

# Boletín 66

## TODO SOBRE BATERIAS

Boletín técnico N°66  
PARTE 1  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

# TODO SOBRE BATERIAS.

## PARTE 1

Por:

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

### 1. General.

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.

Las baterías poseen una capacidad de carga determinada por la naturaleza de su composición y que se mide en amperios-hora (Ah), lo que significa que la pila puede dar un amperio de corriente a lo largo de una hora continua de tiempo.

Mientras mayor sea su capacidad de carga, más corriente podrá almacenar en su interior. Las baterías son acumuladores que almacenan la electricidad en forma de energía química.

Mediante los ciclos de carga y descarga, las baterías convierten la energía eléctrica en energía

química (carga), y la energía química en energía eléctrica durante la descarga. Por lo tanto se dice que son baterías o pilas recargables.

Tipos de baterías:

- Plomo-ácido abiertas
- Gel
- AGM
- Baterías monoblock variante de las anteriores
- Baterías estacionarias
- Litio.

Cada una de estas baterías posee distintas características y diferentes propósitos.

En ese boletín técnico iniciaremos con los conceptos básicos, veremos algunos tipos de baterías y sus características, además de ver lo relacionado con la recarga.

### 2. Baterías plomo ácido abierto.

Las baterías plomo-ácido abiertas son las baterías monoblock más comunes, están compuestas generalmente por 6 celdas de 2 voltios cada una o múltiplo de 2 que a su vez van interconectadas en serie para proporcionar 12 voltios, sin embargo, comercialmente se pueden conseguir baterías de 6 VDC o 24 VDC. Están en capacidad de suplir intensidades de corriente relativamente grandes, haciéndolas ideales para accionar motores de arranque.

Estas baterías deben su nombre a que están constituidas por una serie de placas sumergidas en una disolución de ácido sulfúrico dentro de un deposito, las placas son los electrodos que se encuentran polarizadas de manera positiva o negativa y están alternadas en el interior del contenedor.

Por lo general en la fabricación de estas baterías las placas positivas están habitualmente

recubiertas por dióxido de plomo ( $PbO_2$ ) mientras que las placas negativas están constituidas por plomo esponjoso. De acuerdo al número de placas, la corriente suministrada podrá ser mayor o menor.

Para evitar el contacto eléctrico directo entre placas positivas y negativas, se instalan separadores aislantes que deben ser resistentes al ácido y permitir la libre circulación del electrolito. En la figura 1 se puede observar una batería típica de la mas comercial.



FIGURA 1. Batería de plomo ácido

Recuerde, el acumulador de plomo ácido está constituido por dos tipos de electrodos de plomo que cuando está descargada, se encuentra en forma de sulfato de plomo ( $PbSO_4$  II) incrustado en una matriz de plomo metálico (Pb).

Así mismo, el electrolito es una disolución de ácido sulfúrico con densidad de  $1,280 \pm 0,010$  g/ml a plena carga y disminuirá a  $1,100$  g/ml cuando la batería esté descargada.

Cuando la batería está completamente descargada se ha transformado su naturaleza, para llevarla a su estado original debemos aportar energía eléctrica, en otras palabras, la sometemos a una carga a través de una corriente eléctrica que circule en el sentido contrario al usual, con lo cual se logra que se recompongan esos electrodos.

Una vez se concluido este proceso de recarga se retorna al estado inicial, con lo cual la batería queda nuevamente en la capacidad de poder seguir aportando electricidad gracias a este flujo espontáneo de electrones.

Este tipo de baterías o también denominados acumuladores son empleados principalmente en vehículos de combustión interna, tales como carros, motos, lanchas, autobuses, camiones, etc., para efectuar su correspondiente arranque, de igual forma, también en los tiempos actuales son empleadas como fuente de tracción de vehículos eléctricos.

Adicionalmente, podrían ser aplicadas en instalaciones fotovoltaicas. No obstante, para esta última se debe tener en cuenta una serie de consideraciones como es el hecho de que no aguantan muchos ciclos de descarga profunda o el efecto que sobre ellas tiene la temperatura.

## 2.1 Partes de una batería de plomo ácido.

En la figura 2 se puede apreciar cómo están conformadas estas baterías:

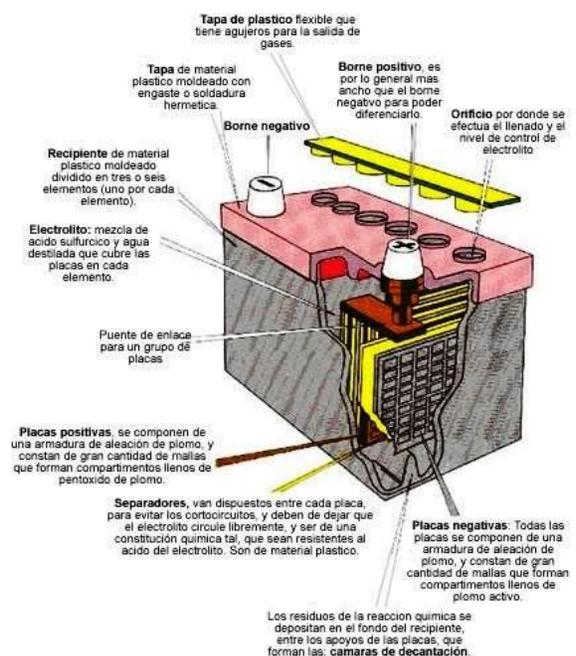


FIGURA 2. Partes de una batería de plomo ácido

**Caja o recipiente:** fabricada en polipropileno de alta resistencia, cumple la función de soportar o contener todos los componentes que permiten el proceso electroquímico de la batería. Ver figura 3.

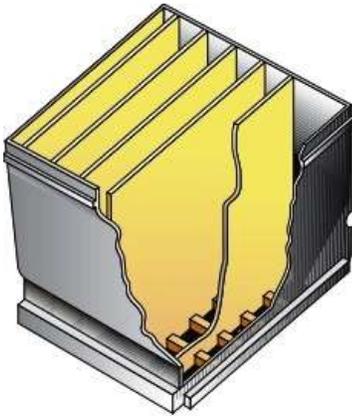


FIGURA 3. Caja o recipiente de una batería

**Tapa o cubierta:** También fabricada en polipropileno de alta resistencia, mantiene sellados los vasos contenidos en la caja, impidiendo la salida del electrolito. Las cajas como las tapas son fabricados con materiales de características aislantes a la conducción eléctrica, inatacables por la acción del ácido sulfúrico y resistente al impacto o golpes.

#### **Tapones:**

Los tapones pueden ser colocados a presión o roscados. Su función es la de taponar los agujeros de relleno y permitir la salida de gases que son liberados en la reacción electroquímica.

#### **Celdas o vasos:**

Las celdas o comúnmente llamados vasos se conforman por placas positivas y negativas con separadores aislantes entre ellas.

Generalmente, las baterías emplean una placa más negativa que una placa positiva en cada celda, en las baterías más nuevas se usa el mismo número de placas de ambas polaridades. Ver figura 4.

En cada vaso o celda se puede alcanzar un voltaje de 2,1 voltios, independientemente del número de placas positivas o negativas que lo compone. No obstante, mientras mayor sea la cantidad de placas utilizadas en cada celda, mayor será la corriente que puede generar.

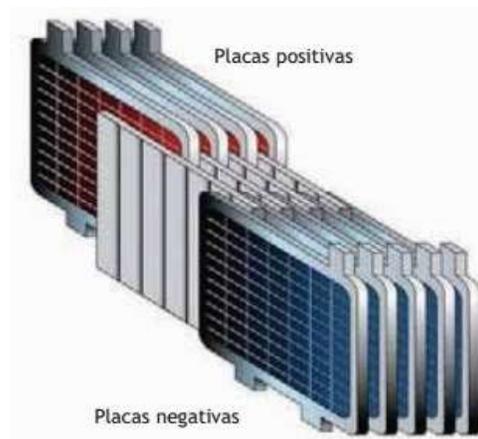


FIGURA 4. Conformación de un vasos

Normalmente, las baterías que se ubican en el mercado están constituidas por cuatro placas positivas y cinco placas negativas por celda o vaso.

Para obtener una batería de 12 voltios se requieren seis celdas conectadas en serie, para generar 12,6 voltios, como se indicó anteriormente cada vaso es de 2,1 voltios si lo multiplicamos por 6 vasos tenemos  $2.1 \text{ voltios} \times 6 = 12.6$  y contienen 54 placas, que se obtienen de multiplicar el número de placas por celdas por la cantidad de celdas, es decir, 9 placas  $\times$  6 celdas.

Ahora si la misma batería de 12 voltios tiene cinco placas positivas y seis placas negativas, con un total de 11 placas por celda, hacen un total de 66 placas que se obtienen de  $11 \text{ placas} \times 6 \text{ celdas}$ , obteniendo el mismo voltaje, sin embargo, la cantidad de corriente que la batería genera es mayor.

Se puede concluir que la capacidad de corriente de una batería se determina por la cantidad de material de placa activo en la misma y el área de material de la placa expuesta al electrolito.

#### Placas Positivas:

Son el resultado de empastar una rejilla de una aleación de plomo con una pasta o material activo compuesto por peróxido de plomo y ácido sulfúrico. La rejilla sostiene el material activo y conduce la energía eléctrica. Ver figura 5.

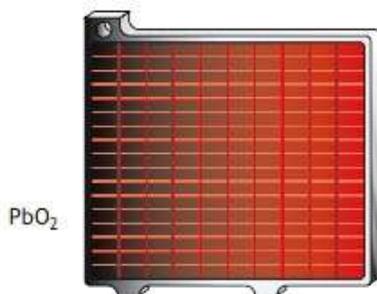


FIGURA 5. Placa positiva de una batería

#### Placas Negativas:

Unión de una rejilla de una aleación de plomo con una pasta compuesta por plomo esponjoso y ácido sulfúrico. Ver figura 6.

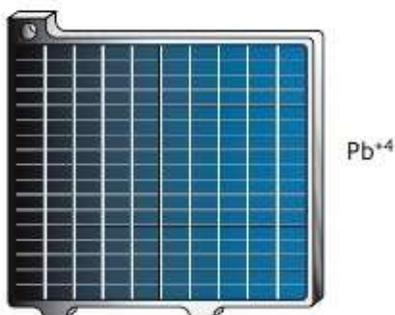


FIGURA 6. Placa negativa de una batería

#### Separador:

Fabricado en polietileno micro-poroso el cual no se corroe con el ácido impide la conducción metálica entre las placas de polaridad opuesta, al mismo tiempo que permite la conducción electrolítica.

Ing. Gregor Rojas

Tanto las placas positivas como las negativas se intercalan y entre cada placa positiva y negativa se coloca un separador como se puede observar en la figura 7.

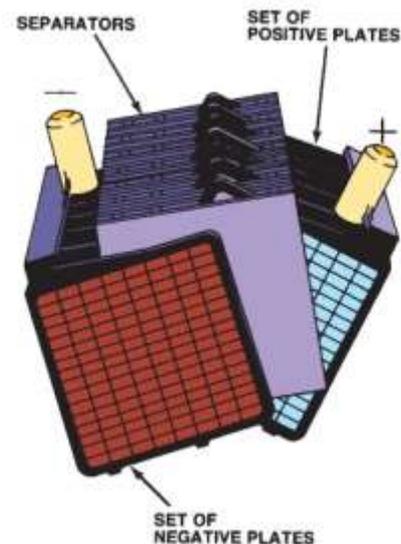


FIGURA 7. Separador entre placas

A este conjunto así conformado se le denomina grupo. Estos grupos se interconectan en serie, de tal manera que las placas positivas se conectan con las negativas del otro y así sucesivamente.

#### Bornes:

Los bornes positivos o negativos son los polos a donde se realiza la conexión externa para permitir la salida de la energía acumulada en la batería o si esta descargada la entrada de ella, se conectan al sistema eléctrico del vehículo o al sistema externo de carga según sea la aplicación en la que forme parte.

#### Electrolito:

Es un compuesto de ácido sulfúrico y agua destilada. Es uno de los elementos químicos que forma parte de la reacción electroquímica de la batería. Es necesario usar el electrolito proporcionado con las baterías y no otro, ya que se necesita una densidad y pureza determinada.

El electrolito es el término usado para describir la solución ácida en una batería. El electrolito generalmente empleado en las baterías automóbiles es una solución o combinación líquida de ácido sulfúrico al 36% y de agua 64%.

Este electrolito se utiliza para baterías de plomo-antimonio y plomo-calcio (sin mantenimiento). El símbolo químico de esta solución de ácido sulfúrico es  $H_2SO_4$ .

Donde:

$H_2$  es el símbolo para el hidrógeno y el subíndice 2 significa que allí hay dos átomos de hidrógeno

S = Símbolo del azufre.

$O_4$  es el símbolo de oxígeno y el subíndice 4 indica que hay cuatro átomos de oxígeno

Generalmente, el electrolito viene premezclado en la proporción adecuada de fábrica. Nunca debe añadirse electrolito adicional a ninguna batería después del relleno del electrolito original.

Es normal que un poco de agua ( $H_2O$ ) en la forma de gases de hidrógeno y oxígeno pueda escapar durante la carga como resultado de las reacciones químicas.

El escape de los gases de una batería por la carga o descarga se llama gasificación. Sólo agua pura destilada debe añadirse a una batería cuando el nivel en uno o varios de sus vasos requiera.

## **2.2 Descarga y carga de batería plomo-acido**

La descarga o la carga siempre se están efectuando al interior de una batería, como ya se comentamos anteriormente la solución del electrolito contiene iones cargados formados por sulfato e hidrógeno, estos iones de sulfato están cargados negativamente, mientras que los iones de hidrógeno tienen una carga positiva.

Al conectar a la batería una carga eléctrica entre sus terminales, tal como un motor de arranque, faros, etc., el ácido sulfúrico se descompone. Los iones de sulfato resultantes se desplazan a las placas negativas reaccionando con el material activo de la placa abandonado su carga negativa a través de la ionización.

Lo anterior genera que la batería suministre energía eléctrica y por ende se descargue. Este proceso crea un flujo de electrones desde la parte negativa de la batería, a través del equipo eléctrico, retornando a parte positiva. Los electrones que regresan por el terminal positivo, se desplazan hacia las celdas y se vuelven a unir a las placas positivas.

Este proceso continúa hasta que la batería queda descargada, es decir, hasta que no queda más energía química.

## **2.2 Descarga química**

Conjuntamente al flujo de electrones que se genera al interior de la batería cuando se somete a descarga, la relación entre el ácido sulfúrico y agua en la solución del electrolito igualmente varía a más agua y menos ácido.

Un subproducto químico de este proceso es el sulfato de plomo que recubre las placas de la batería dentro de todas las celdas, disminuyendo su superficie.

Al tener una superficie menor las celdas para producir energía eléctrica, esto implica menor capacidad para generar amperaje o corriente, es decir su capacidad también disminuye proporcionalmente.

El proceso de descarga continúa, hace que se deposite más sulfato de plomo en las placas de las celdas, lo que trae como consecuencia que el proceso químico que produce la corriente ya no se pueda efectuar.

Estos depósitos de sulfato de plomo en las placas son la razón por la cual la batería no puede producir energía de manera indefinida, una descarga prolongada provoca una sulfatación dañina con la consecuencia de que la batería no podrá rescatar, sin importar el tiempo que dure la carga.

### **2.3 Autodescarga**

Como se dijo anteriormente, una batería siempre es está auto descargándose, aunque no esté conectada a una carga. La velocidad de autodescarga depende de la temperatura ambiente y del tipo de batería.

A temperaturas superiores a 55 °C, la autodescarga ocurre de forma más rápida. Estas temperaturas pueden alcanzarse si la batería se almacena en un garaje o en una caseta cuando hace calor.

Hace más de 50 años las baterías se descargaban muy rápido con tan solo colocarlas en el suelo, esto se debía a que las cajas o recipientes de las baterías eran fabricadas de goma dura, con lo cual la humedad del concreto hacia que se descargaran si se colocaban directamente en el suelo.

En la actualidad, las cajas de las baterías se fabrican de plástico de polipropileno y pueden almacenarse en suelos de concreto sin tener que preocuparnos por la autodescarga.

### **2.4 Causas de la autodescarga**

Existen varias razones para que la batería tenga una autodescarga, el bajo estado de carga puede estar causado por recorridos cortos que no son suficientes para que el alternador del vehículo recargue la batería.

Otra causa es el uso ocasional del vehículo, emplear el auto un par de veces a la semana no es suficientes para mantener la batería cargada como para arrancar el motor.

Para que el motor de arranque pueda operar se debe mantener la capacidad de la batería lo más alta posible, si el vehículo se usa eventualmente, se tendrá que cargar con un cargador de batería, esto aproximadamente una vez al mes en el caso de baterías convencionales y en función de la temperatura.

Al contrario de la plomo acido la batería AGM se descargará más lentamente y no requiere recargarse con frecuencia, pero este tipo de batería lo veremos más adelante.

Tenga siempre presente que cuando se almacenan baterías las temperaturas más bajas son las adecuadas si se va a almacenar durante tiempo prolongado.

### **2.5 Carga química de la batería**

Al cargar una batería se invierte el proceso químico que tiene lugar durante la descarga. Básicamente, los iones de sulfato y de hidrógeno cambian sus posiciones.

La energía eléctrica utilizada para cargar una batería se vuelve a convertir en energía eléctrica y se almacena dentro de la batería. Los cargadores de baterías, los alternadores y los generadores, producen un voltaje superior a la tensión de circuito abierto de la batería.

Cuando el amperaje de carga supera el nivel de la velocidad de absorción natural, la batería puede calentarse en exceso, lo que hace que la solución del electrolito burbujee generando gas hidrógeno inflamable.

El gas de hidrógeno, cuando se combina con el oxígeno del aire, es altamente explosivo y puede incendiarse fácilmente con una chispa. En tal sentido, tenga siempre la precaución de desconectar la alimentación del cargador antes o después de utilizarlo para cargar baterías, de esta forma, evitar chispas en los terminales de la batería que podrían ocasionar una explosión.

Es recomendable siempre comprobar el estado de carga de la batería antes de someterla a una recarga y unos 30 minutos después de hacerlo. Cuando el cargador de la batería se haya desconectado de la batería durante una o dos horas, la carga completa de la batería convencional debería ser de 12,6 voltios o mayor.

No la sobrecargue, esta puede combar las placas de las celdas dificultando o haciendo imposible que se pueda volver a cargar.

Para evitar las sobrecargas, controle los tiempos de carga constantemente, es recomendable los cargadores automáticos. Si la carcasa de la batería está demasiado caliente al tacto detenga la recarga, espere que se enfríe entre 6 y 12 horas y continúe cargándola.

Los tiempos de recarga son diferentes de acuerdo al tipo de cargador y el tamaño de la batería.

## **2.6 Carga de una batería muy descargada**

Las baterías muy descargadas tienen una alta resistencia interna, por lo que la carga normal puede resultar difícil.

Es posible que sea necesario utilizar un voltaje de carga superior a lo normal para que la batería acepte la carga.

## **2.7 Parámetros de la batería plomo acido.**

A continuación se listan y definen los parámetros del comportamiento de una batería:

### **2.7.1 Voltaje nominal**

Diferencia de potencial entre el polo positivo y negativo

### **2.7.2 Voltaje de carga**

Voltaje necesario para vencer la resistencia que opone una batería a ser cargada.

### **2.7.3 Voltaje en circuito abierto**

Voltaje en bornes de la batería cuando la corriente es cero.

### **2.7.4 Capacidad nominal**

Cantidad de corriente que puede suministrar durante una descarga en un tiempo especificado y para un voltaje de corte.

### **2.7.5 Impedancia interna**

Resistencia que oponen todos los componentes internos de la batería como electrodos, electrolito y terminales, la cual varía en función del estado de carga, el estado de salud, la corriente y la temperatura.

Esta resistencia aumenta con la descarga de la batería y con el envejecimiento de ésta. Contra más impedancia interna menor rendimiento de la batería.

### **2.7.6 Estado de carga (SOC)**

Parámetro que expresa en % la energía disponible de la batería en un momento dado.

### **2.7.7 Profundidad de descarga**

El Depth of Discharge (DOD), se mide en tanto por ciento y hace referencia a la cantidad de energía extraída de una batería en función de su capacidad nominal en cada ciclo de descarga

### **2.7.8 Estado de salud**

El State of Health (SoH) cuantifica la degradación y el envejecimiento sufrido por la batería. Este parámetro afecta considerablemente la capacidad de la batería.

### **2.7.9 Vida útil**

Tiempo que tarda una batería en reducir su capacidad a un 80% del total. Está muy relacionada con el DoD, puesto que dependiendo del DoD la batería puede realizar un mayor número de ciclos de carga/descarga. A mayor DoD, menor número de ciclos.

### **2.7.10 Eficiencia energética**

Porcentaje de energía eléctrica que proporciona la batería con respecto a la empleada para cargarla. Idealmente debería ser un 100%.

### 2.7.11 Efecto de la temperatura

Unos de los factores que más afecta al correcto funcionamiento de la batería. A temperaturas bajas la capacidad de la batería disponible se reduce, y las altas temperaturas pueden dañar la batería, acortando su vida útil.

### 3. Baterías de gel

Son baterías selladas compuestas por un electrolito tixotrópico frío gelificado que no es líquido y el material del separador es fibra de vidrio.

Estas baterías representan la evolución de las baterías de plomo ácido, son totalmente selladas conteniendo un gelificante del electrolito. Al estar totalmente gelificada hace que el electrolito sea inmobilizado impidiendo agitaciones en el interior de la batería. Gracias a esta particularidad el rendimiento de la batería aumenta significativamente lo que conlleva que su vida útil sea mayor y mantenga la carga más tiempo siendo almacenadas.

Es importante resaltar que las baterías de GEL efectúan la misma función que una batería de plomo ácido, solo que las de GEL han sido diseñadas para aprovechar al máximo su energía.

Haciéndolas las mas recomendadas para su utilización de automóviles, panales solares, plantas de energía e instalación de autoconsumo.

La característica principal de estas baterías radica en que son totalmente libres de mantenimiento, además descarta la utilización de ácidos. A lo anterior se le suma que estas baterías pueden ser inclinadas en cualquier ángulo sin problemas debido a que al no contener líquidos no existe la posibilidad de su derrame, permitiendo ser colocada en cualquier posición.

#### 3.1 Partes de una batería de GEL

Al ser baterías selladas no precisan de mantenimiento, nos referimos a rellenar con agua

destilada cualquier vaso que este bajo su nivel de electrolito. Son de tipo VRLA, es decir, batería de plomo ácido regulada por válvula.

Como se dijo anteriormente son una evolución de las plomo ácido abiertas, que en lugar de un electrolito en estado líquido posee una especie de masa espesa gelatinosa. Ver figura 8.

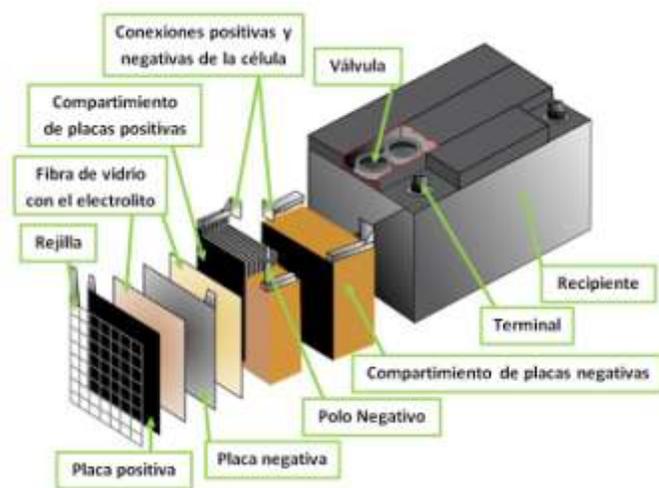


FIGURA 8. Baterías de GEL

Están conformadas como sigue:

#### Placas de Plomo:

Las baterías de ciclo profundo de celda de gel usan placas sólidas que están sumergidas en electrolitos para almacenar energía

#### Electrolito:

En lugar de un líquido, al electrolito se le ha agregado silicato para que se endurezca convirtiéndose en un gel. Generando que el electrolito no tendrá fugas ni salpicarás.

#### Caja o recipiente:

Fabricada en polipropileno de alta resistencia, cumple la función de soportar o contener todos los componentes que permiten el proceso electroquímico de la batería.

Por sus características, aplican satisfactoriamente a los sistemas fotovoltaicos, ya que soportan

grandes ciclos de descarga profunda sin sufrir grandes daños, de igual forma, pueden soportar largos periodos de tiempo con cargas que únicamente alcancen el 80% de su capacidad.

### **3.2 Carga de las baterías de GEL.**

Debido a que el electrolito en forma de gel presenta una evaporación menor, esto hace que aumente su durabilidad y permite un mayor número de ciclos de carga y descarga, más que para las baterías de los tipos AGM o de plomo ácido.

También soportan descargas más profundas, además de tener un mejor desempeño mejor frente a vibraciones, golpes o elevadas temperaturas.

Estas baterías requieren ser cargadas a bajo voltaje y el cargador debe estar debidamente ajustado para esa carga. Este sistema interno de recombinación de líquidos y gases en ácido gelificado asegura el aprovechamiento al máximo de la carga sin pérdida alguna de líquidos ácidos.

Por otra parte, la tasa de autodescarga de estas baterías es mínima, pueden mantenerse por periodos de hasta 6 meses sin ser utilizadas almacenando el 80% de su carga. Durante la descarga presentan un voltaje más estable, lo que las hace recomendables con el uso de inversores.

Cuando se emplean en sistemas fotovoltaicos, la recarga se hace mediante un controlador de carga. Es importante destacar que no se trata del mismo tipo de controlador empleado para las baterías de plomo ácido.

Estas baterías actualmente están dominando el mercado, ya que debido a su funcionalidad y grandes beneficios pueden utilizarse en una variedad de aplicaciones.

En resumen estas baterías cuentan con una excelente estructura que le permite soportar

caídas, roturas y vibraciones, también puede ser utilizadas tanto en temperaturas altas como en temperaturas muy bajas, siendo así funcional para cualquier área donde su temperatura varíe frecuentemente. Además de poseer un índice de descarga extremadamente bajo puede tener una vida útil de hasta más de diez años de funcionamiento ininterrumpido.

### **4. Baterías AGM**

La tecnología AGM (fibra de vidrio absorbente) para la industria y el motociclismo líder en el mundo llega al mercado de la automoción. Esta tecnología se desarrolló en 1985 para los aviones militares buscando disminuir el peso y aumentar la capacidad de carga de los aviones.

Son baterías de ciclo profundo denominadas AGM sus siglas vienen del idioma inglés Absorbent Glass Mat cuya traducción es material absorbente de fibra de vidrio. Parten de la tecnología VRLA cuyas siglas en inglés Valve Regulated Lead Acid, indica que la batería es hermética.

En estas baterías, el electrolito se absorbe por capilaridad en una estera o felpa en fibra de vidrio situada entre las placas.

Las baterías AGM son otro tipo de batería sellada VRLA (batería de plomo ácido regulada por válvula) como la vista anteriormente de GEL. Por tal motivo, así como las de GEL están basadas en la tecnología de las baterías plomo ácido y no precisan de mantenimiento. Ver figura 9.



**FIGURA 9. Baterías de AGM**

#### **4.1 Características de una batería AGM**

Una batería AGM es el tipo de acumulador ideal para los sistemas que necesitan potencias elevadas, como es el caso de la función de arranque del motor.

Las baterías AGM, conocidas comúnmente como baterías “secas” por no incorporar electrólito líquido libre. En cuanto a los componentes de una batería AGM, las placas de la batería se intercalan con paneles de fibra de vidrio absorbentes, saturados en un 90% con electrolito a base de una solución de ácido sulfúrico que suministra el sulfato que actúa como conductor. El porcentaje restante permite absorber el ácido del recipiente.

En el próximo boletín técnico continuaremos describiendo otros tipos de baterías, no dejen de consultarlo.