

IALA Guideline No. 1044

Sobre Baterías Secundarias para Ayudas a la Navegación

On Secondary Batteries for Aids to Navigation

Edición 1
JUNIO 2005



Traducida por el Grupo de Ayudas a la Navegación de Puertos del
Estado (ESPAÑA)



Puertos del Estado

20ter, rue Schnapper, 78100
Saint Germain en Laye, France
Telephone +33 1 34 51 70 0 Telefax +33 1 34 51 82 05
E-mail - iala-aism@wanadoo.fr Internet - www.iala-aism.org

1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	4
1.1	ALCANCE Y PROPÓSITO	4
1.2	TIPOS DE BATERÍAS COMO SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.	4
1.3	CATEGORÍAS PARA LA APLICACIÓN DE BATERÍAS SECUNDARIAS	5
2	<u>PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BATERÍAS USADAS EN AYUDAS A LA NAVEGACION.</u>	5
2.1	TIPOS DE BATERÍAS EXISTENTES	5
2.2	NUEVOS TIPOS DE BATERÍAS	9
3	<u>CRITERIOS OPERATIVOS PARA BATERÍAS SECUNDARIAS EN APLICACIONES FOTOVOLTAICAS</u>	11
3.1	CONDICIONES GENERALES DE TRABAJO	12
3.1.1	TIEMPO DE AUTONOMÍA	12
3.1.2	CORRIENTES TÍPICAS DE CARGA Y DESCARGA	12
3.1.3	CICLO DIARIO	13
3.1.4	CICLO ESTACIONAL	13
3.1.5	PERÍODO DE ALTO ESTADO DE CARGA	13
3.1.6	PERÍODO SOSTENIDO DE BAJA CARGA	14
3.1.7	ESTRATIFICACIÓN DEL ELECTROLITO	14
3.1.8	EL TRANSPORTE	14
3.1.9	ALMACENAMIENTO	15
3.1.10	TEMPERATURA DE TRABAJO	15
3.1.11	PROTECCIÓN FÍSICA	16
3.2	CAPACIDAD	16
3.3	CICLO DE VIDA	16
3.4	CONTROL DE CARGA	17
3.5	RETENCIÓN DE CARGA	18
3.6	PROTECCIÓN DE SOBRECARGA	18
3.7	ROBUSTEZ MECÁNICA	18
3.8	RECICLAJE Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	19
4	<u>SEGURIDAD EN SU MANIPULACIÓN</u>	19
4.1	ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE BATERÍAS.	19
4.2	INSTALACIÓN	20
4.3	VENTILACIÓN	21
4.3.1	INSTALACIÓN EN BOYAS	24
5	<u>NORMAS DE MANTENIMIENTO</u>	24
5.1	CONSIDERACIONES GENERALES	24

5.2	INSPECCIONES.	25
5.2.1	LECTURAS INICIALES.	26
5.2.2	MEDIDAS Y REGISTROS ANUALES	26
5.2.3	ÍNDICE DE AISLAMIENTO	27
5.2.4	NIVEL DEL ELECTROLITO	27
5.2.5	CONSUMO DE ELECTROLITO	27
5.2.6	INSPECCIONES VISUALES ANUALES	28
5.2.7	INSPECCIONES ESPECIALES	29
5.3	PRUEBAS	29
5.4	AVERIAS	29
5.5	ACCIONES CORRECTIVAS – GENERALIDADES	29
5.5.1	CONDICIONES FÍSICAS	30
5.5.2	CARGA DE IGUALACIÓN	30
5.5.3	CAMBIO DE ELECTROLITO	31
5.5.4	SUSTITUCIÓN DE VASOS	31
5.5.5	ESTRATIFICACIÓN DEL ELECTROLITO	31
5.5.6	EFEECTO MEMORIA	32
5.6	SUPERVISIÓN REMOTA	32

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ALCANCE Y PROPÓSITO

Esta guía incorpora la de “Mantenimiento y Funcionamiento de Baterías”, de diciembre de 2001 y ”Guía para el Manejo Seguro de Baterías”, 1994/1996, y reemplaza a ambas.

Las Ayudas a la Navegación Marítima (AtoN) son sistemas críticos pensados para estar disponibles para el servicio el 99% del tiempo a lo largo de su vida operativa. Las baterías de acumuladores son una parte esencial de los sistemas de alimentación, por lo que deben estar bien diseñadas, instaladas, utilizadas y mantenidas para poder conseguir este nivel de disponibilidad.

Esta guía proporciona directivas de mantenimiento, criterios de operación y manipulación segura de baterías normalmente utilizadas en las Ayudas a la Navegación Marítima.

Mientras este documento da recomendaciones generales, los fabricantes de la batería pueden aportar instrucciones específicas de funcionamiento y mantenimiento de la misma.

Con esta directriz se quiere aportar un criterio y ayudar a los usuarios a seleccionar y mantener las baterías empleadas en las Ayudas a la Navegación.

Esta guía debe complementarse con la Guía 1042 de la IALA - Fuentes y Almacenamiento de Energía para las Ayudas a la Navegación, Dic. 2004.

1.2 TIPOS DE BATERÍAS COMO SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

Los tipos de baterías como sistema de alimentación en los servicios de AtoN son: Baterías Primarias (no recargables) y Secundarias (recargables).

Baterías Secundarias (recargables)

Baterías de plomo-ácido

- a. Baterías selladas (sin mantenimiento, válvula de regulación)
- b. Baterías de electrolito líquido (a las que hay que agregar agua destilada)

Baterías de níquel-cadmio

- a. Baterías de placa de bolsillo con ventilación
- b. Baterías de placa sinterizada con ventilación
- c. Baterías selladas

Varios países están haciendo ensayos con baterías de Níquel-metal hidruro y de ion-Litio. Estos tipos se definen en la sección 2.2 G. y 2 H.

La elección del tipo de batería se hará en la fase de diseño. Los párrafos siguientes perfilan las ventajas y desventajas de la mayoría de tipos en uso.

1.3 CATEGORÍAS PARA LA APLICACIÓN DE BATERÍAS SECUNDARIAS

Las aplicaciones de las baterías secundarias pueden clasificarse en dos categorías principales:

Primera Categoría- Aplicaciones en las que la batería secundaria se usa esencialmente como una batería primaria, pero siendo recargadas después de su uso. Se usan de esta manera por economía de costo (cuando pueden recargarse en lugar de reemplazarse), o para aplicaciones que requieren energía que supera la capacidad de las baterías primarias.

Segunda Categoría- Aplicaciones en las que la batería secundaria se usa como un dispositivo de almacenamiento de energía, conectándose eléctricamente a una fuente principal de alimentación, y entregando su carga cuando la fuente principal no está disponible o no está en condiciones de suministrar la carga suficiente.

2 PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BATERÍAS USADAS EN AYUDAS A LA NAVEGACION.

2.1 TIPOS DE BATERÍAS EXISTENTES

A. BATERÍAS de PLOMO-ÁCIDO (comparadas con otras baterías electroquímicas)

Ventajas

- Bajo costo y popularidad de esta batería secundaria, que se fabrica en cualquier parte del mundo, en pequeñas o grandes producciones.
- Disponible en grandes cantidades y en gran variedad de tamaños y diseños.
- Fabricada en tamaños desde el más pequeño de 1 Ah a varios miles de Ah.
- Buen índice de rendimiento
- Buena eficiencia eléctrica - la eficiencia de reversibilidad es de más del 70%,

comparando la descarga con la carga de energía recibida .

- Alto voltaje por elemento o vaso -(el voltaje en circuito abierto de 2.0 V es el más alto de todos los sistemas de batería de electrolito)
- La carga en flotación es buena.
- La comprobación del estado de carga es fácil (en electrolito líquido)
- Bajo coste comparado con otras baterías secundarias.

Desventajas

- Ciclo de vida relativamente bajo (50-500 ciclos), hasta 2000 ciclos con diseños especiales
- Densidad de energía limitada - normalmente 30-40 Wh/kg.
- Bajo rendimiento a bajas o elevadas temperaturas.
- Escasa retención de carga.
- El almacenamiento a largo plazo estando descargada puede llevar a la polarización irreversible de los electrodos.
- El desprendimiento de hidrógeno puede producir explosiones.
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas *
- Corrosión del borne positiva o en algunos diseños.
- Intolerancia a las descargas profundas con el resultado de la sulfatación de las placas y el fallo de la batería.

* El sobrecalentamiento (embalamiento térmico) es un estado crítico, en el que un elemento en carga o descarga aumenta de temperatura a través de la generación de calor interior causada por sobrecarga alta, exceso de descarga u otra condición abusiva. Puede acabar con la autodestrucción del elemento.

B. BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO CON VÁLVULA DE REGULACIÓN (VRLA)

Ventajas

- Sin mantenimiento
- Vida larga en flotación
- Elevado índice de capacidad
- Alta eficacia de carga
- No tiene efecto “memoria” (comparada con las baterías de níquel-cadmio)
- El "estado de carga" puede determinarse midiendo el voltaje

- Bajo coste
- Disponible desde vasos independientes (2 V) a grandes monobloques de 24 V.

Desventajas

- No puede almacenarse estando descargada
- Densidad de energía relativamente baja
- Ciclo de vida más bajo que las baterías de níquel-cadmio selladas
- El desprendimiento de hidrógeno puede producir explosiones.
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas
- Bajo rendimiento a altas temperaturas
- Intolerancia a las descargas profundas con el resultado de la sulfatación de las placas y el fallo de la batería.

C. BATERÍAS AGM (ELECTROLITO ABSORBIDO EN FIBRA DE VIDRIO)

Ventajas

- No hay derramamiento (electrolito absorbido)
- Alta velocidad de carga

Desventajas

- Las mismas que las baterías de plomo-ácido
- Coste más alto

D. BATERÍAS DE NÍQUEL-CADMIO (PLACA DE BOLSILLO) CON VENTILACION (INDUSTRIALES)

Ventajas

- Fiabilidad excelente
- Larga vida (más de 2.000 ciclos, la vida total puede variar entre 8 y 25 años o más, dependiendo de la aplicación y las condiciones en que opere)
- Puede resistir problemas eléctricos (como la inversión o sobrecarga), abuso físico y manejo duro en general

- Buena retención de carga
- Puede tolerar la descarga profunda, lo que habilita el uso de la capacidad total de la batería
- La respuesta es buena tanto a alta como a baja temperatura
- Almacenamiento a largo plazo excelente (en cualquier estado de carga)
- Bajo mantenimiento
- Ausencia de ataques corrosivos del electrolito en los electrodos y otros componentes de la celda.

Desventajas

- El desprendimiento de hidrógeno puede producir explosiones.
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas
- Densidad de energía baja
- Coste inicial más alto que las baterías de plomo-ácido.
- Contiene cadmio, lo que puede aumentar el coste del reciclaje

E. BATERÍAS DE NÍQUEL-CADMIO (PLACA-SINTERIZADA) CON VENTILACION

Ventajas

- Perfil de la descarga plano
- Densidad de energía superior (50% mayor que las de placa de bolsillo)
- Superior rendimiento y actuación a bajas temperaturas
- Poco mantenimiento y resistente a condiciones duras de trato.
- Almacenamiento a largo plazo excelente en cualquier estado de carga y con un margen de temperaturas muy amplio (-60 °C a +60 °C)
- Buena retención de capacidad; la capacidad puede ser restaurada por recarga

Desventajas

- El desprendimiento de hidrógeno puede producir explosiones.
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas
- Contiene cadmio, lo que puede aumentar el coste del reciclaje

- Coste inicial más alto
- Efecto memoria (reducción de la tensión nominal) si no se hace periódicamente un ciclado de carga/descarga profunda.
- Necesidad de controlar la temperatura en el proceso de carga para aumentar las expectativas de vida útil

F. BATERÍAS DE NÍQUEL-CADMIO SELLADAS

Ventajas

- Elementos sellados
- Sin mantenimiento
- Largo ciclo de vida
- A baja temperatura buena capacidad de respuesta
- Larga vida en almacenamiento en cualquier estado de carga
- recarga rápida.

Desventajas

- El desprendimiento de hidrógeno puede producir explosiones.
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas
- Pérdida de tensión nominal en ciertas aplicaciones
- Contiene cadmio, lo que puede aumentar el coste del reciclaje
- Coste más alto que las baterías de plomo-ácido selladas
- Difícil de reciclar
- Coste inicial más alto

Nota- Lo expuesto anteriormente no es una lista exhaustiva de tipos de baterías pero cubre los tipos principales usados en las aplicaciones de Ayudas a la Navegación.

2.2 NUEVOS TIPOS DE BATERÍAS

Varios países están haciendo pruebas con baterías de níquel-metal hidruro y de ión-litio. En la actualidad, estos tipos están siendo principalmente fabricados para su utilización en vehículos eléctricos. Su desventaja principal en las aplicaciones AtoN es su costo,

significativamente más alto que las de plomo-ácido o de níquel-cadmio, sin embargo, cuando se amplíe el uso en el sector del vehículo eléctrico, seguramente su costo por kW h de capacidad se reducirá significativamente. Debería tenerse en cuenta que en las aplicaciones de AtoN, el costo de la batería secundaria puede ser un porcentaje pequeño del total del AtoN, pero el tamaño y peso (sobre todo en las aplicaciones en boyas) en relación al kW h de capacidad puede ser un significativo problema de diseño. Las baterías secundarias más caras pueden ser una mejor solución, en vez de realizar cambios estructurales en la AtoN que permitieran instalar la batería de la capacidad requerida.

Pendientes de disponer de más información procedente de la experiencia de los miembros de IALA, con las de níquel-metal hidruro y de ión-litio, las ventajas o desventajas básicas se mencionan más adelante en las secciones 3, 4 y 5 de este documento, aunque no tratan solo específicamente de estos tipos de batería. Debe solicitarse información pertinente al fabricante si se van a colocar en las instalaciones AtoN baterías de níquel-metal hidruro o de ión-litio.

G. BATERÍAS DE NÍQUEL-METAL HIDRURO

Ventajas

- Libres de Mantenimiento
- Larga vida
- Alta capacidad en relación al volumen
- Alta capacidad en relación al peso
- En funcionamiento normal no desprenden ningún gas
- Largo ciclo de vida (normalmente unos 1.200 ciclos, pero depende de la profundidad de descarga)
- Totalmente reciclables al final de su vida útil
- Amplio margen de temperaturas en las que pueden operar (de -20°C a +60°C)

Desventajas

- El coste
- Es esencial el uso de regulador de carga
- Experiencia limitada de uso en las aplicaciones AtoN

H. BATERÍAS DE ION-LITIO

Ventajas

- Libres de Mantenimiento
- Larga vida
- Alta capacidad en relación al volumen
- Alta capacidad en relación al peso
- En funcionamiento normal no desprenden ningún gas
- Largo ciclo de vida (normalmente unos 1.000 ciclos, pero depende de la profundidad de descarga)
- Razonable margen de temperatura en las que pueden operar (de -10°C a +45°C)

Desventajas

- El coste
- Complejidad para integrar la batería en un sistema electrónico de gestión.
- Experiencia limitada de uso en las aplicaciones AtoN
- Sobrecalentamiento (embalamiento térmico) en baterías por cargadores o instalaciones inadecuadamente diseñadas
- Contiene litio, lo que puede aumentar el coste del reciclaje.

Están disponibles baterías de litio-polímero, con características similares a las de ión-litio, pero más estables.

3 CRITERIOS OPERATIVOS PARA BATERÍAS SECUNDARIAS EN APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Esta sección especifica el criterio de funcionamiento para baterías secundarias en aplicaciones fotovoltaicas.

Las condiciones siguientes de uso son las asociadas únicamente con los sistemas fotovoltaicos. En estos sistemas la batería puede proporcionar carga constante, variable o intermitente al equipo conectado, y pueden incluir sistemas híbridos y otras fuentes de energía renovables,.

3.1 CONDICIONES GENERALES DE TRABAJO

En un sistema fotovoltaico típico (PV), la batería opera bajo unas condiciones climatológicas medias del lugar que pueden someterla a las condiciones siguientes.

3.1.1 Tiempo de autonomía

La batería se diseña para proporcionar energía bajo condiciones específicas de períodos de tiempo de 3 a 30 días sin o con mínima insolación. Algunos sistemas, en zonas de condiciones climáticas extremas, pueden necesitar periodos significativos mayores o menores.

Al calcular la capacidad de la batería requerida deben considerarse los puntos siguientes:

1. La demanda diaria requerida respecto al ciclo estacional (puede haber limitaciones en la profundidad máxima de descarga)
2. tiempo exigido para acceder al sitio
3. envejecimiento
4. los condicionantes de la temperatura
5. el posible aumento futuro de la carga
6. las condiciones climáticas locales

Véanse la Guía de la IALA acerca del Método Normalizado para Definir y Calcular el Perfil de Carga de Ayudas a la Navegación, de diciembre de 1999.

3.1.2 Corrientes típicas de carga y descarga

Las corrientes de carga generadas por una instalación fotovoltaica son habitualmente:

1. Corriente máxima de carga: $I_{20} = C_{20} / 20\text{hr}$
2. Corriente media de carga: $I_{50} = C_{50} / 50\text{hr}$
3. La corriente de descarga está determinada por la carga. La corriente de descarga media: $I_{100} = C_{100} / 100\text{hr}$

Dependiendo del diseño del sistema, por ejemplo para los sistemas híbridos, las corrientes de carga y de descarga pueden variar en un margen más amplio.

C_{20} es el índice de capacidad de una batería, en amperios hora, cuando se ha descargado en 20 hrs.

3.1.3 Ciclo diario

La batería normalmente se expone a un ciclo diario :

1. cargando durante las horas de luz del día
2. descargando durante las horas de la noche.

3.1.4 Ciclo estacional

La batería puede estar sometida a un ciclo de carga estacional debido a la variación anual en la insolación como sigue:

1. períodos con insolación baja, por ejemplo durante el invierno, que causan baja producción de energía
2. períodos con insolación alta, por ejemplo en verano, que llevará a la batería a condiciones de carga total. Esta puede sobrecargarse.

La descarga estacional no debe hacer que la batería exceda la profundidad máxima de descarga (DOD) especificada por el fabricante para unas determinadas condiciones de temperatura medioambientales . Pueden protegerse mediante un interruptor de descarga que se activa cuando se excede el límite máximo (DOD).

3.1.5 Período de alto estado de carga

Por ejemplo, durante el verano la batería tendrá un estado alto de carga (SOC), entre el 80% y 100% de capacidad nominal.

Un sistema regulador de voltaje, normalmente, limita el voltaje máximo de la batería durante el período de recarga.

En un sistema fotovoltaico “autorregulado” , el voltaje de la batería no está limitado por un regulador de carga pero sí por las características del generador fotovoltaico . El sistema se diseña normalmente eligiendo el voltaje máximo de la batería para que recupere el máximo estado de carga (SOC) lo antes posible, pero sin sobrecargarla. La sobrecarga aumenta la emisión de gas que provoca consumo de agua en el electrolito. En las baterías de plomo-ácido con válvula de regulación (VRLA), la sobrecarga aumentará la emisión de gas y la generación de calor.

Normalmente el voltaje máximo se limita a 2,4 V por vaso para las de plomo-ácido, y 1,55 V para las de níquel-cadmio. Algunos reguladores permiten que el voltaje de la batería pueda exceder estos valores por un período corto, como un pico de carga. La

compensación de temperatura debe usarse si la temperatura en que opera se desvía significativamente de los 20°C. El fabricante debe proporcionar los valores específicos.

La vida de una batería en un sistema fotovoltaico sometida a un estado habitual de sobrecarga, puede ser considerablemente menor que la nominal de la misma trabajando en flotación.

3.1.6 Período sostenido de baja carga

Durante los períodos de insolación baja, la energía producida por los módulos solares puede no ser suficiente para recargar la batería. Por consiguiente el estado de carga a lo largo del año disminuirá a un mínimo durante los meses invernales y volverá a cargarse al máximo durante el verano. Un ciclo diario de carga y descarga estará superpuesto en la curva del ciclo anual de carga y descarga.

3.1.7 Estratificación del electrolito

La estratificación del electrolito es un fenómeno que puede ocurrir en las baterías de plomo-ácido. En las de plomo-ácido ventiladas, la estratificación del electrolito puede evitarse por agitación del mismo o por los impulsos periódicos de carga (carga de igualación) que reciben y, en las baterías de VRLA, actuando según las instrucciones del fabricante.

3.1.8 El transporte

Las baterías operan a menudo en sitios inaccesibles. Las cimas de montañas y los lugares desiertos son dos ejemplos obvios, donde puede que no exista acceso por caminos apropiados.

Las baterías, por consiguiente, pueden sufrir un trato duro en su traslado y por eso debe usarse un embalaje conveniente para protegerlas durante el transporte.

El transporte hasta la ayuda puede realizarse en el embalaje original para conseguir su protección. Debe tenerse cuidado para evitar vibraciones fuertes que puedan causar daño a los vasos. Manipulándolas en terreno difícil pueden dañarse sobre todo las carcasas, cuando son de plástico. El transporte en helicóptero es una alternativa viable, con tal de que el descenso sea controlado para prevenir que la oscilación de la carga impacte contra un objeto, con la consiguiente destrucción de los vasos y la contaminación del lugar del desembarco con el electrolito. Las baterías primarias deben transportarse en seco, añadiéndoles el agua in situ, si es posible. También pueden transportarse en seco y rellenarse con el electrolito, y cargarse en el sitio de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

3.1.9 Almacenamiento

Los fabricantes suelen dar recomendaciones para el almacenamiento. Mostramos las condiciones recomendadas para aplicaciones solares en la tabla siguiente:

Tipo de batería	Rango de temperatura	Humedad	Período de almacenamiento con electrolito	Período de almacenamiento sin electrolito
Plomo-ácido	-20 °C a +40 °C	< 95 %	sobre 0,5 año	1 - 2 años (carga seca)
Níquel-Cadmio	-40 °C a +50 °C	< 95 %	sobre 0,5 año	1 - 5 años (vacía)

Las baterías almacenadas llenas y cargadas requieren un periodo de recarga antes de su instalación. El fabricante debe proporcionar las instrucciones acerca de los intervalos y métodos en los que debe efectuarse.

La exposición a alta temperatura y humedad durante el almacenamiento puede ocasionar una pérdida de capacidad. La temperatura de una batería guardada en un recipiente expuesto a la luz directa del sol, puede subir a 60 °C o más durante el día.

3.1.10 Temperatura de trabajo

El rango de temperatura soportado por la batería durante su funcionamiento afectará, significativamente, a la vida de la misma y será un factor importante para su selección. Se muestran los valores límites para las condiciones de funcionamiento en aplicaciones solares, en la tabla siguiente:

Tipo de la batería	Rango de temperatura	Humedad
Plomo-Ácido	-20 °C a +40 °C	< 95 %
Níquel-Cadmio	-40 °C a +50 °C	< 95 %

El fabricante debería proporcionar instrucciones para temperaturas fuera de este rango. Normalmente, sabemos por experiencia que la expectativa de vida para las de plomo-ácido se divide por dos por cada 10 °C que suba la temperatura a la que opera, sobre el máximo recomendado por el fabricante. La temperatura también tendrá algún efecto en las de níquel-cadmio. La baja temperatura reducirá la carga, el rendimiento en descarga y su capacidad. El fabricante debe proporcionar información detallada.

3.1.11 Protección física

La protección física es necesaria para protegerlas de la manipulación o de la adversidad de las condiciones del lugar y, por ejemplo, contra los efectos de:

1. gradiente y extremos de temperatura,
2. exposición directa a la luz del sol (radiación de UV)
3. polvo o arena transportado por el aire
4. atmósferas explosivas
5. humedad alta y lluvias abundantes
6. terremotos
7. impactos, giros, aceleraciones y vibraciones (particularmente durante el transporte, y en las aplicaciones en boyas ligeras)
8. maltrato mecánico severo y el manejo inadecuado.

NOTA: Debe proporcionarse una protección aislante a todos los terminales de conexión.

3.2 CAPACIDAD

La capacidad de almacenamiento de energía se expresa en amperios-hora (Ah) y varía con las condiciones de uso (la temperatura del electrolito, la corriente de descarga y el voltaje final). Normalmente, el índice de capacidad para 10 y 5 horas de descarga viene dada por el fabricante. La capacidad para un tiempo de descarga de 100 horas (C_{100}) también útil conocerla porque normalmente se usa en las aplicaciones fotovoltaicas.

3.3 CICLO DE VIDA

El ciclo de vida (la duración) es la capacidad de la batería para resistir periodos repetidos de carga y descarga.

Normalmente se expresa en ciclos y se referencia a una determinada profundidad de descarga (DOD), con la batería totalmente cargada en cada ciclo. Su vida se caracteriza por el número de ciclos que pueden lograrse antes de que la capacidad baje del valor especificado en las normas pertinentes (por ejemplo 80% de la capacidad nominal).

En las aplicaciones fotovoltaicas se expondrá a un número elevado de ciclos poco profundos, pero también a un variable estado de carga. Las baterías deben cumplir los requisitos de prueba descritos en IEC 61427, que es una simulación del funcionamiento

de un sistema fotovoltaico . El fabricante especificará el número de ciclos que pueden lograr antes de que la capacidad nominal baje del 80% de la estimada.

3.4 CONTROL DE CARGA

Para mantener el rendimiento óptimo de una batería es esencial que su carga se controle adecuadamente. Al comienzo del ciclo de carga la corriente debería limitarse para asegurar que no se produzca generación de gases a causa de un voltaje excesivo aplicado al vaso; mientras la capacidad se recupera, la corriente de carga debe limitarse para mantener el voltaje de los vasos en el umbral requerido para la generación de gases o ligeramente inferior ; una vez recuperada la plena capacidad se debería aplicar una carga final a corriente constante por un período de tiempo fijo (carga de igualación). Aunque estas condiciones no puedan lograrse prácticamente en los sistemas de energía fotovoltaica, hay ciertas circunstancias que se necesitan para minimizar el mantenimiento y mantener la vida de la batería. Los parámetros del regulador tendrán en cuenta los efectos del diseño del generador fotovoltaico, la carga, la temperatura y los valores límite recomendados para proteger la batería. Las de plomo-ácido o de níquel-cadmio tendrán el electrolito suficiente para cubrir el período entre, por lo menos, las visitas de mantenimiento planificadas.

La sobrecarga excesiva no aumenta la energía almacenada en la batería. En cambio, la sobrecarga afecta al intervalo de servicio debido al consumo de agua destilada en las baterías ácidas como resultado de la generación de gases. Para minimizar este efecto el voltaje de regulación de la carga debe compensarse con los cambios en la temperatura del electrolito, ya que esto afecta directamente al umbral de voltaje de generación de gases . Contrariamente a esto, la estratificación puede ocurrir en baterías de electrolito líquido, particularmente en sistemas fotovoltaicos donde la insolación es a menudo insuficiente para proporcionar generación de gases durante el funcionamiento normal. La estratificación se produce cuando capas menos densas de electrolito se depositan sobre capas más densas situadas en el fondo de los vasos, lo que produce una reducción de capacidad. Esto puede corregirse con la agitación que se produce durante el proceso de gasificación. Por consiguiente, el proceso de regulación de carga debe diseñarse para promover la generación de gases a intervalos regulares. Esto puede lograrse elevando el voltaje de control de carga durante un período y restableciéndolo una vez que se ha producido la generación de gases . Esto normalmente se llama período de carga profunda. En las baterías ácidas con válvula de regulación, la carga profunda puede producir una pérdida de electrolito, perdiéndose capacidad o aumentando la temperatura, y por consiguiente debe controlarse cuidadosamente para lograr la vida óptima.

3.5 RETENCIÓN DE CARGA

La retención de carga es la facilidad de una batería para conservar la capacidad durante los períodos sin carga, es decir cuando no está conectada a un sistema, durante el transporte o en el tiempo de almacenamiento. Una batería para una aplicación fotovoltaica debe tener una alta capacidad de retención de carga. Deberá estar indicada por el fabricante y estará conforme a los requisitos de las normas relacionadas con ellas.

NOTA: La retención de carga puede afectar al tiempo de almacenamiento permitido y al de autonomía.

3.6 PROTECCIÓN DE SOBRECARGA

Las baterías de plomo-ácido se protegerán contra sobrecargas para evitar la pérdida de capacidad debido al sulfatado irreversible. Esto puede lograrse desconectando el consumo cuando la tensión es inferior a la que corresponde a la máxima profundidad de descarga permitida.

NOTA - Las baterías de Níquel-cadmio normalmente no requieren este tipo de protección.

3.7 ROBUSTEZ MECÁNICA

Las baterías para aplicaciones fotovoltaicas estar diseñadas para resistir las tensiones mecánicas durante el transporte normal y el manejo rudo. Es posible que se necesite un embalaje y protección adicionales durante el transporte en terrenos difíciles.

En boyas ligeras se elegirán las que puedan resistir impactos, vibraciones y aceleraciones, ya que estas pueden estar sujetas a movimientos violentos. El diseño de la batería debe prevenir cualquier fuga del electrolito, dando salida adecuada y proporcionando escape para cualquier gas generado, pero previniendo que el agua no entre en el interior de la batería.

3.8 RECICLAJE Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Las leyes y normativas que regulan el reciclado y la eliminación de las baterías están siendo más estrictas cada año. En muchos países, son consideradas residuos peligrosos. Los metales pesados usados, si se gestionan inadecuadamente, dañarán el ambiente; la naturaleza corrosiva de los electrolitos también pueden causar daños si se producen vertidos. Aunque las baterías de litio tienen menor riesgo de polución que las otras, deben tratarse todavía como residuos peligrosos debido a que pueden producir explosiones en algunas circunstancias. Las de plomo-ácido y de níquel-cadmio son reciclables en la mayoría de los países, aunque las restricciones en el reciclaje de las de níquel-cadmio parecen estar aumentando, junto con los costes asociados. Hay que hacer el esfuerzo de ocuparse de estas baterías correctamente cuando llega momento de deshacerse de ellas. En la mayoría de los países hay leyes estrictas que regulan el manejo de los residuos peligrosos.

Deben mantenerse además archivos detallados para responder del paradero de las baterías durante todas las fases de su eliminación. Hay que usar transportistas serios para asegurarse que los materiales llegarán al destino y no se quedarán tirados en el borde del camino. El primer punto de contacto para establecer las normas de gestión de residuos debe ser el vendedor de la batería.

4 SEGURIDAD EN SU MANIPULACIÓN

Las baterías son una parte integral de cualquier sistema, ya sea solar, eólico o híbrido utilizado para ayudas a la navegación. Sin embargo se ha escrito poco acerca de su instalación, mantenimiento, reciclaje, eliminación y seguridad.

4.1 ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE BATERÍAS.

Los sistemas de baterías de gran capacidad son una fuente potencial de corrientes de cortocircuito extremadamente altas. Hay que tener mucha precaución en la instalación y puesta en servicio de cualquiera de los componentes del sistema para prevenir cortocircuitos.

Las baterías secundarias generan hidrógeno durante el proceso de carga. Cuando la batería alcanza la plena carga, se generan cantidades significativas de hidrógeno.

El hidrógeno es muy inflamable y produce explosiones especialmente violentas.

Por tanto se deben observar las siguientes medidas de seguridad en todo momento:

1. No fumar y evitar llamas, chispas o arcos en las proximidades de la batería.
2. Examinar el interior del habitáculo donde están instaladas las baterías con un detector de gas apropiado antes de entrar. El compartimento debería disponer de una canalización desmontable y antichispa para la inserción de la sonda y el sensor.
3. Ventilar el emplazamiento cerrado (dejar las puertas abiertas) durante al menos 5 minutos antes de efectuar las labores de mantenimiento.
4. El operario debe descargarse de electricidad estática antes de entrar en contacto con los vasos, tocando una superficie puesta a tierra, como por ejemplo un conductor.
5. Los hidrómetros (densímetros) para baterías de níquel-cadmio y de plomo ácido se deben mantener separados y no intercambiarse.
6. Las baterías primarias del tipo despolarizado de aire húmedo y las secundarias de níquel-cadmio normalmente contienen un electrolito fuertemente cáustico. Las secundarias de plomo-ácido contienen una solución fuertemente ácida. Durante la instalación y puesta en servicio de estos tipos de baterías los operarios deberán usar gafas protectoras, delantal y guantes de goma, y tener disponible un punto de suministro de agua dulce para aclararse los ojos.

4.2 INSTALACIÓN

Una vez recibidas, deberán instalarse lo antes posible salvo que se hayan transportado en seco. De lo contrario se tendrán que almacenar en un lugar cerrado, fresco y seco. Las baterías secundarias necesitan una carga puntual de recuperación inmediatamente después de la instalación o bien cada cierto tiempo (según especifique el fabricante) en caso de almacenamiento. Las cargas de recuperación normalmente requieren un sistema de carga profunda.

Los sistemas de baterías secundarias de gran capacidad son bastante pesados; es normal que un vaso alcance los 100 Kg. o más. El levantamiento y transporte de baterías se debe hacer siempre siguiendo las pautas de seguridad en el trabajo establecidas. No se deben levantar por los terminales ni mediante pinzas de fricción, salvo que éstas hayan sido suministradas o autorizadas por el fabricante. Izarlas usando los cáncamos o cinchas acrílicas de sujeción suministradas por el fabricante.

Se debe colocar material aislante sobre los terminales para evitar cortocircuitos que puedan producirse por contacto con los materiales metálicos de los elementos de izado.

La instalación se deberá realizar preferiblemente en un lugar limpio, seco y protegido de la luz directa del sol [para evitar el sobrecalentamiento de vasos] La estructura externa de protección se deberá realizar de un material aislante, de color claro para evitar

sobrecalentamiento por el sol y hacer las veces de contenedor por si se diera el caso de rotura de un vaso (solo en el caso de las de electrolito liquido). Los soportes inferiores, si se emplean, tendrán que llevar bandejas o revestimientos aislantes para aislar los vasos del suelo y se deberán ordenar apropiadamente y asegurar bien para evitar que se vuelquen. Las instaladas en ayudas a la navegación con plataformas sobre el agua, se deberán asegurar de tal forma que se puedan recuperar en caso de que sea destruida por un temporal o la colisión con un buque.

Se aconseja colocar en el suelo de la estructura de protección, esponjas absorbentes y otros materiales capaces de neutralizar el electrolito derramado, y que tengan capacidad para, al menos, la cantidad de electrolito de dos vasos.

Instalar las conexiones entre vasos siguiendo las instrucciones del fabricante. Recubrir los terminales y las conexiones con grasa antioxidante o vaselina para evitar la corrosión. Se recomienda la utilización de cubiertas aislantes para las conexiones entre vasos para evitar cortocircuitos accidentales, pero para que sean efectivas deberán diseñarse de forma que no impidan las tareas rutinarias de mantenimiento.

Ninguna fuente de ignición, incluyendo instrumentos de encendido electrónico o aparatos de iluminación, deberá instalarse en la sala de la batería salvo que su utilización este específicamente aprobada para atmósferas con alta presencia de hidrógeno.

Para sistemas de gran capacidad, la instalación eléctrica necesitará protección para sobrecorrientes, y normalmente serán preferibles los interruptores de corte automático que los fusibles porque los primeros se puede rearmar, mientras que los fusibles se deben sustituir con un repuesto de igual tamaño y capacidad, poco adecuados en un lugar remoto.

4.3 VENTILACIÓN

Las baterías de plomo-ácido y níquel-cadmio producen hidrógeno y oxígeno en su proceso de carga. Las secundarias que emplean características de recombinación, solo emiten gas cuando el nivel de éste supera el de la tasa de recombinación. Esto generalmente sucede durante la sobrecarga. Las baterías sin características de recombinación emiten gas sólo cuando están completamente cargadas y continúan recibiendo una carga (estado de flotación). La cantidad de hidrógeno y oxígeno producida no depende tanto del tipo y tamaño de la batería (plomo-ácido o níquel-cadmio), como del nivel de carga, número de vasos y duración del tiempo de carga que se aplique.

El hidrógeno y oxígeno que se produce es resultado de la electrolisis del agua en el electrolito. Las concentraciones de hidrógeno de hasta el 3% (por volumen) no son inflamables; entre el 4 y el 8% el hidrógeno arde si se expone a una llama abierta o

chispa, y, por encima del 8%, el hidrógeno arde explosivamente. El hidrógeno también se puede producir en los bolsillos de la batería por reacción entre agua residual y diferentes metales o corrosión de metales por electrolito derramado.

La máxima concentración de hidrógeno para un espacio cerrado establecida por la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los EEUU es del 1%. Compruebe con su departamento que regula la seguridad de los trabajadores y la protección contra incendios, cuales son los límites considerados como aceptables en su país. Algunos tienen límites sustancialmente más bajos.

Algunas baterías también liberan pequeñas cantidades de gases tóxicos. En cualquier caso, calculando la ventilación requerida basada en el gas predominante, hidrógeno, se mantienen estos gases por debajo de sus límites de toxicidad.

La producción de hidrógeno por las de plomo-ácido y níquel-cadmio debería cumplir con la siguiente fórmula:

$$H = 0,459 \times N \times I$$

En la que:

H es la cantidad de hidrógeno producido en l/h (litros/hora);

0,459 l/h es la producción máxima de hidrógeno por vaso y por amperio de corriente de carga a temperatura y presión normales;

N es el número de vasos;

I es la corriente de carga estimada.

Se debe predeterminar la corriente de carga para cada batería. Los fabricantes pueden facilitar información sobre los niveles de emisión de gases. Téngase en cuenta que algunas, especialmente las de plomo-antimonio, producen un nivel más alto de gas a medida que envejecen y a medida que la temperatura del electrolito asciende por encima de la nominal (normalmente 25 grados C). A falta de esto, una regla general “a ojo” es que la corriente de flotación no exceda el 1% (0,01) de la capacidad nominal en amperios-hora. Esta regla “a ojo” no cuenta para un cargador defectuoso que podría cargar la batería a un nivel superior que el porcentaje de su capacidad nominal. En tanto que este tipo de fallo es raro, lo prudente es comprobar si el factor de seguridad entre el nivel máximo de concentración (véase más adelante) y el menor límite de inflamación (4%) puede acomodarse al exceso de producción de hidrógeno. Los detectores de hidrógeno o las alarmas por sobretensión de un sistema de supervisión remota, pueden avisar anticipadamente de niveles peligrosos de gas. Se debería considerar la instalación de dichos sistemas de aviso en compartimentos cerrados de ayudas a la navegación.

Sabiendo la cantidad de hidrógeno producido, se puede calcular la cantidad de aire nuevo que se requiere para evitar que la concentración exceda el nivel predeterminado:

$$A = H/C$$

Donde:

A es la cantidad de aire nuevo requerido en l/h

H es la cantidad de hidrógeno producido en l/h

C es el nivel máximo de concentración en forma decimal.

A continuación se debe calcular el volumen del habitáculo o sala de la batería. Para sistemas de gran capacidad en tierra, los fabricantes de salas “modulares” puede que tengan la posibilidad de aportar información sobre la proporción de renovación de aire fresco. Un edificio remodelado que genere una pequeña sala de baterías, tendrá una renovación de aire en unas 4 horas. Por tanto, como ejemplo, si se requieren 8.000 l/h (litros/hora) de aire nuevo, entonces la sala debe tener un volumen de al menos 32.000 litros si no hay instalado un sistema de ventilación. Si se requiere ventilación adicional, entonces el tipo preferible es un respiradero con rejilla en la parte inferior, empotrado en la puerta o en la pared y otra rejilla de ventilación en el punto más alto de la cubierta (para expulsar el hidrógeno acumulado cerca del techo). En la puerta de acceso a la sala de baterías se deben colocar señales de aviso similares al siguiente ejemplo:

A T E N C I O N
GAS HIDRÓGENO. APAGUE EL CIGARRILO
VENTILE DURANTE 5 MINUTOS ANTES DE ENTRAR

Si la ventilación natural no es capaz de producir el recambio de aire necesario entonces se debe emplear una ventilación mecánica, colocada con la salida del escape en lo más alto del habitáculo, y aperturas de entrada de aire adecuadas en o cerca del nivel del suelo. Los extractores deben ser del tipo adecuado para el uso en compartimentos de baterías. El motor, el ventilador asociado y el conducto deben estar situados de tal modo que sean completamente externos al recinto que se esté ventilando.

Hay tapones de recombinación disponibles para varios tipos de batería. Estos reducirán la cantidad de hidrógeno liberado pero seguirá siendo necesaria ventilación. El fabricante debe aportar los detalles sobre los volúmenes de gas producidos.

4.3.1 Instalación en Boyas

Los bolsillos de las boyas que contienen baterías deben necesariamente disponer de ventilación para evitar acumulación de hidrógeno o para el correcto funcionamiento de las baterías de aire despolarizado. Un método es proporcionar un paso de ventilación para cada bolsillo, de al menos 19 mm. de diámetro. El paso de ventilación debe entrar por la parte superior de cada bolsillo con tubos cruzados en el fondo.

Si los conductos de ventilación terminan en las caras opuestas de un reflector de radar u otra estructura sólida, entonces se crea una corriente de ventilación, ya que los vientos predominantes establecen un diferencial de presión entre las dos tomas de aire. El tubo cruzado del fondo asegura que el bolsillo se purgue entero. En el caso de un único bolsillo, con dos respiraderos es suficiente; uno entra por la parte superior, y el otro por el fondo para asegurar la renovación completa. Los tubos de ventilación pueden tener válvulas de aire instaladas para impedir la entrada de agua. Este método de ventilación se ha demostrado capaz de proveer oxígeno a baterías primarias de aire despolarizado de más de 6.000 amperios-hora.

Los cajones de baterías en la superestructura de la boya se pueden ventilar y drenar fácilmente, evitando así la acumulación de gas y los riesgos de inundación asociados a los bolsillos instalados en el cuerpo del flotador.

5 NORMAS DE MANTENIMIENTO

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En un diseño correctamente realizado para una ayuda a la navegación, la batería puede requerir solo un mínimo de atención. No obstante, es una buena norma llevar a cabo una inspección del sistema de acumulación al menos una vez al año, o en el intervalo recomendado para asegurar que el cargador, la batería y los equipos electrónicos auxiliares están funcionando correctamente.

El mantenimiento puede dividirse en varios niveles:

1. Monitorización remota.
2. Inspecciones/ chequeos rutinarios.
3. Revisión periódica.
4. Revisión a fondo.
5. Sustitución y reciclaje

Es aconsejable el establecimiento de procedimientos de mantenimiento en función de las especificidades del lugar donde está establecida la ayuda a la navegación marítima, teniendo en cuenta:

1. Tamaño, tipo y forma de la AtoN.
2. Accesibilidad del lugar
3. Condiciones climáticas locales
4. Nivel de formación técnica que posee el personal de mantenimiento.
5. Periodo de servicio hasta su sustitución

Las exigencias básicas para el mantenimiento de un sistema de alimentación por batería de acumuladores pueden dividirse en tres grupos, los cuales pueden modificarse y optimizarse en función de nuestras necesidades concretas

1. Requerimientos específicos de los acumuladores de baterías.
2. Condicionamientos de la instalación y medioambientales: (el tipo de AtoN, su modo previsto de operar, método de carga, necesidades de mantenimiento, servicio y medioambiente influirán significativamente en el tipo de sistema de alimentación que se va a emplear).
3. Requerimientos del usuario-operador: Lugar de la instalación - accesibilidad y medio-ambiente, filosofía de mantenimiento, capacidades y grado de formación del personal de mantenimiento.

Solo se debería permitir el acceso al área de las baterías al personal que haya sido formado en procedimientos de mantenimiento, manejo de la instalación y carga de las mismas.

5.2 INSPECCIONES.

Cuando se lleva a cabo una inspección, se recomienda adoptar procedimientos específicos para asegurar el mantenimiento de la batería en buen estado. Los resultados de todas las inspecciones deben registrarse. Es una buena práctica mantener un diario en el que se puedan anotar los valores de medidas tan pronto como se realicen, tales como cortes de alimentación principal, test de descarga, test de capacidad, tiempo y condiciones de almacenamiento, fechas de reposición de agua, etc.

Los registros llevados a cabo (procedimientos de mantenimiento anteriores, problemas medioambientales, fallos del sistema y cualquier labor de reparación hecha en el pasado) son ayudas inestimables para determinar el estado de las baterías. Los procedimientos de inspección se describen en los siguientes párrafos. La fecha de instalación se debe anotar también.

5.2.1 Lecturas iniciales.

Las lecturas iniciales son las que se toman en el momento de la puesta en servicio de la batería.

Es aconsejable tomar y registrar las siguientes lecturas en una batería completamente cargada desconectada del cargador.

1. Voltaje en los terminales y en los de cada vaso.
2. Niveles de electrolito en los vasos, donde sea accesible.
3. Temperaturas internas de al menos el 10% de los vasos; para baterías de regulación por válvula, se debe leer la temperatura del polo negativo.
4. Temperatura ambiente.
5. Lectura de la densidad específica corregida a 25 grados Celsius, donde sea accesible.
6. Voltajes del cargador y límite de corriente.

Es importante que estas lecturas iniciales sean registradas para futuras comparaciones

5.2.2 Medidas y registros anuales

1. Voltaje en los bornes de la batería y en los vasos. Si es posible, estas medidas deberían hacerse cuando la batería está a plena carga.
2. Voltaje de carga (ajustes del voltaje de carga, del límite de la corriente de carga y comprobación del sistema de control de carga); al mismo tiempo, es muy importante que el voltaje de carga recomendado permanezca inalterado. El consumo excesivo de agua de la batería se debe habitualmente a inadecuados ajustes de voltaje en el cargador, produciendo sobrecarga y generación de gases. Un régimen inadecuado de carga acorta la vida de la batería, más que ninguna otra causa.

3. Densidad específica de cada vaso, corregida a 25° C antes de rellenar de agua a tope. La densidad específica de los vasos debería estar dentro del margen de 0.015 kg / l. del valor especificado por el fabricante.
4. La temperatura de los vasos durante la carga debería ser uniforme y las diferencias de temperatura entre ellos no debería exceder los 3 ° C.

5.2.3 Índice de aislamiento

1. Indicador de voltaje de vaso (si se emplea), densidad específica y temperatura del electrolito (siempre que sea posible).
2. Conexión de las masas en la sala de baterías.
3. Utilizar agua destilada producida según las normas de la IEC.

5.2.4 Nivel del electrolito

No dejar nunca que el nivel descienda por debajo de la marca del mínimo. Utilizar únicamente agua destilada o desionizada para rellenar, según un calendario establecido, que dependerá de la tensión de flotación, del número de ciclos y de la temperatura. No llenar excesivamente los vasos. La experiencia indicará el intervalo entre dos reposiciones de agua; este intervalo de tiempo puede variar de uno a varios años, dependiendo del tipo de aleación, del tipo de celda, factor de temperatura y edad de la batería. No obstante se recomienda inicialmente que los niveles del electrolito se controlen regularmente para confirmar la frecuencia de reposición de agua requerida para una instalación determinada. Debería registrarse el consumo de agua.

5.2.5 Consumo de electrolito

El consumo excesivo de agua indica que se está trabajando a un voltaje excesivo o también a temperatura elevada. Un consumo inapreciable de agua con las baterías trabajando continuamente a baja corriente o carga de flotación, podría indicar carga insuficiente. Un consumo razonable de agua es la mejor indicación de que una batería está trabajando en condiciones adecuadas. Todo cambio advertido en el índice de consumo de agua debería investigarse inmediatamente.

Las baterías selladas, libres de mantenimiento no requieren reposición de agua. Se usan válvulas de presión para el sellado y no pueden abrirse sin ocasionar su destrucción.

5.2.6 Inspecciones visuales anuales

Aspecto general y limpieza de la batería y de su zona de instalación (sala, armario). Eliminar cualquier resto de contaminación existente y mantener la sala de baterías, los vasos, ventilaciones, bornes y conectores limpios y secos siempre, ya que el polvo y la humedad pueden producir pérdidas de corriente. Cualquier vertido ocasionado durante las operaciones de mantenimiento debe corregirse de inmediato. Las carcasas deben limpiarse con agua dulce; no usar para esta operación cepillos metálicos o disolvente de ningún tipo. Los tapones de ventilación pueden aclararse también en agua dulce para su limpieza si es necesario.

1. Inspeccionar posibles pérdidas de electrolito, fracturas o grietas en la carcasa de la batería.
2. Observar si hay indicios de sulfatación en las conexiones.
3. Conexiones y bornes deben estar protegidos contra la oxidación cubriéndolos con una capa fina de grasa de silicona o aceite anti-corrosión.
4. Comprobar el apriete de todas las conexiones roscadas (par de torsión especificado por el fabricante)
5. Tuercas sueltas y malas conexiones pueden producir averías, temperaturas elevadas e incluso fuego.
6. Verificar las condiciones del sistema de ventilación; asegurarse que los canales de ventilación y los filtros funcionan correctamente y permiten un flujo continuo de aire en la sala o armario de baterías.
7. Comprobar si hay indicios de fuga de corriente a tierra.
8. Verificar el equipamiento de seguridad, por ejemplo colirio, guantes de goma, delantal, guantes de seguridad etc.

9. Comprobar la integridad del soporte, la estructura y carcasa de la batería.

5.2.7 Inspecciones especiales

Si las baterías han estado sometidas a condiciones anormales, como una descarga muy profunda o una exposición a temperaturas extremas, debe realizarse una inspección para determinar si han resultado dañadas. Esta inspección debería incluir la medida de la tensión en los terminales de la batería y en los vasos, la densidad, la temperatura interna y además una comprobación visual detallada de cada vaso, cableado y conexiones.

5.3 PRUEBAS

Las comprobaciones deberían realizarse siguiendo normas nacionales o internacionales. Por ejemplo, para la realización de las pruebas de ciclado, están especificadas sus condiciones en

IEC 60896/1 – para baterías estacionarias de plomo-ácido: con ventilación

IEC 60896/2 - para baterías estacionarias de plomo-ácido: con válvulas de regulación

IEC 61056/1 – para baterías portátiles de plomo-ácido: con válvulas de regulación

IEC 60622 – para baterías selladas monobloque de níquel-cadmio

IEC 60623 - para baterías con ventilación monobloque de níquel-cadmio

NOTA – La comprobación eléctrica de la batería no forma parte del mantenimiento rutinario, ya que se emplea para funciones de reserva y no es fácil aislarla del servicio para efectuar las pruebas. De todas formas, es aconsejable seguir las recomendaciones del fabricante si se necesita realizar una comprobación de la capacidad.

5.4 AVERIAS

Corregir inmediatamente los fallos en la batería o en el cargador. La disponibilidad de los datos registrados resultará muy útil para encontrar la causa de la avería.

5.5 ACCIONES CORRECTIVAS – GENERALIDADES

Los puntos siguientes son aspectos que es aconsejable llevar a cabo durante la inspección:

5.5.1 Condiciones físicas

En caso de celdas de electrolito líquido, corregir los niveles y registrar la cantidad de agua añadida. Hay que añadir solo el agua necesaria para llevar el nivel de los vasos a la línea del máximo. Para evitar que rebose el electrolito, sólo se debe añadir agua cuando se ha comprobado que los vasos están plenamente cargados. Es importante que no se añada agua sin mezclarla con el electrolito en climas donde puede congelarse.

Nota – La adición de agua altera la densidad del electrolito y se requiere una carga adicional para que se produzca la mezcla.

1. Limpiar los terminales oxidados (alta resistencia a la corriente) desconectándolos, limpiándolos y volviéndolos a conectar; apretar todas las conexiones roscadas al par especificado por el fabricante.
2. Cuando la diferencia de temperatura entre dos vasos exceda los 3° C durante una única inspección, determinar la causa y corregirla si es factible. La diferencia de temperatura es ocasionada habitualmente por diferentes resistencias internas.
3. Si se observa que los valores medidos están fuera de los límites del sistema de diseño establecido, determinar la causa y corregirla, si es factible. Esto normalmente requerirá la sustitución de algún vaso o del propio acumulador.
4. Eliminar la excesiva suciedad o electrolito vertido siguiendo los procedimientos prácticos de limpieza establecidos.
5. Cuando la tensión de una batería plenamente cargada está fuera del rango recomendado por el fabricante, hay que determinar la causa y corregirla.
6. Cualquier otra condición anormal debería corregirse según las recomendaciones del fabricante, por ejemplo:

5.5.2 Carga de igualación

Una carga de igualación unifica la tensión de los diferentes vasos y permite alcanzar la densidad especificada por el fabricante. Es necesario efectuarla después de que el acumulador haya sido sometido a descargas profundas y posibles cargas inadecuadas, y siempre que se produzca cualquiera de las condiciones que se mencionan a continuación. Estas condiciones, si no se corrigen durante largos periodos, pueden acortar sensiblemente la vida de la batería. No indican necesariamente una pérdida de capacidad.

1. En el caso de baterías de plomo-ácido de electrolito líquido, cuando la densidad específica, corregida por temperatura y nivel de electrolito de

una celda individual es 0.010 kg/l inferior a la media de todos los vasos en el momento de la inspección.

2. En el caso de las baterías de plomo-ácido de electrolito líquido, cuando la media de la densidad específica de todos los vasos, corregida por temperatura y nivel de electrolito, cae por debajo de 0.010 kg/l respecto al valor medio de la instalación, cuando la batería está a plena carga.
3. Cuando la tensión de un vaso a plena carga se desvía 0.1 V. del recomendado por el fabricante.

Nota: Una carga de igualación (por el nivel de tensión alcanzado) puede suponer un peligro para otros equipos conectados.

5.5.3 Cambio de electrolito

En la mayoría de las operaciones con baterías, el electrolito conserva su efectividad durante toda la vida de ésta. Por eso no es necesario normalmente cambiarlo. De todas formas, bajo ciertas condiciones de funcionamiento, que han implicado altas temperaturas y gran número de ciclos, el electrolito puede resultar excesivamente contaminado. En estas circunstancias, el rendimiento de algunos tipos de baterías puede mejorarse replazándolo. Deben seguirse las instrucciones de especialistas antes de llevar a cabo tales operaciones.

5.5.4 Sustitución de vasos

Un vaso averiado puede remplazarse por uno en buen estado del mismo tamaño, tipo, rango y edad aproximada. Un vaso nuevo no debería instalarse en serie con otros que han estado tiempo en funcionamiento, salvo como último recurso.

5.5.5 Estratificación del electrolito

La estratificación en vasos de gran tamaño, se produce por la aparición de distintas capas de concentración de electrolito, que puede limitar la aceptación de la carga, la corriente de descarga y la vida útil, a menos que se corrija durante el proceso de carga. Dos métodos para el control de la estratificación son: mediante la generación premeditada de gases en las placas durante un tiempo de sobrecarga al final del proceso de carga, o mediante la agitación del electrolito con bombas (habitualmente bombas de aire).

5.5.6 Efecto memoria

El efecto memoria consiste en un proceso que ocasiona la reducción temporal de la capacidad de un vaso con placas sinterizadas de una batería de níquel-cadmio, tras repetidos ciclos de cargas / descargas superficiales. Es completamente reversible mediante un ciclo de mantenimiento consistente en una descarga minuciosa seguida de completa carga /sobrecarga, repetido en sucesivas ocasiones.

5.6 SUPERVISIÓN REMOTA

En muchos casos, a causa de un acceso difícil, las visitas de mantenimiento rutinario resultan poco económicas. Si se opta por efectuar la supervisión, los parámetros que requieren ser monitorizados y registrados dependen de algún modo del tipo de sistema de acumulación y alimentación elegido. De todas formas, donde sea apropiado deberían incluirse los siguientes:

1. Voltaje del terminal de la batería
2. Estado del cargador (corriente de carga/ flotación)
3. Temperatura de la batería
4. Nivel del electrolito

Nota: - Si se instala un sistema de supervisión remota, es necesario un determinado grado de protección ambiental.

REFERENCIAS

Sandia National Labs, Handbook for Battery Energy Storage in Photovoltaic Power Systems, May 1980. Sandia National Laboratories, PO Box 5800, Albuquerque, NM 87185-0753, USA.

Sandia National Labs, handbook of Secondary Storage Batteries and Charge Regulators in Photovoltaic Systems, August 1981. Sandia National Laboratories, PO Box 5800, Albuquerque, NM 87185-0753, USA.

Exide Corporation, Instructions for Installing and Operating Solar Batteries, September 1985. Exide Corporation, 645 Penn St., Reading, PA 19601, USA.

SAFT Nife, Inc., Installation and Maintenance Instructions for Nickel-Cadmium Batteries. SAFT Nife Inc., 711 Industrial Blvd., Valdosta, GA 31601, USA.

IEEE Std 1145-1990, IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Nickel-Cadmium Batteries for Photovoltaic (PV) Systems, November 1990. The IEEE Standards Office, 445 Hoes Lane, PO Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331, USA.

Eveready Battery Engineering Data, Alkaline, Volume 2A, 1990. Eveready Battery Company Inc., Suite 203, 6133 Rockside Road, Independence, OH 44131, USA.

IALA Guide to Availability and Reliability of Aids to Navigation, 1989 (Chapter II-4). International Association of Lighthouse Authorities, 20 ter rue Schnapper, 78100 St-Germain-en-Laye, France.

(UK) Institution of Electrical Engineers Regulations for Electrical Equipment of Ships (Section 14).

EN 50091 – Uninterruptible Power Systems (UPS).

Part 1: General and Safety Requirements.

Linden, David Handbook of Batteries, Second Edition Mc Graw-Hill Inc 1995
0-07-037921-1

Vincent, C.A.; Scrosati, B.: Modern Batteries - An Introduction to Electrochemical
Power Sources, Second Edition Arnold 1997 0-340-66278-6

IALA, Engineering Committee REPORT IALABATT 87, IALA Workshop on
Batteries, Drujba, Bulgaria, April 1987 IALA 1987

IALA, Engineering Committee Report IALABATT 2, IALA Workshop on
Batteries, September 1993 IALA 1993

IALA, Engineering Committee IALABATT3, Session Reports, April 1997 IALA
1997

IALA, Engineering Committee AISM / IALA Questionnaire on batteries, 1999
IALA 1999

IALA, Engineering Committee IALA Guidelines for the safe handling of batteries
IALA 1994, revised 1996

International Electro technical Vocabulary, Chapter 486: Secondary cells and
batteries 1991 IEC 50 (486),

IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid
Batteries for Photovoltaic (PV) Systems 15 June 2000 IEEE Std 937-2000

Secondary cells and batteries for solar photovoltaic energy systems - General
requirements and methods of test. 1999-11 IEC 61427

Stationary lead-acid batteries - General requirements and methods of test. Part 1:
Vented types; Amendment No 1 (1988-01); Amendment No 2 (1990-12) 1987-01. IEC
60896-1

Stationary lead-acid batteries: General requirements and test methods. Part 2:
Valve regulated types 1995-11 IEC 60896-2

Portable lead-acid cells and batteries (Valve regulated types). Part 1: General requirements, functional characteristics - Methods of test 1991-05 IEC 61056-1

60622 Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells 1988-11 IEC

60623 Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells 1990-03 IEC

Accumulators, electrolyte and refilling water, general DIN 43530-1

Electrolyte for vented nickel-cadmium cells IEC 60993

Accumulators; electrolyte and refilling water; electrolyte for lead acid batteries
DIN 43530-2