



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACION**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
(ESPECIALIZACION ELECTRONICA)**

TEMA:

**MONITOREO PARA EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA
DE LAS BATERIAS EN LOS SUBMARINOS U-209**

PRESENTADO POR:

CARLOS ALBERTO BREILH CASTRO

1997

AGRADECIMIENTO:

En primer lugar agradezco a Dios la culminación de esta etapa en mi vida.

Así como a la Armada del Ecuador que confío en mí y el apoyo de esta institución a lo largo de estos años de estudio.

De una manera muy especial al Sr. Ing. Alberto Manzur Hanna, pues con su apoyo incondicional y enseñanzas llega a feliz término el presente trabajo.

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a las personas que han estado a mi lado durante todo este tiempo apoyándome en forma incondicional y animándome a seguir siempre hacia adelante, estas personas son Gladys mi esposa, y mis hijos María Belén, Carlos José y María Soledad.

A mis padres que supieron inculcar en mi los principios básicos y fundamentales en un hombre para servir a Dios y la Patria.

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Armando Altamirano Ch.
PRESIDENTE



Ing. Alberto Manzur H.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Alberto Larco G.
MIEMBRO PRINCIPAL



Ing. Norman Chootong Ch.
MIEMBRO PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los Hechos, Ideas y Doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y, el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL.)

Carlos Breilh Castro.

RESUMEN:

El proyecto consiste en realizar un monitoreo de los procesos de carga y descarga de las baterías en los Submarinos U-209 de la Armada del Ecuador, mediante la utilización de un Controlador Lógico Programable (PLC).

El cual va a recibir señales digitales de entrada y señales digitales de salida que indicaran al PLC si nos encontramos en carga o descarga de baterías y el tipo de conexión en que se encuentran las mismas.

Los parámetros medidos llegaran al PLC a través de señales analógicas, las cuales serán procesadas por el PLC para cumplir los siguientes objetivos:

1. Monitoreo permanente de voltaje en las 480 celdas individuales de las cuatro baterías.
2. Monitoreo permanente de corriente que ingresa a cada de las cuatro batería en el proceso de carga.
3. Monitoreo permanente de la corriente que suministran las baterías a la red de abordo y en el proceso de descarga (Prueba de capacidad).
4. Monitoreo permanente de temperatura del electrolito en celdas piloto.
5. Señal indicadora que se ha llegado al nivel máximo o mínimo de voltaje en los procesos de carga o descarga respectivamente.
6. Señal indicadora de la concentración peligrosa de hidrógeno en el ambiente.
7. Señal indicadora cuando la corriente de entrada en la carga de gaseo (tercera etapa) sobrepasa los 200A.

INTRODUCCION:

Un submarino es una nave con capacidad de navegación en superficie y principalmente en inmersión, razón por la cual la fuente de energía para los equipos, red de abordaje y propulsión principal es suministrada por bancos de baterías.

Durante la operación de la nave es de suma importancia conocer la capacidad remanente de las baterías, para la toma de decisiones de tipo táctico en cualquier instante

Presentación del problema a resolver.-

Para llegar a alcanzar una larga vida útil de las baterías, es necesario proporcionarle un debido plan de mantenimiento, el cual consiste en cuidar la limpieza de las celdas, revisión periódica de los contactos, controlar la cantidad y concentración de la mezcla acidulada y principalmente proporcionar cargas y descargas a las baterías en forma periódica.

Así como realizar por lo menos una vez al año una prueba de capacidad real mediante una descarga al 100%. En este tipo de prueba se corre el riesgo de descargar más del 100% de la capacidad de cualquier celda, quedando esta inservible. Pero teniendo el monitoreo de cada una de las 480 celdas individuales con la posibilidad de que el sistema nos indique cuando la celda más deficiente llega a su nivel mínimo, se obtendría un dato real de la capacidad de las baterías y el riesgo de dañarlas será mínimo.

En la carga de baterías también se debe cuidar de no sobrepasar el nivel máximo de voltaje en las celdas individuales, pues si sucede esto traerá como consecuencia la inversión de polaridad de dicha celda y quedaría inservible para ser usada en el banco de baterías.

Al recibir o ceder energía las celdas de las baterías van a producir una elevación de la temperatura del electrolito, el cual influye en la capacidad de las baterías y en la producción de gas hidrógeno en el proceso de carga.

INDICE GENERAL

Contenido:	Pagina.
CAPITULO 1	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción Técnica	1
1.2.1 Tabla de datos de las celda en descarga con potencia constante.	2
1.2.2 Tabla de datos de la celda en descarga con corriente constante.	2
1.2.2.1 Datos de placa.	3
1.2.3 Celda	
1.2.3.1 Funcionamiento e indicaciones especiales	4
1.3 Sistema de agitación del electrolito	6
1.4 Elementos de una celda	7
1.5 Bloque de placas	7
1.6 Placa positiva	7
1.7 Placa negativa	7
1.8 Separador	8
1.9 Electrolito	8
1.10 Recipiente de la celda	8
1.11 Funcionamiento del detector de H ₂	8
CAPITULO 2	
2.1 Funcionamiento de la batería	10
2.2 Funcionamiento en flote	10
2.3 Procedimiento en carga	10
2.3.1 Carga parcial	11
2.3.2 Carga intermedia según la curva característica I-U	11

Contenido:	Pagina.
4.3 Configuración del sistema	33
4.4 Lista de tarjetas	34
4.5 Entradas y salidas digitales	37
4.5.1 Entradas digitales	37
4.5.2 Salidas digitales	38
CAPITULO 5	
5.1 Diseño del programa de PLC	39
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	162
APENDICE	163
BIBLIOGRAFIA	181

CAPITULO 1.-

1.1 Antecedentes.-

Los Submarinos convencionales para su propulsión y funcionamiento de los equipos de abordaje necesitan de una fuente de energía que les permita permanecer por largo tiempo sumergidos en el mar, esta fuente de energía está dada por bancos de baterías.

La forma de hacer que la vida útil de las baterías sea más larga se logra con un cuidadoso plan de mantenimiento, que consiste en cargas y descargas periódicas, así como el mantenimiento de los bornes y control del electrolito.

1.2 Descripción Técnica.-

La batería completa, que se compone de 480 celdas, está subdividida en 4 partes iguales, 1,2,3 y 4. Cada batería parcial se compone de 120 celdas del tipo 14 UR 12 e. Por cada batería parcial se dispone de una tensión de aproximadamente 240 Volts. Las celdas de las baterías 1 y 2 están colocadas en el tanque de baterías 1 y las baterías 3 y 4, en el tanque de baterías 2, de modo que las baterías 1 y 3 quedan a estribor y las baterías 2 y 4 a babor (Fig. 2 y 3).

Navegando en inmersión, la única fuente de energía para la propulsión y la red de abordaje son los bancos de baterías. Navegando en snorkel y en superficie es posible producir directamente la energía de propulsión y para la red de abordaje con los generadores. Los consumos o excesos de producción son compensados o bien absorbidos por la batería (circuito de compensación).

Propulsando a baja velocidad se puede cargar la batería con este circuito de compensación a través de los generadores.

Las cuatro baterías 1, 2, 3 y 4 pueden conectarse durante el servicio de descarga tanto en paralelo como en serie. Las posibilidades de conexiones para la carga, véase Fig. 4.

1.2.1 Tabla de datos de la celda en descarga con potencia constante (véase Fig. 11)

Estos datos son verificados en fábrica.

t (h)	P (w)	e (v)	Ua (v)	Um (v)	Ue80% (v)	Ue100% (v)	Uemin (v)
1.25	9200.0	11500	1.835	1.725	1.635	1.450	1.180
1.50	8100.0	12150	1.870	1.755	1.675	1.495	1.260
2.00	6580.0	13160	1.905	1.795	1.720	1.560	1.355
3.00	4900.0	14700	1.950	1.840	1.775	1.620	1.460
5.00	3320.0	16600	1.990	1.890	1.820	1.670	1.560
10.00	1910.0	19100	2.030	1.930	1.855	1.715	1.645
20.00	1050.0	21000	2.050	1.950	1.880	1.750	1.690
50.00	455.0	22750	2.065	1.965	1.895	1.765	1.725
100.00	235.5	23550	2.070	1.970	1.900	1.770	1.730

Las capacidades dadas en esta tabla se alcanzan a 30° C de temperatura inicial del electrolito en el caso de una descarga de 1,25 a 5 horas, y a 30° C de temperatura final, en el caso de una descarga de 10 y 137,5 horas. Estos valores de las capacidades están referidos a una densidad de $1,28 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$ del electrolito al comienzo de la descarga.

1.2.2 Tabla de datos de la celda en descarga con corriente constante.(véase fig. 10).

La tabla que sigue más abajo se considerará para el trabajo abordo, ya que en el servicio práctico se tiene a disposición exclusivamente amperímetros y voltímetros.

t (h)	I (A)	Q (Ah)	Ua (v)	Um (v)	Ue80% (v)	Ue100% (v)	Uemin (v)
137.5	84.3	11591	2.070	1.970	1.900	1.770	1.7350
100.0	115.0	11500	2.070	1.970	1.900	1.770	1.7300
50.0	223.6	11180	2.065	1.965	1.895	1.765	1.7200
20.0	525.0	10500	2.050	1.950	1.880	1.750	1.6900
10.0	967.0	9670	2.025	1.925	1.855	1.720	1.6450
5.0	1720.0	8600	1.985	1.890	1.820	1.680	1.5750
3.0	2570.0	7710	1.940	1.845	1.775	1.630	1.4900
2.0	3500.0	7000	1.890	1.800	1.725	1.580	1.4000
1.5	4336.0	6504	1.850	1.755	1.685	1.530	1.3150
1.3	4960.0	6200	1.815	1.725	1.650	1.495	1.2550

Las capacidades dadas en la tabla se alcanzan a 30°C de temperatura inicial del electrolito en el caso de una descarga de 1,25 a 5 horas, y a 30°C de temperatura final, en el caso de una descarga de 10 a 137,5 horas. Estos valores de las capacidades están referidos a una densidad de $1,28 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$ del electrolito al comienzo de la descarga.

Las tensiones que observan las baterías parciales, tomando en cuenta las pérdidas en cables y conexiones, se han representado en las figuras 10 y 11. En la Fig. 10 se han representado en dependencia con la intensidad de corriente y en la Fig. 11 en relación a la potencia.

1.2.2.1 Datos de placa.-

Tipo de celda	14 UR 12 e
Altura sobre el borne	1461 mm
Altura incl. tapa de la celda	1376 mm
Ancho	$450 \pm 1 \text{ mm}$
Largo	$290 \pm 1 \text{ mm}$
Peso definido, llena y cargada	$534 \pm 2\% \text{ Kg}$
Densidad del electrolito	$1,28 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$
Temperatura normal de referencia del electrolito	30° C
Temperatura máxima permisible del electrolito	45° C en servicio continuo, 55° c en servicio temporal (5 horas máximo)
Resistencia interna	0,049 miliohm
Corriente de cortocircuito	42,8 KA
Inclinación de la celda hacia todos los lados	45°

Resistencia contra golpes	según BV 0043 del 17.8.1959 (nave sumergible/estructura exterior-10Kg.línea característica.)
Conexiones	Cobre emplomado, peso del conjunto 3800 Kg. aprox.

1.2.3 Celda.-

1.2.3.1 Funcionamiento e indicaciones especiales.-

El funcionamiento de un acumulador de plomo se considerará conocido, no obstante, a causa de la forma y de la construcción de las celdas se darán las siguientes indicaciones especiales, su conocimiento significa mucho para el tratamiento adecuado y especializado y para una larga vida útil.

Cualquier suciedad en el interior o exterior deberá ser evitada.

En las placas, o bien, placas tubulares (de tubitos) se emplean las masas activas solamente en forma de polvo fino. Cuanto más fino el grano, tanto mayor es la superficie total efectiva de una placa.

El electrolito entre las placas recibe el nombre de electrolito exterior, el electrolito en el interior de la masa activa se llama electrolito interior. Los electrolitos exterior e interior están en comunicación solamente a través de los poros de la masa activa.

Al momento de tomarse corriente se produce inmediatamente una reacción electroquímica y se consume el electrolito en el interior de las placas, es decir, se disminuye la densidad del electrolito interior. La disminución será tanto mayor, cuanto más intensa sea la corriente que se tome. Con esto queda claro porqué la tensión de descarga de una celda depende, entre otras cosas, del amperaje de la corriente de descarga.

El electrolito exterior no es afectado en un principio por el consumo de electrolito en el interior de las placas. El electrolito exterior comienza recién a

penetrar al interior de las masas empobrecidas cuando la diferencia entre la densidad del electrolito interior y la densidad inalterada del electrolito exterior produce una caída de concentración. Se lleva a efecto una nivelación de concentración por medio de una difusión del electrolito exterior.

La difusión depende, además de la caída de concentración, también de la resistencia de difusión. Mientras los poros sean grandes y el consumo en el interior de la placa sea bajo, serán equivalentes la igualación de las concentraciones y el consumo interior a corriente de descarga constante. Esto es, la tensión de bornes cae paulatinamente, como es por ej: el caso de descarga con corrientes muy bajas.

Con descargas en aumento, y con el consiguiente aumento de volumen de las masas activas, el volumen de los poros disminuirá y la resistencia de difusión se hará mayor hasta que no pueda difundirse suficiente electrolito exterior hasta las partículas de masa más interiores y con esto pueda alcanzarse la tensión final de descarga debido a la gran disminución de la densidad del electrolito interior.

La descarga con alta intensidad de corriente se reconoce cuando la nivelación de concentración no se realiza suficientemente rápida. El electrolito en el interior de las placas empobrece visiblemente y la tensión cae notablemente.

Además, en el caso de un alto régimen, aquellas partículas de masa que pueden ser alcanzadas rápidamente por el electrolito exterior, actúan violentamente produciendo un aumento de volumen en la superficie de las placas exteriores, provocando un prematuro bloqueo del camino de difusión. A consecuencia de esto no pueden aprovecharse ni suficiente electrolito exterior existente, ni la masa activa aún no usada. La tensión final de descarga se alcanza rápidamente y la capacidad parece prematuramente agotada.

De las explicaciones anteriores se deduce que la capacidad de una celda depende del régimen de descarga, siendo esta la capacidad que se puede aprovechar hasta que la tensión alcance un valor límite inferior.

Al reducirse la capacidad considerablemente, debido a un alto régimen de descarga, toman parte nuevamente en la reacción electroquímica las partículas

interiores de la masa activa (disminución de volumen y aumento del camino de difusión), Y la tensión final de descarga se alcanza luego de transcurridas unas horas. La batería entrega en estos casos una capacidad adicional de recuperación.

El comportamiento de la batería durante la carga se caracteriza sobre todo por la activa producción de gases debido al aumento de la tensión, hasta alcanzar la llamada tensión de gaseo. La tensión de gaseo depende de la temperatura del electrolito (Fig. 8). El electrolito interior reacciona electroquímicamente con las partes interiores de la masa activa. La tensión de gaseo se alcanza pronto.

Para conseguir nuevamente la capacidad total de las celdas es necesario seguir cargando con corriente de régimen bajo para producir una nivelación de concentración por una buena difusión del electrolito exterior.

Durante la carga de batería, el electrolito que sale de las placas tiene una densidad considerablemente más alta que el que se encuentra entre las placas. Al encontrarse este último con el electrolito exterior, que tiene una densidad menor, desciende debido a su mayor peso. Mediante la agitación del electrolito se procura alcanzar un transporte continuo de electrolito desde la parte inferior de la celda a la parte superior. Con el movimiento del electrolito exterior desde el comienzo de la carga se consigue una mezcla homogénea del electrolito que sale por difusión de las placas.

1.3 Sistema de agitación del electrolito.-

Por medio de 2 compresores de aire se suministra aire a presión a través de conductores de distribución a cada una de las celdas. El aire se dirige hacia el fondo de la celda, desde donde vuelve a subir por un tubo de elevación. El electrolito que se encuentra en la parte inferior de la celda es arrastrado por la circulación producida, siendo agitado de este modo.

1.4 Elementos de una celda.-

Una celda se compone principalmente de los bloques de placas positivas y negativas, con separadores entre ellas, el electrolito, los puentes de polos positivos y negativos, el recipiente de la celda, el recubrimiento del recipiente, la tapa de la celda con recubrimiento, el indicador de nivel de electrolito y los tapones de servicio.

1.5 Bloque de placas.-

En las celdas del tipo 14 UR 12 e se encuentran dos bloques de placas ubicados uno sobre otro. Por medio de unos puentes de polos de construcción especial se conectan ambos bloques de placas eléctricamente en paralelo y al mismo tiempo quedan unidos mecánicamente. Cada bloque de placas es una unidad construida con placas positivas, negativas y separadores.

1.6 Placa positiva.-

La placa positiva es una placa de tubitos. Esta se compone de un armazón de plomo con varillas verticales de plomo, las cuales están unidas con la parte superior de un marco con dos talones de suspensión dobles formando una pieza de fundición. Las varillas de plomo están revestidas de masa activa. Esta última está contenida mecánicamente en cajas de tubos. La masa activa porosa contenida es de un color marrón oscuro casi negro y se compone, en estado de carga, de dióxido de plomo (PbO_2). La parte inferior de la placa termina en un pie.

1.7 Placa negativa.-

La placa negativa es una placa de rejilla. La rejilla sirve como sostén de masa y a la vez como desviador de corriente. La parte superior horizontal está reforzada y terminada en dos talones de suspensión. La rejilla ubicada en el interior del marco contiene masa activa que se compone casi exclusivamente de plomo poroso (Pb) finamente repartido, La cual en estado de carga es de un color gris.

1.8 Separador.-

El separador es el agente aislante entre las placas positivas y negativas. Este es permeable al electrolito (microporoso) y no impide el intercambio de electrolito en el sector de las masa activas de ambas placas y el paso de corriente. El separador evita por lo tanto conducciones eléctricas entre dos placas vecinas (placas en cortocircuito).

1.9 Electrolito.-

Como electrolito del acumulador de plomo (líquido conductor y electroquímicamente activo al pasar corriente a través de él) para celdas de cualquier clase, también acumuladores, se utiliza principalmente ácido sulfúrico diluido (H_2SO_4) cuyo peso específico con las celdas en estado de carga, con nivel de ácido normal y una temperatura de $30^\circ C$, es de $1,28 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$. El ácido debe cumplir con los reglamentos de pureza según VDE 0510/8.70. (La relación entre la densidad del ácido y la temperatura, véase en la fig. 9.)

1.10 Recipiente de la celda.-

El recipiente de la celda está construido de una pieza con resina sintética reforzada con fibra de vidrio, para hacerla resistente contra golpes y al mismo tiempo contra la acción del ácido sulfúrico diluido. En el fondo del recipiente hay incrustadas tuercas para atornillar la placa con gancho a la celda. Esta placa con gancho se fija al fundamento de la batería con otro gancho de tal manera que las celdas quedan afirmadas en el tanque de baterías.

1.11 Funcionamiento del detector de H_2 .-

Las mediciones se efectúan según el principio del puente de medición de Wheatstone. El puente de medición para determinar la concentración de H_2 consta de cuatro alambres de platinos con la misma resistencia óhmica, que se encuentran en cámaras de forma cilíndrica. Dos de las cámaras, llamadas cámaras de comparación,

están selladas y contienen aire puro. A través de las otras dos cámaras, llamadas cámaras de medición, se difunde el aire succionado por la bomba.

Las resistencias de platino se calientan eléctricamente hasta una temperatura de 100 a 150° C. Cuando el aire succionado por la bomba contiene hidrógeno en una concentración superior a la normal se produce un aumento de la conductividad térmica y, por lo tanto, una disminución de la temperatura de las resistencias de platino, lo que ocasiona a su vez una variación de su resistencia óhmica. Cuando el aire que pasa por el detector es idéntico al contenido de las cámaras de comparación (El aire succionado por la bomba no contienen hidrógeno), el puente de medición está compensado y por la bobina de galvanómetro no pasa corriente. La resistencia del puente de medición varia en el momento en que hay presente hidrógeno. Por el galvanómetro pasa entonces una corriente de compensación, que es proporcional a la hidrógeno en el aire, indicándose en la escala del galvanómetro en %.



CAPITULO 2.-

2.1 Funcionamiento de la batería.-

Con la batería en descarga se puede obtener la totalidad de la corriente que se necesita abordo. La carga se efectúa cuando el buque está detenido, y la corriente producida por los generadores o proveniente de la estación terrestre llega principalmente a la batería.

2.2 Funcionamiento en flote.-

Funcionamiento en paralelo.

Las cuatro baterías y los generadores (tantos generadores como sean necesarios de acuerdo al consumo) se conectan en paralelo con los consumidores del servicio auxiliar. En estas condiciones los generadores suministran la mayor parte de la corriente de consumo.

Cuando el consumo supera la capacidad de los generadores, la batería entrega la diferencia. Por lo contrario, cuando el consumo está dentro de la capacidad de los generadores, puede cargarse la batería.

En esta condición hay que mantener la tensión debajo del punto de gaseo, según la Fig. 8.

2.3 Procedimiento de carga.-

Para cargar las baterías es sumamente importante conocer los siguientes aspectos:

- La dependencia del voltaje de gaseo con respecto a la temperatura del electrolito.
- La influencia del sistema de agitación del electrolito.
- La influencia que tiene un alto régimen de carga.
- La influencia de las temperaturas muy altas.

Además de esto, es de primordial importancia prestar suma atención al aislamiento, a la ventilación del tanque de baterías y a la concentración de H₂.

La carga de baterías se puede llevar a cabo con los generadores de abordo o con el correspondiente suministro desde tierra (véase Fig. 4).

Para la carga de baterías se han definido los siguientes conceptos:

2.3.1 Carga parcial.-

La mayor parte de las cargas durante la navegación (funcionan en flote) se llevan a efecto en forma de carga parcial.

Una carga parcial puede ser parte de la primera etapa de carga, o bien puede llegar hasta el final de la primera etapa de carga, o bien abarcar parte de la segunda etapa de carga. Según el estado de descarga de la batería, según la capacidad de los generadores y según el tiempo, toma la batería un régimen de carga determinado por la etapa de propulsión del momento, sin alcanzar un estado de carga específico.

Después de cada descarga debe efectuarse tan pronto como sea posible una carga parcial que abarque hasta el final de la primera etapa de carga.

En caso de varias cargas parciales sucesivas deberá efectuarse una carga intermedia tan pronto como sea posible.

2.3.2 Carga intermedia según la curva característica I-U.-

(véase las Figs. 5, 7, 8)

La carga intermedia se efectúa según la curva característica I-U de la Fig. 5 y se puede llevar a cabo cuando el buque está detenido o bien cuando está navegando.

Esta carga intermedia se compone de la primera y la segunda etapa de carga. En este caso no se debe sobrepasar en ningún momento la tensión de gaseo de cada celda, la que conforme a la Fig. 8 depende de la temperatura del electrolito.

Debido a esta limitación no sólo se mantiene restringida la producción molesta de hidrógeno durante la operación, sino que se reduce el consumo de agua destilada. Los tiempos de carga hasta el final de la primera, o bien de la segunda etapa de carga dependen de las etapas anteriores y del régimen de carga (intensidad de corriente de carga).

En la Fig. 7 se indican las curvas correspondientes a una corriente de carga en la primera etapa y la tensión de la segunda etapa de carga.

Ambas etapas de carga se desarrollan como se explica a continuación:

2.3.2.1 La primera etapa de carga.-

Se caracteriza por una corriente constante de intensidad indeterminada, y por un aumento simultáneo de la tensión de la celda. El final de la primera etapa queda determinado cuando se alcanza el voltaje de gaseo según la Fig. 8.

Esta etapa de carga es la más apropiada para la propulsión en flote, porque se dispone de más corriente para la propulsión misma y es la que menos interfiere al servicio normal.

2.3.2.2 La segunda etapa de carga.-

Se acopla al final de la primera etapa. Ahora se hace necesario una regulación del voltaje inferior al de gaseo, según la Fig. 8, con una disminución simultánea de la corriente de carga. El final de la segunda etapa se alcanza tan pronto como la corriente de carga ha disminuido a 200 A por batería.

Después de varias cargas parciales sucesivas deberá efectuarse una carga intermedia tan pronto como sea posible, o bien después de un tiempo mínimo determinado, con la carga intermedia se alcanza aproximadamente la capacidad total de la batería.

2.3.3 Carga completa según la línea característica I-U-I.-

(Véase las Figs. 5, 6, 7, 8)

Con la carga completa se debe alcanzar nuevamente la capacidad total de todas las celdas ya que después de un cierto tiempo, o bien después de algunas cargas parciales, llegan las celdas a un estado de carga y de descarga diferente, estado que no puede ser compensado con una carga intermedia.

Cuanto mayor es el periodo de tiempo transcurrido desde la última carga completa, tanto más se aleja la batería por efecto de la sulfatación de su capacidad nominal. Por esto debe hacerse una carga completa después de una cantidad de cargas intermedias para que la transformación química se complete nuevamente en forma total.

La carga completa, según la línea característica I-U-I, comienza con la corriente de mayor intensidad posible hasta el final de la primera etapa y segunda etapa de carga conforme con lo expuesto en el punto 2.3.2. A continuación de esto sigue la tercera etapa de carga (carga de gaseo con una corriente de aproximadamente 200 A., que deberá regularse continuamente en cada batería.

Durante esta carga la tensión sube más allá de la tensión de gaseo, hasta alcanzar una tensión máxima. Aquí se desarrolla una viva gasificación. El valor del voltaje final de la carga depende de la corriente de carga, de la temperatura del ácido y del tiempo de uso de la batería, y no es un valor determinado.

La carga completa se considera finalizada cuando el voltaje y la temperatura de cada una de las celdas se mantiene constante durante dos horas y a un régimen invariable de corriente.

Es decir, si la temperatura sube y la tensión permanece igual o aumenta, significa que la batería sigue aún tomando carga. Desde el momento en que con temperatura en aumento disminuye la tensión, o bien a temperatura invariable y tensión constante, se considera la batería totalmente cargada.

En esta carga es necesario un factor de carga de aprox. 1,10. Es decir por cada 100 Ah descargados se deberán cargar 110 Ah. La Fig. 6 muestra un ejemplo de una carga completa para una corriente de carga determinada, teniendo anteriormente una descarga también determinada. De la Fig. 7 se podrán tomar los tiempos de carga hasta el final de la primera, segunda o bien tercera etapa de carga en dependencia de la capacidad exigida con una corriente de carga determinada en la primera etapa.

2.3.3.1 Mezcla aire-hidrógeno.-

Tanto en los tanques de baterías como también en las celdas deben contarse con la presencia de hidrógeno que se produce por gaseo de las celdas durante la carga, la descarga y en parte también durante el estado de reposo. Esto último sucede en pequeñas cantidades.

El gas de hidrógeno es más liviano que el aire por lo que se concentra en las partes más altas del tanque. Si el porcentaje de hidrógeno en el aire es mayor o igual al 3,8 % del volumen, la mezcla de los gases es explosiva. La menor chispa (una chispa invisible al caer o golpear una herramienta metálica contra otro objeto metálico) puede producir una explosión.

Las explosiones de gas detonante tienen consecuencias destructivas en todo caso. Para evitar una mezcla explosiva de aire e hidrógeno, deberá conectarse la ventilación del tanque de baterías antes de comenzar a cargar las mismas. Por la gasificación posterior deberá quedar conectada durante un cierto tiempo después de finalizada la carga.

El sistema de agitación del electrolito ayuda a evitar una concentración muy alta de hidrógeno por medio del suministro continuo de aire a las celdas. Por esta causa y por otras más, deberá también conectarse el sistema de agitación antes de comenzar la carga, quedando también por un cierto tiempo después de finalizada la misma.

Durante la carga de las baterías deben permanecer cerradas las escotillas del tanque. Después de la carga deben mantenerse las medidas de precaución (la prohibición de fumar, fuegos abiertos, chispas). Al abrir las escotillas deberá considerarse que seguramente han quedado restos de hidrógeno bajo las mismas, y que al abrirlas pudieran pasar hacia compartimentos superiores, donde las posibilidades de que haya chispas o llamas abiertas es mayor (motores, etc.). Se deben tomar precauciones especiales durante y después de una carga igualadora o de una carga de compensación, en las que hay gran desarrollo de gas.

2.3.4 Carga completa según la línea característica I-U.-

Esta carga completa se puede llevar a cabo excepcionalmente cuando una carga completa según la línea característica I-U-I, conforme al punto 2.3.3 no puede ser efectuada por razones tácticas.

A la primera oportunidad que se presente, se debe efectuar una carga completa conforme a la característica de carga I-U-I.

La carga de las baterías según la característica I-U se efectúa hasta que la primera y segunda etapa alcancen una intensidad de corriente de 200 A. (véase el punto 2.3.2). Finalmente se seguirá cargando con corriente de menor intensidad. Para esto se regulará la tensión de tal manera que el voltaje de gaseo dependiente de la temperatura conforme a la Fig. 8, no se sobrepase. Por supuesto que la duración de carga, en comparación con la duración de carga I-U-I según el punto 2.3.3 se alarga notablemente, debido a la corriente de corte de carga tan baja (la segunda etapa de carga se alarga en aproximadamente 30 horas.).

La carga I-U tiene la ventaja de que no pueden formarse excesivamente gases o calentamientos. Esta carga completa se considera finalizada cuando el voltaje de cada una de las celdas permanece constante durante 2 horas, manteniéndose igualmente constante la temperatura del electrolito.

2.3.5 Carga igualadora.-

La carga igualadora (carga de seguridad) es una carga adicional con la cual se logra restablecer la máxima capacidad de la batería (estado de carga completa en todas las celdas).

Es por eso que a un cierto número de cargas completas debe seguir una carga igualadora. La carga igualadora es la continuación de la tercera etapa de carga que se comienza después de aproximadamente 1 hora a partir del final de la carga completa. De aquí siguen 3 ciclos, cada uno de dos horas de carga y una hora de pausa.

Si sube la temperatura de las celdas durante la carga igualadora, debe disminuirse la intensidad de la corriente a 150 A o menos, hasta que la temperatura sea estable nuevamente.

2.4 Descarga de la batería.-

Véase las Figs. 10 a la 17.

La capacidad de la batería depende en gran parte de la intensidad de la corriente de descarga. Este principio es determinante en el servicio de descarga.

Cuanto más intensa sea la corriente de descarga y cuanto más tiempo se navegue a alto régimen, tanto más pequeño se hace el radio de acción. por lo tanto, si no hay una necesidad absoluta de trabajar a altos regímenes de descarga, es conveniente restringir el consumo de energía, más aún si es imprescindible llegar a una meta lejana. Debe evitarse en lo posible llevar a la batería a niveles muy bajos de descarga, ya que no solamente disminuye la vida útil de la batería, sino que pueden producirse fenómenos muy molestos durante la operación:

En aquellas celdas, en que la capacidad ha disminuido, la tensión en los bornes se reduce a 0, con el consiguiente cambio de polaridad, es decir, se produce una carga de esta celda en dirección contraria debido a la corriente de descarga de la batería (inversión de polaridad).

Al producirse el cambio de polaridad de una celda determinada, esta se comportaría en forma contraria al funcionamiento de una celda en perfecto estado.

Las celdas con los polos invertidos perjudican la tensión de la batería, no sólo a través de la propia caída de tensión, sino que consume tensión ya que son cargadas por las otras celdas.

Con la inversión de polos hay formación de gas. Durante la descarga de la batería se produce en estas celdas gas hidrógeno. Las celdas se calientan, el agua se evapora. La descarga abordo puede por eso llegar hasta un máximo del 80 % de la capacidad (véase las Figs. 10 y 11). Cuando la tensión ha alcanzado el voltaje límite a un régimen determinado correspondiente, se finaliza la descarga a ese régimen y se

debe pasar a un régimen menor, es decir la descarga debe continuarse a un régimen menor.

Las descargas abordo se hacen con las tensiones U 80% indicadas en la tabla del punto 1.2.2. En la Fig. 10 aparecen ésta y los voltajes límites para diferentes regimenes de descarga en función del régimen.

Solamente con disposiciones especiales se podrá descargar hasta alcanzar voltajes límites después de haber descargado hasta el 100 % del tiempo correspondiente a un régimen determinado. Las curvas de descarga de los regimenes de la tabla del punto 1.2.2 están representadas en la Fig. 13 en función del tiempo de descarga.

2.4.1 Prueba de capacidad.-

El conocimiento de la capacidad que tiene la batería es de suma importancia para la propulsión del buque. No deberán realizarse más de una vez al año las pruebas de capacidad que llegan hasta el voltaje límite de descarga U_e 100 % según la tabla del punto 1.2.2.

2.4.1.1 Preparativos para efectuar la prueba.-

- Realizar una carga completa.
- Descargar la batería tomando una corriente correspondiente a 20 horas, hasta alcanzar la tensión de descarga U_e 80 %. La carga es simulada utilizando resistencias como cargas fantasmas.
- Realizar una carga completa y a continuación una carga igualadora.
- El circuito de la corriente se conecta durante la descarga, de acuerdo a la Fig. 4, a través de la toma de tierra hacia el exterior. Debido a la máxima carga permisible de los enchufes y conexiones, es necesaria la conexión (2) para poder absorber la corriente correspondiente a 10 horas de la prueba de capacidad.
- El consumo del submarino se tiene que cubrir desde tierra a través de la toma de tierra de 115 V.

2.4.1.2 Efectuar la prueba de la capacidad.-

- Descargar la batería a través de resistencias regulables. La corriente debe corresponder a 10 horas.
- Es imprescindible ajustar constantemente la carga (resistencias), anotando los tiempos requeridos.
- La prueba de capacidad no puede ser interrumpida. Si se desconecta por un corto periodo la corriente de descarga, hay que anotar este hecho indicando el tiempo transcurrido.
- Cada media hora hay que anotar el valor de la corriente y el voltaje total, como también la temperatura de las celdas piloto y los voltajes de las celdas que están en peores condiciones en cada una de las baterías.
- Luego de una hora y habiendo transcurrido 7 horas de la prueba de capacidad, se han de anotar cada media hora la tensión de todas las celdas, para determinar así la celda más débil.
- La última anotación que se haga debe ser poco antes de desconectar el sistema. Esto se refiere también a la medición del voltaje individual de las celdas.
- Ninguna celda debe alcanzar o incluso sobrepasar la tensión de descarga mínima permisible, según el punto 1.2.2.

2.4.1.3 Finalizar la prueba de capacidad.-

- La prueba de capacidad de las baterías se da por terminada cuando el voltaje de las baterías U_e 100% es igual a 205,5 V. según la Fig. 10, o cuando la tensión de descarga mínima permisible $U_{min.}$ de la celda más deficiente alcanza 1,65 V. según el punto 1.2.2.
- Cargar inmediatamente la batería con una carga completa.

2.4.1.4 Determinar la capacidad.-

La capacidad de la batería se la calcula multiplicando la corriente de descarga

por el tiempo transcurrido durante la misma. En este cálculo debe tomarse en cuenta la temperatura y el factor de corrección (véase la Fig. 12).

2.4.2 Autodescarga.-

La autodescarga de las celdas es pequeña. Una causa de peso puede ser la corrosión química del ácido sulfúrico sobre el plomo esponjoso de las placas negativas, sobre todo a altas temperaturas del ácido.

Deberá evitarse la autodescarga que se produce con las corrientes de dispersión superficial entre bornes o bien entre contactos, debido a películas de humedad o capas de suciedad. Por lo tanto, para evitar la autodescarga hay que mantener limpias las celdas. Además hay que hacer las cargas completas perfectamente al igual que las cargas igualadoras.

CAPITULO 3.-

3.1 Característica del sistema de monitoreo.-

El sistema de monitoreo esta compuesto por un Controlador Lógico Programable (PLC), el cual recibirá las señales de voltaje de las celdas individuales a través del tablero de terminales ubicado en el puesto del Central del Submarino, así como señales de corriente por batería parcial y temperatura del electrolito tomada de celdas pilotos.

3.1.1 Tipo de señales adquiridas.-

El Controlador Lógico Programable es el equipo responsable de la adquisición de las variables del proceso y el envío de mandos para realizar el monitoreo del mismo. Los tipos de variables adquiridas son:

Digitales.-

Reciben información del estado del sistema, como por ejemplo: (contactos: abiertos/cerrados; ligados/desligados). Son informaciones que provienen de contactos auxiliares de los equipos que están siendo monitoreados.

Analógicas.-

Son informaciones que indican el valor medio instantáneo cuyo valor varia continuamente. Por ejemplo: mediciones de corriente, tensión, temperatura.

Mandos.-

Son ejecutados a través de salidas digitales, los cuales permiten el accionamiento de reles auxiliares, que son los responsables del monitoreo en cualquiera de las etapas de carga y descarga.

Las siguientes son las señales digitales que indican el proceso que se está llevando a cabo:

- Inicio de carga de baterías.
- Inicio de descarga.
- Reset de alarmas.
- Carga de baterías desde tierra (puerto).
- Carga de baterías con generadores (puerto).
- Carga y descarga de baterías navegando.
- Trabajo como fuente.
- Prueba de capacidad (carga fantasma)
- Conexión de baterías en paralelo.
- Conexión de baterías en serie-paralelo.
- Conexión de baterías en serie.
- Señal de concentración de hidrógeno.

Las Señales Analógicas son las que muestrean los parámetros medidos: Corriente de las baterías parciales, Voltaje de las celdas y temperatura del electrolito.

Los Mandos son señales digitales que indicaran al sistema de monitoreo la situación que se está llevando a cabo:

- Operación del interruptor H1a-17 (inicio de la carga de baterías desde el exterior, inicio de la descarga con cargas fantasma).
- Operación de los interruptores Ga-9, Ga-10, Ga-11, Ga-12 (para carga de baterías con los generadores de abordo).
- Operación de los interruptores H1a-1, H1a-5, H1a-6, H1a-7, H1a-8 para conexión de las baterías en paralelo.
- Operación de los interruptores H1a-1, H1a-2, H1a-4, H1a-5, H1a-8 conexión de baterías en serie-paralelo

- Operación de los interruptores H1a-1, H1a-2, H1a-3, H1a-4, H1a-5, H1a-18 para la propulsión en V etapa, baterías en serie.
- Alarma acústica y Alarma luminosa.

3.1.2 Parametrización de las variables analógicas.-

En el PLC a utilizar modelo 90-30 de Fanuc GE. Las variables analógicas son convertidas en un valor dentro de la banda de contaje de 0-32000 para las mediciones de tensión, sean estas para los valores de voltajes de las baterías parciales, voltajes individuales de las celdas o el valor de corriente en las cuatro baterías parciales a través de un Shunt.

Entonces el software supervisor debe ser hecho a escala en función del valor bruto en el PLC, con una variable primaria que esta siendo monitoreada. El valor instantáneo de la variable es llamado valor corriente (C.V. - Courrent value.)

Debemos hacer la ecuación de limite bruto en función del valor de corriente, o sea:

$$RV = f(CV)$$

Todos los elementos envueltos en el proceso, tienen un comportamiento lineal, teniendo de esta manera como resultado una ecuación lineal luego:

$$RV = \frac{(CV - Vmin) \times (Rmaxn - Rmin)}{(Vmax - Vmin)} + Rmin$$

Ahora podemos hacer la parametrización de las variables analógicas del proceso:

Voltaje en las baterías parciales:

Faja = 0-320V

R.V. = 0-32000

$$RV = \frac{(CV - 0) \times (32000 - 0)}{(320 - 0)} + 0$$

$$RV = 100 \times CV$$

Voltaje en las celdas individuales:

$$\text{Faja} = 0-3V$$

$$R.V. = 0-32000$$

$$RV = \frac{(CV - 1,65) \times (32000 - 0)}{(3 - 1,65)} + 0$$

$$RV = 23703,7 \times CV - 39111,1$$

Corriente en las baterías parciales:

Los Shunts para medir corriente nos dan una relación de 1mV a 100A entonces:

$$\text{Faja} = 0-40 \text{ mV}$$

$$RV = 0-32000$$

$$RV = \frac{(CV - 0) \times (32000 - 0)}{(40 - 0)} + 0$$

$$RV = \pm 800 \times CV$$

La lectura de corriente es positiva cuando esta la batería en carga y negativa cuando esta en descarga.

Temperatura del electrolito en celdas pilotos:

$$\text{Faja} = -100 - 45^{\circ}\text{C} \quad (V_{\text{max}} = 45 \text{ y } V_{\text{min}} = -100)$$

$$RV = -200 - 1700$$

$$RV = \frac{(CV - (-100)) \times (1700 - (-200))}{(45 - (-100))} - 200$$

$$RV = 13.1 (CV + 100) - 200$$

$$RV = 13.1 \times CV - 1110.$$

3.1.3 Situaciones que pueden existir.-

En Puerto:	Carga de baterías	Cargadora de baterías.* Generadores del Submarino*
	Descarga de baterías	Prueba de capacidad.* Consumo red de abordo.
Navegando:	Carga de baterías	Generadores del Submarino.
	Descarga de baterías	Consumo red de abordo y propulsión.

* Red de abordo con poder de tierra de 115V / 60 Hz.

3.1.4 Procedimiento de carga.-

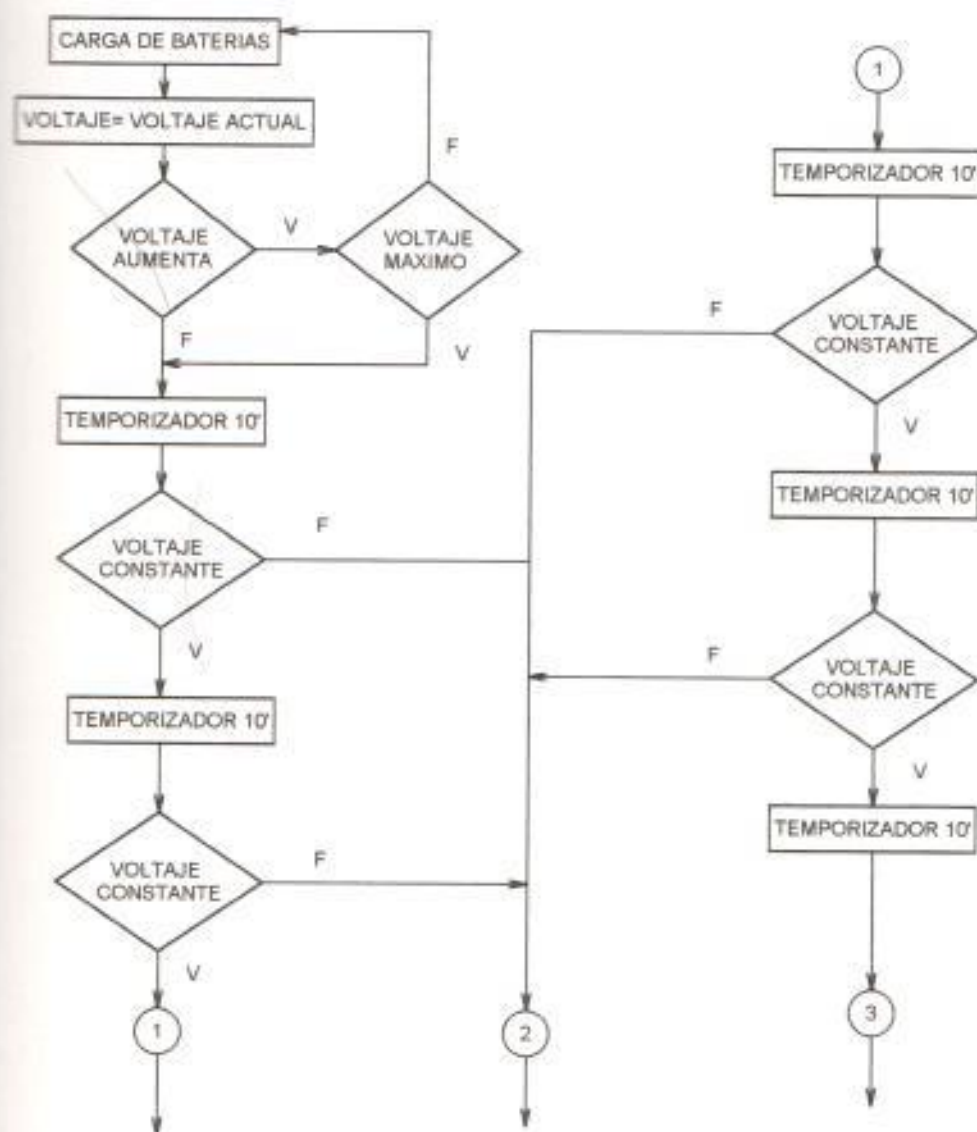
Para la operación de carga de baterías, sean estas carga parcial o carga intermedia, es decir, hasta la primera y segunda etapa de carga no hay riesgos de ocasionar daños en las celdas, pues no se va a sobrepasar el voltaje individual de cada una de ellas, y bastaría con mantener el monitoreo en voltaje, corriente y temperatura.

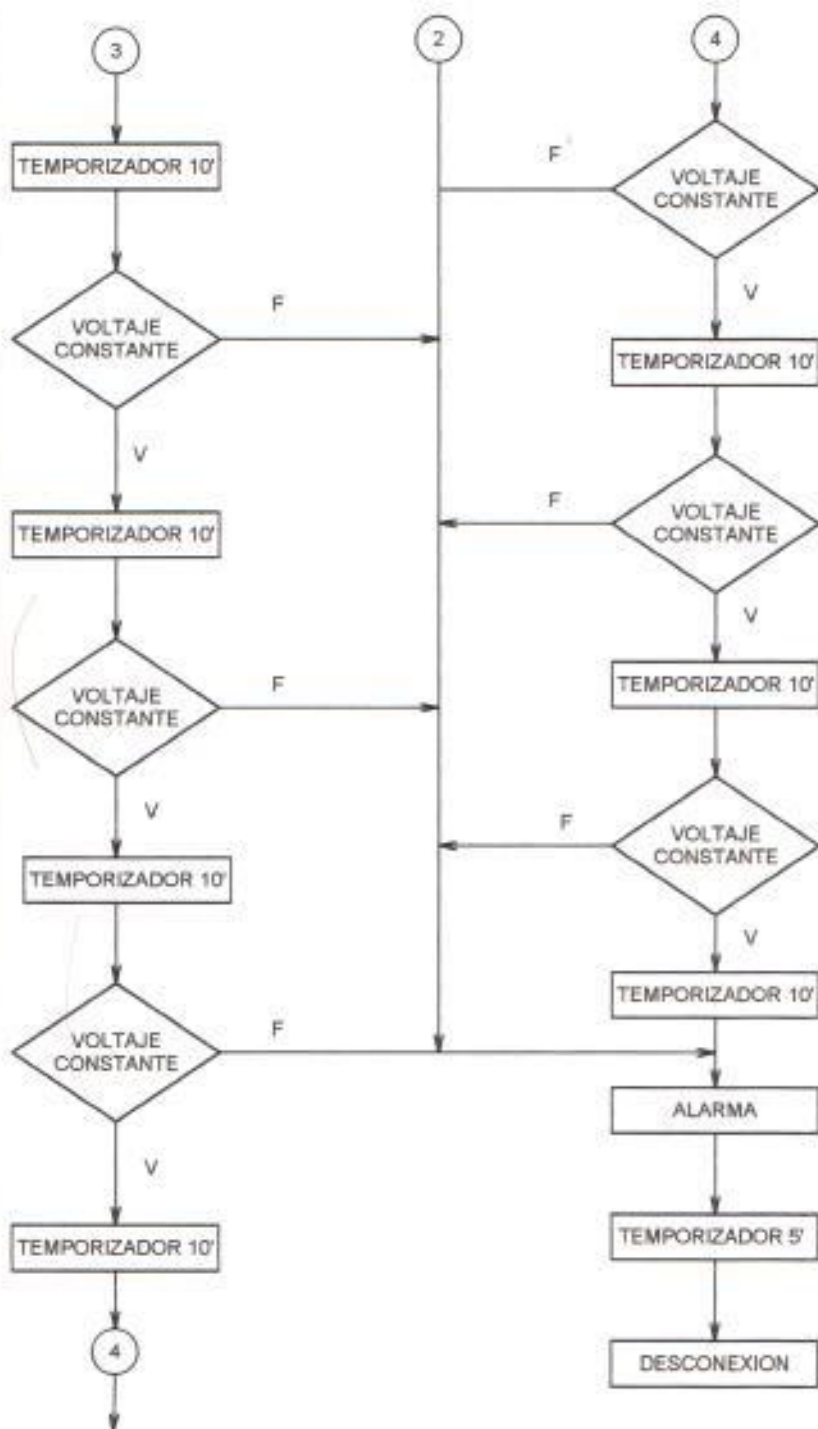
El tipo de carga en que existe riesgo de sobrepasar el nivel de voltaje en cualquiera de las celdas individuales y como consecuencia producir la inversión de polaridad en las mismas son las siguientes:

- Carga de gaseo (Se llega hasta la tercera etapa de carga).
- Carga igualadora (Se llega hasta el final de la tercera etapa de carga).

El momento crítico en este tipo de cargas es cuando se está llegando al final de la tercera etapa de carga y es en donde se debe tener muy en cuenta los parámetros que se están monitoreando.

Haciendo referencia a lo expuesto en el punto 2.3.3 para dar por finalizada la carga podemos seguir el siguiente flujograma:



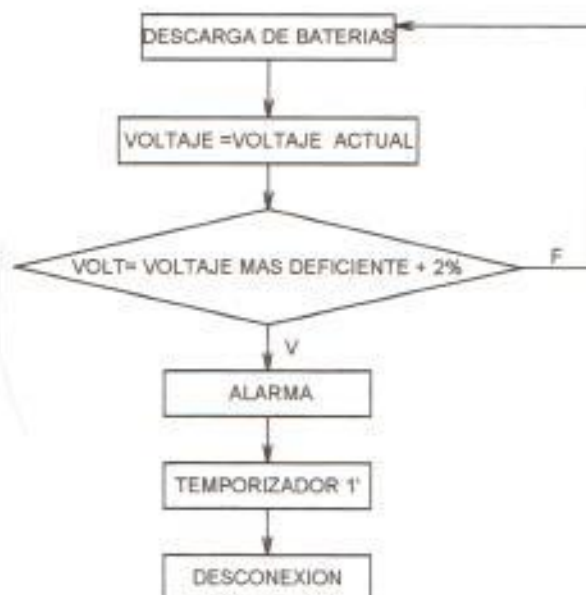


3.1.5 Procedimiento de descarga (Prueba de capacidad).-

En la operación de descarga de las baterías (Prueba de capacidad) es de suma importancia saber con exactitud cuando se llega al voltaje mínimo permisible de la celda más deficiente, para evitar dañarla.

Existiendo el temor de lo expuesto anteriormente, por lo general no se llega a determinar la capacidad real de las baterías, pero si además de tener el control del operador, existe un sistema que automáticamente lleve el monitoreo de las 480 celdas si se podría llegar a determinar con rangos muy exactos las capacidades de las baterías.

Para ilustrar el proceso de descarga se presenta el siguiente flujograma:



3.2 Configuración del sistema.-

El sistema es compuesto por los siguientes equipos:

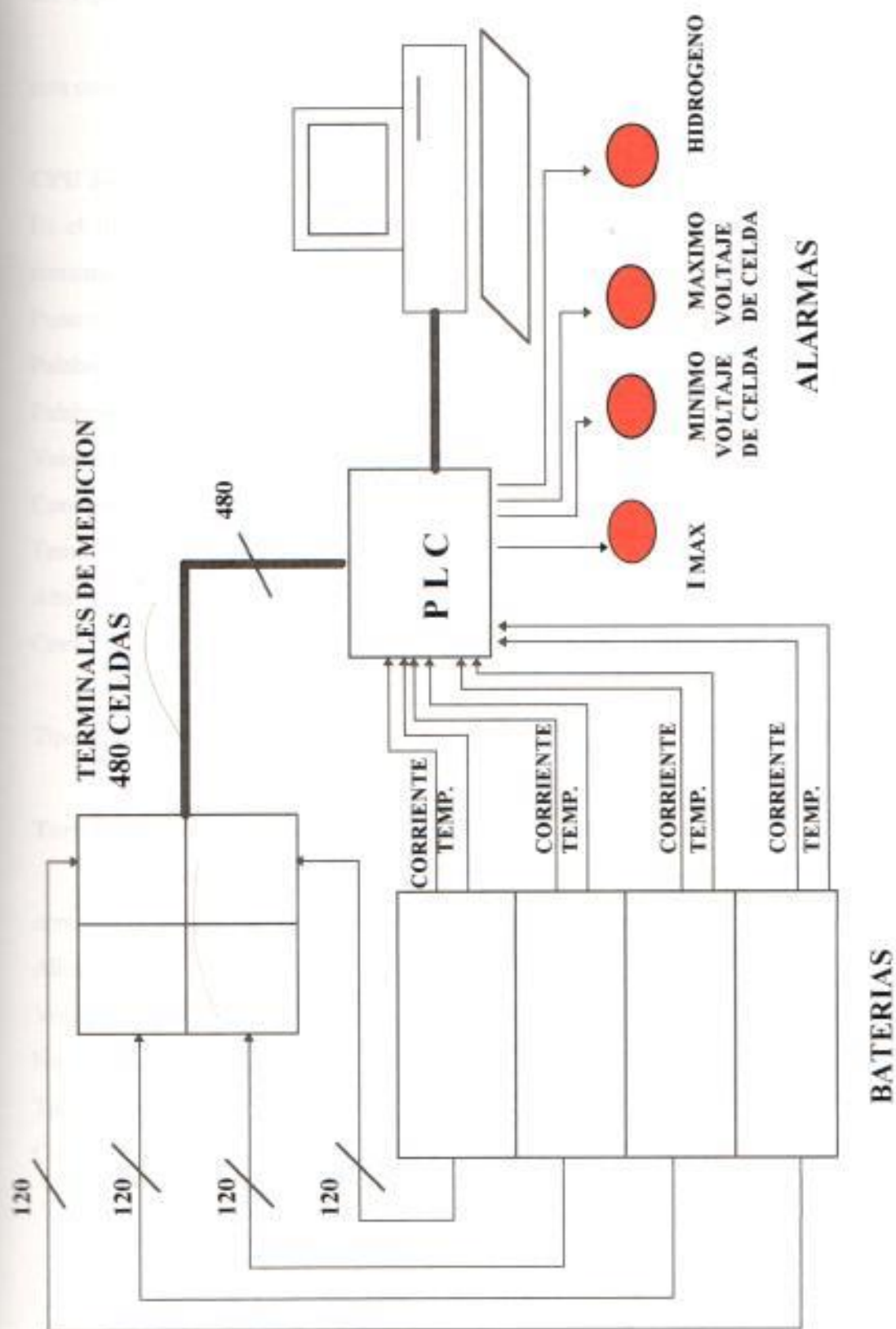
Microcomputador	PC 486 DX 2
Disco duro	100 Mbyte
Puertos paralelos	1
Puertos serie	1
Memoria RAM	8 MB
Velocidad	60 Mhz

Controlador Lógico Programable (PLC):

1 x IC 693 CPU 341	CPU del controlador.
1 x IC 693 MDL 240	Tarjeta de entradas digitales.
2 x IC 693 MDL 940	Tarjeta de salidas digitales.
31 x IC 693 ALG 222	Tarjeta de entradas analógicas.
4 x IC 693 PWR 321	Fuente de alimentación.
4 x IC 693 CH 5343	Rack de 10 Slot
4 x IC 693 CBL 312	Cable
1 x Interfase 232-485 snp	
3 x PT 100	

El sistema es compuesto por el siguiente software:

Sistema operativo	DOS 3.1 o Superior
Software de configuración y programación del controlador	
Software Logic-Master 90-30.	



3.4 Tipo de PLC a usarse,-

El PLC a usarse es de la serie FANUC 90-30 de la General Electric, el cual esta compuesto de los siguientes elementos.

CPU 341.

Es el PLC compacto más versátil que existe al momento en el mercado. El cual consiste de:

Puntos discretos de I/O	1024
Palabras analógicas	1024 in - 256 out
Palabras en el registro de memoria	80 Kbyte
Velocidad de ejecución	0.2 ms/k
Contactos internos	1024
Temporizadores/Contadores	> 2000
Alta velocidad de conteo	Si
Comunicación	Serial-SNP,RTU,CCM LAN-Genius
Tipo de memoria	Ram, Flash Eprom

Tarjeta de entradas digitales IC693MDL240.-

Este módulos proveen la interface entre el PLC y señales de entrada externas como son sensores de proximidad, botoneras e interruptores.

Alimentación	120 V
Voltaje de entrada	0-132
No. de puntos	16
Tiempo de respuesta (ms)	30 on 45 off
Corriente de entrada	12 mA

Tarjeta de salidas digitales IC693MDL940.-

Este modulo provee la interface entre el PLC y señales indicadoras de procesos que están llevándose a cabo.

Alimentación	120/240 V
Voltaje de carga	5-250
No. de puntos	16
Tiempo de respuesta (ms)	15 on 15 off
Corriente de carga por punto	2 A
Tipo de salida	Relay

Tarjeta de entradas analógicas IC693ALG222.-

A través de este modulo se ofrece un fácil uso de variable analógicas tales como voltaje, corriente (transformada a voltaje), temperatura (transformada a voltaje).etc.

Rango	-10 V +10 V o 0 +10 V
Número de canales	16 simples y 8 diferenciales
Resolución	12 bit
exactitud	25 % a 25°C (77F)

CAPITULO 4.-

4.1 Forma de instalar el sistema.-

La instalación del sistema abordo de los Submarinos U-209 de la Armada del Ecuador es relativamente fácil, gracias a las facilidades que brindan los equipos y sensores del Submarino.

En lo que respecta a los 480 puntos para medición de voltaje que corresponden a las celdas individuales de las cuatro baterías, en el submarino existe un tablero de medición de voltaje individual de cada una de las celdas, los datos de voltaje los obtendremos conectándonos en forma paralela con cada uno de estos y los módulos de tarjetas analógicas del PLC.

De la misma forma para obtener la lectura de corriente en las cuatro baterías podemos conectarnos en forma paralela con los Shunt de medición de corriente, obteniendo de esta forma los datos de corriente para cada una de las distintas conexiones de las baterías, sean estas: Baterías en paralelo, Baterías en serie-paralelo y Baterías en serie.

Con lo que respecta a temperatura para no interferir con el sistema instalado en el submarino, se plantea la instalación de sensores adicionales e independientes que serían conectados a nuestro sistema de monitoreo.

Las distintas señales de entradas que indicaran las condiciones de las baterías e interruptores, switches, etc. involucrados en los procesos entrarán al sistema cuando actúen estos interruptores para realizar de forma real el monitoreo.

Para la señal de alarma que indica la concentración peligrosa de hidrógeno en el ambiente obtendremos la señal del sensor existente en el Submarino.

El sistema proveerá de alarmas para los niveles máximo y mínimo de voltaje en los procesos de carga o descarga de baterías.

4.4 Lista de Tarjetas.-

Entradas Digitales.-

TARJETA:	IC689MDL240		TIPO:	ENTRADAS DIGITALES				
RACK	0							
SLOT	2							
ENTRADA	VARIABLE							
1	IN-CARG							
2	IN-DESC							
3	R-ALARM							
4	CARGA-T							
5	CARGA-G							
6	CARG-DESC							
7	DESC-FTE							
8	IAT-PAR							
9	IAT-S-P							
10	IAT-SER							
11	PRB-CAP							
12	RESERVA							
13	RESERVA							
14	RESERVA							
15	RESERVA							
16	RESERVA							

Salidas Digitales.-

TARJETA:	IC689MDL940		TIPO:	SALIDAS DIGITALES				
RACK	0	0						
SLOT	3	4						
ENTRADA	VARIABLE	VARIABLE						
1	H1a-17	RESERVA						
2	Ga-9	RESERVA						
3	Ga-10	RESERVA						
4	Ga-11	RESERVA						
5	Ga-12	RESERVA						
6	H1a-1	RESERVA						
7	H1a-5	RESERVA						
8	H1a-6	RESERVA						
9	H1a-7	RESERVA						
10	H1a-8	RESERVA						
11	H1a-2	RESERVA						
12	H1a-4	RESERVA						
13	H1a-3	RESERVA						
14	H1a-1B	RESERVA						
15	RESERVA	RESERVA						
16	RESERVA	RESERVA						

Entradas Analógicas.-

PLAQUETA	IC883ALG222				TIPO	ENTRADAS ANALÓGICAS				
RACK	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
SLOT	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
ENTRADA	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE
1	CEL-001	CEL-017	CEL-033	CEL-049	CEL-065	CEL-081	CEL-097	CEL-113	CEL-129	CEL-145
2	CEL-002	CEL-018	CEL-034	CEL-050	CEL-066	CEL-082	CEL-098	CEL-114	CEL-130	CEL-146
3	CEL-003	CEL-019	CEL-035	CEL-051	CEL-067	CEL-083	CEL-099	CEL-115	CEL-131	CEL-147
4	CEL-004	CEL-020	CEL-036	CEL-052	CEL-068	CEL-084	CEL-100	CEL-116	CEL-132	CEL-148
5	CEL-005	CEL-021	CEL-037	CEL-053	CEL-069	CEL-085	CEL-101	CEL-117	CEL-133	CEL-149
6	CEL-006	CEL-022	CEL-038	CEL-054	CEL-070	CEL-086	CEL-102	CEL-118	CEL-134	CEL-150
7	CEL-007	CEL-023	CEL-039	CEL-055	CEL-071	CEL-087	CEL-103	CEL-119	CEL-135	CEL-151
8	CEL-008	CEL-024	CEL-040	CEL-056	CEL-072	CEL-088	CEL-104	CEL-120	CEL-136	CEL-152
9	CEL-009	CEL-025	CEL-041	CEL-057	CEL-073	CEL-089	CEL-105	CEL-121	CEL-137	CEL-153
10	CEL-010	CEL-026	CEL-042	CEL-058	CEL-074	CEL-090	CEL-106	CEL-122	CEL-138	CEL-154
11	CEL-011	CEL-027	CEL-043	CEL-059	CEL-075	CEL-091	CEL-107	CEL-123	CEL-139	CEL-155
12	CEL-012	CEL-028	CEL-044	CEL-060	CEL-076	CEL-092	CEL-108	CEL-124	CEL-140	CEL-156
13	CEL-013	CEL-029	CEL-045	CEL-061	CEL-077	CEL-093	CEL-109	CEL-125	CEL-141	CEL-157
14	CEL-014	CEL-030	CEL-046	CEL-062	CEL-078	CEL-094	CEL-110	CEL-126	CEL-142	CEL-158
15	CEL-015	CEL-031	CEL-047	CEL-063	CEL-079	CEL-095	CEL-111	CEL-127	CEL-143	CEL-159
16	CEL-016	CEL-032	CEL-048	CEL-064	CEL-080	CEL-096	CEL-112	CEL-128	CEL-144	CEL-160

Entradas Analógicas.-

PLAQUETA	IC883ALG222				TIPO	ENTRADAS ANALÓGICAS				
RACK	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
SLOT	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
ENTRADA	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE
1	CEL-161	CEL-177	CEL-193	CEL-209	CEL-225	CEL-241	CEL-257	CEL-273	CEL-289	CEL-305
2	CEL-162	CEL-178	CEL-194	CEL-210	CEL-226	CEL-242	CEL-258	CEL-274	CEL-290	CEL-306
3	CEL-163	CEL-179	CEL-195	CEL-211	CEL-227	CEL-243	CEL-259	CEL-275	CEL-291	CEL-307
4	CEL-164	CEL-180	CEL-196	CEL-212	CEL-228	CEL-244	CEL-260	CEL-276	CEL-292	CEL-308
5	CEL-165	CEL-181	CEL-197	CEL-213	CEL-229	CEL-245	CEL-261	CEL-277	CEL-293	CEL-309
6	CEL-166	CEL-182	CEL-198	CEL-214	CEL-230	CEL-246	CEL-262	CEL-278	CEL-294	CEL-310
7	CEL-167	CEL-183	CEL-199	CEL-215	CEL-231	CEL-247	CEL-263	CEL-279	CEL-295	CEL-311
8	CEL-168	CEL-184	CEL-200	CEL-216	CEL-232	CEL-248	CEL-264	CEL-280	CEL-296	CEL-312
9	CEL-169	CEL-185	CEL-201	CEL-217	CEL-233	CEL-249	CEL-265	CEL-281	CEL-297	CEL-313
10	CEL-170	CEL-186	CEL-202	CEL-218	CEL-234	CEL-250	CEL-266	CEL-282	CEL-298	CEL-314
11	CEL-171	CEL-187	CEL-203	CEL-219	CEL-235	CEL-251	CEL-267	CEL-283	CEL-299	CEL-315
12	CEL-172	CEL-188	CEL-204	CEL-220	CEL-236	CEL-252	CEL-268	CEL-284	CEL-300	CEL-316
13	CEL-173	CEL-189	CEL-205	CEL-221	CEL-237	CEL-253	CEL-269	CEL-285	CEL-301	CEL-317
14	CEL-174	CEL-190	CEL-206	CEL-222	CEL-238	CEL-254	CEL-270	CEL-286	CEL-302	CEL-318
15	CEL-175	CEL-191	CEL-207	CEL-223	CEL-239	CEL-255	CEL-271	CEL-287	CEL-303	CEL-319
16	CEL-176	CEL-192	CEL-208	CEL-224	CEL-240	CEL-256	CEL-272	CEL-288	CEL-304	CEL-320

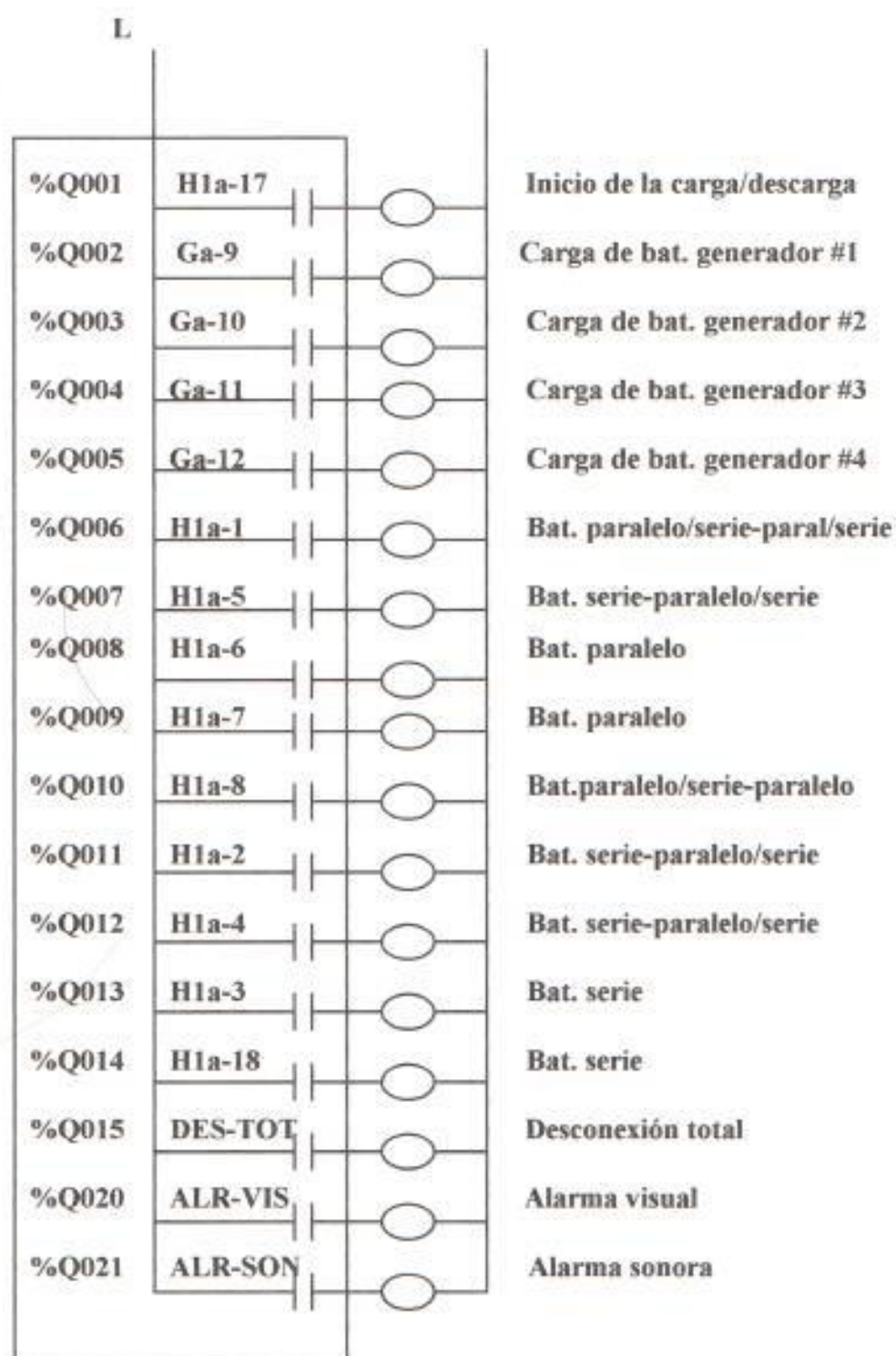
4.5 Entradas y salidas digitales.-

4.5.1 Entradas digitales.-

V

H1a-17	%I061	Inicio de la carga
H1a-17	%I062	Inicio de la descarga
R-ALRAM	%I063	Reset de alarma
CARGA-T	%I064	Carga de bat. desde tierra
CARGA-G	%I065	Carga de bat. con generadores
CAR-DES	%I066	Carga y descarga navegando
DES-FTE	%I067	Trabajo como fuente de energía
BAT-PAR	%I068	Conexión de baterías en paralelo
BAT-S-P	%I069	Conexión de bat. en serie paralelo
BAT-SER	%I070	Conexión de baterías en serie
PRB-CAP	%I071	Prueba de capacidad
IN-HIDRO	%I072	Señal del detector de hidrógeno

4.5.2 Salidas digitales.-



CAPITULO 5.-

5.1 Diseño del programa de PLC.-

El diseño del programa de PLC que se presenta, corresponde solamente para el monitoreo en voltaje para 30 celdas, en corriente para las cuatro baterías y en temperatura para cuatro elementos pilotos.

La presentación del programa completo, es decir voltaje en las 480 celdas, corriente en las cuatro baterías y por lo menos 24 elementos pilotos de temperatura, demandarían una documentación muy extensa y repetitiva. Considero que con lo que se presenta en la presente tesis, es suficiente para poder describir la secuencia lógica del sistema a desarrollar.

Explicación.-

- Pag. 3 Se da inicio a la carga o descarga de baterías el sistema recibe señales digitales de habilitación a través de los mandos o interruptores del Submarino.
- Pag. 4 A través de señales digitales entraran la forma en que están conectadas las baterías, Así como el trabajo que están realizando.
- Pag. 5 Trabajo que realizan las baterías: Carga desde tierra, Carga con generadores, Carga y descarga navegando, Trabajo como fuente de energía y prueba de capacidad.
- Pag. 6-20 Por medio de la función MOVE se tomara el valor de voltaje presente en cada una de las celdas y se las podrá presentar en la pantalla de un computador en forma de tabla.
- Pag. 21 Habilidadación para el monitoreo de baterías en paralelo, serie-paralelo o serie.
- Pag. 22 Monitoreo general.
- Pag. 23 Obtención de los valores máximos y mínimos de voltaje para las celdas por medio de la función DIV.
- Pag. 24-53 La función RANGE permite que si la señal de voltaje de cada celda esta entre los valores de (2,65-1.45 V) se mantendrá energizado, razón por la cual a través de contactos normalmente cerrados se abren cuando el valor de voltaje esta en el rango indicado, y al salir del rango operara las alarmas para voltajes máximos o mínimos.
- Pag. 54-82 Monitoreo cada 10 min. del voltaje constante por celda, periodo total 2 horas para dar por finalizada la carga de baterías.
- Pag. 82 Duración del muestreo de voltaje cada 10 min. (5 seg.)
- Pag. 83 Por medio de la función DIV obtenemos el valor de voltaje de gaseo, para ser usado en el control de corriente que entra a las baterías al iniciar la tercera etapa de carga.
- Pag. 83 Función EQ comparación del voltaje presente en la celda con el valor de voltaje de gaseo para controlar la entrada de corriente (max 200).
- Pag. 99 Corriente en las baterías.

- Pag 100-101 Por medio de la función MOVE se tomara los valores de corriente en las baterías y se presentaran en la pantalla del computador en forma de tabla.
- Pag 102-103 Comparación de la corriente que entra a las baterías en la tercera etapa de carga (max 200).
- Pag 104-111 Habilitación de alarmas de voltaje máximo o voltaje mínimo.
- Pag 112 Tiempo para desconectar la descarga al llegar al voltaje mínimo (1 min.).
- Pag 112 Temporizador para el monitoreo cada 10 min. de voltaje constante.
- Pag 113-114 Temporizadores para 2 horas de voltaje constante antes de finalizar la carga de baterías.
- Pag 114 Temporizador de 5 min. para desconectar la carga de baterías una vez activada la alarma de voltaje máximo.
- Pag 115 Entrada de alarma de hidrógeno y activación de la alarma de corriente para la tercera etapa de carga (max 200 A).
- Pag 116 Activación de las alarmas visual y sonora, reset de la alarma sonora y (T_SEC) contacto que cierra y abre cada segundo, y permitirá que la alarma visual actúe con esa frecuencia.
- Pag 117-118 Por medio de la función MOVE se obtendrá la señal de temperatura del electrolito en las celdas piloto y podrán ser presentadas en la pantalla de un computador.
- Pag 119 Desconexión de la carga o descarga de baterías en forma automática, en caso de que el operador no lo haga.

```

GGGG EEEEE   FFFFF AAA N NU U CCCC
G E          F A A NN NU UC
G GGG EEEE   FFF AAAAA N N NU UC
G G E       F A A N NN U UC
GGG EEEEE   F A A N N UUU CCCC
    
```

```

AAA U U TTTTT 000 M M AAA TTTTT IIIII 000 N N
A A U U T O O MM MM A A T I O O NN N
AAAAA U U T O O M M M AAAAA T I O O N N N
A A U U T O O M M A A T I O O N NN
A A UUU T 000 M M A A T IIIII 000 N N
    
```

 Program: SUBMARI

PLC PROGRAM ENVIRONMENT

HIGHEST REFERENCE USED

INPUT (%I): 512
 OUTPUT (%Q): 512
 INTERNAL (%M): 1024
 GLOBAL DATA (%G): 1280
 TEMPORARY (%T): 256
 REGISTER (%R): 9999
 ANALOG INPUT (%AI): 1024
 ANALOG OUTPUT (%AQ): 256

INPUT: %I0072
 OUTPUT: %Q0021
 INTERNAL: %M0600
 GLOBAL DATA: NONE
 TEMPORARY: NONE
 REGISTER: %R0020
 ANALOG INPUT: %AI005B
 ANALOG OUTPUT: %AQ064

PROGRAM SIZE (BYTES): 2512

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

CONCLUSIONES.-

Para poder seguir un correcto plan de mantenimiento de las baterías de los Submarinos, sería de gran ayuda automatizar el monitoreo de los parámetros que están involucrados en la carga y descarga de las mismas, siendo estos: El voltaje en las celdas individuales, corriente en las cuatro baterías parciales, temperatura del electrolito y además controlar el nivel de gas hidrógeno generado en las cargas de baterías.

Con un monitoreo automático, se puede llegar a obtener cargas completas con toda seguridad, así como, el conocimiento real de la capacidad de las baterías sin los riesgos de sobrepasar los niveles de voltaje, máximo en la carga y mínimo en la descarga.

De la misma forma con la facilidad de poder almacenar los datos obtenidos en los procesos de carga o descarga, se tendría una estadística de las celdas individuales y podríamos evaluar cuáles de ellas alcanzan su nivel máximo o su nivel mínimo de voltaje antes que las otras.

Existen muchos métodos de poder realizar este proyecto, se ha escogido el presentado, ya que a diferencia de otros maneja un pequeño número de entradas por cada tarjeta I/O, y de esta forma tenemos la seguridad de si existe algún problema en la adquisición de datos por daños en las tarjetas de recepción, no se perdería gran parte de la información, que en un momento determinado puede ser muy importante en la toma de decisiones para las operaciones de los Submarinos.

RECOMENDACIONES.-

Debido a que el principal mantenimiento de las baterías en los submarinos es proporcionar cargas y descargas periódicas, así como conocer su capacidad real.

Es necesario pensar en un sistema que nos ayude a realizar el mantenimiento en forma precisa y automática, para de esta forma llegar a obtener cargas y descargas óptimas sin poner en riesgo la vida útil de las celdas individuales de las cuatro baterías.

De la misma forma es de gran importancia tener datos estadísticos de los parámetros involucrados en la carga y/o descarga de las baterías, pues estas estadísticas permitirán evaluar cuáles son las celdas más defectuosas para cada uno de los procesos y tomar las acciones necesarias para evitar daños en cualquiera de las 480 celdas.

BIBLIOGRAFIA.-

VARTA Batterie AG, Manual de baterías para Submarinos 1992

General Electric FANUC, FANUC Automation (Manual del Usuario)

General Electric FANUC, FANUC Automation (Manual de Referencia)