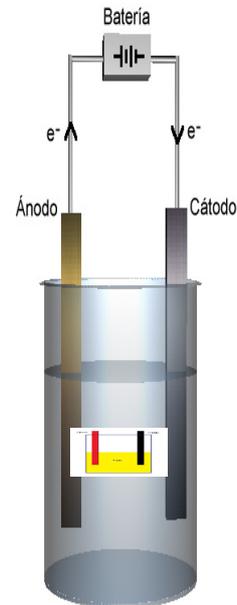


## Capítulo 4: Sistema de acumulación: estructura y principio de funcionamiento

**Función:** la función principal del sistema de acumulación (baterías), es la de **acumular la energía** que se produce durante las horas de mayor luminosidad, que son aquellas en las que el sistema produce más energía de la que necesita, para poder ser utilizada en la noche o durante períodos prolongados de mal tiempo. Otra función primordial de estos dispositivos, es la de proveer al sistema de una intensidad superior a la que los paneles pueden proporcionar.

-Estructura: las baterías están compuestas esencialmente por la unión de **dos materiales** (generalmente plomo-ácido). Están constituidas en módulos llamados vasos, en los cuales se encuentran los dos electrodos, el positivo y el negativo. Cada uno de estos vasos es capaz de entregar un máximo de 2V, con lo cual que para obtener un valor nominal de 12V, se deberían disponer de 6 vasos conectados en **serie**. La cantidad de energía que puede acumular una batería depende de su capacidad, que se mide en A/h (una batería de 100 A/h, puede suministrar 1A durante 100h, siempre que de un rendimiento del 100%). El ánodo (-), estará formado por láminas de bióxido de plomo, mientras que el cátodo (+), estará formado por plomo.



Las baterías han de suministrar la electricidad al consumo a través del regulador, y no directamente. De esta forma el regulador puede cortar el paso de corriente si detecta descarga excesiva. (Lo mismo ocurre en el proceso de carga).

-Principio de funcionamiento: en la carga, la batería recibe una tensión del generador (panel), ésta al cerrar el circuito, fuerza el paso de una corriente a través de ella. En la descarga, las reacciones químicas suministran electrones al polo negativo y los consume en el positivo, para así mantener la diferencia de potencial (tensión) entre sus extremos. Debemos tener en cuenta que para que la vida útil de una batería sea lo más larga posible, se ha de tener en cuenta el modo de trabajar con ellas. Una última precaución que debemos considerar, es el punto de congelación, los acumuladores suelen estar fabricados para funcionar a unas temperaturas que van desde los 0° hasta los 300°. Las características de las baterías también dependerán del material del que estén formadas, a continuación se indican los dos módulos más utilizados:

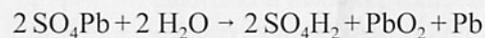
Tipo	Rendimiento
Plomo-calcio	90%
Níquel-cadmio	80%

Ejemplo de funcionamiento, baterías de plomo Pb:

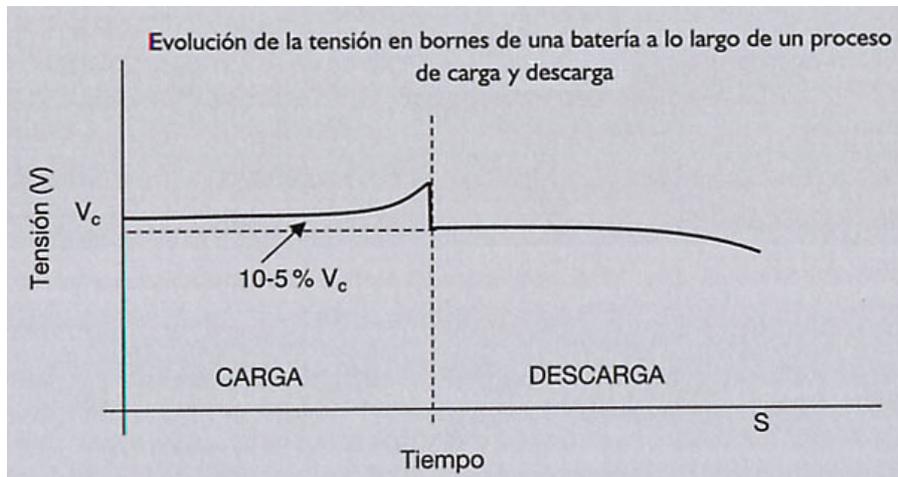
- Electrolito: Acido sulfúrico diluido en agua.  $H_2SO_4$  o  $SO_4H_2$
- Placa positiva ANODO: Impreganda de dióxido de plomo. ( $PbO_2$ )
- Placa negativa CATODO: Plomo.(Pb)

- Durante el proceso de **carga** se produce la reacción por la que la placa negativa cede al electrolito iones sulfato ( $\text{SO}_4$ ), con lo cual la misma se transforma en plomo metal (Pb). La placa positiva también cede iones sulfato y se transforma en dióxido de plomo. Al mismo tiempo hay un paso de electrones desde la placa positiva a la negativa y en el electrolito se produce la combinación de los iones sulfato con el agua para producir ácido sulfúrico. Durante el proceso de carga aumenta la concentración de ácido sulfúrico, que se manifiesta con el aumento de la densidad del electrolito. En la fase final tiene lugar la electrolisis del agua con la producción de oxígeno e hidrógeno en forma de gas (la llamada ebullición de la batería)
- Durante el proceso de **descarga** hay un flujo de electrones de la placa negativa a la positiva, y para mantener el equilibrio, se produce un movimiento de los iones sulfato ( $\text{SO}_4$ ) del electrolito hacia las placas (negativas y positivas) donde se combina con el plomo para formar sulfato de plomo. Durante este proceso el electrolito pierde ácido sulfúrico (que en forma de sulfato va hacia las placas) y por tanto la densidad disminuye.

*Proceso de carga:*



*Proceso de descarga:*

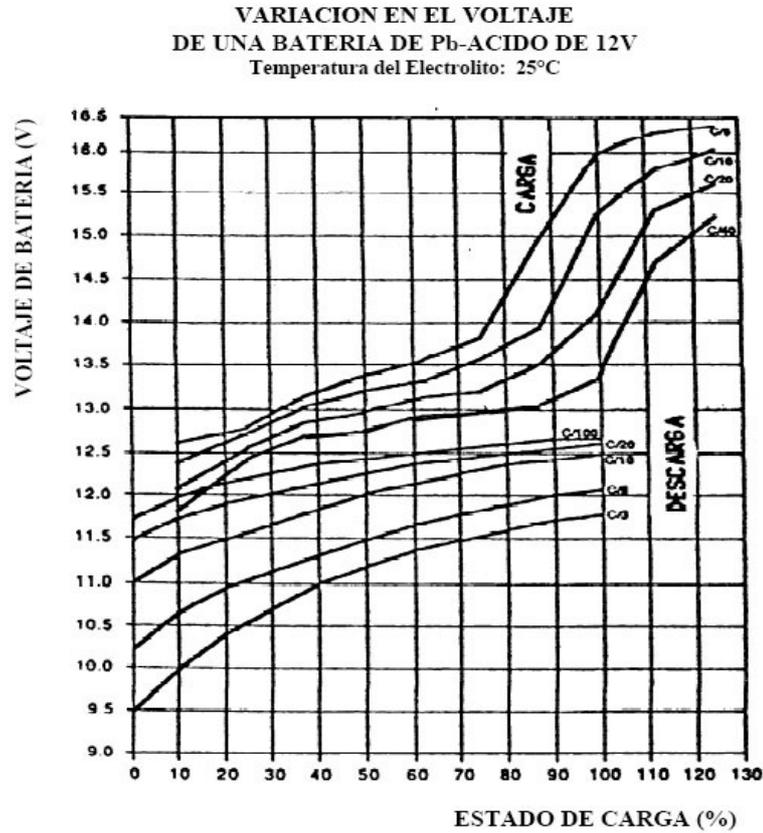


Las características que definen una batería de acumulación son:

- Cantidad de energía que puede almacenar: Wh (Watios hora)
- Máxima corriente que puede entregar (descarga): Ah (Amperios hora)
- Capacidad de una batería de mantener un régimen de descarga.
- Profundidad de descarga que puede sostener.  
PD: Profundidad de descarga: Cantidad de energía que puede extraerse de una batería (porcentual %)
- Vida útil: cantidad de ciclos de carga y descarga que es capaz de realizar.
- Rendimiento: es la relación de la energía suministrada durante la descarga y la necesaria para cargar la batería completamente. Este valor se suele expresar en tanto por ciento, y las pérdidas vienen producidas por el calor que se produce en los procesos de carga y descarga.

- Resistencia interna: es la resistencia óhmica de sus componentes, así como una resistencia virtual variable en función de la carga que se conecte. Ésta resistencia aumenta con la bajas temperaturas, el envejecimiento y la descarga.

Ej: Curvas de carga de una batería Pb-Acido:



Problemática que presentan las baterías:

- Congelación del electrolito: Si el electrolito alcanza los 0°, y la batería se encuentra descargada (electrolito con mucha proporción de agua) este se congelará → Aumenta de volumen → Expansión que distorsiona los electrodos.

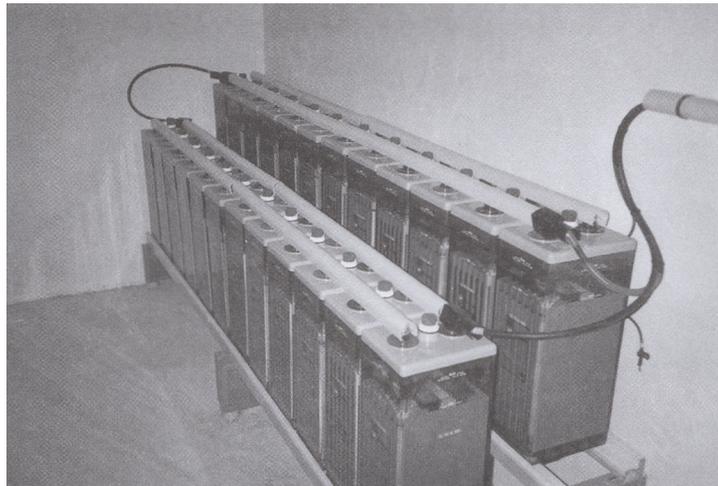
**Punto de Congelación de una Batería de Pb-ácido**

Estado de Carga %	Temperatura de Congelamiento del Electrolito °C
100%	- 58,0
75%	- 34,4
50%	- 20,0
25%	- 15,0
Descargada	- 10,0

- Temperaturas elevadas: Mayor actividad química en la batería → Reducción de la vida útil.

TEMPERATURA DEL ELECTROL. °C	REDUCCION DE LA VIDA UTIL %
25	0
30	30
35	50
40	65
45	77
50	87
55	95

- Gasificación: Por sobrecarga. Exceso de gases H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>
- Sulfatación: Descarga excesiva. Deposito de sulfato de plomo en las placas. Disminución de la parte activa del electrodo
- Autodescarga: Independientemente de su tipo, una batería cargada e inactiva se va descargando. La autodescarga consiste en la **pérdida de energía** por reacción entre los materiales que forman los elementos de la batería en condiciones de circuito abierto (sin carga), depende del tipo de batería, y muy directamente con la temperatura, siendo directamente proporcional a ésta.
- Envejecimiento: Puede controlarse evitando el resto de problemas.



Ejemplo: Baterías estacionarias de placa tubular