, ABB ofrece productos y sistemas intrínsecamente fiables, de diseño sólido y eficientes en el uso de la energía. El valor de la aportación de ABB a los centros de datos se hace obvio no solo en la calidad de los productos individuales, sino también en la capacidad de la empresa para desarrollar e implementar sistemas completos que cubren tanto la cadena de alimentación como la vigilancia y el control automáticos.

Además de los artículos relacionados con los centros de datos, en este número de *ABB Review* veremos también un autobús eléctrico que se recarga en 15 segundos, un equipo de automatización de dragas y un sólido sistema industrial de comunicación inalámbrica.

Que disfrute de la lectura.

Claes Rytoft
Consejero delegado de tecnología y Vicepresidente Senior del Grupo
Grupo ABB

Decathlon
ABB
ABB

Definición de centro de datos

La infraestructura que sostiene el mundo digital

MIETEK GLINKOWSKI – La actual sociedad móvil hace que las personas consuman y produzcan datos a un ritmo nunca visto: Internet, motores de búsqueda, aplicaciones para móviles, teléfonos inteligentes, etc. están por todas partes, y consideramos que su existencia es una cosa natural. Pero la realidad es que todos los artilugios móviles actuales, y en número cada vez mayor todas las actividades empresariales, dependen del almacenamiento, la distribución en red y el procesamiento de datos digitales, y casi todas estas operaciones se ejecutan en un centro de datos o con su mediación. Sin duda, los centros de datos son la columna vertebral y los héroes anónimos del boom de Internet y se han convertido en un sector vital para organizaciones que ejecutan aplicaciones críticas. ABB ofrece una amplia gama de productos, soluciones integradas y conocimientos especializados que garantizan el funcionamiento seguro, fiable y eficiente de los centros de datos.

Imagen del título
En el mundo actual que maneja y almacena una cantidad de datos sin precedentes, ABB ayuda a que las organizaciones ejecuten aplicaciones críticas.

Los centros de datos de última generación son instalaciones industriales muy especializadas, llenas de equipos y sistemas complicados e interrelacionados con necesidades críticas → 1. Algunos de esos centros pueden ser pequeños edificios de 200 m², pero alcanzan el tamaño de 15 campos de fútbol (unos 140.000 m²). Unos se conforman con 500 kW de potencia, otros necesitan 100 MW.

El sector está creciendo a un ritmo tremendo. En todo el mundo, el número de bastidores de TI llegó en 2012 a 7,7 millones, un aumento del 15 por ciento frente a 2011[1]. El crecimiento estimado para este año de los centros de datos en Estados Unidos fue del 25 por ciento, pero algunos países, como Turquía, han experimentado un crecimiento del 60 por ciento. La expansión del sector empresarial de los centros de datos se recoge en un informe de Digital Realty.[2] → 2 muestra los factores de rendimiento y las características que impulsan la expansión. La eficiencia energética y la seguridad se consideraron extremadamente importantes, mientras que la consolidación, la conectividad y la redundancia se calificaron como muy importantes o bastante importantes. ABB ofrece soluciones rentables que cumplen las necesidades de los centros de datos actuales.

1 Segmentos del sector de los centros de datos

Hay numerosos segmentos industriales distintos en los que se necesitan centros de datos.

Housing y hosting
Muchas empresas pequeñas y medianas no quieren o no pueden permitirse centros de datos y otras infraestructuras de TI, por lo que externalizan estas necesidades a empresas de housing y hosting. Estas empresas prestan a otras servicios de TI, desde hosting de páginas web hasta hosting de TI. Este segmento del mercado de los centros de datos busca ingresos por TI; los centros de datos son la oferta comercial principal.

Entidades financieras
Los bancos y otras instituciones financieras como la Bolsa de Nueva York (NYSE), el NASDAQ, la Bolsa de Tokio (TSE), etc. tienen necesidad de centros de datos y de su gran disponibilidad para la realización de transacciones financieras, aunque no sean por sí mismos su fuente de ingresos.

Telecomunicaciones
Desde los servicios digitales mediante líneas terrestres hasta los de móviles y teléfonos inteligentes, las compañías de telecomunicaciones desempeñan un papel fundamental en el sector de los centros de datos. Actualmente, casi todos los servicios de telefonía son digitales y muchos de ellos utilizan VoIP, empleando la conectividad de Internet. Importantes agentes, como NTT, AT&T, T-Mobile, poseen, construyen y explotan sus propios centros de datos.

Servicios de TI
Empresas como Google, Amazon, eBay, Facebook y otras se iniciaron con el boom de Internet hace unos 15 años. Aunque estas empresas dependen de los centros de datos como su principal recurso, su fuente de ingresos va desde la publicidad hasta la venta por Internet. Son innovadoras en su forma de construir centros de datos, prestar servicios y atender a los clientes.

Administración pública
En 1999, la Administración Federal de EE.UU. operaba 432 centros de datos; en 2013 esta cifra había aumentado hasta unos 7.000 *. Esto incluye toda clase de servicios, desde la Agencia Tributaria hasta el Departamento de Defensa o la Administración de la Seguridad Social. Para los organismos públicos, los centros de datos suponen un coste.

Asistencia sanitaria
Se espera que este segmento aumente rápidamente con la tendencia hacia la digitalización de los historiales de los pacientes y todos los datos médicos, desde las visitas a médicos privados a la hospitalización y las operaciones quirúrgicas más importantes. Para el sector de la atención sanitaria los centros de datos suponen un coste.

Sociedades, comercio minorista, fabricación, compañías de servicios públicos
Se incluyen aquí un amplio grupo de empresas privadas y públicas de diversos sectores, como los plásticos derivados del petróleo y el gas, las cadenas de comercios minoristas o las compañías eléctricas, de gas y de agua. Aunque muchas pequeñas y medianas empresas elegirían servicios de hosting, las grandes poseen y explotan sus propios centros de datos exclusivos. Por ejemplo, en Singapur, BP opera su Most of the World (MoW) Mega Data Centre, uno de los cuatro megacentros de datos en los que BP ejecuta sus operaciones globales de TI.

La computación "en la nube" no se considera un segmento, sino un servicio dentro del sector de las bases de datos. Se trata de un medio para distribuir aplicaciones de TI entre varios servidores físicos e incluso entre varios centros de datos físicos. Ya no hay una relación directa entre una aplicación y un dispositivo físico, ni siquiera con un centro de datos físico. Un buen ejemplo de ello es la aplicación iTunes de Apple, donde los datos –por ejemplo, música, vídeos, películas– están repartidos entre un grupo de servidores y centros de datos distintos de Apple. Esta distribución es dinámica, es decir, depende de los recursos, de la disponibilidad de TI (así como de la potencia, la refrigeración y otros factores), del tráfico de Internet, etc.

Nota a pie de página
* Oficina Pública de Contabilidad de los EE.UU., 2013, www.gao.gov

Los centros de datos consumen grandes cantidades de electricidad. Las estimaciones actuales son de que hasta el 2 por ciento de la energía de todo el mundo se consume en las empresas de centros de datos.[3] Con una capacidad instalada en el mundo de unos de 5.000 GW[4], esto significa que los centros de datos consumen unos 120 GW, casi el doble de la capacidad eléctrica de México y más que las de España o Italia. En los centros de datos se ejecuta una gran variedad de software, bases de datos, sistemas operativos y nubes.

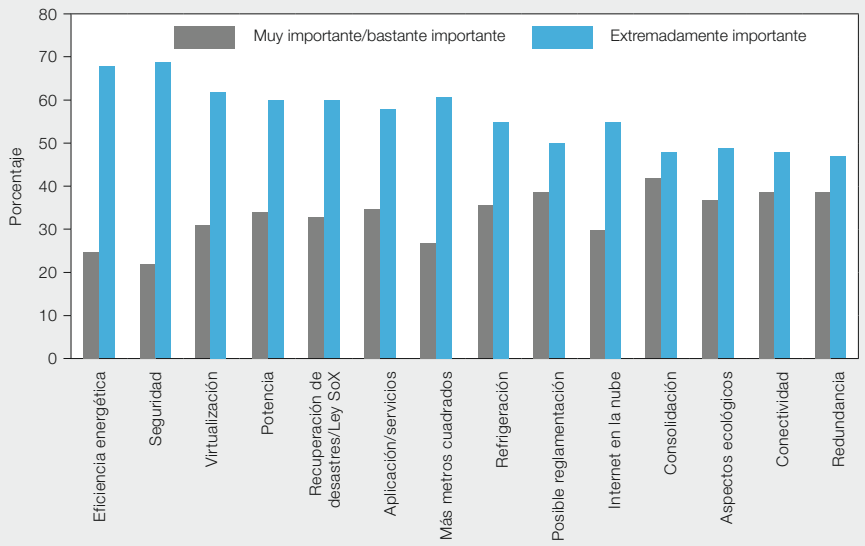
En los centros de datos se ejecuta una gran variedad de software, bases de datos, sistemas operativos y nubes.

¿Qué es un centro de datos?

Los centros de datos se pueden definir como tres infraestructuras paralelas: TI, electricidad y refrigeración → 3. Las tres infraestructuras tienen que ser perfectamente compatibles y estar armonizadas y optimizadas para lograr el funcionamiento perfecto de una instalación crítica → 4.

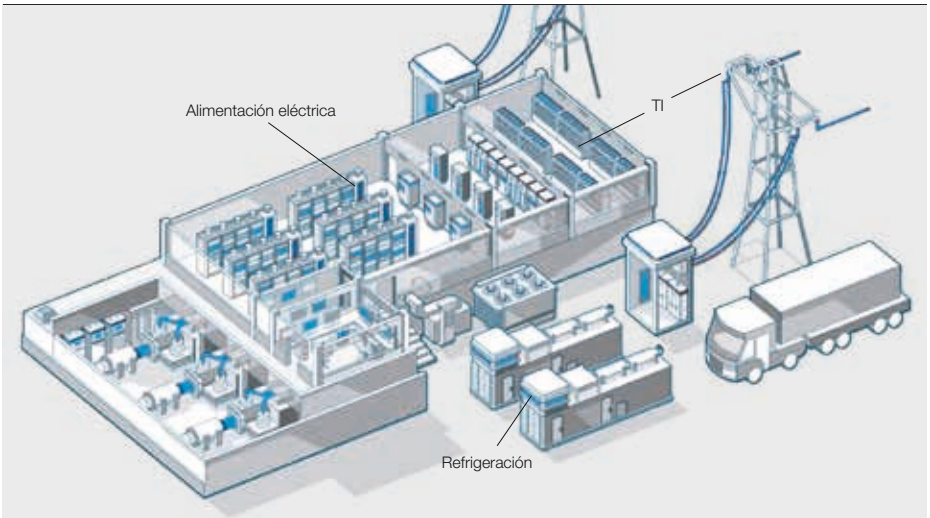
La infraestructura de TI se compone principalmente de los equipos de TI con su software asociado. Los equipos se clasifi-

2 ¿Cuáles son las prioridades para la expansión de los centros de datos según los profesionales?

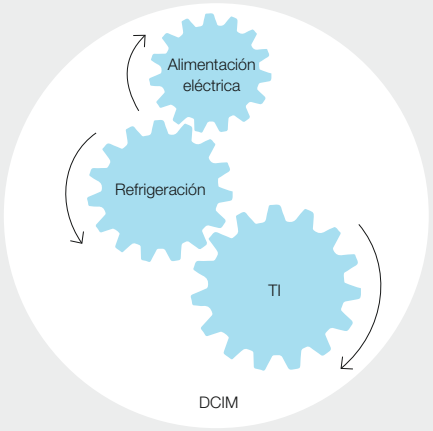


Fuente: Digital Realty, 2011

3 Configuración física de un centro de datos genérico



4 Infraestructura del centro de datos



La infraestructura del centro de datos incluye la interacción de TI, alimentación eléctrica y refrigeración con DCIM.

can normalmente en tres categorías: servidores, conmutadores de red y espacio de almacenamiento (memoria). Cada grupo tiene su función exclusiva, aunque en muchos casos los servidores incluyen almacenamiento. Esta infraestructura es donde se instalan las funciones principales de los centros de datos y donde se entregan los servicios de TI. En los centros se datos se ejecuta una gran variedad de software, virtualización, bases de datos, hospedaje de web, sistemas operativos y nubes.

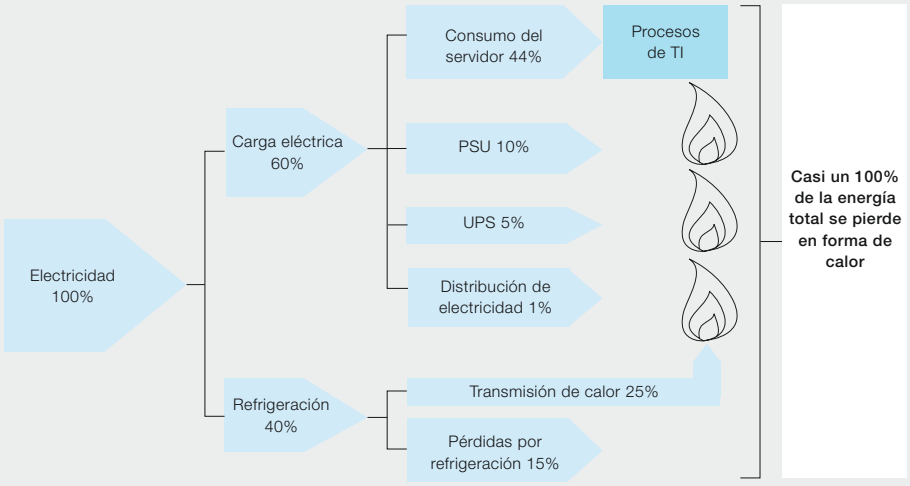
La electricidad y la refrigeración son las dos infraestructuras necesarias para que funcionen los equipos de TI. La electricidad procede principalmente de la red (aunque hay excepciones, como las pilas de combustible). La alimentación eléctrica de los equipos de TI se hace por medio de topologías complejas de transformadores, aparamenta, gensets (grupos generadores rotativos), sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), barras de bus y conmutadores de transferencia automáticos. La electricidad bruta suministrada por la compañía se transforma, convierte, acondiciona y distribuye a los servidores en los bastidores de TI.

Los equipo de TI generan mucho calor. La infraestructura eléctrica consume el 60 por ciento y la refrigeración el 40 por ciento de la energía de un centro de datos genérico → 5. El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE) es PUE = 100/55 = 1,82, que es mejor que el valor medio del sector de 1,9. La infraestructura eléctrica se puede descomponer en cuatro componentes, que en definitiva hacen que los procesos de TI (equipos de TI)

Notas a pie de página

1. Data Center Dynamics Converged – Media Pack 2012
2. What is Driving the US Market? 2011, Digital Realty Trust
3. Las estimaciones varían entre 1,1% y 2,5%; consulte las diversas fuentes: http://www.analyticspress.com/data centers.html, www.greenpeace.org, www.forbes.com
4. Datos tomados de 2010 EIA.gov

5 Balance energético simplificado de un centro de datos genérico



Un 60 por ciento de la electricidad se consume en la infraestructura eléctrica y un 40 por ciento en refrigeración.

El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE) sería igual a PUE = 100/55 = 1,82, que es mejor que la media del sector. Las pérdidas por UPS y toda la energía de refrigeración se cuentan como consumo indirecto.

La infraestructura eléctrica se puede descomponer en cuatro componentes, que en definitiva hacen que los procesos de TI (equipos de TI) consuman alrededor del 44 por ciento.

Nota al pie

* El lector atento puede verse confundido por la cifra de P_{carga} de 55 en lugar de 60. La diferencia del 5 por ciento corresponde a las pérdidas de UPS.

consuman alrededor del 44 por ciento del total. Casi toda la electricidad que circula a través de la infraestructura eléctrica y que se utiliza para refrigeración se pierde en forma de calor.

Hay que evacuar el calor para que la temperatura de funcionamiento de los equipos se mantenga dentro de las especificaciones y el entorno de los equipos sea accesible al personal. Los centros de datos utilizan sistemas de refrigeración muy complejos y variados para controlar este entorno, incluyendo refrigeración por líquido, refrigeración por aire, refrigeración por inmersión, cerramiento de pasillos calientes, cerramiento de pasillos fríos, acondicionadores de aire (CRAC) y unidades de manipulación del aire (CRAH) para las salas de ordenadores. La refrigeración es el principal consumidor de energía responsable del consumo general, con factores de PUE por encima de 1,0 → 6.

6 Indicadores de rendimiento

El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE) es el indicador clave de rendimiento (KPI) más común para los centros de datos actuales. Se define como

$$PUE = \frac{P_{Total}}{P_{Carga\ TI}}$$

donde P_{Total} es la energía total consumida por el centro de datos, y $P_{Carga\ TI}$ es la energía consumida por la carga de TI. Por definición el PUE siempre es mayor que 1,0; todo lo que supere 1,0 es energía indirecta consumida por otras cargas no-TI, como refrigeración, iluminación o sistemas de seguridad.

El PUE medio comunicado por la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) de los Estados Unidos en 2007 fue 1,9 (90 por ciento de energía indirecta consumida). En 2012, Digital Realty informó de que el PUE medio de las empresas no-TI fue incluso peor, aproximadamente igual a 2,9.

Pero hay algo más que el PUE con relación al consumo energético.

Por ejemplo, si el propietario de un centro de datos mejora el consumo de energía de la carga de TI –por ejemplo, sustituyendo servidores anticuados por tecnología más reciente– y mantiene el mismo sistema de refrigeración, el PUE aumentará, puesto que el denominador de su ecuación disminuye.

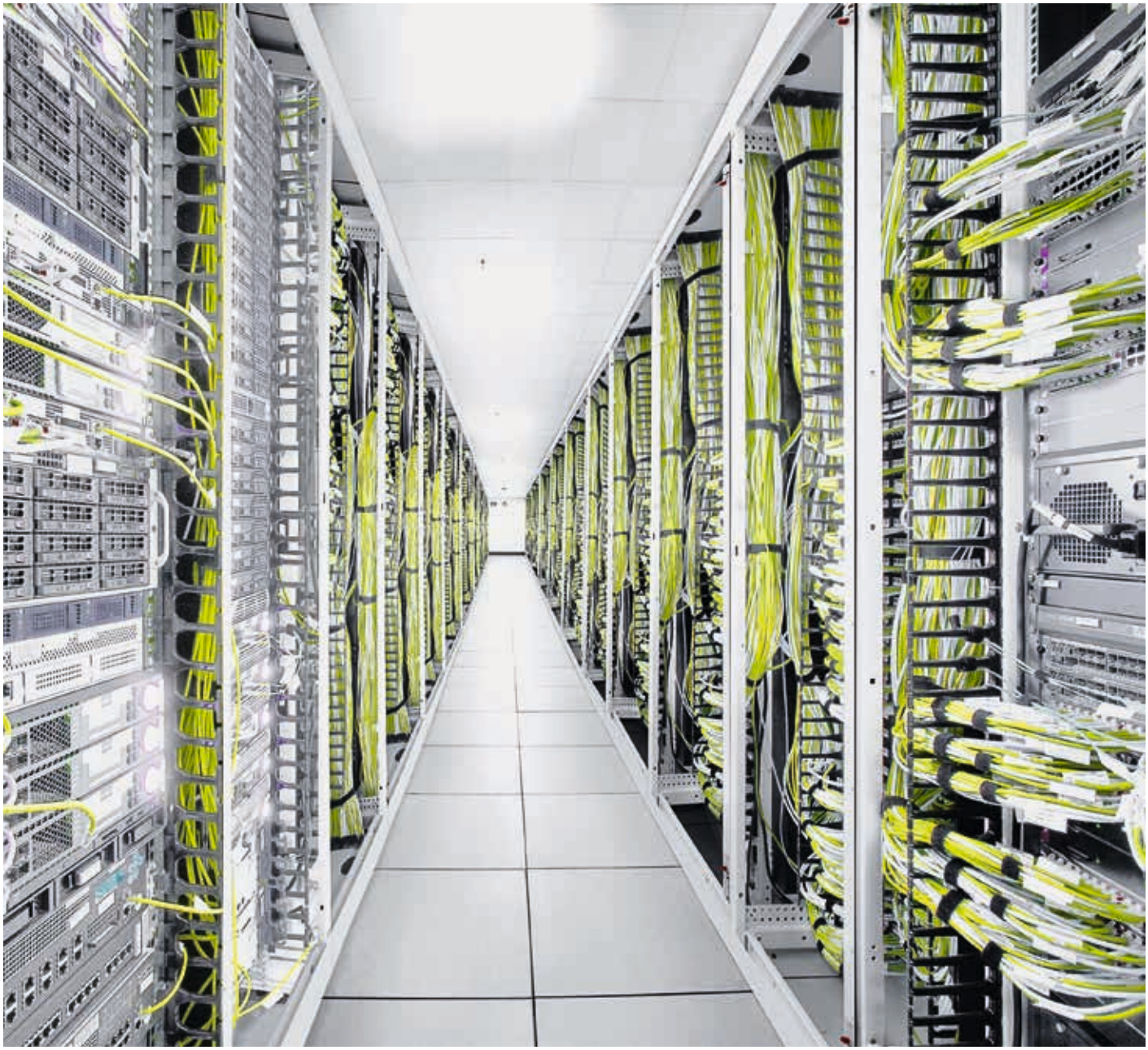
En algunos casos esto puede ser un elemento disuasorio para modernizar las instalaciones. En otros casos, con vistas a mejorar el factor PUE, los centros de datos cambian a una refrigeración que necesita más agua y por lo tanto consumen más agua. Ésta es la razón por la que se ha establecido un nuevo conjunto de KPI que incluye la eficiencia en el uso del agua (WUE). La eficiencia en el uso del carbono (CUE) es un valor del centro de datos que recoge el total de emisiones de CO_2 y equivalentes de carbono producidas como resultado de la energía consumida dividido por la energía del equipo de TI alojado en el centro de datos; el valor se expresa en $kgCO_2e/kWh$.

Otro componente de la infraestructura, la gestión de la infraestructura del centro de datos (DCIM), se va haciendo cada vez más importante. La DCIM es una plataforma para recopilar, controlar, integrar, supervisar y gestionar todos los sistemas del centro de datos. Asegurarse de que los sensores de temperatura de los grupos CRAC de refrigeración están tarados correctamente para los requisitos de temperatura que los servidores leen en sus propias placas base no es una tarea trivial, como tampoco lo es que la energía eléctrica que se distribuye a los bastidores de los equipos de TI cargue las líneas individuales de alimentación de manera uniforme y de que no sobrecargue determinados cables e interruptores automáticos. También es preciso identificar dónde se encuentran los equipos de TI, para qué se emplean, cuándo hay que sustituirlos o a quién pertenecen (en el caso de una empresa de housing). Todas estas funciones y otras más se pueden manejar en una plataforma DCIM que incluye, normalmente, tanto hardware como software para recoger datos (temperatura, tensión, intensidad, caudal de aire, alarmas), procesarlos, presentarlos y permitir que un operario tome decisiones informadas. Se dice que la plataforma DCIM es el aglutinante que mantiene unidos todos los componentes de un centro de datos, como un paraguas que cubre todo su actividad.

Mietek Glinkowski
Centros de datos de ABB
Raleigh, NC, Estados Unidos
mietek.glinkowski@us.abb.com

Lecturas recomendadas

www.abb.com/datacenters



Diseñados para no parar

Definición de la disponibilidad de los centros de datos mediante un sistema de clasificación de niveles (Tier)

MIETEK GLINKOWSKI – Todos los sistemas pueden fallar; esto es un hecho obvio con el que tienen que enfrentarse todas las industrias. La máxima inquietud para el sector de los centros de datos es la continuidad inalterable del trabajo de los sistemas. Los analistas estiman que una interrupción de una hora en el funcionamiento de un centro de datos cuesta una media de 350.000 dólares. Y se cree que el coste continuará aumentando a medida que aumente el número de empresas que dependen del almacenamiento, la interconexión en redes y el procesamiento de datos digitales, casi todo ello ejecutado en un centro de datos o con su intervención. Como la pérdida de servicio en un centro de datos supone un coste tan alto, incluso durante un tiempo extremadamente corto, la disponibilidad sigue siendo el factor determinante más crítico en el diseño, la explotación y el mantenimiento de los centros de datos.

La prioridad máxima para el sector de los centros de datos es la continuidad perfecta del funcionamiento de los sistemas.

Imagen del título
¿Qué tipo de diseños siguen los centros de datos para satisfacer las grandes demandas de disponibilidad?

1 Fiabilidad y disponibilidad

Fiabilidad y disponibilidad suelen malinterpretarse y confundirse con la calidad de un sistema o producto. La fiabilidad se define en función del tiempo:
$R(t) = e^{-\lambda t}$
donde $R(t)$ es la fiabilidad, t es el tiempo, y $\lambda=Tf/Tp$ es una tasa de fallos. Tf es el número total de fallos que se presentan durante el período total de Tp. Cuanto más tiempo esté funcionando el sistema, tanto menor será la fiabilidad. El parámetro λ es el inverso del MTBF (tiempo medio entre fallos). El tiempo medio de reparación (MTTR), que es el tiempo necesario para reparar un sistema o dispositivo que ha fallado, es otro parámetro importante. Utilizados conjuntamente, MTBF y MTTR determinan la disponibilidad intrínseca (Ai) de un sistema o dispositivo:
$Ai = MTBF/(MFTBF + MTTR)$.

Si se amplía el concepto de disponibilidad para incluir el tiempo de inmovilización por mantenimiento programado, la disponibilidad pasa a ser la disponibilidad operativa, *Ao*.

Fiabilidad y disponibilidad no son números fijos. Ambos conceptos son funciones de componentes específicos del sistema así como de la topología de éste, que determina la criticidad de estos componentes para la función crítica de la misión del centro de datos. Por lo tanto, la fiabilidad debe evaluarse en distintos puntos del sistema en los que debe suministrarse energía a la carga de TI.

Como se ha indicado, fiabilidad y disponibilidad no son lo mismo que la calidad. La calidad describe el estado de un equipo nuevo cuando se entrega al cliente. La fiabilidad y por tanto la disponibilidad se miden a lo largo del tiempo. Esto, además de la calidad, incluye el efecto del envejecimiento y del nivel de esfuerzo sobre el equipo dentro del sistema.

Puede aumentarse la fiabilidad mediante la redundancia (de equipos y de vías de suministro). Pero cuantos más equipos hay, mayor es la probabilidad de que fallen uno o varios de los componentes. Cualquiera que sea el diseño del sistema hay un equilibrio entre el nivel de redundancia (y la complejidad correspondiente) y la ganancia de fiabilidad. Un buen diseño del sistema tiene que sacar el máximo partido de los equipos, utilizar todo su potencial y proporcionar un nivel suficiente de redundancia y reserva para tener un suministro fiable de energía.

Por disponibilidad del centro de datos se entiende el cumplimiento de las expectativas de tiempo de actividad de los usuarios. La alta disponibilidad actual de los centros de datos se ha conseguido principalmente mediante la redundancia en el diseño, el equipamiento (tanto de TI como de aparatos eléctricos), las vías de suministro de electricidad y el software ➔ 1. En el sector hay diversos sistemas de clasificación para definir la disponibilidad de un centro de datos. Las tecnologías que cambian rápidamente, el deseo de diferenciación, la sensibilización medioambiental y, sobre todo, la presión de los costes suelen dictar diseños que se encuentran entre dos estructuras tier o que buscan soluciones más radicales. La estructura de niveles (Tier) del Uptime Institute, aunque no siempre seguida, se considera una directriz importante para el sector y, por lo tanto, es la clasificación a que se hace referencia en este artículo. El Uptime Institute define un sistema de cuatro Tier, cada uno de los cuales describe la disponibilidad como guía para el diseño de infraestructuras de centros de datos ➔ 2. Cuanto más alto sea el tier, tanto mayor será la disponibilidad.

El centro de datos con coste y rendimiento más bajos, el Tier 1, tiene un objetivo de disponibilidad del 99,671 por ciento, que se traduce en un tiempo de inmovilización anual de TI de 28,8 horas. El diseño de centros de datos del nivel más alto, el Tier IV, tiene un objetivo de disponibilidad del 99,995 por ciento, o un tiempo de inmovilización anual de 24 minutos. Los distintos tier también admiten diferentes densidades de carga eléctrica, desde 200 W/m^2 hasta 1.500 W/m^2. Para los ingeniero eléctricos es importante tener en cuenta que cuanto más alto sea el tier, tanto mayor será la tensión eléctrica suministrada a la instalación. Esto se relaciona principalmente con el hecho de que la disponibilidad del suministro de energía eléctrica dentro de un sistema eléctrico aumenta generalmente desde la distribución en zonas de baja tensión (BT) a los sistemas de transporte de alta tensión (AT). Cuanto más cerca esté el nodo de potencia infinita de un gran sistema eléctrico, tanto menos probable será que se produzca una perturbación o un apagón.

Tier I

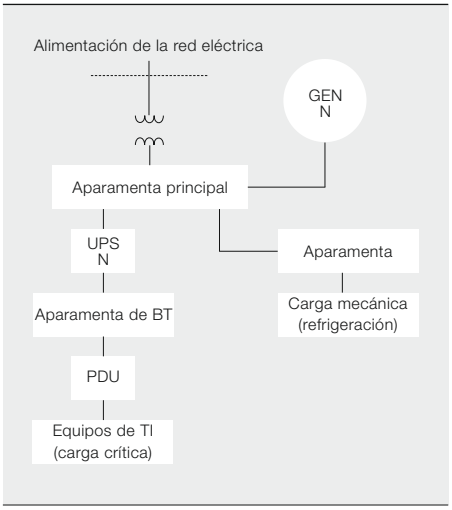
Esta es la arquitectura más sencilla, y por lo tanto ofrece la disponibilidad y la densidad de potencia de carga de TI más

2 Semejanzas y diferencias entre los niveles

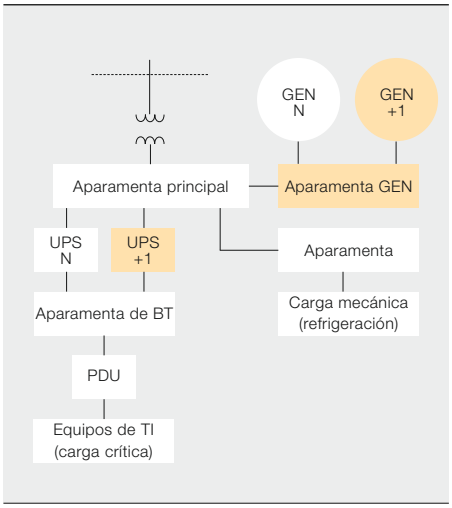
Número de vías de suministro	Tier I Sólo 1	Tier II Sólo 1	Tier III 1 activa 1 pasiva	Tier IV 2 activas
Componentes redundantes	N	N +1	N +1	2 (N +1) o S + S
Tensión de la red	208, 480	208, 480	12-15 kV	12-15 kV
Tiempo de inmovilización anual de TI debido al emplazamiento	28,8 horas	22,0 horas	1,6 horas	0,4 horas
Disponibilidad del emplazamiento	99,671%	99,749%	99,982%	99,995%

© The Uptime Institute

3 Diseño del Tier I (N)



4 Diseño del Tier II (N+1)



La alta disponibilidad actual de los centros de datos se ha conseguido principalmente mediante redundancia en el diseño, el equipamiento, las vías de suministro de electricidad y el software.

bajas. Este concepto de diseño se llama N, pues “n” cargas de TI necesitan “n” grupos UPS y gensets. → 3 identifica los componentes básicos de un centro de datos, como se describe a continuación.

Alimentación de la red

El componente de suministro eléctrico en una clasificación Tier I alimenta un transformador de entrada que baja de MT a BT.

Genset

Un genset es un generador eléctrico de emergencia, normalmente con un motor diésel, que proporciona alimentación eléctrica de reserva de larga duración en caso de corte del suministro de la red. La larga duración viene determinada por la cantidad de combustible almacenado en el depósito, y puede variar entre 24 y 72 horas. Un contrato de suministro de combustible de alta prioridad puede prolongar el tiempo. El generador tiene la forma de una máquina síncrona con una potencia nominal que va desde unos cientos de kilowatios hasta 2 o 3 MW.

Conmutación de transferencia automática

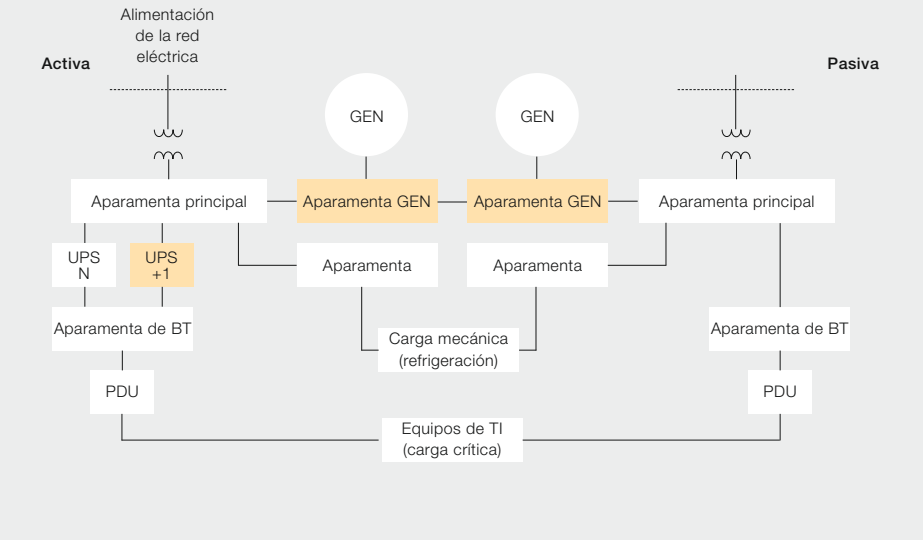
El uso de una aparamenta de transferencia automática (ATS) especializada con control y lógica de protección permite la conmutación sin interrupciones entre la red y el genset en diversas condiciones. La mayor parte del tiempo la conmutación de la red al generador sigue una secuencia abrir-antes-de-cerrar, de modo que cuando se corta el suministro de la red, se abre el interruptor correspondiente y se cierra el del generador solo cuando éste se ha puesto en marcha correctamente, ha alcanzado el régimen y la excitación deseados y está sincronizado. La puesta en marcha del generador puede llevar algunos segundos. Con varios generadores, este tiempo puede aumentar hasta un minuto.

Sistemas de alimentación ininterrumpida

Hay tres tipos principales de tecnologías de sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS): en espera, de línea interactiva y de conversión doble. El más empleado es el de conversión doble, en el que toda la corriente que circula a través del UPS se rectifica de CA a CC, se vuelve a transfor-

La adición de la vía pasiva de suministro aumenta sustancialmente el coste de todo el sistema y además complica el control, la coordinación y el mantenimiento.

5 Diseño del Tier III activa-pasiva; sin UPS en la vía pasiva



mar a CA, totalmente acondicionada y limpia de todas las perturbaciones, transitorios, bajadas y ondulaciones de tensión procedentes de la red, y otros tipos de efectos sobre la calidad de la energía eléctrica (PQ). La barra de CC central está también conectada al banco de baterías, que, en caso de pérdida de alimentación, ofrece energía eléctrica a corto plazo. El interruptor entre la corriente alterna de red y la alimentación interna de baterías se realiza sin interrupción y de forma instantánea. El suministro a corto plazo viene determinado por el tamaño del banco de baterías, y suele entre 2–3 y 7–10 minutos.

Aparamenta

En los centros de datos se necesita diversa aparamenta para distribuir la energía eléctrica a las distintas líneas de equipos de TI (cargas críticas) así como a los equipos de refrigeración (bombas, ventiladores, válvulas, compresores, etc.) y a otras cargas auxiliares. Los interruptores automáticos de la aparamenta protegen frente a fallos y otras condiciones anómalas. En la instalación Tier I toda la aparamenta es de baja tensión (menos de ~1 kV).

Unidad de distribución de alimentación

Las unidades de distribución de alimentación (PDU) están formadas por interruptores automáticos, equipos de medida y, en Norteamérica, transformadores de BT, para distribuir la alimentación a los bastidores de TI y para proteger y medir la potencia (tensión e intensidad) que llega a las cargas individuales.

Grupos de alimentación

Los grupos de alimentación (PSU) forman parte del equipo de TI. Como la fuente de alimentación de un PC, estos equipos transforman la tensión de entrada de 220 V o 110 V a la tensión de CC distribuida a los diversos equipos de TI: servidores, red y sistemas de almacenamiento. Los PSU más utilizados son las fuentes de alimentación conmutadas sin transformador (SMPS). Debido a la redundancia de la distribución de alimentación de los Tier III y IV, cada vez se suministran más PSU con doble entrada de CA que pueden funcionar con cualquiera de las dos.

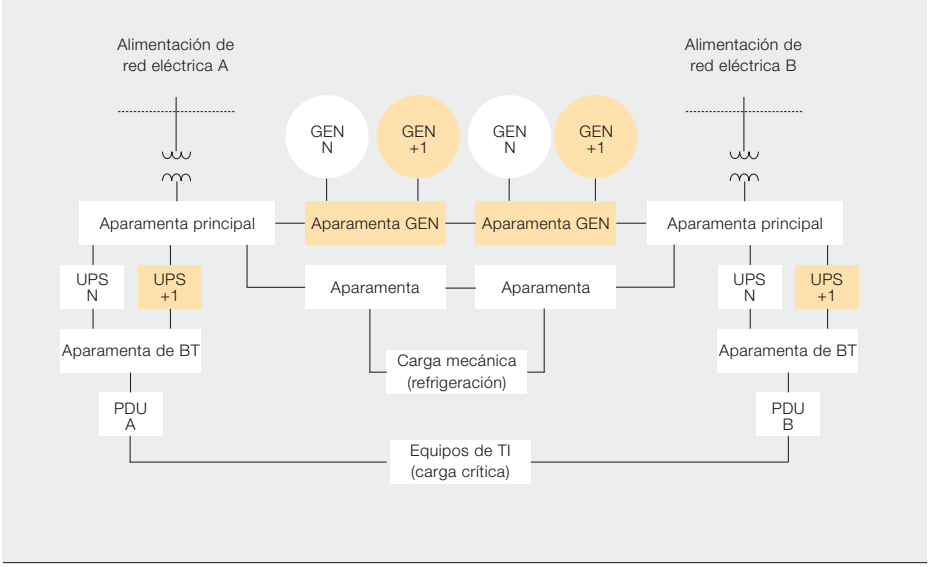
Tier II

Este diseño se conoce como N+1 ➔ 4. La diferencia principal entre las clasificaciones Tier I y Tier II es la presencia de un genset y una UPS más. Esto proporciona en el dispositivo cierto grado de redundancia de los componentes más críticos del sistema como reserva a corto y largo plazo. Todos los demás componentes del sistema son básicamente los mismos. Incluso con esta redundancia aún hay varios puntos únicos distintos de fallos en la vía de suministro a la carga de TI.

Tier III

Tier III corresponde a un sistema activo-pasivo ➔ 5. La vía de suministro de un Tier III tiene que estar duplicada. Además de los componentes críticos redundantes, tiene que haber una segunda vía paralela a la carga de TI crítica por si fallara la vía principal. Esta segunda vía podría ser pasiva, es decir, utilizada únicamente

6 Diseño del Tier IV (2N+1); dos vías simultáneamente activas



Cualquiera que sea el diseño del sistema hay un equilibrio entre el nivel de redundancia (y la complejidad correspondiente) y la ganancia de fiabilidad.

en caso de emergencia. Un Tier III también requiere una segunda conexión a la red eléctrica. La incorporación de la vía de suministro pasiva aumenta sustancialmente el coste de todo el sistema y también complica el control, la coordinación, el mantenimiento, etc. También hay una aparamenta y un centro de control de motores (MCC) adicionales, que deben permitir el funcionamiento completo del centro de datos desde la vía pasiva. Los equipos de TI pueden ahora aprovechar al máximo las vías de alimentación dobles y por lo tanto utilizar, por ejemplo, PSU dobles para cada servidor. Como consecuencia, se reduce considerablemente el número de puntos únicos de fallo. Sin embargo, la vía de suministro pasiva no requiere UPS por lo que, en situaciones de emergencia, el sistema es vulnerable a las condiciones de la red eléctrica, y por lo tanto está potencialmente expuesto a los problemas de calidad de la red o incluso a cortes de suministro.

Tier IV

Denominado sistema 2N+1, el Tier IV es también considerado el Cadillac del diseño de centros de datos → 6. En el mundo hay relativamente pocos centros de datos certificados como diseños Tier IV. Se trata de sistemas dobles completos, totalmente redundantes, que trabajan activamente en paralelo. En virtud de la redundancia, la calificación de cada vía tiene que ser para el 100 por cien de la carga y, por tanto, la máxima utilización de las dos vías en condiciones normales de funcionamiento alcanza un máximo del 50 por ciento. Además, algunos diseños Tier IV tendrán N+1 UPS y gensets en cualquiera de las vías, lo que aumenta aún más la complejidad y los costes, pero al mismo tiempo gana una fracción valiosa del porcentaje de disponibilidad (0,01 por ciento para ser exactos). El objetivo de disponibilidad de Tier IV es un máximo de 24 minutos de inmovilización anual para el usuario final debido al centro (lo que equivale a un fallo cada cinco años).

Los diseños Tier IV son sistemas dobles completos, totalmente redundantes, que trabajan activamente en paralelo.

Cambios futuros

La disponibilidad de la estructura y el tiempo de inmovilización no son los únicos factores a tener en cuenta. El efecto de las interrupciones en el funcionamiento de la instalación crítica puede variar. Por ejemplo, durante un año, 10 interrupciones breves de la alimentación de los servidores que duren 50 ms cada una de ellas tendrán un efecto mucho más perjudicial sobre su funcionamiento que una más larga de 500 ms. Aunque ambos darán lugar a la misma disponibilidad anual (un total de 0,5 s de suministro perdido), el primer caso hará que los servidores tengan que reiniciarse y perder posiblemente algunos datos 10 veces durante el año; el segundo sólo dará lugar a un reinicio por año.

Se necesitan recursos técnicos muy cualificados para diseñar, implantar y optimizar todo el ecosistema de los centros de datos para su disponibilidad y fiabilidad. El concepto clásico de disponibilidad y fiabilidad está cambiando rápidamente. Mayores tensiones del sistema, esquemas de conmutación más sofisticados, márgenes de funcionamiento más amplios para los equipos de TI, y principalmente la llegada de software resistente a fallos y de la informática en la nube introducen nuevas dimensiones a la fiabilidad de los centros de datos. Siga atento.

Mietek Glinkowski
ABB Data Centers
Raleigh, NC, Estados Unidos
mietek.glinkowski@us.abb.com

CC y eficiencia

La infraestructura de alimentación de CC de baja tensión en los centros de datos

ANDRÉ SCHÄRER – En los centros de datos de todo el mundo, se consumen unos 80 millones de MWh de energía cada año, a lo que corresponde cerca de un 2 por ciento de las emisiones totales de CO_2. Antes de que pase mucho tiempo, estos valores equivaldrán al consumo de Argentina o de los Países Bajos. Con la incorporación de más de 5,75 millones de nuevos servidores al año en todo el mundo, las emisiones globales de carbono de los centros de datos se cuadruplicarán para 2020 (si el mix eléctrico no cambia radicalmente y no se adopta ninguna medida para aumentar la eficiencia energética). La demanda eléctrica de un solo centro de datos de tamaño medio equivale a la de unos 25.000 hogares de Estados Unidos (o casi el doble en Europa). ¿Qué se puede hacer para que los centros de datos sean menos voraces? ABB considera que la CC es una herramienta importante para lograr este objetivo. La CC ofrece varias ventajas, principalmente menores pérdidas ya que elimina pasos de conversión y transformación en la cadena de suministro eléctrico. Las pérdidas entre la entrada de alimentación y el servidor se pueden reducir en un 10 por ciento.

Con la CC, hay un total de dos pasos de conversión menos.

La exigencia de eficiencia energética y del uso exhaustivo de energías renovables es cada vez mayor ➔ 1. Una solución importante que promueve ABB es el uso de CC en los centros de datos.

La tecnología de corriente continua

La batalla entre los promotores de la CA (Nicola Tesla y George Westinghouse) y el defensor de la CC (Thomas A. Edison) a finales del siglo XIX, también conocida como la “Guerra de las corrientes”, fue finalmente ganada por la CA. Este sistema ha dominado el transporte y la distribución de electricidad durante más de 100 años.

¿Ha muerto la CC? Ni mucho menos. En la era digital actual, cada vez hay más aparatos que funcionan con CC: electrónica de consumo, tecnología de información industrial, tecnologías de comunicaciones y vehículos eléctricos, por mencionar sólo unos pocos. En el extremo opuesto de la cadena de suministro eléctrico están los sistemas fotovoltaicos y las pilas de combustible (y algunos parques eólicos) que generan CC. También en el transporte de la energía eléctrica hay una importante excepción al predominio de la CA: la HVDC proporciona gran capacidad de transporte con bajas pérdidas a largas distancias. ABB ha desempeñado (y continúa desempeñando) un papel destacado como suministrador y creador de tecnología en sus casi 60 años de historia.

Con el creciente protagonismo de la CC en las áreas de generación, transporte, almacenamiento y consumo, cada vez más electricidad adopta la forma de CC, al menos en una ocasión a lo largo de su cadena de suministro. Algunos pasos de conversión son necesarios, pero en ciertos casos los niveles de tensión y frecuencia empleados se justifican únicamente por razones históricas, peo los pasos de conversión asociados ocasionan pérdidas de energía que serían evitables. Respaldada por los avances en la electrónica de potencia, ABB está reconsiderando la indiscutibilidad del transporte de CA y procurando el avance de la CC en campos donde puede ofrecer ahorro de energía.

Imagen del título
En 2012, ABB entregó el sistema de distribución de CC más potente del mundo, ubicado en las instalaciones del centro de datos green Datacenter de Zurich-West en Suiza.

Este proyecto piloto es una solución única desarrollada, instalada e iniciada en un tiempo récord para el cliente de ABB, Green Datacenter AG.

1 El camino hacia la eficiencia

Hay varios métodos para hacer más ecológicos los centros de datos; la tecnología de CC (corriente continua) no es la única herramienta. Otros métodos son la ubicación y el diseño del centro de datos, los avances en tecnologías de servidor y refrigeración, mejores filosofías de utilización y explotación.

Es importante ser consciente de que una optimización limitada a componentes individuales resultaría en un sistema global inferior al óptimo. La clave del éxito reside en la consideración de que el sistema global debe incluir la interacción entre los propietarios/explotadores de los centros de datos y los proveedores de sus equipos.

El centro de datos de corriente continua más potente del mundo

Los centros de datos son especialmente adecuados para el suministro de CC. La razón de ello es que existe un gran número de consumidores idénticos o al menos similares (servidores, componentes de red, almacenamiento, etc.), lo que limita la multitud de niveles de tensión que hay que suministrar.

En 2011, Green Datacenter AG, el operador del negocio de centros de datos para la compañía suministradora de Internet green.ch, decidió explotar una ampliación de 1.100 m² (de un centro de datos de 3.300 m²) en Zurich-West → **imagen de título** utilizando tecnología de CC y eligió a ABB como socio.

Este artículo explora el concepto de la distribución de CC suministrada específicamente para este centro de datos. Es una solución concreta para un cliente y un proyecto concretos y no constituye un producto estándar.

Solución técnica

Para demostrar la ganancia de eficiencia a gran escala, se decidió diseñar un sistema de suministro de corriente continua con una capacidad de casi 1 MW → **3.** Algunos sistemas similares, más pequeños, ya están en uso por todo el mundo. Sin embargo, se utilizan principalmente para fines de investigación y desarrollo.

Respecto a la elección de la CC, se seleccionó una tensión en circuito abierto de 400 V. Por un lado, es necesario mantener la tensión lo más alta posible para minimizar las pérdidas y la cantidad de cobre necesaria. Por otro, se tomaron en consideración la seguridad del personal y la compatibilidad de los equipos (también hay indicaciones de que una tensión de 380 V podría dar lugar a una norma para el suministro y la distribución de CC: comités tales como IEC, NEMA y Emerge Alliance[1] ya han abordado este tema).

Para asegurar una fiabilidad y disponibilidad elevadas se eligió para toda la cadena de suministro de CC una tecnología de ABB demostrada y probada en la industria. Si bien la unidad rectificadora central se desarrolló específicamente para este proyecto, su núcleo contiene la más avanzada electrónica de potencia modular conocida en muchas otras aplicaciones.

De la red al chip

La alimentación redundante de la red eléctrica local utiliza 16 kV (media tensión) de dos subestaciones independientes.

Esta alimentación, junto con la de emergencia de un generador diésel, accede en primer lugar a una aparamenta de media tensión aislada en gas del tipo ABB ZX0. Un sistema de control de tipo Tanomat de ABB asegura automáticamente que los conmutadores están colocados en las posiciones adecuadas para el modo de funcionamiento (funcionamiento normal, alimentación de urgencia, funcionamiento para pruebas, retorno de alimentación a la red).

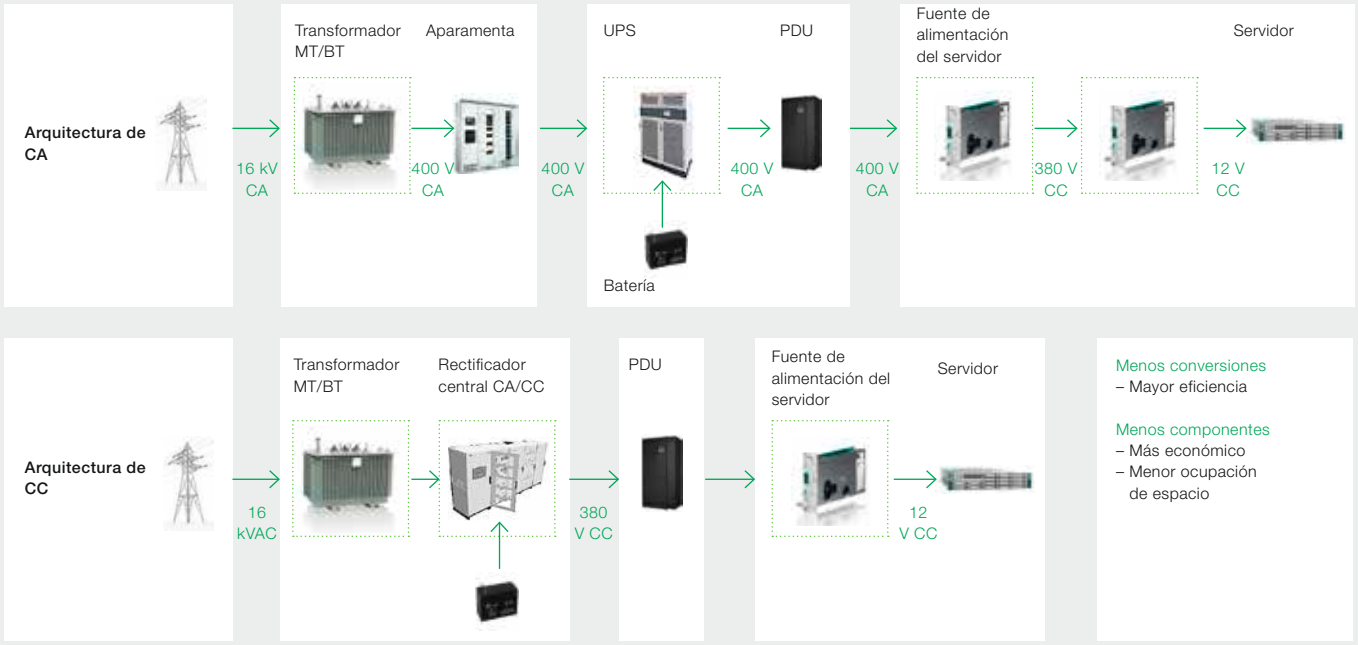
Rectificación

La salida de la aparamenta de media tensión se conecta directamente al grupo rectificador central. Dentro del mismo, se encuentra en primer lugar un seccionador de media tensión, seguido de un transformador ABB de alto rendimiento de 1.100 kVA, de tipo seco, con tres devanados, que convierte los 16 kV en baja tensión. Dos módulos rectificadores en paralelo, basados en tiristores, de 6 impulsos, de tipo ABB DCS800 realizan después la rectificación; este paso se realiza una vez para el suministro de energía a los servidores (alimentación de red) y otra para cargar las baterías (éstas garantizan una autonomía de unos 10 minutos a plena carga).

Nota a pie de página

1 Una asociación abierta del sector que impulsa la rápida adopción de una distribución segura de electricidad en CC para edificios comerciales mediante el desarrollo de las normas de EMerge Alliance.

2 La alimentación con CC de los centros de datos implica menos componentes y menos pérdidas que con CA



En el lado de la salida, los módulos rectificadores están conectados en serie. De esta forma se establece un punto de alimentación central que se puede poner a tierra. El sistema de tres conductores resultante proporciona L+ (+200 V), M y L– (–200 V), teniendo en cuenta que los consumidores se conectan entre L+ y L–.

La aparamenta posterior MNS de ABB de baja tensión tiene dos funciones: por un lado sirve como interfaz con las baterías. Por el otro, distribuye la corriente a las MNS iS PDU (unidades de distribución de alimentación), inmediatamente adyacentes a las salas de TI, que constituyen un tipo de unidad de subdistribución.

La aparamenta MNS está diseñada para una tensión de funcionamiento de 400 V de CC y puede transportar una intensidad constante máxima de 3 kA. Para garantizar la seguridad de las personas y los equipos durante el funcionamiento normal y en caso de cortocircuito, un laboratorio independiente ha probado rigurosamente y homologado (se ha certificado que resisten una intensidad nominal máxima de cortocircuito de 65 kA, teniendo en cuenta las condiciones particulares de este proyecto (contribución de las baterías a los cortocircuitos, etc.).

Unidades de distribución de alimentación MNS iS

Dos PDU MNS iS de 400 V CC redundantes distribuyen la energía dentro de las salas de TI y alimentan por último a los servidores. En función de los requisitos del cliente, para esta tarea pueden utilizarse los paneles de alimentación remotos inteligentes (RPP) MNS iRPP de ABB recién lanzados, que permiten una distribución más precisa. Los PDU MNS iS se basan en el mismo sistema de aparamenta de baja tensión (MNS) que la distribución principal descrita anteriormente y tienen los mismos datos de prestaciones, salvo que su intensidad nominal es de 1.600 A (cada uno).

Cada salida incluye una medición de alta precisión basada en el principio de medición con shunt. Esto no sólo hace posible la medición individualizada de la energía, sino que también permite efectuar un mantenimiento predictivo, por ejemplo midiendo y registrando en tiempo real la temperatura de cada conductor (L+ y L-). Si el sistema de control de orden superior detecta un estado anormal o una tendencia negativa, se puede lanzar una intervención proactiva que impida una condición de funcionamiento peligrosa o un mal funcionamiento.

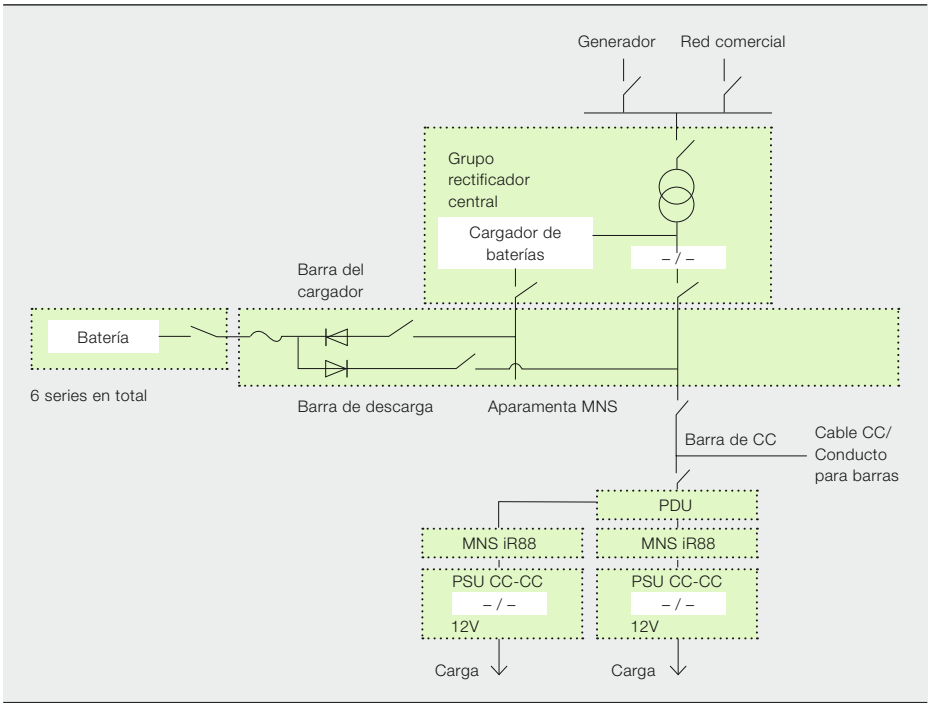
Servidor

La cadena de suministro de energía termina con un bastidor que contiene diversos servidores estándar. Para fines de demostración se utiliza una configuración con un sistema de almacenamiento en red HP X1800 G2, cuatro servidores

Se llevaron a cabo pruebas rigurosas para garantizar la seguridad de las personas y los equipos tanto en funcionamiento normal como en caso de cortocircuito.

Las discusiones acerca de las ventajas de la alimentación con CC de los centros de datos suelen reducirse a la eficiencia energética, pero la CC tiene otras muchas ventajas.

3 Alimentación de CC para el centro de datos de Green



HP ProLiant DL385 G7, un sistema de blades c3000 con tres blades HP BL465c G7 CTO y un conmutador HP 5500-24G DC EI, en el que ABB ejecuta algunas aplicaciones para hacer uso de la capacidad.

Según una opinión muy extendida, pero equivocada, los equipos de TI que se suministran con CC son distintos de los de CA. Esto no es así: el servidor es idéntico. La única diferencia está en el grupo de alimentación (PSU). Para CC, el equipo es más sencillo (carece de rectificador). Esto tiene un efecto positivo sobre la eficiencia energética (un 3 por ciento de mejora en comparación con un PSU de CA de último modelo, según la información de Power-One). Aparte de la conexión, no hay diferencias visibles (el factor de forma es idéntico).

Según una opinión muy extendida, pero equivocada, los equipos de TI que se suministran con CC son distintos de los de CA.

Comparación de los sistemas

La comparación de la topología de circuitos implantada en este proyecto con la de CA convencional (como también se usa en el centro de datos de Green), muestra que con CC hay un total de dos pasos menos de conversión ➔ 2. En primer lugar, no hay sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) con rectificador e inversor. También se elimina la rectificación a la entrada del grupo de alimentación del servidor.

Un centro de datos de CA para Norteamérica (que cumple la norma ANSI) tendría un transformador dentro de la PDU para transformar 480 / 277 V a 208 / 120 V, principalmente por razones de seguridad personal. En este caso, la solución de CC tiene también una transformación menos.

Resultados

La eficiencia energética de la alimentación suministrada al servidor (incluyendo la fuente de alimentación del servidor) puede mejorarse hasta en un 10 por ciento cuando se emplea CC en lugar de CA (depende de la carga). Esto se consigue gracias a un número menor de conversiones y otros efectos.

Además, las necesidades de refrigeración de la sala de TI son menores, lo que reduce aún más la energía necesaria.

4 Ventajas de la nueva solución de CC (que se presentará en 2015)

- Conversión CA/CC “front end” activa para una distorsión mínima de armónicos
- Salida estable, controlada, de 380 V CC de bajo rizado que permite utilizar los grupos de alimentación llamados de banda estrecha con rendimientos máximos
- Mayor rendimiento del rectificador en una amplia gama de potencias
- Coste del sistema considerablemente inferior que el mejor sistema UPS de CA actual
- Menor ocupación de espacio y facilidad de acceso
- Plataforma realmente integrada y modular, ampliable por etapas
- Posibilidad de microrred (facilidad de integración de baterías y fuentes de alimentación alternativas sin controles de sincronización/paralelismo)
- Conexión de equipos de CA antiguos
- Diseño resistente a cortocircuitos
- Conjunto homologado

Con el creciente protagonismo de la CC en las áreas de generación, transporte, almacenamiento y consumo, cada vez más electricidad adopta la forma de CC, al menos en una ocasión a lo largo de su cadena de suministro.

Las discusiones acerca de las ventajas de la alimentación con CC de los centros de datos suelen reducirse a la eficiencia energética. Otras ventajas de la CC sólo se mencionan en raras ocasiones. En este proyecto, podrían conseguirse los siguientes resultados, basándose en las medidas de comparación y los datos reales:

- mejora del 10 por ciento en la eficiencia energética (sin contar con la menor necesidad de refrigeración en la sala de TI).
- costes de inversión un 15 por ciento menores en componentes eléctricos de la alimentación del centro de datos.
- un 25 por ciento menos espacio necesario para los componentes eléctricos de la alimentación del centro de datos.

Al emplearse menos componentes también aumenta la fiabilidad y disminuye la probabilidad de errores humanos.

Los costes de instalación, funcionamiento y mantenimiento también han bajado gracias a una arquitectura más sencilla y al menor número de equipos. El ahorro en los costes de instalación asciende a cerca del 20 por ciento. Este valor se basa en las experiencias recogidas en el proyecto. En este momento no pueden efectuarse afirmaciones fidedignas sobre los costes de explotación y mantenimiento.

Una evaluación equilibrada, basada en hechos, de los sistemas de CC y CA debería considerar todos los factores, desde los costes de planificación y construcción hasta los de explotación y mantenimiento.

Nueva generación

Como ya se ha indicado, este proyecto piloto es una solución única desarrollada a la medida, instalada y entregada en un tiempo récord para el cliente de ABB, Green Datacenter AG.

En la actualidad, ABB está desarrollando una nueva solución de centro de datos de CC que revolucionará aún más la arquitectura de la alimentación. El producto estándar se presentará en el mercado no más tarde de 2015 y tendrá las ventajas expuestas en ➔ 4.

Utilización de corriente continua y microrredes de CC

La CC no constituye el súmmum para los centros de datos. Hay aplicaciones para las que la corriente alterna es más adecuada. Para obtener resultados óptimos, se deben considerar los centros de datos como un conjunto y planificarlos de forma integral, desde la entrada de la red de alimentación hasta el servidor. En centros de datos más pequeños, el ahorro puede no ser suficiente en términos absolutos para justificar el empleo de la CC.

La tecnología de CC debería usarse preferentemente en centros de datos nuevos y de gran tamaño. Sus ventajas se reducen cuando se trata de renovaciones y pequeñas ampliaciones de instalaciones de CA existentes.

Sin embargo, la tecnología recibe otro impulso cuando se considera el centro de datos como una microrred de CC, es decir cuando pasa de ser un consumidor puro (la energía es un gasto) a ser un generador (la energía es una fuente de ingresos) por medio de “la generación in situ”. En este caso, la energía puede circular en ambas direcciones. Al eliminarse muchas conversiones de energía, se simplifican la interconexión y la compatibilidad de todos los equipos de la instalación. Esto puede incluir fuentes alternativas de energía en el propio emplazamiento (fotovoltaica, eólica, pilas de combustible, etc.), almacenamiento de energía (por ejemplo, baterías) y consumidores en el propio centro de datos.

La idea del centro de datos como una microrred no es una visión a largo plazo: ya hay iniciativas y proyectos que están avanzando en este campo.

André Schärer
ABB Low Voltage Systems
Lenzburg, Suiza
andre.schaerer@ch.abb.com

Capacidad de reserva

Sistemas ABB de alimentación de emergencia para centros de datos

MANFRED FAHR, RALPH SCHMIDHAUSER, JOHN RABER –
Los centros de datos son una de las partes menos visibles pero más importantes de nuestra infraestructura moderna. Los datos que contienen –información bancaria, historias clínicas, datos empresariales, registros de pensiones, declaraciones de renta, depósitos de los medios sociales (Facebook recibe más de 300 millones de fotografías nuevas al día) y un sinfín de otros datos– son, en distintos grados, importantes para la vida moderna. Tan dependiente ha llegado a ser la sociedad de los centros de datos que actualmente un tiempo de actividad del 100 por cien suele ser un aspecto esencial de su funcionamiento. A pesar de todas las precauciones que se adopten durante el diseño y la explotación de los centros de datos, pueden presentarse situaciones en que falte totalmente la alimentación eléctrica exterior durante un periodo considerable. Estos apagones dan lugar a pérdida de datos, falta de disponibilidad de servicios esenciales, riesgo para los equipos y, posiblemente, pérdidas económicas de millones de dólares. Por estas razones, los sistemas de alimentación de emergencia son cada vez más críticos para el sector de los centros de datos.

1 Los generadores ABB producen energía de reserva fiable para los centros de datos

Las amenazas exteriores sobre las redes eléctricas son difíciles, o imposibles, de controlar. Todos los años, tormentas y condiciones meteorológicas adversas (por ejemplo, la reciente supertormenta Sandy en Estados Unidos) ocasionan graves cortes de energía eléctrica y fuerzan muchos sistemas eléctricos de emergencia más allá de los límites de su capacidad. Incidentes relacionados con la construcción son otras de las causas principales de los cortes de suministro de las redes comerciales. Incluso sin esos problemas, las compañías eléctricas deben enfrentarse a redes eléctricas que envejecen, cada vez más descentralizadas e imprevisibles. Por lo tanto, para un centro de datos, es una necesidad absoluta disponer de un sistema de emergencia muy fiable.

La calidad es primordial

La mayoría de los centros de datos utilizan sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) unidos a grupos de generadores diésel ("genset") para protegerse contra los cortes eléctricos parciales o totales. Sin embargo, a menudo el diseño y la instalación de los genset y los sistemas de control de alimentación de emergencia se simplifican demasiado y se ejecutan mal. Esto da lugar a situaciones de amenazas internas y "caseras" que se subestiman o incluso se pasan completamente por alto. En casos críticos, sistemas de control no normalizados y no adecuados o componentes del sistema de baja calidad pueden introducir un punto único de fallo, aumentando así el riesgo de avería exactamente cuando más se precisa una energía eléctrica fiable. Una ejecución de la instalación de calidad inferior también puede resultar costosa: un proveedor mundial basado en Internet fue multado recientemente con más de medio millón de dólares por instalar y hacer funcionar repetidamente generadores diésel sin obtener las licencias medioambientales normales necesarias en un emplazamiento del estado de Virginia, en Estados Unidos [1]. Unos genset mal instalados se convierten casi siempre en un asunto preocupante.

En resumen, las prestaciones, la funcionalidad y la fiabilidad de cualquier sistema eléctrico de urgencia dependen (y vienen determinadas) en gran medida de la capacidad del sistema de control, la calidad de todos los componentes del sistema y la profesionalidad con que se haya ejecutado la instalación. Además, cuando se desarrollan conceptos de sistemas de alimentación de emergencia de categoría mundial, hay que tener en cuenta todas las necesidades y ventajas, no sólo las características técnicas → 1.

Escalabilidad

La escalabilidad es absolutamente esencial cuando se diseñan sistemas modernos de alimentación de reserva: los sistemas de control y alimentación deben crecer sin interrupciones con la creciente demanda de energía y adaptarse a las necesidades y prioridades cambiantes de los clientes. Esto debe conseguirse sin comprometer la calidad ni la fiabilidad, ni precisar la parada del sistema.

> En el centro del concepto de ABB para la alimentación de emergencia se encuentra el controlador lógico programable (PLC).

Los anteproyectos de centros de datos suelen permitir la ampliación en varias fases a lo largo del tiempo. Un sistema de alimentación de emergencia moderno debe estar diseñado para que proporcione una funcionalidad total desde los niveles iniciales de actividad hasta la etapa final de la expansión del centro de datos.

Imagen del título
Los centros de datos que tratan de tener un tiempo de actividad del 100 por cien precisan un generador diésel de reserva de alta fiabilidad por si la alimentación eléctrica exterior falla durante cierto tiempo. Pero, ¿cuáles son las características de un sistema de reserva de emergencia de ese tipo?

2 Los armarios de control de ABB están en el núcleo del concepto de alimentación de emergencia

Las prestaciones, la funcionalidad y la fiabilidad de cualquier sistema de alimentación de emergencia dependen en gran medida de la capacidad del sistema de control, la calidad de los componentes y la profesionalidad con que se haya instalado el sistema.

Esto requiere un cuidadoso diseño del concepto del suministro de energía eléctrica, la estructura de comunicaciones, los sistemas de control y la infraestructura del edificio. Los componentes normalizados con compatibilidad aguas arriba y aguas abajo y disponibilidad a largo plazo permiten cambios y ampliaciones a lo largo de muchos años sin necesidad de sustituir sistemas completos.

Los conceptos del sistema de ABB están diseñados para permitir ampliaciones o modificaciones paso a paso sin necesidad de parar el sistema y admiten pruebas independientes de las etapas nuevas sin riesgo para el funcionamiento continuado del centro de datos.

Nuevos paradigmas de criticidad

Los conceptos y las filosofías que están detrás de la criticidad de la alimentación eléctrica varían ampliamente según los sectores y, en muchos casos, son únicos para cada cliente. Además, los grupos de consumidores ya no pueden clasificarse simplemente dependiendo de si tienen un soporte de UPS o necesitan alimentación de emergencia o sólo la reciben de la red. Ahora, es esencial distinguir entre aquellos consumidores que pueden tolerar interrupciones en la energía suministrada de media-larga duración o solamente de corta duración o ninguna en absoluto. Esto cambia el concepto de sistema de alimentación de emergencia, y la selección y el dimensionamiento de sus componentes. Puede aumentarse aún más la fiabilidad reduciendo o eliminando los clientes menos críticos mientras se suministra energía eléctrica únicamente a los servidores esenciales.

Control de la alimentación de emergencia

Las actividades de ABB para la alimentación de emergencia incluyen instalaciones totalmente nuevas y modernizaciones de sistemas de control completos que gestionan grupos de alimentación de emergencia y sistemas de distribución principales. En el centro del concepto de ABB para la alimentación de emergencia se encuentra el controlador lógico programable (PLC) → 2–4. La tarea del PLC es controlar los motores diésel y los generadores pertenecientes a los grupos de alimentación de emergencia y comunicarse con otros sistemas de control, consumidores individuales, UPS, aparamenta y sistemas de control de procesos. Las prestaciones y la fiabilidad de un sistema de alimentación de energía eléctrica dependen en gran manera de la calidad y la capacidad del sistema de control y sus componentes y, lo que es más importante, están limitadas por estos factores.

El PLC es una parte esencial de cualquier concepto crítico de alimentación eléctrica y representa un punto único de fallo, un fallo que podría tener consecuencias posiblemente catastróficas. Para reducir este riesgo, los sistemas de control de ABB se basan en componentes normalizados y ofrecen compatibilidad con todos los demás productos relevantes de ABB. Esto permite efectuar en cualquier momento cambios conceptuales, actualizaciones de funcionalidad y ampliaciones de capacidad sin interrupciones, y sin comprometer la disponibilidad y la fiabilidad del sistema.

3 Los armarios de control se pueden modificar y ampliar fácilmente cuando se amplía el centro de datos

Para un centro de datos, un sistema de emergencia que sea muy fiable es una necesidad absoluta.

Fiabilidad y disponibilidad

ABB diseña y suministra productos de alimentación de emergencia y reserva totalmente integrados y sistemas completos llave en mano. Disponer de un punto de ayuda para la planificación, ingeniería e instalación del sistema completo, incluyendo los dispositivos auxiliares, permite una integración sin problemas, una fácil ampliación futura y servicio y mantenimiento simplificados, reduciendo al mismo tiempo el número de interrelaciones y aumentando así la fiabilidad. El agrupamiento en un solo contrato de componentes del sistema eléctrico como aparamenta de baja y media tensión, transformadores y sistemas de control, con elementos auxiliares, como sistemas de combustible, sistemas de evacuación de gases, ventilación y refrigeración, ayudan a ver el suministro, la integración, la entrega, el mantenimiento y el servicio con más tranquilidad.

Los productos normalizados de alta calidad reducen también considerablemente el tiempo de intervención por mantenimiento o en caso de fallo; los componentes se pueden cambiar con facilidad y rapidez, se simplifica el servicio y algunos módulos pueden reemplazarse incluso con el sistema en funcionamiento.

Tecnología avanzada

ABB puede diseñar conceptos de alimentación de emergencia basados en distintas tecnologías. Un sistema de control de gran capacidad y ampliable permite el uso de tecnologías tales como los sistemas de alimentación ininterrumpida rotativos diésel (DRUPS) o incluso la integración de soluciones de almacenamiento de energía con aire comprimido.

Las tecnologías de alimentación más modernas de los centros de datos se basan en la corriente continua (CC). Uno de los principales proveedores de servicios de tecnología de información y comunicaciones (ICT) de Suiza, green.ch, ha elegido a ABB para diseñar e instalar un sistema avanzado de distribución de energía eléctrica de CC en un nuevo centro de datos de última generación (véanse también las páginas 16–21 de este número de ABB Review). La tecnología de CC recorta las pérdidas de conversión de electricidad y es entre un 10 y un 20 más eficiente desde el punto de vista energético que la tecnología tradicional de corriente alterna (CA) cuando se utiliza para la distribución eléctrica en los centros de datos. Los sistemas de CC también son menos complejos y requieren menos espacio, reduciendo así los costes de equipos, instala-

Los productos normalizados de alta calidad reducen también considerablemente el tiempo de intervención por mantenimiento o en caso de fallo; los componentes se pueden cambiar con facilidad y rapidez, se simplifica el servicio y algunos módulos pueden reemplazarse incluso con el sistema en funcionamiento.

4 Interior de un armario de control

ción, inmuebles y mantenimiento. Esto puede traducirse en ahorros de hasta un 30 por ciento en los costes totales de la instalación. El centro de datos de green.ch utiliza equipos genset de ABB para emergencias → 5.

El avanzado PLC AC500 que se encuentra en el corazón del sistema de control ABB Master proporciona una interfaz con el sistema de gestión de infraestructura de centros de datos (DCIM), Decathlon de ABB. Mediante anillos de fibra óptica de comunicaciones integradas, el controlador de alimentación de emergencia se comunica constantemente con los sistemas y componentes que se encuentran aguas arriba y aguas abajo. Los clientes tienen la posibilidad de supervisar, analizar y controlar localmente los sistemas de alimentación de emergencia, y aumentar la seguridad del suministro y optimizar a distancia las operaciones, según sea necesario.

Se han desarrollado servicios de supervisión y notificación a distancia para retransmitir información esencial para dispositivos móviles incluyendo teléfonos móviles. Esto permite una respuesta inmediata a las amenazas y facilita la planificación de las medidas preventivas que garantizan que no se pone en peligro una disponibilidad del 100 por cien. Además, la capacidad de acceso a distancia permite a los operadores de la instalación acceder y adquirir más electricidad durante los periodos de pico de consumo.

Motores diésel de alta calidad

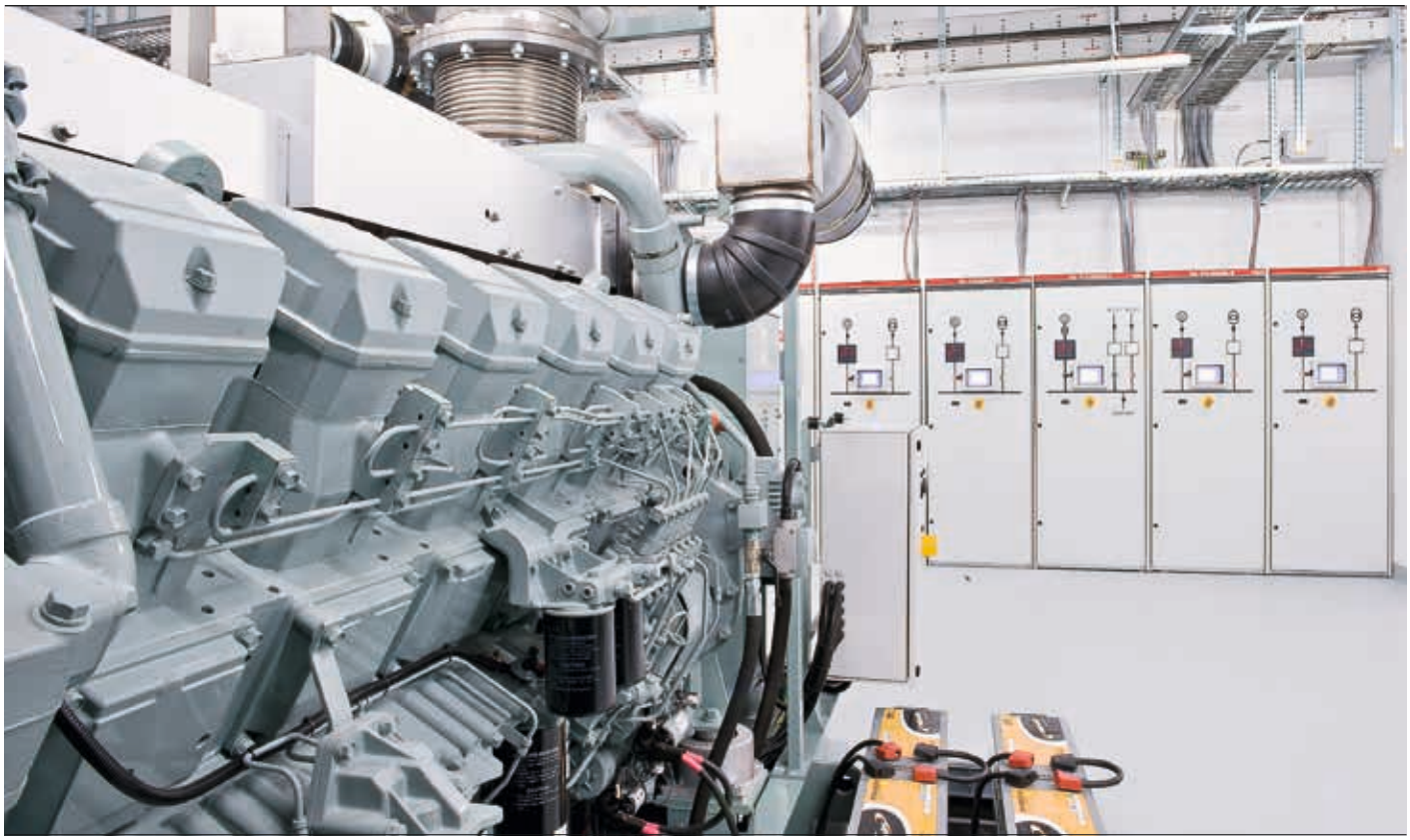
ABB utiliza sólo motores diésel de alta calidad de fabricantes de equipos originales (OEM) de prestigio. Esto permite a ABB cumplir y superar los requisitos medioambientales más exigentes. Se pueden diseñar los sistemas de evacuación de gases de escape de los diésel para reducir aún más las emisiones y la contaminación acústica.

Los genset de ABB cumplen las estrictas prescripciones de integridad estructural establecidas por el Código Internacional de la Construcción (IBC). El IBC es un extensa recopilación de requisitos estructurales de los edificios que ayudan a evitar lesiones y daños causados por terremotos y otros fenómenos similares. Actualmente se elaboran el IBC y otros códigos de construcción para que, en caso de catástrofe, los sistemas críticos puedan soportar las mismas fuerzas que el edificio que los alberga. Un equipo que cumpla las normas sísmicas del IBC habrá sido homologado mediante análisis sísmico y pruebas en mesa vibratoria triaxial.

El IBC ha sido ampliamente adoptado en Norteamérica y ABB ya ha incorporado muchas de sus normas en sus productos.

Todos los genset estáticos industriales de funcionamiento con gas, refrigerados por líquido (IGLC), y diésel, también refrigerados por líquido (IDLC), fabricados por ABB cumplen los requisitos de resistencia al viento del IBC. Estos requisitos depen-

5 Generador y armarios de control principal (al fondo) entregados a green.ch. Incluyen un sistema redundante de barras de fibra óptica.



den de la categoría de la exposición y del tipo de ocupación (por ejemplo, un edificio crítico para la vida humana, como un hospital, necesita un factor de seguridad más alto que una planta de fabricación o un centro comercial). Se ha realizado la modelización matemática de diversas situaciones y los esfuerzos correspondientes a las mismas se han aplicado en los genset para determinar su capacidad de resistir al viento en distintas circunstancias.

Los generadores de ABB cumplen asimismo con la norma Underwriters Laboratory (UL) UL 2200 en los aspectos de seguridad.

La UL 2200 es la certificación de seguridad más ampliamente adoptada en los Estados Unidos. Si el genset trabaja a 600 V o menos y está destinado a su instalación y uso en ubicaciones normales de acuerdo con el reglamento National Electrical Code NFPA-70, se pueden diseñar para que cumplan la norma UL 2200. Esto significa que el equipo ha sido sometido a pruebas rigurosas que aseguran que tiene un tiempo de actividad más prolongado, que cumple las normas de seguridad más exigentes y que será menos probable que falle que un equipo equivalente no homologado.

Modelos comerciales

Los sistemas de alimentación de emergencia de centros de datos suponen inversiones importantes, por lo que la flexibilidad en la entrega y la financiación puede ser casi tan importante como las especificaciones técnicas. Por ejemplo, los modelos de leasing y asistencia integral permiten una planificación precisa de los costes de explotación y evitan costes inesperados, mientras se mantiene el máximo nivel de fiabilidad. Otros modelos de financiación admiten mejoras, ampliaciones y nuevas plataformas de tecnología. Los modelos de alquiler evitan grandes inversiones de capital, contribuyen a la rápida ejecución del proyecto, permiten flexibilidad para el crecimiento futuro y proporcionan un control financiero claro y fácil.

Los conceptos técnico y financiero proporcionan asimismo soluciones provisionales: una demanda extra se satisface fácilmente añadiendo grupos de alimentación provisionales y sistemas montados en contenedores que cubran cómodamente el intervalo entre las fases de ampliación sin necesidad de paradas arriesgadas y costosas y de disponibilidad comprometida

Al aumentar el número y el tamaño de los centros de datos, los sistemas de alimentación de emergencia que los sostienen crecerán en complejidad y capacidad. ABB seguirá desarrollando esta tecnología para garantizar que los centros de datos continúen cumpliendo la normativa y que sus clientes puedan seguir operando con un 100 por cien de tiempo de actividad.

Manfred Fahr
Ralph Schmidhauser
ABB Low Voltage Products
Lenzburg, Suiza
manfred.fahr@ch.abb.com
ralph.schmidhauser@ch.abb.com

John Raber
Baldor Electric Company,
miembro del Grupo ABB
Oshkosh, Wisconsin, EE UU
john.raber@baldor.abb.com

Referencia

[1] New York Times (2012), “Power, Pollution and the Internet”, consultado en http://www.nytimes.com/2012/09/23/technology/data-centers-waste-vast-amountsof-energy-belying-industry-image. html?pagewanted=all&_r=0 (2013, August 1).

Garantía de suministro

Alimentación ininterrumpida para centros de datos

JUHA LANTTA – Los artículos de este número de *ABB Review* subrayan la gran dependencia de la sociedad moderna de los centros de datos. Es vital que no haya tiempos de inmovilización en el funcionamiento de los centros de datos, por lo que debe garantizarse un suministro continuo de energía eléctrica limpia. El elemento clave para asegurarlo es el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS). Puesto que la fiabilidad es tan fundamental, se ha convertido en una piedra angular de la filosofía de diseño de los UPS de ABB. Además, al ser los centros de datos grandes consumidores de electricidad, la gran eficiencia energética de los sistemas UPS de ABB aporta una bien recibida rebaja de las facturas eléctricas. Aunque las necesidades de protección del suministro eléctrico de los centros de datos son variables, la combinación de disponibilidad exigida y costes de propiedad (inversión inicial y costes de explotación) razonables no tiene que imponer compromisos si se aplican los conocimientos adecuados para optimizar en cada caso la solución.

Imagen del título
En cualquier momento pueden producirse perturbaciones en la energía eléctrica que llega a un centro de datos suficientes para poner en peligro la integridad del funcionamiento continuo. El problema puede evitarse eligiendo el tipo y la configuración de UPS adecuados. Aquí se presenta el UPS Conceptpower DPA 500 de ABB.

Las perturbaciones eléctricas adoptan muchos disfraces: además de cortes y apagones, la tensión puede bajar o subir durante periodos breves; también puede hacerlo en periodos más largos, llamados bajones o subidas de tensión; puede haber ruido eléctrico en la línea, o variaciones de frecuencia; o pueden aparecer armónicos en la tensión.

Un UPS las soluciona todas

Un UPS acondicionará la alimentación de entrada → 1. Elimina los picos, las subidas y bajadas de tensión, el ruido y los armónicos. En caso de fallo total de la alimentación, suministra energía eléctrica desde baterías u otros sistemas de almacenamiento. Un generador de reserva ayudará durante los cortes más largos. Esto garantiza el funcionamiento de los centros de datos durante las 24 horas del día sin corrupción o pérdida de datos.

> Un UPS acondiciona la alimentación de entrada. Elimina los picos, las subidas y bajadas de tensión, el ruido y los armónicos.

Aplicaciones en los centros de datos

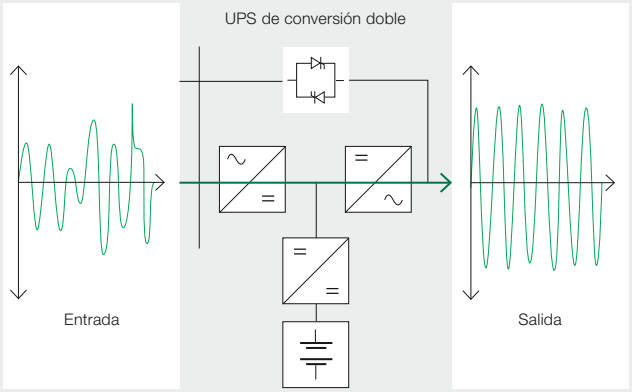
El principal objetivo del UPS de un centro de datos es proteger los servidores. El UPS puede situarse de forma centralizada o junto a cada fila de bastidores de servidores (colocación en “final de fila”). La topología primera es adecuada, en la mayoría de los casos, para centros de datos de gran tamaño y la última se encuentra normalmente en centros de datos más pequeños.

Los servidores no son los únicos elementos de un centro de datos que necesitan protección mediante UPS: los dispositivos auxiliares y los sistemas que controlan la refrigeración y la seguridad, que se denominan a menudo “cargas mecánicas”, también son esenciales para el correcto funcionamiento de los centros de datos, y ABB ofrece asimismo soluciones fiables de alimentación de reserva para ellos.

Diseño y clasificación de los centros de datos

El diseño detallado de un centro de datos depende de su tamaño, densidad de potencia y criticidad. El esquema de alimentación forma parte de la infraestructura del emplazamiento del centro de datos y las clasificaciones Tier (I – IV) del Uptime Institute proporcionan directrices

1 Anomalías del suministro



2 Características de los 4 niveles de la infraestructura de alimentación

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Núm. de vías de suministro	Sólo 1	Sólo 1	1 activa 1 pasiva	2 activas
Redundancia	N	N+1	N+1	S+S o 2 (N+1)
Mantenibles simultáneamente	No	No	Sí	Sí
Tolerantes al fallo en el caso más desfavorable	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Sí
Disponibilidad en el emplazamiento (%)	99,670	99,750	99,980	99,990

y ayuda para comprender los niveles de protección energética que puedan ser de aplicación ➔ 2:

- Tier I: infraestructura básica del emplazamiento (no redundante)
- Tier II: redundante; componentes de la infraestructura del emplazamiento (redundantes)
- Tier III: infraestructura del emplazamiento mantenible simultáneamente
- Tier IV: infraestructura del emplazamiento tolerante a fallos

La disponibilidad de alimentación eléctrica aumenta con la clasificación Tier.

La innovación de cargas de “cable doble” de TI ha permitido el desarrollo del concepto de barra doble, que ahora se utiliza en aplicaciones Tier IV. En la actualidad, la infraestructura de alimentación tolerante a fallos Tier IV se utiliza muy frecuentemente en centros de datos críticos, aunque el propio centro de datos no esté necesariamente homologado como Tier IV. Esto se debe a la importancia de la alimentación protegida en relación con sus costes. Este diseño soporta un fallo catastrófico en cualquier lado del suministro, permite un mantenimiento simultáneo e incluso es posible acometer trabajos en la infraestructura sin perturbar la carga crítica. Esto se consigue gracias a la elección de una configuración “sistema más sistema”, es decir, dos sistemas UPS independientes, cada uno con redundancia N + 1, lo que representa suficientes elementos UPS para hacer frente a la máxima demanda esperada, más uno ➔ 3.

Fiabilidad y disponibilidad

Las UPS desempeñan un papel fundamental para asegurar la fiabilidad de la TI y, en consecuencia, la disponibilidad de los datos. Como resultado, la fiabilidad del propio UPS es una consideración primordial. Siempre que falle un UPS y deje de estar disponible, se ponen en riesgo las cargas eléctricas críticas. La forma más segura de aumentar la disponibilidad de la alimentación es optimizar la redundancia del sistema UPS y minimizar sus tiempos de mantenimiento y reparación.

La disponibilidad, una medida de la calidad del sistema, se define formalmente como:

MTBF / (MTBF + MTTR) x 100%

donde MTBF es el tiempo medio entre fallos y MTTR es el tiempo medio de reparación (en horas). Son parámetros usuales en el sector de los UPS, y ambos influyen en la disponibilidad del sistema. Los diseños de UPS modulares minimizan el MTTR del sistema.

Por ejemplo, el UPS Conceptpower DPA 500 de ABB, por ejemplo, asegura la disponibilidad y la fiabilidad empleando la denominada arquitectura en paralelo descentralizada (DPA) ➔ 4. En ella, cada módulo UPS contiene todo el hardware y el software precisos para el funcionamiento de todo el sistema. Los módulos no comparten componentes: cada módulo UPS tiene sus propios bypass estático independiente, rectificador, inversor, control de lógica, panel de control, cargador de baterías y baterías.

Con todos los componentes críticos duplicados y distribuidos entre las unidades individuales, se eliminan los posibles puntos de fallo único. En el caso improbable de que un módulo UPS fallara, todo el sistema continuará funcionando con normalidad, pero con un módulo menos de capacidad. El módulo que haya fallado se desconectará completamente y no influirá en los módulos operativos.

Se pueden desmontar o montar los módulos Conceptpower DPA de ABB sin riesgo para la carga crítica y sin necesidad de apagarla ni transferirla directamente a la red eléctrica no acondicionada ➔ 5. Esta característica única responde directamente al requisito de tiempo continuado de actividad, reduce considerablemente el tiempo medio de reparación (MTTR), reduce las existencias de repuestos especializados y simplifica las mejoras del sistema.

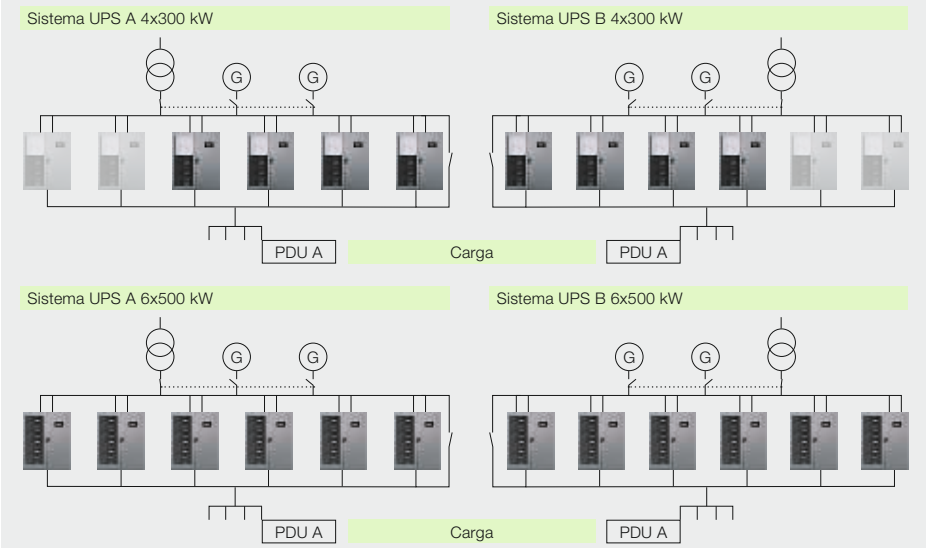
Esta tecnología de sustitución “online”, junto con importantes reducciones de los tiempos de reparación, puede conseguir asimismo una disponibilidad conocida como de seis nueves (99,9999 por ciento), muy deseable para centros de datos que aspiran a conseguir un tiempo de inmovilización nulo.

Topologías UPS

En líneas generales, los diseños de UPS pertenecen a una de las tres arquitecturas de funcionamiento siguientes: standby, línea interactiva y doble conversión en línea.

Los sistemas standby (también llamados “offline”) suelen ser de baja potencia (hasta 5 kVA) y alimentan directamente la carga crítica desde la red sin realizar ninguna conversión activa de tensión ➔ 6. Transfieren la carga al inversor en caso de fallo de alimentación del bypass. Una batería se carga desde la red y se utiliza para suministrar alimentación estable en caso de que se produzca un fallo de la red.

3 Sistema de alimentación Tier IV con 6 + 6 grupos UPS



4 El Conceptpower DPA 500 de ABB es ampliable hasta una potencia máxima de 3 MW

Los UPS desempeñan un papel fundamental para asegurar la fiabilidad de la TI y, en consecuencia, la disponibilidad de los datos. Como resultado, la fiabilidad del propio UPS es una consideración primordial.

Como los modelos standby, las UPS de línea interactiva normalmente alimentan la carga crítica desde la red y la transfieren al inversor en caso de fallo de alimentación del bypass → 7. Los bloques de baterías, cargadores e inversores se utilizan igual que en el sistema offline, pero debido a los circuitos de regulación añadidos en la línea de bypass, suele añadirse un transformador cambiador de tomas para regulación de la tensión para que se ocupe de cualquier pequeña bajada o subida de tensión que pueda producirse. Por lo tanto, la transferencia de la carga al suministro de inversores alimentado por baterías se suele hacer con menos frecuencia. La tensión de la línea se controla activamente, y cuando la tensión o la frecuencia de entrada se salen de los valores admitidos, un inversor y una batería mantienen la alimentación a la carga.

Las topologías de UPS de línea interactiva se suelen usar para categorías de baja potencia (hasta 10 kVA), donde a menudo compiten con UPS de standby. Son más caras, pero protegen la carga contra bajadas de tensión prolongadas.

También hay en el mercado sistemas de mayor tamaño en que el transformador cambiador de tomas se sustituye por un regulador de tensión activo automático (AVR). Estos sistemas UPS de línea interactiva pueden suministrar cientos de kVA.

La topología de UPS más utilizada, tanto por potencia nominal (500 W a 5 MW) como por modos de aplicación, es la de doble conversión en línea. Como sugiere su nombre, el rectificador convierte continuamente la corriente alterna (CA) de entrada a corriente continua (CC) que se vuelve a convertir en CA con un inversor. Se produce así una forma de onda perfectamente limpia con cualquier condición de alimentación del generador o de la red.

Este diseño de UPS ofrece el máximo grado de integridad del suministro crítico. La carga se alimenta siempre con electricidad procesada.

La topología de doble conversión se utiliza para aplicaciones críticas, como los centros de datos. Su capacidad para trabajar en configuraciones de reparto de carga en paralelo proporciona la redundancia deseada en dichas aplicaciones.

Clasificación de los sistemas UPS

Para normalizar las características de los UPS, la IEC presentó (en la norma IEC 62040-3) un código de clasificación en tres pasos de estos sistemas basado en el comportamiento operativo de la tensión de salida del UPS:

- Paso 1: dependencia de la salida del UPS respecto a la alimentación de entrada
- Paso 2: la forma de onda de la tensión de salida del UPS
- Paso 3: las curvas de tolerancia dinámica de la salida del UPS

Estos pasos se resumen en un identificador de tipo AA-BB-CCC. Los UPS de ABB tienen la máxima calificación en cada uno de ellos y están por lo tanto certificados

5 Los módulos DPA 500 pueden intercambiarse sin necesidad de apagarlos

como “VFI-SS-111”. Los elementos del identificador tienen los siguientes significados:

– VFI (tensión y frecuencia independientes): la tensión de salida es independiente de todas las fluctuaciones de tensión y frecuencia de la línea de alimentación y permanece regulada dentro de las tolerancias establecidas por la IEC 61000-2-4.
– Normalmente, sólo los UPS de doble conversión cumplen los criterios VFI, mientras que, por ejemplo, los UPS de standby reciben la calificación más baja: VFD (tensión y frecuencia dependientes de la red).
– SS: el factor de armónicos totales de la tensión de salida es menor que 0,08 (IEC 61000-2-2) con todas las cargas lineales y las no lineales referenciadas.
– 111: se refiere a tres curvas de tolerancia que describen los límites de la tensión de salida en función de la duración en situaciones dinámicas. El primer dígito muestra la actuación en el cambio del modo de operación, por ejemplo, modo normal – modo de energía almacenada – modo de bypass; el segundo dígito corresponde a la carga lineal escalonada; y el tercer dígito a la carga no lineal escalonada. Sólo cuando esta parte del identificador es “111” puede el usuario estar seguro de que las cargas críticas estarán óptimamente protegidas. Esta expresión indica la calidad de la tensión de salida en todas las condiciones operativas.

Sistemas de almacenamiento de energía

Casi todos los fabricantes de UPS (cerca del 99 por ciento) emplean baterías para almacenar la energía que se va a usar cuando falle la alimentación o salga de los valores permitidos. Los volantes de inercia que almacenan energía en forma de energía cinética, son una alternativa a las baterías. No se ven afectados por los ciclos, requieren poca refrigeración y pueden trabajar en un amplio intervalo de temperaturas. Sin embargo, los costes iniciales de un sistema de volante de inercia son considerablemente mayores que los de un sistema basado en baterías y sólo se puede mantener la carga durante segundos en lugar de los minutos que admite una batería.

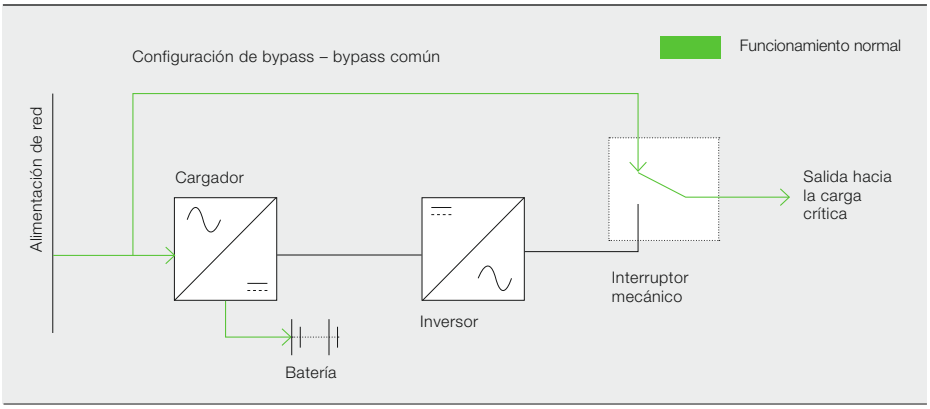
Las pilas de combustible de hidrógeno se basan en que, cuando se combina el hidrógeno y el oxígeno para producir agua, también se obtiene energía eléctrica. Son bastante más caras que las baterías. También hay que tener en cuenta que el hidrógeno es un gas explosivo, por lo hay que tener mucho cuidado con su almacenamiento. Aunque están todavía en sus primeros pasos, las células de combustible de hidrógeno mantienen la promesa de constituir una reserva de energía para los sistemas UPS.

Cada módulo UPS del Conceptpower DPA 500 UPS de ABB tiene todo el hardware y el software precisos para el funcionamiento de todo el sistema. Esto asegura una total disponibilidad y fiabilidad en caso de fallo.

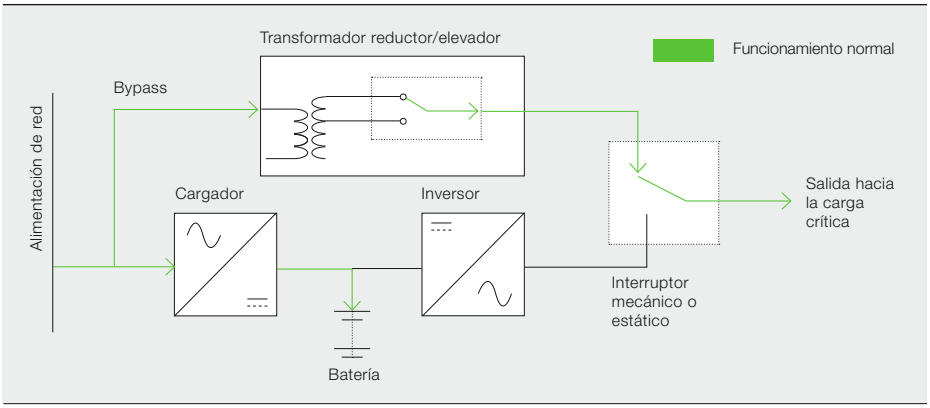
Bajo coste de propiedad total

Los UPS de ABB tienen un coste de propiedad muy pequeño, debido en parte a la modularidad y escalabilidad descritas anteriormente, pero también a su eficiencia energética, la mejor de su categoría. El Concept-power DPA 500, por ejemplo, trabaja con un rendimiento de hasta el 96 por ciento. Su curva de eficiencia es muy plana, por lo que ofrece ahorros importantes en todos los regímenes de trabajo. Esto concede a este producto el menor coste total de propiedad de cualquier sistema UPS comparable.

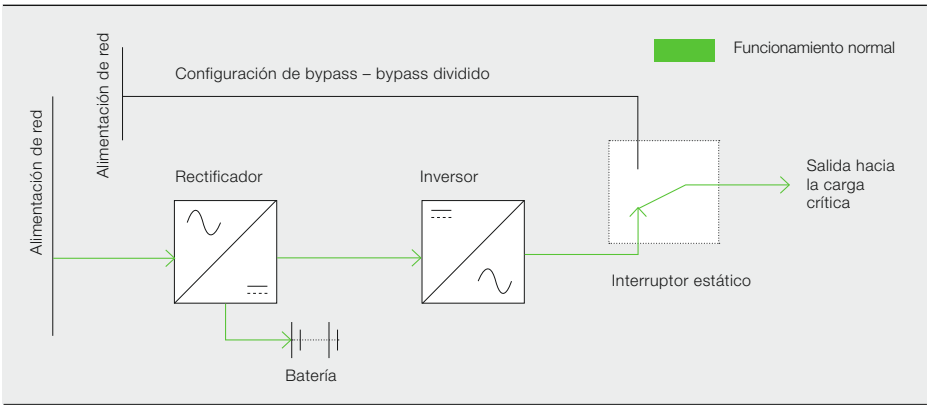
6 UPS en espera



7 UPS interactivo con línea



8 UPS de conversión doble



El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE) es una medida utilizada por el sector de los centros de datos para caracterizar la eficiencia energética.

El PUE se calcula dividiendo la potencia total que utiliza la instalación por la potencia utilizada por los equipos relacionados con el almacenamiento de datos. Los centros de datos se esfuerzan por conseguir una relación PUE lo más próxima a la unidad que sea posible, y un alto rendimiento del UPS ayuda a conseguir este objetivo.

Además, los costes de refrigeración de los centros de datos son considerables. Puesto que unos UPS de alta eficiencia que consuman menos energía precisan menos carga de refrigeración, se consiguen más ahorros. Las soluciones UPS de ABB también ocupan muy poco espacio, lo que es ideal para los centros de datos, donde el terreno ocupado puede estar limitado y ser caro.

Desarrollo de los UPS

Los centros de datos están llamados a que aumenten en tamaño, número y complejidad, haciendo mayor la exigencia para los productos UPS. Asimismo, unos centros de datos con modularización cada vez más compleja y encapsulados en contenedores exigirán esquemas de protección de la alimentación más versátiles. Pero, debido a que la única razón de existencia de los UPS es una disponibilidad permanente de la energía eléctrica, la fiabilidad y la mantenibilidad seguirán siendo las piedras angulares de su diseño.

Sin embargo, el coste total de propiedad y la sostenibilidad orientarán el desarrollo hacia tecnologías de eficiencia energética aún mayor.

Los UPS sin transformadores seguirán dominando el mercado. El espacio ocupado por el UPS puede reducirse todavía más, pero no se puede hacer lo mismo con el cobre necesario para transportar intensidades elevadas. Por lo tanto, irán apareciendo sin duda soluciones de UPS alternativas o complementarias que trabajen a niveles de media tensión (MT). Debido a las intensidades consideradas, relativamente menores, se pueden fabricar UPS de MT que suministren decenas de megavatios. Estos podrán soportar bloques de cargas muy grandes, o incluso centros de datos enteros.

Fuentes de energía alternativas, redes inteligentes, herramientas de gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM), etc., harán aparecer nuevas normas. Por supuesto, también surgirán otros conceptos en los que no se haya pensado aún; después de todo, los centros de datos son uno de los sectores de mayor crecimiento y más rápida evolución del mundo y, en consecuencia, son zonas fecundas para la inspiración.

Juha Lantta
Newave SA, miembro del Grupo ABB
Quartino, Suiza
juha.lantta@ch.abb.com

Alimentación continua

Conmutadores digitales de transferencia estáticos para una mayor fiabilidad de los centros de datos

CHRISTOPHER BELCASTRO, HANS PFITZER – La información que circula a través de los centros de datos es, en muchos casos, esencial para el funcionamiento de la sociedad moderna. Por ello, es vital que un centro de datos esté disponible en todo momento. No siempre puede confiarse en la red eléctrica y, en consecuencia, todo centro de datos dispone de un esquema de energía eléctrica de reserva. Cuando la alimentación de la red se degrada o desaparece, se debe detectar este hecho instantáneamente y debe suministrarse energía de reserva tan rápidamente que el cambio sea imperceptible para el centro de datos. Los conmutadores de transferencia estáticos ofrecen una forma ideal de hacerlo, y estos sofisticados productos se han convertido ya en un componente habitual de todas las arquitecturas críticas de los centros de datos.

Un conmutador de transferencia es un aparato eléctrico que cambia una carga entre dos fuentes de alimentación, sea de forma manual o automática. Hace treinta años, Cyberex, miembro del Grupo ABB, revolucionó la distribución de electricidad con la invención del conmutador digital de transferencia estático (DSTS). Desde entonces, Cyberex ha instalado más unidades que ningún otro fabricante. El DSTS de ABB utiliza semiconductores de potencia, en particular rectificadores controlados de silicio (SCR), como dispositivos de conmutación de alta velocidad y transición abierta que suministran energía eléctrica de calidad a una carga crítica del cliente. “Digital” se refiere a las tecnologías aplicadas, en particular, equipos digitales de procesamiento de señal (DSP) y software patentado que realiza el análisis en tiempo real de las formas de onda de la fuente y el control de la lógica del DSTS.

Imagen del título
Discretamente, el conmutador digital de transferencia estático de ABB puede transferir al instante las fuentes de energía cuando la que se prefiere deje de estar activa por cualquier causa. El resultado final es una alimentación continua acondicionada para la carga crítica del centro de datos.

Funciones básicas del STS

Los DSTS de dos fuentes de ABB están diseñados para suministrar energía a las cargas críticas que necesiten una alimentación acondicionada continua y un tiempo de inmovilización nulo [1.2]. El DSTS se alimenta desde dos fuentes independientes (“preferente” y “alternativa”) que permanecen aislados entre sí en todos los modos de funcionamiento.

La calidad eléctrica (PQ) de cada fuente se vigila de forma continua en cuanto a tensión, fase y forma de onda. Si la calidad (PQ) de una de las fuentes cae fuera de los límites definidos por el usuario durante un periodo de tiempo fijado, el DSTS adopta la decisión de transferir a la otra fuente. Normalmente, el tiempo de cambio desde la detección de una anomalía a la culminación de la transferencia es un cuarto de un ciclo de tensión, equivalente a unos cuatro milisegundos. La técnica de conmutación empleada es de transición abierta o transferencia con “interrupción antes de la conexión”. De esta forma, una carga del centro de datos puede estar protegida incluso frente a breves interrupciones, o subidas o bajadas de tensión en la principal fuente de suministro.

Los DSTS de ABB que se exponen en los apartados siguientes son grupos trifásicos que trabajan entre 100 y 4.000 A, de 208 a 600 V → 1.

Para que se pueda efectuar mantenimiento en el dispositivo sin provocar períodos de inactividad, el diseño del DSTS de ABB incluye interruptores de caja moldeada enchufables (MCS) que permiten el aislamiento para un mantenimiento normal y un bypass guiado. El MCS permite aislar cortocircuitos, eliminando al tiempo el molesto corte resultante de la falta de un elemento de disparo de sobrecarga. Un DSTS tradicional de dos fuentes incorpora seis MCS: dos para las entradas de alimentación (aisladas), dos para bypass (mantenimiento) y dos MCS en paralelo en la salida para asegurarse de que no existe ningún punto de fallo único a través de los elementos de conmutación y para aislar eléctricamente los SCR cuando hay que hacer mantenimiento → 2.

1 Un DSTS de ABB

Fiabilidad

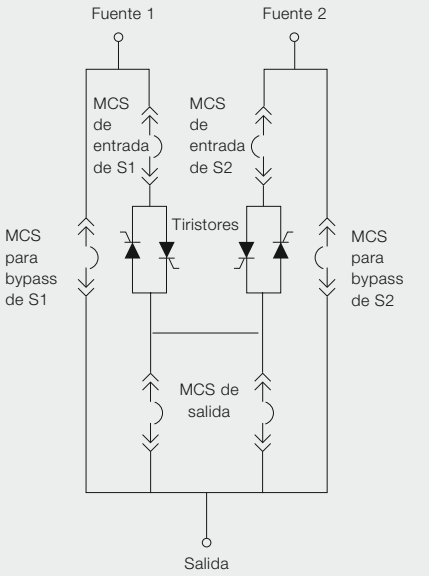
Las operaciones descritas anteriormente no son los únicos aspectos que mejoran la fiabilidad de los DSTS de ABB:

- Los SCR con calificación de tipo II ofrecen una capacidad óptima de eliminación de fallos que se coordina con protección aguas arriba.
- Los conmutadores de salida redundantes evitan un punto de fallo único.
- Los puertos infrarrojos permiten un control térmico de las conexiones de cargas críticas sin necesidad de

El STS se alimenta desde dos fuentes independientes que permanecen aisladas entre sí en todos los modos de funcionamiento, y se vigila de forma continua la tensión, fase y forma de onda de cada fuente.

Con la restricción dinámica de la corriente de avalancha activada, se puede limitar su valor de pico a menos del 120 por ciento de la intensidad de pico a plena carga del transformador.

2 Esquema unifilar de un STS típico con seis MCS



introducir riesgos al desmontar los paneles de equipos.
- Los suministros de alimentación redundantes evitan los fallos de lógica.
- Los ventiladores de refrigeración redundantes con detección de fallos evitan el sobrecalentamiento o las pérdidas de cargas debidas a fallos de ventilador.
- La detección de un SCR en corto impide la pérdida de cargas si se produce un corte de corriente.
- La detección y la separación de una avería situada aguas abajo evita la propagación de fallos por intensidades altas a otros sistemas de distribución que se encuentren aguas arriba.

Además, desde 2004 se ha cumplido una disponibilidad del 99,9999 por ciento, o sea de "seis nueves," para el DSTS. Además, presenta una eficiencia operativa del 99,60 por ciento a media carga y del 99,73 por ciento a plena carga.

Disponibilidad del centro de datos

En el entorno empresarial actual, los centros de datos tienen que funcionar con unos niveles de fiabilidad y eficiencia extremadamente altos. La disponibilidad de los centros de datos, un indicador conocido como "los nueves" ➔ 3, que se suele expresar como:

Disponibilidad = *MTBF*/(*MTBF*+*MTTR*)

donde:

MTBF = tiempo medio entre fallos = tiempo de actividad

MTTR = tiempo medio de reparación = tiempo de inmovilización.

Por lo tanto, al aumentar la fiabilidad y la mantenibilidad, también aumenta la disponibilidad. La necesidad de una norma común para clasificar la fiabilidad y la mantenibilidad de los centros de datos se hizo evidente a mediados de la década de los noventa. Para abordar esta cuestión, el Uptime Institute desarrolló un método de clasificación de cuatro niveles que se usa desde 1995 ➔ 3.

Arquitectura de los centros de datos: importancia de los DSTS

Algunas configuraciones sencillas vistas en centros de datos pueden destacar la importancia y la flexibilidad de los DSTS.

Diseño paralelo redundante (N+1)

En general, un diseño redundante N+1 se compone de módulos UPS en paralelo de la misma capacidad y configuración conectados a una barra común de salida ➔ 4a. La configuración se considera redundante N + 1 si un sistema (N) tiene al menos un elemento de reserva autónomo adicional (+1). El módulo UPS adicional proporciona mejor disponibilidad que la configuración N y la estructura facilita la ampliación en caso de que aumenten las necesidades de la instalación. La configuración tiene, sin embargo, algunos inconvenientes:
- Un punto de fallo único con barra de carga común y cargas de un solo cable
- Los fallos se propagarán a través de cada módulo en paralelo redundante
- Baja eficiencia debido a poca carga en los UPS
- Los módulos UPS deben ser de la misma potencia

Diseño redundante distribuido

Un diseño redundante distribuido o "catcher" cuenta con entrada y salida independiente que se alimenta de tres o más módulos UPS que se acoplan con dos o más STS ➔ 4b. Las ventajas en comparación con las arquitecturas en paralelo redundantes (N + 1) son:
- Disponibilidad elevada con un coste menor
- Mayor eficiencia que los diseños en paralelo redundantes y 2(N+1)
- Mayor número de puntos de alimentación acondicionada, a través de UPS y DSTS
- Los fallos se propagarán solamente en un módulo UPS
- Reduce los puntos de fallo único

El inconveniente es:
- El DSTS no admite fallos de UPS múltiples y simultáneos.

Sistema más sistema redundante sin STS (2N)

Las topologías redundantes con "sistema más sistema" (2N) son los diseños más fiables y más caros del mundo de los centros de datos ➔ 5a. Normalmente, se montan cargas de cable doble. Las ventajas son:

3 Clasificación de los cuatro tier de centros de datos

Nivel	Disponibilidad (%)	Tiempo de inmovilización (h/año)	Tiempo medio de inmovilización en 20 años	Nombres comunes	Requisitos
Tier	99,671	28,82	96,07	N	Componentes de capacidad no redundante y vía de distribución única, no redundante, hacia las cargas de los servidores
Tier II	99,741	22,69	75,63	Redundante en paralelo N+1	Componentes de capacidad redundante y vía de distribución única, no redundante, hacia las cargas de los servidores
Tier III	99,982	1,58	5,26	Redundante distribuida	Componentes de capacidad redundante y vías de distribución redundantes hacia las cargas de los servidores
Tier IV	99,995	0,44	1,46	Sistema más sistema barra múltiple en paralelo 2N, 2N+1, 2N+2	Sistemas múltiples aislados que contienen componentes con capacidad redundante y vías múltiples de distribución activa hacia las cargas de los servidores

El DSTS de ABB se puede aplicar como un conmutador de red para dos o tres fuentes para aplicaciones de mayor disponibilidad.

– Fuentes y vías de alimentación independientes eliminan los puntos de fallo único en toda la arquitectura
– Redundancia a lo largo de todo el sistema
– Capacidad de llevar a cabo el mantenimiento del equipo aguas arriba sin necesidad de pasar al modo bypass
– Alimentación acondicionada continuamente

Los inconvenientes son:
– Coste alto combinado con mucha ocupación de espacio
– Menos eficiente debido a que las cargas son ligeras
– En el caso de un fallo de UPS no conserva la alimentación en ambas entradas de una carga de doble cable

Sistema más sistema redundante con STS

Por definición, los sistemas Tier III y Tier IV suministran alimentación continua a cargas redundantes de cable doble. Sin embargo, no proporcionan disponibilidad de alimentación redundante a cargas de cable doble que requieran energía de calidad no sólo en uno de los cables, sino en los dos continuamente. Una forma de suministrar esta fiabilidad suplementaria es aplicando STS → 5b.

Las ventajas de este método son:
– Máximo nivel de disponibilidad
– Puntos continuos y múltiples de alimentación acondicionada
– Fuentes y vías de alimentación independientes eliminan los puntos de fallo único en toda la arquitectura (redundancia total)
– Capacidad de llevar a cabo el mantenimiento del equipo aguas arriba sin necesidad de pasar al modo bypass
– El STS proporciona redundancia para cargas de cable doble y protege contra el fallo de cualquiera de las fuentes
– Elimina eficazmente los problemas de calidad de la energía aguas arriba sin producir perturbaciones aguas abajo

Los inconvenientes son:
– Coste alto combinado con mucha ocupación de espacio
– Baja eficiencia debido a poca carga en los UPS

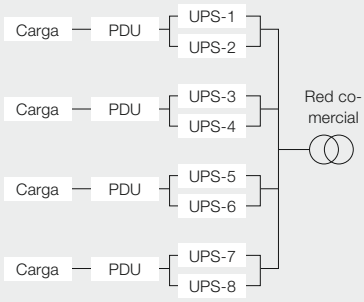
Comparaciones aguas arriba

Aguas arriba, habrá normalmente una alimentación de red y un generador de reserva, conmutados mediante un conmutador de transferencia automática (ATS) → 6a. Aunque de bajo coste, esta solución implica tiempos de transferencia de contactos más largos, inicio retardado de la generación de energía y funcionamiento imprevisible del generador.

El DSTS de ABB se puede aplicar como un conmutador de red para dos o tres fuentes para aplicaciones de mayor disponibilidad → 6b. La probabilidad de un corte de suministro eléctrico simultáneo en un sistema totalmente redundante, con doble alimentación es relativamente baja. Al disponer de dos alimentaciones independientes de subestaciones separadas, un DSTS de ABB proporciona protección, potencia y velocidad de conmutación y eficiencia para la distribución en toda la planta superiores al ATS. Cyberex ha instalado numerosos DSTS de gran tamaño en los puntos de entrada de la alimentación de centros de datos e instalaciones industriales. Aunque más cara que la solución ATS, y aunque exige dos líneas públicas de alimentación, el método que emplea DSTS tiene muchas ventajas, entre ellas:
– El máximo nivel de disponibilidad aguas arriba
– El DSTS elimina todas las anomalías de la alimentación propagadas desde las redes eléctricas y distribuye una alimentación continua a todos los componentes aguas abajo
– Capacidad para atender al mantenimiento de una fuente de suministro mientras se obtiene energía eléctrica acondicionada continua de una segunda red de suministro
– Niveles de eficiencia de la distribución eléctrica extremadamente altos
– Flexibilidad para añadir una tercera fuente (por ejemplo, un generador de reserva)
– Coste menor que el UPS

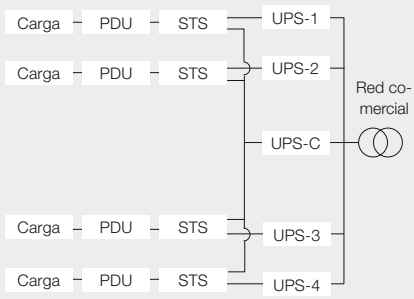
Un equipo de procesamiento de señales digitales con software patentado lleva a cabo el análisis en tiempo real de las formas de onda y control de lógica del STS.

4 Diseño redundante en paralelo (N+1) con 4 cargas y diseño "catcher" redundante distribuido



	UPS redundante en paralelo (N+1) - carga de un solo cable
Disponibilidad (%)	99,976 (tres nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	2,08
Cortes de suministro/20 años	6,95
Coste (en dólares)	1,7 millones

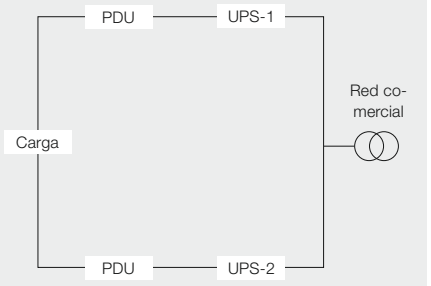
4a Diseño (N+1)



	Catcher redundante distribuido con STS – carga de un solo cable
Disponibilidad (%)	99,976 (tres nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	2,10
Cortes de suministro/20 años	6,99
Coste (en dólares)	1,28 millones

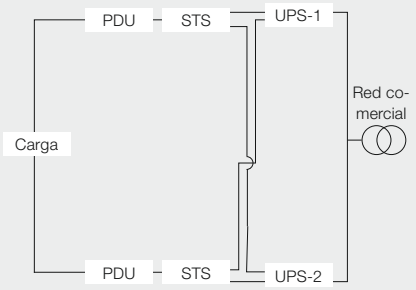
4b Diseño "catcher" redundante distribuido

5 Sistema más sistema redundante sin STS y sistema más sistema redundante con STS



	UPS doble - carga de cable doble
Disponibilidad (%)	99,987 (tres nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	1,12
Cortes de suministro/20 años	3,73
Coste (en dólares)	460.000

5a Sistema más sistema redundante sin STS (2N)



	UPS doble con STS - carga de cable doble
Disponibilidad (%)	99,99999 (siete nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	0,0005
Cortes de suministro/20 años	0,0017
Coste (en dólares)	540.000

5b Con STS (2N)

UPS = sistema de alimentación ininterrumpida / PDU = unidad de distribución de electricidad

Características avanzadas de un STS digital

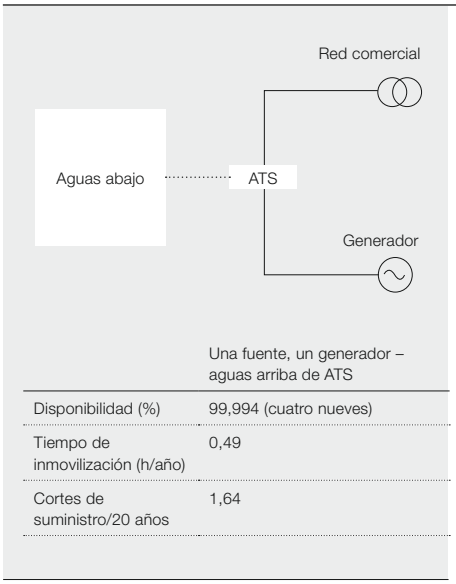
Además de las ventajas descritas anteriormente, el DSTS presenta además otras características que vale la pena considerar.

Restricción dinámica de la corriente de avalancha (DIR)

La DIR limita la corriente de avalancha aguas abajo del transformador cuando se conmuta entre dos fuentes que no están en fase. Esto se consigue controlando continuamente el flujo del transformador y el momento exacto de la transferencia para que el flujo no supere el punto de saturación del núcleo del transformador. La activación de un transformador da lugar a un posible pico de la corriente de avalancha de 5 a 12 veces la intensidad máxima a plena carga (FLA); la transferencia entre fuentes que no están en fase produce un pico de la corriente de entrada de hasta 20 veces la FLA → 7.

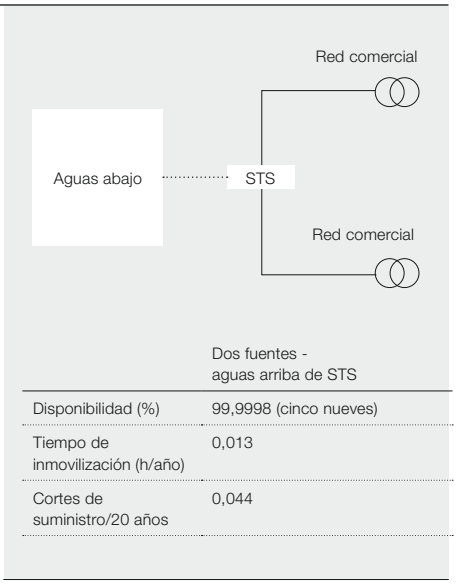
Con la DIR activada, se pueden limitar los picos de la corriente de avalancha a menos de 1,2 veces la intensidad del transformador a plena carga.

6 Comparaciones aguas arriba



	Una fuente, un generador – aguas arriba de ATS
Disponibilidad (%)	99,994 (cuatro nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	0,49
Cortes de suministro/20 años	1,64

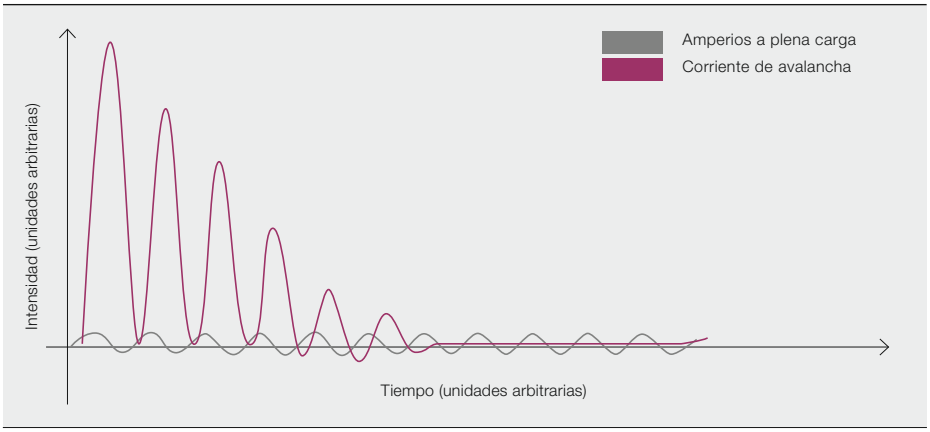
6a Red comercial y generador con ATS



	Dos fuentes - aguas arriba de STS
Disponibilidad (%)	99,9998 (cinco nueves)
Tiempo de inmovilización (h/año)	0,013
Cortes de suministro/20 años	0,044

6b Fuente red comercial doble con STS

7 Sobreintensidad de conexión del transformador (hasta 7.200 A para un valor de 600 A a plena carga) cuando no se utiliza el algoritmo DIR



La fiabilidad proporciona disponibilidad

El DSTS de ABB puede eliminar con eficacia los problemas de calidad de la energía eléctrica aguas arriba sin causar perturbaciones aguas abajo. Puede ser un sustituto rentable de un ATS aguas arriba o incluso de un sistema UPS para toda la planta, produciendo mejores niveles de fiabilidad y reduciendo drásticamente el espacio ocupado, consiguiendo mayor eficiencia eléctricas y reduciendo el coste total.

En las configuraciones redundantes de sistema más sistema, se puede conseguir el nivel más alto de disponibilidad suministrando alimentación mutua, de barra doble, a un DSTS. Esta arquitectura proporciona múltiples capas de redundancia que eliminan los puntos de fallo único, hasta la alimentación a cargas de cuerda doble, incluida ella misma. Por último, un DSTS también permite una mejor localización de fallos y una mayor protección durante el mantenimiento, asegurando una alimentación continua acondicionada a las cargas críticas del cliente.

Algoritmos de PQ/detección

Dos DSP muestrean las fuentes 10.000 veces por segundo y utilizan algoritmos patentados para detectar perturbaciones y fallos en ellas en menos de 2 ms, permitiendo de esta forma efectuar transferencias dentro de un cuarto de ciclo.

Transferencia suave

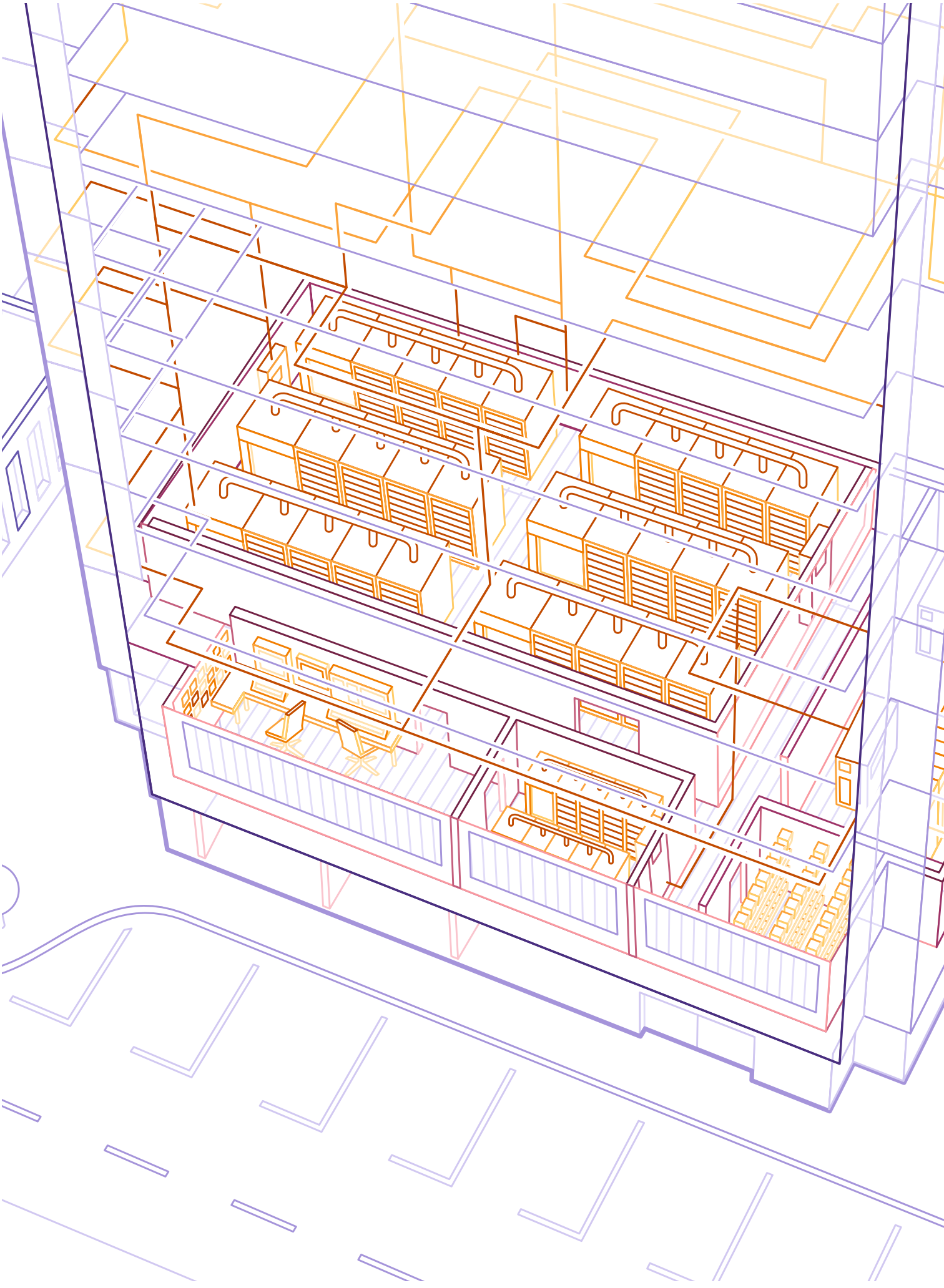
El algoritmo de transferencia de fuentes del DSTS transfiere un conjunto activo de SCR a un conjunto inactivo eliminando una señal de puerta de dos SCR conectados en paralelo, en sentido opuesto, donde circula corriente, que en conjunto llevan CA en ambos sentidos. El proceso de transferencia es sencillo:

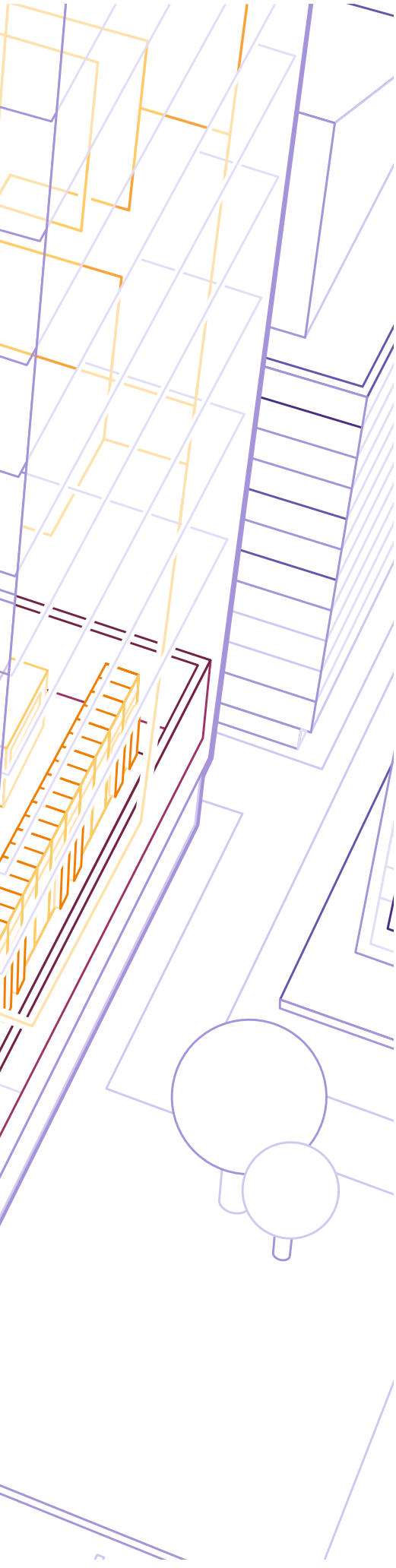
1) Eliminación de una señal de puerta en la fuente que esté activa, debido a la detección de una PQ deficiente o una solicitud de transferencia manual.
2) Se detecta la corriente a través de los dos SCR activos para determinar el estado de circulación de corriente de cada dispositivo a lo largo de un período específico.
3) Una vez que se han determinado ambos estados, se aplica una señal de puerta al SCR correspondiente en el conjunto inactivo. Esto permite el paso de corriente a través de este dispositivo mientras se evita simultáneamente que circule corriente entre las fuentes.
4) Una vez que se desconecta el SCR, se activa la señal de puerta en el dispositivo recíproco para completar la transferencia.

Christopher Belcastro
Hans Pfitzer
ABB Low Voltage Products
Richmond, VA, Estados Unidos
christopher.belcastro@tnb.com
hans.pfitzer@tnb.com

Referencias

[1] IEEE Gold Book Std 493–1990, “Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems”, New York, NY, 1991.
[2] T. A. Short, Distribution Reliability and Power Quality. 1a edición, Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.





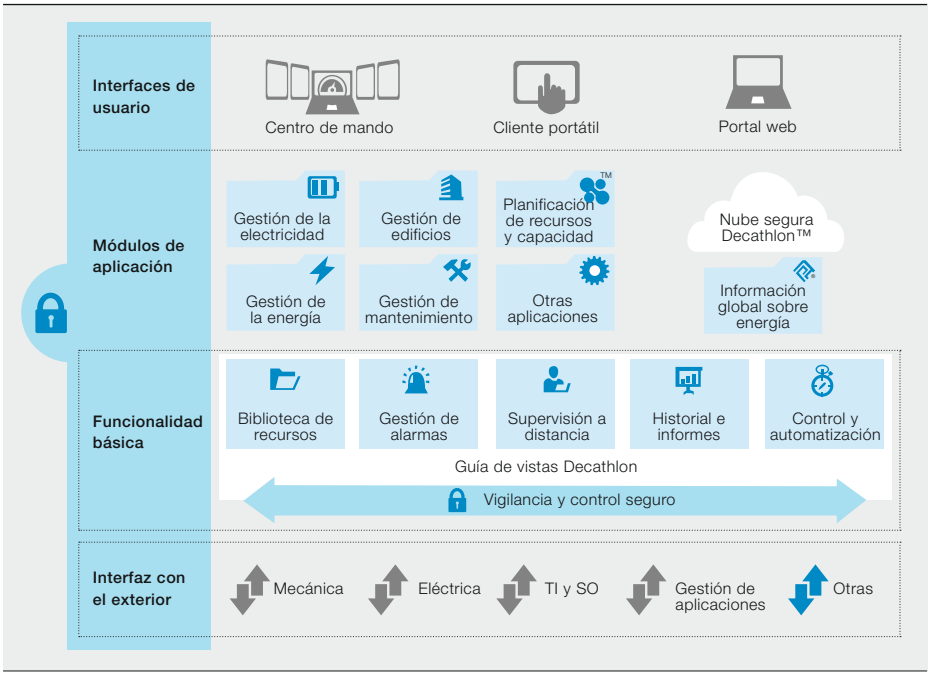
Excelencia automatizada

Nuevos conceptos de gestión de la infraestructura de los centros de datos

JIM SHANAHAN – Los centros de datos surgieron de los armarios de servidores para convertirse en los titanes de la informática que actualmente consumen más del 2 por ciento de la potencia de la red en muchos países y arrastraron con ellos un legado de sistemas de automatización superados, pero a los que seguían aferrándose. El sector se ha dado cuenta por fin de que las herramientas modernas de gestión de la infraestructura de los centros de datos (DCIM) tienen que aportar soluciones ampliables que utilicen tecnologías avanzadas y dejar que aquellas que mejor las aprovechen pasen por encima de sus competidoras. ABB está ayudando a que esos clientes se diferencien en un sector que se mueve con mucha rapidez.

Imagen del título
Unas herramientas sofisticadas que permitan gestionar todos los aspectos de un centro de datos de forma integrada son esenciales para el empresario que quiera diferenciarse y sobrevivir en el mundo muy competitivo de los centros de datos.

1 Arquitectura Decathlon



Los centros de datos suelen funcionar siguiendo líneas que reflejan su composición. En consecuencia, las instalaciones (sistemas mecánicos y eléctricos) tienden a gestionarse al margen de las operaciones de TI y los servidores. Esta configuración en forma de silo dificulta la visión global de lo que sucede en el centro de datos considerado en su conjunto, aunque las decisiones más críticas deban tener en cuenta la imagen completa.

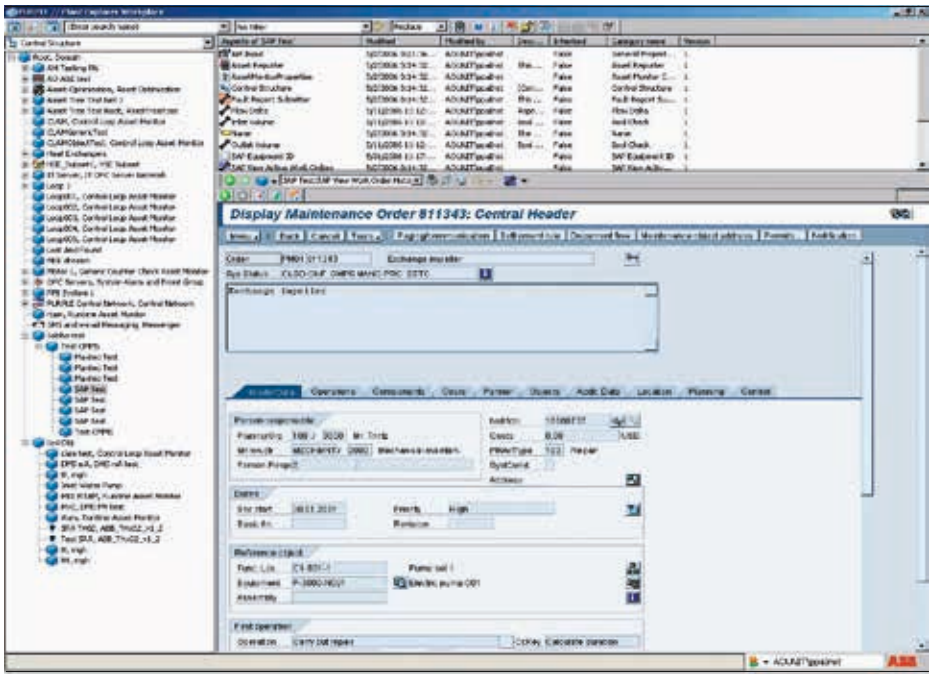
Inicialmente, una DCIM parece confusa porque el término se utiliza en un sentido muy amplio. Pero las definiciones de DCIM publicadas por las principales empresas de investigación del sector coinciden en que:

– una DCIM precisa instrumentación para recopilar y normalizar las mediciones del centro de datos;
– una DCIM analiza esos datos y proporciona información utilizable sobre la gestión del centro de datos;
– una DCIM no es una solución aislada, sino un componente de una estrategia global de gestión del centro de datos.

Para el técnico de TI, una DCIM puede ser una herramienta de gestión del emplazamiento, la configuración y la carga de aplicaciones de los servidores; para el director de las instalaciones, puede ser un sistema que controla y supervisa los equipos eléctricos y mecánicos; para un director general, puede ser una forma de comparar los centros de datos y potenciar la inteligencia empresarial. El producto DCIM de ABB, Decathlon™, es una de las soluciones DCIM más avanzadas del mercado actual. Distribuido por medio de hardware y software, el sistema Decathlon proporciona las herramientas que permiten dirigir una red flexible de alimentación, refrigeración y equipos de TI. La información se presenta en un solo entorno operativo y a

ABB ha incorporado sus mejores soluciones de otros sectores y las ha fusionado con nuevas bibliotecas y aplicaciones específicas para centros de datos para constituir Decathlon.

2 Integración del flujo de trabajo de Decathlon – Orden de trabajo de CMMS



Decathlon aplica a los centros de datos la experiencia de automatización adquirida en las industrias de transformación.

Decathlon también ofrece control avanzado, gestión de mantenimiento, suministro estratégico de electricidad y la posibilidad de intercambiar las cargas informáticas entre centros de datos basándose en el coste o en la disponibilidad de energía eléctrica.

través de una fuente de datos única, lo que ayuda a superar las barreras a la información. Tanto el personal de TI como el de la propia planta pueden trabajar conjuntamente con mayor eficacia compartiendo una "verdad única" a partir de la que pueden indexar y comunicar las mejoras de su centro de datos.

Más recientemente, han surgido soluciones DCIM completamente equipadas que ofrecen una visibilidad integral. Todo el que pague una factura eléctrica puede ahora medir la eficiencia del centro de datos en términos de carga de trabajo por kWh, por ejemplo, el número de transacciones de SAP por MW o el número de correos electrónicos procesados por euro. Esta visibilidad proporciona nuevas posibilidades a los propietarios y operadores de centros de datos, e impulsa la eficiencia de la organización del centro de datos. ABB ha incorporado sus mejores soluciones de otros sectores y las ha fusionado con nuevas bibliotecas y aplicaciones específicas para centros de datos para construir Decathlon → 1. Además de las funciones "normales" de una DCIM, Decathlon también ofrece control avanzado, gestión del mantenimiento, adquisición estratégica de electricidad y, mediante un concepto conocido como alimentación definida por software, capacidad para intercambiar cargas informáticas entre centros de datos en función del coste o la disponibilidad de energía eléctrica.

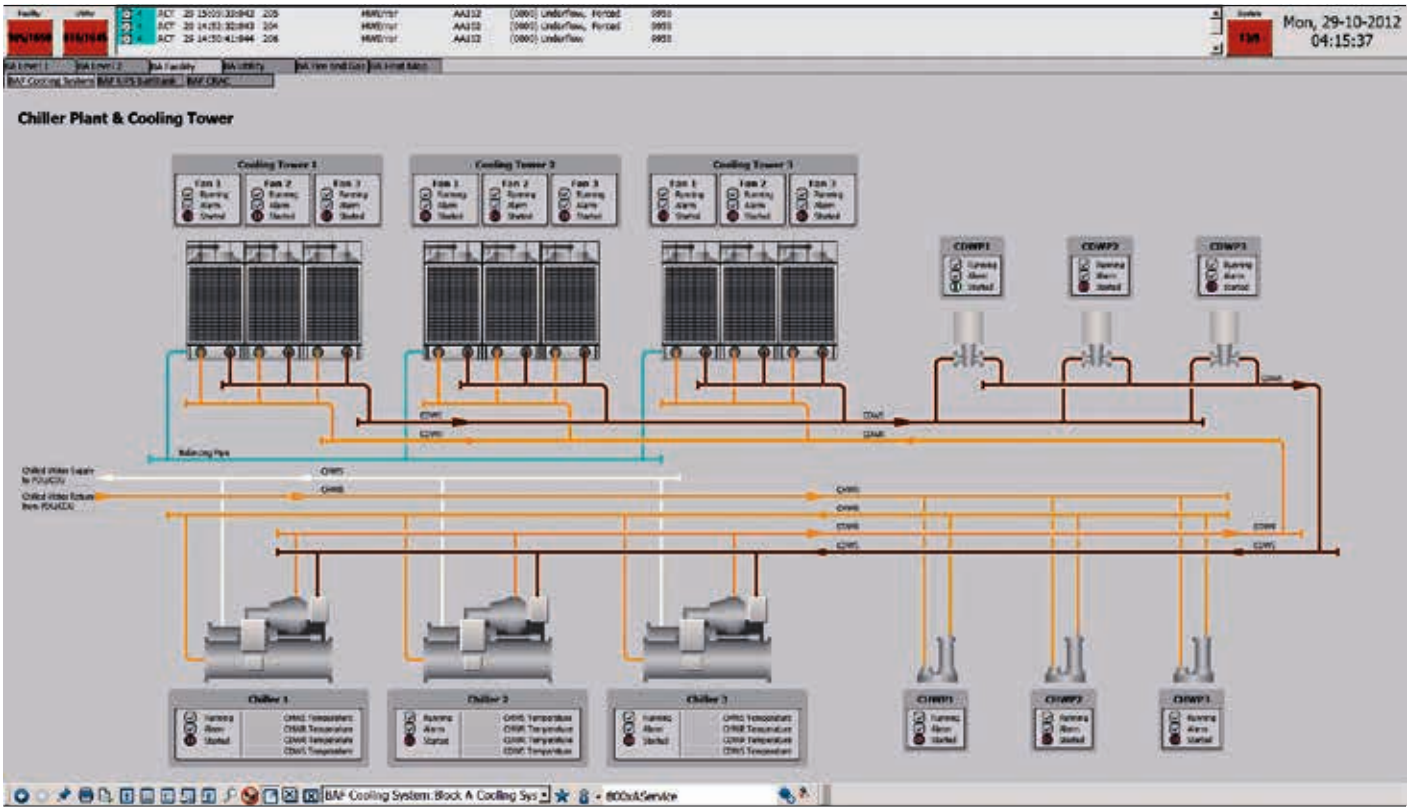
Básicamente, un centro de datos convierte electricidad en transacciones y genera en el proceso muchos datos y calor (que hay que eliminar). Es instructivo examinar con más detalle toda la cadena de sucesos para entender algunos de los mecanismos que intervienen, algunas ideas nuevas sobre la forma de controlarlos y el valor de una solución DCIM convergente.

Refrigeración

El punto de partida para un proyecto DCIM suele ser la necesidad de controlar o supervisar el entorno físico de los servidores. En los últimos años se ha extendido la práctica de aumentar la temperatura de entrada de los servidores para aumentar la eficiencia, porque así se necesita menos refrigeración. No es raro ahora encontrar temperaturas de "pasillo frío" en las entradas de los servidores de más de 27 °C. Esto significa que el "pasillo caliente" de la salida de los servidores puede superar los 40 C°. Se está pensando en robots de ABB para algunas tareas, como mover servidores o cables, que los seres humanos no pueden hacer cómodamente en el pasillo caliente.

Es fundamental en estos ambientes extremos un control estricto de la temperatura para que el servidor no se caliente en exceso. Una forma de conseguir ese control es vigilar, no solo los sensores de temperatura de los bastidores, sino también las temperaturas de las placas de los servidores. Esto significa leer las temperaturas de la CPU de cada servidor por medio de un sencillo protocolo de gestión de red (SNMP) y luego obtener la media para cada bastidor de, normalmente, 30 a 40 servidores. Mediante el control ambiental basado en la temperatura de la CPU (la parte más caliente del centro de datos) se puede lograr una mayor eficiencia y detectar precozmente los problemas de cada servidor. (Véase el artículo sobre

3 Esquema de una planta de enfriadoras



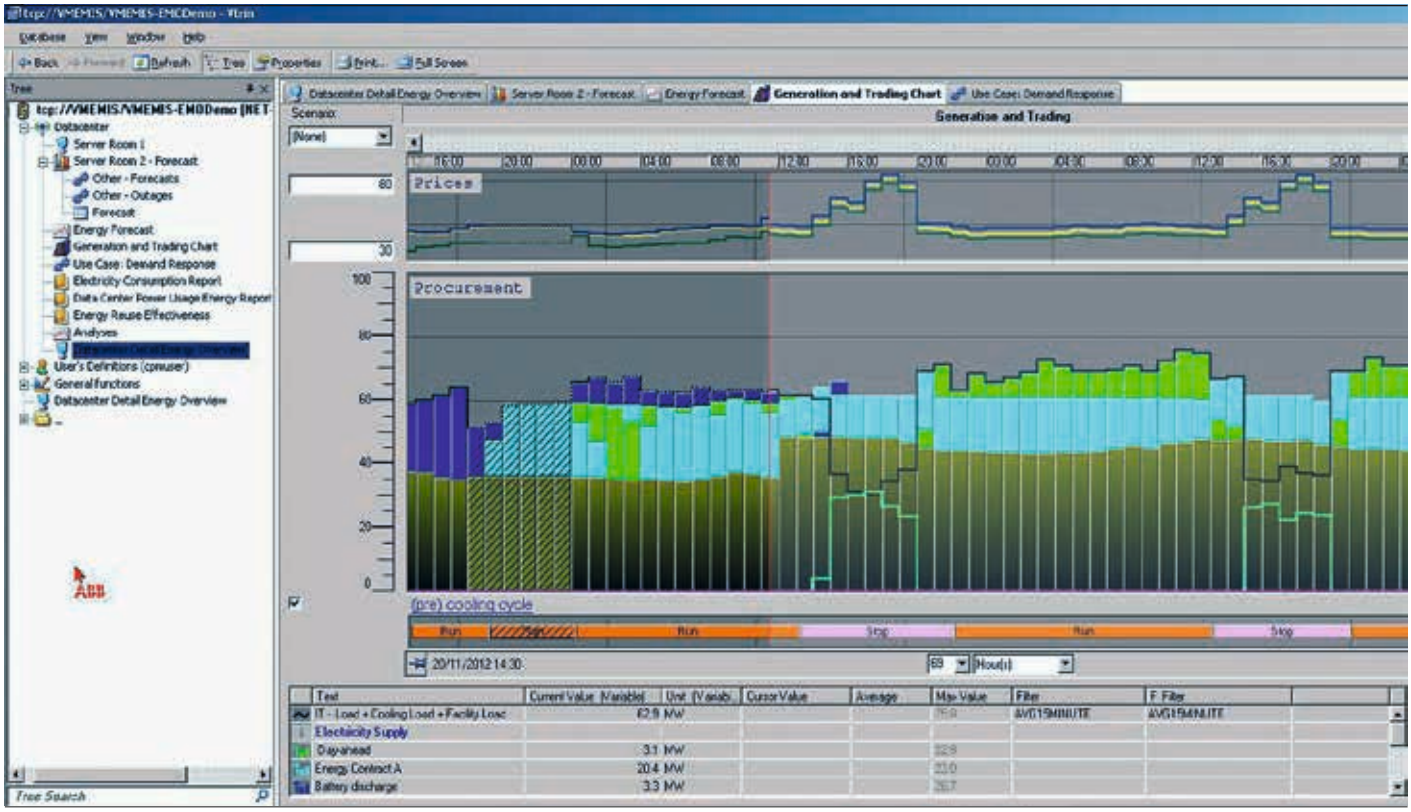
la refrigeración de centros de datos en la página 52 de este número.)

Gestión de edificios

Un sistema de gestión de edificios (BMS) supervisa y controla en un edificio grande los sistemas ambientales y de seguridad, como iluminación, ventilación y contra incendios. Por lo que se refiere a la masa crítica alcanzada para conservación de la energía, los BMS presentan mejoras pensadas para profundizar en la eficiencia energética. Pero un BMS no puede hacer frente a la rápida y dinámica expansión (y consolidación) de las operaciones de los centros de datos en las que los datos de sensores internos de miles de servidores en varias ubicaciones se incluyen en las estrategias y tácticas de prolongación del tiempo de actividad y optimización. Decathlon, que se ha construido sobre la plataforma ABB Extended Automation System 800xA, recoge, normaliza, registra y analiza las grandes cantidades de datos de los sistemas de TI y de la instalación. Además, Decathlon aprovecha para optimizar el centro de datos su abundante experiencia en tecnologías de control y automatización, tales como el control avanzado de procesos, el ajuste automático y el tratamiento avanzado de alarmas. Con vistas al seguimiento y la optimización de las prestaciones de los centros de datos, un BMS tradicional es más problemático y caro porque no está diseñado para la captura general y detallada de datos, análisis y configuraciones de usuario.

> Decathlon realiza un seguimiento de la situación de los servidores para asignar automáticamente un nuevo servidor a una posición óptima en el bastidor para aprovechar al máximo la potencia disponible, la refrigeración y las conexiones de red.

4 Gráfico de generación y comercio



Control de la alimentación

En la parte eléctrica de la instalación, la cadena de alimentación desde el poste del tendido al procesador presenta innumerables posibilidades de control y optimización. Decathlon no sólo mide e informa del consumo a partir de los contadores instalados, desglosando los datos por usuario, área y fuente, sino que también analiza los picos de tensión y otros episodios de calidad de la energía, controla los interruptores para desconexión de cargas o situaciones de alarma y presenta todo el árbol de consumo desde la conexión a la red eléctrica hasta la placa base de cada servidor.

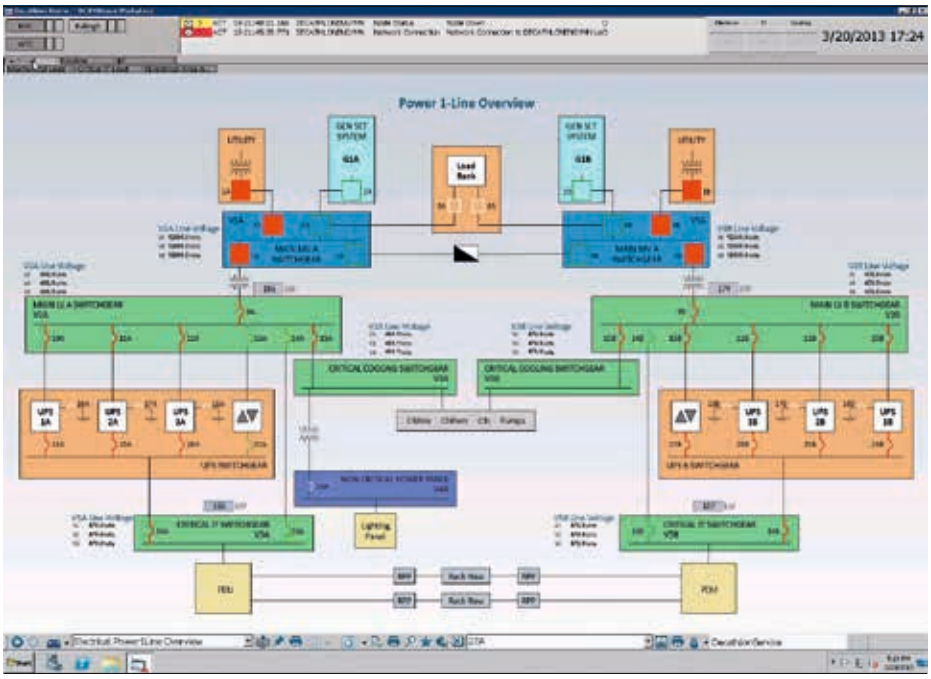
Gestión de la capacidad

Desde el momento en que un servidor entra en el centro de datos en una caja hasta que se retira tres años después, pasa por muchas etapas de instalación, creación de imágenes, rodaje, alimentación eléctrica y asignación de redes, instalación en funcionamiento, etc. Todas estas etapas deben supervisarse y gestionarse. Para ello, se emplea una aplicación de gestión de recursos y planificación de capacidades. Decathlon utiliza Nlyte u otras soluciones de socios tecnológicos y sincroniza la información de la ubicación de servidores con su base de datos interna. Esta aplicación puede asignar automáticamente un nuevo servidor a un bastidor y una posición dentro del mismo que sean óptimos para aprovechar al máximo la energía eléctrica disponible, la capacidad de refrigeración y las conexiones de red. Esto puede prolongar la vida de todo el centro de datos asegurando el aprovechamiento de toda la capacidad disponible sin desperdicio de energía, refrigeración o capacidad de red. El sistema emite asimismo órdenes de trabajo para gestionar todo el proceso de adiciones, traslados o cambios de servidores, y puede determinar qué máquinas virtuales, sistemas operativos y apli-

Mediante el control ambiental basado en la temperatura de la CPU se puede lograr una mayor eficiencia y detectar precozmente los problemas de cada servidor.

La carga informática puede cambiarse de un banco de servidores a otro o de un centro de datos a otro para ahorrar energía o por razones de coste o disponibilidad de electricidad.

5 Diagrama unifilar típico de la alimentación de un centro de datos en Decathlon



caciones se están ejecutando en cada servidor físico. Combinando el conocimiento del sistema de gestión de recursos de la ubicación física del servidor y las conexiones con la información en tiempo real de los parámetros del entorno y la placa, Decathlon puede cerrar el bucle de control para proporcionar un control preciso y una información avanzada que supere los silos tradicionales de instalaciones y operaciones de TI.

Mantenimiento de los recursos

Además de recursos de TI, tales como servidores y conmutadores de red, un centro de datos normal dispone de generadores de reserva, UPS, baterías, aparamenta, enfriadoras, bombas, unidades climatizadoras o acondicionadores de aire para salas de ordenadores (CRAH o CRAC), sistemas de detección y extinción de incendios, sistemas de control de acceso, sistemas de detección de fugas, etc., todos los cuales tienen necesidades periódicas de mantenimiento. Decathlon puede intercomunicarse con algunos sistemas de gestión informatizada de mantenimiento normalizados del sector (CMMS), como SAP o Maximo, o incorporar un CMMS de ABB como ServicePro o Ventyx Ellipse → 2. Decathlon puede instalar monitores de seguimiento de recursos en equipos críticos para asegurarse de que funcionan correctamente. Si empiezan a desviarse fuera de los límites aceptables, puede emitirse una orden de trabajo de mantenimiento antes de que el propio equipo entre en un estado de alarma. Este mantenimiento basado en el estado se ve reforzado por un servicio de centro de operaciones remoto (ROC) de Decathlon donde expertos en centros de datos (SME) están preparados para evitar que un incidente crezca hasta convertirse en un corte de servicio ayudando al técnico correspondiente.

Movimiento de cargas

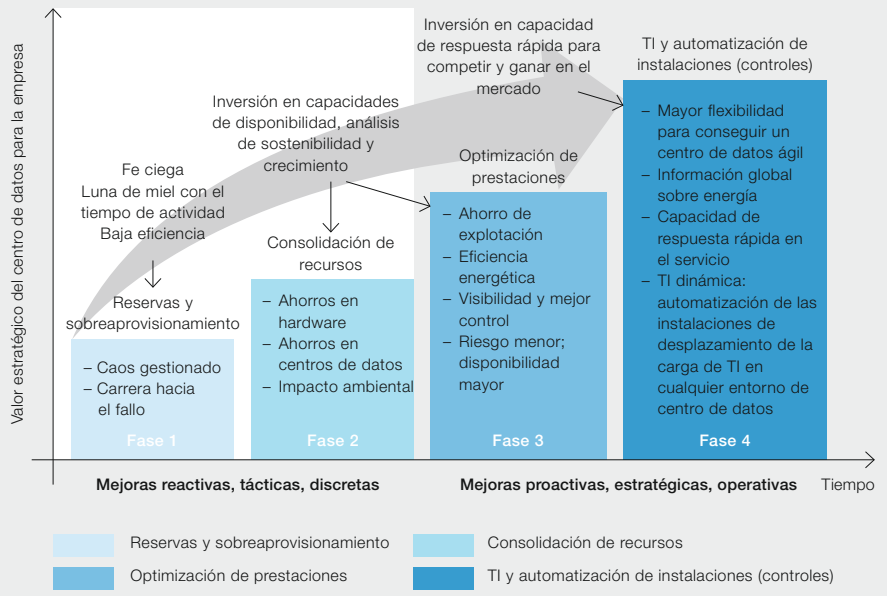
Decathlon puede controlar el uso de CPU de todos los servidores de un centro de datos, o en varios centros de datos. En un proceso conocido como automatización de rutinas, y mediante integración con soluciones de virtualización, se pueden trasladar las cargas informáticas de un banco de servidores a otro, o de un centro de datos a otro. Esto puede hacerse para ahorrar energía, cuando los servidores que no se utilizan se ponen en modo de reposo, o por razones de coste o de disponibilidad de energía eléctrica. La inteligencia energética global (GEI) proporciona al propietario del centro de datos una interfaz única con todos los mercados de energía del mundo de forma que las cargas de TI se puedan transferir de un centro de datos a otro basándose en las oportunidades del mercado de la energía o la respuesta a la demanda. La inversión de ABB en Power Assure, una compañía con sede en Santa Clara (Estados Unidos), suministra a Decathlon GEI, automatización de rutinas y limitación del consumo de energía. También se pueden suministrar precios de los mercados de energía y puntos de negociación a Decathlon a través de la serie de productos Ventyx.

Energía inteligente

Decathlon utiliza las funciones de Energy Manager, una solución utilizada con éxito en el sector papelero y en otros, junto a GEI para ayudar a los centros de datos a reducir al mínimo sus picos de demanda, o bien para conseguir ingresos por su conexión a la red eléctrica, por ejemplo utilizando sus generadores de reserva para vender energía a la red, de acuerdo con un programa de respuesta a la demanda. En este caso, en lugar de realizar pruebas mensuales de los generadores en los que se disipe la energía en un banco de carga, se hace funcionar los generadores cuando los necesite la red y el propietario puede obtener unos ingresos sustanciales. Esta conexión bidireccional a la red eléctrica también mejora mucho la flexibilidad del centro de datos en una disposición de conmutadores convencionales de transferencia automática (ATS).

También se puede aumentar la eficiencia del servidor imponiendo un tope a la demanda de electricidad de la red de CPU que ejecutan funciones no críticas. Puede conseguirse un mayor aprovechamiento sin mayores riesgos equilibrando la infraestructura de TI con la demanda real. Decathlon determina la capacidad óptima necesaria para una determinada carga de TI y ajusta dinámicamente la disponibili-

6 Modelo de madurez del centro de datos



dad del servidor en tiempo real con la refrigeración necesaria y los recursos de la instalación. Esto, a su vez, provoca un aumento notable de la eficiencia operativa y disminuye los costes de la energía. (Consulte el artículo sobre optimización del diseño de centros de datos en la página 48 de este número de *ABB Review*.)

Alta visibilidad

Decathlon presenta toda esta información al usuario "en una sola ventana" ➔ 3–5. Las medidas básicas de las eficiencias de la instalación del centro de datos, como la relación de eficiencia del uso de la energía (PUE), se recogen en los paneles configurables de Decathlon e informan mediante medidas más completas, como la eficiencia corporativa media del centro de datos (CADE), que calcula las eficiencias teniendo en cuenta la utilización de los servidores. Queda aún pendiente la decisión acerca de la medida que sustituirá a la PUE como indicador más completo de la eficiencia del centro de datos. Sin embargo, con su visibilidad de extremo a extremo, Decathlon ofrece al propietario o al operador del centro de datos una visión única y completa de sus sistemas con la posibilidad de configurar los indicadores usuales de rendimiento.

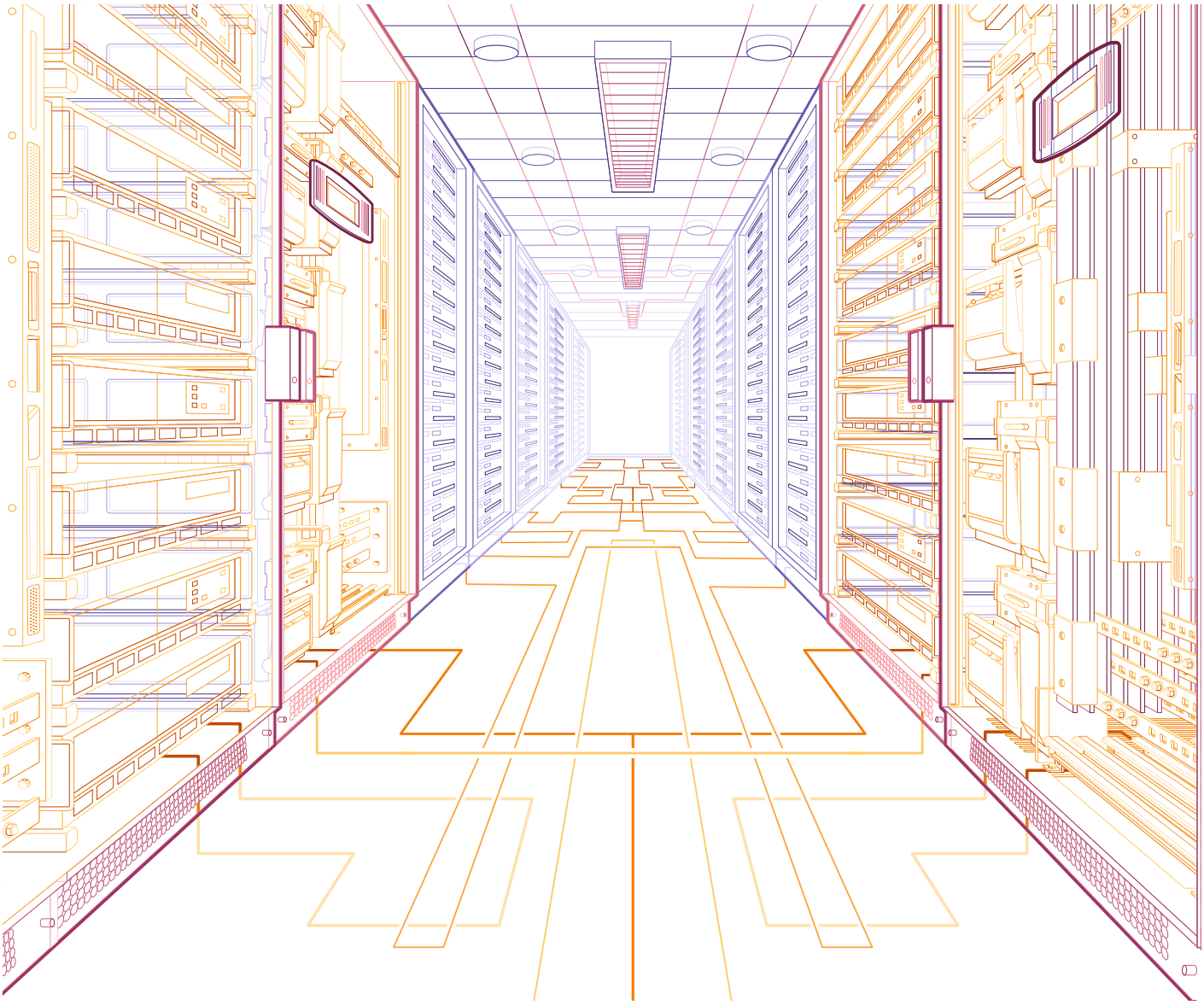
Aplicaciones y módulos

Decathlon es un sistema modular, lo que significa que, después de haber instalado el sistema básico, se pueden añadir fácilmente módulos de aplicaciones. En la práctica, cada aplicación mejora y potencia la base de datos central, de manera que a medida que se añaden equipos y sistemas mecánicos, eléctricos o de TI, las aplicaciones de visualización, generación de informes y análisis pueden ofrecer una imagen más completa del centro de datos. Esto significa que cuando un centro de datos empieza a instalar una solución DCIM, puede ir progresivamente impulsando su modelo de madurez en pasos manejables, en lugar de tener que desplegar todo de una vez. La mayoría de los propietarios que comienzan un despliegue de DCIM estarán en las etapas uno o dos del modelo ➔ 6.

Un operador de una instalación existente puede haber tenido un par de años de "luna de miel con el tiempo de servicio" de una nueva instalación antes de darse cuenta de forma gradual de que debe dedicar más atención a la supervisión y el mantenimiento en tiempo real para evitar incidentes y cortes. En este caso, una solución de gestión de la alimentación puede mejorar el tiempo de servicio emitiendo una alerta precoz de problemas tales como disparos de interruptores o picos de tensión antes de que provoquen cortes, mientras que los monitores de recursos pueden evitar interrupciones en equipos críticos realizando un mantenimiento basado en el estado. Un operador más experto puede hacer que su conexión a la red eléctrica pase de ser un elemento costoso a una fuente de ingresos, aumentando de paso el tiempo de servicio, mediante la instalación de una conexión bidireccional a la red eléctrica y la participación en programas automatizados de respuesta a la demanda.

La tendencia subyacente en los centros de datos actuales es que se está sustituyendo el sobreaprovisionamiento de equipos por la capacidad de recuperación o elasticidad del software. El futuro, en el que centros de datos completos pasan a modo de espera y dejan de consumir electricidad o en el que toda la carga informática se transfiere sin problemas desde un centro de datos a otro de acuerdo con la disponibilidad o el coste de la electricidad, es una realidad que se está imponiendo. Y todo ello es posible mediante DCIM.

Jim Shanahan
ABB Process Automation, Control Technologies
Dublín, Irlanda
jim.shanahan@ie.abb.com

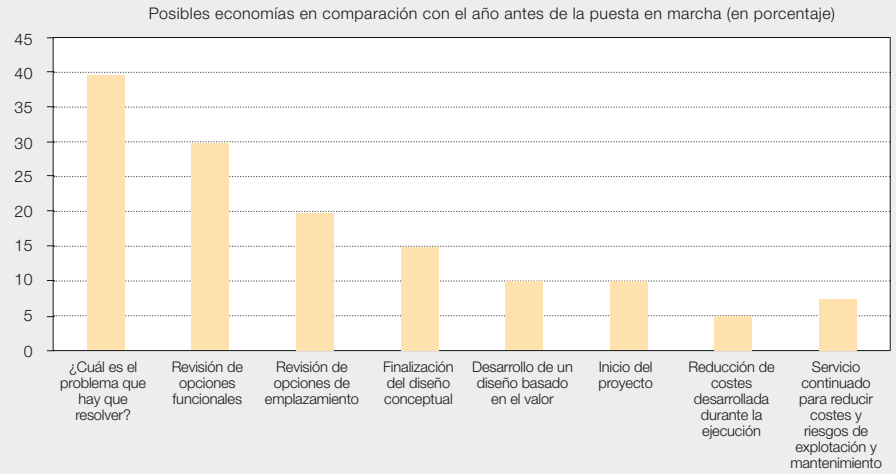


Decisiones de diseño

¿Qué aporta ABB al diseño de centros de datos?

PATRICK KOMISCHKE – El diseño debe estar siempre determinado por la finalidad del producto final, y esto debe reflejarse en los requisitos del cliente o del usuario final. Estos requisitos, incluidos reglamentos y normas industriales, se combinan con las capacidades y las competencias del proveedor para crear el producto. El diseño de la electrificación de un centro de datos se produce en un entorno muy dinámico. No es un campo totalmente nuevo de la ingeniería, pero la diversidad de enfoques del diseño y la rápida evolución de las tecnologías y las peticiones de los clientes crean numerosos retos. Esto se refleja en el hecho de que haya varias normas para el diseño de centros de datos.

1 Ventajas del enfoque de sistemas de ABB



- Reducción de los riesgos del proyecto.
- Adjudicación del proyecto de sistemas de ABB en base a un tanto alzado (pago a ABB por resultados, no por el esfuerzo).
- Programación integrada del proyecto coordinada con los técnicos del cliente y el propietario.
- El modelo de sistema de ABB reduce el número de empresas participantes en el proyecto, lo que supone que habrá menos interfaces que coordinar.
- Los expertos de ABB apoyan la organización del proyecto en todas las disciplinas.
- En los proyectos de ABB hay participación directa del personal de fábrica de ABB.
- Un gestor de ABB de cada factoría de ABB es responsable del equipo que se va a suministrar.
- El enfoque de sistemas de ABB reduce los problemas de entrega reservando franjas de producción prioritaria en sus fábricas.
- Los proyectos de sistemas de ABB reducen los riesgos tecnológicos emergentes mediante el acceso a los expertos de la fábrica en tiempo real.
- Menores costes aplicados.

ABB ofrece una combinación de tecnología globa de equipos, experiencia en ejecución de proyectos, ingeniería de proyecto/disciplina producto junto con la experiencia de integración de otros contratistas para suministrar una combinación óptima de tecnologías, ingeniería de proyectos, gestión de proyectos y competencia local para la solución más rentable.

- Menores costes de gestión del proyecto para los clientes.
- Menores costes de ejecución del proyecto.
- Menores costes de garantía, explotación y mantenimiento para el cliente.
- ABB tiene experiencia en muchos campos.
- ABB tiene experiencia mundial en el sector de los centros de datos.
- Expertos técnicos de distintas disciplinas y factorías garantizan la mejor solución de una sola fuente.
- Menores costes de propiedad (véase el gráfico del recuadro).

Al principio del proceso de diseño de un centro de datos está la identificación de los requisitos de la carga que el centro tendrá que manejar y la fiabilidad necesaria. La definición de fiabilidad se interpreta en el contexto del concepto de Tier. Otros parámetros a tener en cuenta son la ubicación geográfica y física, los aspectos de seguridad y la compatibilidad necesaria con otros sistemas.

Un diseño típico empieza en la conexión de alta tensión (AT) donde se obtiene la energía de fuentes independientes. El origen del suministro puede ser una empresa pública o un proveedor independiente. A partir de ahí, la energía eléctrica pasa por la distribución de media y baja tensión (MT y BT), que conecta y combina distintas fuentes mientras alimenta y suministra energía a los puntos donde se precisa: principalmente los bastidores de servidores, pero también todos los sistemas auxiliares que contribuyen al funcionamiento fiable y seguro del centro de datos. Se trata principalmente de instalaciones de equipos físicos, pero para garantizar una integración y cooperación sin problemas se utilizan varios sistemas de control basados en distintas plataformas de software que combinan estos componentes.

La manipulación de esta enorme diversidad de disciplinas y tecnologías exige una organización que reúna una amplia gama de recursos de ingeniería y la experiencia correspondiente bajo una misma cobertura. Además, es importante colaborar estrechamente con el cliente en la elección del diseño óptimo.

¿Por qué el método de ABB es diferente?

ABB se apoya en una completa y dilatada experiencia como proveedor de productos para aplicaciones de centros de datos. En los últimos años se ha trabajado mucho para combinar estos productos y ofrecer a los clientes una mayor cartera de productos de un único proveedor. Pero el verdadero potencial y la ventaja de la oferta de ABB se encuentra en el procedimiento empleado de sistemas OEM (fabricante de equipos originales). Aquí, toda la potencia de la amplia cartera de productos de la empresa se une a la competencia de un integrador de sistemas OEM. Esto significa que los productos no sólo proceden de una sola empresa, sino que están integrados en un sistema y entregados al cliente desde un solo punto.

Las adquisiciones efectuadas por ABB en los últimos años han aumentado aún más la cartera de productos de la empresa, que ahora abarca casi todo el espectro de la electrificación de centros de datos. Cuando falta algún producto, la estrategia de sistemas garantiza que se pueda seleccionar uno de un tercero e integrarlo sin problemas con la oferta de ABB.

Imagen del título
El diseño de un centro de datos no es sólo una cuestión de elección entre los proveedores en competencia y sus productos, sino también entre distintos diseños y filosofías operativas. Las decisiones adoptadas en una fase temprana tendrán repercusiones durante toda la vida del centro de datos. ¿Cuál es el mejor camino en este laberinto de decisiones?

2 Opciones tradicionales de subcontratación

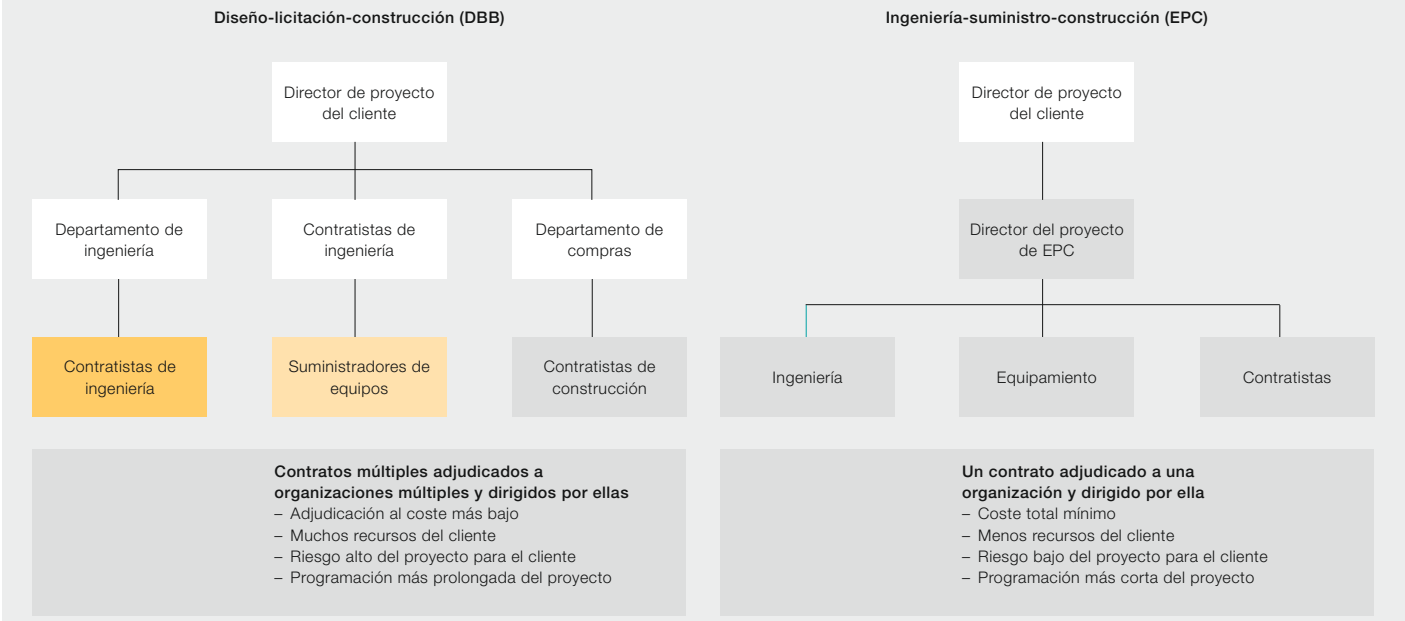


ABB cubre ahora casi todo el espectro de la electrificación de centros de datos.

La estrategia de sistemas aplicada, que es igual a un EPC (ingeniería, compra, construcción), ofrece ventajas importantes a los clientes o inversores del sector de los centros de datos → 1–2.

Proyecto interno de ABB

Para probar y consolidar la estrategia de sistemas aplicada, ABB inició en 2012 un proyecto interno con el objetivo de diseñar un centro de datos Tier III de 20 MW con el máximo contenido de ABB, pero al mismo tiempo lo más cercano posible a las soluciones típicas del mercado.

El objetivo era asegurar la estrategia de sistemas aplicada empleando productos de ABB y de las empresas recientemente adquiridas, Baldor y Thomas & Betts, e integrarlos en una solución de centro de datos de ABB.

El resultado especificado del proyecto consistía en esquemas, configuraciones físicas, especificaciones y otros materiales de apoyo que se podrían utilizar como base para entregar equipos de centros de datos e integración de un solo proveedor (estrategia de sistemas) manteniéndose al mismo tiempo en estrecha sintonía con los requisitos del cliente y el mercado. Este proyecto interno culminó en la acertada presentación en el mercado de la estrategia de sistemas definida.

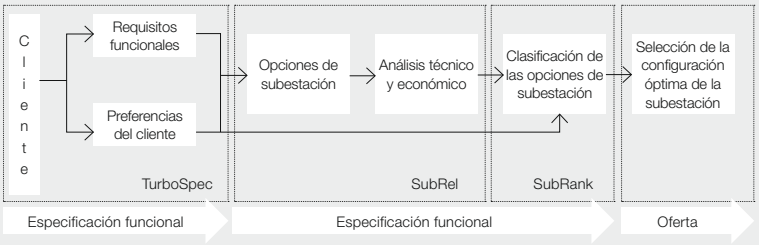
La estrategia de diseño al detalle

Empezando por el lado de la AT, en el diseño se estudiaron diferentes soluciones, como aparamenta aislada en aire y en gas (AIS y GIS) → 5, distintos tipos de transformadores, y sistemas de control para asegurar la fiabilidad, pero también se corrigió la conexión y la integración en la red en el lado de la empresa suministradora. El dilema de AIS o GIS es un asunto muy debatido y un buen ejemplo para demostrar la ventaja de la estrategia de sistemas empleada. Antes de tomar una decisión, ABB puede examinar la red donde se debe integrar el centro de datos y hacer una recomendación en colaboración con el cliente y la compañía correspondiente. Un ejemplo de proceso de evaluación se muestra en → 3. Las conclusiones de esta evaluación se recogen en → 4.

Además del análisis del sistema/red, también intervienen otros factores, como la ubicación física y los requisitos de seguridad. Un ejemplo de comparación física de un AIS con un GIS (con un importante ahorro de espacio) se ilustra en → 5.

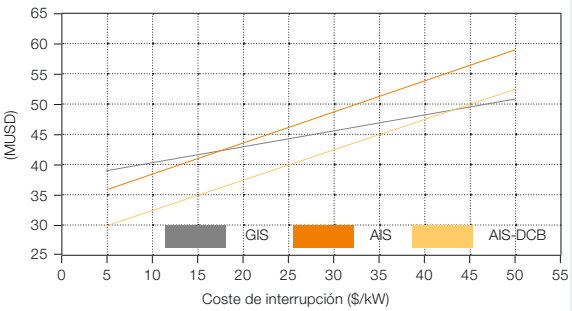
Las mismas etapas y análisis de diseño son también aplicables para el lado de MT, pero además, hay que considerar como opciones la integración de cargas y subsistemas como los grupos de generadores. Hay que estudiar y tomar decisiones relativas a la instalación en el interior o en el exterior, la situación cercana o no al centro de datos, el ruido, la seguridad, etc. ABB ofrece asi-

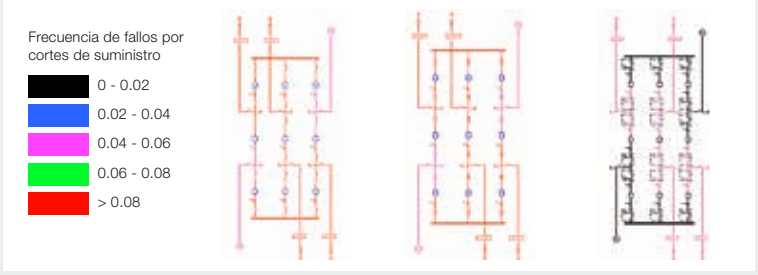
3 Proceso de optimización de subestaciones

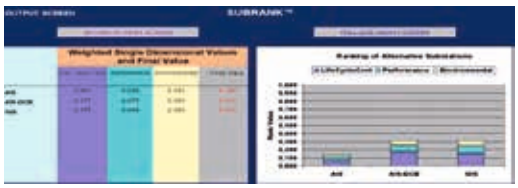


Bases principales de la metodología

1 Recopilación de requisitos funcionales de S/S
2 Identificación de opciones S/S
3 Análisis de fiabilidad
4 Análisis económico
5 Clasificación de opciones S/S
6 Selección de solución óptima de S/S







Tipo de configuración	Total OF/año	Total horas OD/año	OF fallos/año	Horas OD fallos/año	OF mant. /año	Horas OD mant./ año
AIS	0,94748	14,57	0,09748	3,17	0,85	11,40
AIS-DCB	0,54136	13,01	0,09136	3,21	0,45	9,80
GIS	0,36770	12,69	0,05100	3,16	0,32	9,53

4 Herramientas del proceso de evaluación

Captura de objetivos del cliente

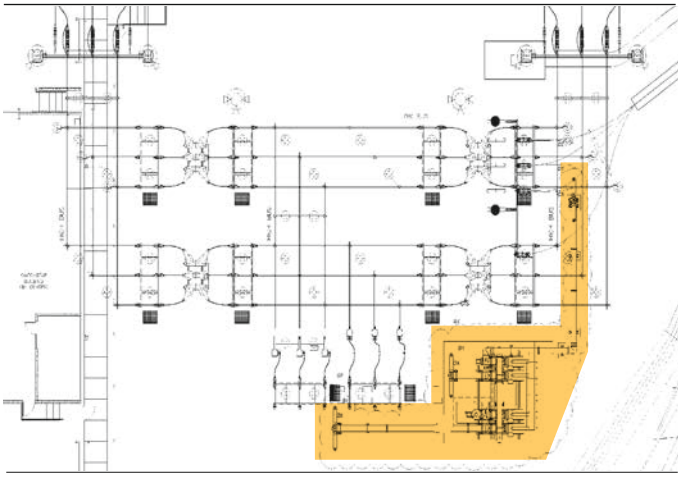
Coste del ciclo de vida
- Costes de capital iniciales
- Coste de fiabilidad
- Coste de explotación y mantenimiento

Rendimiento
- Flexibilidad
- Seguridad
- Nivel de automatización
- Época de la tecnología

Factores medioambientales
- Impacto ecológico
- Tolerancia a la contaminación del aire
- Aspecto/estética
- Ruido audible generado
- EMF generado
- Radio/televisión
- Interferencias producidas
- Problemas para la eliminación

Clasificación de opciones de red eléctrica

5 Aparamenta de alta tensión aislada en gas de ABB (espacio real ocupado por AIS y GIS)



Las subestaciones GIS cubren aproximadamente el 15 por ciento del espacio ocupado por las subestaciones convencionales comparables y son más fiables

mismo toda su experiencia en la integración de esta parte en la solución óptima.

La parte numéricamente más importante de productos de ABB y variantes consideradas en este proyecto interno correspondía al nivel de BT y a la interfaz con la estructura de servidores (donde ABB ofrece una enorme experiencia en el sector de los centros de datos). Quedan, sin embargo, algunos vacíos donde ABB no tiene ningún producto que cubra una determinada función o donde existe un producto difícil integrar. Una vez más, la estrategia de sistemas aplicada muestra su valor, ya que ABB puede apoyar la decisión de integrar un producto de terceros o iniciar un esfuerzo interno de desarrollo.

Más allá de las disciplinas tradicionales de AT/MT/BT, la cartera de ABB incluye otros productos y soluciones de software que entran en el horizonte de los centros de datos y que pueden utilizarse para combinar, conectar o ampliar las soluciones anteriores. Una parte importante de esta categoría es la experiencia de ABB en la integración de sistemas para combinar productos en un sistema. Centrándonos en la estrategia de sistemas y aprovechando los conocimientos de toda la empresa, podemos entregar una solución óptima para cada cliente.

Mirando al futuro

Ante las restricciones del sector de las infraestructuras eléctricas, como la limitación de recursos internos cualificados, los clientes están buscando cada vez más el valor que ofrece el enfoque de sistemas de ABB. Pero sigue habiendo oportunidades para aquellos clientes interesados en productos de ABB y que deseen combinarlos ellos mismos en soluciones propias.

Patrick Komischke
ABB Power Systems
Raleigh, NC, Estados Unidos
patrick.komischke@us.abb.com

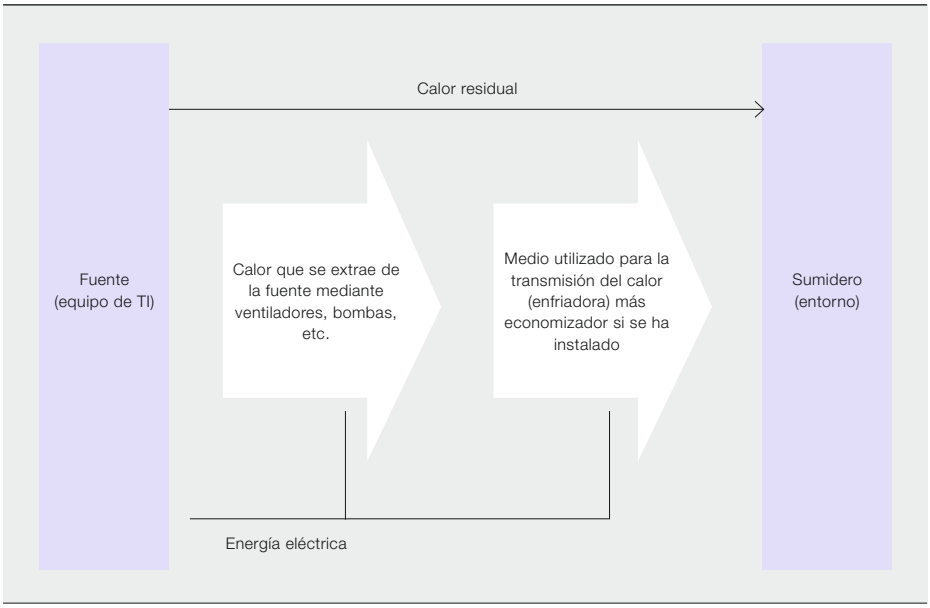
Mantenerlo frío

Diseño y gestión de sistemas de refrigeración óptimos

SHRIKANT BHAT, CARSTEN FRANKE, LENNART MERKERT, NAVEEN BHUTANI –
La generación de calor en los centros de datos causa gran preocupación. En efecto, hasta el 45 por ciento de la energía total utilizada en un centro de datos se dedica a enfriar los bastidores de servidores [1]. Esta cifra aumentará, ya que los servidores son cada vez más compactos y, como consecuencia, aumentarán las densidades de potencia. Las tecnologías de refrigeración, la gestión de la energía eléctrica y los sistemas de control asociados están evolucionando rápidamente para combatir este problema creciente del calor. Un sistema de refrigeración moderno capaz de afrontar esta situación debe adoptar un método radical y centrarse en la mejora de la eficiencia energética, la gestión integrada y el mantenimiento de una fiabilidad elevada para todo el centro de datos. La experiencia de ABB en la gestión de sistemas eléctricos críticos y procesos industriales complejos le sirve para aceptar los retos que presenta la refrigeración de los centros de datos.

Imagen del título
Una gran parte de la energía consumida en un centro de datos acaba en forma de calor residual. Tratar con una gran carga de calor en un volumen tan pequeño requiere una tecnología y unas técnicas de refrigeración complejas.
Foto cortesía de: (c) 2013 Michelle Kiener

1 Flujo térmico en centros de datos



Hasta hace poco, las técnicas de gestión del calor en los centros de datos se basaban en los métodos que se utilizan para refrigerar edificios. Térmicamente, un servidor era considerado como un "humano equivalente" y esta hipótesis funcionaba bastante bien. Pero el flujo de calor de los microprocesadores comerciales ha aumentado en la última década desde alrededor de 1°W/cm^2 a 100 W/cm^2, y se espera que el aumento continúe [2]. Esto supone un incremento masivo de la demanda exigida a cualquier sistema de refrigeración.

La refrigeración de los centros de datos implica el transporte del calor generado por los equipos de TI (fuente) al medio ambiente (sumidero) en un proceso de dos pasos: el calor se transporta en primer lugar fuera de los bastidores de servidores utilizando un medio (aire o líquido) y después se expulsa al medio ambiente ➔ 1. Ambos pasos consumen energía eléctrica. En consecuencia, el objetivo de las medidas de eficiencia energética en la refrigeración es reducir la energía necesaria para eliminar el calor y recuperarlo y reutilizarlo en la mayor medida posible. Esto puede lograrse mediante innovaciones en el diseño del propio sistema de refrigeración así como mediante estrategias de funcionamiento imaginativas, como la detección y supervisión inteligentes y la gestión integrada de sistemas.

El diseño y la gestión de sistemas de refrigeración tiene varias áreas importantes y merece la pena examinar cada una de ellas ➔ 2.

Nuevos diseños de refrigeración

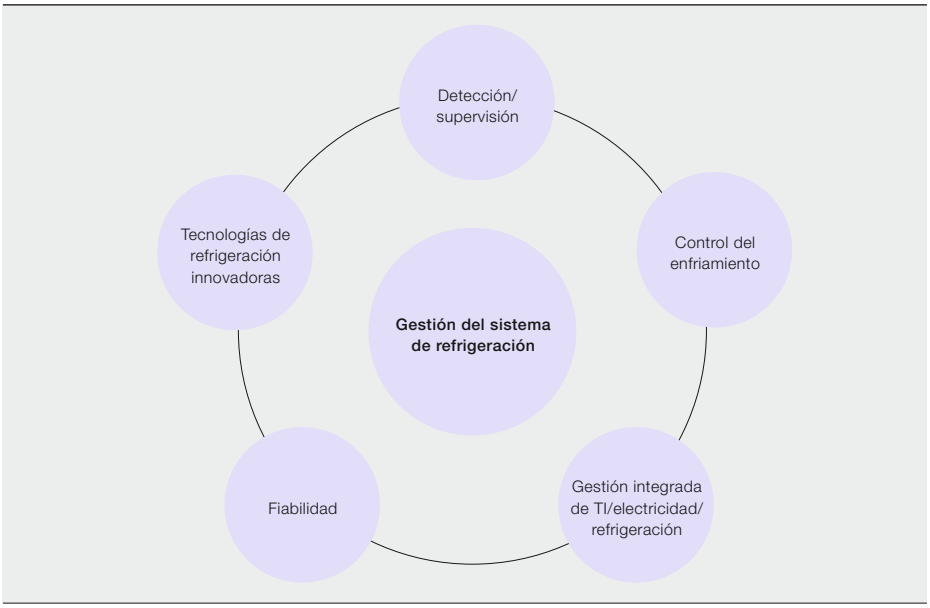
Hay diversas tecnologías de refrigeración en distintas fases de madurez comercial, y algunas de ellas muestran resultados prometedores ➔ 3. El cerramiento de pasillos, por ejemplo, se practica comercialmente y puede mejorar la eficiencia del sistema hasta en un 30 por ciento [3]. La refrigeración "on-chip" está en fase de investigación preliminar, y se habla de enfriamientos de hasta 15 °C para flujos de calor de hasta 1.300 W/cm^2 [4]. Se espera que la refrigeración por líquido reduzca el consumo de energía para el enfriamiento hasta un 50 por ciento en comparación con los sistemas convencionales de enfriamiento por aire, y ya se están comercializando. Se estima que el secado de aire por membrana y el enfriamiento evaporativo reducen las necesidades de energía hasta en un 86,2 por ciento en comparación con los sistemas mecánicos de compresión de vapor clásicos [5].

El calor residual de un centro de datos puede aumentarse con la energía térmica solar para accionar una enfriadora de absorción y reducir así la relación de eficiencia del uso de la energía a menos de uno (las enfriadoras de absorción emplean el agua caliente del circuito primario de refrigeración, y en ocasiones el calor solar, para impulsar otro circuito de enfriamiento).

La refrigeración por líquido, la refrigeración por absorción y la refrigeración basada en la evaporación ya se han utilizado en otras industrias. Pero los centros de datos plantean dificultades únicas de producción de calor no homogénea asociada con el comportamiento de cargas muy dinámicas y de requisitos de alta fiabilidad. ABB tiene los conocimientos para asegurar un alto grado de fiabilidad de los componentes críticos del sistema eléctrico junto con una gran experiencia en la gestión integrada de procesos. Esto puede ayudar a resolver las dificultades

El objetivo obvio de las medidas de eficiencia energética en la refrigeración es reducir la energía necesaria para eliminar el calor y recuperarlo y reutilizarlo en la mayor medida posible.

2 Áreas de interés para la gestión de sistemas de refrigeración



de integración de nuevas tecnologías de refrigeración con los centros de datos.

Supervisión y detección

El primer paso para gestionar y controlar la refrigeración es supervisar el comportamiento térmico del centro de datos. Los puntos calientes son un motivo importante de preocupación y pueden detectarse mediante detección por infrarrojos o sensores inalámbricos. Otra importante herramienta son los sensores soft que combinan datos ya disponibles con modelos detallados de dinámica de fluidos computacional o modelos empíricos.

También es importante tener en cuenta tecnologías emergentes:

- ¿Cuáles son las actuales tecnologías de refrigeración y sus limitaciones?
- ¿Qué soluciones avanzadas pueden integrarse en el sistema de refrigeración?
- ¿Hasta qué nivel es factible la integración o la adaptación y cuáles son las limitaciones del sistema?
- ¿Cuál es el impacto de una nueva solución en la fiabilidad del sistema general de refrigeración y de TI?
- ¿Cuál será el valor (coste-beneficio, rentabilidad, etc.) del recurso que se incorpora?

ABB ha demostrado el uso de conceptos tales como la comunicación inalámbrica de la detección por infrarrojos, la detección e identificación por medio de sensores soft en diferentes áreas de aplicación en el ámbito de la alimentación y la automatización. Este conocimiento se puede ampliar, con las adaptaciones adecuadas, al seguimiento de las prestaciones de los centros de datos.

Control de la refrigeración

Un equipo de refrigeración para centro de datos tiene una enfriadora, una torre de enfriamiento, bombas y almacenamiento térmico ➔ 4. A menudo dispone también de un economizador, que ofrece una forma de “refrigeración gratuita”. Los economizadores complementan la refrigeración haciendo entrar aire exterior más frío y utilizándolo para reducir el consumo de energía de la enfriadora. El aire exterior pasa a través de uno o varios conjuntos de filtros para atrapar las partículas que podrían dañar los equipos. También se acondiciona con la humedad relativa adecuada.

La optimización en forma integrada de un sistema de refrigeración de esas características implica minimizar el coste neto de la energía asegurando al tiempo que se cumplen los requisitos de refrigeración para una determinada carga de TI. Esto suele dar lugar a un complejo problema de demanda-respuesta que incluye entradas de predicciones meteorológicas, precios de la energía y curvas de carga en función de la eficiencia para todos los equipos. Un método integrado para la refrigeración que sólo incluye la integración del economizador, junto con un modelo predictivo de estrategias de control de la temperatura, ha demostrado reducir los costes de gestión de la refrige-

La gestión de las cargas de TI suele estar separada de los sistemas de refrigeración y alimentación, por lo que los trabajos de TI se inician sin tener en cuenta las necesidades de refrigeración o energía eléctrica. Para evitarlo, se requiere la coordinación de los tres subsistemas.

La optimización integral de un sistema de refrigeración es la minimización del coste neto de la energía manteniendo la satisfacción de las necesidades de refrigeración de TI. Esto suele culminar en un complejo problema de demanda-respuesta.

3 Impulsores de la innovación en refrigeración y casos representativos

Factor impulsor	Casos representativos	Comentarios
Eficiencia termodinámica	Cerramiento de pasillos	Minimización del consumo y la pérdida de energía mediante la eliminación localizada del calor y la evitación de las mezclas de corrientes de temperaturas diferentes.
Materiales	Refrigeración por líquido Secado y refrigeración del aire mediante membrana	Materiales innovadores ofrecen una extracción del calor más rápida y eficiente.
Recuperación del calor residual	Refrigeración por absorción	La refrigeración con el calor residual recuperado de los centros de datos es una de las opciones más prometedoras.
Integración renovable	Refrigeración solar	La refrigeración solar es una de las opciones más prometedoras de utilización de renovables en la refrigeración de los centros de datos.

ración hasta en un 30 por ciento [6]. Esta situación podría mejorarse aún más con el uso de almacenamiento adicional y gestión de demanda-respuesta a fin de aprovechar la variación de precios de la energía.

Un método modular

Las unidades de refrigeración modulares permiten que los centros de datos amplíen su capacidad gradualmente. Tan populares se han hecho estas unidades que ahora constituyen una norma de diseño de hecho. Pero suponen un problema para el control integrado de la refrigeración al existir una interacción entre ellos y las instalaciones comunes relacionadas, tales como la enfriadora, el evaporador y el economizador. Esto añade limitaciones al problema del control integrado de la refrigeración ya descrito.

El equipo cpmPlus Energy Manager de ABB tiene la capacidad de tratar esos problemas de gestión integrada de la demanda-respuesta para ayudar a los clientes a obtener beneficios extra.

Gestión integrada de energía, TI y refrigeración

En casi todos los centros de datos existentes, la gestión de la carga de TI no está vinculada con las de la refrigeración o la alimentación. Esto quiere decir que el software de gestión de la carga de TI toma decisiones independientes de inicio de nuevas tareas de TI o migración de tareas en ejecución, sin tener en cuenta la refrigeración o la energía. Este comportamiento "egoísta" puede reducir la energía utilizada por el equipo de TI, pero a costa de un mayor consumo de refrigeración.

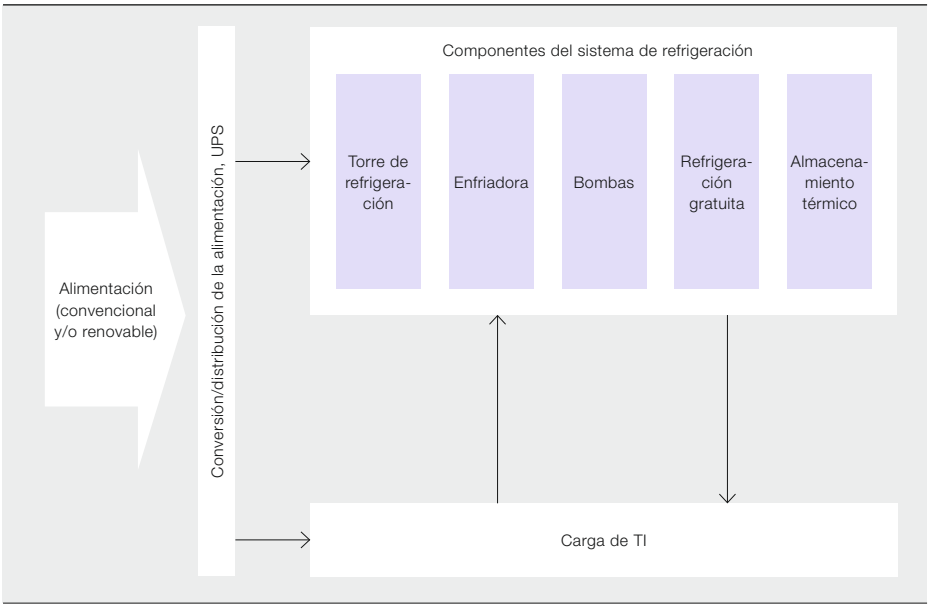
Para evitar esta situación, hay que coordinar los tres subsistemas. Además, también es necesario tener una herramienta de gestión de la carga de TI, dinámica y predictiva, para poder tener en cuenta la ubicación del centro de datos y el correspondiente aprovisionamiento de energía variable a lo largo del tiempo. Este tipo de gestión avanzada de la carga, que podría integrarse con el sistema de gestión de la infraestructura de centros de datos (DCIM) de ABB, Decathlon™, puede producir ahorros de energía del 20 al 40 por ciento [7].

Esta solución puede también acomodar directamente aspectos de mantenimiento, por ejemplo, compartiendo cargas entre los servidores y sus dispositivos de refrigeración para equilibrar el envejecimiento de los componentes. También puede ayudar en la gestión de la alimentación: si los requisitos de refrigeración o los precios de la energía alcanzan valores críticos, Decathlon, por ejemplo, podría reducir dinámicamente la tensión suministrada a los componentes o la frecuencia del reloj para reducir las necesidades de refrigeración y el consumo eléctrico. Esta técnica, llamada modificación dinámica de la tensión y la frecuencia (DVFS), se lleva a cabo de forma que las tareas de TI no incumplan los acuerdos formalizados de nivel de servicio (SLA). Las tareas de TI pueden desplazarse a otros servidores para ahorrar electricidad o refrigeración. Antes, este tipo de migración se limitaba a muy pocas aplicaciones que admitían "check-pointing", pero ahora el mayor uso de servidores virtualizados facilita la migración.

La gestión coordinada se puede ampliar para incorporar recursos de varios centros de datos distribuidos geográficamente. Esto puede dar lugar a unos ahorros de energía adicionales del 5 al 10 por ciento. La principal ventaja de distribuir las cargas de TI entre centros de datos es que la capacidad instalada en cada uno puede ser menor que el máximo que se necesitaría si trabajaran aisladamente, ya que algunos recursos se pueden compartir. Esto también conduce indirectamente a un mejor uso de la energía. Una estrategia de reparto de cargas de TI aprovecha las variaciones de los precios de la energía a lo largo del día y las diferencias de temperatura ambiente entre los emplazamientos. En Decathlon se pueden extraer fácilmente predicciones del precio de la energía y predicciones de bajada de las temperaturas, de modo que solo queda por definir el flujo de información para la gestión de la carga de TI.

La gestión de las cargas de TI por todos los centros de datos proporciona beneficios, pero también está sujeta a limitaciones logísticas y legales. Por ejemplo, los datos pueden estar ligados a una determinada jurisdicción, lo que limita las posibilidades de migración. Además, los aspectos de seguridad y protección de datos pasan a ser importantes si los centros de datos

4 Diagrama del centro de datos con los componentes de refrigeración, TI y alimentación



pertenecen a entidades jurídicas distintas. Y también hay que tener en cuenta la demanda adicional de energía y los costes de comunicación acarreados por la migración.

Fiabilidad

Los principales fenómenos relacionados con el uso de un economizador que influyen en la fiabilidad son las fluctuaciones de humedad, la mala calidad del aire y las variaciones de temperatura. Para mejorar la fiabilidad, se puede controlar la calidad del aire de entrada y, si cae por debajo de ciertos umbrales, tomar medidas preventivas. Por ejemplo, Decathlon puede cerrar automáticamente las tomas de entrada de aire y cambiar a otros medios de refrigeración cuando estén amenazados los valores fijados de calidad del aire.

Los puntos calientes también influyen desfavorablemente en la fiabilidad. La supervisión y el control efectivos pueden tratar estas situaciones sin necesidad de aumentar la disponibilidad de refrigeración para todo el centro de datos. Esto reduce directamente los costes energéticos.

Otro método utilizado para aumentar la fiabilidad es mantener periódicamente los equipos críticos o sustituirlos antes de que se produzca el fallo. La intervención puede efectuarse después de un periodo fijo definido por el tiempo medio entre fallos o por la garantía del fabricante. Sin embargo, un método que sigua un periodo fijo no es lo ideal. Los perfiles de carga, y las condiciones ambientales y operativas pueden variar respecto a los valores promedio indicados por el fabricante por lo que lo mejor es adaptar de forma individualizada el mantenimiento y la sustitución de cada elemento del equipo. Una pérdida de rendimiento o un comportamiento inusual de los equipos puede indicar la proximidad de un fallo, por lo que la supervisión de las condiciones de funcionamiento de componentes críticos ayuda a planificar mejor las medidas de mantenimiento y sustitución.

Por ejemplo, las tensiones entre varios condensadores de un convertidor de potencia muestran caídas bruscas de tensión y oscilaciones inusuales poco antes de que falle el adaptador de alimentación. Si estas desviaciones se vigilan y rastrean automáticamente, se pueden iniciar medidas preventivas, como la reparación o la sustitución, en el momento idóneo. Esto reduce los tiempos de inmovilización de los equipos, ya que los fallos se predicen y se corrigen antes del fallo. En consecuencia, aumentan la fiabilidad y la disponibilidad del centro de datos. Además, se eliminan acciones de mantenimiento innecesarias y costes de sustitución.

ABB ha demostrado su capacidad para supervisar y asegurar la fiabilidad de los sistemas en una amplia gama de aplicaciones críticas en configuraciones industriales de alimentación y automatización. Esta experiencia pone a ABB en una posición perfecta para encargarse de los centros de datos con misiones críticas de los clientes, especialmente cuando se dispone de herramientas como Decathlon.

Una gestión avanzada de cargas, que podría integrarse en el sistema DCIM de ABB, Decathlon, puede dar lugar a un ahorro de energía del 20 al 40 por ciento.

Shrikant Bhat
Naveen Bhutani
ABB Corporate Research
Bangalore, India
shrikant.bhat@in.abb.com
naveen.bhutani@in.abb.com

Carsten Franke
ABB Corporate Research
Baden-Dattwil, Suiza
carsten.franke@ch.abb.com

Lennart Merkert
ABB Corporate Research
Ladenburg, Alemania
lennart.merkert@de.abb.com

Referencias

[1] J. B. Marcinichen et al., “A review of on-chip micro-evaporation: Experimental evaluation of liquid pumping and vapor compression driven cooling systems and control,” Applied Energy, vol. 92, issue C, pp. 147–161, 2012.
[2] J. B. Marcinichen et al., “On-chip two-phase cooling of data centers: Cooling system and energy recovery evaluation,” Applied Thermal Engineering, vol. 41, pp. 36–51, 2012.
[3] Subzero Engineering Inc., (2013, August) Hot aisle containment. [En línea]. Disponible en: http://www.subzeroeng.com/containment/hot-aisle-containment
[4] C. Ihtesham et al., “On-chip cooling by superlattice-based thin-film thermoelectrics,” Nature Nanotechnology, Vol. 4, Issue 4, pp. 235–238, 2009.
[5] El-Dessouky et al., “A novel air conditioning system: Membrane air drying and evaporative cooling,” Trans. IChemE, Vol. 78, Part A, pp. 999–1009, 2000.
[6] R. Zhou et al., “Optimization and control of cooling microgrids for data centers,” HP Technical Report, 2012.
[7] W. Nebel et al., “Untersuchung des Potentials von rechenzentrenübergreifendem Lastmanagement zur Reduzierung des Energieverbrauchs in der KIT,” Technical report, OFFIS Institut für Informatik, 2009.

En la bola de cristal

El futuro de la optimización del diseño de centros de datos

ZHENYUAN WANG, ALEXANDRE OUDALOV, FRANCISCO CANALES, ERNST SCHOLTZ – **“Optimización del diseño de los centros de datos” es una frase que se dice fácilmente , pero optimizar de verdad el diseño de un centro de datos es mucho más difícil de lo que parece, porque los propietarios, arquitectos e ingenieros de los que depende este empeño pueden tener distintas prioridades. La capacidad para conciliar los deseos de estas partes y para incluir las tendencias actuales y futuras del sector es fundamental en el arte de optimizar centros de datos. La eficiencia energética es una tendencia especialmente importante y dinámica, y la autosuficiencia energética con uso exclusivo de CC es un aspecto de esta tendencia que está llamando la atención en todo el mundo.**

Para los centros de datos, un mundo que sólo tuviera CC sería perfecto, especialmente porque la CC es connatural con la mayoría de las fuentes de energía renovables.

Los generadores eléctricos clásicos suelen estar basados en la corriente alterna (CA) y entre el generador y las cargas electrónicas de corriente continua (CC) de, por ejemplo, los centros de datos, puede haber varias etapas derrochadoras de conversión CA/CC/CA/CC. Un mundo únicamente con CC sería perfecto, especialmente porque la CC es connatural con la mayoría de las fuentes de energía renovable. Esta visión de la CC ha inspirado, por ejemplo, las ideas de "enernet" con microrredes de CC de EMerge Alliance, una asociación sectorial abierta sin ánimo de lucro que está fomentando la rápida adopción de una distribución segura de energía eléctrica en CC para edificios comerciales mediante el desarrollo de las normas adecuadas [1]. Reduciendo el número de etapas de conversión de CA/CC de la electrónica clásica de CA, un edificio CC podría ser un cinco a un quince por ciento más eficiente Además, generando energía eléctrica localmente a partir de biocombustible o de fuentes solares fotovoltaicas (FV) y eólicas, los edificios de balance energético nulo (ZEB) pueden convertirse en una alternativa autosuficiente a los edificios convencionales alimentados desde el exterior. Los centros de datos son una importante área de aplicación de esta idea.

Imagen del título
El rendimiento de los servidores es sólo uno de los muchos factores a tener en cuenta al diseñar un centro de datos.

Otras consideraciones

Pero la optimización de centros de datos exige otras consideraciones, además de la eficiencia energética.

Capex y opex

Son muchos los factores que influyen en el coste final de una determinada arquitectura; por ejemplo, la atenuación de las corrientes armónicas inyectadas en la red de CA puede necesitar la incorporación de un equipo de filtrado entre la red eléctrica y el centro de datos, lo que aumenta los capex (gastos de capital).

Fiabilidad y disponibilidad

Los diseños tradicionales de centros de datos de CA se clasifican en diferentes niveles o tier, cada uno de ellos con sus requisitos de fiabilidad y disponibilidad (páginas 11–15 de este número de *ABB Review*). Aparte del perjuicio en la imagen pública, los cortes también pueden tener un enorme impacto económico sobre el propietario/operador de un centro de datos. Una función de autorreparación en la red de suministro puede mejorar la fiabilidad, lo que va haciéndose cada vez más popular en los centros de datos. Por otro lado, la mejora de la fiabilidad y la disponibilidad suele acarrear más costes.

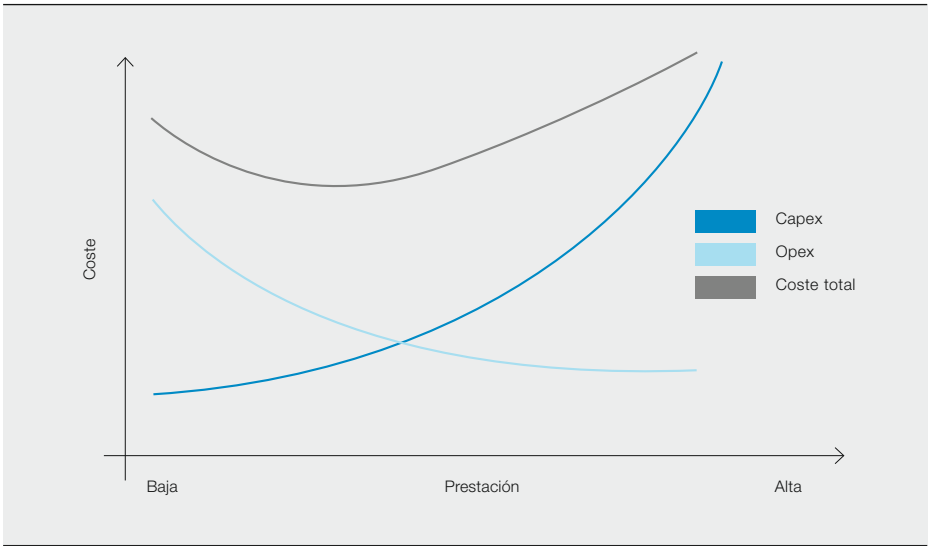
Protección y seguridad

Deben aplicarse rigurosamente medidas de protección y seguridad adecuadas.

Escalabilidad

Para satisfacer las crecientes demandas, algunos propietarios de centros de datos se proponen ampliar gradualmente su capacidad de servidores y de suministro de energía. Esto último puede incluir la

1 Determinación del coste total de propiedad mínimo para un solo objetivo de prestaciones (por ejemplo, fiabilidad, eficiencia, impacto ambiental)



Generando energía eléctrica localmente a partir de biocombustible o fuentes solares fotovoltaicas (FV) y eólicas, los edificios de balance energético nulo pueden convertirse en una alternativa autosuficiente a los edificios convencionales alimentados desde el exterior.

consideración del tipo y la cantidad de generadores de reserva, configuración de UPS modulares de convertidor/batería, etc.

Espacio ocupado
La menor ocupación de espacio es una ventaja si los bienes inmuebles son caros. Pero esto significa mayor densidad de potencia en los bastidores de servidores, los convertidores de UPS, etc., y mayores costes de refrigeración.

Renovables
Debe ser fácil incorporar fuentes de energía renovable, especialmente FV y eólica. El uso de fuentes renovables mejora la imagen pública del centro de datos y en lugares con abundantes recursos renovables, se puede recuperar parte de gastos de capital. La tendencia hacia los centros de datos "verdes" crece en todo el mundo.

Balance energético nulo (ZNE)
Los centros de datos ZNE suelen ser más pequeños que la media y a menudo disponen de acceso a recursos de energía renovables. En la mayoría de los casos hará falta una compañía eléctrica de reserva y un acuerdo de servicio además de almacenamiento de energía.

Refrigeración
Los centros de datos modernos tienen densidades de potencia en los bastidores de equipos por encima de 10 kW/bastidor, y va a seguir aumentando. Por encima de 20 kW/bastidor se utiliza refrigeración por líquido, lo que se traducirá en un capex inicial mayor.

Ubicación
La ubicación geográfica del centro de datos es una consideración importante cuando hay varias opciones. La ubicación afecta al coste del terreno, la electricidad, el coste inicial y de explotación de la refrigeración, etc.

La pregunta es: con tantos factores interconectados que afectan a la decisión final sobre la arquitectura, ¿cómo se puede determinar una arquitectura óptima?

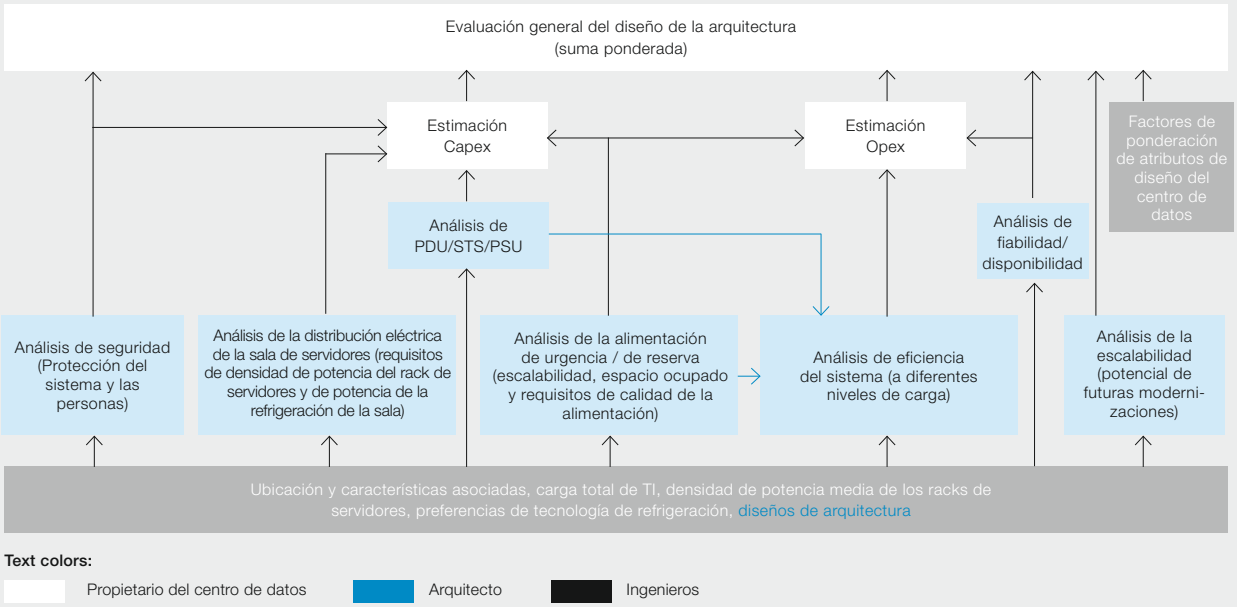
¿Es posible un diseño óptimo?

Es importante definir qué se entiende por "diseño óptimo". Para unos, es un diseño que proporciona el coste total de propiedad (TCO) mínimo para un objetivo de prestaciones fijado → 1. Para otros, puede ser el que minimiza el impacto ambiental, o el que ocupa menos espacio, o el que presenta la eficiencia máxima, etc. Para un promotor ecológico con un gran sentido de responsabilidad ambiental y una sólida posición de capital, "óptimo" significaría probablemente "más ecológico"; para un pequeño promotor que busque una rentabilidad rápida, "óptimo" puede ser un capex inicial mínimo, y quizá no se interese por costosas tecnologías renovables.

Siempre es posible un diseño óptimo de la arquitectura del centro de datos para un determinado promotor que tenga claros sus objetivos. Pero habrá que establecer algunas hipótesis y condiciones fundamentales:

– El número de años que debe funcionar el centro de datos antes de una renovación importante.

2 **Proceso de optimización del diseño de la arquitectura del centro de datos. Las flechas muestran las dependencias; los puntos de análisis técnico están en los bloques azul claro.**



- La ubicación geográfica del centro de datos propuesto, ya que ello determina el coste del terreno y de la energía, la posibilidad de suministros alternativos de energía, la climatología (costes de refrigeración) y factores como los contratos con empresas que presten servicios auxiliares, o con otros propietarios de edificios a los que se presten servicios de calefacción central (esto puede ayudar a compensar gastos).
- La densidad de potencia media de los bastidores de servidores durante la vida útil prevista del centro de datos.
- Los objetivos de fiabilidad y disponibilidad o, alternativamente, la penalización anual que se puede admitir por cortes.
- Las limitaciones del emplazamiento (espacio disponible, suministros de compañías y requisitos de conexión).
- El plan a largo plazo para el emplazamiento y el centro de datos.

Una vez sentada la definición de “óptimo” y las hipótesis y condiciones fundamentales, pueden establecerse y analizarse múltiples diseños de arquitectura de centros de datos a fin de determinar el mejor candidato. Pero este proceso requiere la intervención de todas las partes: el propietario, el arquitecto y los ingenieros (de TI, de red, eléctricos, de refrigeración, etc.) → 2.

Función del propietario del centro de datos

El propietario del centro de datos (o el destinatario de la solución de arquitectura optimizada) juega un papel crucial en el proceso de optimización, ya que está familiarizado con muchos aspectos que afectan al diseño del centro de datos. Algunos de esos aspectos son los siguientes:

- La ubicación geográfica, con la información correspondiente mencionada más arriba.
- La capacidad de carga prevista (en MW) a corto plazo y en el futuro. Esto afecta a las consideraciones de sobredimensionamiento y fiabilidad del equipo eléctrico.
- La densidad de potencia media de los bastidores de servidores (kW/bastidor). Esto influirá en el diseño del sistema de refrigeración y en el dimensionamiento del equipo eléctrico.
- Las tecnologías de refrigeración preferidas.

Aún más importante es que el propietario aporte al proceso la mayor cantidad de datos, pues es él quien ponderará los distintos atributos en la evaluación final.

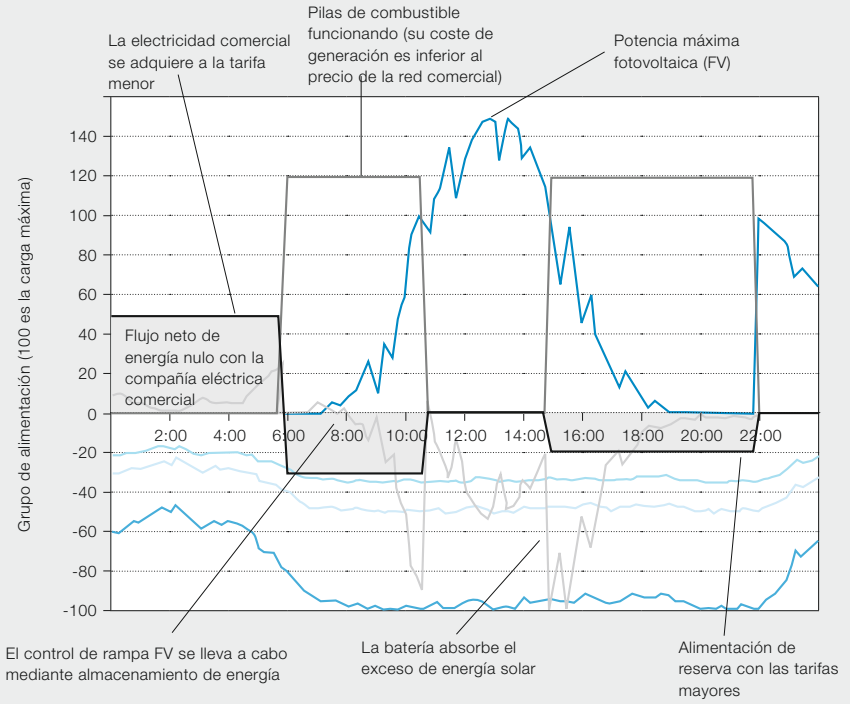
Función del arquitecto

Basándose en la información suministrada por el propietario, el arquitecto del centro de datos propondrá varios diseños. Estos pueden basarse en CC, CA

La escalabilidad es importante ya que, para cumplir los requisitos de crecimiento; algunos propietarios de centros de datos prevén ampliar gradualmente la capacidad de servidores y de alimentación.

La minimización de los costes y la maximización de la eficiencia energética son los dos objetivos de diseño más importantes de un centro de datos (la fiabilidad es un requisito dado y no se puede discutir).

3 Un centro de datos ZNE no debe consumir energía neta de la red eléctrica comercial durante un tiempo especificado



convencional o una combinación de ambas. Un diseño puede también incorporar varias fuentes de energía de emergencia/reserva, esquemas de protección, etc. En principio, la arquitectura determinará aproximadamente los atributos de coste y prestaciones de un centro de datos (luego se determinarán cifras más precisas mediante cálculos de ingeniería y evaluaciones más rigurosas.

Función del ingeniero

El análisis de ingeniería ocupa el papel central después de que se hayan clarificado los requisitos del propietario y la arquitectura. Solamente el suministro de la alimentación de energía eléctrica implica numerosos análisis ➔ 2:

- Análisis de la unidad de distribución de energía eléctrica (PDU), el conmutador estático de transferencia (STS) y el grupo de alimentación (PSU). Dependiendo de la arquitectura y la carga total de TI, se debe determinar el tipo, la clasificación, el espacio ocupado, la densidad de potencia, la eficiencia, la fiabilidad, el coste y la cantidad que se precisa.
- Análisis de la distribución de energía eléctrica de la sala de servidores. Dependiendo de la densidad de potencia del bastidor de servidores y la tecnología de refrigeración elegida, este análisis determina el tamaño, la longitud y la puesta a tierra para seguridad de la barra de distribución de energía y el alimentador.
- Análisis de la alimentación de emergencia/de reserva. Por alimentación eléctrica de emergencia se entiende los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), que pueden basarse en baterías, ultracondensadores o volantes de inercia; la alimentación de reserva se refiere a grupos de generadores diésel u otros tipos de dispositivos de generación que pueden proporcionar energía durante horas o días. El arquitecto puede haber tenido en cuenta el tipo y la redundancia, pero este análisis detalla la categoría, los dispositivos auxiliares (protección y control), el espacio ocupado, la eficiencia, la fiabilidad, los costes y la cantidad de estos elementos de alimentación. Las diferencias de costes de construcción entre tecnologías alternativas se tienen en cuenta en el diseño de las salas de alimentación de emergencia/reserva (por ejemplo, salas de convertidores/baterías).
- El análisis de seguridad determina los dispositivos de protección apropiados y el establecimiento de tomas de tierra, incluyendo el tipo, la categoría y la cantidad de los dispositivos de protección y el tamaño y la longitud de los cables de conexión a tierra. La función limitadora de la corriente de fallo de los convertidores se tiene en cuenta en el dimensionamiento del dispositivo de protección.
- El análisis de la eficiencia del sistema se hará al menos para tres niveles de carga: 20, 50 y 100 por cien. Las curvas de eficiencia de PDU STS/PSU y convertidores de UPS son los datos principales para este análisis. Las líneas de suministro de distribución de la sala de servidores son muy cortas y su eficiencia puede estimarse en el 100 por cien, cuando se consideren.

Pueden elaborarse y analizarse varios diseños para determinar el mejor candidato.

– El resultado del análisis de eficiencia del sistema es el dato principal para la estimación de los gastos de explotación (opex), al igual que el coste del funcionamiento en emergencia/reserva del centro de datos y las pérdidas de ingresos o penalizaciones por cortes de funcionamiento. El capex se estima basándose en los costes de los equipos de alimentación/distribución de TI y de protección de los centros de datos. Se considera que otros tipos de opex y capex son los mismos para todos los diseños de arquitectura y no se contemplan en el proceso de optimización.
– El análisis de fiabilidad/disponibilidad es importante para asegurar que la arquitectura cumple ciertos requisitos [2]. A este respecto, un diseño de centro de datos de CC puede estar a la altura de un diseño de CA de nivel superior gracias a los ahorros en las etapas de conversión de energía.
– El análisis de escalabilidad contempla los posibles beneficios de la modularidad de los equipos de alimentación y la sustitución "en caliente", o el centro de datos integrado.

Evaluación general del diseño de la arquitectura

La evaluación general suele ser sencilla: puede ser un simple cálculo de suma ponderada. Sin embargo, como se explicó antes, sobre el propietario del centro de datos recae la responsabilidad final de la asignación de valores ponderales a los distintos atributos del diseño.

Tendencias

En general, la minimización de costes y la maximización de eficiencia energética pueden considerarse los dos objetivos de diseño más importantes de un centro de datos (la fiabilidad es un requisito dado y no se discute). Además, la optimización del diseño de un centro de datos tiene que tener en cuenta las principales tendencias del sector:
– Más ecológico: los diseños que emplean energías renovables o con menos carbono presentan un interés creciente. El objetivo es un centro de datos de balance neto de energía nulo (ZNE).
– Modular: los centros de datos pueden construirse rápidamente y mantenerse con bastidores de servidores, módulos de alimentación, grupos de baterías, equipos de refrigeración y módulos de generadores normalizados y enchufables.
– Más nubes: se pueden aprovechar las economías de escala alojando los servicios de TI de varias organizaciones, especialmente de proveedores de servicios en la nube, en un único centro de datos.
– Más caliente: con la llegada de los servidores "blade", la densidad de potencia de los bastidores de servidores ha aumentado mucho y la refrigeración se ha complicado.

Además, el concepto de edificio ZNE está atrayendo la atención por diversos motivos [3] que también son relevantes para los centros de datos:
– Disminución rápida de los precios de las tecnologías de generación local (principalmente paneles FV).
– Cargas controlables: calefacción, ventilación, aire acondicionado e iluminación; la carga de TI puede desplazarse, especialmente en centros de datos de servicios informáticos en la nube.
– Avances en tecnologías de construcción de edificios de alto rendimiento energético (en el caso de los centros de datos, arquitecturas más eficientes).

Por definición, un centro de datos ZNE no debe consumir energía neta de la red eléctrica comercial durante un tiempo especificado ➔ 3. Puesto que los centros de datos se caracterizan por una densidad de consumo muy alta (100 veces la de un edificio de oficinas medio) con poca variación diaria/estacional, hay que tener en cuenta varios factores fundamentales en el diseño de la arquitectura de centros de datos ZNE:
– Disponibilidad de suministro de energía de generación local.
– Tipo, modo de funcionamiento y tamaño de la generación local.
– Equilibrio de cargas de TI.
– Predicción a corto plazo de la carga de TI y la generación local.

El diseño puede ser de CA o de CC. Sin embargo, un diseño de CC es más eficiente y facilita el funcionamiento ZNE.

Para los centros de datos ZNE alimentados con pila de combustible y FV, el trabajo con microrredes, es decir, autoalimentado y aislado de la red, es una posibilidad real. Pero la optimización del diseño para admitir el trabajo con microrredes y los demás requisitos mencionados anteriormente es otra cuestión.

El propietario aporta la mayor cantidad de datos al proceso, pues es él quien ponderará los distintos atributos en la evaluación final.

Zhenyuan Wang
Ernst Scholtz
ABB Corporate Research
Raleigh-Durham, NC, Estados Unidos
zhenyuan.wang@us.abb.com
ernst.scholtz@us.abb.com

Alexandre Oudalov
Francisco Canales
ABB Corporate Research
Baden-Dattwil, Suiza
alexandre.oudalov@ch.abb.com
francisco.canales@ch.abb.com

Referencias

[1] B. T. Patterson, "DC, Come Home," IEEE Power & Energy Magazine, November/December, 2012.
[2] F. Bodi, "DC-grade" reliability for UPS in telecommunications data centers," in 29th International Telecommunications Energy Conference, Rome, Italy, 2007, pp. 595–602.
[3] S. Pless, P. Torcellini, "Net-Zero Energy Buildings: A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options," National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, Technical Report TP-550-44586, 2010, Available: http://www.nrel.gov/sustainable_nrel/pdfs/44586.pdf

Recarga rápida

La recarga instantánea es el billete para un transporte limpio

BRUCE WARNER, OLIVIER AUGÉ, ANDREAS MOGLESTUE – Si es de las personas que piensan que la recarga de vehículos eléctricos consiste en enredar con cables de cargador y en esperas largas e improductivas, va a tener que cambiar de opinión. ABB ha desarrollado (junto con sus asociados) un autobús eléctrico que no solo se recarga automáticamente en 15 segundos, sino que además ofrece una alta capacidad de transporte y una gran eficiencia energética. El autobús se conecta desde la parte superior a una toma de carga de alta potencia cuando se detiene en una parada y recarga las baterías mientras los pasajeros suben y bajan. Además de ser un atractivo medio de transporte, el autobús TOSA que actualmente funciona en la ciudad suiza de Ginebra ofrece numerosas ventajas medioambientales. Es silencioso, no produce emisiones y utiliza baterías pequeñas y de larga duración; además, el caos visual de tendidos aéreos y postes de alta tensión, que a menudo supone un obstáculo para la aceptación de los trolebuses, ya forma parte del pasado. El sistema es intrínsecamente seguro debido a que los conectores superiores únicamente se activan cuando se conectan, de manera que se evitan los campos electromagnéticos asociados con el concepto de carga inductiva. La demostración ha tenido tanto éxito que el concepto se está desarrollando para su producción en serie. Que empiece el futuro.

El mundo es cada vez más urbano. En 2008, por primera vez en la historia de la humanidad, más de la mitad de la población del planeta residía en ciudades. Las ciudades plantean gran número de retos, entre ellos la organización eficiente del transporte. Para evitar los atascos y reducir la contaminación, los planificadores de todo el mundo fomentan actualmente el uso del transporte público.

El transporte público en las ciudades puede adoptar muchas formas, pero todas tienen en común que se requiere trasmitir energía desde un dispositivo de suministro fijo a un vehículo en movimiento. Al margen de algunas soluciones particulares, esta transmisión se realiza de dos formas: la energía se almacena en el vehículo (normalmente, en forma de combustible diésel, como en el caso de los autobuses) o se trasmite eléctricamente (lo que requiere un sistema de contacto continuo, como en el metro, los tranvías o los trolebuses). Esta segunda forma de transporte se suele utilizar en trayectos muy concurridos, ya que resulta más fácil de justificar la importante inversión en infraestructura. La primera solución se adopta normalmente en trayectos menos frecuentados, ya que el menor coste inicial permite crear o modificar rutas de manera más flexible.

Esta situación se ha mantenido durante muchas décadas, pero ¿cuánto tiempo más se podrá mantener? El aumento del precio del combustible y la menor aceptación del ruido y la contaminación han obligado a los fabricantes y operadores a buscar alternativas al diésel en la propulsión de los autobuses ➔ 1. Entre las distintas soluciones probadas hay combustibles menos convencionales (como el gas natural) y la adopción de conceptos de propulsión alternativa, como autobuses híbridos, autobuses con baterías y trolebuses. Una característica que comparten

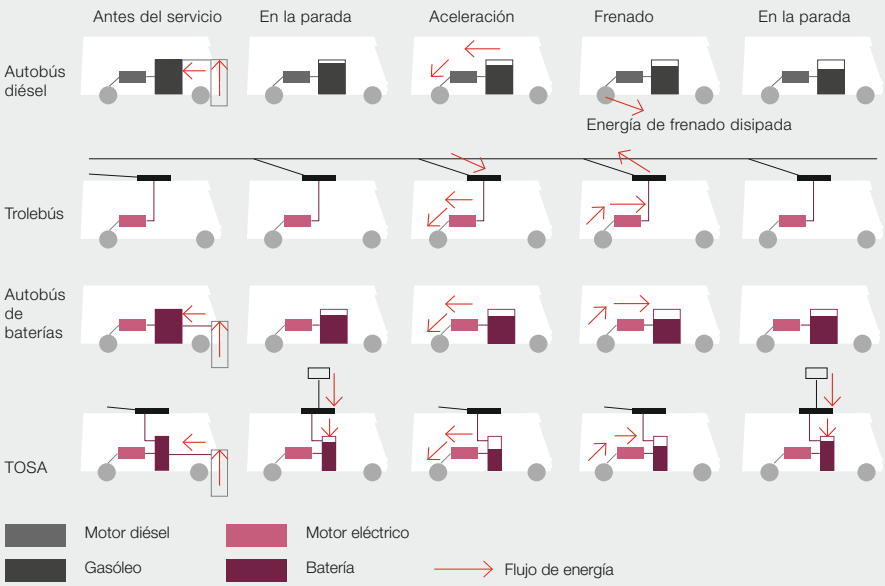
> La recuperación de energía cuando el autobús frena ayuda a reducir el gasto innecesario.

Imagen del título
El autobús de demostración TOSA presta actualmente servicio público en Ginebra.

1 Signos de cambio

- La Agencia Internacional de la Energía prevé que los precios del petróleo permanecerán por encima de 100 $/barril en el futuro previsible.
- Un estudio de McKinsey prevé que el precio de las baterías de iones de litio para coche bajará casi un 75 por ciento (desde el nivel actual) en 2025.
- Se están aplicando impuestos sobre el carbón por todo el mundo, y aún subirán más.
- Hay presión internacional para reducir las emisiones del transporte por carretera (por ejemplo, las normas de emisiones EURO 6)
- Los avances en la electrónica de potencia (frecuencias de conmutación más altas, menores pérdidas, convertidores más compactos) están aumentando la viabilidad de soluciones totalmente eléctricas.

2 Comparación de modos de funcionamiento



3 Alternativas al tendido aéreo

La idea de transmitir electricidad a los vehículos por medios distintos del tendido aéreo no es nueva. Al principio del siglo XX, diversos sistemas de tranvía utilizaron el denominado "conduit", un conductor empotrado en una estrecha ranura en el pavimento. La ranura podía verse obstruida por suciedad y no se podía excluir el riesgo de descargas eléctricas a otros usuarios de la carretera. Varios fabricantes han vuelto a considerar la idea en los últimos años, sustituyendo el conducto por un contacto más seguro y avanzado o por una transmisión basada en la inducción. Esto se puede combinar con baterías que eviten la necesidad de empotrar el costoso equipo a lo largo del todo el recorrido. También se puede usar la inducción para cargar otros vehículos de transporte terrestre, incluidos los autobuses. Sin embargo, el sistema sigue presentando diversos inconvenientes, incluyendo las pérdidas de energía durante la carga y el elevado coste de enterrar la infraestructura de carga.

El sistema de carga ultra-rápido "flash charging" de ABB es intrínsecamente seguro porque los puntos de carga sólo se activan cuando el autobús está realmente conectado → 5. Como utiliza una conexión eléctrica directa, se evitan las preocupaciones por los campos electromagnéticos. Además, al no requerir la instalación de maquinaria pesada bajo el pavimento se simplifica el proceso de construcción.

estos tres últimos ejemplos es que utilizan motores eléctricos, lo que permite que la energía se recupere cuando frena el vehículo y reducir el gasto innecesario de energía. Pero recuperar la energía no es estrictamente lo mismo que reutilizarla. Los vehículos híbridos y con baterías utilizan baterías que compensan el desequilibrio entre la alimentación y la demanda, mientras que, en el caso de los trolebuses, este problema se solventa a través de las subestaciones y la red eléctrica → 2.

Los autobuses con baterías tienen limitaciones. A pesar del considerable progreso de la tecnología de baterías, su densidad energética está lejos de alcanzar la del combustible diésel[1]. El peso extra que las baterías añaden al autobús incide negativamente en su huella energética y el espacio que ocupan puede repercutir en la capacidad de transporte de pasajeros. Se puede contrarrestar utilizando menos baterías (y recargándolas con mayor frecuencia), pero estas visitas adicionales a la estación de recarga suponen una pérdida de tiempo y productividad.

El trolebús sortea estos inconvenientes. La ausencia de un voluminoso sistema de almacenamiento de energía a bordo reduce el peso del vehículo y permite una mayor aceleración utilizando menos energía. La desventaja, sin embargo, se encuentra en el tendido aéreo. Es costoso de instalar y mantener y no siempre se acepta, por su impacto visual → 3.

Nota a pie de página

1 El combustible diésel tiene una densidad energética aproximada de 46 MJ/kg, mientras que las baterías recargables tienen todavía menos de 1 MJ/kg.

4 Socios en el proyecto TOSA

Las siguientes cuatro empresas iniciaron el proyecto TOSA:
- TPG, la empresa de transporte público de Ginebra
- OPI, la oficina de promoción de la industria de la región del lago Ginebra
- SIG, compañía eléctrica de Ginebra
- ABB (ABB Secheron Ltd.)

(de ahí el nombre TOSA, que también significa "alimentación del sistema de optimización del trolebús" o sistema optimizado de carga de trolebuses)

Otros socios del proyecto son:
- Palexpo (centro ferial) y aeropuerto de Ginebra
- Hepia (Universidad de ciencia aplicada), diseño arquitectónico de las paradas del autobús
- HESS, fabricante del autobús
- Cantón de Ginebra, Oficina Federal de Energía, Oficina Federal de Carreteras
- Universidades EPFL y HeArc

5 El autobús se recarga en las paradas mediante contactos montados en el techo que se acoplan con una guía láser

El tendido aéreo de los trolebuses es costoso de instalar y mantener y no siempre se acepta, por su impacto visual.

¿Hay alguna forma de disponer de un autobús con baterías que no requiera un sistema de almacenamiento de energía voluminoso y pesado, o dejar fuera de servicio frecuentemente el vehículo mientras se realiza una recarga completa?

Transporte de pasajeros, no de baterías

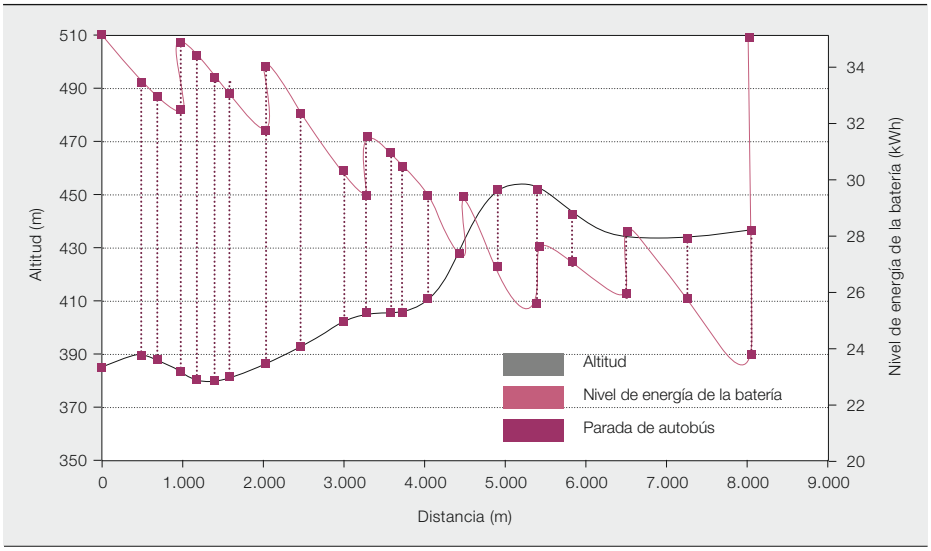
Una diferencia fundamental entre los autobuses y los coches es que los autobuses siguen rutas fijas. La cuestión de la autonomía, de gran importancia en los coches eléctricos, es bastante más manejable en el de los autobuses, pues se reduce a la "distancia hasta la próxima oportunidad de recarga". Teniendo en cuenta que los autobuses se detienen a intervalos regulares y predecibles, los puntos de recarga se pueden situar en las paradas. Dado que el autobús se puede recargar en estos puntos, se evita la necesidad de transportar baterías voluminosas y pesadas, por lo que el vehículo es más ligero, ágil y eficiente con la energía, además de disponer de más espacio para los pasajeros. Por otra parte, si es posible reducir el tiempo de recarga al tiempo en que el autobús se debe detener en las paradas, se pueden evitar los efectos negativos del retraso. Junto con sus asociados → 4, ABB ha desarrollado el autobús TOSA, que presenta una solución basada en este enfoque.

Recarga instantánea y red inteligente

La recarga de alta potencia (400 kW, 15 s) de las baterías de alta densidad de potencia del autobús produce picos de carga que afectan a la red local. Pero la estación del cargador instantáneo suaviza la demanda recargando unos supercondensadores durante unos pocos minutos y tomando de la red una intensidad menor. Dado que esta intensidad es hasta 10 veces menor de lo que sería sin

El autobús de demostración TOSA seguirá funcionando en una línea corta del servicio público de Ginebra, Suiza, hasta abril de 2014

6 Recargas breves para mantener el nivel de la batería



almacenamiento, la conexión se puede realizar con una alimentación de baja potencia más barata y accesible. Por otra parte, la recarga de los supercondensadores se programa de manera que permanezcan descargados durante más tiempo cuando el servicio del autobús sea de menor frecuencia. Teniendo en cuenta que, con tensiones elevadas, la vida útil de los supercondensadores se acorta, esta función "inteligente" permite duplicarla.

Teniendo en cuenta el tiempo limitado disponible en las paradas (los pasajeros suelen tardar en bajar y subir unos 15–25 s), el establecimiento de la conexión eléctrica se debe realizar en el menor tiempo posible. De hecho, la conexión eléctrica se establece en menos de un segundo. Al aproximarse a una parada, el conductor del autobús es responsable de supervisar la seguridad de los pasajeros y los peatones, además de vigilar el tráfico circundante. Con el fin de evitarle tareas añadidas, el sistema de conexión es automático. Un láser alinea el equipo móvil del techo del autobús con el receptáculo aéreo fijo → 5. La conexión se establece en cuanto se aplican los frenos.

Teniendo en cuenta que el receptáculo se encuentra muy por encima de la superficie de la calzada y que además únicamente se activa cuando el autobús está presente, se trata de una solución intrínsecamente segura.

El horario define el servicio y la economía

Los costes de explotación de un servicio de autobuses dependen en gran medida del salario de los conductores, la frecuencia de los horarios y el tamaño de la flota. Por lo tanto, es posible que el cambio del suministro diésel al eléctrico no reduzca la velocidad media comercial ni suponga un incremento del tamaño de la flota para prestar el mismo servicio.

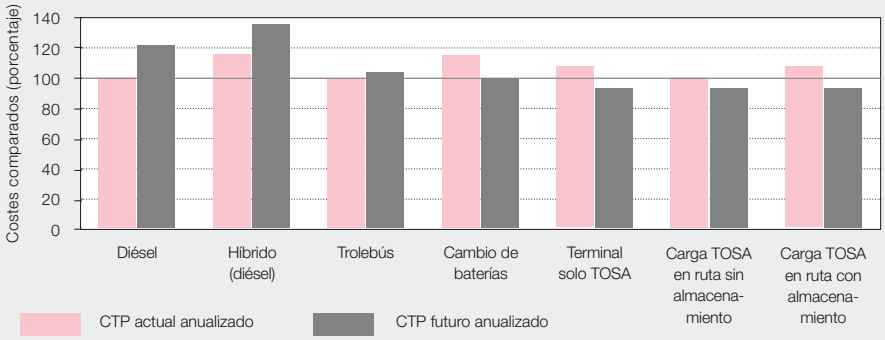
Fue este requisito el que propició la creación de dos tipos de estaciones de suministro a lo largo de la ruta: la estación instantánea y la estación terminal. Como se ha descrito, las estaciones instantáneas proporcionan un suministro de energía de alta potencia en poco tiempo. Pero extraer 400 kW en 15 segundos no basta para recargar completamente las baterías → 6. Por tanto, se establecen cargas más prolongadas, de tres a cinco minutos a 200 kW, en las paradas de fin de trayecto, en las que los autobuses se detienen durante más tiempo (para que el conductor se tome un descanso y para disponer de un margen si el autobús lleva retraso).

El autobús realiza una carga de 400 kW en 15 segundos mientras se encuentra en una parada.

7 La tecnología se presentará en una ruta de autobús largo de Ginebra

- 11 autobuses articulados (18 m)
- Dos ejes motores (de los tres existentes)
- Baterías por autobús equivalentes a unos dos coches eléctricos (38 kWh)
- Cada autobús tiene capacidad para 134 pasajeros
- La carga extrae electricidad de la red de baja tensión de 400 V de CA

8 La carga instantánea ya es una solución competitiva. Su competitividad aumentará aún más en el futuro.



No se recogen los costes comunes a todos los modos (como el conductor).

Por lo tanto, el tiempo necesario para la recarga en la terminal no hará que el autobús se retrase o no sea capaz de recuperar el retraso acumulado.

El cargador de la terminal consiste en un rectificador de diodos de 12 impulsos que convierte la alimentación de entrada de CA en CC de una manera similar a la de los ferrocarriles, tranvías o trolebuses de CC. La tensión que se utiliza en este caso es de 500 V. Esta solución es sencilla y económica, además de extremadamente fiable.

> El autobús TOSA es intrínsecamente adecuado para el uso de energías renovables.

El cargador instantáneo tiene una configuración electrónica de potencia más complicada, pero más flexible. Utiliza un rectificador controlado para cargar los supercondensadores. Es capaz de regular la magnitud de la intensidad de carga. Cuando el autobús se conecta con el controlador se cierra un contacto en el lado de salida de los supercondensadores para descargarlos en el autobús.

Durante el funcionamiento, las baterías reciben recargas añadidas cuando frena el autobús. En lugar de utilizar un sistema basado en la fricción que convierte toda la energía cinética en calor, los motores del autobús cambian al modo de generador y devuelven gran parte de esta energía a las baterías ➔ 2.

La carga de las baterías en un trayecto normal se muestra en ➔ 6. En el gráfico se muestra cómo se recargan las baterías en las paradas, si bien en la parada de fin de trayecto reciben una carga mayor.

Existe un tercer tipo de cargador en la cochera que aplica una carga durante más tiempo para compensar la energía que se requiere entre la línea de servicio y la ubicación de la cochera. Dado que se dispone de más tiempo para la recarga, no se necesita en la cochera ninguna estación de recarga instantánea. El autobús se conecta a una fuente de alimentación específica con un cable. Es posible conectar un total de cuatro autobuses a un cargador de cochera, que los recarga secuencialmente. La configuración eléctrica es idéntica a la de la terminal, un rectificador de diodos de 12 impulsos, si bien la potencia nominal de la cochera es de 50 kW, frente a los 200 kW de la terminal.

Energías renovables

El autobús TOSA es intrínsecamente adecuado para el uso de energías renovables. A diferencia de los vehículos eléctricos clásicos, que se suelen recargar cuando se regresa a casa por la tarde, el autobús se recarga durante el día y, por lo tanto, puede utilizar directamente la energía solar a medida que se genera. La capacidad de las estaciones de recarga instantánea para almacenar energía durante períodos cortos y atenuar los picos de carga permite además proteger el sistema contra las fluctuaciones a corto plazo de la generación de energía solar.

Demostración en Ginebra

El autobús de demostración TOSA funciona actualmente en una línea corta del servicio público de Ginebra, Suiza (entre el aeropuerto y el centro de congresos PALEXPO). La demostración continuará hasta abril de 2014. Hasta la fecha, el autobús ha funcionado a la perfección. El paso siguiente consistirá en la implantación de la tecnología en una línea de autobús completa en Ginebra ➔ 7.

Una solución competitiva

El sistema de recarga instantánea de autobuses de ABB ya es competitivo en la actualidad y lo será más en el futuro. Una comparación económica entre la recarga instantánea y otros modos se muestra en ➔ 8. El escenario futuro previsto se basa en la hipótesis de un aumento del coste de los combustibles y de las exigencias de disminución del CO_2, así como de la reducción del coste de las baterías.

Considerando que los autobuses diésel resultan cada vez menos atractivos, tanto económicamente como desde el punto de vista de las emisiones, y considerando además que los operadores buscan formas modernas de transporte sin cables colgantes en las calles, la recarga instantánea está bien posicionada para reemplazar tanto las rutas urbanas de los trolebuses existentes como las rutas de diésel.

Bruce Warner
Olivier Augé
ABB Sécheron S.A.
Ginebra, Suiza
bruce.warner@ch.abb.com
olivier.auge@ch.abb.com

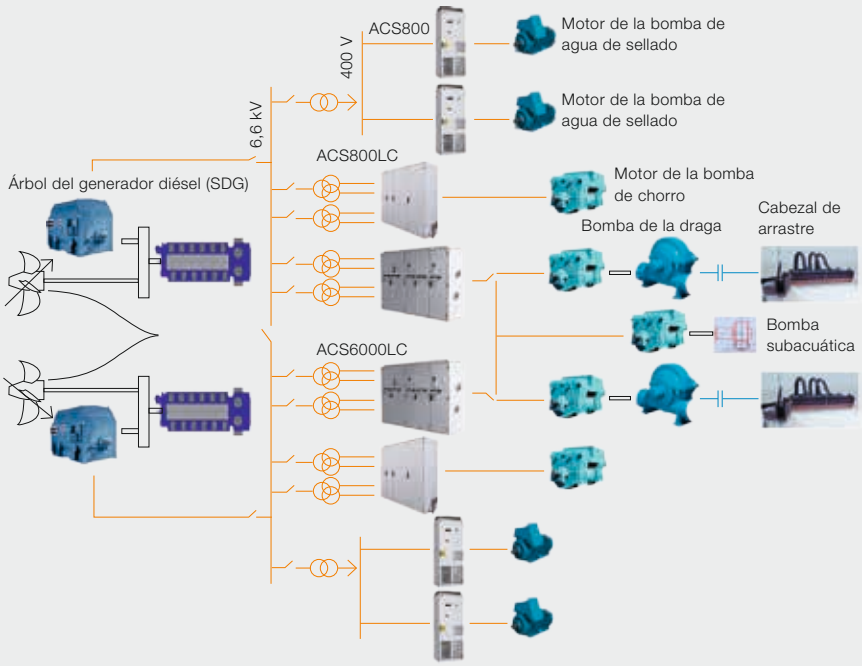
Andreas Moglestue
ABB Review
Zúrich, Suiza
andreas.moglestue@ch.abb.com

Al mando

La unidad de control de los accionamientos de draga de ABB ofrece una plataforma de control más fiable e integrada para los sistemas de motores de dragado

DAVID-BINGHUI LI, EVAN-FEI E, VISTA-HAO FENG, WEIWEI LONG – Los controladores lógicos programables (PLC) son la columna vertebral de la automatización de procesos electromecánicos. Diseñados para diversas disposiciones de E/S, intervalos ampliados de temperatura, inmunidad frente al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y el impacto, se adaptan bien a una amplia gama de tareas de automatización. Casi cualquier función de línea de producción, procesamiento o máquina se puede mejorar en gran medida utilizando este tipo de control. ABB ha elevado su propio sistema de PLC a un nuevo nivel, desarrollando un avanzado PLC para controlar, proteger y supervisar a todos los consumidores y sistemas de dragado que funcionan en los buques de draga con tolva de succión final. Su singularidad radica en el hecho de que la nueva unidad de control de accionamientos de la draga (DreDCU) controla simultáneamente varias cadenas de accionamientos. ABB ha instalado con éxito la unidad en tres buques.

1 Configuración típica de una draga de tolva



Una draga con tolva de succión final (TSHD) dispone de bombas y motores de gran potencia que le permiten aspirar los sedimentos de océanos o ríos. Uno o dos tubos de aspiración salen del buque hasta llegar al lecho de sedimentos. Un cabezal de dragado está conectado al final del tubo y desciende hasta la parte superior del lecho de sedimentos para regular la mezcla de arena y agua que se aspira. Por lo general, una TSHD almacena el material dragado en su propia tolva y descarga el agua sobrante por la borda. El material se puede descargar a través de las escotillas por el fondo del buque o mediante bombeo para recuperación de tierras o regeneración de playas.

Debido a que una TSHD se utiliza en una amplia gama de aplicaciones y puede dragar y transportar material a grandes distancias, a menudo se le conoce como el caballo de batalla de la industria de dragado.

Un sistema de accionamientos eléctricos TSHD típico incorpora una serie de motores diésel que propulsan generadores que suministran energía eléctrica a los principales convertidores de frecuencia que alimentan a todos los consumidores de dragado relevantes → 1.

Entre los consumidores se encuentran los motores de las bombas de lodos de draga, de agua a presión, submarinas y de agua de sellado. Cada una de las cadenas de accionamientos incluye un transformador de accionamientos, un accionamiento y un motor.

Necesidades de ajuste

Hace solo cinco años, únicamente unos pocos consumidores de dragado, como las bombas de agua a presión, se controlaban mediante un convertidor de frecuencia, con un control y una protección sencillos basados en el producto. El resto de los grandes consumidores de dragado seguían propulsados por motores diésel con sistemas de control independientes. Por lo tanto, el control de los accionamientos era sencillo y lo gestionaba con facilidad el firmware de los accionamientos.

Sin embargo, se hizo evidente que se podría conseguir una gran eficiencia en el consumo de combustible si un mayor número de consumidores de dragado se controlaba mediante convertidores de frecuencia. La incorporación de más consumidores al control de los accionamientos complica claramente el proceso de control. Por ejemplo, se debe controlar una función adicional de inversión entre una bomba de lodo y una bomba submarina, o se debe supervisar una función de maestro/esclavo entre dos bombas de dragado. No obstante, esta necesidad de mayor cooperación entre las diferentes cadenas de accionamientos y de protección para cada cadena a nivel del sistema no se ha convertido en un problema gracias a la sofisticación de la DreDCU.

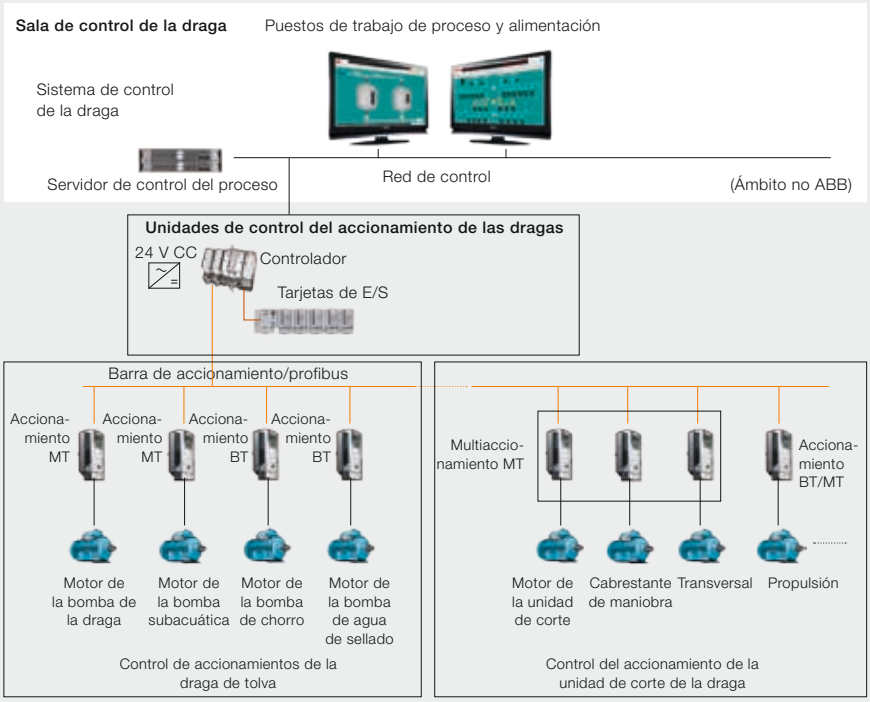
> La DreDCU gestiona fácilmente la necesidad de mayor cooperación entre las diferentes cadenas de accionamientos.

Proceso de desarrollo

ABB ya ofrecía una sofisticada unidad de PLC para sistemas de un solo accionamiento utilizados en dispositivos de pro-

Imagen del título
La sofisticada unidad de control de accionamientos de la draga de ABB aporta una gran eficiencia en el consumo de combustible a las dragas con tolva de succión final.

2 Nueva unidad de control ABB del accionamiento de la draga



3 Características principales de DreDCU

- Una unidad controla hasta 11 accionamientos
- Interfaz con control remoto y sistema integrado de automatización (admite PROFIBUS y Modbus)
- Panel local opcional
- Interfaz opcional para apoyo al diagnóstico a distancia
- Interfaz opcional con el sistema de asesoramiento
- Cumple los principales requisitos de las sociedades de clasificación

El actual software de aplicaciones de la DreDCU es un paquete de software estandarizado y escalable basado en parte en la biblioteca de software existente del AC 800M.

pulsión y propulsores. Sin embargo, con el fin de dar cabida a los múltiples y complicados accionamientos de las aplicaciones de draga, se hizo necesario desarrollar una nueva unidad de control. La empresa utilizó uno de sus controladores existentes como base para la DreDCU.

La familia de controladores, las interfaces de comunicación y los módulos de E/S del sistema de automatización ampliado 800xA de ABB hacen frente a las necesidades actuales de los sistemas de automatización de plantas más sofisticados. El controlador insignia del Sistema 800xA, el AC 800M, es un PLC de procesos modulares con funciones de comunicación y con redundancia y asistencia completas para una amplia gama de sistemas de E/S. Puede integrar varias redes, buses de campo, protocolos en serie y E/S y garantiza una ejecución perfecta de estrategias de control de procesos avanzadas y fluidas, así como aplicaciones funcionales de gestión de la seguridad, la electricidad, el control de calidad y la energía. Puede ofrecer soluciones de automatización para aplicaciones pequeñas y grandes.

La DreDCU se compone de una plataforma de hardware AC 800M con software de aplicaciones integrado, módulos y módems de comunicación, módulos de E/S y fuentes de alimentación ➔ 2. Un panel local opcional proporciona una lista de alarmas y muestra información detallada de cada alarma activada.

El hardware se encuentra en el armario de la DreDCU (o en una parte de los armarios de convertidores), que se ubica en la sala de convertidores de frecuencia del buque.

Dado que la DreDCU se ha diseñado para un tipo de buque determinado con funciones específicas y una conexión con los accionamientos de ABB, está disponible como parte de un paquete completo del sistema eléctrico ➔ 3. Los aspectos del control de varios accionamientos se han ajustado para manejar las aplicaciones de draga. El actual software de aplicaciones de la DreDCU es un paquete de software estandarizado y escalable, basado en parte en la biblioteca de software existente del AC 800M. La biblioteca existente se adaptó para pasar de una aplicación de propulsión a una de dragado. Fue necesario desarrollar una función de inversión entre una bomba de lodo y una bomba submarina, añadir interfaces especiales de bombas de lodo y modificar el procedimiento de arranque/

La incorporación de más consumidores al control de los accionamientos complica bastante el proceso de control.

4 Dragas de succión en marcha con cántara equipadas con el DreDCU

TongTu
Constructor: Astilleros Guangzhou WenChong
Propietario: CCCC Tianjin Dredging Co. Ltd.
Diseñada por 708 Designed Institute, clasificada por CCS, entregada en 2011

Ámbito del suministro de ABB:
- 2 generadores axiales de 10.000 kVA
- 1 MSB (conmutador principal)
- 4 transformadores de bomba de chorro de 1.150 kVA
- 4 transformadores de bomba de lodos de 3.450 kVA
- 2 transformadores de distribución de 2.000 kVA
- 2 UPS de 110 V/ 30 A CC
- 2 convertidores de bomba de lodos ACS 6000
- 2 convertidores de bomba de chorro ACS 800LC
- 2 convertidores de bomba sellada ACS 800
- 2 bombas de lodos de 6.000 kW
- 2 bombas de chorro de 2.000 kW
- 1 armario DCU

No9 XinHaihu
Constructor: Astilleros Guangzhou WenChong
Propietario: CCCC SDC Waterway Construction Co., Ltd.
Diseñada por 708 Designed Institute, clasificada por CCS, entregada en 2012

Ámbito del suministro de ABB:
- 2 generadores de 7.200 kVA/ 1.500 rpm/ 6,6 kV
- 2 resistencias de puesta a tierra
- 1 cuadro de distribución de 6,6 kV/ 50 HZ MT
- 2 transformadores de bomba de lodos de 1.725 V/ 5.200 kVA
- 2 transformadores de bomba de chorro de 710 V/ 1.650 kVA
- 2 transformadores de distribución de 400 V/ 1.600 kVA
- 2 accionamientos de 3.3 kV ACS 1000
- 2 accionamientos de 690 V ACS 800
- 2 motores de bomba de lodos de 4.500 kW/1.500 rpm
- 2 motores de bomba de chorro de 1.000 kW/1.500 rpm
- 2 arrancadores suaves
- 2 UPS de CC

No8 XinHaihu
Constructor: Astilleros Zhenhua Changxin
Propietario: CCCC Shanghai Dredging Co., Ltd.
Diseñada por 708 Designed Institute, clasificada por CCS, entregada en 2012

Ámbito del suministro de ABB:
- 2 generadores de 7.200 kVA/ 1.500 rpm/ 6,6 kV
- 2 resistencias de puesta a tierra
- 1 cuadro de distribución de 6,6 kV/ 50 HZ MT
- 2 transformadores de bomba de lodos de 1.725 V/ 5.200 kVA
- 2 transformadores de bomba de chorro de 710 V/ 1.650 kVA
- 2 transformadores de distribución de 400 V/ 1.600 kVA
- 2 accionamientos de 3,3 kV ACS 1000
- 2 accionamientos de 690 V ACS 800
- 2 motores de bomba de lodos de 4.500 kW/1.500 rpm
- 2 motores de bomba de chorro de 1.000 kW/1.500 rpm
- 2 arrancadores suaves
- 2 UPS de CC

El control simultáneo del estado de todo el equipo de operaciones de dragado permite unas operaciones más eficientes.

parada de acuerdo con la aplicación de draga. También se desarrolló un software de paneles de proceso para las bombas de lodo en los que se pudiese controlar la información de todas las cadenas de accionamientos.

El nuevo software de control se adapta a la configuración específica de un proyecto mediante una parametrización adecuada a las diferentes aplicaciones de dragado. El software de la DreDCU ofrece un control estándar para los consumidores de dragado, como el control de la secuencia de arranque/parada, la parada de emergencia y la rampa de aceleración. Entre los tipos de controles opcionales se incluyen el maestro/esclavo, la ejecución de sobrecarga de tareas y la inversión. El software controla y protege todas las cadenas de accionamientos de draga relevantes, envía alarmas a un sistema integrado de automatización e implementa un control auxiliar para los consumidores principales de la draga. En 2012, ABB instaló la unidad en tres buques → 4.

Abriendo camino

Las ventajas de la solución DreDCU son múltiples. Aumenta la fiabilidad de las operaciones de dragado controlando las condiciones de los consumidores de la draga y los entornos de trabajos difíciles, reduciendo el riesgo de inactividad por pérdida de potencia. El control simultáneo del estado de todo el equipo de operaciones de dragado permite unas operaciones más eficientes. La implementación de una plataforma estándar permite una interconexión sencilla con otros productos de ABB. Los armarios más pequeños flexibilizan la ubicación de los equipos. El desarrollo continúa con el siguiente objetivo que consiste en la instalación de la unidad de control de accionamientos de draga en un segundo tipo de buque de dragado, la draga de succión con corte. El objetivo final es instalar la unidad de control de accionamientos en una amplia gama de buques especiales, entre los que se incluyen buques de suministro, buques de carga pesada, buques grúa y buques de soporte de instalaciones.

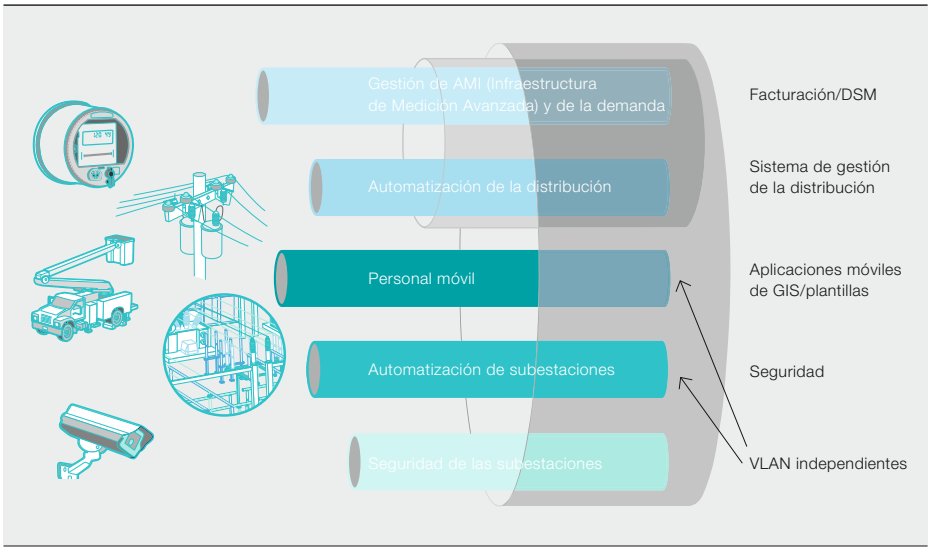
David-Binghui Li
Evan-Fei E
Vista-Hao Feng
Weiwei Long
ABB Marine and Crane
Shanghái, China
david-binghui.li@cn.abb.com
evan-fei.e@cn.abb.com
vista-hao.feng@cn.abb.com
weiwei.long@cn.abb.com

Radio resistente

Comunicación inalámbrica Wi-Fi mallada para la industria

PETER BILL, MATHIAS KRANICH, NARASIMHA CHARI – La comunicación posibilita la existencia de aplicaciones clave en numerosos sectores industriales, y la comunicación inalámbrica suele ser la manera más económica y práctica. Teniéndolo en cuenta, ABB ha ampliado su cartera para incluir la tecnología inalámbrica de malla 802.11 con la adquisición de la empresa Tropos, con sede en Silicon Valley. La tecnología de malla Tropos tiene una sólida base técnica y ya se aplica en grandes implementaciones de diferentes campos industriales.

1 Tropos permite la separación lógica de las múltiples aplicaciones que se ejecutan en la infraestructura común



La unidad de negocio de redes de comunicación de ABB ofrece actualmente una infraestructura de banda ancha inalámbrica externa basada en IP, líder en el mercado, que se puede implementar de forma económica para una o varias aplicaciones. La solución Tropos de ABB dispone de numerosas ventajas con respecto a las tecnologías de la competencia [1] y está diseñada para ofrecer una alta velocidad de banda ancha, flexibilidad, seguridad y escalabilidad. La arquitectura de malla está descentralizada y es muy flexible.

La fortaleza de la solución Tropos de ABB se basa en seis pilares: inteligencia de enrutamiento de malla, gestión de recursos de radiofrecuencia (RF), seguridad multicapa, hardware de router externo optimizado, estándares abiertos y software avanzado de control y análisis.

Inteligencia de enrutamiento de malla

Mediante la combinación de algoritmos patentados de gestión de recursos de RF con tecnologías de radio basadas en estándares que operan en bandas de frecuencia sin licencia, la arquitectura Tropos ofrece una infraestructura de red altamente fiable, escalable y tolerante a fallos que es capaz de enrutar de forma rápida y eficaz, sorteando las interferencias y los cuellos de botella de los atascos.

A diferencia de las arquitecturas de red que dependen de un controlador central, la arquitectura de malla Tropos, debido a sus capacidades de conexión de red distribuidas, se recupera fácilmente de la pérdida de cualquier componente de red. Cada router controla constantemente su entorno para detectar posibles maneras de optimizar la red, de manera que si ocurre algún problema con una puerta de enlace o un router de nodo, la malla pueda adaptar su topología de forma automática para mantener la red en funcionamiento. Cuando el router vuelve a estar activo en línea, la red restablece una configuración óptima con rapidez.

La base de la arquitectura de malla Tropos es el Predictive Wireless Routing ProtocolTM (PWRP), que se basa en algoritmos patentados de enrutamiento que maximizan el rendimiento y la resistencia de las redes inalámbricas de malla. El PWRP es un protocolo de enrutamiento inalámbrico y dinámico que permite que los routers de malla realicen mediciones de extremo a extremo de la calidad de la ruta y las utilicen para tomar decisiones de enrutamiento cuyo resultado es un rendimiento óptimo de extremo a extremo.

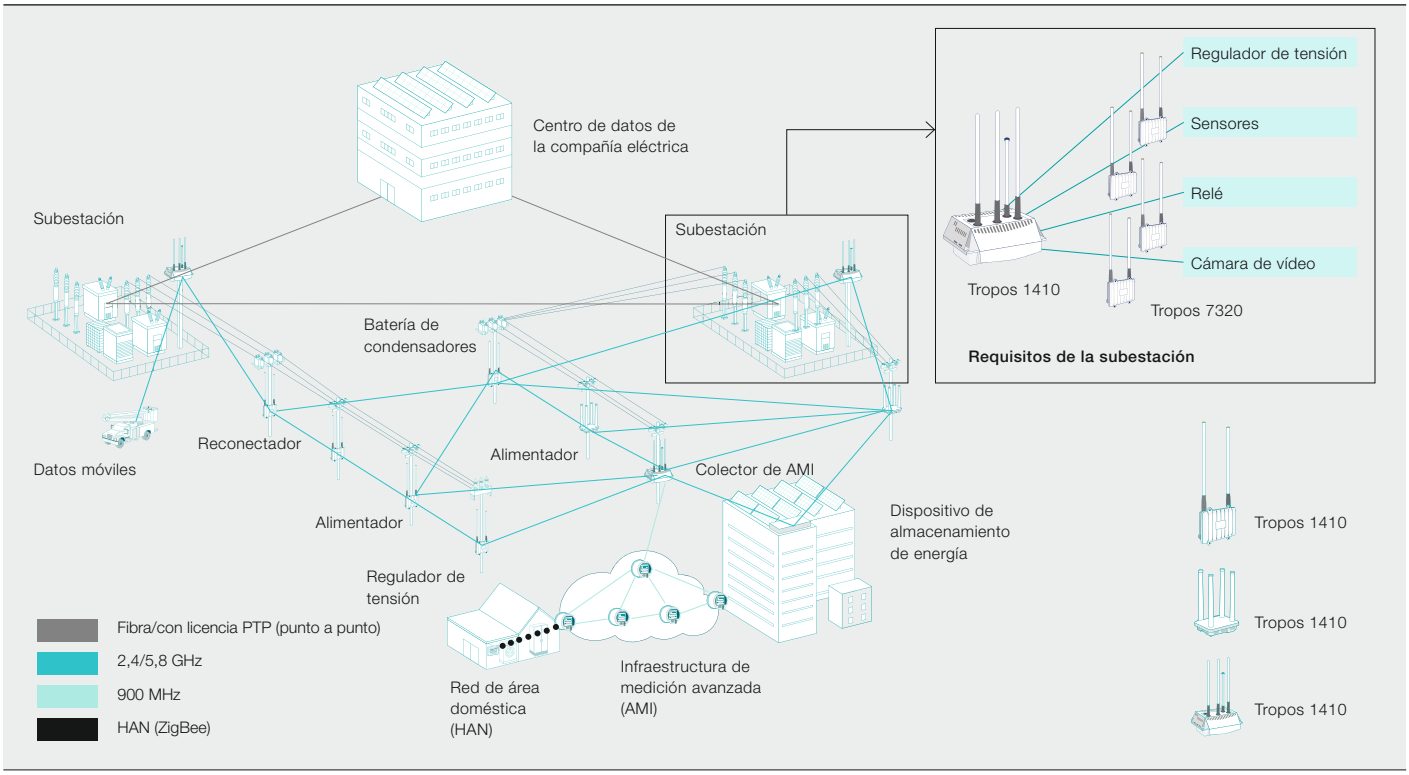
Routers flexibles de radio dual

El conjunto de normas IEEE 802.11 es compatible con dos bandas de frecuencias de operación y Tropos es única en cuanto que permite que las dos radios de un router de radio dual se utilicen en conexiones de malla o de acceso de clientes, lo que aumenta significativamente la fiabilidad y la capacidad de las redes multibanda. Los routers de modo dual incrementan la capacidad de malla aprovechando de forma oportunista los enlaces de 4,9/5,8 GHz menos congestionados siempre que es posible. En las zonas en las que el uso de 4,9/5,8 GHz está restringido debido a la falta de línea de visión, los routers utilizan automáticamente radios de 2,4 GHz, lo que facilita una conexión fiable de largo alcance.

> Tropos ofrece una infraestructura de banda ancha inalámbrica externa basada en IP, líder en el mercado, que se puede implementar de forma económica para una o varias aplicaciones.

Imagen del título
Muchas aplicaciones industriales dependen de comunicaciones de banda ancha inalámbricas elásticas, seguras y escalables. ¿Cómo facilita esto la tecnología inalámbrica de malla 802.11 Tropos de ABB?

2 Configuración de Tropos



La arquitectura de malla Tropos distribuida es capaz de enrutar de forma rápida y eficaz, sorteando las interferencias y los cuellos de botella.

Movilidad perfecta

Las redes de malla Tropos de infraestructura fija se pueden ampliar con rapidez mediante routers móviles de la misma línea de productos, para su uso en servicios de emergencia, por ejemplo. Cada nodo móvil extiende la conectividad a los dispositivos del cliente en los alrededores del vehículo, creando una zona de respuesta táctica en casi cualquier lugar.

Gestión de recursos de RF

PWRP utiliza algoritmos patentados para optimizar de forma continua y dinámica el uso del espectro disponible:

- PowerCurve™: este algoritmo distribuido aumenta o disminuye dinámicamente los niveles de potencia de transmisión y adapta las tasas de datos de enlace para mantener la fiabilidad de cada enlace inalámbrico y maximizar el número de enlaces simultáneos. Evita, por ejemplo, que los routers “fuertes” ahoguen las “conversaciones” cercanas.
- Airtime Congestion Control™ (ACC): ACC se ha diseñado para facilitar un rendimiento uniforme a un gran número de usuarios, especialmente en redes muy saturadas, superando de este modo una deficiencia conocida de 802.11 MAC.
- Inmunidad al ruido adaptativa (ANI): ANI ajusta los parámetros de detección de paquetes a nivel de chip en tiempo real para minimizar los sucesos de detección en falso y maximizar la sensibilidad del receptor.

Seguridad multicapa

En cuanto a la seguridad, las redes inalámbricas son más vulnerables que las infraestructuras de cableado tradicional, de manera que el enfoque de seguridad integral de Tropos se basa en:

- Mecanismos de seguridad de estándar abierto que han sido objeto de un extenso escrutinio por parte de la comunidad de seguridad, por ejemplo, IPSec, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, cifrado AES, SSL/TLS, FIPS 140-2, etc.
- Una seguridad eficaz en todas las capas, desde el hardware físico (por ejemplo, hardware resistente a prueba de manipulaciones) hasta los protocolos de tráfico a nivel de aplicación (por ejemplo, seguridad basada en HTTPS).
- Un enfoque de seguridad que admite políticas granulares, específicas del operador, para garantizar la separación lógica de las distintas aplicaciones que se ejecutan en la infraestructura común → 1.
- Un software que se adapta al cambiante panorama de amenazas y adopta los últimos estándares y requisitos de seguridad.

3 Router Tropos en el lugar de exploración de EOG Resources

El PWRP es un protocolo de enrutamiento inalámbrico y dinámico que permite que los routers de malla realicen mediciones de extremo a extremo de la calidad de la ruta y las utilicen para tomar decisiones de enrutamiento cuyo resultado es un rendimiento máximo.

Router optimizado externo

El hardware de router Tropos dispone de una batería de respaldo y una construcción resistente que le permite funcionar en los entornos operativos más exigentes. Las radios están diseñadas para ofrecer un rendimiento óptimo en el exterior: pueden transmitir hasta el nivel de potencia de transmisión máximo permitido y ofrecen la mejor sensibilidad de receptor del sector.

Estándares abiertos

El conjunto de soluciones y la tecnología de Tropos tienen como objetivo ofrecer una interoperabilidad y una protección de la inversión óptimas adoptando todos los estándares abiertos relevantes en cada capa de la pila de protocolos, incluidos IEEE 802.3 Ethernet, IEEE 802.11 Wi-Fi, IEEE 802.1x access control, TCP/IP, etc.

Control y análisis avanzados

Tropos Control es una aplicación de software que proporciona una gestión de redes integral para simplificar la implementación, la optimización, el mantenimiento y el control de redes a gran escala.

Aplicaciones de malla

Hay gran número de posibles aplicaciones para las soluciones de malla 802.11 de ABB.

Aplicaciones de red inteligente

Una infraestructura de medición avanzada (AMI) es solo una de las numerosas aplicaciones que se requieren para alcanzar la visión de red inteligente. Sin embargo, también son necesarias aplicaciones de gestión de la demanda y la respuesta, automatización y control de la distribución, gestión de incidencias y movilidad de los trabajadores para hacer realidad la visión → 1. La implementación y la gestión de redes separadas para cada aplicación no son rentables. Una red única de gran rendimiento y basada en estándares, como Tropos, que ofrece comunicaciones para múltiples aplicaciones, no solo es más sencilla de gestionar, sino que también ofrece un atractivo retorno de la inversión → 2.

En los próximos años, las aplicaciones adicionales para redes inteligentes relacionadas con la automatización de la distribución, la generación distribuida, los vehículos eléctricos y la seguridad por vídeo generarán una nueva demanda de comunicaciones de gran anchura de banda y baja latencia que únicamente podrán proporcionar las redes de banda ancha escalables del tipo de Tropos.

La empresa estadounidense Burbank Water and Power (BWP) utiliza Tropos para AMI, respuesta a la demanda y auto-

La solución Tropos incluye un conjunto de algoritmos para la gestión eficiente del espectro de RF y la reutilización óptima de las frecuencias espaciales.

matización de la distribución. Con una red inteligente, BWP persigue atenuar los picos de demanda (para evitar la construcción de nuevas plantas generadoras) y acomodar el aumento del número de vehículos eléctricos. La empresa de servicios públicos tiene también previsto segmentar el tráfico de datos en diferentes grupos de usuarios y aplicaciones, además de compartir la red con otros departamentos municipales.

Aplicaciones de minería a cielo abierto

La operación segura y eficiente de las minas a cielo abierto requiere una coordinación precisa de máquinas que se encuentran entre las mayores y más costosas del mundo en entornos caracterizados por un calor o un frío extremos, además de golpes y vibraciones extremos. La maximización de la productividad en las operaciones y el mantenimiento puede dar lugar a mejoras sustanciales en la rentabilidad y la seguridad.

Las comunicaciones inalámbricas pueden incrementar de forma sustancial la eficiencia, la productividad y la seguridad de las minas a cielo abierto. Una red inalámbrica permite que los datos de telemetría de camiones y equipos pesados, las entradas de vídeo operativas y de vigilancia, la información del sistema de seguridad, los escaneados de taludes de corta y los datos de campo que alimentan el software de gestión de la mina se transmitan a una ubicación central donde los datos se supervisan, analizan y utilizan en tiempo real.

La mina de fosfatos PotashCorp-Aurora en Aurora, Carolina del Norte, ha implantado una red Tropos con nodos fijos y móviles que ofrece telemetría de equipos, supervisión de vehículos en tiempo real (velocidad, temperatura, presión de los neumáticos, etc.), datos del proceso de fabricación y comunicaciones de voz sobre IP (VoIP).

Aplicaciones de petróleo y gas

Las tareas de medición, registro y ajuste en plataformas petrolíferas y pozos remotos las realizan a menudo los responsables del mantenimiento de pozos que deben recorrer grandes distancias hasta los lugares en cuestión. Sin embargo, la comunicación inalámbrica permite un control a distancia y en tiempo real. De esta manera se gestionan mejor los recursos especializados, se agiliza la resolución de problemas y se reducen los tiempos de desplazamiento. Además, la red inalámbrica puede proporcionar servicios económicos de voz y datos de alta velocidad para instalaciones de campo, incluso en zonas en las que no hay cobertura de telefonía móvil.

EOG Resources, una empresa norteamericana de petróleo y gas, es propietaria de lugares muy aislados sin cobertura móvil. Las redes Tropos que han implantado ofrecen a la plantilla una conectividad entre estos lugares y el centro de control operativo, lo que se traduce en una mejora del rendimiento operativo y una mayor seguridad laboral → 3.

Aplicaciones en puertos de contenedores

Los puertos de contenedores de gran tráfico con objetos de metal voluminosos y en constante movimiento presentan un entorno de red inalámbrica especialmente exigente. En uno de los mayores puertos de México, por ejemplo, Tropos se está utilizando en el seguimiento y la localización en tiempo real de los contenedores de transporte, tanto en el exterior como en los depósitos.

Aplicaciones para ciudades inteligentes

En las ciudades inteligentes, numerosos organismos municipales se pueden beneficiar de la red de comunicaciones inalámbricas Tropos. Por ejemplo, la red Tropos de routers inalámbricos fijos y móviles de la ciudad de Oklahoma, que cubre 1.600 km^2, la utilizan más de 180 aplicaciones municipales, entre ellas:

- Banda ancha móvil en los vehículos de la policía, lo que permite que 1.500 agentes dediquen 100.000 horas más al año a actividades sobre el terreno.
- Varios centenares de cámaras de vídeo IP de control y vigilancia.
- Organismo de inspección de edificios, que permite que los inspectores sean más productivos en el campo y reduce el tiempo de respuesta de la aplicación.
- Controladores de señales de tráfico en el centro de la ciudad.

Sencillez y seguridad

Los algoritmos patentados de ABB y el software de la línea de productos de Tropos, además de su hardware de calidad industrial, posicionan a la empresa por delante de las alternativas de la competencia en términos de fiabilidad, rendimiento y facilidad de mantenimiento, al tiempo que se facilita el acceso a miles de distintos dispositivos terminales compatibles con los estándares Wi-Fi.

Numerosas aplicaciones requieren una solución de banda ancha inalámbrica de alta resistencia, seguridad y escalabilidad. ABB ofrece estas características y facilita a los clientes el desarrollo y la explotación de redes de comunicaciones de alto rendimiento que permiten que sus aplicaciones operen en múltiples sectores industriales.

Peter Bill
Mathias Kranich
ABB Power Systems
Baden, Suiza
peter.bill@ch.abb.com
mathias.kranich@ch.abb.com

Narasimha Chari
ABB Communication Networks
Sunnyvale, California, Estados Unidos
chari@tropos.com

Referencia

[1] P. Bill, M. Kranich, N. Chari, “Malla fina: Conectividad de la red inalámbrica mallada 802.11”, *ABB Review* 1/2013, págs. 42.44

El ajuste correcto

ABB se ha asociado con una empresa de propiedad familiar para propulsar bombas flotantes de flujo axial

OSCAR AVELLA – La asociación se puede definir como un acuerdo de colaboración entre dos o más partes en el que los participantes se comprometen a trabajar juntos para lograr un fin común o emprender una tarea específica y compartir los riesgos, recursos y competencias. ABB cuenta con una larga trayectoria de asociaciones exitosas con empresas, grandes y pequeñas. Un ejemplo reciente es la manera en que una pequeña empresa de ingeniería, propiedad de una familia colombiana, está transformando los sistemas de regadío tradicionales de Oriente Medio; la clave es una bomba flotante propulsada por los motores de ejecución de procesos de ABB.

1 Bomba flotante accionada por motores ABB

Fundada por Eric Thiriez en Cartagena, Colombia, el objetivo inicial de ETEC era fabricar bombas estacionarias para empresas públicas. Debido a que, en algunos lugares la superficie de las orillas era demasiado blanda y no soportaba el peso de las bombas estacionarias, ETEC tuvo que encontrar una alternativa a la construcción pesada. Una bomba que flota en el agua fue la solución.

Las bombas flotantes son unidades completas e integradas, diseñadas para un funcionamiento continuo y capaces de manejar más de 5.000 litros de agua por segundo ➔ 1. Se instalan y poner en funcionamiento en poco tiempo, sin necesidad de la obra civil que requieren normalmente otros tipos de bombas con caudales similares o inferiores. La solución flotante se puede aplicar a una amplia gama de bombas de alta capacidad, desde bombas de flujo axial hasta bombas de caudal mixto y de etapas múltiples. Se utilizan para desplazar el agua en acueductos, explotaciones agrícolas y acuícolas, así como en el control de inundaciones y en sistemas de regadío.

Imagen del título
Los motores de ejecución de procesos de ABB están diseñados para aplicaciones exigentes y para ahorrar energía.

Funcionamiento de las bombas

Para alimentar sus bombas flotantes, ETEC eligió los motores de ejecución de procesos de ABB. El año pasado, ETEC pidió a ABB 38 motores de inducción de jaula de ardilla de ejecución de procesos ➔ 2 para alimentar las bombas flotantes destinadas a proyectos de regadío en Oriente Medio. “Decidimos asociarnos con ABB Motors and Generators porque tenía una reputación técnica en todo el mundo que podía garantizarnos el producto que nos disponíamos a ofrecer”, asegura Thiriez.

El diseño de la bomba flotante exige un motor con un bastidor pequeño de refrigeración completamente autónoma con un ventilador cerrado, gran eficiencia y aumento de la temperatura reducido. Gracias a su amplia cartera, ABB pudo satisfacer estos requisitos a la perfección:

> Los motores de inducción de jaula de ardilla de ejecución de procesos de ABB propulsan las bombas flotantes.

alta eficiencia energética (IE2 e IE3)[1], combinación adecuada de potencia nominal y bastidor y márgenes térmicos que permiten el funcionamiento del motor en entornos exteriores de hasta 55 °C a una altitud de 0 metros sobre el nivel del mar.

Gracias a su asociación con ABB, ETEC fue capaz de garantizar una solución económica con bombas flotantes utilizando los motores de ejecución de procesos de alta eficiencia de ABB. ETEC ofrece el diseño de la bomba con motores eléctricos de ABB siempre que exista una fuente de alimentación disponible, ya sea mediante cables tendidos desde una red eléctrica o con un generador local. Para las bombas flotantes, un motor eléctrico tiene ventajas claras frente a uno de combustión: menos puntos de fallos, menor mantenimiento preventivo y costes de explotación más bajos.

2 Desglose de motores de inducción en jaula de ardilla pedidos a ABB para rendimiento del proceso

Cantidad	Potencia	Descripción
8	371 kW	– M3BP – Bastidor de tamaño 355
15	336 kW	– 380 V, 50 Hz – 1.500 rpm – IP55
15	485 kW	– IM2001

Para ABB, la asociación significa una relación a largo plazo con el cliente, un incremento del negocio de motores de ejecución de procesos y un número importante de pedidos. Tras el primer pedido, ABB ha recibido otro de 55 motores para un proyecto de regadío en Oriente Medio. ABB continúa trabajando con ETEC para desarrollar una cartera general de bombas de serie, incrementando además la participación con motores de ejecución de procesos y sistemas de arranque suave de ABB, con el fin de ofrecer una solución de bombeo completa.

Oscar Avella
ABB Discrete Automation and Motion
Bogotá, Colombia
oscar.avella@co.abb.com

Nota a pie de página
1 IE2 se refiere a motores de alta eficiencia según la norma IEC 60034-30 (2008); IE3 se refiere a motores de eficiencia premium según la norma IEC 60034-30 (2008).

ABB review 1|13

Innovación

6 **Lo más destacado en innovación**
Las innovaciones más destacadas de ABB para 2013

13 **Energía empaquetada**
Diseños de SAI inteligentes modulares

16 **Factores de potencia**
Calidad de la energía eléctrica: problemas y soluciones

20 **Electricidad asegurada**
Los diseños de SAI inteligentes modulares ofrecen mayor flexibilidad y aumentan la disponibilidad

24 **Carga controlada desde la nube**
Las soluciones de conectividad de ABB están cambiando la industria de la carga de vehículos eléctricos

29 **Carga de trabajo inteligente**
Un interruptor automático nuevo que disminuye las interrupciones gestionando las cargas

36 **Equipos de conmutación**
El nuevo multiplexor multiservicio de ABB, FOX615, responde a los nuevos retos a los que se enfrentan las redes de comunicaciones operativas

42 **Malla fina**
Conectividad de la red inalámbrica mallada 802.11

45 **Moldeo y cálculo**
eRAMZES – Una innovación en las simulaciones por ordenador avanzadas

52 **Ganancia neta**
Haga el seguimiento de su sistema de control a través de Internet con el sistema My Control System de ABB

59 **Conservación de la energía**
Un análisis de evaluación de una máquina papelera reduce el consumo de energía

64 **Más potencia**
Conocer al usuario

70 **Conocer al usuario**
La etnografía ayuda a crear mejores interfaces de uso

76 **Reacción del reactor**
La gestión por lotes de ABB con 800xA llega a Colombia por primera vez

ABB review 2|13

Tecnología de vanguardia

6 **Innovación revolucionaria**
El interruptor HVDC híbrido de ABB es una innovación revolucionaria que abre el camino a las redes HVDC fiables

14 **Abriendo camino**
Un interruptor con capacidad para conmutar 15 grandes centrales eléctricas

19 **El chip dos en uno**
El transistor bimodal de puerta aislada (BIGT)

24 **Admitancia fácil**
La función de protección de fallo a tierra definitiva para redes compensadas

29 **Contacto limpio**
Tecnología de contactores para conmutación de potencia y control de motores

35 **Respiración profunda**
Optimización del caudal de aire en las minas subterráneas

42 **A toda marcha**
Tecnología para mejorar la productividad de la minería

48 **Mina de información**
Integración de equipos móviles en la minería subterránea

52 **El sistema OCTOPUS-Onboard**
Sistema de ABB para control del movimiento, predicción de la respuesta y apoyo a la decisión con mal tiempo

54 **Convergencia de las salas de control**
La fusión de la supervisión industrial y los sistemas de control con las operaciones de los centros de datos

59 **Virtualmente hablando**
Emulación de interfaz DCS-a-subsistema empleando SoftCI

64 **CRIM**
Identificación de la mejor estrategia de mantenimiento para plantas de procesamiento complejas

70 **Del arco de mercurio al interruptor híbrido**
100 años de electrónica de potencia

ABB review 3|13

Simulación

6 **Previsión de la realidad**
Potencia de simulación para un mundo mejor

11 **Reordenar el caos**
Las matemáticas aplicadas mejoran los productos, los procesos y las operaciones industriales

16 **Simulation Toolbox**
Diseño dieléctrico y térmico de aparatos eléctricos

22 **Resistir la obsolescencia**
El rostro cambiante de la simulación en ingeniería

27 **Movimiento de apertura**
30 veces más rápido que un parpadeo: simulación de lo extremo en la aparamenta de HVDC

34 **Análisis de conmutación**
Simulación de arcos eléctricos en interruptores

39 **Imagen perfecta**
Simulación electromagnética de transformadores

44 **Una actuación inteligente**
Fortalecimiento de las redes inteligentes mediante una colaboración piloto en condiciones reales

47 **Tiene sentido**
Diseño de sensores más precisos y resistentes mediante la simulación de sistemas y multifísica

54 **Sentir la presión**
Simulación del aumento de la presión en salas de aparamenta

61 **Diseño de robots**
La realización de prototipos y la puesta en servicio virtuales potencian el desarrollo de robots manipuladores y sistemas de automatización

65 **Ingenio integrado**
Nuevos algoritmos de simulación para el diseño rentable de convertidores de frecuencia para electrónica de potencia altamente integrados y fiables

72 **Moldear el futuro**
Mejora del procesamiento de polímeros mediante simulaciones por ordenador avanzadas

77 **Shake, rattle and roll**
Resistencia sísmica de los equipos y reducción del ruido mediante simulaciones del diseño

ABB review 4|13

Centros de datos

7 **Definición de centro de datos**
La infraestructura que sostiene el mundo digital

11 **Diseñados para no parar**
Definición de la disponibilidad de los centros de datos mediante un sistema de clasificación de niveles (Tier)

16 **CC y eficiencia**
La infraestructura de alimentación de CC de baja tensión en los centros de datos

22 **Capacidad de reserva**
Sistemas ABB de alimentación de emergencia para centros de datos

29 **Garantía de suministro**
Alimentación ininterrumpida para centros de datos

34 **Alimentación continua**
Conmutadores digitales de transferencia estáticos para una mayor fiabilidad de los centros de datos

41 **Excelencia automatizada**
Nuevos conceptos de gestión de la infraestructura de los centros de datos

48 **Decisiones de diseño**
¿Qué aporta ABB al diseño de centros de datos?

53 **Mantenerlo frío**
Diseño y gestión de sistemas de refrigeración óptimos

58 En la bola de cristal
El futuro de la optimización del diseño de centros de datos

64 **Recarga rápida**
La recarga instantánea es el billete para un transporte limpio

Al mando
70 La unidad de control de los accionamientos de draga de ABB ofrece una plataforma de control más fiable e integrada para los sistemas de motores de dragado

Radio resistente
74 Comunicación inalámbrica Wi-Fi mallada para la industria

El ajuste correcto
79 ABB se ha asociado con una empresa de propiedad familiar para propulsar bombas flotantes de flujo axial

Índice de 2013
81 Resumen del año

Consejo de redacción

Claes Rytoft
Director de Tecnología
I+D y tecnología del Grupo

Clarissa Haller
Responsable de comunicaciones corporativas

Ron Popper
Jefe de Responsabilidad empresarial

Eero Jaaskela
Jefe de gestión de cuentas del grupo

Andreas Moglestue
Jefe de redacción de la *ABB Review*

Editorial
ABB Review es una publicación de I+D y Tecnología del Grupo ABB.

ABB Technology Ltd.
ABB Review
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zurich
Suiza
abb.review@ch.abb.com

ABB Review se publica cuatro veces al año en inglés, francés, alemán, español y chino.
ABB Review es una publicación gratuita para todos los interesados en la tecnología y los objetivos de ABB. Si desea suscribirse, póngase en contacto con el representante de ABB más cercano o suscríbase en línea en www.abb.com/abbreview

La reproducción o reimpresión parcial está permitida a condición de citar la fuente.
La reimpresión completa precisa del acuerdo por escrito del editor.

Editorial y copyright © 2013
ABB Technology Ltd.
Zurich, Suiza

Impresión
Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn/Austria

Diseño
DAVILLA AG
Zurich, Suiza

Cláusula de exención de responsabilidad
La información contenida en esta revista refleja el punto de vista de sus autores y tiene una finalidad puramente informativa. El lector no deberá actuar sobre la base de las afirmaciones contenidas en esta revista sin contar con asesoramiento profesional. Nuestras publicaciones están a disposición de los lectores sobre la base de que no implican asesoramiento técnico o profesional de ningún tipo por parte de los autores, ni opiniones sobre materias o hechos específicos, y no asumimos responsabilidad alguna en relación con el uso de las mismas. Las empresas del Grupo ABB no garantizan ni aseguran, ni expresa ni implícitamente, el contenido o la exactitud de los puntos de vista expresados en esta revista.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview

Avance 1|14

Innovación

El primer número de 2014 de *ABB Review* estará dedicado a la innovación. Entre las aportaciones en preparación destacan un examen de las dificultades que rodean la construcción de turbinas eólicas gigantes, el ahorro de combustible con los más recientes avances en turbocompresión y el uso de la física avanzada para medir la intensidad eléctrica con una precisión hasta ahora inalcanzable. En este próximo número exploraremos también las formas de llevar el agua potable a los consumidores con más eficiencia, las últimas novedades en simulación y muchas más cosas.

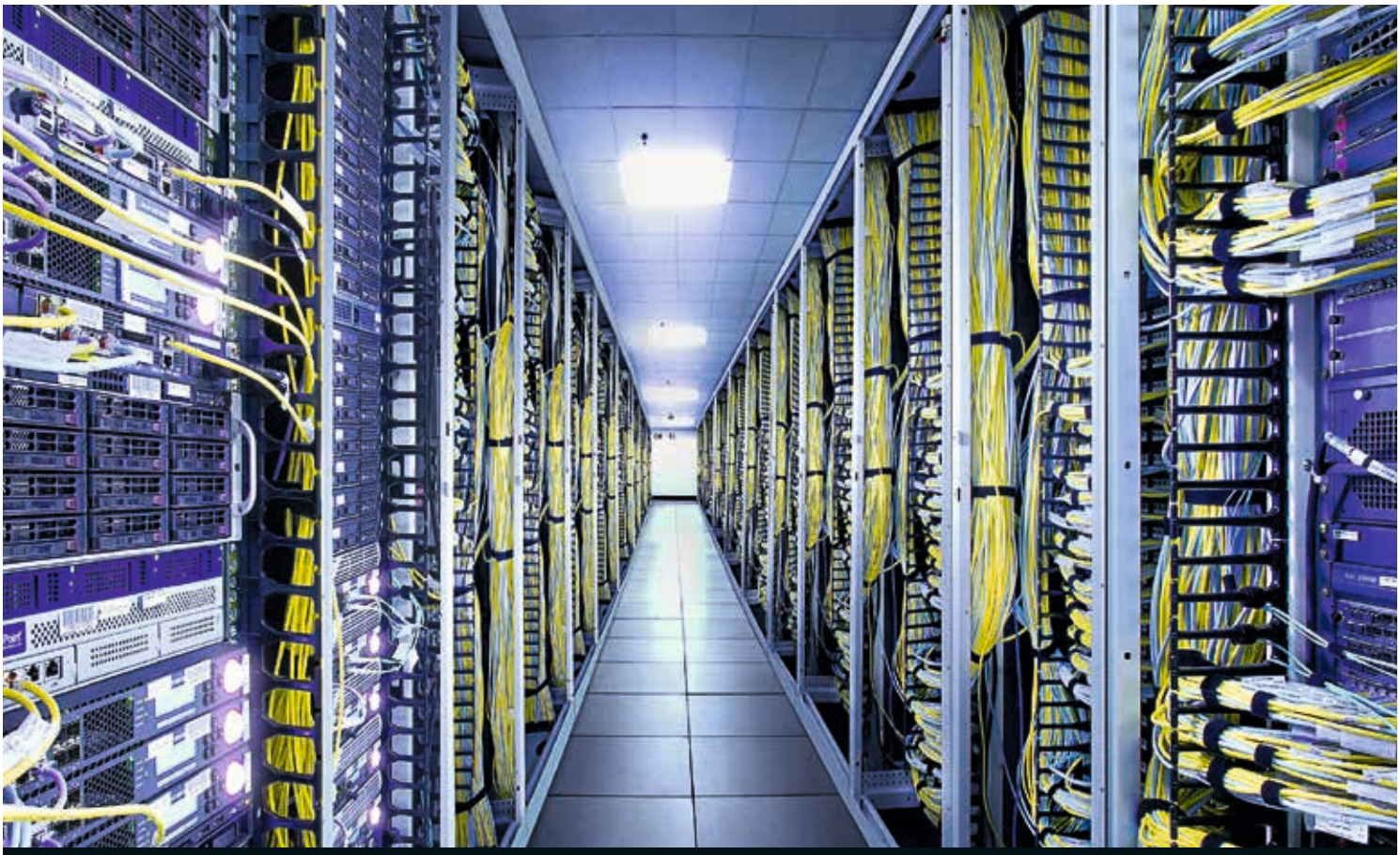
ABB Review en tabletas

Ya hay una versión de *ABB Review* para tabletas. Puede verla en http://www.abb.com/abbreview

Manténgase informado . . .

¿Alguna vez se ha perdido un número de *ABB Review*? Ahora le proponemos una forma sencilla de recibir un aviso cada vez que se publique un nuevo número (o un informe especial) de *ABB Review*.
Puede suscribirse a los avisos por correo electrónico en www.abb.com/abbreview

Colocar aquí una etiqueta con la dirección



¿Puede un solo proveedor proporcionarle sus sistemas más críticos?

Piense en su centro de datos de otra forma. En lugar de integrar productos y sistemas de distintos orígenes, piense en asociarse con ABB para disponer de paquetes integrales e inteligentes para centros de datos para alimentar, vigilar y automatizar los aspectos esenciales de la infraestructura. Desde sistemas de distribución en CA y CC hasta conexiones a la red, DCIM y soluciones UPS modulares junto con gestión de proyectos y servicio locales, ABB transforma decenios de éxito en la construcción de instalaciones críticas en decenios futuros de centros de datos fiables de alto rendimiento

www.abb.com/datacenters

Sin ninguna duda.

Power and productivity
for a better world™

ABB