

# Boletín 68

## TODO SOBRE BATERIAS

Boletín técnico N°68  
PARTE 3  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

# TODO SOBRE BATERIAS.

## PARTE 3

Por:

**Ing. Gregor Rojas**  
GERENTE NACIONAL  
MERCADEO Y VENTAS  
División materiales eléctricos

### Generalidades.

Una batería eléctrica, también denominada pila o acumulador en el argot popular, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica. Así, las baterías generan corriente continua y, de esta manera, sirven para alimentar circuitos eléctricos, dependiendo de su tamaño y potencia.

Las baterías están plenamente incorporadas a nuestra vida cotidiana desde su invención en el siglo XIX y su comercialización masiva en el XX.

El desarrollo de las baterías va de la mano con el avance tecnológico de la electrónica, lo vemos en los controles remotos, relojes, computadores de todo tipo, teléfonos celulares y un enorme grupo de artefactos contemporáneos utilizan pilas como fuente de alimentación eléctrica.

Para comprender el tema de TODO SOBRE BATERIAS, es necesario haber visto previamente el Boletín Técnico N° 66 PARTE 1 y Boletín Técnico 67 PARTE 2 donde partimos desde principios básicos sobre esta materia y tratamos el origen de todos los tipos de baterías.

En esos boletines técnicos iniciamos con algunos tipos de baterías y en el presente veremos su comportamiento, ciclos, tiempo de vida y sistemas de recarga. A continuación veremos otros tópicos sobre baterías y algunas interrogantes sobre el tema.

Ing. Gregor Rojas

### 9. Baterías estacionarias

Este tipo de batería fue diseñada con el objetivo de ofrecer una cantidad constante de corriente durante un largo período de tiempo, además de poder descargarse por completo varias veces. Las baterías estacionarias están diseñadas para ciclos de descarga profunda.

Tienen placas de plomo más gruesas y soportan mayores cantidades de ciclos de carga y descarga, una necesidad para satisfacer la demanda de este tipo de uso. De esta manera, las baterías estacionarias sufren una gran descarga sin afectar su vida útil.

Las baterías estacionarias son muy similares a las de automoción en su construcción, algunas personas incluso confunden el uso de cada una. No obstante, la batería estacionaria funciona de manera diferente que la automotriz. En la figura 16 se observa una batería estacionaria típica.



Figura 16. Batería estacionaria

La batería estacionaria es adecuada para varias aplicaciones, pero su mayor utilidad es en sistemas que requieren una mayor profundidad de descarga, como UPS y sistemas de energía solar, con almacenamiento en paneles solares.

Las baterías estacionarias son vasos o celdas independientes, aunque esté conectada en serie de 2V cada uno y que se pueden sustituir de forma individual. La combinación de estos vasos nos dará la batería que necesitamos. Para 12V será una combinación de 6 vasos.

La forma en que se presente el líquido del electrolito nos diferenciará unas de otras, tendremos abiertas y cerradas, además de Plomo, de AGM y de GEL.

Las que se comercializan para sistemas fotovoltaicos son estacionarias suelen clasificarse en 2 tipos diferentes OPzS y OPzV donde:

- ❑ Las OPzS son de Plomo ácido líquido y abiertas por lo que requieren mantenimiento (normalmente cada 6 meses, depende recomendaciones del fabricante). Con el fin de poder detectar visualmente el nivel del electrolito, se fabrican los bloques en material translúcido.
- ❑ Las OPzV son de GEL y cerradas por lo que no requieren mantenimiento. Son más caras que las OPzS.

Las baterías estacionarias tienen una alta capacidad de almacenamiento energético y permiten crear grandes bancadas de baterías de 12 ó 48V, con una capacidad de acumulación mucho mayor que cualquier batería monoblock.

Debido a su mantenimiento mínimo, son la solución perfecta para grandes instalaciones fotovoltaicas en viviendas de uso habitual o empresas.

Son las más utilizadas actualmente en las ISFTV por su relación calidad-precio.

Las estacionarias pueden llegar a durar 20 años incluso más o 3.000 ciclos.

### **9.1 Empleo de batería estacionaria**

La batería estacionaria es adecuada para telecomunicaciones, sistemas eólicos y fotovoltaicos, alumbrado público y privado, tráfico, nobreaks, monitoreo remoto, seguridad y alarmas, cajeros automáticos, centrales telefónicas, etc.

Estas baterías tienen un ciclo de vida más largo que los automóviles y, por lo tanto, cumplen bien su funcionalidad. Además, los estacionarios proporcionan seguridad de suministro y acumulación de energía necesaria cuando se solicita.

Esta batería tiene un filtro que evita la emisión de vapor de la solución ácida, permitiendo que pase solo el hidrógeno que no es perjudicial para la salud. Por lo tanto, puede permanecer en el mismo entorno de trabajo con las personas, aunque se recomienda una ventilación mínima.

Los electrodos de estas baterías son más gruesos que los de los automóviles y están hechos de plomo, con una aleación que alcanza el 95% o más de pureza.

Estas baterías también sufren una descarga de hasta el 80% sin afectar su vida útil y admiten una mayor cantidad de ciclos de carga y descarga.

Las baterías estacionarias necesitan 25°C como temperatura de funcionamiento estándar y, por lo tanto, es importante que se encuentren en entornos con aire acondicionado y que el aire deba conectarse a los SAI.

La vida útil de las baterías estacionarias se puede reducir a la mitad por cada 10° por encima de la

temperatura estándar, y se duplica por cada 10° por debajo.

### 9.1.1 Baterías para UPS

La línea de baterías para UPS [Nobreak], por otro lado, sirve a sistemas pequeños y medianos, es decir, hogares, pequeñas y medianas empresas y grandes empresas.

Se utiliza para UPS, estabilizadores, vigilancia electrónica, circuito cerrado de TV, cajeros automáticos las 24 horas, sistemas de seguridad, supermercados y cajeros de tiendas.

Ofrece energía de calidad en cualquier ambiente. Tiene una excelente aceptación de carga y opera en regímenes de clic y en un estado de carga parcial.

Esta batería es adecuada para sistemas de energía alternativa como lo son la solar, eólica, etc. y sistemas de telecomunicaciones en áreas remotas.

#### Ventajas:

- Vida útil prolongada
- Blindaje con tres capas, lo que garantiza la durabilidad y fiabilidad del producto
- Mejor presentación
- Excelente resistencia a los ciclos de carga y descarga.

### 9.2 Tipos de baterías estacionarias.

Las baterías estacionarias están especialmente ideadas para aplicaciones de uso estacionario y continuo con consumos medios-altos con profundidades de descarga y picos de corriente moderados. Es decir, son el tipo de batería ideal para instalaciones solares de uso permanente.

Dentro de las baterías estacionarias podemos distinguir 2 tipos:

#### 9.2.1 Baterías Estacionarias Plomo-ácido abiertas:

Más económicas, esperanza de vida útil más de 15 años, elevado número de ciclos, buena respuesta a descargas profundas, pequeña evaporación de gases y mantenimiento mínimo.

#### 9.2.2 Baterías Estacionarias GEL:

Más caras pero con mayor número de ciclos de carga y descarga por lo tanto mayor vida útil, mejor respuesta a corrientes elevadas y descargas profundas, mayor estabilidad de la tensión frente a la descarga, sin evaporación de gases y sin mantenimiento.

Es importante elegir la batería con cálculos para al menos 3 días de autonomía, de esta forma nos aseguramos que la mayor parte del tiempo nuestra batería va a estar trabajando a un régimen de descarga C100, y con profundidades de descarga cercanas al 20%, de esta forma alargamos la vida útil de la batería.

Respetar las corrientes de carga que proporciona el fabricante es otro factor decisivo para un buen mantenimiento de la batería.

Normalmente la corriente de carga será alrededor del 10% de la capacidad nominal de la batería en C10. Nunca superior al 20% para baterías de plomo-ácido y nunca superior al 10% para baterías GEL.

No superar en ningún caso la temperatura de 55°C en la batería.

Respetar los valores de voltaje recomendados, los voltajes de absorción elevadas producirán mayores gasificaciones en las baterías plomo-ácido abiertas y posibles daños en las baterías GEL.

Valores de voltaje de absorción muy bajos o un mal diseño de la instalación que no permita realizar cargas completas a la batería producirá elevada sulfatación en las placas.

Las ecualizaciones en baterías BAE y Hoppecke nuevas deberían ser 1 vez cada 50 días aprox. Para baterías muy viejas se puede llegar incluso a 1 por semana.

Tenga siempre presente que las ecualización en baterías GEL están totalmente prohibidas.

El voltaje de flotación viene marcada en la etiqueta de las baterías. Mantener la batería continuamente por encima de este voltaje de flotación provoca mayor gasificación y acorta la vida de la batería.

No instalar baterías en paralelo. Elegir la capacidad deseada de la batería e incrementar el voltaje del conjunto uniendo baterías idénticas en serie.

### **9.3 Características de baterías estacionarias**

Diseñadas para aplicaciones con consumos medio-altos en aplicaciones estacionarias y con larga durabilidad. Hasta 8000 ciclos de carga-descarga con profundidades de descarga del 20% para las primeras marcas como HOPPECKE y BAE, esto son unos 20 años de vida útil.

Para tener acumulaciones elevadas es necesario un volumen y un peso considerable de plomo, la ventaja de las baterías estacionarias es que están formadas por elementos de 2 voltios cuyos pesos oscilan entre los 4kg y los 200kg dependiendo de la capacidad.

La batería estacionaria más utilizada porque su capacidad es la que mejor se adapta al consumo de la mayoría de instalaciones solares es la batería estacionaria HOPPECKE 6 OPzS 600 de 900Ah, a 12 voltios con 6 elementos pesa 270 kg y a 24v voltios con 12 elementos 540 Kg. Te imaginas mover 540 Kg? la ventaja es que cada

elemento pesa 44,8 kg, que aunque es un peso considerable facilita mucho la instalación.

### **9.4 Comparación entre baterías estacionarias y baterías monoblock**

Si comparamos una inversión de 4 baterías monoblock plomo-ácido de 250Ah de las más económicas para formar un conjunto de 24V con 500Ah obtendremos una batería que nos durará entre 2 y 5 años dependiendo del uso.

Si realizamos una inversión en baterías estacionarias para formar el mismo conjunto de 24V y 500Ah, por ejemplo la batería estacionaria hoppecke 5 OPzS 350 de 525Ah equivalente necesitaremos 2 baterías de 12v para formar el conjunto de 24V, obtendremos una batería con una vida útil de hasta 20 años. Por lo tanto la relación calidad-precio de las baterías estacionarias supera con creces una inversión en una batería económica.

Además en la primera configuración estaríamos cometiendo uno de los errores más comunes en baterías, instalar baterías en paralelo para obtener mayor capacidad.

Como las baterías monoblock económicas tienen una capacidad máxima de unos 250Ah, nos vemos obligados a instalar baterías en paralelo para aumentar la capacidad, de esta forma 2 baterías en paralelo suman capacidades y obtendríamos 500Ah. Pero el hecho de conectar baterías en paralelo produce corrientes de desequilibrio entre baterías que acortan su vida útil.

### **10. Ciclo de una batería.**

Un ciclo es una descarga y carga en una batería a cualquier porcentaje de descarga. La cantidad de descarga de la batería en porcentaje comparada a su capacidad cuando está totalmente cargada determina la necesidad para una carga pequeña, moderada o de ciclo profundo.

A lo anterior se le conoce como profundidad de descarga o del inglés Deep Of Discharge con siglas DOD y es medida en porcentaje. Por ejemplo, 70% DOD significa una batería que ha sido descargada por un 70% de su capacidad total y tiene una carga remanente del 30%.

### 10.1 Tipos de ciclos de una batería

Se definen tres tipos de ciclos de descarga:

- Ciclo pequeño
- Ciclo moderado
- Ciclo profundo

#### El ciclo pequeño.

Se produce cuando solo un pequeño porcentaje del total de la capacidad de la batería es descargado.

#### Ciclo moderado.

Se produce cuando un porcentaje superior al del ciclo pequeño del total de la capacidad de la batería es descargado.

#### Ciclo profundo.

Las baterías son descargadas a un mayor porcentaje del total de la capacidad de la batería respectivamente.

### 11. Vida útil de las baterías.

Es importante destacar que contrario a lo que normalmente se piensa, la vida útil de una batería no se calcula por los años de operación, sino por la cantidad de ciclos de carga-descarga que es capaz de realizar.

Por lo anterior, si sometemos a la batería a un régimen de trabajo de numerosos ciclos diarios, posiblemente sólo durará unos cuantos meses, mientras que si el régimen es de un ciclo al día o incluso menos la batería puede durar entre 8 a 12 años.

Es importante tener presente que para obtener una vida útil prolongada de las baterías estas no

deben descargarse en su totalidad. El porcentaje en que se ha descargado la batería se le denomina profundidad de descarga del inglés Depth of Discharge (DOD). Como lo comentamos anteriormente, cuanto menos profundos sean los ciclos de descarga mayor será la vida útil de la batería.

Claramente, si una batería tiene una profundidad de descarga por ciclo del 50% durará más que otra de igual características con un ciclo del 70% de profundidad de descarga.

Ilustremos un ejemplo, imaginemos que tenemos una batería de uso diario y queremos una autonomía de 5 días, es decir, que se descargue a los 5 días.

De lo anterior tenemos que 1 ciclo = 5 días

Por lo tanto,

$$5 \times 24h = 120h.$$

La batería se descargara en unas 120 horas, por lo que tiene un ciclo de descarga de 120h.

### 12. Profundidad de Descarga (DOD)

Es el porcentaje máximo del total de la carga de una batería que determinamos que se puede llegar a descargar en un ciclo completo que comprende carga y descarga.

Otra definición de profundidad de descarga es la cantidad de energía que se consigue durante una descarga estando en carga total expresado en porcentaje. Es el tanto por ciento que se ha sacado de la carga total de la batería en un ciclo.

La capacidad de una batería se expresa en amperios hora (Ah) si a una batería de 100 Ah se le somete a una descarga de 20 Ah esto significa una profundidad de descarga del 20%.

En función de la profundidad de descarga de las baterías esto nos da una forma de clasificar en

dos tipos de baterías: unas con ciclos poco profundos y otras de ciclos profundos.

### **12.1. Baterías de ciclo poco profundo**

Estas baterías no suelen aguantar bien unas descargas mayores del 20% y generalmente se produce la descarga rápidamente en poco tiempo.

Normalmente tienen una vida de 500-1000 ciclos. De este tipo son las de arranque de los coches o motos. Las de los coches dura muy poco el ciclo (el arranque) y es poco profundo para que dure muchos años.

### **12.2. Baterías de ciclo profundo**

Estas baterías aguantan ser descargadas hasta el 80% de su carga total, pero esta descarga (ciclo) dura mucho tiempo (días). Suelen tener una vida de 1500 ciclos.

Si la DOD de una batería no sobrepasa el 20% puede llegar a durar unos 4000 ciclos. A menos DOD más ciclo aguanta la batería, por eso este valor es el que mucha gente recomienda utilizar.

El problema es que aumenta mucho el precio de la batería, ya que si solo el 20% de la batería ya tiene que proporcionarnos el 100% del consumo real de la instalación, la capacidad de la batería será muy grande. Lo normal es poner una profundidad de descarga entre el 50% y el 70%.

El estado de carga de la batería, y por lo tanto la DOD la mayoría de las veces la podemos saber solo por la tensión en bornes que tiene la batería. Los valores normales son:

### **13. Métodos de carga.**

La vida útil de las baterías depende directamente de los métodos de carga a los que son sometidas. Por tal motivo, es imperativo seguir para cada caso las recomendaciones que establece el fabricante.

Lo recomendable es que las baterías se instalen dentro de los 15 meses posteriores a su fabricación. Al momento de su instalación, el voltaje debería ser superior a 12,4 V o en el peor de los casos superior a 12,25 V.

Toda batería debe ser recargada cuando el voltaje baja por debajo de los 12,4 V, a causa de un almacenamiento prolongado.

Entre los principales métodos de carga tenemos:

1. Voltaje constante
2. Corriente constante
3. Corriente descendente
4. Dos niveles de voltaje constante

### **13.1. Método voltaje constante**

Este método es el más utilizado para la carga de baterías tipo plomo-ácido. Consiste en aplicar un voltaje constante de 2,3, 2,4 ó 2,5 Voltios/elemento, limitando la corriente de carga a un 10% o 20% de la capacidad de la batería, es decir, entre 0,1C ó 0,2C donde C es la capacidad de la batería en amperios hora (Ah).

El tiempo de carga puede ser entre unas 40 horas a 10 horas y el voltaje se regula según la temperatura ambiente, es decir, si la temperatura es alta, el voltaje de carga será bajo y viceversa.

Hay fabricantes que permiten el empleo de este método sin limitaciones de corriente, debido a que sus baterías están dimensionadas para altos valores de corriente. En este caso, si se inicia el proceso con 2,3 voltios/elemento, la corriente inicial después de una descarga profunda será de 3C amperios y de un 0,5C durante un período largo.

### **13.2. Método corriente constante**

Es recomendado por algunos fabricantes para las baterías de níquel-cadmio, limitando la corriente entre 0,25C y 0,05C amperios. Para el caso de carga profunda se admiten corrientes de 1C

amperios, no obstante, se debe vigilar el voltaje de la batería o la temperatura.

Para las baterías de plomo-acido el método de carga por corriente constante se utiliza como carga de igualación para corregir diferencias de capacidad entre las baterías de un mismo grupo.

Para evitar que una sobrecarga arruine la batería es imperativo finalizar cuando la batería haya alcanzado su máxima capacidad.

### 13.3. Método corriente descendente

Se fundamenta en aplicar una carga sin regulación limitada por una resistencia serie. A medida que la batería se carga la corriente de carga va descendiendo gradualmente.

Este método es el más económico y antiguo, no obstante, es muy peligroso debido a que el voltaje y la corriente de carga dependen de las fluctuaciones de la alimentación de la red, existiendo el riesgo implícito de sobrecarga.

### 13.4. Método de dos niveles de voltaje constante

Este método es el más recomendado para efectuar cargas a baterías de plomo-ácido hermético en cortos períodos de tiempo y mantener la batería en plena carga en situación de flotación.

En este método inicialmente se carga a un nivel alto de voltaje unos 2,45 Voltios/elemento, limitando la corriente. A partir de que esta disminuya por debajo de un nivel, se pasa al método de voltaje constante permanente o de flotación.

Este método es el más eficiente debido a que disminuye el tiempo de carga y la batería queda protegida de sobrecargas.

Como es de suponer, posterior a una descarga profunda se requiere un tiempo de carga más

prolongado de lo normal. Inicialmente la corriente que admite la batería es baja, ya que la resistencia interna tiene un valor elevado y no adquiere su valor normal hasta pasados unos 30 minutos. Por este motivo es necesario inhibir el control durante este período de tiempo, pues el cargador podría suponer que la batería está cargada y dejarla en flotación.

## 14. Etapas de carga de una batería

En la figura 17 se observa estos ciclos

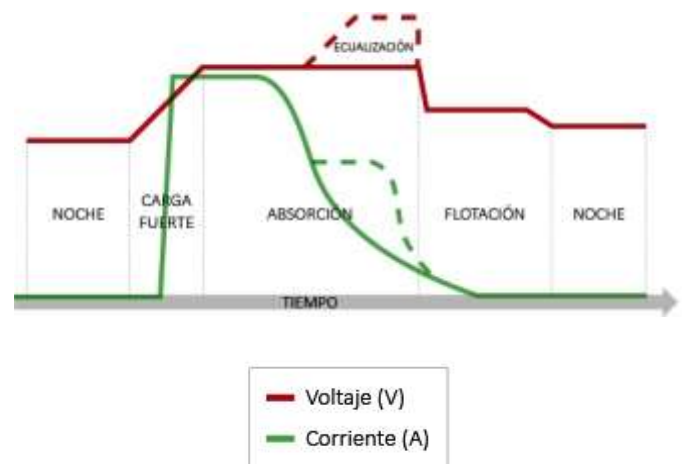


Figura 17. Etapas de carga de una batería

### 14.1. Etapa Bulk

En esta primera etapa se suministra corriente a la batería a intensidad máxima, de manera que el voltaje (tensión) aumenta rápidamente hasta llegar aproximadamente a 12,6 V, y después poco a poco hasta el primer límite de voltaje.

Una vez alcanzado este límite la batería está cargada un 80-90%, a partir de este punto la absorción de corriente de carga se reduce rápidamente, estamos ahora a un potencial de 14,4-14,8 V según la batería.

Si se desea cargar un banco de baterías el límite de voltaje se situaría entre un 10-20% de la intensidad nominal de la batería, es decir, entre 100-200 A para un banco de baterías de 1000 A/h.



En esta etapa el regulador de carga que se sitúa entre el panel y el acumulador no juega ningún papel, pues la corriente se suministra a intensidad máxima, pero sin él la fase Bulk sería permanente y la corriente proveniente de los paneles solares podría destruir la batería por sobrecarga.

#### **14.2. Etapa de Absorción:**

En esta fase la corriente de carga disminuye lentamente hasta que la batería se carga al 100%. En esta etapa trabajamos al voltaje alcanzado al final de la etapa Bulk, denominado límite de absorción.

Es importante conocer los valores de los voltajes utilizados con exactitud y siempre en conformidad a las indicaciones del fabricante.

La finalidad de esta etapa es recuperar el electrolito, que puede haberse visto alterado en procesos de descarga profunda, así pues en baterías que hayan sufrido una descarga profunda prolongada, la fase de absorción será más larga para asegurarnos de recuperar el electrolito por completo.

#### **14.3. Etapa de Flotación:**

En esta fase la batería ya está cargada al 100% y lo que se hace es proporcionar la corriente necesaria para compensar la autodescarga, de manera que permanezca al 100%. Se trabaja a potenciales bajos y constantes.

Si pretende almacenarse la batería el voltaje de flotación no puede variar más de un 1% respecto del recomendado por el fabricante.

Para baterías líquidas se recomienda proporcionar voltajes entre 12,9-14 V, aunque no es recomendable la inutilidad de la batería durante periodos largos (meses).

Por su parte, las baterías de gel pueden ser dejadas en fase de flotación durante periodos largos sin problemas.

Ing. Gregor Rojas

#### **14.4. Etapa de Ecuación**

Esta etapa tiene como fin el ascenso del gas dentro del ácido (electrolito) haciendo que la disolución llegue a ser homogénea; por esto también se denomina etapa de gaseo. De esta forma evitamos que en la parte inferior no haya una densidad mayor que pueda provocar la sulfatación de las placas.

Posterior a esta etapa conseguimos que todas las celdas tengan el mismo voltaje.

El controlador puede realizar esta etapa cada cierto periodo de tiempo, si se pretende hacer a mano conviene llevarla a cabo si se detecta disparidad de valores en la densidad del electrolito.

#### **15. Recarga de las baterías**

Antes de recargar las baterías, deberán cumplirse todas las medidas de seguridad.

Si una batería ha sido recargada, la fecha de recarga de la etiqueta trasera deberá actualizarse a 6 meses después de la fecha de la segunda recarga, haciendo una muesca en la etiqueta.

Tenga siempre presente que solo se permite hacer dos recargas antes de vender la batería, y el producto no debería venderse, como máximo, 9 meses después de que haya vencido la primera fecha de recarga recomendada.

- Por norma, debería realizarse un control de tensión tanto para identificar las existencias antiguas como para saber qué baterías deben ser recargadas.
- Utilice un voltímetro/multímetro con una resolución de 2 cifras como mínimo (p.ej. 12,76 V).
- Deseche las baterías con una tensión inferior a 11,0 V (dichas baterías habrán

desarrollado una sulfatación que no se puede invertir completamente cargándolas y, por lo tanto, no ofrecerán el rendimiento y la vida útil que espera el cliente).

- ❑ Tenga en cuenta que los comprobadores de conductancia digitales como Midtronics o BAT121 de Bosch, no están diseñados para comprobar baterías nuevas.

Los comprobadores digitales para baterías no se han diseñado para comprobar el rendimiento de arranque en frío de las baterías nuevas. Han sido diseñados únicamente para comprobar y evaluar las baterías averiadas o usadas.