

# Baterías: tipos, mantenimiento, conexión serie/paralelo

Autor: EA4IPV

Fecha: 21/03/2026

Categoría: Electrónica y Energía

Etiquetas: Sin etiquetas

---

Baterías: tipos, mantenimiento, conexión serie/paralelo

Las baterías son el componente que almacena energía eléctrica en forma de energía química y la libera cuando se necesita. Son esenciales en sistemas de energía renovable, vehículos, telecomunicaciones y cualquier aplicación que requiera electricidad portátil o de respaldo. Este artículo cubre los tipos más comunes de baterías recargables, su funcionamiento, conexión y mantenimiento.

## Principio de funcionamiento

Toda batería funciona mediante una reacción electroquímica reversible. Contiene dos electrodos (ánodo y cátodo) sumergidos en un electrolito. Durante la descarga, una reacción química espontánea libera electrones que fluyen del ánodo al cátodo a través del circuito externo, produciendo corriente eléctrica. Durante la carga, se aplica corriente externa que invierte la reacción, restaurando los materiales originales de los electrodos.

## Conceptos fundamentales

Concepto	Definición	Unidad
----------	------------	--------

Voltaje nominal	Diferencia de potencial entre los terminales de la batería	Voltios (V)
-----------------	--	-------------

Capacidad	Cantidad de carga eléctrica que puede almacenar	Amperios-hora (Ah)
-----------	---	--------------------

Energía	Voltaje x Capacidad. Energía total almacenada	Vatios-hora (Wh)
---------	---	------------------

Tasa C Velocidad de carga/descarga relativa a la capacidad.  $C/10$  = descargar en 10 horas Fracción de C

Profundidad de descarga (DoD) Porcentaje de la capacidad que se ha utilizado Porcentaje (%)

Estado de carga (SoC) Porcentaje de carga restante ( $100\% - \text{DoD}$ ) Porcentaje (%)

Ciclos de vida Número de ciclos carga/descarga antes de perder el 20% de capacidad Número

## Tipos de baterías recargables

### 1. Plomo-ácido inundada (FLA - Flooded Lead Acid)

La tecnología más antigua (inventada en 1859 por Gaston Planté) y todavía la más común para almacenamiento estacionario.

Electrodos: placas de plomo (Pb) y dióxido de plomo ( $\text{PbO}_2$ ).

Electrolito: ácido sulfúrico diluido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 30-40%.

Voltaje por celda: 2,1 V nominal. Una batería de 12V tiene 6 celdas en serie.

Profundidad de descarga recomendada: máximo 50%. Descargas más profundas reducen drásticamente la vida útil.

Ciclos de vida: 500-1.000 ciclos al 50% DoD.

Ventajas: bajo costo, tecnología probada, fácil de reciclar.

Desventajas: pesadas, requieren mantenimiento (rellenar agua), liberan gas hidrógeno durante la carga, deben mantenerse verticales.

## 2. AGM (Absorbent Glass Mat)

Una variante sellada de plomo-ácido donde el electrolito está absorbido en una malla de fibra de vidrio.

Voltaje por celda: 2,1 V (igual que FLA).

Profundidad de descarga recomendada: máximo 50%.

Ciclos de vida: 400-800 ciclos al 50% DoD.

Ventajas: sellada (sin mantenimiento de agua), puede montarse en cualquier posición, menor auto-descarga, más resistente a vibraciones.

Desventajas: más cara que FLA, sensible a sobrecarga, menor tolerancia a altas temperaturas.

## 3. Gel

Otra variante sellada donde el electrolito es un gel de sílice con ácido sulfúrico.

Profundidad de descarga recomendada: hasta 60%.

Ciclos de vida: 500-1.200 ciclos al 50% DoD.

Ventajas: excelente para descargas lentas y profundas, muy baja auto-descarga, funciona bien en

temperaturas extremas.

Desventajas: sensible a sobrecarga (peor que AGM), carga lenta (requiere regulador específico), cara.

#### 4. Litio Hierro Fosfato (LiFePO<sub>4</sub> / LFP)

La tecnología moderna de referencia para almacenamiento estacionario.

Voltaje por celda: 3,2 V nominal. Una batería de 12V tiene 4 celdas en serie (12,8V).

Profundidad de descarga recomendada: hasta 80-90%.

Ciclos de vida: 2.000-5.000 ciclos al 80% DoD.

Ventajas: ligeras (1/4 del peso de plomo-ácido), sin mantenimiento, voltaje estable durante toda la descarga, carga rápida, muy larga vida útil.

Desventajas: costo inicial 2-3 veces mayor que plomo-ácido, requiere BMS (Battery Management System), no cargar por debajo de 0 °C.

Comparativa resumida

Característica FLA AGM Gel LiFePO<sub>4</sub>

Costo por kWh almacenado Bajo Medio Medio-alto Alto (pero menor costo por ciclo)

Peso por kWh 30-40 kg 28-35 kg 30-38 kg 8-12 kg

Mantenimiento Mensual Ninguno Ninguno Ninguno

DoD máxima recomendada 50% 50% 60% 80-90%

Ciclos de vida 500-1.000 400-800 500-1.200 2.000-5.000

Auto-descarga mensual 5-15% 3-5% 2-3% 1-3%

### Conexión en serie

En conexión serie, se conecta el terminal positivo (+) de una batería al terminal negativo (-) de la siguiente.  
El resultado:

El voltaje se suma: dos baterías de 12V en serie = 24V.

La capacidad (Ah) permanece igual: dos baterías de 100 Ah en serie = 24V, 100 Ah.

La energía total (Wh) se duplica:  $12V \times 100Ah = 1.200 \text{ Wh}$  por batería;  $24V \times 100 \text{ Ah} = 2.400 \text{ Wh}$  en serie.

Se usa serie cuando se necesita mayor voltaje (24V o 48V son comunes en sistemas solares grandes para reducir corrientes y calibres de cable).

Regla crítica: en serie, todas las baterías deben ser del mismo tipo, marca, modelo, capacidad y estado de desgaste. Una batería débil limita todo el banco.

### Conexión en paralelo

En conexión paralelo, se conectan todos los positivos (+) entre sí y todos los negativos (-) entre sí. El resultado:

El voltaje permanece igual: dos baterías de 12V en paralelo = 12V.

La capacidad se suma: dos baterías de 100 Ah en paralelo = 12V, 200 Ah.

Se usa paralelo cuando se necesita más capacidad de almacenamiento al mismo voltaje.

Regla crítica: al igual que en serie, usar baterías idénticas. En paralelo, además, los cables de conexión deben ser del mismo calibre y longitud para cada batería para asegurar distribución uniforme de corriente.

Conexión serie-paralelo

Combina ambas para aumentar voltaje y capacidad simultáneamente. Ejemplo: 4 baterías de 12V 200Ah. Dos cadenas de 2 baterías en serie (= 24V 200Ah cada cadena), y las dos cadenas en paralelo (= 24V 400Ah total).

Mantenimiento de baterías de plomo-ácido inundadas

Nivel de electrolito: verificar mensualmente. Las placas deben estar cubiertas por al menos 1 cm de electrolito. Rellenar solo con agua destilada (nunca agua del grifo, nunca ácido).

Limpieza de terminales: la corrosión blanca o verde en los terminales aumenta la resistencia. Limpiar con una mezcla de bicarbonato de sodio y agua, cepillar con un cepillo de alambre y aplicar vaselina o grasa dieléctrica.

Ecuilibración: cada 1-3 meses, aplicar una carga de ecualización (voltaje ligeramente superior al de absorción durante 2-4 horas) para igualar la carga entre celdas y prevenir la sulfatación.

Densidad del electrolito: medir con un densímetro. Batería cargada: 1,265 g/cm<sup>3</sup>. Descargada: 1,120 g/cm<sup>3</sup>.

Temperatura: mantener entre 20-25 °C. Por cada 10 °C por encima de 25 °C, la vida útil se reduce aproximadamente a la mitad.

### Carga correcta

La carga de baterías de plomo-ácido sigue un perfil de tres etapas:

Etapa Bulk (corriente constante): se aplica la máxima corriente disponible hasta que el voltaje alcanza el nivel de absorción (14,4-14,8 V para 12V). Carga del 0% al 80% aproximadamente.

Etapa Absorción (voltaje constante): se mantiene el voltaje de absorción mientras la corriente disminuye gradualmente. Carga del 80% al ~98%.

Etapa Flotación: se reduce el voltaje a 13,2-13,6 V para mantener la batería al 100% sin sobrecarga. Corriente mínima.

### Seguridad

Gas hidrógeno: las baterías de plomo-ácido liberan hidrógeno durante la carga. El hidrógeno es explosivo en concentraciones del 4-75% en aire. Ventilar siempre el espacio de baterías.

Ácido sulfúrico: es corrosivo. Usar guantes y gafas de protección al manipular baterías abiertas. Tener bicarbonato de sodio para neutralizar derrames.

Cortocircuitos: una batería de 12V 200Ah puede entregar miles de amperios en cortocircuito, suficiente

para fundir cables y causar incendios. Siempre usar herramientas aisladas y retirar anillos y relojes metálicos.

Peso: una batería de plomo-ácido de 200Ah pesa unos 50-60 kg. Usar técnicas de levantamiento seguro.

Reciclaje: nunca desechar baterías de plomo-ácido en la basura. El plomo es altamente tóxico. Llevar a un punto de reciclaje autorizado.

Elegir, dimensionar y mantener correctamente las baterías es probablemente la decisión más importante en un sistema de energía autónomo. Las baterías representan entre el 30% y el 50% del costo total del sistema y son el componente con menor vida útil. Un buen mantenimiento puede duplicar su duración.