

Sistema de batería

Un sistema de batería aprovecha las reacciones químicas para almacenar electricidad para un uso posterior, ya sea la electricidad de un generador o de la red pública. En términos técnicos, la electricidad en sí no se puede almacenar, pero la energía relativa equivalente se almacena como energía potencial a través de una reacción química y se puede transformar en electricidad más tarde. Las baterías químicas funcionan cargando una solución que retiene la carga el tiempo suficiente para volver a descargarse y distribuirse más tarde.

Arquitectura del sistema

Las baterías son medios de almacenamiento finitos y funcionan de forma relativamente sencilla.

Las baterías solo pueden recibir y suministrar corrientes de CC, mientras que la mayoría de los grandes aparatos eléctricos y fuentes de alimentación utilizan CA. Para adaptarse a esto, las baterías requieren dispositivos externos para convertir las corrientes según el uso y la necesidad.

- Para recibir una corriente alterna, la batería necesitará un transformador o un cargador de batería especializado.
- Para proporcionar corriente alterna, la batería necesitará un inversor externo.

Estos dos dispositivos a menudo se combinan en un inversor-cargador que se puede utilizar como intermediario entre la batería y el circuito cerrado.

Como cada batería tiene una capacidad limitada, las fuentes de alimentación de estas requieren un equipo especial para vigilar y controlar el flujo de electricidad que entra en la batería, denominado controlador de carga. Un controlador de carga vigilará de forma continua el estado de carga de una batería, reconociendo su nivel de llenado, e interrumpe automáticamente la carga una vez que la batería está llena. Las baterías tienen una gran potencia y pueden ser extremadamente peligrosas si se cargan en exceso. Una batería sobrecargada puede provocar chispas o incendios e incluso explotar, pudiendo arrojar productos químicos peligrosos. No se instalar un sistema de energía de batería como respaldo sin un controlador de carga adecuado.

Al igual que la instalación de un generador, una batería de respaldo también debe tener todas las protecciones disponibles, como disyuntores, fusibles y un cable de conexión a tierra.

Por tanto, un sistema de batería suele incluir:

- Una o más baterías.
- Inversor-cargador.
- Controlador de carga.
- Cableado y dispositivos de protección como fusibles y puesta a tierra.

Baterías

Una batería es un dispositivo de almacenamiento capaz de almacenar energía química y convertirla en energía eléctrica mediante una reacción electroquímica. Hay muchos tipos diferentes de productos químicos que se utilizan, como las baterías de níquel-cadmio que se usan para alimentar pequeños dispositivos portátiles o las baterías de ión-litio (Li-on) que se usan para dispositivos portátiles más grandes. Sin embargo, el tipo de química más probado y utilizado es la batería de plomo-ácido.

Tipos

Las baterías se fabrican utilizando diversos materiales y formas diseñados para diferentes propósitos. Esta guía se centrará en las baterías más habituales que se utilizan como respaldo para las fuentes de generación de energía. A rasgos generales, pueden considerarse dos tipos principales:

1. Baterías de líquido.
2. Baterías de plomo-ácido reguladas mediante válvula.

Baterías de líquido:

Las baterías de celda inundada son las convencionales más habituales utilizadas en vehículos de combustión interna. Las baterías de celda inundada se denominan de varias formas:

- Batería de líquido o inundada.
- Batería de celda húmeda.
- Batería de plomo-ácido derramable.
- Batería de plomo-ácido resellable.

Estas baterías contienen una combinación de un electrolito líquido que se mueve libremente en el compartimento de la celda. Los usuarios tienen acceso a las celdas individuales y pueden añadir agua destilada (o ácido) a medida que la batería se seca. La principal característica de este tipo de baterías es su bajo coste, lo que las hace estar disponibles en casi todo el mundo y ser ampliamente utilizadas en economías de bajos ingresos o en desarrollo. El manejo de baterías de líquido es bastante fácil y se pueden cargar con un simple cargador no regulado. Sin embargo, estas baterías requieren inspección y mantenimiento periódicos, y los climas extremos pueden tener un mayor efecto en la vida útil de la batería debido a que la solución de electrolito dentro de la batería tiene la capacidad de evaporarse o congelarse.

Estas baterías suelen fabricarse con dos terminales y 6 tapas que permiten el acceso a cada compartimento o celda de 2V, lo que da un total de 12V. Para este tipo de batería, el rango de tensión de absorción típico es de 14,4 a 14,9 voltios y el rango de tensión de flotación típico es de 13,1 a 13,4 voltios.

Las baterías de automóviles o camiones no son adecuadas para funcionar como sistema permanente de almacenamiento. Las baterías de los vehículos están diseñadas para proporcionar una alta intensidad durante períodos cortos, específicamente para arrancar un motor de combustión. Recientemente se han diseñado específicamente baterías de plomo-ácido para aplicaciones de almacenamiento.

Baterías VRLA (plomo-ácido reguladas mediante válvula):

La batería de plomo-ácido regulada mediante válvula (VRLA) es un término que puede referirse a varias marcas y diseños diferentes, pero todos comparten la misma propiedad: están sellados. Las baterías VRLA a veces se denominan baterías de plomo-ácido selladas o no derramables. La naturaleza sellada de las baterías hace que el transporte sea más fácil y menos peligroso, e incluso puede transportarse en avión en determinadas circunstancias. Sin embargo, al estar selladas, su vida útil es menor, ya que no se pueden rellenar; de media, su vida útil es de 5 años a 20 ° C.

Las baterías VRLA suelen ser más caras y requieren un cargador completamente regulado, lo que las hace menos habituales en todo el mundo. Aunque siguen utilizando plomo-ácido como solución química, pueden usar clavijas enroscadas en lugar de cámaras y terminales.

El nombre de la batería proviene de un mecanismo de regulación de la válvula que permite un escape seguro de los gases de hidrógeno y oxígeno durante la carga. También hay diseños más avanzados, entre los que cabe destacar:

Baterías con separador de vidrio absorbente (AGM)

La construcción de AGM permite que el electrolito se suspenda muy cerca del material activo de la placa. Esto mejora tanto la eficiencia de descarga como de recarga.

Dado que no hay líquido en el interior, estas baterías funcionan mejor que las baterías de líquido en aplicaciones donde resulta difícil realizar un mantenimiento, sin embargo, son sensibles a una carga excesiva o insuficiente que afecta a su vida útil y rendimiento. Las baterías AGM funcionan de manera más fiable cuando su uso se limita a la descarga de no más del 50% de la capacidad de la batería.

Las baterías AGM suelen ser el tipo de baterías que se seleccionan en los sistemas de energía fuera de la red.

Baterías de gel

Las baterías de gel contienen un ácido de agua en forma de gel. El electrolito de una batería de gel tiene un aditivo de sílice que hace que se endurezca. La tensión de recarga en este tipo de celda es más baja que la de otros tipos de baterías de plomo-ácido, y las celdas de gel son probablemente las celdas más sensibles en términos de reacciones adversas a la carga por sobretensión.

Las baterías de gel se utilizan mejor en aplicaciones de ciclo muy profundo y pueden durar un poco más en climas cálidos. Desafortunadamente, una descarga profunda total destruirá irreversiblemente la batería. Si se utiliza el cargador de batería incorrecto en una batería de gel, sin duda el rendimiento será deficiente y dará fallos de forma prematura.

Nota: Es muy común que las personas usen el término celda de gel cuando se refieren a baterías selladas que no requieren mantenimiento, de manera muy similar a como se usaría un nombre de marca para referirse a una categoría completa de productos. Tenga mucho cuidado al especificar un cargador; la mayoría de las veces, cuando alguien se refiere a una celda de gel, en realidad se refiere a una batería sellada y sin mantenimiento tipo VRLA o AGM. Las baterías de gel no son tan habituales como las baterías AGM y serían difíciles de conseguir en contextos humanitarios.

Tipo de Batería	Rango de tensión de absorción	Rango de tensión de flotación
Baterías de líquido	De 14,4 a 14,9 voltios	De 13,1 a 13,4 voltios.
Baterías VRLA	De 14,2 a 14,5 voltios	De 13,2 a 13,5 voltios.
Baterías AGM	De 14,4 a 15,0 voltios	De 13,2 a 13,8 voltios.
Baterías de GEL	De 14,0 a 14,2 voltios	De 13,1 a 13,3 voltios.

Capacidad

La capacidad se define como la cantidad total de energía que una batería puede almacenar y reproducir en forma de electricidad. La capacidad de la batería generalmente se describe en múltiplos y órdenes de magnitud de vatios-hora (Wh): 1 Wh a 1 kWh (1.000 vatios-hora). Un vatio-hora se define como la energía eléctrica necesaria para suministrar un vatio de electricidad durante una hora continua. Por ejemplo, una bombilla incandescente estándar de 60 W requeriría 60 Wh de energía almacenada para funcionar durante una hora. Es fácil entender por qué es importante realizar una estimación adecuada de las necesidades de consumo para diseñar sistemas de respaldo de batería, especialmente para cuestiones relacionadas con la seguridad o la misión crítica.

Probablemente, la especificación más importante de una batería es su capacidad nominal en amperios-hora (Ah). La determinación de Wh se realiza cuando Ah se combinan con el voltaje de la batería, a menudo 12 voltios.

$$\text{Energía (Wh)} = \text{voltaje (V)} \times \text{capacidad (Ah)}$$

La capacidad de una batería depende de:

- **Duración de la descarga:** Por lo general, el fabricante indica la capacidad a las 20 horas, indicada como C 20. Para una masa C 20, la misma batería podrá proporcionar más energía en 20 horas que en 10.
- **Temperatura:** La capacidad puede aumentar o disminuir con la temperatura externa. La clasificación se compara con 20 ° C.

También tenga en cuenta que hacer funcionar una batería a su máxima capacidad probablemente la dañará si se hace repetidamente. Para aumentar la vida útil de la batería, siempre debe quedar algo de energía antes de recargarla. Por este motivo, normalmente solo se utiliza el 50% de la capacidad. Como resultado, la energía que una batería puede proporcionar se mide mejor si se observa la mitad de su capacidad total.

$$\text{Energía} = 0,5 \times \text{voltaje} \times \text{capacidad}$$

Una batería de 100 Ah contiene 1200 Wh:

$$100 \times 12 = 1200 \text{ Wh}$$

Ejemplo: Para aumentar su vida útil, solo se pueden utilizar 600Wh. ¿Cuánto tiempo duraría una bombilla de 40W en uso continuo?:

$$600\text{Wh} / 40\text{W} = 15 \text{ horas}$$

Una bombilla de 40 W podría funcionar durante **15 horas** antes de que sea necesario recargar la batería.

Como regla general, cuanto más grande es la batería y mayor es la capacidad, más aumenta la eficiencia mientras que el precio por vatio-hora es menor. Se recomienda utilizar el tipo de batería con la mayor capacidad disponible y luego trabajar con múltiplos de ese tipo de batería para alcanzar las necesidades generales de almacenamiento de energía. Añadir continuamente baterías más pequeñas y de menor capacidad generará costes más altos y más problemas en el futuro.

Vida de flotación

La vida útil de flotación es la vida útil esperada de una batería si se carga continuamente y nunca se descarga. Cuando se instala una batería en un sistema eléctrico que recibe constantemente una carga, se denomina "carga flotante". Si se corta la energía y se cambia a baterías con carga flotante, la "vida útil" indica cuánto tiempo pueden durar estas baterías. La vida útil del flotador disminuye con la temperatura y la vida útil flotante del fabricante suele ser de 20 ° C. Como regla general, la vida útil flotante se reducirá aproximadamente a la mitad por cada aumento de temperatura promedio de 10 ° C.

Una batería con una vida útil nominal de 10 años a 20 ° C. ¿Cuánto tiempo durará si la temperatura promedio es de 30 ° C?

Ejemplo: $10/2 = 5$ años

Durará **5 años** si la temperatura media del cuarto de baterías es de 30 ° C y solo **2,5 años** si dicha temperatura alcanza los 40 ° C.

Ciclo de vida

Además de la vida útil flotante, el "ciclo de vida" es el número de ciclos que la batería puede soportar durante su vida útil. Un ciclo de batería se define como una batería que se carga completamente y luego se descarga completamente, haciendo un "ciclo" completo. Es común tener esta información en las especificaciones técnicas, y se recomienda comprar baterías con un ciclo de vida superior a 400 ciclos.

El ciclo de vida depende de la profundidad de la descarga. Una profundidad de descarga del 50% es un buen equilibrio entre una inversión excesiva y una degradación más rápida.

Otras especificaciones

Las otras características de una batería son:

- **Tasa de autodescarga:** La tasa de autodescarga se define como la rapidez con la que una batería disipará la electricidad si se almacena llena pero no se usa. Útil solo si las baterías están destinadas a almacenarse durante un período prolongado. La tasa de autodescarga de una batería de plomo-ácido es generalmente inferior al 5% mensual.
- **Punto de congelación:** Una batería se destruirá si su solución de electrolitos se congela. La temperatura de congelación depende de su construcción, composición y velocidad de carga, y una batería descargada se congela más fácilmente. Sin embargo, el punto de congelación de la batería casi siempre está por debajo del agua.

Cantidad de baterías necesarias

El tipo de batería requerida para una instalación dependerá de las necesidades de energía, el presupuesto, el país de operaciones y las condiciones en las que el sistema debe funcionar.

Una vez identificado el modelo de batería, se debe calcular el número de baterías necesarias. Esto se puede hacer con la siguiente fórmula, siempre redondeando el número hacia arriba

Número de batería = (consumo de energía) / (ciclo máximo × profundidad × voltaje de la batería × capaci

Un análisis del sistema indica la necesidad de 12.880 Wh. Las baterías disponibles son 220Ah / 12V y requieren una profundidad máxima de descarga del 50%. ¿Cuántas pilas se necesitan?

Ejemplo:

$$12880 / (50\% \times 12 \times 220) = 9,76$$

Se necesitan **10 baterías**.

Tenga en cuenta que todas las baterías utilizadas en un sistema de baterías deben ser exactamente iguales:

- **Misma capacidad:** Si se necesitan 500Ah no es posible utilizar 2 x 200Ah + 1 x 100Ah. El sistema requeriría 5 x 100 Ah o (preferiblemente) 3 x 200 Ah.
- **Marca y modelo:** En la medida de lo posible, las baterías deben ser de la misma marca y modelo.
- **Antigüedad:** En la medida de lo posible, todas las baterías deben tener el mismo "historial". Se recomienda especialmente no mezclar baterías nuevas y viejas, incluso aunque sean del mismo modelo.

Inversor-cargador

Si bien es importante seleccionar baterías que tengan la capacidad de almacenamiento y el diseño correctos, los dispositivos de inversor-cargador pueden aumentar la eficiencia del sistema. Del mismo modo, un inversor-cargador puede dañar un sistema si se instala incorrectamente, si funciona mal o si está mal diseñado. El propósito de un inversor-cargador es transformar la corriente de CA a CC para cargar baterías y de CC a CA para descargar las baterías. Sin embargo, los inversores-cargadores pueden hacer mucho más: pueden funcionar como el "cerebro" de la instalación eléctrica, coordinando los flujos de energía entre la fuente principal (generador o red), las baterías y el usuario final. Un cargador-inversor adecuado puede proporcionar una calidad de servicio mucho mejor que cualquier otro sistema de respaldo, que incluye:

- La potencia disponible del inversor puede ser hasta 4 veces la potencia máxima de la fuente de alimentación principal.
- Mayor vida útil del generador.
- Voltaje y frecuencia regulados.
- Suministro de energía ininterrumpida.

Los inversores-cargadores deben comprarse junto con:

- Controladores de batería.
- Sensores de temperatura.

Conexiones del cable de la batería

Los cables que unen las baterías juegan un papel importante en el rendimiento del sistema de baterías. Elegir el tamaño (diámetro) y la longitud correctos del cable es importante para la eficiencia general del sistema. Los cables que son demasiado pequeños o innecesariamente largos provocarán una pérdida de energía y una mayor resistencia. Al conectar las baterías, los cables entre cada batería deben tener la misma longitud para garantizar la misma cantidad de resistencia del cable, permitiendo que todas las baterías del sistema funcionen juntas por igual.

También se debe prestar especial atención al lugar donde están los cables del sistema principal que están conectados al banco de baterías. Con demasiada frecuencia, los cables del sistema que

alimentan las cargas están conectados a la primera batería o la más "fácil" de acceder, lo que da como resultado un rendimiento deficiente y una reducción de la vida útil. Estos cables del sistema principal que van a la distribución de CC (cargas) deben conectarse en todo el banco de baterías. Esto asegura que todo el banco de baterías se cargue y descargue por igual, proporcionando un rendimiento óptimo. Los cables del sistema principal y los cables que unen las baterías deben tener el tamaño (diámetro) suficiente para manejar la corriente total del sistema. Si hay un cargador de batería grande o un inversor, es importante asegurarse de que los cables sean capaces de transportar las corrientes potencialmente importantes que genera o consume el equipo conectado, así como el resto de cargas.

Instalación de un sistema de batería

Sala de baterías

Una sala de baterías tiene el mismo propósito que una sala de generadores:

- Aísle el sistema de la batería para reducir el riesgo de accidentes, como fugas de ácido o emisiones de gases nocivos, y evite el acceso no autorizado.
- Garantice buenas condiciones de funcionamiento: una sala de baterías debe proteger los dispositivos electrónicos del agua y el polvo y estar bien ventilada.

Las baterías que se utilizan para el respaldo y la distribución de energía necesitan un lugar específico para ubicarse y deben estar bien planificadas. Es conveniente tener la sala de baterías cerca de la fuente de alimentación principal o del tablero de distribución, sin embargo, las baterías no deben instalarse en la misma sala que el generador. Las temperaturas altas o fluctuantes afectan considerablemente la vida útil y el rendimiento de las baterías, y se recomienda tener una sala de baterías separada y bien ventilada con una temperatura lo más cercana posible a 20°C. Un sótano o cuarto subterráneo seco y ventilado es una ubicación perfecta, siempre que el lugar de almacenamiento subterráneo no se inunde ni se derrumbe.

Bajo ninguna circunstancia, los lugares de almacenamiento de la batería deben ubicarse en espacios habitables o de trabajo. Una batería completamente cargada es muy potente y puede generar chispas, emitir vapores, arder o incluso explotar. Un cargador defectuoso o una batería sobrecargada pueden mostrar signos de estado deficiente, como hinchazón o humo. Sin embargo, una batería sobrecargada también puede no mostrar señales y no proporcionar ninguna advertencia. Una batería rota puede propulsar metralla y arrojar productos químicos muy tóxicos, mientras que los vapores pueden ser extremadamente dañinos o incluso letales si se respiran. Si una batería muestra algún signo de deformación, daño o sobrecalentamiento, todo el sistema debe apagarse y la batería debe desconectarse cuando sea seguro hacerlo. No intente reutilizar las baterías dañadas; deben desecharse de manera segura y de acuerdo con las leyes y regulaciones locales.

Tamaño de la instalación

Para establecer el tamaño de un sistema de baterías, se deberá determinar lo siguiente:

- La potencia máxima que el inversor debe poder entregar a la instalación.
- La cantidad de energía que debe almacenarse en la batería para cubrir sus necesidades.
- En algunos casos, la energía que el cargador puede entregar a las baterías.

Consulte el apartado sobre [gestión de la energía](#) para informarse de cómo calcular la potencia y la energía que debe suministrar el sistema.

Para calcular manualmente la potencia máxima de la instalación:

1. Enumere todos los electrodomésticos alimentados por la instalación.
2. Calcule la potencia máxima de cada aparato eléctrico. Para los aparatos que incluyen un motor eléctrico, la potencia máxima es aproximadamente tres veces la potencia nominal. Por ejemplo, una bomba de agua de 300 W necesitará alrededor de 1 kW para arrancar.
3. Sume toda la potencia.

Para calcular manualmente el consumo energético de la instalación:

1. Enumere todos los electrodomésticos alimentados por la instalación y su potencia nominal media.
2. Para cada aparato, determine cuánto tiempo debe estar en uso. La energía supuesta necesaria para cada aparato se puede calcular mediante: potencia media x duración.
3. Sume todos los requisitos de energía.

Tenga en cuenta las horas que el sistema de baterías está destinado a suministrar electricidad y planifique en consecuencia. La configuración de la batería no será la misma si el sistema suministra energía solo durante la noche o si se usa como respaldo de veinticuatro horas durante todo el día. Si es posible, planifique hacer funcionar un generador durante las horas pico de consumo de energía, disminuyendo la cantidad de baterías necesarias y reduciendo el coste total del sistema.

La potencia del cargador de batería determinará cuánto tiempo llevará la recarga. Un cargador de alta potencia que puede cargar las baterías rápidamente es útil si la fuente de alimentación principal es muy cara (un generador grande con alto consumo) o si la electricidad de la fuente de alimentación principal solo está disponible durante un período breve (la red pública está disponible solo unas pocas horas) por día.

Para poder cargar las baterías en una duración fija, la fórmula a utilizar es:

Potencia = Consumo de energía / duración de la carga

Una instalación tiene un consumo energético estimado de 12.880Wh y debe alcanzar una carga completa en 6 horas. ¿Qué potencia debe tener el cargador?:

Ejemplo: $12.880 / 6 = 2.150W$

La potencia de carga debe ser de al menos **2.150W**.

La potencia del cargador a menudo se mide en intensidad (amperios) en lugar de en potencia (W). Para calcular la intensidad de la carga a partir de la potencia de carga, simplemente divida la potencia de carga por el voltaje del cargador (generalmente 12, 24 o 48 V).

- Si se utiliza un cargador de 12 V, la intensidad de la carga debe ser: $2.150 / 12 = 180A$.
- Si se utiliza un cargador de 48V, la intensidad de la carga debe ser: $2.150 / 48 = 45A$.

Observaciones adicionales:

- La duración mínima para cargar la batería es de 4 horas. Una carga más rápida puede dañar las baterías y algunas baterías pueden tener limitaciones de más de 4 horas.
- Incluso con un cargador de batería potente, la carga puede ser más prolongada debido a la energía limitada disponible en la fuente de alimentación principal; con un generador de 5kW, comprar un cargador de 10kW no tiene sentido.
- Para los cargadores que tienen configuraciones avanzadas, el algoritmo de carga puede extender la duración de la carga para ahorrar batería. Algunos cargadores reducen automáticamente la potencia de carga cuando la batería está cerca del 100%.

Conexión de baterías

Hay varias formas de conectar con cables varias baterías para lograr el voltaje o la capacidad de batería correctos para una instalación de CC en particular. Conectar varias baterías juntas como un

gran banco, en lugar de tener bancos individuales, las hace más eficientes y garantiza la máxima vida útil.

Conexión en serie		El cableado de las baterías en serie aumentará la tensión y mantendrá la misma capacidad en amperios por hora. En esta configuración, las baterías se acoplan en serie para obtener una tensión más alta, por ejemplo, 24 o incluso 48 voltios. El polo positivo de cada batería se conecta al polo negativo de la siguiente, con el polo negativo de la primera batería y el polo positivo de la última batería conectados al sistema. Por ejemplo; 2 baterías de 6V 150Ah conectadas en serie darán 12V, pero solo 150Ah de capacidad. 2 baterías de 12 V 150 Ah conectadas en serie darán 24 V, pero solo 150 Ah.
Conexión paralela		Conectar las baterías en paralelo tiene el efecto de duplicar la capacidad mientras se mantiene la misma tensión. El acoplamiento paralelo implica conectar los polos positivos y negativos de varias baterías entre sí. El positivo de la primera batería y el negativo de la última batería se conectan al sistema. Por ejemplo; 2 baterías de 12V 150Ah conectadas en paralelo darán solo 12V, pero aumentan la capacidad a 300Ah.

Conexión en serie/paralela		Una conexión en serie/paralela combina los métodos anteriores y se utiliza para baterías de 2 V, 6 V o 12 V para lograr una tensión y una capacidad del sistema más altos. Se requiere una conexión en paralelo si se necesita una mayor capacidad. Posteriormente, la batería debe conectarse con cables cruzados al sistema utilizando el polo positivo del primero y el polo negativo de la última batería. Por ejemplo; 4 baterías de 6V 150Ah conectadas en serie / paralelo darán 12V a 300Ah. Se pueden conectar 4 baterías de 12V 150Ah en serie / paralelo para proporcionar 24V con una capacidad de 300Ah.
--	---	---