

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**CARGADORES DE BATERIA – SISTEMAS DE CARGA DE
BATERIAS, TIPOS DE BATERIAS, CURVAS DE CARGA,
SENSORES DE TENSION Y CARGA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

HUMBERTO EFRAIN GARCIA RONDON

**PROMOCIÓN
1975 – I**

**LIMA – PERÚ
2006**

**CARGADORES DE BATERÍA. SISTEMAS DE CARGA DE BATERÍAS,
TIPOS DE BATERIAS, CURVAS DE CARGA, SENSORES DE TENSION
Y CARGA**

*Dedico este trabajo a:
Mis Padres Luis y Matilde por su
dedicación y sacrificio,
Mis Hermanos, Luis y Hernán por el apoyo
incondicional en mi carrera,
Y mis amigos por su apoyo desinteresado.*

SUMARIO

El presente informe pretende describir la tecnología utilizada en la propulsión de vehículos submarinos auto propulsados: Las Baterías.

Se presenta una visión general de los diferentes tipos de Baterías Primarias y Secundarias disponibles en la actualidad, las formas de activación y recarga, la importancia de la densidad de energía por unidad de peso y volumen, bastante crítico para la autonomía de los vehículos submarinos, llámense torpedos, submarinos, minas, boyas, etc., una comparación de la respuesta de voltaje en función de la capacidad y el comportamiento de las Baterías durante la descarga a diferentes valores de corriente durante su vida útil. Así mismo, las tendencias actuales de los cargadores de Baterías gracias a la creciente evolución de los componentes electrónicos.

ÍNDICE

ÍNDICE	VI
ILUSTRACIONES	VIII
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
CARGADORES DE BATERIAS PARA TORPEDOS	
1.1 Introducción	3
1.2 Finalidad de la carga de una batería	5
1.3 Cargadores de baterías, principio de funcionamiento	6
1.4 Cargadores de baterías controlados por el usuario	6
1.5 Cargadores de baterías inteligentes	7
CAPÍTULO II	
TIPOS DE BATERIAS	
2.1 Baterías Primarias	8
2.2 Activación de Baterías Primarias	9
2.3 Baterías Secundarias	13
2.4 Activación de Baterías Secundarias	14
CAPÍTULO III	
MANTENIMIENTO DE BATERIAS PARA TORPEDOS	
3.1 Mantenimiento de Baterías Primarias, vida útil	15
3.2 Curvas de descarga de Baterías Primarias	16
3.3 Mantenimiento de Baterías Secundarias, vida útil	18
3.4 Curvas de carga y descarga de Baterías Secundarias	19
CAPÍTULO IV	
CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CARGADOR DE BATERIAS	
4.1 Tendencias en la fabricación de cargadores de baterías	22
4.2 C.I. especiales con aplicaciones para el control de la carga de las baterías.	23
4.3 Los cargadores de baterías inteligentes y los sensores de tensión y carga	24

4.4 Diagrama de Bloques de un Cargador de Baterías	26
4.5 Algoritmos para la carga / descarga de Baterías	30
CONCLUSIONES	32
ANEXO A	
GLOSARIO DE TÉRMINOS DE BATERIAS	34
ANEXO B	
POTENCIALES DE ELECTRODO ESTANDARES	43
BIBLIOGRAFÍA	45

ILUSTRACIONES

Fig. 1.1 Diagrama esquemático de una celda	4
Fig. 2.1 Baterías Primarias Mk61 Mod.0	9
Fig.2.2 Batería Primaria MK46 Mod. 0	9
Fig. 2.3 Batería Primaria TP150 PA110/20PA29	11
Fig.2.4 Diagrama esquemático de la Batería Primaria TP150 PA110/20PA29	12
Fig. 2.5 Batería de ejercicio Mk53 Mod. 1	13
Fig. 2.6 Celdas de propulsión y control de una batería de ejercicio.	14
Fig. 3.1 Diagrama de control interno de la batería.	16
Fig. 3.2 Activación y descarga de una Batería Primaria MK46 MOD. 1	17
Fig. 3.3 Curvas de descarga de baterías.	18
Fig. 3.4 Evolución del voltaje de una celda en función del estado de carga de la batería.	19
Fig. 3.5 Diferentes regímenes de descarga en función de la capacidad disponible.	20
Fig. 3.6 Grafico comparativo de duración de baterías del mismo peso.	21
Fig. 4.1 Analizador de batería Cadex 7400	23
Fig.4.2 Un controlador de carga de Microchip	24
Fig.4.3 Diagrama de bloques del sistema PICREF-2	25
Fig. 4.4 Batería Inteligente	26
Fig.4.5 Diagrama esquemático de la estación de carga de baterías.	27
Fig. 4.6 Diagrama esquemático del cargador VBE 48 / 7.5	29
Fig. 4.7 Comparación de conmutadores electromecánico y electrónico	29
Fig. 4.8 Control de carga con DSP	30
Fig. 4.9 Diagrama de flujo de la carga de una batería.	31

PRÓLOGO

Desde su origen, el hombre ha tratado de retener la energía que le es útil de alguna manera y tener la capacidad de manejarla para su beneficio. En su afán de eliminar la oscuridad comienza a manejar el fuego, pero no era suficiente, y ve la necesidad de otras formas de generar energía y ya no solo para eliminar la oscuridad sino para facilitarle algunas otras tareas en su vida diaria. Lo consigue con el manejo de la energía eléctrica y su distribución masiva a lugares alejados dentro de las facilidades de acceso posible. Pero para lugares de difícil acceso vio la necesidad de una alternativa de llevar energía. En 1780 Luis Galvani, profesor de anatomía de la Universidad de Bolonia, Italia, al realizar un experimento, observa que las ancas de una rana recién muerta se crispaban y pataleaban al tocárselas con dos barras de metales diferentes. Alejandro Volta, profesor de física de la Universidad de Pavia, Italia, descubrió que la causa se hallaba en el paso de una corriente eléctrica producida por los dos metales diferentes; investigo como producir electricidad por reacciones químicas y en 1800 invento un dispositivo conocido como pila voltaica. Coloco una serie de pequeñas placas de zinc y plata, en pares, una arriba de la otra, separando cada par de placas por una tela humedecida por agua salada, siendo este el origen de la primera pila eléctrica. Se consigue de esta forma de almacenar la energía eléctrica y hacerla portátil, aunque en un inicio se trataba de dispositivos bastante voluminosos y pesados. En la actualidad es común la utilización de las Baterías como fuente de alimentación en los equipos electrónicos portátiles. Esto se debe en gran medida, al vertiginoso desarrollo de la electrónica que ha permitido que los dispositivos y componentes empleados en los equipos sean cada vez mas compactos, a la disminución del consumo de energía de los mismos y a los avances tecnológicos alcanzados en la fabricación de las baterías mas confiables.

Cuando se habla de energía confiable para sistemas de armas, las baterías juegan un papel importante, ya que de ellas depende muchas veces el cumplimiento de una misión, como es el caso de mantener el enlace en una comunicación, o en el desplazamiento de vehículos submarinos autopropulsados. De allí la importancia del mantenimiento de la batería para obtener de ella el máximo beneficio a lo largo de su vida útil.

En el capítulo I se describe a la batería y su necesidad de recuperar la energía entregada durante su utilización.

En el capítulo II se refiere a los tipos de baterías y su forma de activación.

En el capítulo III se trata de un tema importantísimo que se refiere al mantenimiento de las baterías según su tipo,

En el capítulo IV describe las tendencias en la fabricación de cargadores de batería y las consideraciones en la fabricación de un cargador para baterías utilizadas en torpedos.

Además en el Anexo A es incluido un glosario de términos utilizado en sistemas de carga de baterías.

CAPÍTULO I

CARGADORES DE BATERIAS PARA TORPEDOS

1.1 Introducción

Las baterías son dispositivos electroquímicos construidas de uno o más bloques de celdas, que pueden agruparse en serie o paralelo de acuerdo a la salida de voltaje que se requiera, así como de la duración que se desee conseguir (capacidad de la batería para almacenar la energía) convirtiendo la energía química en energía eléctrica, como resultado de la reacción química entre los electrodos negativos (ánodos) y los electrodos positivos (cátodos).

En la Fig. 1.1, se muestran esquemáticamente las partes de una celda de batería: un electrodo positivo, un electrodo negativo de diferente material, y un separador poroso entre los electrodos. Estos tres elementos descansan dentro de un recipiente que contiene un electrolito común que los rodea.

Durante los procesos de carga o descarga, los electrodos soportan una reacción de reducción-oxidación (redox), en la cual se produce la transferencia de iones entre los electrodos. Los electrodos de materiales diferentes sumergidos en el electrolito desarrollan el potencial eléctrico característicos de acuerdo a las medias reacciones [1], que se muestran en el Anexo B, algunos potenciales de electrodos en el que se toma al hidrógeno como el potencial de referencia. Por lo tanto la fuerza electromotriz (f.e.m.) será igual a la diferencia entre el potencial del cátodo menos el potencial del ánodo.

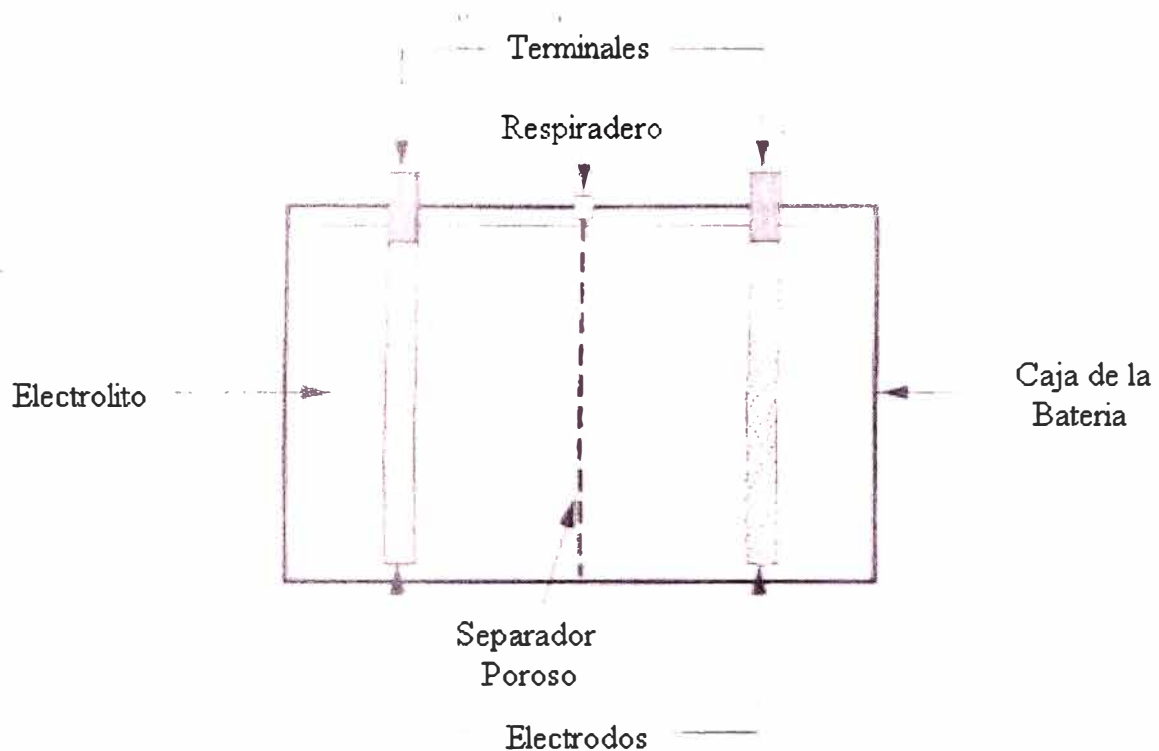


Fig. 1.1 Diagrama esquemático de una celda

El flujo de iones manifiesta el flujo de carga eléctrica que se presenta como corriente de la batería. Un régimen mas alto de transferencia de carga implica una necesidad de exposición más grande del área de la superficie de electrodo al electrolito El incremento en el área de la superficie a menudo es conseguido usando electrodos sinterizados que son hechos de material en polvo del electrodo. Este material es estampado y calentado justo por debajo de su punto de fusión para producir un electrodo que es bastante poroso. La porosidad ofrece el incremento deseado en el área de la superficie efectiva del electrodo en contacto con el electrolito. Un alto régimen en la transferencia de carga también implica una necesidad en la distancia de electrodo a electrodo mas corta para el viaje de los iones. Consecuentemente los electrodos de la batería a menudo son fabricados como un conjunto de placas intercaladas lo mas junto posible. El espacio intercalado lo más próximo permite capacidad de producción de corriente dentro de la batería, pero también incrementa la posibilidad de contacto eléctrico directo entre las placas. El separador poroso, a menudo realizado como una membrana, previene contacto entre el espacio cercano a las placas.

El electrolito en las celdas facilita la transferencia de iones. El electrolito en algunas baterías, tales como en celdas de níquel-cadmio (NiCd), no produce un cambio químico. En otras baterías, tales como la ubicua batería de plomo-ácido y la batería de alta densidad de energía de plata-zinc, los iones en el electrolito participan como parte de la reacción de reducción-oxidación (redox).

1.2 Finalidad de la carga de una batería

Los parámetros más importantes de una batería son su voltaje de trabajo, el voltaje final de carga, el voltaje final de descarga y por supuesto su capacidad, que se define como la cantidad de corriente que puede suministrar la batería durante una hora. La ecuación básica que define la capacidad de una batería es:

$$C_d = I \times T \quad (1.1)$$

donde:

C_d = Capacidad descargada en amperios-hora (AH)

I = Corriente de descarga en amperios (A)

T = Tiempo de descarga en horas (H)

Esta ecuación permite determinar la capacidad consumida durante una descarga, conociendo la corriente de descarga y el tiempo que dura la descarga. Una ecuación que nos permite calcular la capacidad necesaria en una batería que permite una descarga segura para su posterior recarga es la ecuación de Peukert [2], [3], [4]:

$$C_N = I^n \times T \quad (1.2)$$

donde:

C_N = Capacidad nominal necesaria para descarga segura en amperios-hora (AH)

I = Corriente de descarga en amperios (A)

T = Tiempo de descarga en horas (H)

n = constante de Peukert que depende de la batería

En forma ideal si la batería pudiera recuperar la capacidad consumida, la constante de Peukert sería 1, pero en la práctica varía entre 1 y 2. Valores típicos para Baterías de plomo-ácido esta entre 1.3 y 1.4.

Una forma experimental de calcular la constante de Peukert es dado por la siguiente relación:

$$n = \frac{\log T_2 - \log T_1}{\log I_1 - \log I_2} \quad (1.3)$$

Con la que se encuentra la constante de Peukert conociendo los requerimientos de corriente y tiempo para dos situaciones diferentes.

Los factores que afectan el rendimiento de una batería incluyen:

- Estado de carga.
- Capacidad de almacenamiento de la batería.
- Régimen de carga / descarga.
- Temperatura.
- Edad / vida almacenada.

Por lo tanto la finalidad de la carga de una batería es la de restituir la capacidad consumida durante la descarga y así conseguir un buen rendimiento de la batería en la que se obtenga por lo menos el número de ciclos de carga y de descarga nominales ofrecidos por el fabricante.

1.3 Cargadores de baterías, principio de funcionamiento

Los cargadores de baterías son equipos electrónicos encargados de restituir la energía consumida por las baterías durante su utilización. En forma básica consisten de rectificadores de onda completa para producir el voltaje y corriente de carga necesarios por la batería, y han ido evolucionando con el desarrollo de dispositivos electrónicos cada vez más sofisticados.

1.4 Cargadores de baterías controlados por el usuario

Los cargadores de baterías básicos se regulan al voltaje final de carga de la batería y es el usuario el que controla que no se sobrepase el voltaje límite de carga, aumentando gradualmente la corriente de carga. El proceso de carga puede durar varias horas dependiendo de la capacidad de la batería y de la corriente de carga.

1.5 Cargadores de baterías inteligentes

Como se menciono anteriormente, el proceso de carga puede ser largo y el usuario puede descuidar por un momento su observación del voltaje limite de carga y producirse un daño irreparable en la batería. Es por esta razón que los cargadores de baterías han incorporado medios de protección de la batería.

Conociendo la capacidad consumida de la batería, y la corriente a la que va a ser cargada, se puede estimar la duración de la recarga. Es por eso que el cargador puede incorporar un contador de amperios-hora o simplemente un contador horario.

Sin embargo, las baterías no alcanzan a recuperar los amperios-hora consumidos, por lo que la batería puede llegar a su voltaje limite de carga antes de que termine el tiempo o los amperios-hora graduados.

Ante las situaciones anteriormente descritas que el cargador de baterías pueda mantener un voltaje o corriente de carga constantes de acuerdo a las necesidades de la batería, e interrumpir el proceso de recarga si se alcanza el voltaje limite de carga.

CAPÍTULO II

TIPOS DE BATERIAS

2.1 Baterías Primarias

Se conoce como Baterías primarias a aquellas de un solo uso como es el caso de las pilas comunes que usamos en muchos equipos portátiles. Sin embargo para propósitos especiales como son los sistemas de armas las baterías primarias se encuentran en condición de fabrica de cargadas secas, es decir, no presentan voltaje entre sus terminales, pudiendo ser del tipo abierto en el caso de que el electrolito sea externo al cuerpo de la batería, o del tipo cerrado en el caso de que todos sus componentes se encuentren dentro de la batería presentando al exterior solo los bornes eléctricos.

En la Fig.2.1 se muestra un grupo de baterías primarias del tipo abierto que son utilizadas por torpedos del tipo MK 44 Mod. 1 en el que se observa su forma cilíndrica y los terminales en la parte superior. Estas baterías están conformadas por un conjunto de celdas agrupadas en serie y accesibles desde el exterior a través de orificios en la parte superior. Su electrolito es el agua de mar.

En la Fig.2.2 se aprecia una batería del tipo primaria cerrada, en la que se ven sus terminales eléctricos.

Estas baterías presentan una alta densidad de energia por unidad de peso y de volumen con una potencia de alrededor de 26Kw y 100Kw respectivamente.

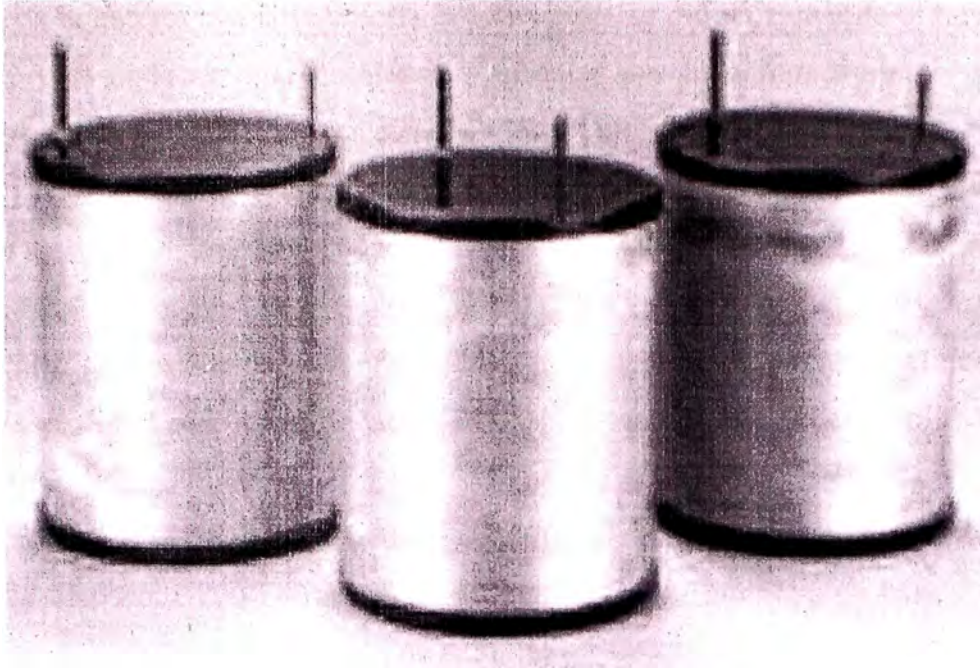


Fig. 2.1 Baterías Primarias Mk61 Mod.0

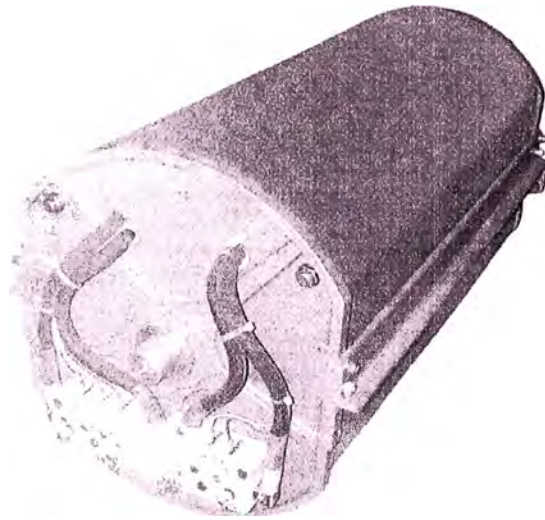


Fig.2.2 Bateria Primaria MK46 Mod. 0

2.2 Activación de Baterías Primarias

Las baterías primarias para torpedos al estar en condición de cargadas secas, solo requieren de su electrolito para alcanzar en pocos segundos sus valores nominales de trabajo.

La activación de las Baterías primarias se lleva a cabo con la introducción del electrolito en las celdas de la batería.

En el caso de la batería primaria abierta la activación se produce cuando el torpedo ingresa en el mar, y el agua de mar comienza a circular por el compartimiento de la batería proporcionando su energía a los pocos segundos.

En el caso de la batería primaria cerrada, el electrolito y el conjunto de las celdas se encuentran en compartimentos separados que los une un sistema de tuberías que tienen sellos que impiden el paso del electrolito hacia las celdas. Además, hay un tanque con oxígeno y nitrógeno a alta presión, y un conjunto de detonadores cuya finalidad es abrir los sellos que separan el electrolito de las celdas, y el tanque de gas del electrolito.

La activación de este modelo de Batería Primaria se realiza cuando se aplica un pulso eléctrico de disparo a unos terminales apropiados de la Batería y se hace explotar a los detonadores para romper los sellos entre tanque de gas, electrolito, y celdas, permitiendo que las celdas se llenen con el electrolito que es una solución de hidróxido de potasio (KOH), gracias a la presión ejercida por el gas, alcanzando sus valores de trabajo nominales en pocos segundos.

En la Fig.2.3 se muestra una batería primaria con un corte por la parte superior en la que se aprecia la distribución de las celdas, cableado interno, recipientes de electrolito y gas, así como los conectores externos.

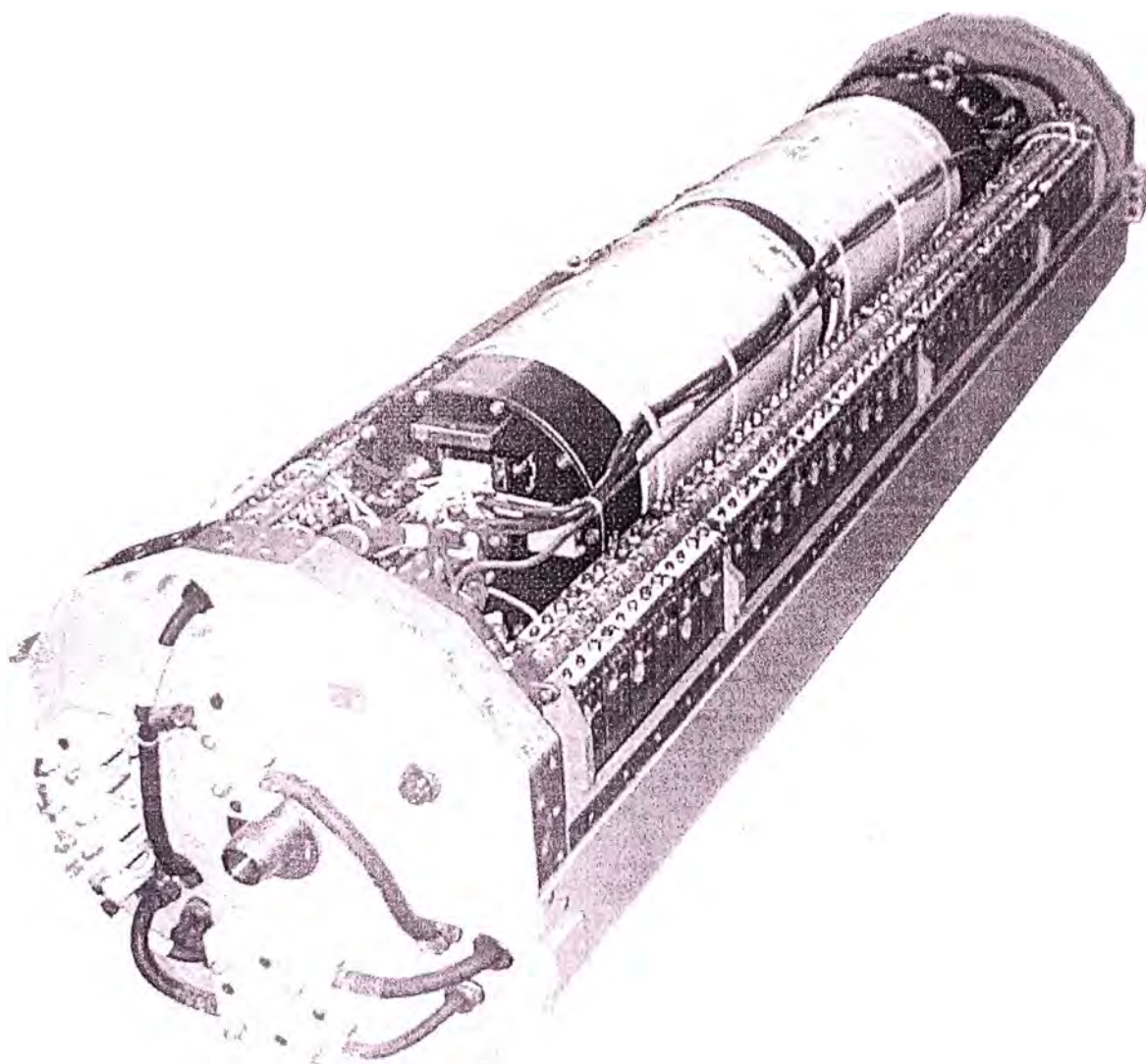
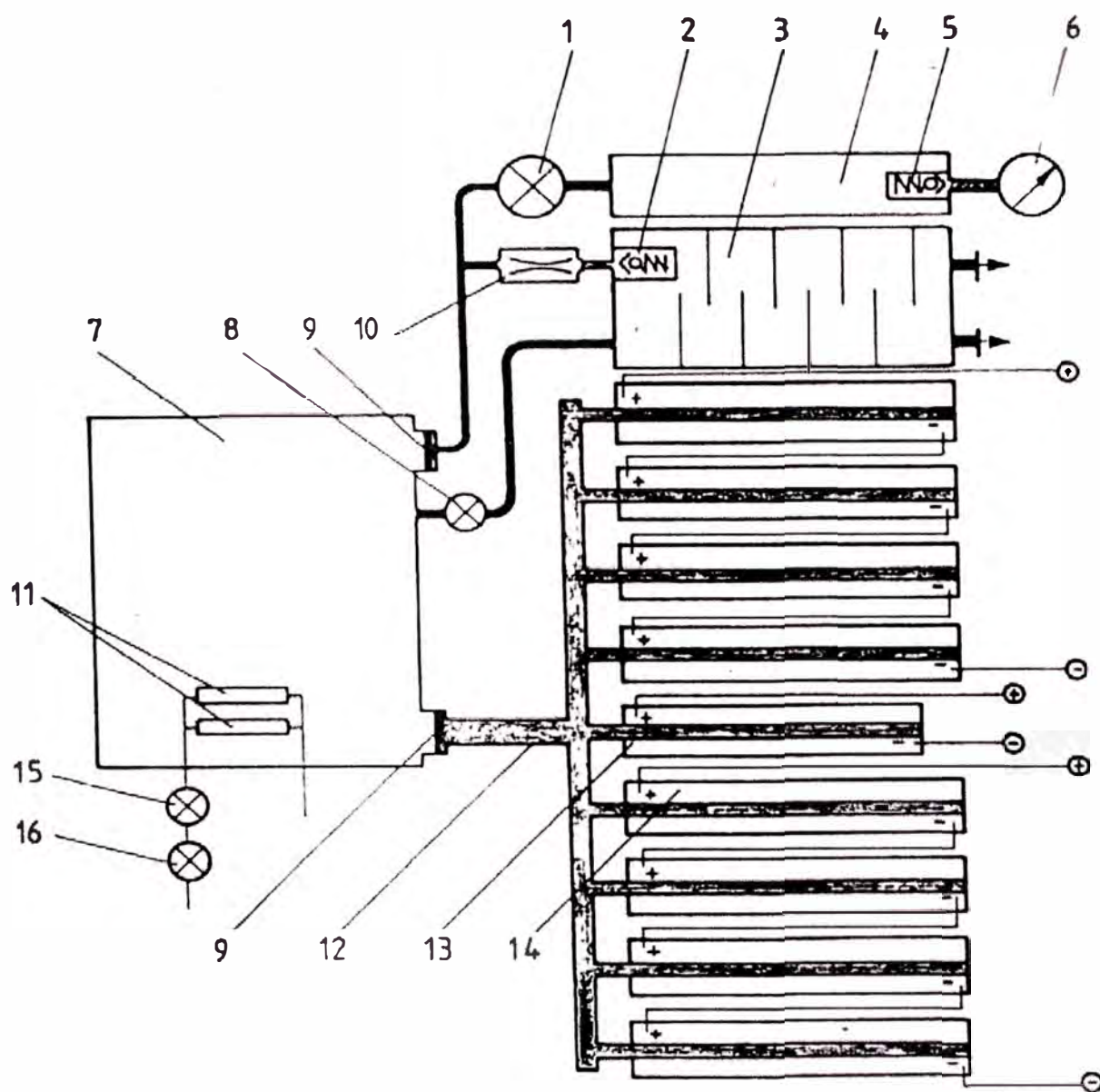


Fig. 2.3 Bateria Primaria TP150 PA110/20PA29

En la Fig. 2.4 se muestra un diagrama esquemático del sistema de activación de la batería primaria TP150 PA110/20PA29 en la que se aprecia la interconexión de los tanques de gas y de electrolito con los bloques de celdas, así como válvulas check, membrana, calefactor, interruptor de presión, termostatos, sistema colector de electrolito, válvula de liberación de presión, tuberías y dispositivo de encendido que al recibir el voltaje de detonación rompe la membrana permitiendo que el gas impulse el electrolito a través de las tuberías hacia los bloques de celdas con lo que la batería se activa y logra su voltaje de trabajo en pocos segundos..

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BATERIA PRIMARIA
DE PLATA ZINC ACTIVADA REMOTAMENTE



- | | | | |
|---|----------------------------------|----|---|
| 1 | Dispositivo de encendido | 9 | Membrana |
| 2 | Valvula de chequeo | 10 | Drenaje de electrolito |
| 3 | Sistema colector de electrolito | 11 | Calefactor |
| 4 | Tanque de gas | 12 | Tuberias de distribucion de electrolito |
| 5 | Valvula de chequeo | 13 | Bateria auxiliar |
| 6 | Interruptor de presion | 14 | Bateria de propulsion |
| 7 | Tanque de electrolito | 15 | Termostato t1 |
| 8 | Valvula de liberacion de presion | 16 | Termostato t2 |

Fig.2.4 Diagrama esquemático de la batería primaria TP150 PA110/20PA29

2.3 Baterías Secundarias

Las Baterías secundarias o recargables utilizadas por los torpedos, también conocidas como baterías de ejercicio permiten efectuar de varios ciclos de trabajo y reemplazan a las baterías primarias, por tener iguales valores eléctricos, en los lanzamientos de ejercicio de los torpedos.

En la Fig. 2.5 se muestra una batería secundaria en la que se puede observar los terminales principales y los terminales de las celdas y sus conexiones. Esta batería consta de dos grupos de celdas de gran capacidad (amperios hora) que se conectan en serie o paralelo para energizar al motor de propulsión del torpedo y son conocidas como celdas de la sección de propulsión, y un grupo de menor tamaño y capacidad para energizar los sistemas electrónicos de control y que además a un sistema de localización y registro para efectos de rescate y de evaluación del torpedo, conocida como celdas de la sección de control o auxiliar.

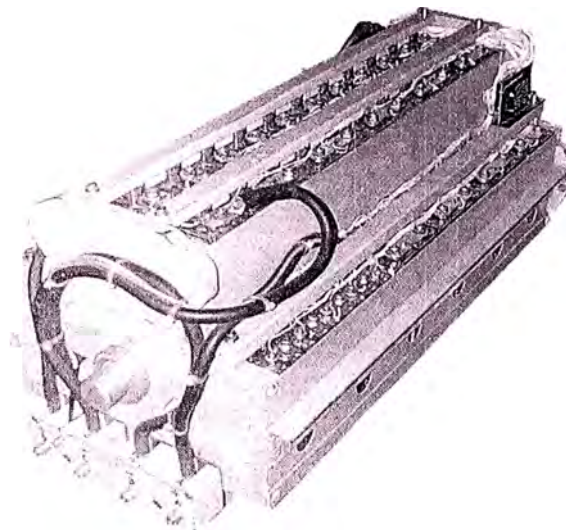


Fig. 2.5 Batería de ejercicio Mk53 Mod. 1

En la Fig. 2.6 se muestran dos celdas de la batería de ejercicio, una de propulsión y la otra de control. Se pueden apreciar en las partes superiores de las celdas, los terminales eléctricos y entre ellos un tapón que actúa como escape de gases generados durante una descarga profunda.

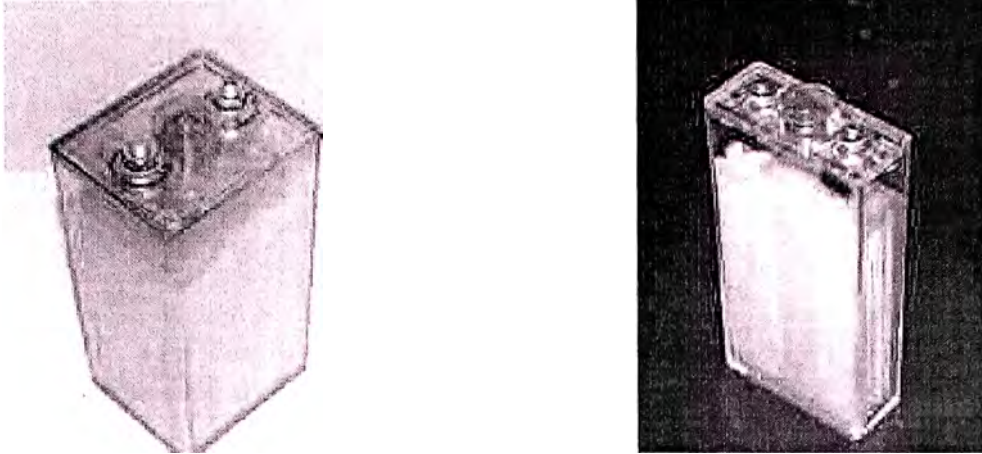


Fig. 2.6 Celdas de propulsión y control de una batería de ejercicio.

2.4 Activación de Baterías Secundarias

Las baterías secundarias son proporcionadas en condición de cargadas secas, y para que logren sus valores nominales de funcionamiento requieren de un proceso de activación. Para este fin cada celda de la batería secundaria cuenta con un envase sellado, de electrolito en la cantidad apropiada, que posee una tapa que termina en forma de un cono agudo. La celda tiene un tapón con un anillo sellado que se retira momentáneamente para poder introducir el electrolito en la celda, proceso que puede durar varias horas dependiendo del número de celdas y la cantidad de operarios, y luego volver a taparla y dejarla en reposo para que alcance los valores esperados de trabajo.

En el caso de baterías para torpedos del tipo Plata-Zinc después que el electrolito a ingresado a la celda esta alcanza un voltaje de alrededor de 1.62 V. Celdas con voltajes menores a 1.60 V son rechazadas debiendo ser reemplazadas por otras.

Las celdas con voltajes apropiados son interconectadas formando grupos en serie para conformar la batería.

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO DE BATERIAS PARA TORPEDOS

3.1 Mantenimiento de Baterías Primarias, vida útil

El mantenimiento de una batería primaria consiste en realizar pruebas de aislamiento, verificación de la no-existencia de voltajes entre los terminales, la resistencia eléctrica del dispositivo de encendido que garantizara la rotura de la membrana que separa los grupos de celdas del tanque de electrolito y la presencia de presión en el tanque de gas para la activación de la batería.

A lo largo de los años, los fabricantes de baterías han ido desarrollando mejores materiales para su utilización en las baterías, con lo que ofrecen una vida util superior a los 10 años en condición de no activada.

Además incluyen en el interior de la batería un sistema de vigilancia electrónico que actúa en el caso de que la batería se active en forma normal o accidental para evitar temperatura y elevación de presión interna por gaseo elevado durante la descarga.

En la Fig, 3.1 se aprecia en forma esquemática el diagrama de control interno de la batería en la que gracias al uso de sensores de temperatura y corriente se mantiene informada de la capacidad consumida y la temperatura actual y en caso necesario activar un dispositivo pirotécnico que abrirá una válvula de liberación de presión interna.

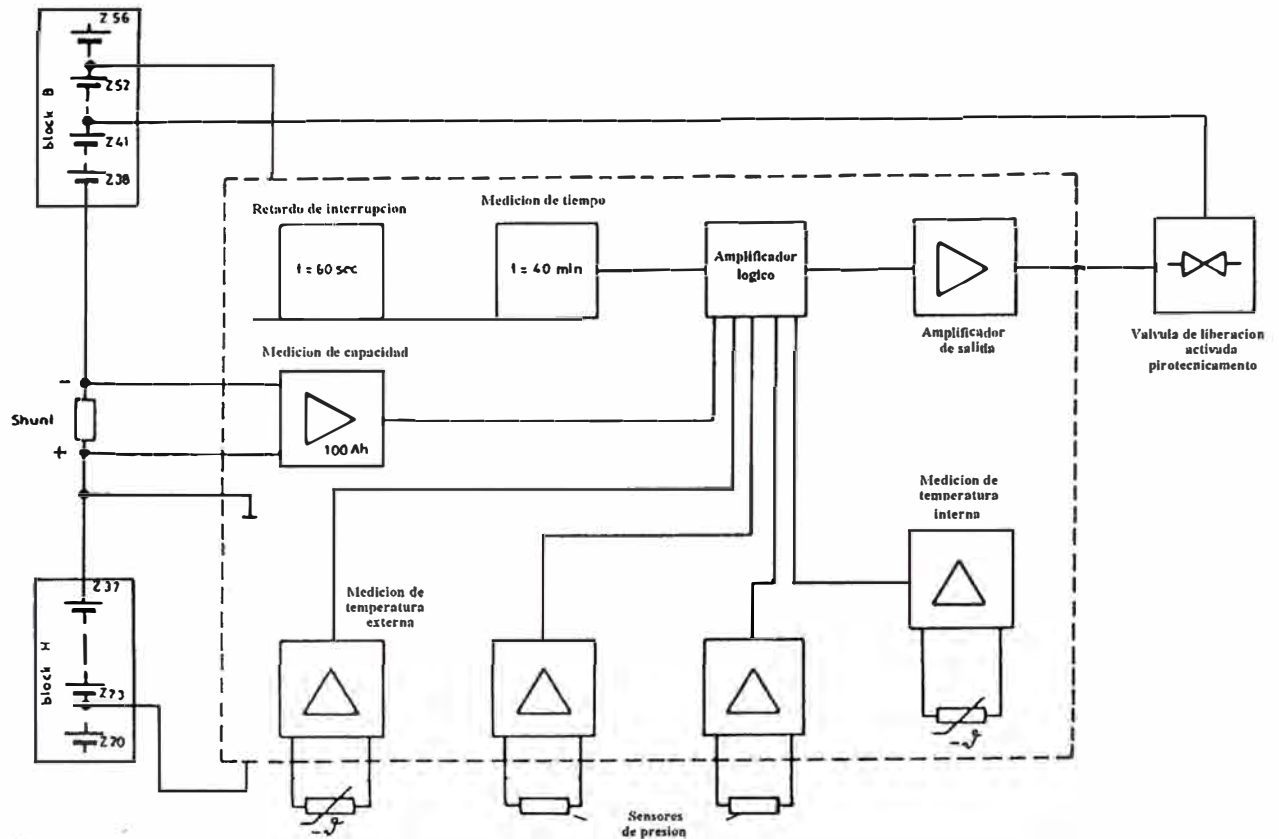


Fig. 3.1 Diagrama de control interno de la batería.

3.2 Curvas de descarga de Baterías Primarias

Las baterías primarias para torpedos son baterías de alta densidad de energía por unidad de peso y volumen y deben de tener una respuesta rápida en su activación para alcanzar los valores mínimos requeridos por el torpedo, y alcanzar progresivamente el voltaje y corriente nominales de trabajo.

Como se puede apreciar en la Fig. 3.2 se trata de una activación y descarga operacional, simulada con resistencias de descarga apropiadas para que reemplacen al motor de propulsión y la sección de control electrónica, de las secciones de propulsión y auxiliar de la batería MK46 Mod.1. El tiempo de activación es bien corto, menor a 15 segundos, y la respuesta de voltaje es bastante plana durante la descarga de 10.5 minutos

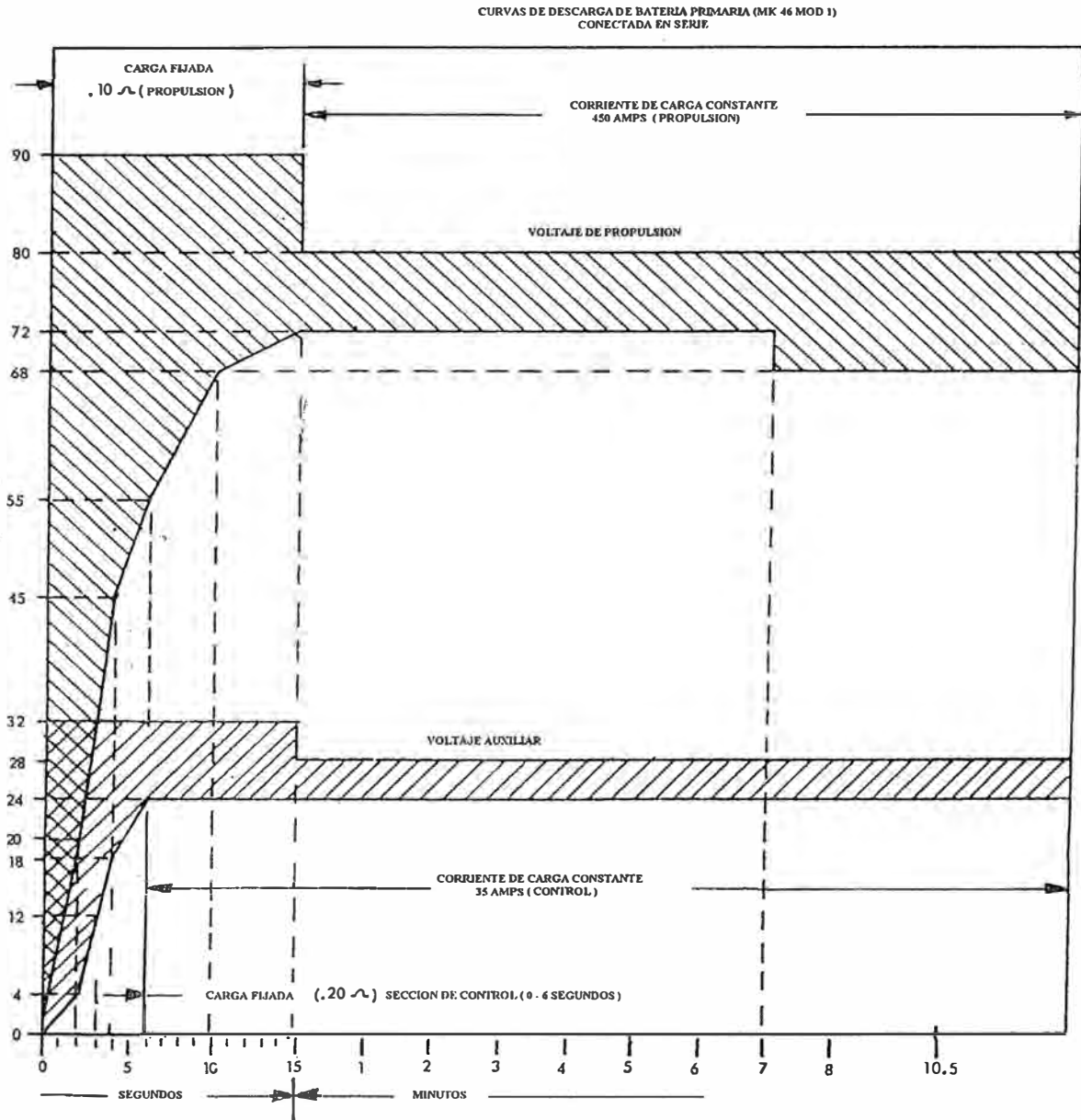


Fig. 3.2 Activación y descarga de una batería primaria MK46 MOD. 1

Se puede apreciar la existencia de rangos de voltajes a manera de canales en los cuales se considera aceptable el voltaje alcanzado.

En la Fig. 3.3 se aprecia que la batería de Litio tiene más voltaje comparada con la de Plata - zinc, pero esta última conserva su voltaje por más tiempo.

En la actualidad la batería de Litio - ion está mejorando su performance y se hace competitiva por su bajo peso y volumen.

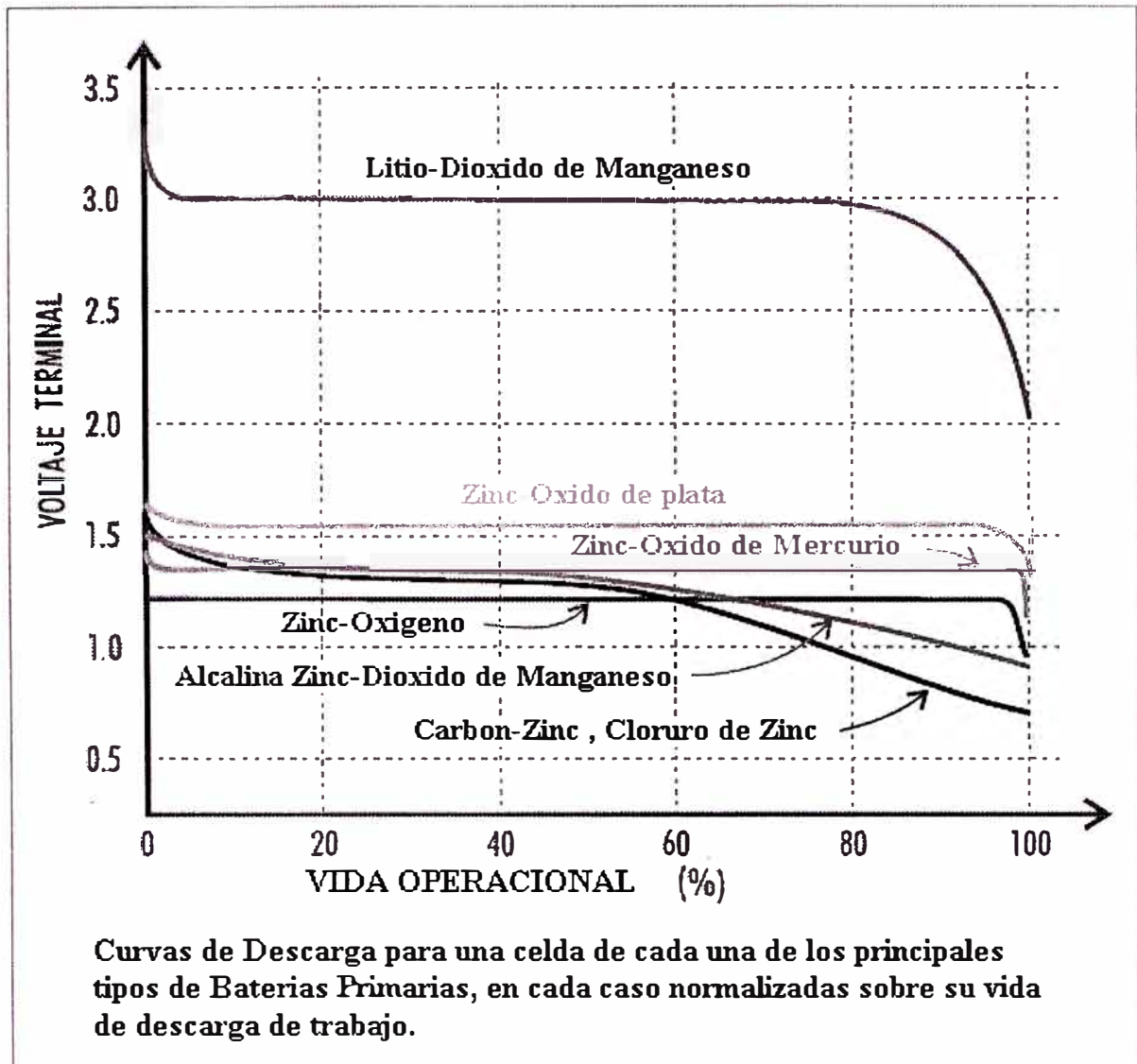


Fig. 3.3 Curvas de descarga de baterías.

3.3 Mantenimiento de Baterías Secundarias, vida útil

Las baterías secundarias o recargables requieren un tratamiento especial dependiendo de la forma en que han sido suministradas sus celdas: en condición de cargadas secas o en condición de secas no formadas. Cargadas secas significan que en fábrica las celdas fueron activadas, cargadas y luego evaporado la parte líquida del electrolito, y para su activación requieren del llenado de las celdas con electrolito y estarán listas para su uso. Después de la activación, la batería tiene una vida útil de por lo menos un año, periodo en el cual la batería puede proporcionar el número de ciclos especificado por el fabricante.

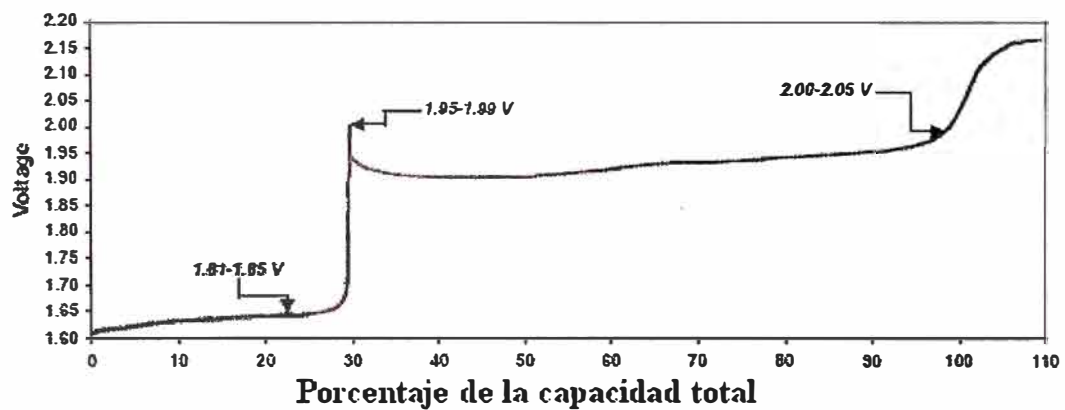
3.4 Curvas de carga y descarga de Baterías Secundarias

El comportamiento de las baterías secundarias se muestra a partir de celdas individuales como se aprecia en la Fig. 3.4 en la que se observa como evoluciona la tensión de la celda.

Se aprecia como el voltaje de la celda, para porcentaje de capacidad del orden del 20%, es de alrededor de 1.6 Voltios a partir del cual hay una elevación de voltaje a más de 1.8 Voltios luego de lo cual sube lentamente hasta alcanzar el 100% de capacidad cuando el voltaje de la celda alcanza 2.05 Voltios

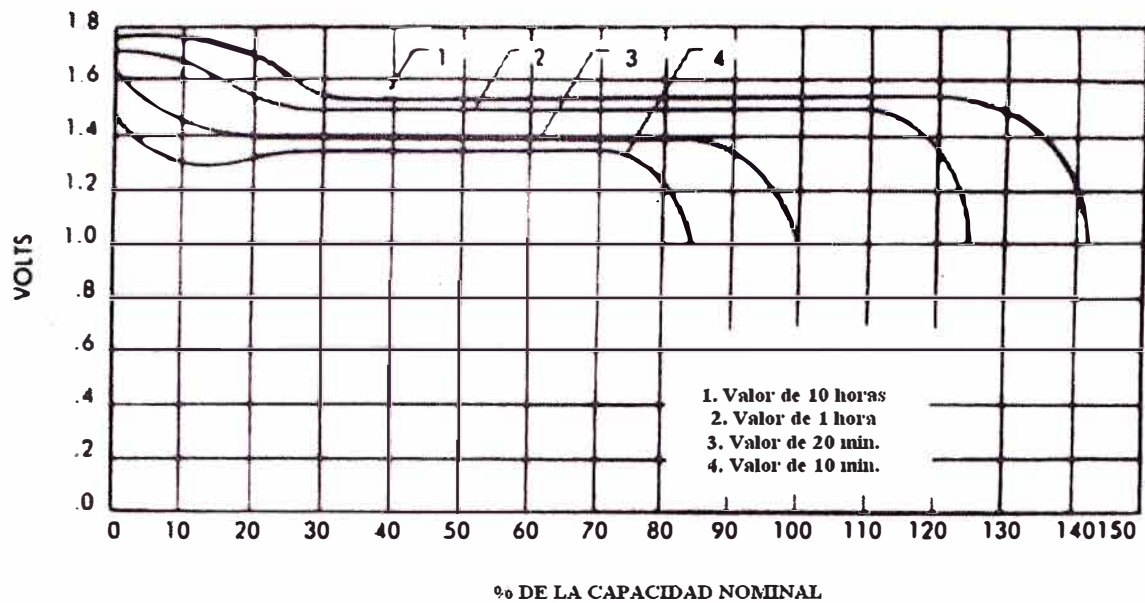
Se puede apreciar como la capacidad disponible antes que el voltaje de la celda sea menor que 1 Voltio disminuye a medida que se incrementa el régimen de descarga.

Si la descarga continua por debajo de 1 Voltio, se corre el riesgo de invertir la polaridad de la celda, quedando la misma inoperativa.



Curva de carga típica de celdas de Plata - Zinc

Fig. 3.4 Evolución del voltaje de una celda en función del estado de carga de la batería.



Curvas de descarga típicas para el sistema SILVERCEL a varios valores
(La porción plana de las curvas es referido como "la meseta del voltaje")

Fig. 3.5 Diferentes regímenes de descarga en función de la capacidad disponible.

En la Fig. 3.6 se muestra la comparación de diversos tipos de baterías del mismo peso y sometidas a las mismas condiciones de descarga, se observa que la batería de plata presenta un voltaje casi constante durante mayor tiempo. Sin embargo el desarrollo de baterías no descansa y en la actualiza la batería de litio es la competidora especialmente en equipos militares y en telecomunicaciones portátiles al presentar mejor densidad de energía por unidad de peso y volumen

La limitación en el uso de baterías de alta densidad de energía es su alto costo comparado con las populares baterías del tipo Plomo-Ácido o Níquel-Cadmio empleadas masivamente.

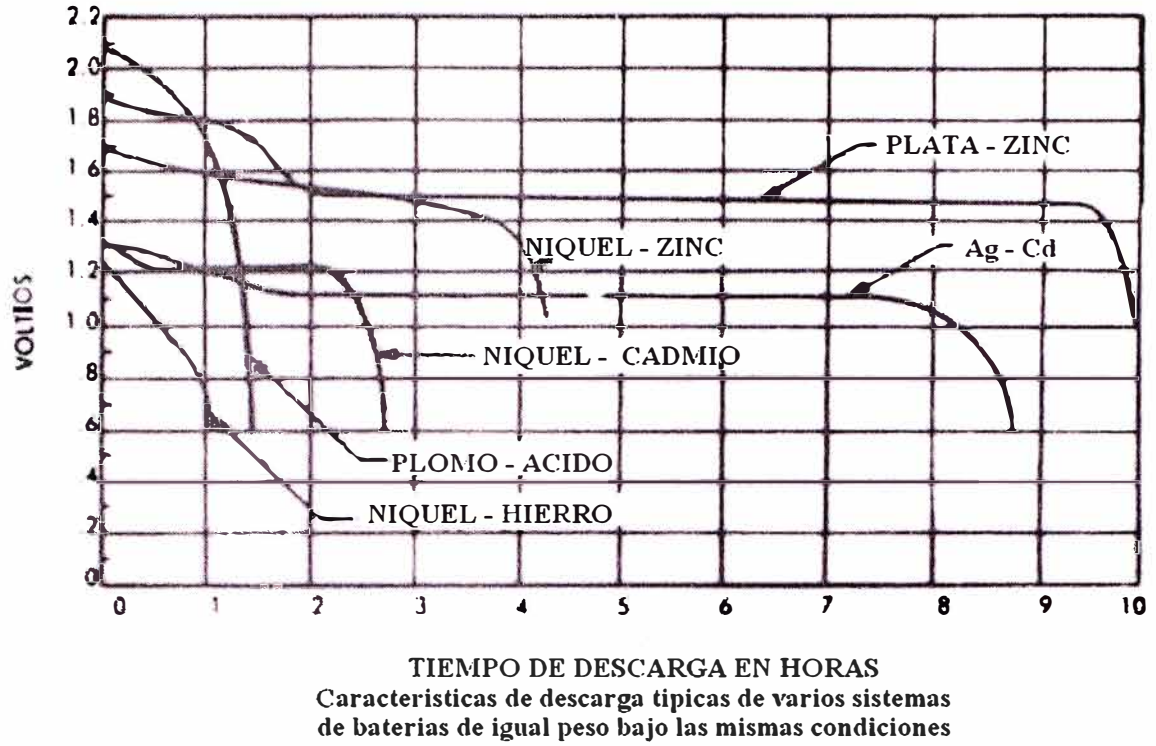


Fig. 3.6 Grafico comparativo de duración de baterías del mismo peso.

CAPÍTULO IV

CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CARGADOR DE BATERIAS

4.1 Tendencias en la fabricación de cargadores de baterías

Hoy en día con un mayor conocimiento del comportamiento de las baterías gracias a la ayuda de las computadoras en la adquisición de datos, y al desarrollo de circuitos integrados especializados para la administración de sistemas de baterías, los fabricantes de cargadores de baterías están logrando un seguimiento de la vida útil de las baterías, en especial en sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) sobre todo en mantener la operación de equipos médicos, equipos portátiles y sistemas de respaldo de computadoras en forma confiable y adoptar las medidas correctivas del caso.

La disponibilidad de avanzados analizadores de baterías permiten evaluar la condición de la batería e implementar el servicio apropiado para restablecer la performance de la batería. En la Fig.4.1 se muestra un analizador de baterías, el Cadex 7400 battery analyzer. La química de la batería, sus regímenes de voltaje y corriente son programados por el usuario y pueden almacenarse en adaptadores de batería intercambiables para la configuración apropiada del analizador de baterías. Los analizadores de baterías permiten realizar la medición de la resistencia interna de la batería.

Una de las más poderosas características ofrecidas en analizadores de baterías modernos es la prueba rápida de una batería para determinar el estado de salud de la batería.

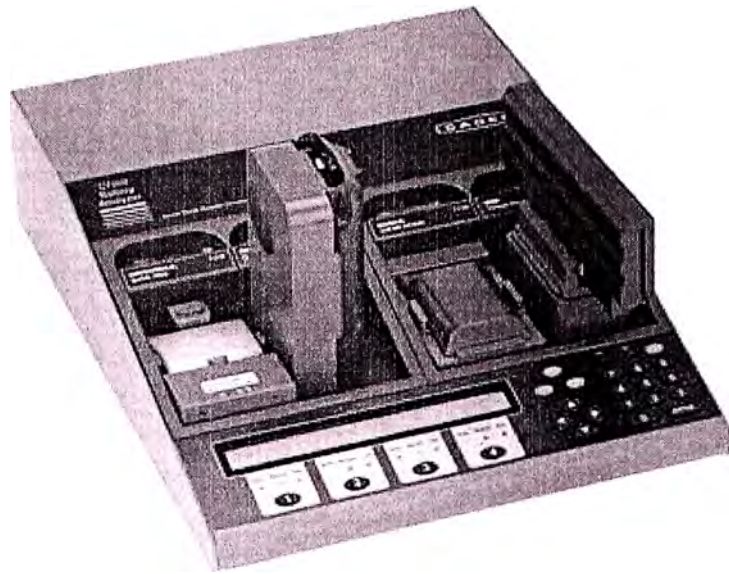


Fig. 4.1 Analizador de batería Cadex 7400

4.2 Circuitos integrados especiales con aplicaciones para el control de la carga de las baterías.

Los cargadores de baterías simples no proporcionan la inteligencia para cargar diferentes tecnologías de baterías, o baterías con la misma tecnología pero de voltajes y capacidades diferentes. En el mejor de los casos, la batería puede resultar cargada inapropiadamente. En el peor de los casos se pueden producir serios riesgos de seguridad.

En la Fig 4.2 se muestra un controlador de carga de Microchip,[5]. Estos cargadores son lineales de corriente constante, voltaje constante para una o dos celdas en serie. La rapidez o corriente de carga puede ser variada cambiando los valores de la resistencia sensora R_{sense} . Típicamente la caída de voltaje a través de esta resistencia es 110 mV. Así, una resistencia sensora de 110 mohms proporcionara una corriente de aproximadamente 1 A es decir corriente de carga rápida. El condensador C_{timer} establece el tiempo de seguridad. El Thermistor (therm) de referencia, proporciona una referencia de 2,5 V para un NTC (coeficiente de temperatura negativo) o PTC (coeficiente de temperatura positivo). Esto ayuda a incrementar la confiabilidad en la performance de la batería. Hay un indicador de estado que esta a una corriente fija y no necesita resistencia con el LED.

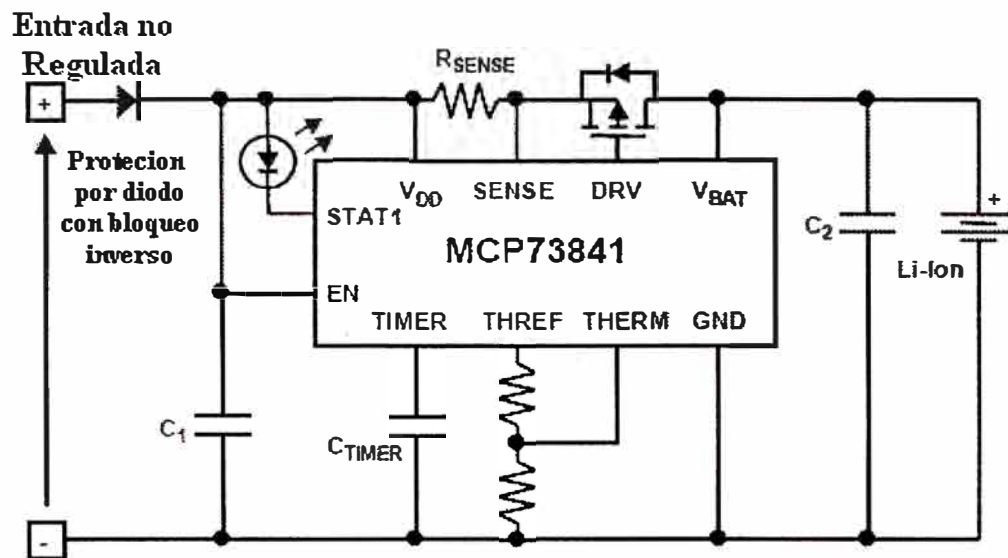


Fig.4.2 Un controlador de carga de Microchip

4.3 Los cargadores de baterías inteligentes y los sensores de tensión y carga

Los cargadores de baterías inteligentes permiten la carga y descarga de las baterías.

El desarrollo de dispositivos electrónicos cada vez mas sofisticados permiten efectuar controles inteligentes en la carga o descarga de baterías. Tal es así que Microchip ha desarrollado microcontroladores de la serie PIC16C7XX que contienen algoritmos de carga incrustados y controlan los componentes de carga externos

En la Fig. 4.3 se muestra el sistema de referencia PICREF-2 de Microchip que permite registrar y variar parámetros de carga o descarga por una PC a través de la interfaz RS-232

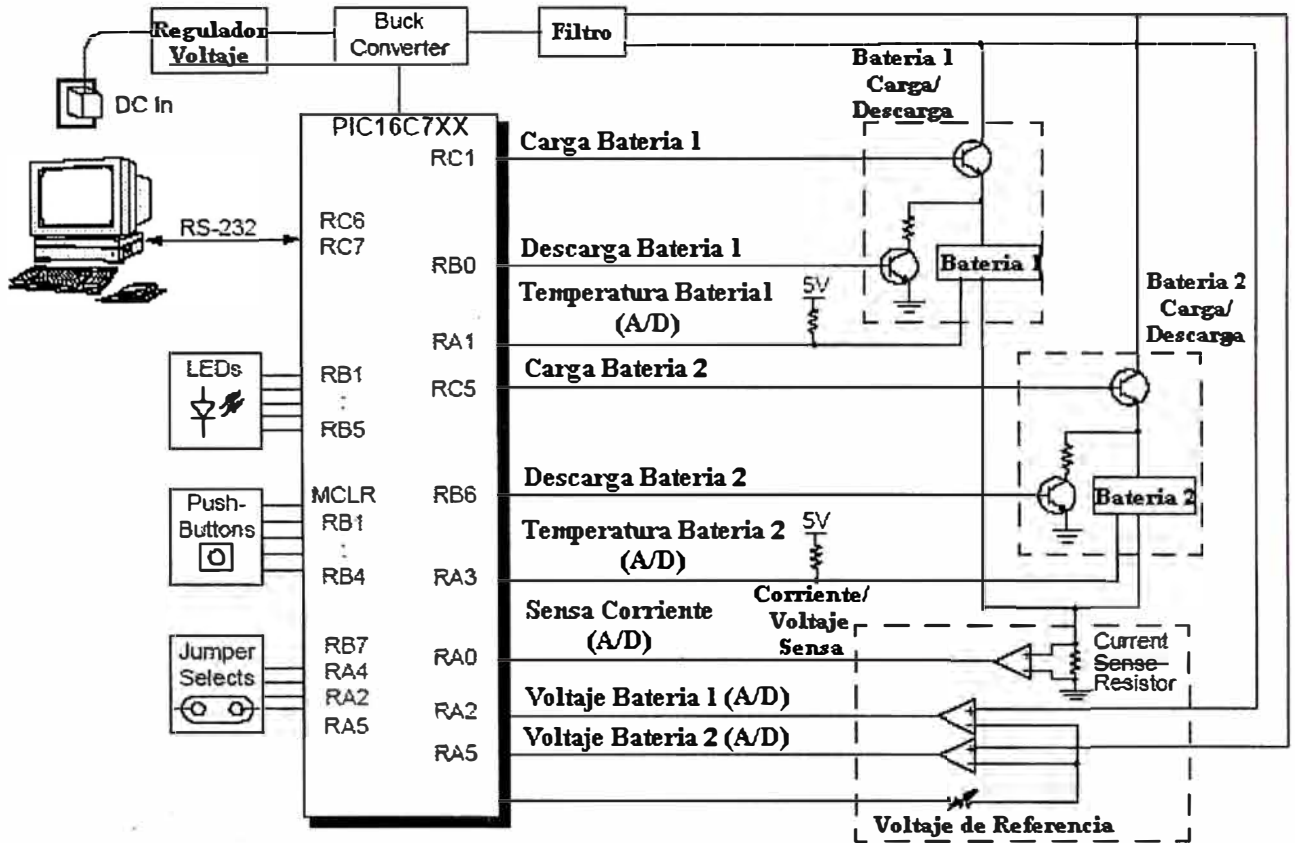


Fig.4.3 Diagrama de bloques del sistema PICREF-2

En la Fig.4.4 Se muestra una aplicación de Texas Instruments, [6] de un Smart Battery Pack que utiliza los circuitos integrados BQ2081 Y BQ29311 en la que se aprecia el uso mínimo de componentes externos para obtener un sistema administrador de baterías para el control de la carga y descarga.

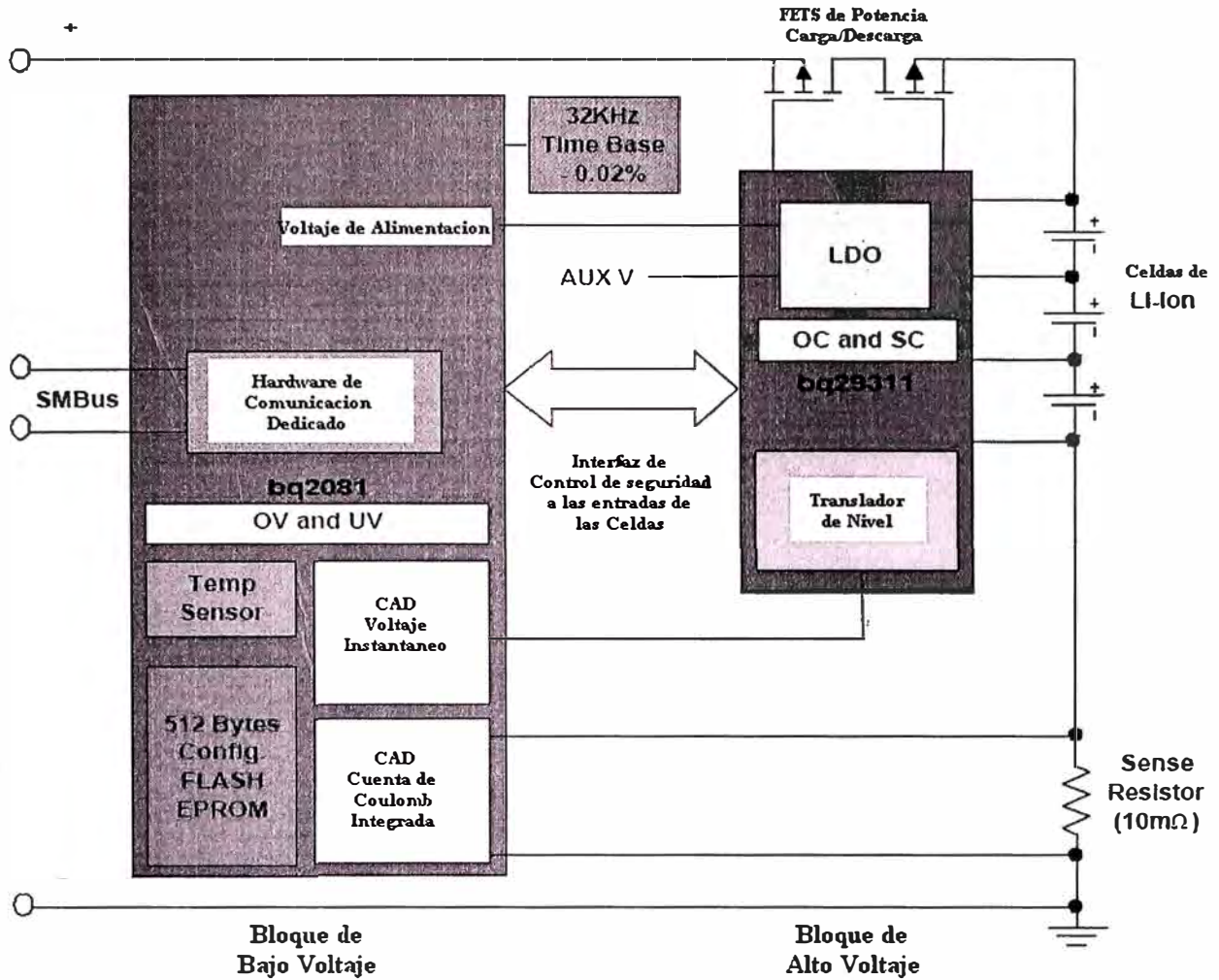


Fig. 4.4 Batería Inteligente

4.4 Diagrama de Bloques de un Cargador de baterías

Para la realización de la carga de las baterías secundarias del tipo Plata – Zinc de los Torpedos se dispone de una Estación de carga.

Una batería secundaria consta de dos grupos de 80 celdas de 140 AH para la sección de propulsión suministrando 480 A durante un periodo de 13 minutos para alta velocidad del torpedo cuando se conectan en serie, o 300 A durante un periodo de 40 minutos para baja velocidad del torpedo cuando se conectan en paralelo, y un grupo de 20 celdas de 40AH para la sección de control o auxiliar que suministra 40 A durante el periodo que corresponda a si se usa el conjunto para alta o baja velocidad o una alternancia de velocidades, quedando por lo tanto con capacidad disponible para propósitos de control interno.

Al tratarse de una batería de gran cantidad de celdas, la estación de carga esta conformada por cuatro unidades de carga, de las cuales tres unidades de carga son dobles y utilizadas para la carga de las celdas de propulsión, y la unidad de carga restante para la carga de las celdas de control.

En la Fig.4.5 se aprecia la estación de carga. En el nivel superior están las cuatro unidades de carga; en el nivel medio, parte izquierda esta la caja de distribución y a la derecha la caja de distribución de energía de las redes trifásicas y monofásica necesarias, y en nivel inferior se encuentra la caja de conexiones para la carga de la batería, cuyas celdas de propulsión se distribuyen entre las tres unidades de carga del lado izquierdo y las celdas de control en la unidad de carga del lado derecho

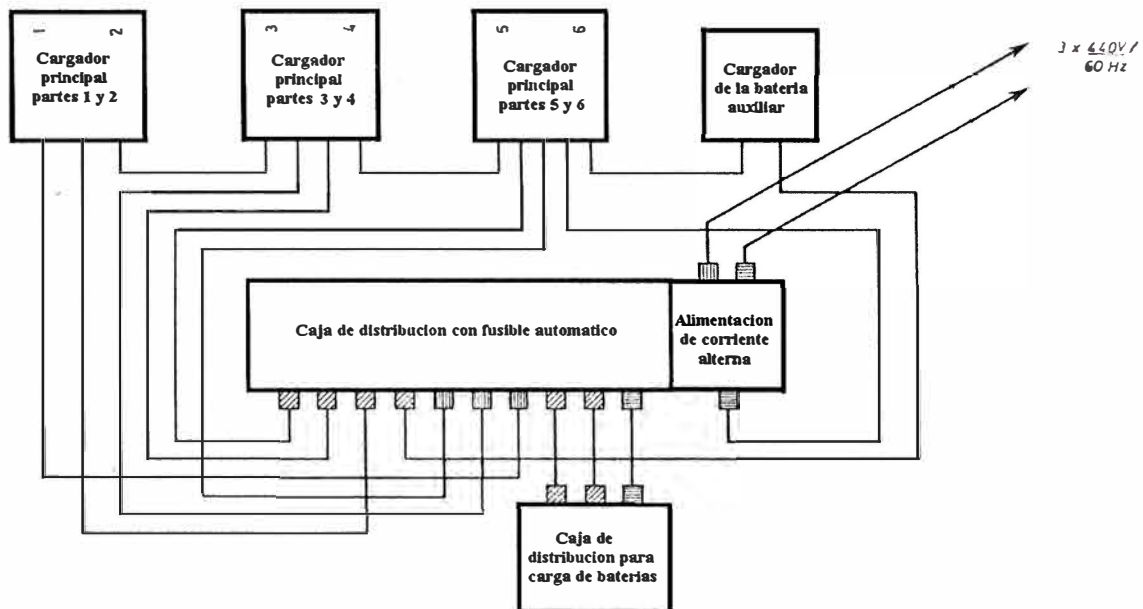


Fig.4.5 Diagrama esquemático de la estación de carga de baterías.

La carga de las celdas del tipo de Plata Zinc se realiza en el modo de corriente constante a un régimen de carga de 0.1 veces el valor numérico de la capacidad nominal es decir como máxima corriente de carga recomendada de 14 A para celdas de propulsión y 2 A para la sección de control. La estación de carga permite efectuar la regulación de la corriente de carga constante y establecer un múltiplo de 2.05 V como limite de voltaje de carga dependiendo del numero de celdas que se conecten a la unidad de carga para evitar que el conjunto de celdas se sobrecargue. Si el estimado en base a los valores corriente de descarga y duración de la descarga de la capacidad consumida es correcto, y las celdas se

encuentran con voltajes similares la carga será finalizada por el contador de amperios hora, de otra manera será desconectada por el límite de voltaje o el operador, pero algunas celdas tenían voltajes dispares, alcanzaran su voltaje límite de carga mas rápido que otras y sufrirán en alguna manera de sobrecarga y otras quedaran con menos carga.

En la Fig. 4.6 se muestra el esquema eléctrico de un cargador para las celdas de control. Se aprecia la tecnología convencional del cargador en donde el rectificador esta conformado por diodos y tiristores, un bloque de control de corriente para los tiristores, un sensor de la corriente de carga que acciona a un contador de amperios – hora prefijado que avanza en forma descendente y que puede interrumpir la carga, un bloque de control del voltaje terminal para evitar la sobrecarga de la batería. Asi mismo se aprecia que las conexiones de potencia son realizadas por contactores y relais.

Durante la carga, la batería es supervisada con un selector de voltaje rotativo conectado a la batería y muestra los voltajes individuales de las celdas. Si el operador detecta alguna celda con un voltaje puede decidir interrumpir la carga apagando el cargador correspondiente. Una alternativa seria colocar una resistencia de derivación en paralelo con la celda para evitar que se sobrecargue y puedan continuar cargando el resto de las celdas. Esta solución se complica si aumenta rápidamente por la cantidad de celdas que sobrepasan el voltaje de seguridad, por lo que deberán retirarse las resistencias colocadas y apagar la unidad de carga inmediatamente.

No solamente hay una observación de los voltajes de las celdas durante la carga, sino que también durante la descarga en el torpedo, se controla que el voltaje global de la batería no disminuya a un valor peligroso, gracias a un circuito detector de bajo voltaje que desconecta la batería si el grupo de celdas de propulsión o las celdas del grupo de control bajan su voltaje a un nivel inferior al de la referencia regulada.

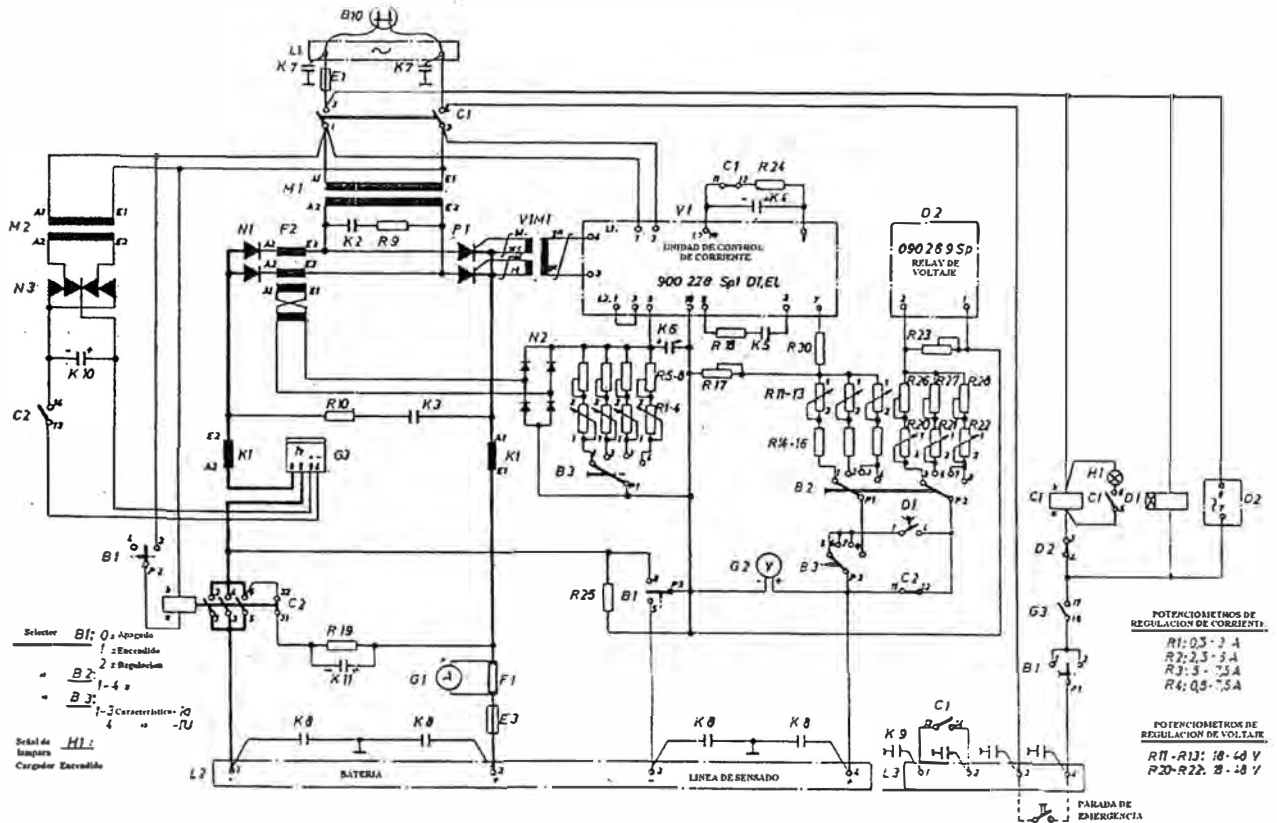


Fig. 4.6 Diagrama esquemático del cargador VBE 48 / 7.5

Estudios relacionados con mantenimiento de baterías a nivel industrial, [7], [8], [9], dan gran importancia al termino ecualización de carga que consiste en igualar la carga de la celdas de una batería interrumpiendo selectivamente la carga de las celdas que alcancen el voltaje terminal y evitar sobrecargas, o interrumpiendo la descarga de las celdas cuando alcancen el voltaje mínimo permitido. Los Dispositivos de Procesamiento de Señales hacen posible hoy en día el manejo de muchas variables y almacenar información importante para evaluación.

En la Fig. 4.7 se muestra como en la actualidad los IGBT van reemplazando a los relays en los procesos de conmutación.

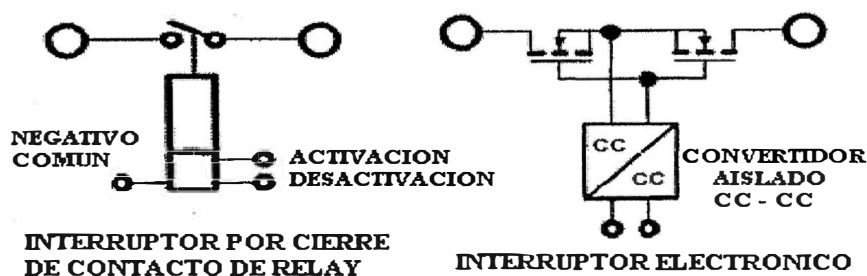


Fig. 4.7 Comparación de conmutadores electromecánico y electrónico

En la Fig. 4.8 se muestra un sistema de carga de Baterías con control de DSP destacando los IGBT, los convertidores dc – dc , los convertidores análogo digital y el sensor de corriente.

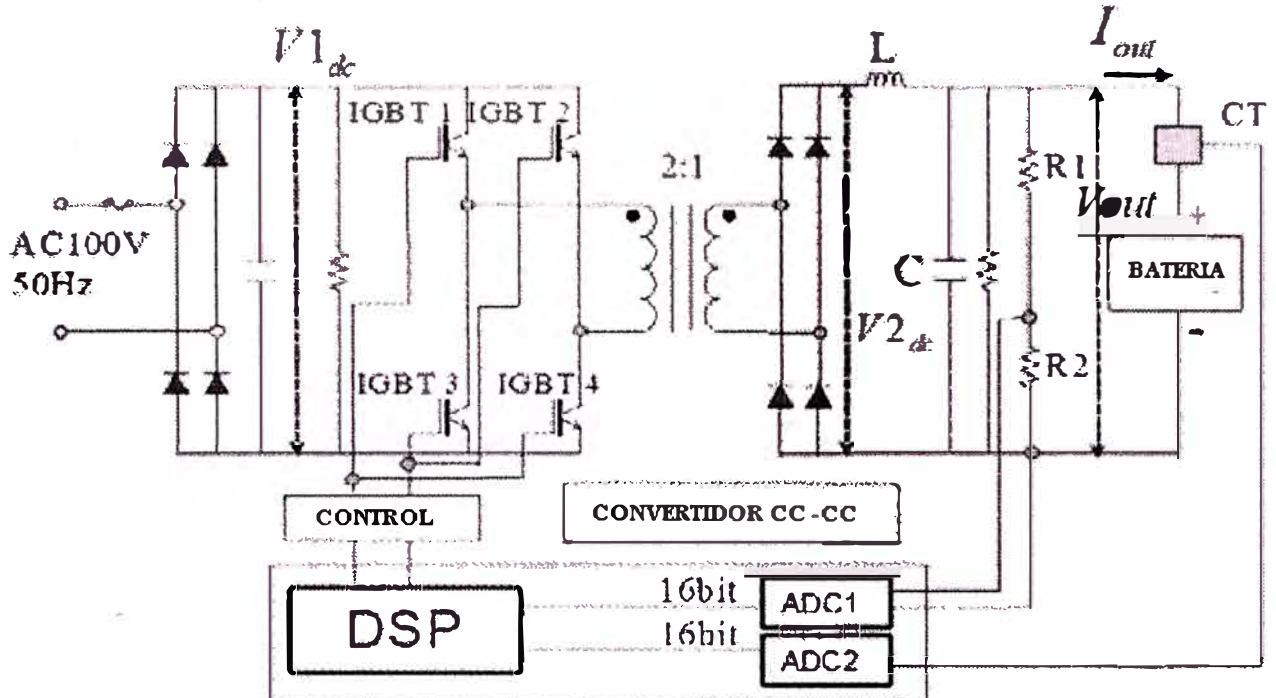


Fig. 4.8 Control de carga con DSP

4.5 Algoritmos para la carga / descarga de baterías

Los algoritmos para la realización de la carga o descarga buscan prolongar la vida útil de una batería efectuando el control sobre parámetros de gran importancia.

El algoritmo mostrado en la Fig. 4.9 comienza preguntando si la celda esta dentro de los limites para efectuar la carga, caso contrario se da reporte de falla; luego si la temperatura esta en los limites, caso contrario se da reporte de falla; se pasa a regular la duración de la carga, verificando nuevamente el voltaje de la celda y se da inicio a la carga preguntando cíclicamente por errores de voltaje, temperatura o tiempo hasta alcanza la carga completa prefijada o interrumpirla si se detecto un error.

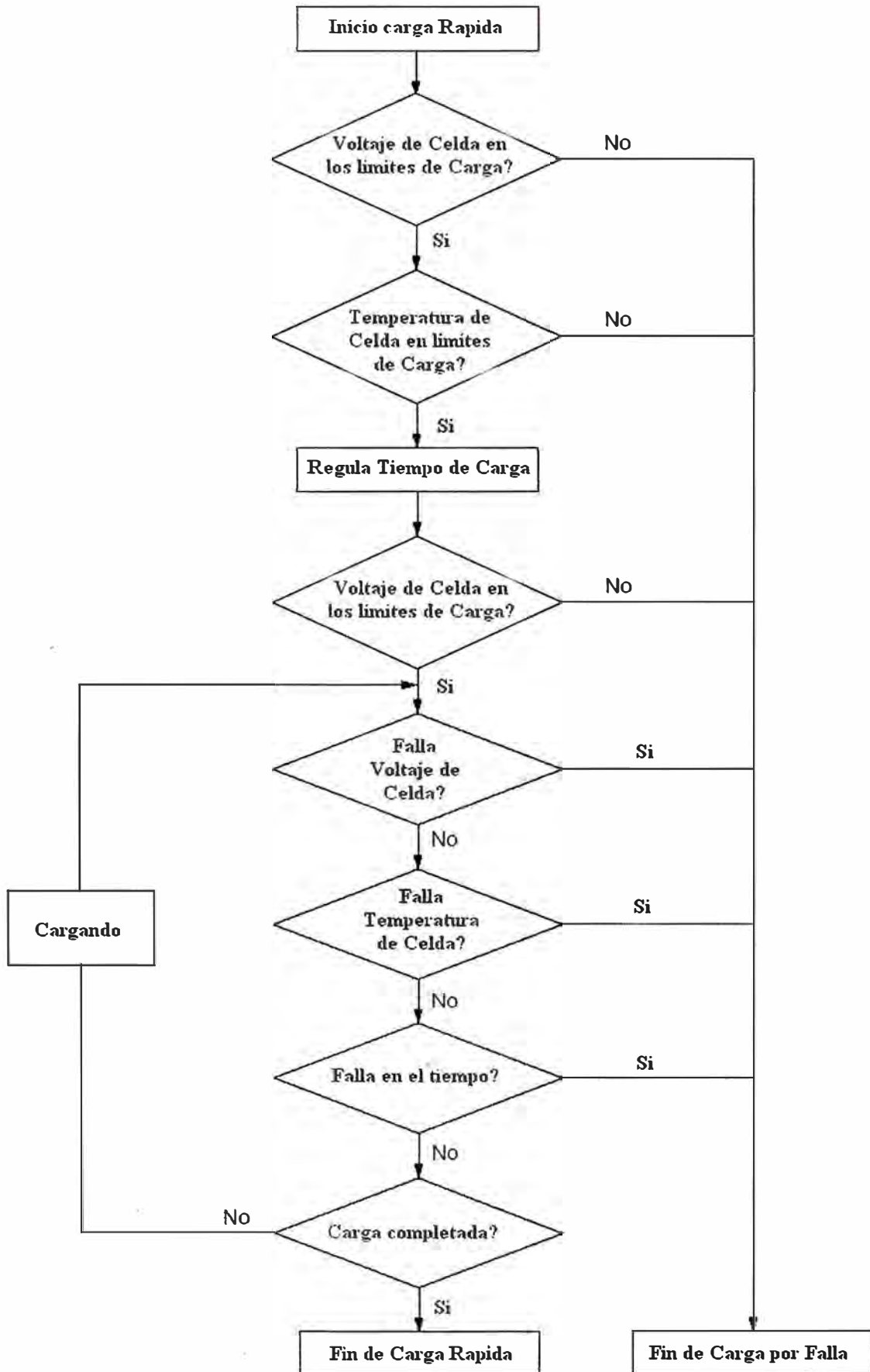


Fig. 4.9 Diagrama de flujo de la carga de una batería.

CONCLUSIONES

Teniendo en consideración la importancia que representa una Batería para llevar a cabo lanzamientos de ejercicio con torpedos se concluye que:

1. El control del proceso de carga ya sea con medios convencionales o a través de la nueva tecnología de cargadores de Baterías inteligentes, permitirán utilizar al máximo las prestaciones de la batería.
2. El control del voltaje de las celdas individuales gracias a sistemas de adquisición de datos y su registro, con la ayuda de la computadora nos darán un mayor conocimiento del comportamiento de las baterías recargables de Plata Zinc de alta densidad de energía, optimizando su uso, por tratarse la plata de un metal bastante caro.
3. La igualación de celdas permitirá descartar a aquellas que presentando un comportamiento defectuoso puedan perjudicar al resto durante una descarga y producir un deterioro prematuro de la Batería.
4. Las Baterías Li-Ion es una alternativa a futuro respecto a las Baterías de Plata-Zinc por su menor peso para una misma capacidad utilizándose actualmente en algunos torpedos de nueva generación.
5. Con el advenimiento de los Vehículos Eléctricos, los cargadores de Baterías gracias al adelanto tecnológico se volverán cada vez mas sofisticados optimizando la vida útil de las Baterías.

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS DE BATERIAS

Ampere-Hour (Amperio-hora) --Un amperio-hora es igual a una corriente de un amperio que fluye durante una hora. Una cantidad unitaria de electricidad usada como una medida de la cantidad de carga eléctrica que puede obtenerse de una batería del almacenamiento antes de que requiera recarga.

Ampere-Hour Capacity (Capacidad de Amperio-hora) --El número de amperios-hora que pueden entregarse por una batería del almacenamiento en una sola descarga. La capacidad de amperios-hora de una batería en la descarga es determinada por varios factores de los cuales los siguientes son los más importantes: limitación de voltaje final; la cantidad de electrolito; valor de la descarga; la densidad de electrolito; diseño de separadores; la temperatura, edad, e historia de vida de la batería; y número, diseño, y dimensiones de electrodos.

Anode (Ánodo) --En una celda primaria o secundaria, el electrodo de metal que deja los electrones al circuito de carga y disuelve en el electrolito.

Aqueous Batteries (Baterías Acuosas)--Baterías con electrolitos basados en agua.

Available Capacity (Capacidad Disponible)--La capacidad de la batería total, normalmente expresada en amperios-hora o miliamperios-hora que está disponible realizar el trabajo. Esto depende de los factores como el voltaje final, cantidad y densidad de electrolito, la temperatura, el valor de la descarga, edad, y la historia de vida de la batería.

Battery (Batería) --Un dispositivo que transforma la energía química en energía eléctrica. El término normalmente se aplica a un grupo de dos o más celdas eléctricas conectadas eléctricamente. En el uso común, el término "batería" se aplica también a una sola celda, como la batería doméstica.

Battery Types (Tipos de Baterías) --Hay, en general, dos tipos de baterías: las baterías primarias, y almacenamiento secundario o baterías del acumulador. Los tipos primarios, aunque a veces consistiendo en los mismos materiales activos como los tipos secundarios, se construye para que sólo una descarga continua o intermitente pueda obtenerse. Se construyen los tipos secundarios para que ellos puedan recargarse, mientras siguiendo una descarga parcial o completa, por el flujo de corriente directa a través de ellos en una dirección opuesto al flujo actual en la descarga. Recargando después de la descarga, un

estado más alto de oxidación se crea al plato positivo o electrodo y un más bajo estado al plato negativo, mientras devolviendo los platos a aproximadamente su original cobraron la condición.

Battery Capacity (Capacidad de la Batería) --El rendimiento eléctrico de una celda o batería en una prueba de servicio entregado por la celda antes de alcanzar una condición eléctrica final especificada y puede expresarse en amperio-horas, vatio-horas, o unidades similares. La capacidad en vatio-horas es igual a la capacidad en amperio-horas multiplicada por el voltaje de la batería.

Battery Charger (Cargador de Batería) --Un dispositivo capaz de proporcionar la energía eléctrica a una batería.

Battery-Charging Rate (Valor de cargado de la Batería)--La corriente expresada en amperios a que una batería de almacenamiento se carga.

Battery Voltage, final (Voltaje final de la Batería) --El límite de voltaje inferior prescrito a la cual la descarga de la batería es considerada completa. El voltaje de corte o final es normalmente escogido para que la capacidad útil de la batería se obtenga. El voltaje de corte varía con el tipo de batería, el valor de descarga, la temperatura, y el tipo de servicio en que la batería se usa. El término el "voltaje de corte" es más particularmente aplicado a las baterías primarias, y "voltaje final" a las baterías de almacenamiento. Sinónimo: Voltaje de corte.

C (C) --Valor de la capacidad, en amperio-horas, para una específica, corriente constante de descarga (donde i es el número de horas que la celda puede entregar esta corriente). por ejemplo, C5 es la capacidad de amperio-horas que puede entregarse por una celda a la corriente constante en 5 horas. Como la capacidad de una celda no es la misma a todos los valores, C5 normalmente es menor que a C20 para la misma celda.

Capacity (Capacidad) --La cantidad de electricidad entregada por una batería bajo las condiciones especificadas, normalmente expresada en amperio-horas.

Cathode (Cátodo) --En una celda primaria o secundaria, el electrodo que, en efecto, oxida el ánodo o absorbe los electrones.

Cell (Celda) --Un dispositivo electroquímico, compuesto de placas positivas y negativas, separador, y electrolito que es capaz de almacenar la energía eléctrica. Cuando aloja en un recipiente y adecua con terminales, es el "bloque" básico de una batería.

Charge (Carga) --Aplicado a una batería del almacenamiento, la conversión de energía

eléctrica en energía química dentro de la celda o batería. Esta restauración de los materiales activos es cumplida manteniendo una corriente unidireccional en la celda o batería en dirección opuesta durante la descarga; una celda o batería que se dice que esta cargada se entiende que esta totalmente cargada.

Charge Rate (Valor de Carga) --La corriente aplicada a una celda secundaria para restaurar su capacidad. Este valor normalmente se expresa como un múltiplo del valor de la capacidad de la celda. Por ejemplo, el valor de carga a C/10 de una celda de 500 Ah se expresa como,

$$\text{Valor de C/10} = 500 \text{ Ah} / 10 \text{ h} = 50 \text{ A.}$$

Charge, state of (Estado de Carga) -- Condición de una celda en términos de la capacidad que permanece en la celda.

Charging (Cargado)--El proceso de proporcionar energía eléctrica para la conversión a energía química almacenada.

Constant-Current Charge (Carga a Corriente Constante) --Un proceso de cargado en que la corriente de una batería de almacenamiento se mantiene a un valor constante. Para algunos tipos de baterías de Plomo-ácido esto puede involucrar dos valores, llamados valores de arranque y de finalización.

Constant-Voltage Charge (Carga a Voltaje Constante) --Un proceso de cargado en que el voltaje en los terminales de una batería de almacenamiento es mantenido a un valor constante.

Cycle (Ciclo) --Una sucesión de carga y descarga. El ciclaje profundo requiere que toda la energía a un voltaje final establecido para cada sistema se agote de la celda o batería en cada descarga. En el ciclaje poco profundo, la energía se agota parcialmente en cada descarga; es decir, la energía puede ser cualquier valor hasta de 50%.

Cycle Life (Ciclo de Vida) --Para celdas recargables secundarias o baterías, el número total de ciclos de carga / descarga que la celda puede soportar antes de que se ponga inoperante. Normalmente se considera que el fin de vida es alcanzado en la práctica, cuando la celda o la batería entrega aproximadamente 80% del valor de capacidad de amperio-hora.

Depth of Discharge (Profundidad de Descarga) --La cantidad relativa de energía retirada de una batería respecto a cuánto podría retirarse si la batería se descargó hasta agotarla.

Discharge (Descarga) --La conversión de la energía química de la batería en la energía eléctrica.

Discharge, deep (Descarga profunda) --Retiro de toda energía eléctrica hasta el punto de voltaje final antes que la celda o batería se recarga.

Discharge, high-rate (Alto valor de Descarga) --Retiro de corrientes grandes por intervalos cortos de tiempo, normalmente a un valor que descargaría una celda o batería completamente en menos de una hora.

Discharge, low-rate (Bajo valor de Descarga) --Retiro de corrientes pequeñas por períodos largos.

Drain (Drenaje) --Retiro de corriente de una celda.

Dry Cell (Celda Seca) --Una celda primaria en que el electrolito está absorbido en un medio poroso, o se refrena de otra forma de fluir. La práctica común limita el término "celda seca" a la celda de Leclanché que es el tipo comercial común.

Electrochemical Couple (Par electroquímico)--El sistema de materiales activos dentro de una celda que proporciona almacenamiento de energía eléctrica a través de una reacción electroquímica.

Electrode (Electrodo) --Un conductor eléctrico a través de que una corriente eléctrica entra o deja un medio conductor, si es una solución electrolítica, masa sólida, fundido, gas, o vacío. Para soluciones electrolíticas, muchos sólidos, y masas fundidas, un electrodo es un conductor eléctrico en cuya superficie ocurre un cambio de la conducción por los electrones a la conducción por los iones. Para los gases y vacío los electrodos sirven para conducir electricidad a y desde el medio.

Electrolyte (Electrolito) --Un compuesto químico que, cuando se funde o disuelve en ciertos solventes, normalmente agua, conducirá una corriente eléctrica. Todos los electrolitos en el estado fundido o en solución da lugar a iones que dirigen la corriente eléctrica.

Electropositivity (Electropositividad) --El grado al que un elemento en una celda galvánica funcionara como el elemento positivo de la celda. Un elemento con una electropositividad grande oxidará más rápidamente que un elemento con una electropositividad más pequeña.

End-of-Discharge Voltage (Voltaje de Fin-de-descarga) --El voltaje de la batería al final de una descarga.

Energy (Energía) -- Capacidad de salida; expresado como capacidad del voltaje en el tiempo, o vatio-horas.

Energy Density (Densidad de Energía) --Proporción de energía de la celda al peso o

volumen (vatio-horas por libra, o vatio-horas por la pulgada cúbica).

Float Charging (Carga Flote) --Método de recargar una celda secundaria en que se conecta continuamente a un suministro de voltaje constante- que mantiene la celda en la condición de totalmente cargada.

Galvanic Cell (Celda Galvánica)--Una combinación de electrodos, separados por electrolito que es capaz de producir la energía eléctrica por la acción electroquímica.

Gassing (Gaseo) --La evolución de gas de uno o los dos electrodos en una celda. Gaseo normalmente es el resultado de auto-descarga o de la electrolisis del agua en el electrolito durante la carga.

Internal Resistance (Resistencia Interna)--La resistencia al flujo de una corriente eléctrica dentro de la celda o batería.

Memory Effect (Efecto Memoria) --Un fenómeno en que una celda, que operó en los ciclos sucesivos a la misma profundidad de descarga, pero menor al valor máximo, temporalmente pierde el resto de su capacidad a niveles de voltaje normal (normalmente sólo se aplica a las celdas de Ni-Cd).

Negative Terminal (Terminal Negativo) --El terminal de una batería desde la cual fluyen los electrones al circuito externo cuando la celda se descarga.

Nonaqueous Batteries (Baterías No acuosas) --Celdas que no contienen agua, como aquéllas con sales fundidas o los electrolitos orgánicos.

Ohm's Law (Ley de Ohm) --La fórmula que describe la cantidad de corriente que fluye a través de un circuito. $\text{Voltaje} = \text{Corriente} * \text{Resistencia}$.

Open Circuit (Circuito Abierto)--Condición de una batería que ni está en carga ni en la descarga (es decir, desconectado de un circuito).

Open-Circuit Voltage (Voltaje a circuito abierto) --La diferencia en el potencial entre los terminales de una celda cuando el circuito está abierto (es decir, en una condición sin carga).

Oxidation (Oxidación) --Una reacción química que produce la descarga de electrones por el material activo de un electrodo.

Parallel Connection (Conexión Paralela)--El arreglo de celdas en una batería hecha conectando todos los terminales positivos juntos y todos los terminales negativos juntos, el voltaje del grupo sera el de una sola celda y la corriente entregada a través de la batería estará dividida entre la cantidad de las celdas. Vea la Conexión Serie.

Polarity (Polaridad) --Se refiere a las cargas que residen en los terminales de una batería.

Positive Terminal (Terminal Positivo) --El terminal de una batería hacia el cual fluyen los electrones a través del circuito externo cuando las celdas se descargan.

Primary Battery (Batería Primaria) --Una batería compuesta de celdas primarias. Vea la Celda Primaria.

Primary Cell (Celda Primaria) --Una celda diseñada para producir corriente eléctrica a través de una reacción electroquímica que no es eficazmente reversible. Por lo tanto la celda, cuando se descargó, no puede recargarse eficazmente por una corriente eléctrica. Nota: Cuando la energía disponible cae a cero, la celda es normalmente descartada. Las celdas primarias pueden ser clasificadas además por los tipos de electrolito usado.

Rated Capacity (Valor de Capacidad) --El número de amperio-horas que una celda puede entregar bajo condiciones específicas (valor de descarga, el voltaje final, la temperatura); normalmente valorado por el fabricante.

Rechargeable (Recargable) --Capaz de ser recargado; se refiere a celdas o baterías secundarias.

Recombination (Recombinación) --Estado en que los gases normalmente formados dentro de la celda de la batería durante su funcionamiento, son recombinados para formar agua.

Reduction (Reducción) --Un proceso químico que produce la aceptación de electrones por el material activo de un electrodo.

Seal (Sello) --La parte estructural de una celda galvánica que restringe el escape de solvente o electrolito de la celda y limita el ingreso de aire en la celda (el aire puede secar el electrolito o puede interferir con las reacciones químicas).

Secondary Battery (Batería Secundaria) --Una batería compuesta de celdas secundarias. Vea Batería de Almacenamiento; Celda de almacenamiento.

Self Discharge (Auto Descarga) --Descarga que tiene lugar mientras la batería está en una condición de circuito abierto.

Separator (Separador) --La membrana permeable que permite el paso de iones, pero previene el contacto eléctrico entre el ánodo y el cátodo.

Series Connection (Conexión Serie) --El arreglo de celdas en una batería configurada conectando el terminal positivo de cada celda sucesiva al terminal negativo de la próxima celda adyacente tal que sus voltajes son acumulativos. Vea la Conexión Paralela.

Shelf Life (Vida en deposito) --Para una celda seca, el período de tiempo (medido desde la fecha de fabricación), a una temperatura de almacenamiento de 21° C (69° F) después del

cual la celda retiene un porcentaje especificado (normalmente 90%) de su volumen de energía original.

Short-Circuit Current (Corriente de corto circuito) --Corriente entregada cuando una celda se pone en cortocircuito (es decir, los terminales positivos y negativos se conectan directamente con un conductor de baja resistencia).

Starting-Lighting-Ignition (SLI) Battery (Batería de Arranque-iluminación-encendido (SLI)) --Una batería diseñada para el arranque de maquinas de combustión interna y para energizar los sistemas eléctricos en los automóviles cuando el motor no esta funcionando. Pueden usarse las baterías SLI en situaciones de iluminación de emergencia.

Stationary Battery (Batería Estacionaria) --Una batería secundaria diseñada para el uso en una ubicación fija.

Storage Battery (Batería de Almacenamiento) --Un ensamble de celdas idénticas en la cual la acción electroquímica es reversible tal que la batería pueda recargarse pasando una corriente a través de las celdas en la dirección opuesta a la de la descarga. Mientras muchas baterías de no-almacenamiento tienen un proceso reversible, sólo aquéllas que son económicamente recargables son clasificadas como baterías de almacenamiento. Sinónimo: acumulador; Batería secundaria. Vea Celda Secundaria.

Storage Cell (Celda de Almacenamiento) --Una celda electrolítica para la generación de energía eléctrica en que la celda después de ser descargada puede restaurarse a una condición de cargada por una corriente eléctrica que fluye en una dirección opuesto al flujo de corriente cuando las celdas se descargan. Sinónimo: Celda secundaria. Vea Batería de Almacenamiento.

Taper Charge (Carga gradual) --Un régimen de carga en la que se entrega un valor moderadamente alto de corriente de carga cuando la batería está en un estado bajo de carga y afinando la corriente a valores más bajos cuando la batería se va haciendo más totalmente cargada.

Terminals (Terminales) --Las partes de una batería a los cuales se conecta el circuito eléctrico externo.

Thermal Runaway (Fuga Térmica) --Una condición en que una celda en carga o descarga se destruirá a través de generación de calor interior causada por alta sobrecarga o valor alto de descarga u otras condiciones de abuso.

Trickle Charging (Carga de Goteo) --Un método de recargar en que una celda secundaria es continuamente o intermitentemente conectada a un suministro de corriente constante-

que mantiene la celda en la condición totalmente cargada.

Vent (Respiradero)--Un mecanismo normalmente sellado que permite el escape controlado de gases desde dentro una celda.

Voltage, cutoff (Voltaje de corte)--Voltaje al final de la descarga útil. (Vea Voltaje final.)

Voltage, end-point (Voltaje final)--Voltaje de celda bajo el cual los equipos conectados no operan o debajo del cual su funcionamiento no se recomienda.

Voltage, nominal (Voltaje nominal)--Voltaje de una celda totalmente cargada al entregar el valor de la corriente.

Wet Cell (Celda Húmeda)-- Una celda, en la cual el electrolito está en forma de líquido y libre de fluir y mover.

ANEXO B

POTENCIALES DE ELECTRODO ESTANDARES

Half-Reaction	E^\ominus V
$\text{Li}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3.04
$\text{K}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2.92
$\text{Ba}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2.90
$\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.87
$\text{Na}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.37
$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.66
$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g}) + 2 \text{OH}^-$	-0.83
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0.76
$\text{Cr}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.74
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44
$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.41
$\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.40
$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Co}$	-0.28
$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.25
$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0.14
$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.13
$\text{Fe}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.04
$2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g})$	0.00
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} (\text{g})$	0.14
$\text{Sn}^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	0.15

$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	0.16
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	0.17
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.34
$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0.40
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.52
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.54
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0.68
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0.77
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$	0.78
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}(\text{l})$	0.78
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	0.80
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	0.96
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.06
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.23
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.28
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.33
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1.36
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}$	1.50
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1.52
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1.82
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	2.87

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.physchem.co.za>
- [2] <http://www.mpoweruk.com/performance.htm#equivalent>
- [3] <http://www.amplepower.com>
- [4] www.austinev.org/evalbum/tech/e-mtrpdf.pdf
- [5] <http://www.microchip.com>
- [6] <http://power.ti.com>
- [7] <http://www.techonline.com/pdf/pavillions/gsp/112.pdf>
- [8] IEEE TRANSACTION ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL 50, NO. 5, OCTOBER 2003, “Designing a New Generalized Battery Management System”, Pages 990 – 999.
- [9] IEEE TRANSACTION ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL 40, NO. 1, FEBRUARY 1993, “Extension of Battery Life via Charge Equalization Control”, Pages 96 – 104.