



ARTÍCULO TÉCNICO DE VERTIV

Las Ventajas de Utilizar las Baterías de Iones de Litio como Fuente de Energía de Respaldo en Aplicaciones de UPS Monofásicos para Centros de Datos Remotos y en el Borde de la Red

Cómo pueden beneficiarse las sucursales, las salas de servidores y los armarios de red con el uso de sistemas de baterías de iones de litio

Resumen Ejecutivo:

Las baterías de iones de litio son una fuente de energía común para millones de dispositivos destinados a los consumidores. Sin embargo, ahora están siendo adoptadas para el uso en unidades de suministro ininterrumpido de energía (UPS), como un medio para garantizar el funcionamiento de la infraestructura de misión crítica en los centros de datos. Para las compañías que desean implementar la computación distribuida y las redes en el borde de la red, las baterías de iones de litio son ideales para las implementaciones de TI en ubicaciones remotas. Ofrecen un rendimiento más confiable, requieren menos mantenimiento y tienen una densidad de potencia más alta que las baterías de plomo ácido. Las baterías de iones de litio tienen una duración 2 o 3 veces mayor que las baterías de plomo ácido, lo cual reduce los reemplazos de las baterías y los costos de mano de obra. Además, incluyen un sistema de supervisión de las baterías (BMS) y otras funciones que contribuyen a garantizar una operación segura de las baterías. Aunque el costo inicial de las baterías de iones de litio continúa siendo más alto que las baterías de plomo ácido, esta diferencia es cada vez menor. Las baterías de iones de litio ahora pueden ofrecer un costo total de propiedad (TCO) más bajo que las baterías de plomo ácido en un periodo de solo 5 años. Durante la vida útil típica de un UPS, se estima que un sistema de baterías de iones de litio puede proporcionar un 40% o más de ahorros en el TCO.

Introducción

Si su compañía necesita establecer recursos de TI localizados, puede que usted esté considerando la posibilidad de invertir e implementar múltiples equipos de TI en ubicaciones remotas, como parte de una computación distribuida o red en el borde. Por ejemplo, si se trata de una compañía bancaria, financiera o de distribución, puede configurar las implementaciones de TI en las sucursales o en las tiendas. Si se trata de una organización educativa o de atención médica, es posible que desee implementar equipos de TI en varios campus universitarios o complejos médicos en una amplia extensión geográfica. Si se trata de una compañía industrial, es posible que desee establecer una infraestructura de computación en el borde de la red en varias plantas de fabricación.

Las ubicaciones utilizadas para alojar estos equipos de TI incluyen armarios de red, salas de servidores y centros de datos pequeños. Por lo general, estas implementaciones remotas necesitarán un UPS monofásico para alimentar su infraestructura de TI, y no un UPS trifásico, que suele utilizarse en instalaciones más grandes. Sin embargo, al igual que sus contrapartes trifásicas, los UPS monofásicos necesitan una fuente de energía almacenada confiable. Requieren un sistema

de baterías con un funcionamiento correcto en el momento decisivo, cuando el UPS deba proporcionar energía de respaldo a la carga.

Durante los últimos cinco años, las baterías de iones de litio se han utilizado como la fuente de energía almacenada en los centros de datos tradicionales. En este artículo técnico, veremos cómo se pueden utilizar estos tipos de baterías para soportar sistemas de UPS monofásicos en entornos remotos de misión crítica y centros de datos en el borde de la red.

Una Tecnología Galardonada con el Premio Nobel

El 9 de noviembre de 2019, la Real Academia de Ciencias de Suecia otorgó el Premio Nobel de Química a tres científicos cuyas investigaciones en las décadas de 1970 y 1980 llevaron al desarrollo de las baterías de iones de litio actuales. Los primeros dos ganadores del premio, M. Stanley Whittingham y John B. Goodenough de América, desarrollaron las primeras sustancias químicas utilizadas en las baterías de iones de litio; el tercer ganador, Akira Yoshino de Japón, creó la primera batería comercial recargable de iones de litio, la cual fue adoptada en 1991 por Sony para alimentar sus cámaras de video portátiles.

Gracias a estos científicos, las baterías de iones de litio se han vuelto comunes en los productos de consumo cotidiano y alimentan todo, desde los teléfonos celulares, las computadoras portátiles y las herramientas eléctricas hasta los vehículos híbridos y autónomos. Las baterías de iones de litio también pueden ser un recurso de respaldo para las redes eléctricas, y están empezando a utilizarse como una solución de almacenamiento para fuentes de energía libres de carbono, como los paneles solares y las turbinas eólicas. Además, durante los últimos cinco años, los fabricantes han desarrollado soluciones de baterías de iones de litio diseñadas específicamente para las aplicaciones de UPS en los centros de datos.

El Propósito de las Baterías para UPS: los Centros de Datos Tradicionales frente a los Remotos

En los centros de datos tradicionales, el sistema de baterías es un importante dispositivo a prueba de fallos. Cuando ocurre un corte eléctrico, los bancos de baterías alimentan el UPS durante los minutos del tiempo de respaldo de transición en el que el centro de datos se conecta a una fuente de energía auxiliar, como una alimentación secundaria o un generador.

Sin embargo, en los centros de datos en el borde de la red o en las implementaciones de TI remotas, la función de la batería podría ser un poco distinta. En muchos casos, el sistema de batería es la fuente de energía auxiliar para dicha instalación. Si ocurre un corte eléctrico, las baterías pueden proporcionar energía de respaldo al UPS durante 30 minutos o más. Sin una fuente de alimentación alternativa, estos sitios remotos dependen de la energía almacenada en las baterías del UPS para proporcionar el tiempo de respaldo necesario hasta que se restablezca el suministro eléctrico, o para que los administradores de TI migren los entornos de TI virtuales a sitios estables, o para que los sistemas operativos realicen un apagado controlado y automático de los equipos conectados.

En cualquier caso, para los centros de datos tradicionales o remotos, el propósito del sistema de baterías es el mismo: la batería contribuye a garantizar el funcionamiento al mantener la infraestructura de TI en operación. Como tal, una instalación tradicional, remota o en el borde de la red debe contar con un sistema de baterías confiable para garantizar una operación ininterrumpida del UPS y una disponibilidad continua del equipo de TI.

Los Inconvenientes de las Baterías de Plomo Ácido

Hasta hace poco, las baterías de plomo ácido habían sido la fuente de referencia para ofrecer energía almacenada para las aplicaciones de UPS. Los tipos de baterías usadas con mayor frecuencia en los centros de datos son las baterías con válvula reguladora, plomo-ácido (VLRA).

Sin embargo, las baterías de plomo ácido presentan inconvenientes que las hacen riesgosas y caras para ser utilizadas en los centros de datos. La mayoría de los propietarios e ingenieros de los centros de datos dirán que las baterías de plomo ácido son el eslabón más débil en su cadena de distribución eléctrica. Son el elemento con más probabilidades de fallar en el momento en que más se necesita.

La instalación y la gestión de las baterías de plomo ácido en instalaciones tradicionales es bastante difícil, pero cuando las baterías VRLA se utilizan en instalaciones remotas y centros de datos en el borde de la red, estos mismos inconvenientes ocasionan un nuevo conjunto de problemas que aumentan la dificultad y el costo de utilizarlas. Algunos de los inconvenientes son los siguientes:

Un Rendimiento Poco Confiable

Los UPS son alimentados por bancos de baterías de plomo ácido, en los cuales cualquier batería individual puede ser un punto de fallo. Si falla una sola batería, puede desactivar todo el sistema de UPS en el centro de datos.

Un estudio realizado por el Ponemon Research Institute en 2013 reveló que el 55% de los cortes eléctricos no previstos en los centros de datos y una tercera parte de todos los fallos en los sistemas de UPS, se debieron a fallos en las baterías VRLA. (NOTA: aunque este estudio se enfocó en los centros de datos tradicionales, podemos ver características muy similares en los periodos de inactividad que ocurren en las aplicaciones en el borde de la red).

Principales causas de los periodos de inactividad no previstos

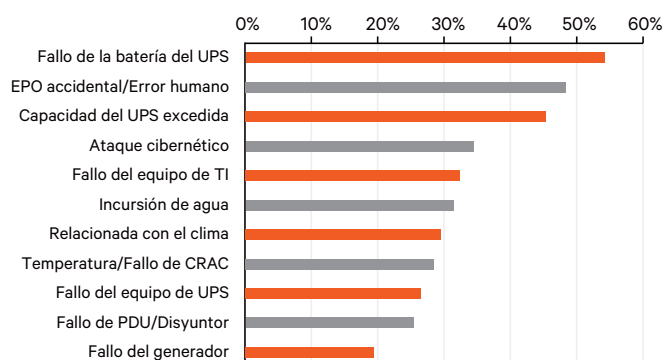


Figura 1: Más del 50 % de los cortes eléctricos no previstos causados por fallos de las baterías (estudio del Instituto Ponemon realizado en el 2013)

Una Menor Vida Útil

Las baterías de plomo ácido deben reemplazarse cada 3 a 5 años. Su vida útil está determinada por la frecuencia con que se descargan y recargan, pero existen algunos factores que pueden reducir la vida útil de las baterías, como la sobrecarga, los ciclos de descarga frecuentes, las terminales de baterías forzadas, las conexiones poco ajustadas y las temperaturas ambientales elevadas en la instalación.

Cuando la batería alcanza el 80% de su capacidad, se considera que ha alcanzado el final de su vida útil. Por lo general, la degradación del rendimiento se acelera en este punto y la batería pierde su capacidad para proporcionar suficiente voltaje.

Capacidad típica de las baterías VRLA a lo largo del tiempo

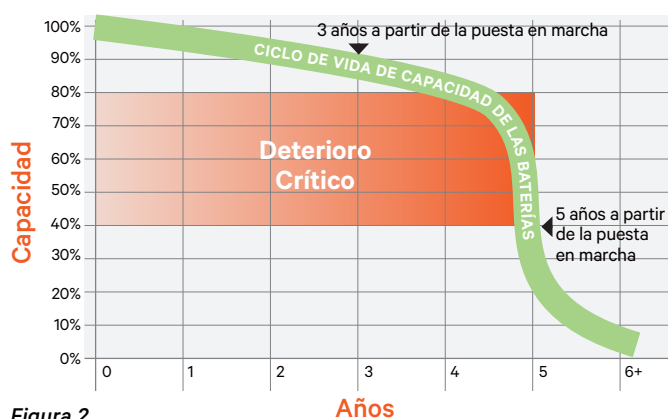


Figura 2

Como se muestra en la Figura 2, después de tres años de uso, la capacidad de la batería VRLA comienza a disminuir. Esta disminución se acentúa aún más después de cinco años de uso. Las baterías más antiguas pueden ser vulnerables al "síndrome de muerte súbita", en el que una batería funciona bien un día, pero no proporciona suficiente energía al día siguiente, lo cual provoca un fallo en el UPS y periodos de inactividad en el centro de datos.

Las Molestias del Reemplazo

La corta vida útil combinada con su potencial de fallos hace que las baterías de plomo ácido deban reemplazarse cada 3 a 5 años, o 2 a 3 veces durante los 10 años de vida útil de su UPS. Las ventanas de mantenimiento preventivo son muy utilizadas para reemplazar sistemas completos de baterías, con base en la cantidad de tiempo que las baterías han estado en uso. Los propietarios e ingenieros de los centros de datos se enfrentan a un continuo ciclo de reemplazo cuando implementan baterías VRLA en grandes cantidades.

El costo continuo de reemplazo y los gastos de mano de obra se suman al costo total de propiedad (TCO) del sistema de baterías. Estos gastos se elevan aún más cuando se utilizan baterías de plomo ácido en múltiples ubicaciones remotas. Por lo general, se debe tener en cuenta los costos adicionales del tiempo de traslado, el envío y el transporte de las nuevas baterías hasta las instalaciones remotas, así como el personal de mantenimiento necesario para instalarlas.

Los Diferentes Tipos de Baterías de Iones de Litio

Las baterías de iones de litio tienen muchos usos, pero no todas son iguales. La Tabla 1, a continuación, indica los diferentes tipos de sustancias químicas utilizados en las baterías de iones de litio y las aplicaciones para cada tipo de batería.

Sustancia química	Óxido de litio-cobalto	Óxido de litio-manganeso	Óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto	Litio-ferrofosfato	Óxido de litio-níquel-cobalto-aluminio	Titanato de litio
Forma corta	Li-cobalto	Li-manganeso	NMC	Li-fosfato	Li-aluminio	Li-titanato
Abreviatura	LiCoC2 (LCO)	LiMn2O4 (LMO)	LiNiMnCoO2 (NMC)	LiFePo4 (LFP)	LiNiCoAlO2 (NCA)	Li2TiO3 (LTO)
Observaciones	Alta energía, potencia limitada. Cuota de mercado en declive.	Alta energía, menor capacidad; más segura que Li-cobalto; a menudo mezclada con NMC para mejorar el rendimiento.	Alta capacidad y alta energía.	Baja tensión de descarga, alta energía, baja capacidad y segura; autodescarga elevada.	Máxima capacidad con energía moderada. Similar al Li-cobalto.	Larga duración, carga rápida, amplio rango de temperatura y muy segura. Baja capacidad, costosa.
Usos comunes	Dispositivos móviles destinados al consumidor, como computadoras portátiles, teléfonos inteligentes y cámaras digitales.	Dispositivos médicos, herramientas eléctricas, dispositivos destinados al consumidor, vehículos eléctricos.	Trenes motrices eléctricos para vehículos, herramientas eléctricas inalámbricas, almacenamiento de la red eléctrica.	Energía almacenada para entornos de misión crítica. También se utiliza en vehículos eléctricos.	Vehículos eléctricos.	Almacenamiento de red eléctrica.

Tabla 1: Atributos de las sustancias químicas de las baterías de litio

El Tamaño y el Peso

Las baterías de plomo ácido ocupan un valioso espacio en el rack; dicho espacio podría usarse para la infraestructura de TI. Este es un problema en cualquier entorno de TI, pero especialmente en las instalaciones remotas pequeñas, como las salas de servidores, los armarios de red y las unidades con contenedores, donde las limitaciones de espacio para los servidores de TI son mayores. Además, las baterías de plomo ácido son pesadas y difíciles de trasladar, lo cual aumenta el tiempo de trabajo y el costo para instalar o reemplazar las baterías en las instalaciones remotas.

La Sensibilidad a la Temperatura

La vida útil de una batería se ve afectada por su temperatura operativa, incluso cuando la batería no experimenta ciclos de carga y descarga. En el caso de las baterías de plomo ácido, se necesita una temperatura ambiente controlada de 77 °F (25 °C), para garantizar una vida útil de 3 a 5 años. Con cada aumento de 15 °C en la temperatura ambiente, la vida útil de una batería VRLA típica se reduce a la mitad.

Aunque el costo de enfriamiento en cualquier instalación de centros de datos se suma al costo total de propiedad (TCO) de las baterías, las temperaturas en instalaciones remotas son aún más difíciles de controlar.

Baterías de Iones de Litio para Aplicaciones de UPS

Durante los últimos cinco años, los fabricantes han desarrollado soluciones de baterías de iones de litio para el uso específico en aplicaciones de UPS. Las baterías de iones de litio se han convertido en una fuente alternativa viable de energía almacenada, debido a su mayor rendimiento, flexibilidad de uso y menor costo total de propiedad (TCO) en comparación con las baterías de plomo ácido.

Las sustancias químicas de las baterías de litio utilizadas en las aplicaciones de UPS son el litio de ferrofosfato (LiFePO₄ o "LFP" para abreviar), óxido de litio-manganeso (LiMnO₂ o "LMO") y el óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto (LiNiMnCoO₂ o "NMC"). Además, existe una batería para UPS que usa una mezcla LMO/NMC para mejorar el rendimiento.

(NOTA: para un análisis más detallado sobre las propiedades de las sustancias químicas de LFP, LMO y NMC, vea el informe de aplicación de Vertiv, ["El surgimiento de las baterías de litio dentro de los centros de datos"](#)).

Ventajas de las Baterías de Iones de Litio

Una Mayor Confiabilidad y Disponibilidad

Los fabricantes de baterías de iones de litio calificados para aplicaciones de UPS utilizan un diseño mejorado de las baterías, materiales de calidad y métodos de fabricación superiores. Con una vida útil más prolongada y menores requisitos de mantenimiento, los fallos de las baterías de iones de litio en entornos de misión crítica son extremadamente inusuales.

Además, todas las baterías de iones de litio incluyen un sistema de supervisión de baterías (BMS) incorporado, el cual proporciona capacidades de monitoreo de fallos, equilibrio de las celdas y optimización de la energía para cada batería individual. El BMS ayuda a maximizar la vida útil de la batería y minimizar los periodos de inactividad.

Una Mayor Vida Útil

Por lo general, las baterías de iones de litio tienen una vida útil de 8 a 10 años; esto significa que deben tener la misma vida útil que un UPS monofásico. Cuando una batería VRLA tiene una capacidad del 80% o alcanza el final de su vida útil, la batería de iones de litio todavía tiene una capacidad del 93%.

Esto elimina las molestias del reemplazo, ya que las baterías de iones de litio no tienen que reemplazarse cada 3-5 años, lo cual se traduce en enormes ahorros. Además, las baterías de iones de litio pueden cargarse y almacenarse completamente durante más tiempo que las baterías VRLA; esto tiene un impacto mínimo en la vida útil de las baterías.

Un Menor Peso

Las baterías de iones de litio pesan aproximadamente un 60% menos que las baterías de plomo ácido. Esto hace que las

baterías sean más fáciles de transportar e instalar en las instalaciones remotas.

Un Menor Espacio Ocupado

Las baterías de iones de litio pueden ser hasta un 70% más compactas que las baterías de plomo ácido. Esto proporciona un ahorro de espacio en cualquier instalación remota o en el sitio, lo cual le permite reconfigurar su implementación para aumentar el espacio disponible en el rack para los servidores de TI y equipos de red.

Una Mayor Densidad de Energía y Densidad de Potencia

Las baterías de iones de litio tienen una mayor densidad de energía (Wh/kg, o vatios hora por kilogramo) y densidad de potencia (W/kg, o vatios por kilogramo). Ofrecen la misma cantidad de energía que las baterías de plomo ácido, pero con un tamaño y un peso menores.

Se Adaptan a Temperaturas Más Altas

Las baterías de iones de litio para las aplicaciones de UPS han sido diseñadas con el fin de operar a temperaturas más altas que las baterías de plomo ácido; como resultado, las temperaturas más cálidas tendrán un menor impacto. Usted puede operar la mayoría de las baterías de iones de litio a temperaturas de 86 °F (30 °C) —casi 10 grados más que las baterías de plomo ácido —sin degradación ni reducción de la vida natural. Esto le permitirá aumentar la temperatura ambiente en las salas de servidores o centros de datos remotos. Al reducir la energía utilizada para el enfriamiento, reducirá los costos de enfriamiento.

Una Recarga Más Rápida

Por lo general, las baterías de iones de litio pueden recargarse al 90% de su capacidad en menos de 2 horas para sistemas basados en rack, mientras que las baterías VRLA pueden tardar más de 4 horas en alcanzar el mismo nivel y hasta 24 horas para recargarse completamente. Si el centro de datos

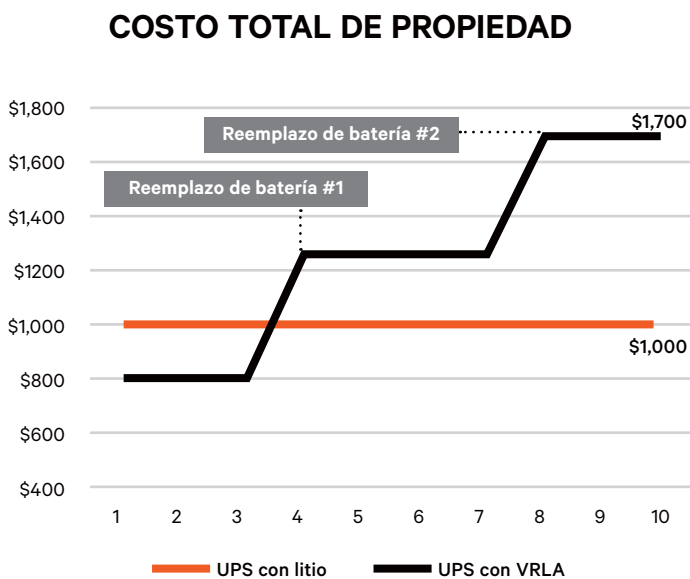
sufre varios cortes eléctricos en un breve periodo, la batería de iones de litio puede recargarse lo suficientemente rápido como para proporcionar el tiempo de respaldo de transición para cada corte.

Menores Costos Operativos = TCO Más Bajo

Hasta hace poco, el alto costo inicial de las baterías de iones de litio era un obstáculo para su adopción en las aplicaciones de UPS. Sin embargo, durante los últimos cinco años, este costo se ha reducido considerablemente. Actualmente, el promedio de la inversión inicial de capital para un sistema de baterías de iones de litio para instalaciones remotas o centros de datos en el borde de la red es de un 1,75% y 2,25% del costo de un sistema de baterías VRLA para estas mismas instalaciones. Se espera que, durante la próxima década, se den disminuciones de precios adicionales a medida que las baterías de iones de litio se utilicen más ampliamente en los centros de datos.

En comparación con las baterías VRLA, las baterías de iones de litio ofrecen ahorros a largo plazo gracias a menores costos operativos, lo cual resulta en un TCO más bajo para los propietarios de centros de datos. Como se mencionó anteriormente, las baterías de iones de litio tienen una vida útil estimada de 8 a 10 años, la cual puede ser igual a la de su UPS monofásico. Esto elimina el costo de reemplazar las baterías de plomo ácido cada 3 a 5 años, y también elimina los costos de envío, transporte y mano de obra necesarios para reemplazar las baterías VRLA en los centros de datos remotos.

Una prueba de evaluación reciente, llevada a cabo por Vertiv comparó el costo total de propiedad (TCO) de las baterías de plomo ácido y de las baterías de iones de litio utilizadas en las aplicaciones de UPS monofásicos. La comparación de costos analizó el costo inicial y los costos de reemplazo de las baterías de varios de los principales fabricantes durante un periodo de 10 años para VRLA y un líder de la industria para las baterías de iones de litio.



Como se muestra en la Figura 3, el estudio reveló que, aunque los costos iniciales de los sistemas VRLA son menores, los costos operativos aumentan constantemente durante la vida útil de 10 años del UPS, con aumentos significativos cada cierta cantidad de años, cada vez que las baterías tienen que ser reemplazadas. Por el contrario, aunque los costos iniciales de un sistema de baterías de iones de litio son mayores, los costos suelen permanecer relativamente estables durante este mismo periodo de 10 años. El sistema de baterías de litio demuestra un retorno sobre la inversión (ROI) en un plazo de cinco años, justo antes y/o después del primer ciclo de reemplazo de las baterías VRLA. En dólares relativos, el sistema de baterías de litio es más rentable a largo plazo.

La Tabla 2, a continuación, proporciona los datos que se utilizaron en esta comparación de costos.

Figura 3: Baterías de plomo ácido frente a las baterías de iones de litio - Comparación de TCO

	UPS de 1500 VA con baterías de iones de litio	UPS de 1500 VA con baterías VRLA
Año 0		
Precio promedio de UPS (el UPS monofásico viene con una batería interna)	\$1,000	\$800
Año 3-4		
Batería de reemplazo		\$250
Mano de obra		\$200
Año 6-8		
Batería de reemplazo		\$250
Mano de obra		\$200
Costo total de propiedad de 10 años	\$1,000	\$1,700
Ahorros en el TCO	41% o \$700	

Tabla 2: Baterías de iones de litio frente a baterías de plomo ácido - Datos de comparación de TCO de 10 años

Nuevamente, el costo inicial de un UPS con una batería de plomo ácido es más bajo, pero el TCO aumenta durante los 10 años. Durante este tiempo, el UPS requerirá al menos dos reemplazos de baterías, ya que cada batería VRLA alcanza el final de su vida útil.

Por otro lado, el costo inicial del UPS con una batería de iones de litio es mayor, pero durante su vida útil de 10 años, el UPS no requiere reemplazar las baterías, ya que la batería de iones de litio continúa funcionando. Después de 10 años, el uso de baterías de iones de litio da como resultado un ahorro de TCO de \$700 o del 41%.

¿Son Seguras las Baterías de Litio?

Sí. Las soluciones de baterías de litio que se utilizan en las aplicaciones de UPS cuentan con un BMS que monitorea los parámetros críticos (como la temperatura, el voltaje y la corriente) a nivel de celda, lo cual garantiza una operación segura y confiable durante toda la vida útil del sistema.

Todos los tipos de baterías son vulnerables a una condición conocida como fuga térmica. Esta ocurre cuando la sustancia química dentro de la celda de una batería alcanza una temperatura tan alta que supera su capacidad de dispersar el calor, lo cual ocasiona un fallo.

Sin embargo, para las sustancias químicas de litio utilizadas en las aplicaciones de UPS, las temperaturas de las fugas térmicas son superiores a 200 °C (400 °F). La mayoría de las baterías de iones de litio cuentan con un límite de temperatura de control de unos 70 °C (158 °F), debido a consideraciones de la vida útil. Cuando la batería alcanza este límite de temperatura de control, el Sistema de administración de las baterías

desconectará automáticamente la batería de la carga del UPS o del cargador. En otras palabras, el BMS desconectará la batería a un umbral bajo, mucho antes de que la batería alcance la temperatura de fuga térmica.

Además, los principales fabricantes de baterías de hoy en día crean baterías de iones de litio de alta calidad para sistemas de UPS, con diseños de baterías y empaques de celdas duraderos. Las baterías incluyen fusibles de seguridad, protección contra sobrecargas y capas de material endurecido. La mayoría de las baterías de iones de litio se fabrican de conformidad con UL y otras normas de seguridad aplicables.

Conclusión

El análisis de costos y los datos de rendimiento muestran por qué las baterías de iones de litio son la mejor fuente de energía almacenada para los sistemas de UPS monofásicos. Durante una vida útil del UPS de 10 años, las baterías de iones de litio proporcionan un ahorro significativo en el TCO, por medio de eliminar las molestias del reemplazo de las baterías de plomo ácido. La vida útil más prolongada y la menor necesidad de mantenimiento de las baterías de iones de litio generan un rendimiento de la inversión significativo para los gerentes de TI en menos de cinco años.

Su menor tamaño y peso proporcionan una mayor flexibilidad para su uso en instalaciones remotas. Además, al ofrecer un rendimiento superior, las baterías de iones de litio pueden contribuir a garantizar un funcionamiento ininterrumpido y operaciones continuas para sus implementaciones de TI. Debido a las ventajas combinadas de rentabilidad, rendimiento y seguridad, la inversión inicial valdrá la pena, ya que las baterías de iones de litio ofrecerán un servicio confiable a largo plazo para su infraestructura de TI de misión crítica en las salas de servidores, los armarios de red y los centros de datos en el borde de la red.

Para más información sobre cómo las soluciones de baterías de iones de litio pueden utilizarse en aplicaciones de UPS en instalaciones remotas y centros de datos en el borde de la red, visite [Vertiv.com](https://www.vertiv.com).

Referencias

<https://www.nytimes.com/2019/10/09/science/nobel-prize-chemistry.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery

<https://qz.com/338767/the-man-who-brought-us-the-lithium-ion-battery-at-57-has-an-idea-for-a-new-one-at-92/>

https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion

