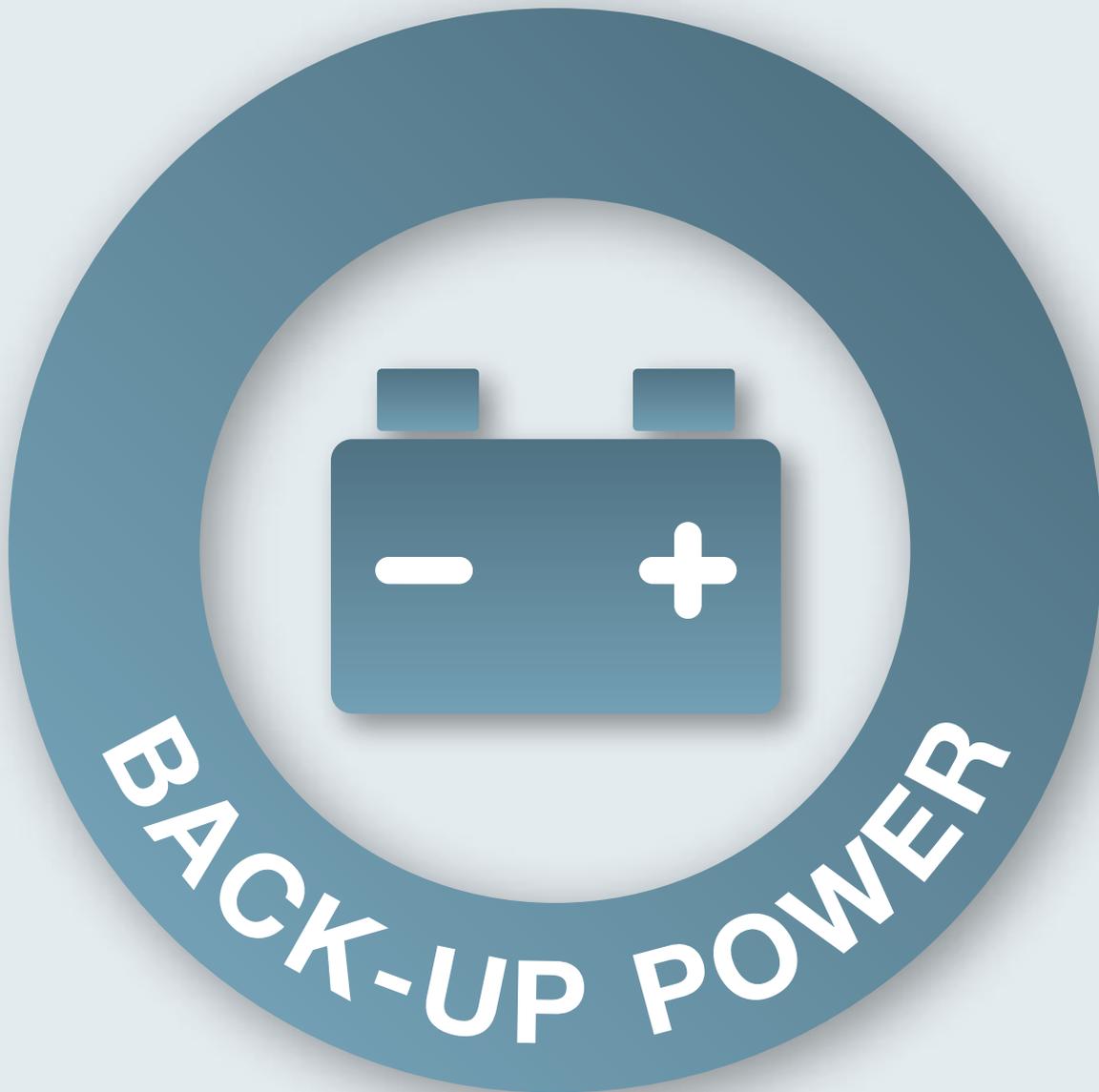


Gestión de las baterías VRLA en aplicaciones de SAI

Potencia de reserva

Por Fabien Koenig



Introducción



En las aplicaciones de SAI, el almacenamiento de energía es un elemento fundamental para asegurar la continuidad del suministro eléctrico a cargas críticas. Generalmente, la función de almacenamiento de energía del SAI utiliza una batería de plomo-ácido, que supone una parte importante de los costes de instalación totales. Así pues, es fundamental reflexionar a fondo sobre la gestión de las baterías por motivos económicos, además de por cuestiones técnicas y de seguridad.

Uno de los objetivos de la gestión de baterías es la recopilación de datos precisos en cantidad suficiente para poder anticipar el estado de la batería. Debe garantizarse el suministro de energía de reserva durante toda la vida útil de la batería, por lo que es importante determinar el momento en que es necesario sustituirla para optimizar la inversión.

El objetivo de este documento es definir un programa eficiente de mantenimiento de baterías aplicable a las baterías de plomo-ácido usadas en aplicaciones de SAI.

La batería es un componente crítico del sistema SAI: según un estudio del Ponemon Institute, las baterías son la causa del 65 % de los fallos de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). La fiabilidad y disponibilidad de estos componentes son vitales para asegurar el suministro de energía a la carga.

En caso de fallo, el impacto económico de un corte eléctrico puede ascender con facilidad a los cientos o miles euros para el propietario del SAI.

Dentro del sistema SAI, la batería constituye el componente más débil y menos complejo, a pesar de que su coste represente una parte importante de la inversión. Por eso, es crucial reducir el número de operaciones de mantenimiento, maximizar el rendimiento de la inversión en baterías y anticipar sus fallos.

Esto puede ponerse en práctica siguiendo las reglas descritas en la norma IEEE 1188 (Prácticas recomendadas de la IEEE para el mantenimiento, la comprobación y la sustitución de baterías de ácido-plomo reguladas por válvula (VRLA) para aplicaciones estacionarias), aunque también puede realizarse un programa de mantenimiento preventivo más exacto utilizando un BMS (Sistema de gestión de baterías) que suministra todos los parámetros de los bloques de batería individuales, verifica continuamente la eficiencia de la batería e identifica cualquier anomalía de forma anticipada.

Índice

Introducción	2
Fallos de batería	4
Definición de batería	4
Autonomía.....	5
Vida útil de la batería	6
Temperatura ambiente.....	6
Ciclos	6
Autodescarga.....	6
Otros factores.....	6
Gestión de la carga de baterías	6
Impedancia del bloque de baterías	7
Planificación del mantenimiento de las baterías	8
Prueba de baterías	9
Análisis del estado de la batería.....	9
Cambio de la batería.....	9
Conclusión.....	10
Sobre el autor.....	10

Definición de batería

Una batería de un sistema SAI consta de un conjunto de bloques (normalmente de 12 V) montados en serie (string) para alcanzar la tensión de CC necesaria. Es posible asociar en paralelo varias series idénticas para mejorar la capacidad de la batería hasta alcanzar el tiempo de autonomía necesario.

De este modo, la capacidad total de la batería depende del bloque más débil, que afectará directamente al resto de los bloques.

Tener un buen control de la batería implica **conocer el estado** de todos sus bloques y de sus interconexiones.

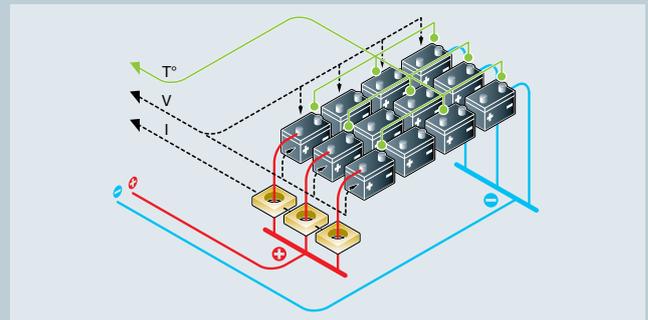


Fig. 1 - Ejemplo de una batería formada por 3 series. Cada serie consta de 4 bloques.

GREEN 175 A

Fallos de batería

Para comprender los posibles defectos de una batería, es importante analizar los posibles defectos de sus bloques.

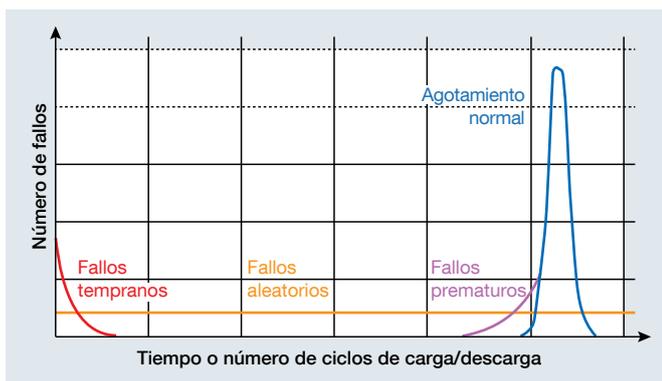


Fig. 2 - Descripción de los fallos de bloque.

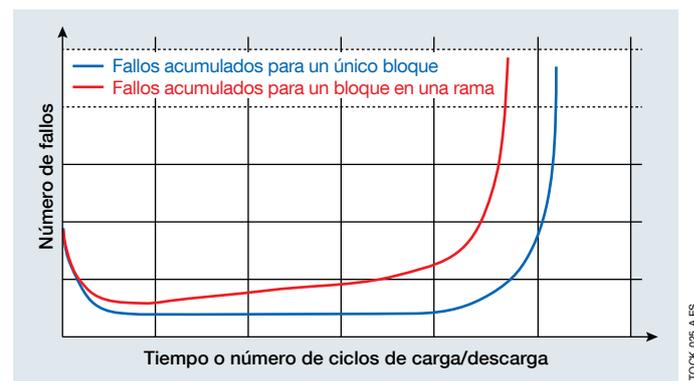


Fig. 3 - Fallos acumulados.

Los fallos tempranos se deben a defectos producidos durante la fase de fabricación del bloque. No hay estudios oficiales sobre este tema, pero, en nuestra experiencia el porcentaje de este tipo de fallos alcanza hasta el 10% en un conjunto aleatorio de bloques. Generalmente, los fallos tempranos aparecen durante los primeros ciclos.

Los fallos aleatorios pueden darse en cualquier momento durante la vida de la batería. El porcentaje es bajo, por lo general: en las aplicaciones de SAI suele ser inferior a un bloque por serie y año.

Del mismo modo que los fallos tempranos, los fallos prematuros se deben a defectos que tienen lugar durante el proceso de fabricación del bloque y hacen que su vida útil sea más breve. Un fallo prematuro implica que la salud de la batería empeore con mayor rapidez. Se puede perder, por tanto, el tiempo de autonomía real necesario.

La tasa de fallos **es el resultado** de la suma de los defectos potenciales de un bloque. En una serie, el fallo de un bloque obliga a que los demás tengan que compensarlo, provocando un envejecimiento acelerado. De forma similar, la salud de una serie influye en la de las otras series de la batería.

Para garantizar el **tiempo de autonomía** necesario de la batería, es importante detectar y eliminar los bloques defectuosos para prevenir un fallo en cascada. Asimismo, es fundamental analizar la evolución de los fallos de bloque para estimar el momento óptimo de sustitución de la batería.

Autonomía

La capacidad de una batería está relacionada directamente con su estado. Al hacer referencia a un fallo de la batería, se puede expresar la capacidad teórica de un bloque único o la de una serie que contiene una acumulación de bloques potencialmente defectuosos.

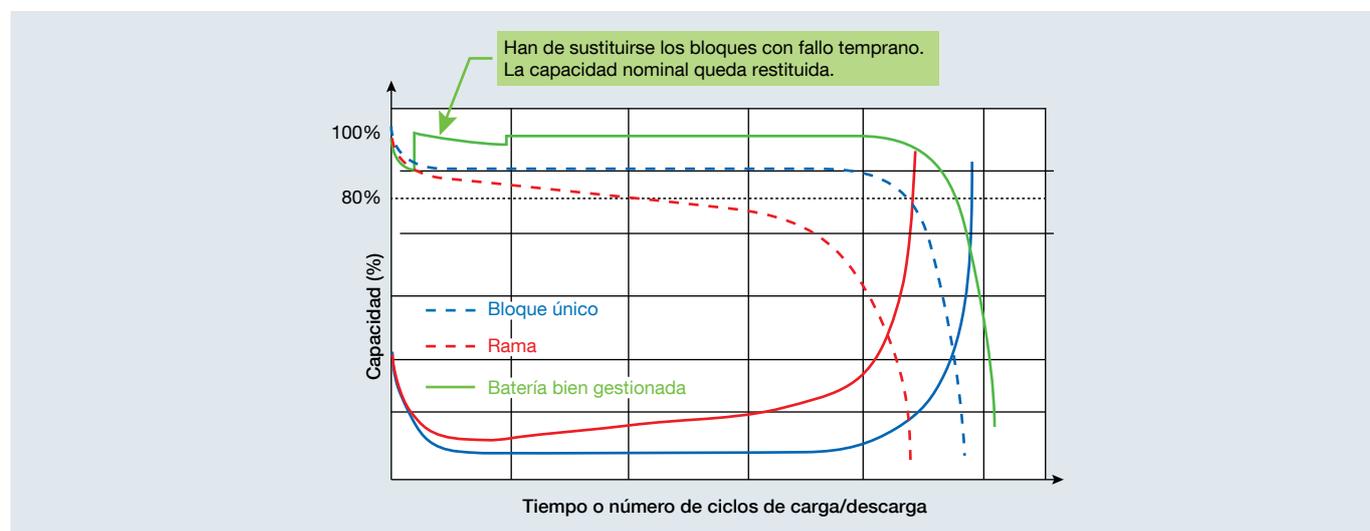


Fig. 4 - Capacidad incluyendo el fallo de bloque.

En términos generales, el dimensionado de una batería se determina teniendo en cuenta el tiempo de autonomía que es necesario alimentar una carga nominal específica durante la vida útil de la batería, que a su vez se define como el período en el que la capacidad de la batería se encuentra entre el 100% y el 80% del total (se considera que la vida útil de la batería ha terminado cuando la capacidad es inferior al 80%).

Como muestra la curva roja de la figura 4, si se produce una acumulación de fallos en cascada, la capacidad total de la batería disminuye rápidamente. Supone un gran riesgo permitir que la batería alcance ese estado antes de proceder a su reemplazo.

En la figura 4, la curva verde indica la evolución de la capacidad en el supuesto de que se sustituyan los bloques con fallos de manera inmediata. La sustitución de bloques facilita la detención de los fallos en cascada, recuperando asimismo la capacidad óptima de la batería. En comparación con la curva azul, se aprecia que, si se realiza una buena gestión, resulta posible conservar la capacidad de la batería. Por consiguiente, estas acciones sirven para detectar con éxito el final de la vida real de la batería, optimizando, pero no aumentando, su esperanza de vida y asimismo garantizando el tiempo de autonomía necesario durante toda su vida útil.

Vida útil de la batería

La vida útil de la batería especificada por el fabricante es un valor teórico que se aplica a un único bloque, y solo resulta válido si las condiciones medioambientales son óptimas y si cada uno de los ciclos de carga/descarga cumple con las **especificaciones** del fabricante.

Estos son los principales factores que afectan a la vida útil de la batería, que a su vez no dependen del control del SAI: la temperatura ambiente y el número y la profundidad de las descargas (que ejercen una influencia negativa).

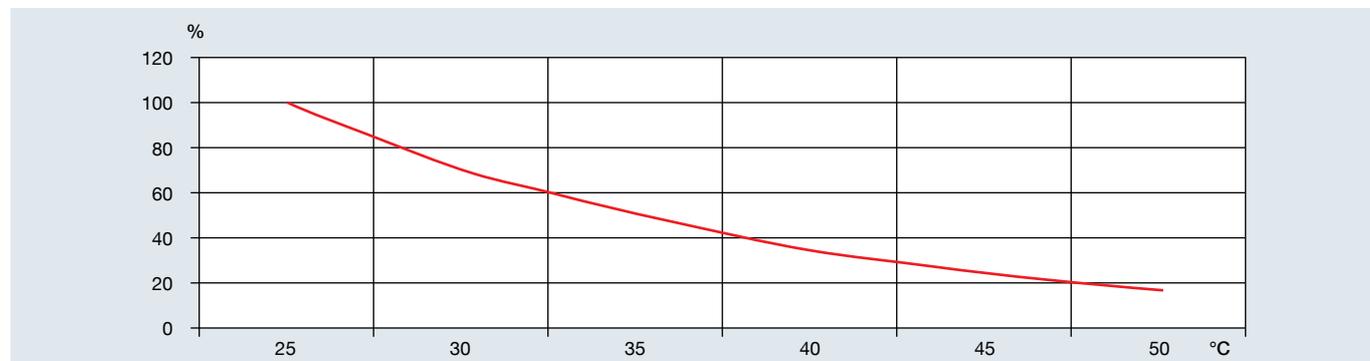


Fig. 5 - Tasa de vida útil esperada según la temperatura media anual (°C).

Los efectos que estos factores tan estudiados son de especial importancia para las aplicaciones de SAI, debido al modo en que los bloques influyen entre sí. Pese a que la vida útil de una batería no puede definirse de manera teórica, un correcto y profesional mantenimiento de la batería servirá para proporcionar datos útiles para predecir el final de su vida útil y programar la sustitución completa transcurrido un periodo óptimo.

Temperatura ambiente

Usar una batería VRLA (batería de ácido-plomo regulada por válvula) a temperaturas superiores a los 20 °C reduce su esperanza de vida. Se ha estimado, a través de diferentes pruebas, que la esperanza de vida se reduce un 50% si se producen aumentos graduales de 10 °C. Temperaturas superiores a los 40 °C, se producen unos valores crecientes de corriente flotante que pueden provocar una situación de desbordamiento térmico, causando a su vez, a un fallo prematuro de la batería.

Ciclos

Un ciclo es una descarga de la batería (durante un fallo de la alimentación eléctrica) seguida de una recarga de la batería, efectuado por el SAI. La capacidad de la batería disminuye con cada ciclo. Las baterías de ácido-plomo reguladas por válvula (VRLA) para **SAI** se han diseñado para realizar una cantidad limitada de ciclos (normalmente 300-500), tras los cuales es necesario sustituir la batería.

Autodescarga

Tras su fabricación y entrega totalmente cargada, la batería solo puede permanecer almacenada durante unos pocos meses. La velocidad de autodescarga se ve afectada por la temperatura ambiente: cuanto mayor, más corta será la vida de la batería.

Otros factores

Otros factores que pueden provocar el fallo de una batería guardan relación con fallos que puedan producirse en el SAI: las cargas a corrientes extremas, o a tensiones altas o bajas pueden dañar la batería. Actualmente, la mayoría de los **SAI** disponen de un complejo sistema de recarga que minimiza estas condiciones añadiendo una capa de protección al proceso.

Gestión de la carga de baterías

Por lo que respecta a baterías descargadas, la duración de la carga dependerá del suministro eléctrico. Por su parte, la energía requerida dependerá de la carga.

No obstante, el SAI conectado a la batería también desempeña un papel fundamental. Un aspecto esencial para una gestión eficiente de la vida de la batería reside en el establecimiento de una configuración adecuada del SAI cuando se carga la batería o se intenta mantener su nivel de carga. La configuración determina la corriente y tensión aplicadas en función de las condiciones de funcionamiento reales de la batería. Los equipos SAI de Socomec gestionan la carga de las baterías siguiendo las recomendaciones del fabricante respecto de la duración y magnitud de la descarga, además de tener en cuenta la temperatura ambiente. Este tipo de gestión avanzada puede reducir significativamente los efectos dañinos que puedan repercutir sobre la vida útil de la batería.

Impedancia del bloque de baterías

La impedancia de un bloque de baterías es el mejor indicador de su estado de salud, porque no hay fallo que no repercuta sobre la misma. El valor de la impedancia es un parámetro fundamental para estimar la velocidad de envejecimiento y la duración de la vida útil real.

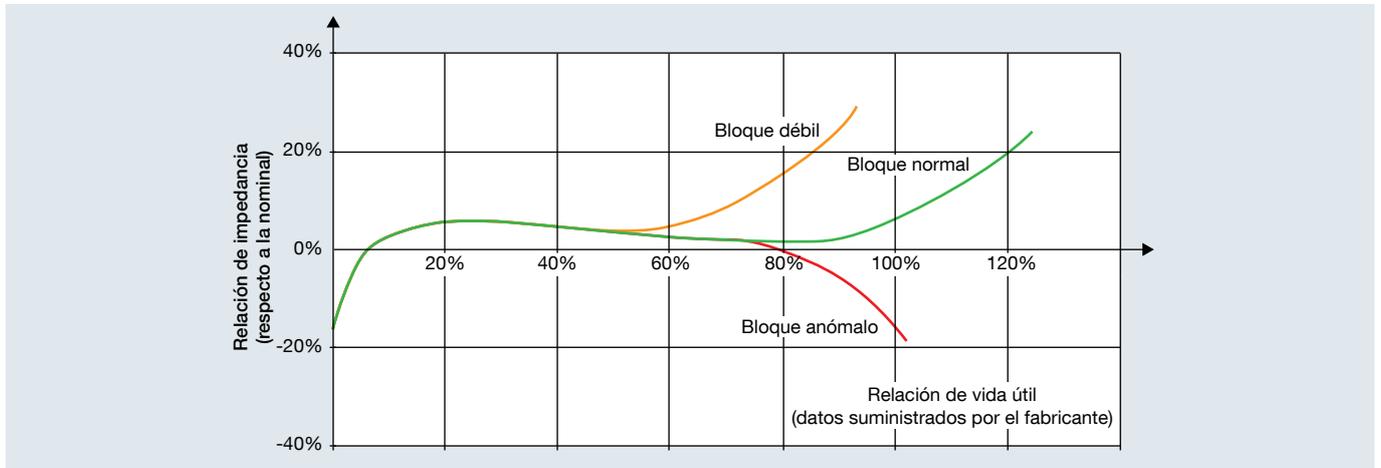


Fig. 6 - Evolución de la impedancia de un bloque de baterías VRLA.

En la tabla siguiente se describen los principales factores que afectan a la batería y su efecto sobre la impedancia interna:

Germen del problema	Capacidad	Impedancia interna	Comentario
Corrosión de la red positiva	Reducción	Aumento	Causado por el proceso de envejecimiento normal
Expansión de la red positiva	Reducción	Aumento	Puede acelerarse en caso de una carga flotante interrumpida, a causa del proceso de envejecimiento. El proceso de carga del SAI debe ser el adecuado
Pérdida de material activo en la placa positiva	Reducción	Aumento	Sedimento creado por la dispersión de material activo entre las placas
Cortocircuito interno	Reducción	Aumento	Un cortocircuito puede generar una breve reducción de la impedancia, pero el proceso, en términos globales siempre implica una mayor impedancia.
Secado (pérdida de electrolitos)	Reducción	Aumento	Modo de fallo de celda VRLA
Descarga de la placa negativa	Reducción	Aumento	Modo de fallo de celda VRLA
Corrosión de la placa negativa	Reducción	Aumento	Modo de fallo de celda VRLA
Pérdida de compresión	Reducción	Aumento	Modo de fallo de celda VRLA
Aumento de temperatura	Aumento	Reducción	La capacidad aumenta, pero las altas temperaturas aceleran el proceso de deterioro de la batería
Reducción de temperatura	Reducción	Aumento	La baja temperatura ralentiza el proceso de deterioro, aunque conlleva una reducción de capacidad
Descarga	Reducción	Aumento	Autodescarga o carga de la aplicación
Sulfatado	Reducción	Aumento	Se debe, normalmente, a una carga insuficiente (ajustable en el SAI)
Corriente de ondulación de CC	Reducción	Aumento	Una elevada corriente de ondulación provoca el calentamiento de las celdas. Acelera el envejecimiento de la batería. La gestión del SAI puede reducir la ondulación y sus efectos.

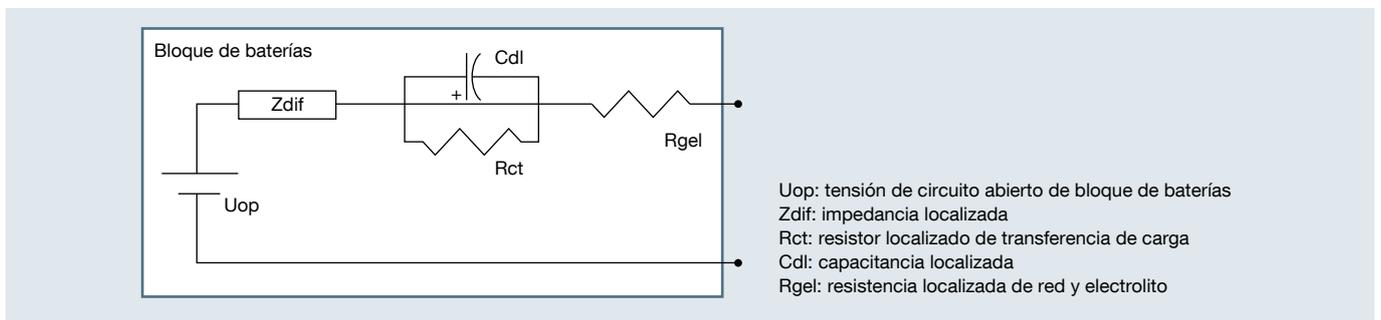


Fig. 7 - Circuito equivalente VRLA.

Un bloque de baterías está formado por celdas asociadas entre sí. En la figura 7 se muestra un posible circuito general equivalente.

Para medir la impedancia, que es un indicador del envejecimiento de la batería, se utiliza una señal de CA.

Este método genera una señal de corriente de CA muy baja y la utiliza para calcular una impedancia global equivalente. Este tipo de señal no afecta a las características de la batería y puede aplicarse mientras se utiliza la batería.

Hay herramientas específicas para la prueba de baterías, como el Hioki 3554 o similares, disponibles a la venta y que pueden suministrar datos de utilidad para un mantenimiento eficiente.

Planificación del mantenimiento de las baterías

Los objetivos de una **planificación** del mantenimiento de las baterías son:

- validación técnica de la instalación,
- comprobación de la conexión eléctrica,
- detección e identificación tempranas de problemas potenciales,
- identificación de fallos de bloque tempranos y gestión de su sustitución,
- registro de las mediciones periódicas de cada bloque,
- análisis de los bloques y de la batería en su conjunto, para evaluar su salud,
- predicción del final de la vida útil.

Para cumplir estos objetivos, un procedimiento de mantenimiento debe seguir, de forma obligatoria, los siguientes pasos:

• **Paso 1: comprobar el estado de la batería**

Es vital validar que la batería está totalmente cargada (sin descarga durante las 48 horas anteriores) antes de iniciar el procedimiento de mantenimiento. Todos los valores medidos, en particular la impedancia, dependen del estado de nivel de carga de la batería. Las mediciones carecerán de precisión si la batería no está totalmente cargada.

• **Paso 2: comprobación de la temperatura ambiente**

La temperatura ambiente es un factor que afecta considerablemente a la batería, por lo que es importante comprobar la estabilidad de la batería dentro del rango de temperaturas recomendado por el fabricante. Las altas temperaturas afectan significativamente a la duración de la vida útil de la batería. Las bajas temperaturas, por su parte, reducen su capacidad.

• **Paso 3: comprobación de la instalación**

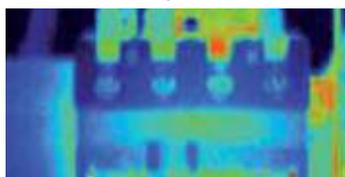


Fig. 8 - Puntos calientes provocados por una mala conexión.

Pueden darse varias circunstancias en el lapso de tiempo que va desde una operación de mantenimiento a otra. La comprobación visual es un paso fundamental para validar la instalación e identificar situaciones de riesgo. Debe realizarse una comprobación de los cables de alimentación, asegurándose de que todas las conexiones de los cables están limpias y bien apretadas, sin excepción.

Una conexión eléctrica deficiente conduce a la creación de un punto caliente durante la descarga, debido a la impedancia del contacto y a la elevada corriente.

Además, pueden utilizarse imágenes térmicas para detectar otros problemas en los bloques.

• **Paso 4: realizar mediciones en el bloque de la batería**

Para ser eficaz, el diagnóstico de la batería debe fundamentarse en una medición fiable de la tensión, la impedancia y la temperatura de cada bloque. Es importante realizar operaciones periódicas de mantenimiento para crear una base de datos y analizar la evolución de la batería.

• **Paso 5: obtención de imágenes térmicas**

La obtención de imágenes térmicas es un buen método de comprobación de la temperatura.

Es posible que no pueda obtenerse una medición precisa de la temperatura real, pero aún así puede ser una buena herramienta para detectar las variaciones de temperatura entre los bloques. Si se utiliza durante una descarga, puede poner al descubierto puntos de conexión anormalmente calientes.

Prueba de baterías

La prueba de baterías es el método más utilizado y **probado** para validar la capacidad real de una batería. El proceso consiste en descargar la batería y comprobar el tiempo de autonomía real y analizar la caída de tensión de la batería.

Aunque una prueba como esta sirve para sosegar al cliente a este respecto, esta no es suficiente y resulta difícil de aplicar. En las aplicaciones de SAI, la validación puntual del **funcionamiento correcto** de una batería no **garantiza** su uso futuro. Las consecuencias que reportaría olvidarse de identificar un bloque defectuoso durante la fase de prueba de la baterías serían **muy perjudiciales** para la batería de cara a futuras descargas. Además, si en el emplazamiento no se dispone de una doble barra de bus, la prueba solamente puede realizarse con una batería totalmente cargada en condiciones de carga específicas, algo que quizá resulte difícil de conseguir.

Sin embargo, descargar la batería también resulta útil en un procedimiento de mantenimiento, porque es la única forma de evaluar la corriente de descarga. Mientras se realiza la prueba, se pueden detectar los efectos térmicos sobre los bloques y las conexiones y, en el caso de una batería con varias series, es posible verificar el equilibrio de corriente entre las diferentes series. También se utiliza para verificar el efecto que el sistema SAI al completo ejerce sobre la batería.

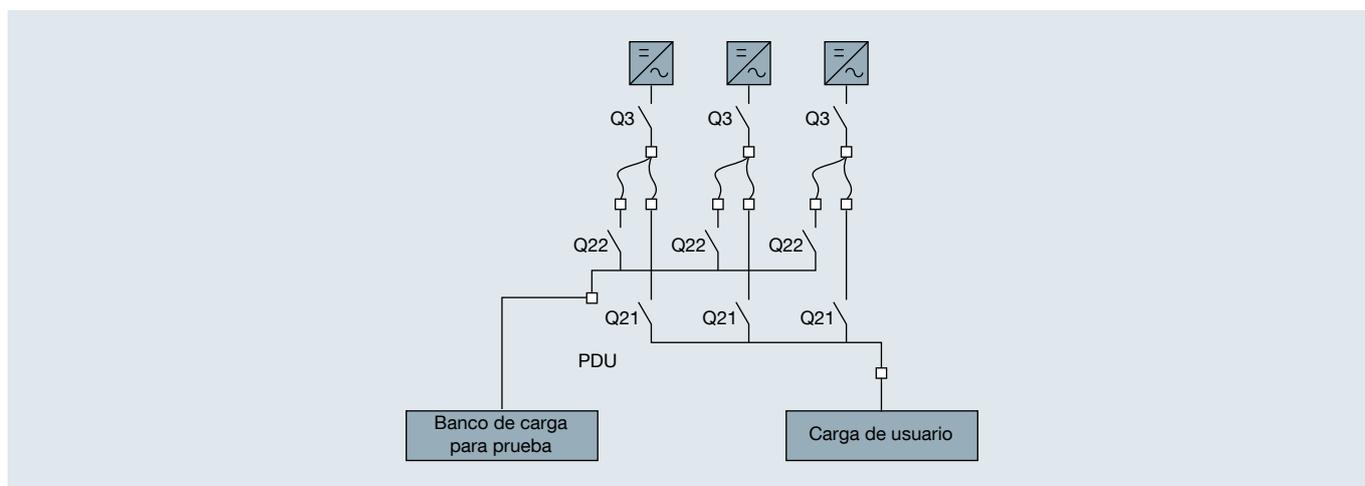


Fig. 9 - Instalación de SAI con doble barra de bus.

STOCK 030 A GB

Análisis del estado de la batería

Como se ha explicado anteriormente, en la evaluación de la salud de la batería debe tenerse en cuenta gran cantidad de datos: tensión, impedancia, temperatura y tensión de flotación, entre otros. Se requiere cierto nivel de conocimiento y de habilidades relacionados con la tecnología de la batería, análisis de datos y sistemas SAI para obtener unos resultados adecuados y efectuar un procedimiento de mantenimiento apropiado. El análisis preciso de cada bloque se obtiene mediante los resultados de los valores reales medidos, de la comparación con los demás bloques y con la variación respecto de los valores medidos durante el procedimiento de mantenimiento previo. Dado que la batería es un elemento importante en el coste total del sistema SAI, la gestión de las baterías es un aspecto importante para la **optimización de los costes operativos**. Una correcta evaluación del estado de la batería es un paso fundamental de este proceso.

Cambio de la batería

Como se ha mencionado anteriormente, el índice de fallos de los bloques de batería es superior tanto al principio como al final de la vida útil de la batería. Un bloque defectuoso que forma parte de una serie de batería también influye en la duración de la vida útil total de la batería, así como en su capacidad. Como paso inicial, es necesario sustituir cualquier bloque defectuoso en cuanto se detecte. Hay razones tanto técnicas como económicas para actuar así, porque un fallo temprano a menudo se detecta cuando la batería todavía está en garantía, por lo que una parte del coste será asumida por el proveedor.

Además, al sustituir los bloques con defectos prematuros, se optimiza la vida útil total de la batería y se reduce el coste total del sistema SAI. La sustitución de bloques defectuosos debe continuar realizándose hasta el final de la vida útil de la batería. Debe programarse la sustitución de la batería completa una vez queda identificado el umbral. Con esto consigue que pueda maximizarse el tiempo de la batería mientras continúa **garantizando** la disponibilidad del tiempo de autonomía necesario. Para alcanzar un uso óptimo del sistema, la configuración del SAI debe adaptarse a cada batería. Es importante comprobar y, en caso necesario, adaptar la configuración del SAI cuando se sustituye una batería.

Conclusión

El cuidado de la batería tiene como objetivos garantizar, por un lado, que el tiempo de autonomía necesario estará disponible durante toda la vida útil de la batería y, por otro lado, optimizar la gestión de la batería para alcanzar la eficiencia de costes a pesar de las restricciones técnicas. Así, es de suma importancia seguir un mantenimiento frecuente durante toda la vida útil de la batería.

La detección y sustitución temprana de bloques defectuosos es el método más eficaz de todos, ya que reduce la contaminación de otros bloques. Los procedimientos de mantenimiento de la batería durante su vida útil sirven para generar a su vez una base de datos, que se emplea para evaluar la salud de la batería. La identificación de la vida útil real de la batería, garantiza la disponibilidad del tiempo de autonomía necesario durante toda su vida útil, facilitando su sustitución en el momento **oportuno**. Un procedimiento pertinente ejecutado por técnicos especializados en sistemas SAI servirá para optimizar el coste del sistema SAI a pesar de las limitaciones técnicas.

Sobre el autor

Fabien Koenig

Se graduó en 1989 como Técnico Superior (BTEC Higher National Diploma) en Electrónica. Tras 4 años de experiencia en el mantenimiento de equipos en instalaciones de clientes y 9 años en Diseño Electrónico, obtuvo, en 2006, un Máster en Ingeniería de Software Industrial por la Universidad de Estrasburgo. Trabaja para el departamento "Power Conversion" de Socomec desde 1996, donde ha desempeñado los puestos de diseñador de electrónica, diseñador de software y jefe técnico de productos. Actualmente trabaja como Experto en soporte técnico.

Le interesa principalmente investigar lo relacionado con la autonomía y el almacenamiento de energía en sistemas SAI, la gestión de la fiabilidad, la calidad del sistema sobre el terreno y las aplicaciones STS.

Socomec cerca de usted

ESPAÑA

BARCELONA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
Polígono Industrial Guixeres
Avinguda del Guix, 31
08915 Badalona (Barcelona)
Tel. +34 93 540 75 75
Fax. +34 93 540 75 76
info.es@socomec.com

MADRID

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
Centro Empresarial Best Point
Avda. Castilla 1 Oficina 19 C
28830 San Fernando de Henares (Madrid)
Tel. +34 91 526 80 70
Fax +34 91 526 80 71
info.es@socomec.com

EN EUROPA

ALEMANIA

Critical Power
info.ups.de@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.de@socomec.com

BÉLGICA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.be@socomec.com

ESLOVENIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.si@socomec.com

FRANCIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
dcm.ups.fr@socomec.com

ITALIA

Critical Power
info.ups.it@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.it@socomec.com

PAÍSES BAJOS

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.nl@socomec.com

POLONIA

Critical Power
info.ups.pl@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scp.pl@socomec.com

PORTUGAL

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ups.pt@socomec.com

REINO UNIDO

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.uk@socomec.com

RUMANIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ro@socomec.com

SERBIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.rs@socomec.com

SUIZA

Critical Power
info@socomec.ch

TURQUÍA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.tr@socomec.com

EN ASIA - PACÍFICO

AUSTRALIA

Critical Power / Power Control & Safety
info.ups.au@socomec.com

CHINA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.cn@socomec.com

INDIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.in@socomec.com

INDONESIA

Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.pcsee.id@socomec.com
Critical Power
info.pco.id@socomec.com

SINGAPUR

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.sg@socomec.com

TAILANDIA

Critical Power
info.ups.th@socomec.com

EN ORIENTE MEDIO

EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ae@socomec.com

EN AMÉRICA

EEUU, CANADÁ Y MÉXICO

Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.us@socomec.com

OTROS PAÍSES

ÁFRICA DEL NORTE

Argelia / Marruecos / Túnez
info.naf@socomec.com

ÁFRICA

Otros países
info.africa@socomec.com

EUROPA DEL SUR

Chipre / Grecia / Israel / Malta
info.se@socomec.com

SUDAMÉRICA

info.es@socomec.com

MÁS DETALLES

www.socomec.es/worldwide

SEDE CENTRAL

GRUPO SOCOMECC

SAS SOCOMECC con un capital social de 10 686 000 €
R.C.S. Strasbourg B 548 500 149
B.P. 60010 - 1, rue de Westhouse
F-67235 Benfeld Cedex - FRANCE
Tel. +33 3 88 57 41 41
Fax +33 3 88 74 08 00
info.scp.isd@socomecc.com

SU DISTRIBUIDOR

www.socomec.es

your energy
our expertise

