

# Baterías de ácido-plomo utilizadas en las centrales telefónicas

Por Ing. Gabriel Hernández Valdés, Especialista de Energética, e Ing. Iván René Linares Mosquera, Especialista Principal Energética y Climatización, Gerencia de Inversiones, Unidad Negocios Red, ETECSA  
gabriel.hernandez@etecsa.cu, grundfoscuba@enet.cu

## Introducción

Las comunicaciones a escala internacional son de primordial importancia para el desarrollo de las distintas esferas de la vida moderna: Internet, transmisión de datos, televisión digital, telefonía móvil, telefonía fija y muchos otros servicios forman parte de este complejo universo.

Para que las centrales telefónicas puedan brindar estos servicios, se requiere de un soporte energético que está dividido en dos sistemas: corriente directa y corriente alterna. El sistema de corriente alterna lo conforman los grupos electrógenos y los equipos de climatización. El de corriente directa lo conforman los rectificadores, convertidores, y las baterías estacionarias para uso de telecomunicaciones. Cuando ocurre un fallo en la red comercial, el primer elemento en responder dentro del soporte energético son las baterías estacionarias a fin de garantizar la continuidad del servicio.

Con la formación de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. en el año 1994, se comenzó un proceso de renovación y modernización de la tecnología existente en las centrales telefónicas del país; el soporte energético no quedó excluido de este proceso. En consecuencia, se adquirieron baterías estacionarias de diferentes fabricantes. Con el paso del tiempo todas han ido llegando al final de su vida útil, unas más rápido que otras, según la calidad de los fabricantes y el régimen de explotación a que fueron sometidas.

En telecomunicaciones hay dos tipos de baterías de ácido-plomo estacionarias: las reguladas por válvula, y las no reguladas. En este artículo, se presentarán algunos de los aspectos fundamentales de las no reguladas, por ejemplo, el voltaje, la densidad del electrolito y el almacenamiento, el principio de funcionamiento, construcción física, principales riesgos y medidas de precaución en su manipulación.

## Principio de funcionamiento y construcción física de la batería estacionaria

La batería de ácido-plomo es muy sencilla: consta de dos placas de plomo metálico que se colocan en los lados opuestos de un recipiente de vidrio que se llena de ácido sulfúrico diluido. Si se conecta una fuente de corriente directa a estas placas y se dejan que se carguen, en poco tiempo una de las placas se irá cubriendo de una capa de peróxido de plomo y se tornará de un color marrón, mientras que la otra placa mantendrá el color original del plomo. La placa que se ha vuelto de color marrón es el positivo de la batería; y la otra, el negativo.

Si conecta una carga eléctrica a los terminales de la batería, circulará una corriente desde la placa positiva hacia la negativa y la batería suministrará potencia al circuito.

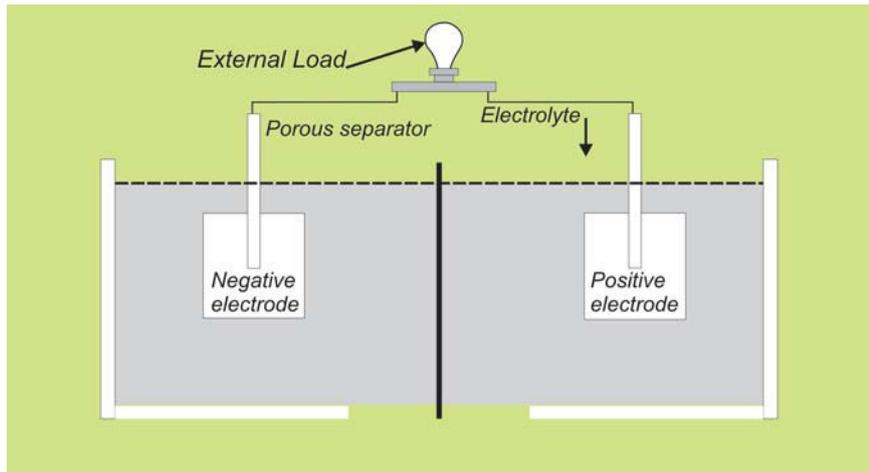


Figura 1 Principio de funcionamiento de la batería

El objetivo fundamental en el perfeccionamiento de las baterías es aumentar la superficie efectiva de las placas a fin de incrementar su capacidad para usos industriales y de fuerza motriz.

El método más común para aumentar el área de superficie activa de las placas, es usar óxido de plomo pulverizado y amasado para formar una pasta. Esta pasta es porosa y permite que el electrolito llene todos los poros, posteriormente se monta en una armazón para mantener una forma física y conducir la corriente eléctrica a todas las partes del material.

Esta armazón es una rejilla de aleación de plomo y antimonio. La adición del antimonio al plomo, le da más fuerza física y rigidez para ofrecer una mayor resistencia al enmohecimiento por la acción electrolítica con el ácido.

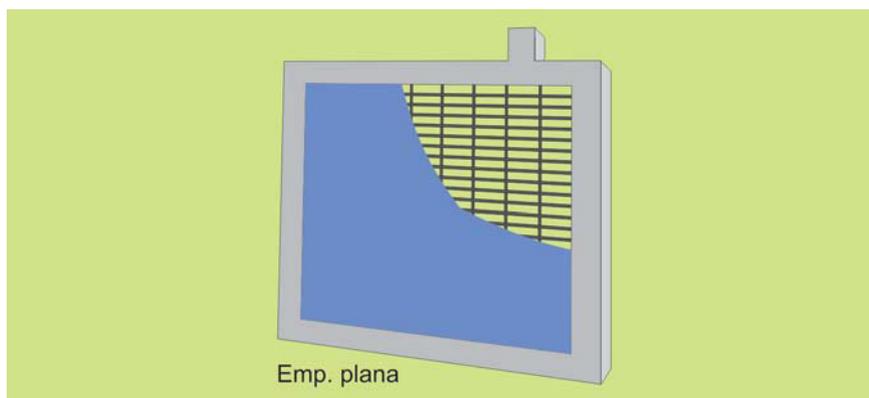


Figura 2 Placa plana

El otro tipo de armazón consta de una serie de varillas, cada una de ellas rodeada de un tubo de caucho, plástico o fibra de vidrio perforado, con el material activo colocado en el espacio anular entre esos tubos o varillas, esta se denomina placa tubular y se usa exclusivamente para la placa positiva.

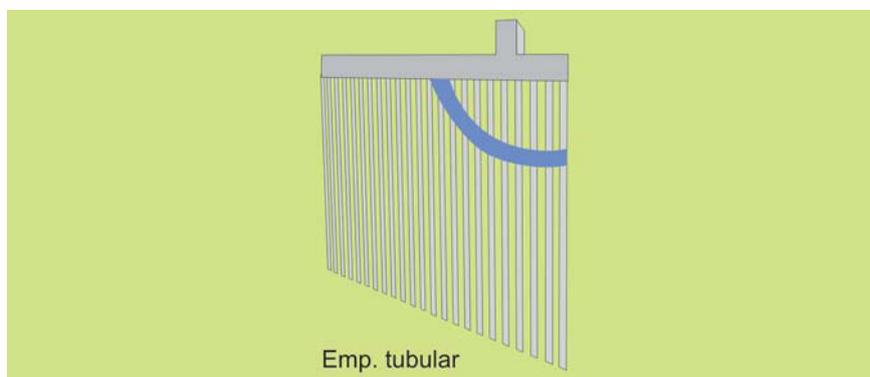


Figura 3 Placa tubular

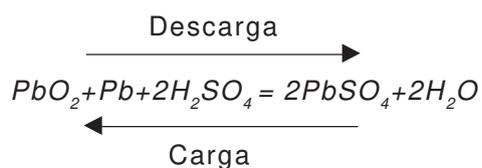
### Proceso electroquímico de la batería estacionaria

Como se explicó anteriormente en una celda de ácido-plomo sobre las placas positiva y negativa actúa electroquímicamente una solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) diluido en agua ( $H_2O$ ). Cuando la batería está totalmente cargada, el material activo de la placa positiva es peróxido de plomo ( $PbO_2$ ), y el material de la placa negativa es plomo esponjoso (Pb).

Cuando la batería se va descargando, el electrolito ( $H_2SO_4$ ) se divide en hidrógeno ( $H_2$ ) y en sulfato ( $SO_4$ ). El hidrógeno se combina con parte del oxígeno que se forma en la placa positiva para producir agua, la cual reduce la cantidad de ácido en el electrolito. El sulfato se combina con el plomo de ambas placas y forma sulfato de plomo.

Cuando se aplica carga, se invierte esa acción y el sulfato de plomo que se formó en las placas positivas y negativas, se descompone químicamente y vuelve a convertirse en peróxido de plomo y plomo esponjoso. La fuerza del electrolito va en aumento, debido a que el sulfato de las placas se combina con el hidrógeno del agua y vuelve formar ácido sulfúrico.

La fórmula química que representa este proceso se muestra a continuación.



### Densidad —gravedad específica—

El valor de la densidad de una celda que está totalmente cargada es cuestión de diseño y se afecta por muchos factores. Esta densidad debe ser suficientemente elevada para que el electrolito contenga una cantidad suficiente de ácido sulfúrico puro y, así, satisfaga los requerimientos químicos. Pero si es muy elevada, el contenido de ácido puede actuar sobre los componentes de la celda.

Las densidades con carga total que más se usan y sus aplicaciones más representativas son:

- ♦ 1,275: celdas de trabajo o ciclado intenso como montacargas industriales.
- ♦ 1,260: servicio automotriz.
- ♦ 1,245: alumbrado de carros de pasajeros y arranque de motores grandes.
- ♦ 1,210: para unidades de luz y fuerza para emergencia.

El electrolito de la celda forma parte directa en la reacción química, es decir, disminuye su densidad conforme se descarga y aumenta hasta su valor original, según se va aplicando carga a la misma. Por lo tanto, su valor en cualquier momento determinado es una indicación del estado de carga, esto se determina comparando la lectura de la densidad (gravedad) contra el valor para la carga total.

La densidad varía con los cambios de temperatura. El electrolito se expande cuando esta aumenta y se vuelve menos denso, lo cual produce una lectura más baja de la densidad. Igualmente la densidad también varía conforme aumenta o disminuye el nivel del electrolito. Cuando se consume agua por gasificación y evaporación, el nivel desciende y la densidad aumenta. Una vez que se agrega agua, la densidad volverá a su valor inicial.

## El voltaje

El voltaje de una celda es una característica fundamental de los elementos que la constituyen. En la práctica, dos metales en un electrolito conductor producirán cierta cantidad de voltaje. La celda de ácido-plomo tiene un valor nominal de 2 volts, aunque este valor varía con la densidad y el hecho de que la celda está sometida a carga o descarga en ese momento.

Cuando una batería empieza a descargarse, ocurre una disminución del voltaje a causa de la resistencia interna de la batería. Esta caída de voltaje va aumentando según aumenta la carga, por lo tanto, el voltaje que produce la misma va disminuyendo. Cuando se tiene un régimen continuo de descarga, el voltaje va siendo gradualmente menor conforme avanza la descarga hasta que, cuando la batería está casi agotada, el voltaje cae con rapidez hasta ser inferior a un valor que carece de efectividad para la aplicación destinada. El valor que se utiliza básicamente es de 1,75 V.

Cuando la batería descargada es sometida nuevamente a una carga, el voltaje aumenta inmediatamente y el ritmo al que ocurre ese aumento va en proporción con el régimen de carga hasta que se equilibra o nivela en un máximo que es cuando está totalmente cargada.

## Almacenamiento

Para que su almacenamiento sea el adecuado, deben cumplirse una serie de requisitos indispensables:

- ♦ Debe conservarse el local en buen estado de limpieza.
- ♦ Garantizar una apropiada rotación de *stocks*, basada en que el primer elemento en entrar es el primero en salir.
- ♦ En caso de que los recipientes deban ser limpiados antes de su instalación, no utilizar nunca disolventes o abrasivos.
- ♦ Para períodos de almacenamientos prolongados, llevar un control de las tensiones a circuito abierto en los siguientes intervalos:
  - Almacenaje a 20°C: a los 6 meses de almacenaje, después cada 3 meses.
  - Almacenaje a 30°C: a los 4 meses de almacenaje, después cada 4 meses.

## Capacidad

La característica esencial de un elemento o de una batería estacionaria es su capacidad de acumular energía. Esta capacidad se expresa en amperios-horas (Ah), varía según las condiciones de utilización —la corriente y la tensión de descarga, así como la temperatura—.

La capacidad asignada  $C_{rT}$ , es un valor de referencia fijado por el fabricante, es válido para un elemento o una batería nueva, a la temperatura de referencia

de 25°C y con una duración de descarga de  $t$  horas hasta alcanzar una tensión final —tensión de fin de descarga—  $U_f$ .

Valores recomendados de  $t$ :

$t = 240 \text{ h}, 20 \text{ h}, 10 \text{ h}, 8 \text{ h}, 5 \text{ h}, 3 \text{ h}, 2 \text{ h}, 1 \text{ h}, 0,5 \text{ h}.$

De todos esos valores de  $C_{rt}$ , puede elegirse un valor declarado como capacidad nominal  $C_{nom}$ .

Los valores más frecuentes de  $t$  están situados entre 10 h y 3 h. Para estos, la tensión final deberá ser de  $U_f = 1,80 \text{ V}$  por elemento, salvo en caso de un valor diferente recomendado por el fabricante o exigido por el usuario.

El valor de la corriente de descarga, a la tensión final y a la temperatura de referencia de 25°C correspondiente a la capacidad asignada  $C_{rt}$ , es el siguiente:

$$I_{rt} = \frac{C_{rt}}{t} \quad 1$$

La capacidad real deberá ser determinada con la descarga de un elemento o de una batería completamente cargada. El valor obtenido será empleado para verificar la capacidad asignada  $C_{rt}$  —o la capacidad nominal  $C_{nom}$ —, fijada por el fabricante, o por el control del estado de la batería, al final de un largo período de servicio. Si el resultado de la misma es  $C_a \geq 0,8 * C_{rt}$ , entonces el banco de baterías podrá seguir operando; de lo contrario, deberá ser sustituido. La fórmula para obtener el por ciento de capacidad es la siguiente:

$$\%C = \frac{T_a}{T_s} \times 100\% \quad 2$$

$T_a$  - tiempo real de la prueba de descarga al voltaje especificado.

$T_s$  - tiempo nominal de la prueba de descarga al voltaje especificado.

$C$  - capacidad en % a 25°C.

## Riesgos y precauciones

Los principales riesgos que se pueden correr en la manipulación de las baterías estacionarias de ácido-plomo son los siguientes:

### Riesgo eléctrico

Cualquiera que sea la tensión de cortocircuito, es muy peligrosa porque produce un arco eléctrico que puede provocar proyecciones de metales en fusión e, incluso, la explosión de la batería, así como la inflamación de las tapas y los recipientes de la batería.

### Riesgo de quemaduras por ácido

El electrolito utilizado en las baterías estacionarias para uso de telecomunicaciones es una disolución relativamente débil de ácido sulfúrico en agua pura —de 1,200 a 1,280—. Este electrolito quema la piel, los ojos y la ropa, principalmente, el algodón y el *nylon*. Es muy peligroso ingerirlo, en ciertos casos los operarios tienen que manejar el ácido a 1,400 que es mucho más corrosivo que el electrolito ya preparado.

### Riesgo de explosión

La corriente de fin de carga, así como la de flotación, provocan la electrólisis del agua. Esta electrólisis produce oxígeno e hidrógeno. El hidrógeno es explosivo cuando su concentración alcanza el 4 % en el aire. Una chispa, incluso, provocada por una persona que se descarga de su electricidad estática, puede ocasionar una explosión. La mayor concentración de hidrógeno se encuentra en el interior de los elementos y en la proximidad de sus tapones o sus orificios.

Si el elemento está provisto de su tapón antideflagrante, la llama no ocurre en el interior del elemento y la explosión ocurrirá sólo en el exterior. Si el elemento no tiene tapón antideflagrante, la explosión podrá tener lugar en el interior y habrá riesgo de proyección de trozos de placas, del recipiente o de electrolito.

En la cercanía de una batería de ácido-plomo es muy importante tomar las siguientes precauciones:

- ◆ No fumar.
- ◆ No acercarse a llamas.
- ◆ No provocar chispas.
- ◆ No provocar cortocircuitos.
- ◆ No andar sobre suelos aislantes de plásticos.
- ◆ Evitar llevar ropa de fibra sintética —carga de electricidad estática—.

### Conclusiones

Los aspectos estudiados en el artículo inciden sobre la vida útil de las baterías estacionarias. Entre los problemas fundamentales que han afectado la vida útil de las baterías en los centros telefónicos de ETECSA se encuentran los siguientes:

- ◆ Largos períodos de almacenamientos sin las condiciones requeridas.
- ◆ Baterías abiertas instaladas con valores de densidad mucho mayores que los permisibles para nuestro clima tropical.
- ◆ Baterías abiertas que no utilizan el electrolito recomendado por su fabricante.
- ◆ Baterías puestas en marcha a las que no se les aplica la grasa protectora anticorrosiva en sus conexiones.
- ◆ Locales con temperatura ambiente mucho mayor que la permisible.
- ◆ Rectificadores mal programados que aplican con frecuencia cargas de equalización sin necesidad.
- ◆ Voltajes de flotación que permanecen mal ajustados durante largos períodos de tiempo. 

### Bibliografía

- ANSI T1. 330-1997. American National Standard for Telecommunications.  
EN 50272-2: 2001. Safety Requirements for Secondary Batteries and Battery Installations.  
IEC 896-2-1995. Stationary Lead-Acid Batteries. General Requirements and Methods of Test.  
Lorenzo, E. *Electricidad fotovoltaica*. España: Ed. Progresa, 1992.  
Velan, N. *Comportamiento y durabilidad de baterías de plomo-ácido en sistemas fotovoltaicos autónomos*. Tesis Doctoral, Universidad de La Habana, 2006.  
Velan, N. *Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Acumuladores de energía solar fotovoltaica*, Volumen I. España: Ed. Ciemat, 2006.