

CAPITULO 6

LA BATERIA

SOLAR

INTRODUCCION El acumulador de Pb-ácido tiene numerosas aplicaciones. Nuestro interés se reducirá a dos de ellas: las baterías para automotores y las baterías para sistemas FVs (baterías solares). Como la diferencia en el costo de estas dos versiones es apreciable, existe siempre la tentación de usar la batería más económica (automotor) en un sistema FV. Para que el lector pueda apreciar porqué una batería solar representa la solución más adecuada, puntualizaremos las diferencias entre las dos.

REGIMENES DE USO El modelo de batería usado en los automotores está diseñado para sostener corrientes elevadas (200 a 350 A) por muy breves instantes (segundos) durante el arranque del motor. El resto del tiempo la batería está siendo cargada o permanece inactiva. La batería de un sistema solar, por el contrario, debe ser capaz de sostener corrientes moderadas (una decena de amperes), durante horas. Además, en muchas aplicaciones, deberá permanecer activa sin recibir carga alguna (servicio nocturno). Normalmente, los períodos de reposo son nulos, ya que está siendo cargada o descargada. Diferentes requerimientos de uso sólo pueden satisfacerse con diseños distintos.

BATERIA PARA AUTOMOTOR Las placas de una batería de Pb-ácido para automotor están hechas con plomo esponjoso. Esta técnica de fabricación hace posible el obtener un máximo de superficie activa con un mínimo de peso. La reducción en la cantidad de plomo contribuye, en forma substancial, a abaratar su costo. El incremento de la superficie activa disminuye la densidad de corriente (A/cm^2), permitiendo alcanzar niveles muy altos para la corriente de carga, por breves instantes. Las baterías de automotor llamadas de “mantenimiento nulo” tienen electrodos con aleación de calcio lo que contribuye a minimizar la gasificación durante la carga. Esto hace que se reduzca la pérdida de agua en el electrolito. El agregado de esta aleación disminuye, asimismo, las pérdidas por autodescarga, permitiendo la retención de la carga durante largos períodos de inactividad.

BATERIA SOLAR Los electrodos de una batería solar tienen una aleación de antimonio, la que permite adherir una mayor cantidad de material activo. Vimos en el capítulo anterior que el envejecimiento de una batería se produce por la pérdida de éste cuando la batería es descargada. Celdas con mayor cantidad de material activo tienen una más larga duración y profundidad de descarga. El incremento del material activo aumenta el costo y el peso de la batería. Una batería solar de 6 V, con volumen muy similar a la de 12 V en un automotor, pesa más de 30 Kgs. La presencia del antimonio incrementa las pérdidas por autodescarga. Si una batería solar permanece en almacenamiento, debe ser cargada con frecuencia. Como la presencia del antimonio incrementa la gasificación, la corriente de carga en un sistema FV debe tener un régimen variable.

CAPITULO 6- LA BATERIA SOLAR

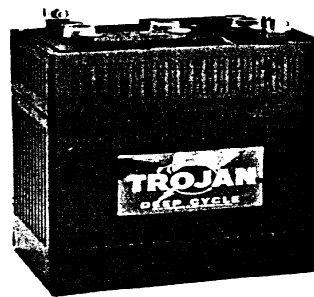
PROFUNDIDAD DE DESCARGA Dos características identifican a una batería solar: la mayor profundidad de descarga (PD) y un alto valor para el ciclaje. La batería de automotor está diseñada para soportar una leve PD. Para ilustrar este aspecto, asumiremos que en invierno la corriente de arranque alcanza 350A y dura 3 segundos. Durante el arranque la batería habrá entregado 0,29Ah (350 x 3/3.600). Como la capacidad típica de estas baterías es de 80Ah, los 0,29Ah representan una PD de sólo 0,36%. Tomaría tres arranques consecutivos para que la PD llegase al 1%. La batería solar permite una PD máxima del 80%, cientos de veces, a niveles de corriente moderados. Es por ello que a estas baterías se las denomina de ciclo profundo (BCP).

MAXIMO NUMERO DE CICLOS

Se considera que una BCP ha completado todos los ciclos de carga y descarga cuando, al ser cargada nuevamente, la máxima energía que puede almacenar se reduce al 80% de su valor inicial. El número de ciclos de carga/descarga depende de la PD. Cuando ésta disminuye, el número de ciclos aumenta. Para una dada PD, la batería más robusta proporciona el mayor número de ciclos. La Tabla 6.1 muestra estas características para dos baterías solares de Pb-ácido con electrolito líquido. El número de Ah y el peso de cada modelo (en Kgs), forman parte de la Tabla 6.1, para ilustrar las diferencias. Ambos modelos son ilustrados en las Figuras 6.2 y 6.3, respectivamente.

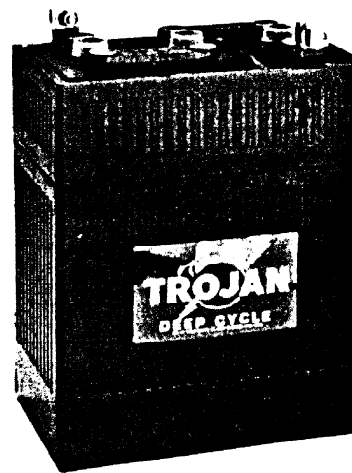
Tabla 6.1- PD y Número de ciclos para dos Baterías Solares

Batería 1		Batería 2	
217Ah; 30 Kgs		350Ah; 65 Kgs	
% PD	No de ciclos	% PD	No de ciclos
80	543	80	693
50	757	50	1.068
30	1.100	30	2.050
20	1.800	20	3.050



T-105

Fig. 6.2- Batería de 6V-217Ah



L-16

Fig. 6.3- Batería de 6V-350Ah

(Cortesía de Trojan Battery Company)

MODELOS DE BATERIAS SOLARES Las versiones con mayor aceptación son las de 6 y 12V nominales. Baterías de 6V, con una capacidad de unos 200Ah, son utilizadas en sistemas de mediana capacidad de reserva, donde pasan a formar parte de un banco de baterías con conexión serie o serie-paralelo, a fin de satisfacer los valores de voltaje y corriente del sistema. Esta versión ofrece el mejor compromiso entre peso (facilidad de manejo) y número de Ah de reserva. Como los sistemas FVs de bajo consumo son sistemas de 12V nominales, los requerimientos de reserva pueden ser satisfechos con la versión de 12V, la que tiene una capacidad de unos 100Ah. Baterías de más de 250Ah resultan convenientes cuando se trabaja con sistemas de alto consumo. Se fabrican asimismo baterías de ciclo profundo con capacidad de reserva mucho más grandes. Un modelo de 24 V, diseñado para ser usado en un sistema comunal (varias casas conectadas a un sistema FV) tiene una capacidad de 1.493Ah y pesa 1.200 Kgs.

EFICIENCIA La doble conversión de energía que toma lugar en una batería resulta en una eficiencia total (η_b) que está dada por la expresión:

$$\eta_b = \eta_c \times \eta_d$$

Donde η_c es el valor de la eficiencia de carga y η_d el de descarga. Ambos valores varían con la temperatura del electrolito y el estado de carga de la batería, ya que la resistencia interna de la misma genera estas pérdidas. Las pérdidas durante el proceso de carga fuerzan un incremento en la capacidad de generación del sistema, a fin de restablecer el balance energético del mismo. El valor de η_d está implícitamente considerado al determinarse el valor en Ah por el método de descarga continua al que se hizo referencia en el capítulo anterior.

ENERGIA ALMACENADA La capacidad de almacenamiento de una batería de Pb-ácido varía con la temperatura del electrolito, la que, en la práctica, está determinada por la temperatura ambiente del lugar donde ésta será instalada. La Tabla 6.4 muestra esta interdependencia.

Tabla 6. 4
Variación de la Capacidad con la Temperatura

Temperatura (°C)	Capacidad (%)	Eficiencia
30	105	1,05
25	100	1,00
16	90	0,90
4	77	0,77
- 7	63	0,63
- 18	49	0,49

No debemos olvidar que el aumento en la eficiencia total obtenido a 30°C está relacionado con una **drástica reducción** de la vida útil de la batería, como se indicó en el capítulo anterior. Cuando se usan baterías de Pb-ácido es importante mantener la temperatura del electrolito cercana a los 25°C, ya que a esta temperatura se alcanza el balance óptimo entre la eficiencia y la vida útil de este componente.

CAPITULO 6- LA BATERIA SOLAR

AUTODESCARGA Hemos dicho que el agregado de antimonio incrementa la autodescarga de las baterías solares. Cuando la temperatura ambiente es de 50°C la batería se descargará totalmente en un mes (25%/semana). Cuando la temperatura ambiente es cercana a los 25°C la autodescarga se reduce a un 6%/semana (4 meses para una descarga total). Estas cifras muestran que si una batería de este tipo permanece en depósito por largo tiempo, deberá ser recargada con frecuencia. Las baterías de automotor con aleación de calcio (baterías de mantenimiento nulo) tardan un año en perder el 50% de su carga, a 25°C.

BATERIAS SOLARES GELATINOSAS (VRLA)

Existe una batería solar de Pb-ácido donde el electrolito no es líquido sino gelatinoso (*Gel battery*, en inglés). Su costo es alrededor de tres veces mayor que el de la versión con electrolito líquido, pero tiene características técnicas que la hacen muy útiles en aplicaciones especializadas. La literatura técnica suele identificar a este tipo de baterías con la abreviatura VRLA, que corresponde a la abreviación de cuatro palabras inglesas cuyo significado es: "Pb-ácido regulada por válvula". Como esta batería no requiere ventilación al exterior durante el proceso de carga, la caja exterior es hermética. La válvula constituye un dispositivo de seguridad en caso de cortocircuito o sobrecarga. Esta hermeticidad evita el derrame del electrolito, lo que disminuye el riesgo en su manejo, y la convierte en la solución ideal para instalaciones marinas (boyas o embarcaciones). Como no requieren mantenimiento (agregado de agua), se las usa en instalaciones donde la supervisión es infrecuente o nula, como es el caso en sistemas FVs de iluminación de carteles de propaganda en carreteras, repetidores de comunicaciones, o en sistema FVs portátiles ("listos para ser usados"). El tipo de electrolito usado en esta batería permite su uso a bajas temperaturas con mayor eficiencia que las de electrolito líquido. La autodescarga semanal es de 1,1%, a 25°C y aumenta a un 3% cuando la temperatura se eleva a 40°C. Pueden obtenerse en versiones de 6 y 12V, con capacidades entre 6 y 180Ah(20hrs). Uno de los fabricantes es EXIDE, quien las ofrece bajo el nombre comercial "Dryfit"TM. A continuación se dan las especificaciones para dos de estas baterías.

Modelo: Bajo Consumo

Capacidad (Ah/20): 110Ah

Voltaje: 12V

Ciclaje (PD = 30%): 2.000 ciclos

Peso : 37 Kgs

Voltaje mín. (Bat.descargada): 10,5V

Modelo: Consumo Intermedio

Capacidad (Ah/20): 180Ah

Voltaje: 6V

Ciclaje (PD = 30%): 4.000 ciclos

Peso: 31 Kgs

Voltaje mín.(Bat.descargada):5,25V

(Cortesía de Exide Corporation)

BATERIA DE NIQUEL-CADMIO (Ni-Cd)

No podemos concluir este capítulo sin mencionar este tipo de batería de ciclo profundo. Debido a su alto costo inicial (6 a 8 veces el de una batería equivalente de Pb-ácido), este diseño no ha podido suplantar al tipo Pb-ácido con electrolito líquido. Sin embargo, el costo operacional (largo plazo) es mucho menor que el de una batería de igual capacidad del tipo Pb-ácido debido a su larga vida útil y bajo mantenimiento.

"POCKET PLATE"

Existen dos métodos de fabricación para estas baterías, pero el recomendado para una batería solar es el llamado de "bolsillos en la placa" (*pocket plate*, en inglés).

"POCKET PLATE"

Este tipo de batería usa placas de acero inoxidable, las que poseen depresiones donde se coloca el material activo. El electrolito de estas baterías es una solución de agua e hidróxido de potasio, el que requiere una capa de aceite protector, para evitar su oxidación por el oxígeno del ambiente. En términos genéricos, una batería de Ni-Cd que usa este método de fabricación tolera más abuso que su equivalente de Pb-ácido. Sus características más salientes son: pueden soportar, sin daño, cargas y descargas excesivas, así como una mayor profundidad de descarga (cerca del 100%). Tienen una mayor eficiencia con baja temperatura ambiente y soportan, sin problemas, una alta combinación de temperatura y humedad ambiente. Esta última característica la convierte en la solución ideal para climas tropicales. Otras ventajas asociadas con este tipo de batería es la ausencia de problemas similares al de la "sulfatación" de las placas o la congelación del electrolito. Una batería de Ni-Cd puede trabajar con bajo estado de carga sin deteriorarse. La autodescarga es inicialmente elevada, pero disminuye con el tiempo, permitiendo largos períodos de almacenamiento con una retención considerable de la carga inicial. La vida útil es más de dos veces la de una BCP de Pb-ácido. Uno de los fabricantes de baterías solares de Ni-Cd (SAFT-NIFE) las garantiza por 20 años. La Figura 6.6 muestra la construcción de una batería solar de este tipo.

BATERIA DE Ni-Cd: POSIBLES DESVENTAJAS

Dado que ningún componente es perfecto, enumeraremos a continuación alguna de las características de la batería de Ni-Cd que pueden ser consideradas como inconvenientes en un sistema FV. Una de ellas es su característica de descarga. Como la resistencia interna de esta batería es diez (10) veces menor que la de Pb-ácido, el voltaje de salida permanece prácticamente constante hasta el momento en que su capacidad de almacenaje de energía se ve agotada. Es entonces cuando éste cae en forma vertiginosa. Esta característica no permite al usuario tener un "aviso previo", como en el caso de las baterías de Pb-ácido, donde la resistencia interna se incrementa con el tiempo, bajando su voltaje de salida en forma continua. Si se quiere medir el voltaje de salida, se requiere el uso de un voltímetro que tenga la suficiente resolución y precisión para que la lectura contenga dos decimales significativos, ya que los cambios, como se ha dicho, son muy pequeños. El electrolito de una batería de Ni-Cd tiene un rol pasivo. Sólo actúa como transportador de cargas. No existe variación alguna en la densidad del mismo entre carga y descarga, impidiendo el uso de un densímetro. El instrumento más recomendable es un medidor de energía, como el que mide el número de Wh. El voltaje de una celda es cercano a 1,4V cuando la batería está cargada, y disminuye a 1,1V cuando está descargada. Para obtener voltajes cercanos a los 12V (o múltiplos de éste) se necesitan más celdas por batería. Si se usan estas baterías en un sistema FV, el control de carga deberá ser elegido de manera que sea compatible con este tipo de baterías. Un medidor de estado de carga diseñado para baterías de Pb-ácido no puede ser utilizado para monitorear este tipo de acumulador.

CAPITULO 6- LA BATERIA SOLAR

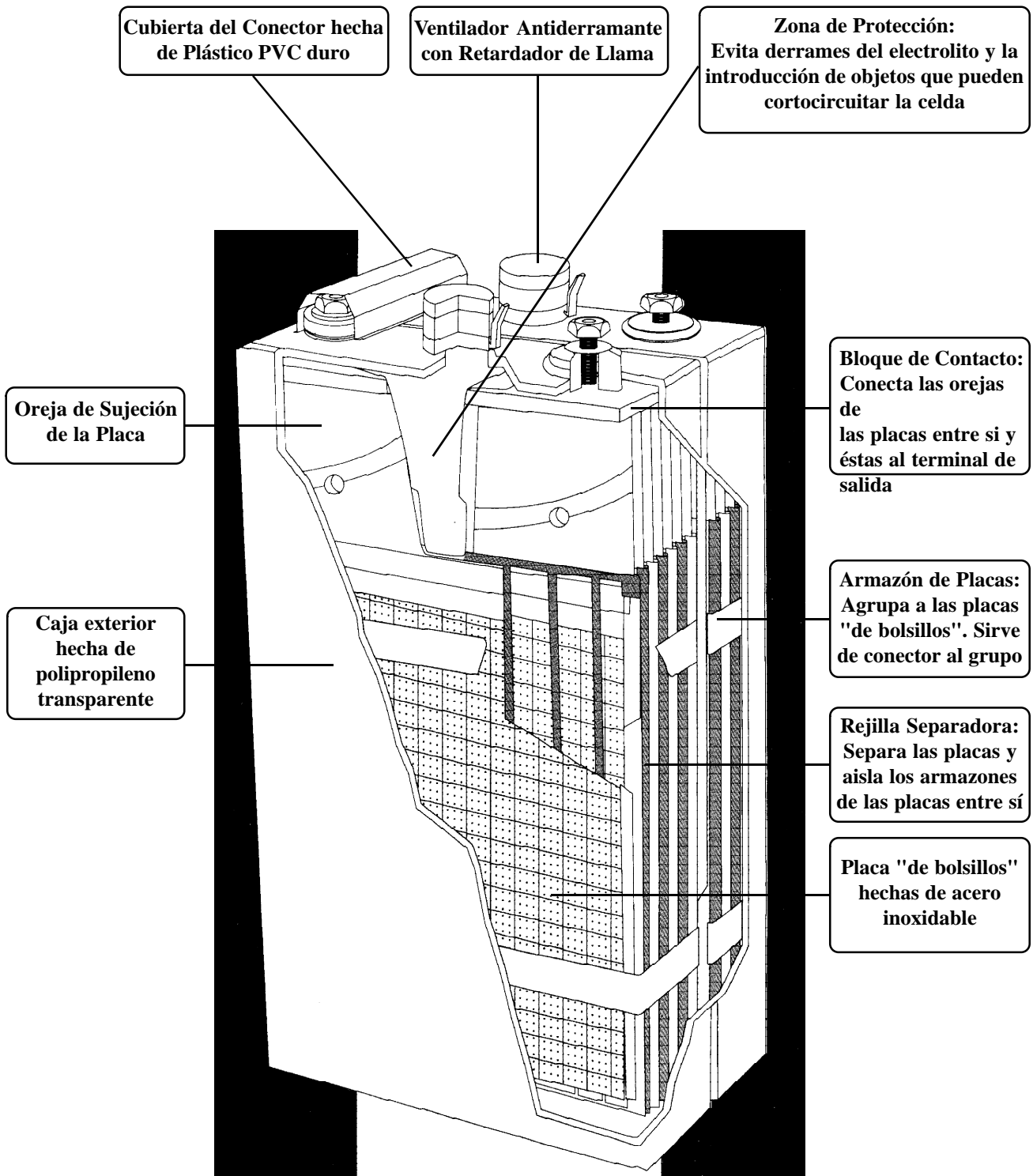


Fig. 6.5- Batería de Ni-Cd con Placas de Bolsillo

(Cortesía de SAFT-NIFE, Inc. Modelo Sunica™)