

BATERÍAS DE ÁCIDO

Las baterías SLA aún pisan fuerte



Las baterías de ácido de plomo aún forman parte esencial de los sistemas de alimentación internos de automóviles, motocicletas, barcos y caravanas, en su nueva forma, con un electrolito fijado y su envoltorio sellado. Esta veterana tecnología de baterías (¡inventada en 1850!) es ahora más versátil que nunca.

Las baterías selladas con un electrolito fijado han estado en producción durante más de 40 años. El electrolito (ácido sulfúrico diluido) se fija utilizando gel del silicio (gel de plomo, o baterías secas) o una materia de fibra de cristal (AGM o tecnología de "materia de cristal absorbida"). Esto permite que el oxígeno producido en el electrodo positivo, cuando la batería está sobrecargada, se difunda hacia el polo negativo donde puede recombinarse en agua. Este ciclo de recombinación hace que la batería no emita prácticamente nada en forma de gases y, por lo tanto, pueda instalarse sobre un envoltorio sellado. Para evitar la rotura en el caso de que la presión llegue a ser demasiado elevada, las células (como sucede en la mayoría de las baterías selladas) están equipadas con

válvulas de seguridad que se cierran automáticamente. La combinación de un electrolito fijado y un encapsulado sellado, permite el funcionamiento de dichas baterías en cualquier orientación (aunque las baterías AGM no deben cargarse con la cara superior hacia abajo). Las ventajas más importantes de las baterías de ácido de plomo selladas, además de su bajo precio, son su baja autodescarga, su sencillo método de carga y su larga vida, especialmente cuando se cargan de manera continua.

Aunque los principios básicos de funcionamiento de las baterías de ácido de plomo selladas no han cambiado, los distintos desarrollos a lo largo de los años han mejorado las características de estas baterías en lo que se refiere a:

DE PLOMO SELLADAS

- Comportamiento cuando se producen sobrecargas.
- Sensibilidad relativamente baja a fuertes descargas.
- Tiempo de vida.
- Capacidad específica.
- Ciclo de vida.
- Proceso de carga más rápido.
- Corriente de salida.

Fabricantes como Yuasa, Panasonic y Sonnenschein/Exide ofrecen varios rangos de baterías optimizadas para una (o más) aplicaciones diferentes. Así, por ejemplo, hay baterías disponibles optimizadas para una vida larga, diseñadas para trabajar al menos durante 20 años y 1.500 ciclos. Las áreas de aplicación más importantes de hoy día son las fuentes de alimentación de emergencia de distintos tipos (por ejemplo, para sistemas de alarma, equipamientos IT, iluminación, y dispositivos médicos), vehículos eléctricos (tales como cochecitos de golf y sillas de ruedas eléctricas), motores de arranque eléctricos, sistemas de alimentación equipados en los barcos, caravanas y planeadores y, por último, aunque no menos importante, sistemas de alimentación solar que son independientes de la tensión de red.

Tensión, corriente y capacidad

El estado de carga de una batería de ácido de plomo se puede determinar realizando una medida de su tensión sin carga. La **Figura 1** muestra los valores típicos para baterías selladas de 6 y 12 V. La figura también indica la precisión que se puede esperar usando esta medida: la tensión varía desde unos 2,2 V para una célula totalmente cargada, hasta una tensión de 1,9 V para una célula descargada. Estos valores son válidos para temperatura ambiente (20° C). Si la batería ha sido cargada o descargada recientemente, estos valores pueden ser respectivamente más altos y/o más bajos. La capacidad útil C de una batería de ácido de plomo sellada, medida en Amperios - Hora (Ah), depende en gran medida de la corriente de descarga. Cuanto más pequeña sea la corriente de descarga, menor será la pérdida de energía durante la descarga y, por tanto, más alta será la capacidad. Por esta razón, la corriente de descarga está calculada en CA, indicando la corriente como una fracción de la capacidad C nominal. Por ejemplo, una capacidad C de C/10 (o lo que es igual, 0,1 CA) para una batería de 1 Ah, significa que la capacidad dada es válida para una corriente de descarga de 0,1 A (100 mA). En este caso, la capacidad también puede estar escrita como C₁₀ (capacidad para 10 horas de descarga). Las capacidades nominales de las baterías de ácido de plomo se indican de acuerdo al estándar DIN alemán y se dan para una descarga de 20 horas (por ejemplo, a 0,05 CA) y con una tensión final de descarga de 1,75 V por célula.

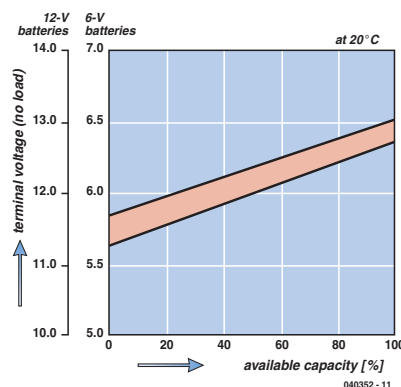


Figura 1. Relación entre la tensión de circuito abierto medida y la capacidad remanente.

Carga

En principio, las baterías de ácido de plomo selladas se pueden cargar a una tensión constante. La máxima tensión de carga que se puede utilizar depende de la temperatura y es muy importante que esta tensión no se supere durante el proceso de carga. La **Figura 2** muestra la relación entre la temperatura y la tensión para dos regímenes de carga diferentes. El valor más alto se utiliza para un funcionamiento normal (cíclico), mientras que el valor más bajo se usa cuando la batería se carga con el método de "goteo", para mantener sus condiciones durante un gran periodo de tiempo. En funcionamiento de reposo una tensión que tan sólo sea algo superior a dicha tensión límite, tendrá un impacto negativo en la vida de la batería y, por lo tanto, si la temperatura de funcionamiento no

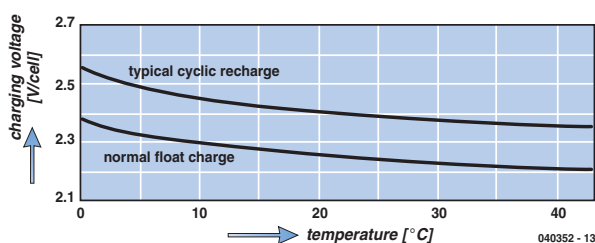


Figura 2. Tensión de carga (por célula) en relación con la temperatura para un ciclo de carga (arriba) y para una carga por goteo (abajo).

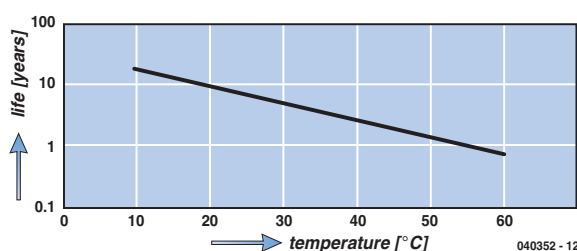


Figura 3. Efecto de la temperatura sobre la vida de la batería con procesos de carga continua a una tensión constante de 2,275 V por célula.

Figura 4. Comportamiento de carga con una tensión constante de 2,275 V por célula para cuatro configuraciones de corriente límite diferentes.

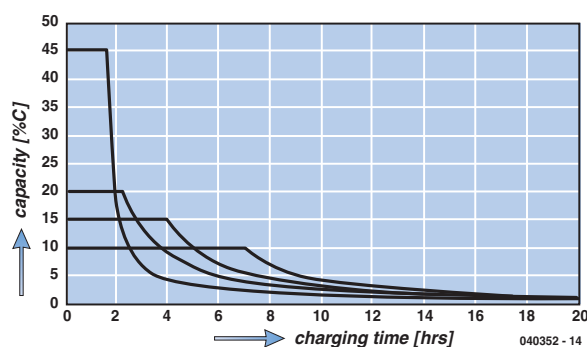


Figura 5. Efecto de la profundidad de descarga en la vida de la batería en un funcionamiento cíclico.

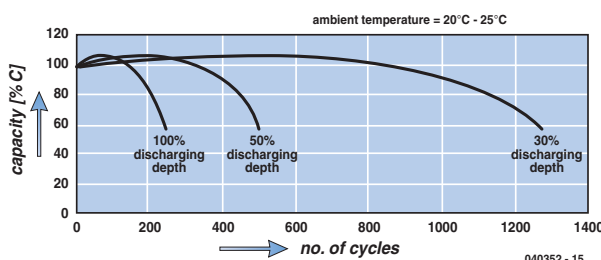


Figura 6. Caída típica de la capacidad en un funcionamiento de carga por goteo.

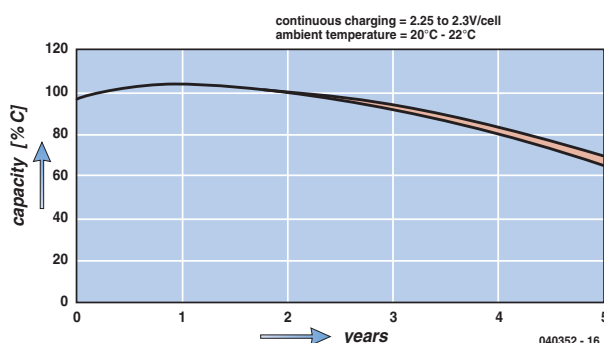
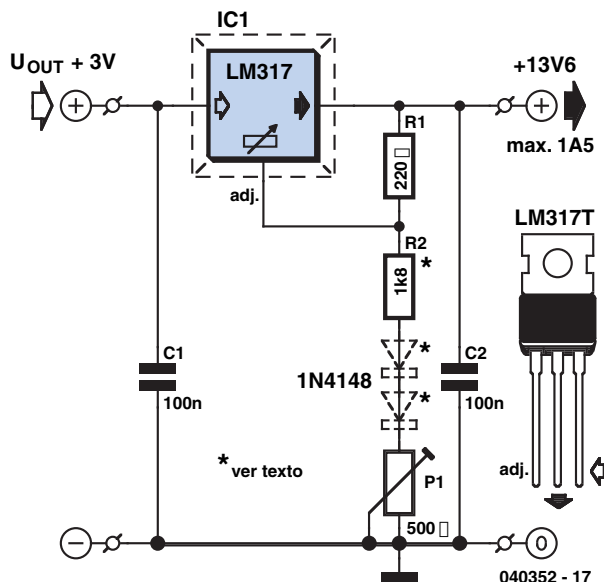


Figura 7. Este sencillo circuito cumple con las principales recomendaciones de los fabricantes para la carga de baterías de ácido de plomo selladas.



Valores típicos

(Todos los datos de tensiones son por célula y a 20° C)

Tensiones de Carga Recomendadas:

2.45 V (2.4 V to 2.5 V) para un proceso de carga normal

2.275 V (2.25 V to 2.3 V) para un proceso de carga por "goteo".

Límite de Corriente Recomendado:

0.25 CA a 0.4 CA

Tiempo de Carga Máximo (carga normal):

16 h a 20 h

Tensión Final de Descarga:

1.75 V

Tensión de Circuito Abierto:

2.2 V (cargada)

2.1 V (a mitad de carga)

1.9 V (descargada)

va a ser constante es esencial que se utilice un circuito de carga compensado en temperatura. En la **Figura 3** se muestra lo que sucede si la tensión de carga no se ajusta para seguir los cambios de temperatura.

El proceso de carga a una tensión constante es muy sencillo. Puede usarse cualquier fuente de alimentación regulada, con la única condición de que su tensión de salida pueda configurarse al valor correcto. A temperatura ambiente (20° C), el valor más adecuado es de 2,45 V (digamos que entre 2,4 y 2,5 V) por célula, para un proceso de carga cíclico normal. Para un proceso de carga por "goteo", el valor adecuado es de 2,275 V (digamos que entre 2,25 y 2,3 V) por célula. Las células no deben cargarse durante demasiado tiempo a tensiones elevadas. Para determinar cuándo detener el proceso de carga puede usarse el criterio de verificar el momento en que la corriente de carga, la cual cae continuamente durante las primeras horas del proceso de carga, alcanza el valor de 0,07 CA (o menos) y se mantiene sin cambiar durante más de tres horas. Si no se utiliza este método de prueba, el proceso de carga controlado en tiempo debe estar limitado a un máximo de entre 16 y 20 horas.

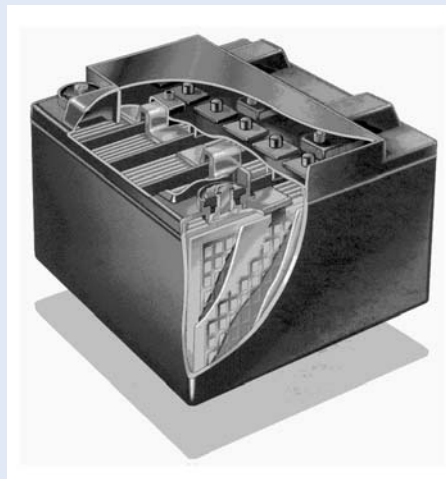
La corriente de carga inicial se determina por la resistencia interna (o, si se dispone de ella, por la corriente límite) de la tensión de alimentación. El alcanzar la corriente máxima inicial no reduce el tiempo de carga mucho más de lo que se pudiese esperar. La **Figura 4** muestra cómo cambia la corriente de carga

Baterías Gel y Plomo-AGM

Las baterías de ácido de plomo convencionales tienen algunas desventajas decisivas: están rellenas con sustancias altamente ácidas y, por lo tanto, son líquidos peligrosos que pueden vertirse en el entorno medioambiental, no solamente cuando la caja de la batería se rompe, sino también cuando no se colocan de manera correcta. Además, estas baterías también están marcadas por un alto grado de autodescarga y por un número limitado de ciclos de carga. Esto puede ser intolerable para una batería de arranque de un vehículo, pero si la batería se utiliza para alimentar la fuente de alimentación de un vehículo (y por lo tanto está sujeta a ciclos completos de carga, incluyendo descargas profundas), estas baterías protestarán generando grandes cantidades de sulfatos.

Con lo que acabamos de decir anteriormente, no debe sorprendernos ver baterías de ácido de plomo con electrolito fijado en aplicaciones como sistemas de alimentación interrumpida (UPS) y sistemas solares. Estas variantes de baterías están selladas y libres de mantenimiento, por lo que no será fácil verter su contenido. La generación de sulfatos puede ocurrir en contadas ocasiones, ya que estas baterías están libres de ácido sulfúrico, debido a que este ácido es "capturado" por la masa de gel interno. El efecto de autodescarga es mucho más pequeño aunque se deben de seguir muy de cerca las instrucciones de los procesos de carga. Por desgracia, las baterías de ácido de plomo selladas (SLA) consiguen una densidad de energía considerablemente más baja que sus compañeras de ácido líquido, lo que las convierte en elementos inadecuados para su uso en baterías de arranque de vehículos.

Aparte de la también conocida tecnología de gel de plomo, existe otro método de fijar el electrolítico en una batería de ácido de plomo: el tipo AGM. Las siglas AGM vienen del inglés "absorbent glass mat" (es decir, "materia de cristal absorbente"), una capa separada y presionada entre los electrodos. La construcción de una batería AGM se muestra prácticamente en la ilustración adjunta (fuente: Hawker). La acción de la capilaridad de la materia provoca que el electrolítico se absorba totalmente, evitando que se mueva libremente dentro de la batería. Las baterías AGM típicamente proporcionan mayores corrientes que las del tipo gel y también son más baratas. En contrapartida, estas baterías están marcadas por el residuo del electrolito, así como por su peor comportamiento en la disipación de calor a altas temperaturas, por lo que las baterías AGM pueden llegar a secarse.



cuando la tensión de carga se establece a 2,275 V utilizando 4 configuraciones de corriente límite diferentes. La corriente de carga (en amperios) se muestra en el eje vertical como un porcentaje de la capacidad de la batería C_{10} . Si la capacidad C_{10} es, por ejemplo, de 1 Ah, tendremos que considerar las corrientes iniciales desde 450 mA (o el 45% de C_{10}), bajando hasta los 100 mA (el 10% de C_{10}). La figura muestra que la corriente límite inicial solamente circula en el principio del ciclo de carga. A continuación, la corriente cae de manera exponencial, casi hasta 0, al final del proceso de carga. Los fabricantes recomiendan que los valores límites de la corriente inicial estén en el rango comprendido entre 0,25 y 0,4 CA. Es mejor evitar los valores superiores a 0,5 CA, ya que de esa manera preservaremos la vida de la batería.

Vida de la batería

La vida de la batería depende en gran medida de la profundidad de la descarga, expresada como un porcentaje de la capacidad nominal. La **Figura 5** nos da una idea del efecto del funcionamiento cíclico en la vida de una batería. Para alcanzar el máximo de número de ciclos útiles es mejor elegir una batería con una capacidad mayor, de manera que la profundidad de la descarga sea reducida. Aunque la profundidad de la descarga es el factor principal, la temperatura también tiene su efecto en la vida de la batería. Se deben evitar temperaturas de funcionamiento por encima de 50° C y con temperaturas por debajo de –

15° C se produce una caída significativa de la capacidad. Realizar el proceso de carga a una tensión demasiado elevada o durante demasiado tiempo, terminará dañando la batería.

La temperatura y la tensión de carga son los principales factores que afectan a la vida de la batería en un funcionamiento de carga continuada. La **Figura 6** nos muestra las prestaciones típicas de este caso, donde el 60% de la capacidad de la batería aún permanece disponible después de cinco años de uso. El nivel del 60% se considera la marca límite que indica la vida útil de la batería en aplicaciones industriales.

Además de los factores mencionados anteriormente, la construcción de la batería también afecta a su vida. Por ejemplo, en funcionamiento de reposo, la pequeña corriente de carga que influye continuamente hace que las láminas de los contactos lleguen a ser cada vez más delgadas. Las baterías con láminas más robustas tienen una vida considerablemente más larga en este tipo de uso. También existen baterías disponibles que han sido optimizadas para el ciclo de vida. En las páginas web de los fabricantes podemos encontrar las especificaciones exactas de distintos rangos de baterías (ver lista).

Si no recargamos una batería después de un proceso de descarga profundo también tiene un efecto negativo sobre la misma. Las baterías de ácido de plomo selladas no deben dejarse en un estado de descarga profundo durante más de algunos días y, por lo tanto, deben recargarse tan pronto como sea posible. La capacidad de descarga profunda de una batería

indica si dicha batería aceptará una carga de nuevo (y cómo de rápido lo hará), una vez que ha sido descargada durante un largo período de tiempo. Las baterías modernas del tipo AGM aceptan una carga relativamente rápida después de un mes en un estado de descarga profundo y, en consecuencia, vuelven a sus características de carga normal. Para evitar la posibilidad de dejar las baterías descargadas durante una gran cantidad de tiempo, deben almacenarse en el estado de carga completa. Se recomienda realizar una recarga cuando la tensión en circuito abierto de la batería alcance el valor de 2,1 V por célula, tensión que se corresponde a una autodescarga del 50% de la capacidad nominal. Una batería sana a temperatura ambiente se descarga tan lentamente que este valor sólo se alcanzará después de unos 18 meses. A una temperatura de 30° C dicha batería tardará unos nueve meses en alcanzar la mitad de su capacidad, y a 40° C tardará tan sólo unos 4,5 meses. A temperaturas inferiores (por debajo de los - 15° C), la carga se pierde incluso más lentamente que a la temperatura ambiente. La baja autodescarga y la larga vida de almacenamiento asociada, junto con la larga vida de funcionamiento en reposo, son las ventajas más importantes de las baterías de ácido de plomo selladas sobre las otras tecnologías de baterías.

En la práctica

La mayoría de los fabricantes de baterías recomienda hacer la carga utilizando una tensión constante y una limitación de corriente, siempre con compensación de temperatura. En la **Figura 7** se muestra un sencillo circuito de carga que satisface estas recomendaciones. Se utiliza un circuito integrado LM 317 como regulador de tensión y dispone de una limitación de corriente de 1,5 A. Para asegurar que la tensión de carga se mantiene al nivel seleccionado por el potenciómetro P1, la tensión a la entrada del integrado LM 317 debe mantenerse al menos 3 V por encima de la tensión de salida. La tensión de entrada puede proporcionarla un adaptador de tensión de red (aunque no esté regulado), a partir de una tensión de alimentación de barco de 14 V. Esta última opción solamente es adecuada si la batería que va a ser cargada no contiene más de 4 células.

La tensión de carga se selecciona utilizando el potenciómetro P1 al valor óptimo, según el número de células, el tipo de batería (ver los datos del fabricante) y el tipo de carga (normal o de goteo). La tensión la salida del cargador debe verificarse utilizando un multímetro digital con la batería desconectada. El rango de tensiones ofrecidas por el ajuste del potenciómetro P1 se puede modificar, si fuese necesario, cambiando la resistencia R2 hasta que se adapte al número de células presente en la batería.

Si el proceso de carga va a realizarse siempre a temperatura ambiente, los diodos de compensación de temperatura situados entre R2 y P1 (mostrados entre puntos) se pueden evitar. En caso contrario será necesario encontrar qué coeficiente de temperatura (TC) recomienda el fabricante para dicha compensación. Un valor de TC en

el rango comprendido entre - 2 mV/°C y - 5 mV/°C se puede conseguir utilizando nuestro circuito, tal y como se indica a continuación.

Insertaremos tantos diodos 1N4148 en serie en la resistencia R2 y el potenciómetro P1 como células haya en la batería, de manera que demos un TC de - 2 mV/°C: para una batería de 12 V esto significa que tendremos que colocar 6 diodos. Si doblamos el número de diodos a 12, el valor de TC se incrementará hasta los - 4 mV/°C. Con nueve diodos el valor será de - 3 mV/°C. Como podemos ver la compensación de temperatura se puede ajustar fácilmente variando el número de diodos. Para poder corregir la caída de tensión a través de los diodos, el valor de la resistencia R2 se debe disminuir unos 120 Ω por cada diodo que se ha añadido.

(040352-1)

Direcciones de Internet de Interés:

<http://www.yuasabatteries.com>

<http://www.networkpower.exide.com/>

<http://www.batterypoweronline.com/>

<http://www.panasonic.com/industrial/battery/>

<http://www.panasonic.com/industrial/battery/oem/chem/seal/index.html>