

El mejoramiento de la confiabilidad de las UPS con las ventajas de los sistemas de baterías distribuidas

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

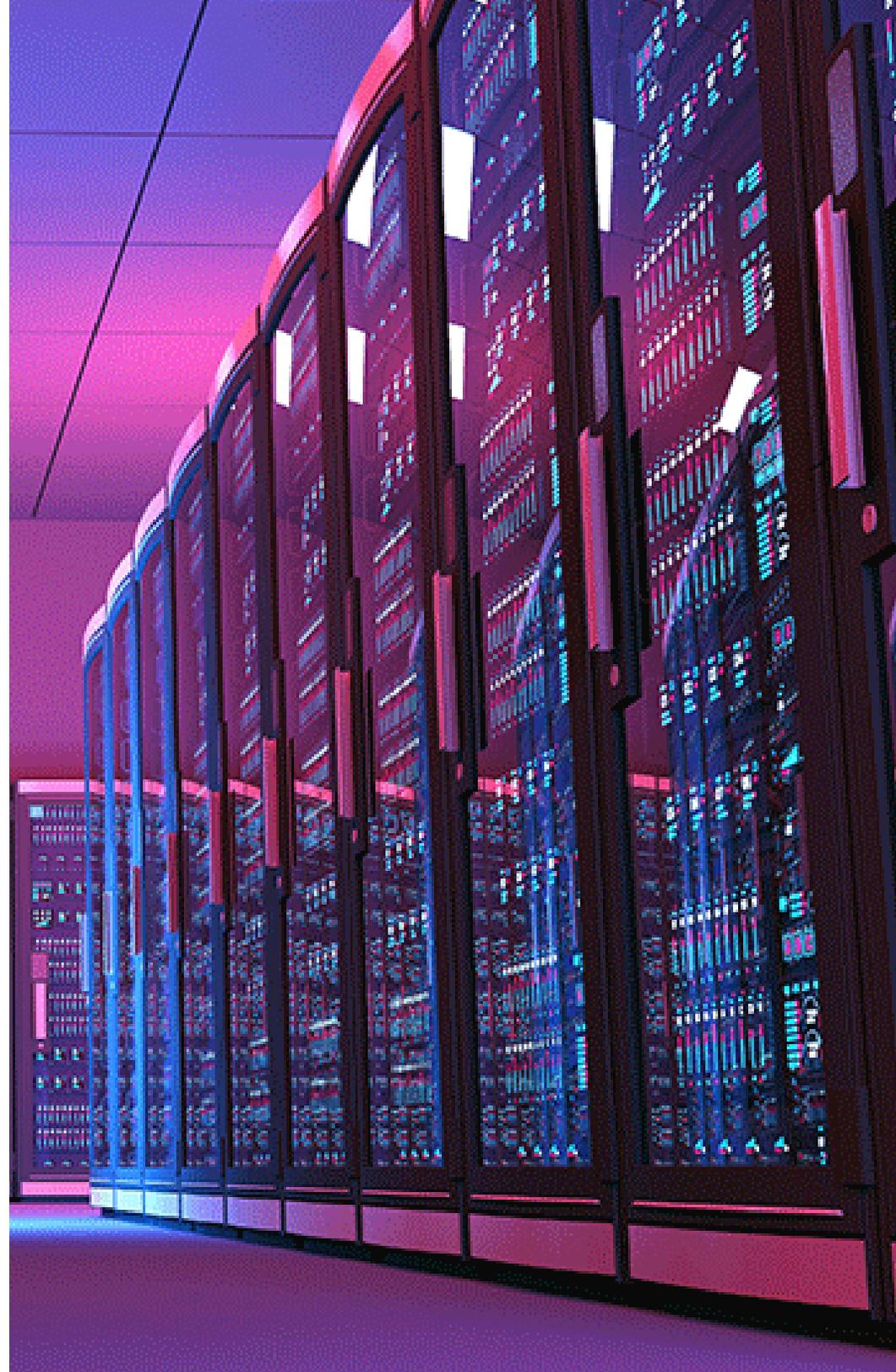
III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión



ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Las baterías distribuidas se destacan por mejorar la confiabilidad de los sistemas de UPS modulares grandes al optimizar la tolerancia a los fallos.

Las unidades de suministro ininterrumpido de energía (UPS) son vitales para mantener la calidad del suministro eléctrico y garantizar una disponibilidad continua para las diversas aplicaciones. Garantizan una calidad consistente y confiable del suministro eléctrico, por medio de proteger los equipos electrónicos contra interrupciones, cortes eléctricos y sobretensiones perjudiciales.

Además, los sistemas de UPS han sido diseñados para ofrecer un suministro eléctrico de respaldo durante interrupciones o inestabilidad en la red eléctrica. Según la aplicación, esto permite poner en marcha fuentes de alimentación de respaldo a largo plazo (como celdas de combustible y generadores de gas natural, entre otros). Además, este es el caso de uso más común de los sistemas de UPS en centros de datos a gran escala donde la continuidad empresarial es imprescindible.



El papel fundamental de las baterías en la infraestructura y las UPS

Las baterías son la base de la funcionalidad del UPS durante los cortes de la red eléctrica. Los sistemas de UPS almacenan energía en las baterías durante las operaciones regulares de la red eléctrica y ofrecen alimentación en caso de una interrupción en la red eléctrica. En los centros de datos a gran escala, esto permite una transferencia perfecta al suministro de respaldo de larga duración, como los generadores, las celdas de combustible o los generadores de gas natural, lo cual reduce las interrupciones potencialmente perjudiciales de la carga de TI crítica.

Las baterías pueden integrarse directamente dentro de la estructura del UPS en casos de requisitos energéticos más bajos. Sin embargo, generalmente se necesitan gabinetes externos de baterías exclusivos para las aplicaciones de mayor potencia.

A la hora de considerar las aplicaciones de mayor potencia, existen diferentes arquitecturas de UPS, como las encontradas con frecuencia en centros de datos a gran escala, además de otros diseños para el sistema resultante compuesto por el UPS y las baterías.

La siguiente sección ofrece un resumen de arquitecturas y conceptos relevantes para sistemas de UPS trifásicos grandes.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

La redundancia

Las configuraciones de redundancia en los sistemas de UPS son cruciales para mejorar la confiabilidad y garantizar un suministro eléctrico continuo. Entre las más comunes se incluyen las siguientes:

- La redundancia N: No existen módulos ni sistemas redundantes en una configuración N. El sistema tiene un único módulo de UPS, lo cual lo hace más vulnerable a fallos.
- La redundancia N+1: En esta configuración, hay módulos de UPS activos "N" y cada uno es capaz de manejar toda la carga de manera independiente. "+1" representa un módulo de UPS en espera adicional. Si uno de los módulos activos presenta un fallo o necesita mantenimiento, el módulo en espera se hace cargo automáticamente, para garantizar una fuente de alimentación ininterrumpida para la carga.
- La redundancia 2N: Es un nivel elevado de redundancia donde se instalan dos sistemas de UPS totalmente independientes y en paralelo. Cada sistema puede soportar toda la carga de forma independiente. Si un sistema presenta un fallo o necesita mantenimiento, el otro sistema brindará la alimentación sin inconvenientes. La redundancia 2N ofrece la mayor confiabilidad y tolerancia a fallos, lo cual la hace ideal para aplicaciones de misión crítica donde los periodos de inactividad son inaceptables.

Los sistemas de UPS monolíticos

En un diseño convencional, un subsistema de UPS monolíticos puede estar compuesto por:

- Un componente que actúa como rectificador.
- Un componente que actúa como amplificador de las baterías.
- Un componente que actúa como inversor.
- Los sistemas de UPS modulares.

Un UPS monolítico consiste en subsistemas individuales o múltiples que se comportan como una sola entidad. El UPS monolítico puede ofrecer suficiente protección del suministro eléctrico para las cargas críticas o puede combinarse como bloques de construcción en paralelo o sistemas de doble bus.

Las UPS monolíticas cuentan con una topología y una lógica de control relativamente sencillas. Sin embargo, esto implica algunas limitaciones funcionales; por ejemplo, las UPS monolíticas no suelen estar diseñados para el aumento escalado de la potencia instalada ni adaptarse si la aplicación del usuario cambia considerablemente. Además, las UPS monolíticas generalmente no ofrecen redundancia interna.

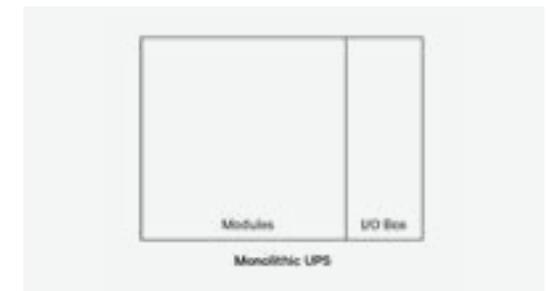


Figura 1. Diseño de sistemas de UPS monolíticos convencionales

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Los sistemas de UPS modulares

Un sistema de UPS modular consiste en una estructura de UPS que se rellena de módulos de potencia. Estos módulos pueden colocarse en configuraciones de capacidad o redundancia. Los controles de UPS modulares permiten que cada módulo de potencia sea independiente de los demás. Este suele ser el caso en el que los módulos de alimentación pueden retirarse de forma segura o instalarse en un sistema en vivo (una función conocida como “intercambiabilidad en caliente” y “escalabilidad en caliente”).

Los beneficios de la redundancia y la escalabilidad:

- Permite la adición de módulos para una redundancia N+1.
- Garantiza un suministro eléctrico continuo a pesar del mantenimiento o fallos de los módulos.
- Evita el sobredimensionamiento inicial por medio de la modificación del sistema a lo largo de su vida útil.
- Se ajusta a la capacidad o la redundancia para los cambios de carga.

La tolerancia a fallos:

- Ofrece niveles más altos de tolerancia a fallos en diseños modulares.
- Aísla los fallos de los módulos por medio de configuraciones redundantes.
- Contiene los fallos dentro de las configuraciones de capacidad de cada módulo.
- Se ajusta a la capacidad o la redundancia para los cambios de carga.
- La respuesta a fallos localizada mejora la resiliencia del sistema.
- Minimiza el riesgo de interrupciones generales.
- Contribuye a la confiabilidad general de los diseños de UPS modulares.



UPS modular Vertiv™ Trinergy™. © 2024 Vertiv Group Corp.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

Una de las decisiones más críticas en la implementación de UPS se relaciona con la arquitectura de las baterías. La elección entre baterías distribuidas y centralizadas afecta considerablemente la resiliencia, la eficiencia y el mantenimiento del sistema. No debe verse como una mera decisión técnica, sino más bien como una decisión más amplia que implica ventajas y desventajas a nivel de la aplicación, y la manera en la cual la configuración elegida satisface las necesidades específicas de la aplicación o de los clientes.

La arquitectura de baterías centralizadas

En los sistemas de UPS, implica conectar todas las baterías a un solo punto. Además, esta arquitectura permite una instalación más sencilla y una solución rentable en lo relacionado con los componentes principales del sistema de baterías. Sin embargo, el costo de los dispositivos complementarios (es decir, los disyuntores de baterías) puede ser mayor; visto desde una perspectiva meramente técnica y de rendimiento, los sistemas de baterías centralizadas presentan limitaciones en términos de aislamiento de fallos.

En sistemas de UPS individuales, la arquitectura de baterías centralizadas puede aplicarse a UPS monolíticas y modulares.

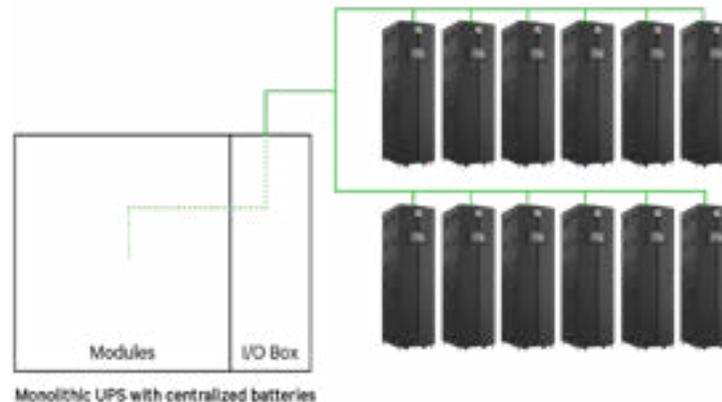


Figura 2. Un ejemplo de un sistema de baterías centralizadas con un UPS monolítico.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

La arquitectura de baterías distribuidas

Esta arquitectura adopta un enfoque modular, con cada módulo de potencia emparejado con su gabinete de baterías exclusivo. Además, ofrece una mayor protección general de la carga y varios beneficios interesantes que se explicarán a profundidad en los siguientes capítulos de este documento.

Las UPS monolíticas no tienen un diseño modular y, por lo tanto, no son compatibles con las baterías distribuidas en un sistema de UPS individual. La arquitectura de baterías distribuidas puede aplicarse únicamente a sistemas de UPS modulares, ya que cada grupo de baterías está emparejado con cada módulo de un UPS modular.

Sin embargo, no todos los UPS modulares son compatibles con las baterías distribuidas. De hecho, muchos UPS modulares en el mercado no ofrecen esta posibilidad, ya que cuentan con un par de barras de alimentación de CD, independientemente del número de módulos.



Figura 3. Un ejemplo de un sistema de baterías distribuidas con el UPS modular Vertiv™ Trinergy™ y los gabinetes de baterías de iones de litio Vertiv™ EnergyCore, los cuales ofrecen un tiempo de autonomía por 5 minutos de hasta 250 kW de carga de CA en poco espacio.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías frente a las distribuidas

Las baterías distribuidas aumentan los beneficios de contar con un sistema de UPS modular, mientras que con las baterías centralizadas se deben analizar varias ventajas y desventajas. Diseñar un sistema de UPS modular con baterías distribuidas ofrece muchas ventajas:

1. Los cortocircuitos entre el disyuntor de baterías (BCB) y el UPS

Las ventajas de un sistema de baterías distribuidas se evidencian especialmente a la hora de considerar los posibles escenarios de cortocircuitos entre el disyuntor de baterías (BCB) y el UPS. Este fallo puede ser ocasionado por la pérdida del aislamiento de los cables de alimentación de CD como consecuencia de las condiciones ambientales, el mal funcionamiento del equipo, la interferencia externa o la infraestructura antigua.

Batería centralizada

Causa	Cortocircuito entre el BCB y el UPS
Consecuencia	Los fusibles en el convertidor CD/CD del UPS se queman para aislar el fallo
Protección de la carga	El UPS es limitado; no cuenta con energía de respaldo de las baterías

Tabla 1. Escenario de baterías centralizadas

En las arquitecturas de baterías centralizadas donde todas las baterías están conectadas a un solo punto, un cortocircuito entre el BCB y el UPS puede tener graves repercusiones, como la interrupción del suministro eléctrico, daños potenciales en el equipo o periodos de inactividad. En tales casos, los fusibles en el convertidor CD/CD se quemarán y el UPS perderá la capacidad de brindar alimentación de respaldo en caso de un fallo en la red eléctrica principal. Esta vulnerabilidad compromete la capacidad del sistema para realizar una transferencia fluida a las baterías de respaldo cuando sea necesario.

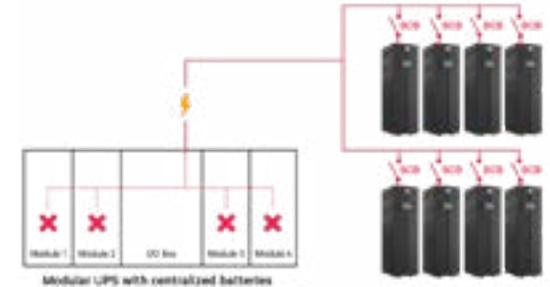


Figura 4. Con las baterías centralizadas, todas las baterías no estarán disponibles en caso de un cortocircuito entre el BCB y el UPS. No hay suministro de respaldo disponible en caso de un fallo en la red eléctrica principal.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

En cambio, la configuración de baterías distribuidas es más confiable en este escenario. En caso de un cortocircuito entre el BCB y el UPS, el impacto en el sistema se localiza. Específicamente, solo el grupo de baterías conectadas al circuito afectado quedaría no disponible, mientras que el resto de las baterías distribuidas seguiría en operación. El impacto del cortocircuito aislado evita un apagado completo del sistema, lo cual garantiza un suministro eléctrico continuo para las cargas conectadas a los grupos de baterías no afectados. La contención de fallos y la resiliencia de las baterías distribuidas aumentan la disponibilidad del sistema considerablemente, a diferencia de las vulnerabilidades mencionadas anteriormente y propias de las arquitecturas centralizadas.

Batería distribuida

Causa	Cortocircuito entre el BCB y el UPS
Consecuencia	Los fusibles en el convertidor CD/CD del UPS se queman para aislar el fallo únicamente en el módulo afectado
Protección de la carga	Más elevada; el UPS todavía cuenta con alimentación de respaldo de las baterías.

Tabla 2. Escenario de baterías distribuidas

Los escenarios reales de cortocircuitos entre el BCB y el UPS se explicarán a mayor profundidad en los siguientes párrafos.

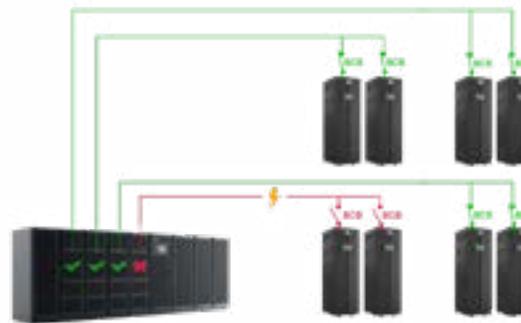


Figura 5. Con las baterías distribuidas, solo el grupo de baterías afectado estará no disponible en caso de un cortocircuito entre el BCB y el UPS. El resto de las baterías se mantendrán disponibles para la alimentación de respaldo.

2. El aislamiento de fallos de las baterías

Los fallos de las baterías en los sistemas de UPS pueden surgir en varios escenarios y suponer desafíos importantes para la confiabilidad y el rendimiento de la infraestructura de alimentación de respaldo. Estos fallos pueden manifestarse como pérdidas de aislamiento, cortocircuitos u otras anomalías dentro de la arquitectura de las baterías. El UPS puede interconectarse con el BCB, lo cual controlará el disparo del BCB en ciertas condiciones para una mayor seguridad.

Caso 1: El BCB puede eliminar el fallo

Por un lado, en una configuración de baterías centralizadas, si un gabinete de baterías presenta un fallo y el BCB puede aislar el fallo, la carga continuará siendo alimentada por las baterías a plena carga, pero durante un tiempo de autonomía limitado debido a la capacidad reducida con un gabinete de baterías menos.

Por otro lado, en una configuración de baterías distribuidas, si un gabinete de baterías presenta un fallo y el BCB puede aislar el fallo, la carga continuará siendo alimentada por las baterías a plena carga. Inicialmente, el núcleo afectado consumirá energía de las baterías restantes y posteriormente, seguirá proporcionándola a plena carga con el núcleo restante funcionando en sobrecarga.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Caso 2: El BCB no puede eliminar el fallo

Si el fallo de las baterías no puede eliminarse dentro del BCB, las arquitecturas de baterías distribuidas pueden seguir ofreciendo un nivel más alto de tolerancia a fallos que las baterías centralizadas. En las configuraciones centralizadas, si el BCB no puede aislarlo, un solo fallo dentro del banco de baterías puede propagarse dentro de la distribución de energía de CD, lo cual podría quemar los fusibles del convertidor de CD/CD y ocasionar una pérdida de energía de respaldo de las baterías.

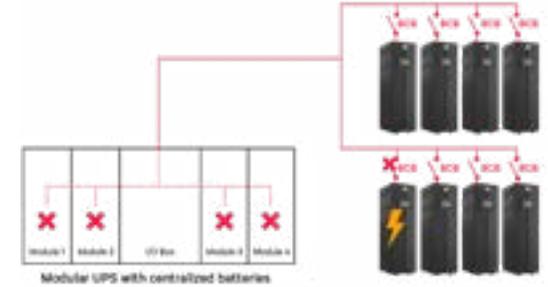


Figura 6. Si el BCB no puede corregir el fallo de las baterías, la alimentación de respaldo de toda la carga en una arquitectura centralizada se verá afectada.

En cambio, las baterías distribuidas aumentan el nivel de resiliencia del sistema. Gracias al aislamiento eléctrico entre sí, el impacto de un fallo en un grupo específico de gabinetes de baterías permanecerá contenido. Esta contención minimiza el alcance del fallo y evitará la propagación en cascada en interrupciones mayores de todo el sistema.



Figura 7. Si el BCB no puede corregir el fallo de las baterías, el fallo se localizará dentro de un solo circuito de baterías.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

3. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

En configuraciones de batería centralizadas, cada BCB se dimensionará para soportar la corriente de los bancos de baterías “N-1”. En caso de un cortocircuito interno de un solo banco de baterías, todos los demás bancos de baterías seguirán actuando en la que presenta el fallo y existe el riesgo de superar la capacidad máxima del dispositivo de protección asociado al banco con el fallo. De acuerdo con los estándares globales, los dispositivos de protección deberán dimensionarse para garantizar el corte de la corriente sin interrupciones.

Esto supone desafíos importantes en lo relacionado con la disponibilidad y el costo de los componentes a medida que aumenta el número de gabinetes de baterías. Por ejemplo, en una configuración con cuatro gabinetes de baterías (vea la Figura 9), el BCBS debe alojar la corriente de tres gabinetes. En comparación, necesitan gestionar la corriente de siete gabinetes en una configuración con ocho gabinetes (vea la Figura 8 de un UPS monolítico con ocho gabinetes de baterías). Si bien algunos gabinetes de baterías de iones de litio ya incluyen un BCB, en la mayoría de las aplicaciones, el BCB es un dispositivo externo dimensionado según los criterios antes mencionados. Esto exige el uso de BCB con especificaciones de corriente considerablemente más altas, lo cual puede aumentar los costos de protección de alimentación de CD de forma sustancial.

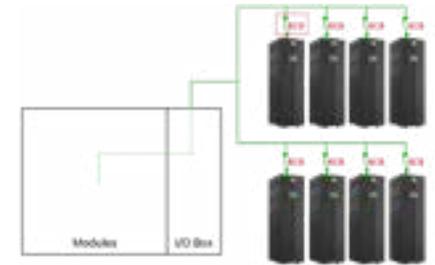


Figura 8. En las configuraciones de baterías centralizadas, cada BCB se dimensionará para soportar la corriente de los bancos de baterías N-1 (en esta ilustración, 11 bancos). Esto da como resultado costos más elevados para proteger la alimentación de CD.



Figura 9. En configuraciones de baterías distribuidas, cada BCB se dimensiona para soportar la corriente de los bancos de baterías N-1 (en esta ilustración, 2 bancos). Esto se traduce en menores costos para proteger la alimentación de CD.

Esto no ocurre en el caso de las baterías distribuidas. Al distribuir los módulos de baterías a través de gabinetes separados, cada BCB solo necesita gestionar la corriente de su grupo de gabinetes correspondiente, lo cual reduce considerablemente la carga actual y los costos asociados. Los sistemas de baterías distribuidas suelen estar asociados a mayores costos, pero este suele ser únicamente el caso cuando se analiza el costo general de la solución.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

4. La configuración del BCB

Las arquitecturas de baterías distribuidas ofrecen beneficios en escenarios de mantenimiento, especialmente cuando se considera la configuración de la instalación de BCB. En una configuración de baterías centralizadas donde todas las baterías convergen de forma simultánea, solo un BCB para todo el banco de baterías presenta una vulnerabilidad importante. Esta configuración da como resultado un punto único de fallo y el disyuntor solo puede desconectar todas las baterías simultáneamente. El mantenimiento o el reemplazo de las baterías en este escenario puede suponer todo un desafío, ya que todos los gabinetes de baterías se verán interrumpidos por cualquier actividad relacionada con un solo gabinete. Por lo tanto, no será posible tener alimentación de respaldo de las baterías durante el mantenimiento o el reemplazo de uno o más gabinetes de baterías.

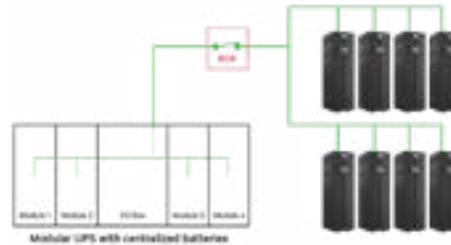


Figura 10. En las configuraciones de baterías centralizadas, hay un punto único de fallo y desconexión de BCB para todas las baterías. Esto significa que un problema con el BCB afecta a todo el banco de baterías, lo cual genera una pérdida completa de la fuente de alimentación.

En el caso de configuraciones de baterías distribuidas, incluso cuando hay un BCB por módulo o núcleo de UPS considerando un UPS modular, el sistema en general ofrece una mejor capacidad de mantenimiento y de contención de fallos superior. La principal diferencia radica en la presencia de múltiples bancos de baterías en configuraciones distribuidas, lo cual elimina la vulnerabilidad asociada a un punto único de fallo: cada grupo opera de forma independiente. Esta configuración garantiza un suministro eléctrico continuo de los grupos de baterías no afectados por los fallos, lo cual mejora la confiabilidad del sistema y minimiza el riesgo de cortes eléctricos totales.

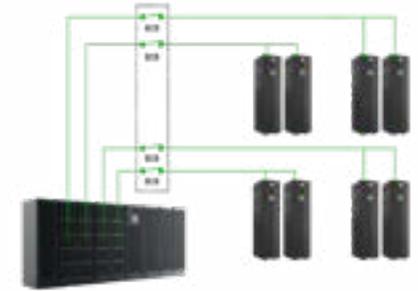


Figura 11. En las configuraciones de baterías distribuidas, múltiples BCBs permiten que los grupos de baterías funcionen de forma independiente. Esto significa que un problema con un BCB no afecta a todo el sistema de alimentación de respaldo y permite que las otras baterías asuman la carga del banco de baterías con fallo.

En cambio, ya sea que se trate de baterías centralizadas o distribuidas, se pueden instalar BCB individuales para cada gabinete o grupo de baterías. Este diseño elimina los puntos únicos de fallo y desconexión. Los periodos de inactividad se minimizan considerablemente, lo cual lleva a una mayor disponibilidad del sistema, pero los costos son mayores. Sin embargo, incluso con esta configuración, en sistemas de baterías centralizadas y de UPS monolíticos, el UPS no puede controlar cada BCB de manera individual, ya que los UPS monolíticos cuentan con una lógica centralizada.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Sistema de baterías centralizadas

1. Ocurre un cortocircuito entre el BCB y el UPS.
2. Los fusibles del convertidor CD/CD del UPS que queman para aislar el fallo.
3. El UPS puede seguir operando en modo de doble conversión u otros modos operativos, pero pierde la capacidad de ofrecer alimentación de respaldo de las baterías.
4. Esta vulnerabilidad compromete la capacidad del sistema para realizar una transferencia fluida a las baterías de respaldo cuando sea necesario, especialmente en caso de un corte en el suministro eléctrico principal.

Sistema de baterías distribuidas

1. Ocurre un cortocircuito entre el BCB y el UPS.
2. Como resultado del cortocircuito, los fusibles del convertidor CD/CD del módulo UPS afectado se queman.
3. El impacto del fallo se limita al subsistema donde comenzó y permite que el resto del sistema permanezca en operación.
4. El sistema se mantiene en funcionamiento y asegura un suministro eléctrico continuo desde las baterías de los módulos UPS no afectados.

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante la descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Estos escenarios destacan las diferencias críticas en la respuesta y la confiabilidad entre los sistemas de baterías centralizadas y distribuidas en las configuraciones de UPS. El enfoque distribuido maximiza la capacidad del sistema para garantizar un suministro ininterrumpido de energía, mejora la resiliencia del sistema y minimiza el riesgo de inestabilidad de la carga crítica. A medida que aumenta la demanda de un suministro eléctrico confiable, la elección entre los sistemas de baterías centralizadas y distribuidas es cada vez más vital, lo cual afecta el rendimiento general del UPS y la continuidad operativa.

Las limitaciones de los sistemas de baterías centralizadas se vuelven más evidentes a medida que aumentan las especificaciones nominales del UPS. En escenarios que exigen una mayor capacidad de potencia, la concentración de todas las baterías en un solo punto supone desafíos en el aislamiento de fallos. Los sistemas de baterías distribuidas eliminan los riesgos similares a la hora de escalar el tamaño de la aplicación.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

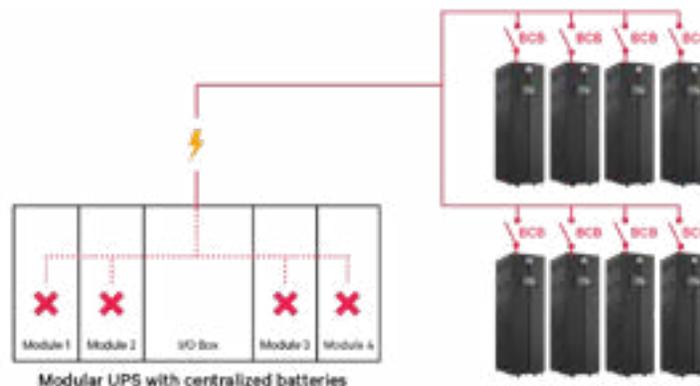
Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Baterías centralizadas: Cortocircuito entre el BCB y el UPS durante un escenario de fallo del suministro eléctrico principal

Caso 1	El generador no está en marcha aún	→ Pérdida de carga crítica
Caso 2	El generador está con carga parcial	→ Posible pérdida o daño de carga crítica



Baterías distribuidas: Cortocircuito entre el BCB y el UPS durante un escenario de fallo del suministro eléctrico principal

Caso 1	El generador no está en marcha aún	→ Sin pérdida de carga crítica
Caso 2	El generador está con carga parcial	→ Sin pérdida o daño de carga crítica

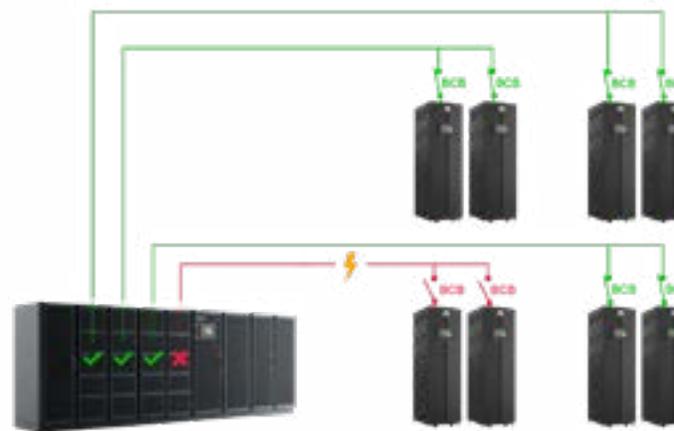


Figura 12. Una comparación entre los sistemas de baterías centralizadas (arriba) y los sistemas distribuidos (abajo) durante un escenario del mundo real de un fallo en el suministro eléctrico principal.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

La protección de la carga en caso de pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS

	Baterías centralizadas	Baterías distribuidas
UPS monolítico	Baja, posible pérdida o daño de la carga crítica	
UPS modular	Baja, posible pérdida o daño a carga crítica	Muy elevada, sin pérdida o daño de la carga crítica

Tabla 3. Comparaciones entre sistemas de UPS monolíticos y modulares con arquitecturas de baterías centralizadas y distribuidas en relación con la protección de la carga.

Caso 1: El generador aún no se encuentra en marcha: no hay alimentación en las líneas de entrada principal y de bypass

Cuando el generador aún no se encuentra en marcha y las líneas de entrada y bypass principales carecen de alimentación de la red eléctrica, la siguiente cadena de eventos ocurre con la pérdida del aislamiento o con un cortocircuito entre el BCB y el UPS.

Sistema de baterías centralizadas

1. Las baterías se descargan durante un fallo en el suministro principal.
2. Ocurre una pérdida del aislamiento o un cortocircuito entre el BCB y el UPS.
3. Los fusibles del convertidor CD/CD del UPS se queman como medida de protección ante la pérdida del aislamiento o cortocircuito.
4. Debido a que los fusibles se queman, el UPS no puede alimentar la carga a través de las baterías.
5. El UPS intenta transferir la carga a la línea de bypass.
6. Como el generador aún no se encuentra en marcha, no hay alimentación en la línea de bypass.
7. El resultado es una pérdida de alimentación para la carga crítica debido a la incapacidad de transferirse a la línea de bypass sin energía del generador.



Figura 13. Escenario con sistema de baterías centralizadas que muestra la condición inicial (izquierda) y después de un cortocircuito entre el BCB y el UPS (pérdida de carga crítica, a la derecha)

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Sistema de baterías distribuidas

Las baterías se descargan durante un fallo en el suministro eléctrico principal.

1. En caso de pérdida del aislamiento o cortocircuito, solo se quemarán los fusibles en el convertidor CD/CD del módulo de UPS afectado.
2. El impacto del fallo se limita al subsistema donde se originó.
3. El resto del sistema se mantiene en funcionamiento, lo cual permite un suministro eléctrico continuo por medio de las baterías.
4. Para el suministro de carga parcial, los módulos restantes funcionan en operación nominal o —para cumplir con las especificaciones totales del UPS— los módulos restantes funcionan en sobrecarga.
5. La configuración de baterías distribuidas garantiza un suministro ininterrumpido de energía durante un periodo prolongado. Como el generador aún no se encuentra en marcha, no hay alimentación en la línea de bypass.
6. El periodo de alimentación prolongado concede más tiempo para que el generador arranque y asuma la carga.

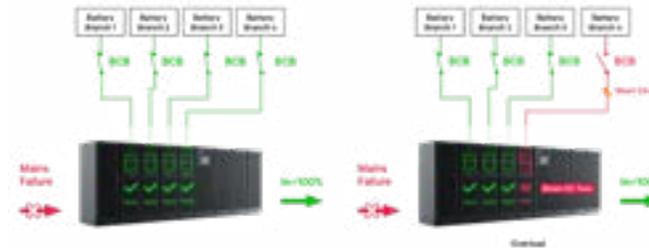


Figura 14. Escenario con sistema de baterías distribuidas que muestra la condición inicial (a la izquierda) y después de un cortocircuito entre el BCB y el UPS (operación de sobrecarga, a la derecha)

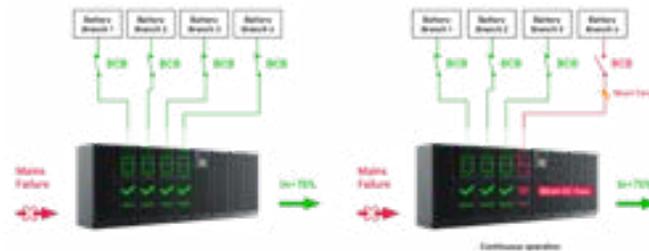


Figura 15. Escenario con sistema de baterías distribuidas que muestra la condición inicial (a la izquierda) y después de un cortocircuito entre el BCB y el UPS (operación continua, a la derecha)

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Caso 2: El generador se encuentra en marcha, transferencia parcial de carga del UPS

En un escenario diferente donde el generador acaba de comenzar a alimentar las líneas de entrada principal y de bypass, pero donde el UPS todavía está alimentando la carga a través de las baterías, el UPS experimenta una transferencia a la vez que consume cada vez más energía de la entrada del suministro eléctrico principal por un lado y cada vez menos energía de las baterías por el otro lado.

Sistema de baterías centralizadas

1. Las baterías se descargan.
2. El UPS se transfiere a la línea de bypass mientras intenta mantener la entrega de energía.
3. Como el generador aún no ha asumido toda la carga, esta situación lleva a un paso de carga y genera distorsiones potenciales de voltaje o frecuencia.
4. El paso de carga presenta riesgos, como distorsiones de voltaje o frecuencia que pueden dañar la carga o interrumpir las operaciones críticas.

Sistema de baterías distribuidas

1. Las baterías se descargan mientras el UPS transfiere la carga y consume más energía de la entrada principal y menos energía de las baterías.
2. Como resultado del cortocircuito, los fusibles en el convertidor CD/CD del módulo UPS afectado se queman.
3. El sistema de baterías distribuidas mantiene su capacidad de alimentar la carga a través de los módulos funcionales restantes.
4. Los módulos restantes operan de forma nominal para el suministro de carga parcial. Para cumplir con las especificaciones nominales totales del UPS, los módulos restantes funcionan en sobrecarga.
5. Esta fuente de alimentación continua permite que el UPS se transfiera de las baterías al generador, incluyendo el acceso del rectificador donde esté disponible.
6. Este proceso tiene lugar sin necesidad de someter al generador a aumentos repentinos de la demanda energética, lo cual reduce los riesgos de afectar la carga en el generador.

ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

El papel fundamental de las baterías en las UPS y la infraestructura

La redundancia

Los sistemas de UPS monolíticos

Los sistemas de UPS modulares

Las baterías distribuidas o las centralizadas: diferentes arquitecturas, diferentes ventajas y desventajas

La arquitectura de baterías centralizadas

La arquitectura de baterías distribuidas

Análisis de la resiliencia del sistema en diferentes escenarios: las baterías centralizadas frente a las distribuidas

I. Los cortocircuitos entre el disyuntor de las baterías (BCB) y el UPS

II. El aislamiento de fallos de las baterías

III. El costo de proteger la alimentación de CD (BCB)

IV. La configuración del BCB

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante el funcionamiento normal sin fallo del suministro eléctrico principal

Escenario: pérdida del aislamiento o cortocircuito entre el BCB y el UPS durante una descarga de las baterías debido a un fallo en el suministro eléctrico principal

Conclusión

Conclusión

El análisis de las diferentes configuraciones de baterías para los sistemas de UPS muestra que las baterías distribuidas deben ser las preferidas con los sistemas de UPS modulares, especialmente para especificaciones nominales importantes.

Al observar las implicaciones de los escenarios del mundo real, las baterías distribuidas maximizan la confiabilidad y los beneficios de los diseños de UPS modulares.

La lógica detrás de esta preferencia se basa en la integración perfecta de las baterías distribuidas con los principios de diseño modular de los sistemas de UPS. Esta integración optimiza la tolerancia a los fallos, por medio de aprovechar la distribución descentralizada de los módulos de baterías para ajustarse a las estructuras de UPS modulares. El resultado es un sistema que facilita las intervenciones de mantenimiento dirigidas y una mayor resiliencia en caso de posibles fallos. Elegir una configuración de baterías distribuidas para un UPS modular permite módulos de alimentación completamente individuales, por medio de maximizar el aislamiento de los fallos, minimizar los periodos de inactividad durante el mantenimiento y optimizar las configuraciones de BCB para mejorar la rentabilidad.

Al analizar los escenarios —desde la pérdida del aislamiento durante un fallo en el suministro eléctrico principal hasta el funcionamiento regular—, hay una indicación subyacente de la resistencia y confiabilidad de las baterías distribuidas en las configuraciones modulares.

La arquitectura distribuida minimiza el impacto de los posibles fallos y garantiza un suministro eléctrico continuo para las cargas críticas. Las configuraciones del sistema de UPS con baterías distribuidas maximizan la disponibilidad del sistema mediante:

- Mejorar la tolerancia a los fallos.
- Mejorar el rendimiento en varios modos e fallo.
- Mejorar el servicio por medio del mantenimiento en subsistemas individuales sin necesidad de interrumpir la protección de la carga.

Una mayor disponibilidad del sistema es vital en los entornos críticos, donde las aplicaciones deben mantenerse disponibles y protegidas las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Como respuesta a la creciente necesidad de soluciones de alimentación escalables y confiables, las baterías distribuidas mejoran la modularidad de los sistemas de UPS modulares. Las fortalezas propias en la tolerancia a los fallos, la eficiencia del mantenimiento y la resiliencia del sistema posicionan a las baterías distribuidas como la arquitectura ideal en aplicaciones de misión crítica. Elegir una arquitectura de baterías distribuidas con un UPS modular de gran potencia amplía el rendimiento de los sistemas de UPS y maximiza las operaciones ininterrumpidas en escenarios de potencia crítica.



Vertiv.com | Oficinas Centrales de Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, EE. UU

© 2025 Vertiv Group Corp. Todos los derechos reservados. Vertiv™ y el logo de Vertiv son marcas o marcas registradas de Vertiv Group Corp. Todos los demás nombres y logos a los que se hace referencia son nombres comerciales, marcas, o marcas registradas de sus dueños respectivos. Aunque se tomaron todas las precauciones para asegurar que esta literatura esté completa y exacta, Vertiv Group Corp. no asume ninguna responsabilidad y renuncia a cualquier demanda por daños como resultado del uso de esta información o de cualquier error u omisión. Las especificaciones, los reembolsos y otras ofertas promocionales están sujetas a cambio a la entera discreción de Vertiv y mediante notificación.

SL-80003ES (01/24)