

T / 620.1 / L 97<sup>M</sup>

Universidad Nacional del Callao

*Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía*



Diseño de un Banco de Baterías  
(Acumuladores de Corriente)  
Mantenimiento y Servicio  
utilizando Energía Eólica

*Tesis para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO*

835

David Edgar Luque Alberco

*Callao - Perú*

1987

A mi familia y al recuerdo  
de mi padre.

# I N D I C E

=====

## DISEÑO DE UN BANCO DE BATERIAS (ACUMULADORES DE CORRIENTE), MANTENIMIENTO Y SERVICIO UTILIZANDO ENERGIA EOLICA.

I.	INTRODUCCION:	pag.
1.1.	Alcances	1
1.2.	Usos y Resumen de la situación actual de los acumuladores, en el Perú y en el mundo.	5
1.3.	Industria del Acumulador.	6
II.	TEORIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUMULADOR ACIDO-PLOMO.	
2.1.	Desarrollo y descripción del acumulador	12
2.2.	Mecanismo de carga y descarga	19
2.3.	Gráficos y planos.	31
III.	CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE ACUMULADORES DE ACUERDO A SU FABRICACION.	
3.1.	Características de acuerdo a número de placas, amperios, voltios, dimensiones	32
3.2.	Características físicas	36
3.3.	Características Mecánicas	43
3.4.	Diagrama de fases y micro estructura	54
IV.	DISEÑO DE UN ACUMULADOR (BATERIAS) PARA DAR ELECTRICIDAD A UN GRUPO FAMILIAR DE LA SELVA.	
4.1.	Necesidades de Energía	59
4.2.	Diseño, tipo de carga a usar	62

	Pa
4.3. Ensamble de placas a usar para obtener la cantidad de amperaje a necesitar	70
4.4. Acabado y sellado del acumulador.	82
V. EQUIPO DE CARGA.	
5.1. Características del Banco de Carga. - Potencia: Voltios, Amperio-hora, vatio-hora	83
5.2. Diseño del Alternador	91
5.3. Dispositivos Electrónicos de control de carga y descarga.	95
VI. CONSTRUCCION DEL MOLINO DE VIENTO	
6.1. Diseño del molino de viento	99
6.2. Cálculo de la Torre del Molino	109
6.3. Anclaje y puesto en servicio del molino	112
6.4. Materiales- Mantenimiento del Molino.	113
VII. FUNCIONAMIENTO	
7.1. Prueba del Acumulador	117
7.2. Régimen de Carga y Descarga	129
7.3. Códigos de Normas Técnicas	136
VIII. ANALISIS ECONOMICO.	
8.1. Costo de Operación	143
8.2. Costo de Inversión	146
IX. LISTAS DE PLANOS Y DIAGRAMAS	
9.1. Diagrama de vistas	148
9.2. Diagrama de Instalación	
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
XI. BIBLIOGRAFIA.	159

# C A P I T U L O    I

## I N T R O D U C C I O N

=====

### 1.1. ALCANCES.

Los acumuladores tienen mucho uso. Satisfacen la necesidad de contar con fuentes de energía en momentos y lugares en que faltan otros medios, ó, gracias a su seguridad, sirven como salvaguarda para asegurar la continuidad de los controles y el servicio.

El público general esta familiarizado con las baterías para arrancar vehículos a motor, pero otros tipos - menos familiares son vitales para nuestro actual modo de vida.

Generalmente la diversidad de usos que se les pueda dar tanto en campo electromotriz, industrial u otros mecanismo de distribución, el objetivo del presente trabajo es la utilización de los acumuladores como fuentes de energía auxiliar, en este caso alumbrado y su relaciones con los circuitos de distribución de energía eléctrica. En el presente proyecto se expone el proceso de fabricación de estos acumuladores para fines mencionados, mantenimiento y servicio, utilizando la energía no convencionales como la Eolica (vientos).

También se detallan temas referidos al análisis de

costos (análisis económico) y también es interesante el adelanto tecnológico de mayor utilización de un mineral llamado "Plomo". Las nuevas perspectivas abiertas a este mineral deben representar la posición del plomo en el campo de las baterías, el cual es el mercado Nº 1 para el plomo en todo el mundo.

America Latina contribuye con el diez por ciento de la producción mundial de plomo refinado y nuestro País produce unos 180 mil toneladas de plomo anualmente. Las perspectivas crecientes de este mineral deben representar un gran momento debido a que el petróleo, plata, cobre, zinc, estaño conservan una pronunciada tendencia a la baja y el gran cambio en la utilización industrial del plomo y la demanda en el mercado internacional.

Un factor importante es la densidad de energía que puede alcanzarse y que se expresa en watios-hora por libra.

Para mejorar la posición de la batería plomo-ácido en este campo se está trabajando actualmente en varios programas de investigación. Se considera de importancia fundamental la reducción del peso de la rejilla y el aumento de la eficiencia del material activo.

Dentro de los diversos programa de investigación iniciadas, se han evaluado diferentes tipos de unidades híbridas de potencia tales como batería - batería y generador de motor - sistema de batería las limitaciones de las baterías ácido-plomo para vehículos híbridos parece existir principalmente en la escasa aptitud para su recargue rápido.

En el Perú existe producción de acumuladores plomo-ácido, pero las aleaciones utilizadas en la fabricación de electrodos son aleaciones de plomo-antimonio; se han realizados pequeñas pruebas para incluir el cálcio ó el Bario en la aleación (Americana), lo cual daría particulares condiciones de trabajo al acumulador y a una mejora notable en la vida de este, constituye lo dicho anteriormente como punto de partida para la construcción de acumuladores ácido-plomo de larga vida (baterías selladas), cuyos elementos de aleación en los electrodos son general

mente alcalinos ferreos.

En la actualidad entre los principales productores de acumuladores (ácido-plomo) del País son: CAPSA. ETNA. RECORD. Existe un gran interes por lograr producir una batería con estas condiciones en sus electrodos ( con - una subsecuente reducción en el consumo de ácido y en la formación de gases etc) que sería el primer paso para la puesta en circulación de la primera batería de larga vida de producción nacional.

Toda esta tendencia va dirigida al lanzamiento de - una nueva línea que coexista con la anterior de fabricación de acumuladores que pueda competir con las baterías selladas Americanas que hasta el momento han creado una monopolización del mercado nacional en su género.

## 1.2. RESUMEN DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS ACUMULADORES EN EL PERU Y EN EL MUNDO

Como se menciona anteriormente las baterías Plomo-ácido representan la principal utilización de plomo en todo el mundo. Por ello la industria del plomo esta trabajando activamente para mejorar el rendimiento de éstas baterías a pesar de que la batería ácido de plomo es hoy en día superior a cualquier otra fuente de energía conocida incluida las diferentes combinaciones más exóticas que se estan ensayando. En la actualidad también se estan investigando nuevas baterías como fuente de energía para vehículos eléctricos, estos estudios se han iniciado con el programa aeroespacial norteamericano los cuales no incluyen para sus pruebas baterías Acido-plomo. Diferentes compañías han desarrollado sistema de celula combustible, pero tampoco se han preocupado particularmente de los nuevos sistemas Plomo - ácido. En Inglaterra, donde graves problemas de contaminación atmosférica circulan mas de dos (2) millones de vehículos de tracción eléctrica en las carreteras, y en Alemania en 1961 ya existían trenes de tracción eléctrica, que alcanzaban aceleraciones de 60 millas por hora en 70 segundos. Estos ejemplos pueden dar una idea de la pontenciabilidad de las baterías Acido-plomo.

### 1.3. LA INDUSTRIA DEL ACUMULADOR

Puede decirse que la industria de los acumuladores tuvo sus principios con los experimentos de Planté, en 1859. Durante los siguientes 20 años el acumulador fue poco más que un aparato de laboratorio, a causa del trabajo y los gastos que representaban la preparación y la carga de placas. El proceso de Fauré para formar el material activo con óxidos de plomo simplificó y abarató el proceso de manufactura en 1881.

Más o menos en esa época aparecieron los motores dinamoeléctricos para cargar las baterías. La invención y la investigación recibieron poderoso estímulo. Pero este primer período se vio oscurecido por las violentas controversias sobre los méritos relativos de los distintos tipos de baterías sobre cuestiones de prioridad de invención y sobre las teorías que explicaban las reacciones químicas que ocurrían cuando las baterías se cargaban. Las baterías de este período eran en su mayor parte, de variedad estacionaria.

Se probó el acumulador en diferentes servicios a principios de su historia. Las primeras instalaciones no solían tener éxito, pero más tarde dieron valiosos resultados como fruto. Blizzard cita los lugares y las fechas de las primeras instalaciones que se hicieron en los Estados Unidos, incluyendo las siguientes: Batería de

estación central en Pittsburgh, Pa., en 1885, servicio de trole en Dover, N.H. en 1893, batería para alumbrado de los trenes en el Ferrocarril de Pennsylvania, en 1882, - planta aislada de alumbrado en Baltimore, Md, en 1883, - servicio telefónico de estación central en Chicago, 111, en 1889. Se dice que la primera vez que se usaron con éxito las baterías para la propulsión de vehículos eléctricos fue en 1894, pero antes de esa fecha se habían hecho varios intentos.

A partir de 1900, la industria se caracterizó por la producción de baterías compactas y portátiles y por el gran aumento del uso de baterías.

Se produjeron baterías portátiles para el alumbrado de los trenes de ferrocarril, propulsión de submarinos y camiones y tractores eléctricos, arranque y alumbrado de automóviles, sistema de señales de los ferrocarriles y para uso en las operaciones militares.

Durante este período se mejoraron aún más las baterías estacionarias para servicio de reserva y de regulación, centrales telefónicas y plantas aisladas de luz. En esta época se inventó la batería alcalina de Edison.

En el siguiente periodo de 20 años que terminó en 1940, los acumuladores tuvieron nuevas aplicaciones en el alumbrado de emergencia, acondicionamiento de aire de los vagones de ferrocarril, arranque de los motores Dies

sel y otra gran variedad de servicios en barcos, autobuses, camiones y aeroplanos. Este período tiene gran significación por el intensivo estudio de los materiales y la construcción de baterías para satisfacer un mercado que aumentó la competencia.

El rompimiento de las hostilidades en la Segunda Guerra Mundial trajo consigo demandas sin precedentes de acumuladores de muchas clases y para muy diversos propósitos. Se estimularon las investigaciones, aumentó la producción, y la industria se vió ante la demanda de baterías de menor tamaño y volumen, y de mayor rendimiento a bajas temperaturas.

Con las nuevas demandas militares coincidió el aumento de las necesidades civiles como consecuencia del crecimiento y la actividad de la población.

Una situación semejante tenía que producir inevitablemente la escasez de varios materiales, por lo que se requirió encontrar sustitutivos.

La habilidad en la fabricación y los beneficios que ha traído la investigación intensificada han mejorado los acumuladores de manera incontrovertible.

Algunos de los cambios que se han advertido en la industria son los siguientes: mayor uso de óxido no calcinado en el empastado de las placas, nuevos difusores orgánicos mejorados para aumentar el rendimiento de las

baterías en temperaturas extremadamente reducidas, creación de rejillas de calcio para su uso en las baterías telefónicas, que se conectan en barras colectoras cuidadosamente reguladas, recipiente de plástico en lugar de recipientes de caucho duro o de material compuesto, nuevos, tipos de separadores para reemplazar el caucho poroso en épocas de escasez y para complementar las menguantes reservas de cedro Port Orford, y mayor uso de mallas de Fiberglas (vidrio fibroso) como retenedores en la superficie de las placas positivas.

El conocido tipo alcalino ferroniquel ha conservado su importancia.

Es el, tipo Edison, que se ajusta a las líneas normalizadas para su clase. En los Estados Unidos comenzaron a fabricarse otros tipos de acumuladores alcalinos, muy conocidos y cuyo uso se había limitado hasta entonces a los países europeos, entre los que figuran el acumulador cadmioniquel y la batería de óxido de plata.

Desde el punto de vista de la población civil, el resultado neto ha sido un enorme aumento en la producción de acumuladores y el poner grandes números de los tamaños pequeños en manos de personas carentes de conocimientos técnicos, quienes no han tardado en apreciar su servicio y utilidad. En la tabla 1 se representa el progreso de la industria desde 1909, según las estadísticas recopiladas

TABLA: 1 ESTADISTICA DE FABRICACION DE ACUMULADORES.

PESO DE LAS	1909	1914	1919	1925
PLACAS. Kg.	23,119.331	41,079.047	148,951.766	388,264.038
VALOR a \$	4,243.984	10,651.150	56,648.347	88,870.186
	1937	1947	1987	
	341,866.582	1'281,648.735	1281,648'735.000	
	78,250.221	293,358.000	293,358'000.000	

FUENTE: ACUMULADORES - GEORGE WOOD VINAL

BOLETIN - BATTERY BUILDERS INC.

FOLLETO - THE ELECTRIC STORAGE BATTERY COMPANY.

das por la oficina de Censos de los Estados Unidos.

Los vehículos de motor, servicio Industrial, y otras necesidades de energía han aumentado en los Estados Unidos de 7.5 millones en 1,919 a más de 200 millones en 1,986 - Todos ellos tienen equipos eléctricos, lo que requiere - una producción anual, para este solo fin, de más de 100 - millones de baterías al año, si se supone que la vida media de estas baterías es de 18 meses a 2 años.

## C A P I T U L O   I I

=====

### TEORIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUMULADOR ACIDO-PLOMO.

=====

#### 2.1. DESARROLLO Y DESCRIPCION DEL ACUMULADOR:

##### DEFINICION DEL ACUMULADOR.

El acumulador es un dispositivo electro-químico que sirve para almacenar energía en forma química para luego utilizarla en forma de electricidad.

##### COMPONENTE DE LOS ACUMULADORES.

Las distintas piezas de un acumulador de tres vasos se muestran en la Fig. 1 junto con sus nombres respectivos para identificación y referencia.

##### MATERIA QUIMICAS EMPLEADAS.

Hay cuatro materias químicas que son esenciales en los acumuladores.

PRODUCTO QUIMICOS ESENCIALES	DONDE SE ENCUESTRAN EN LOS VASOS.
- Peróxido de Plomo	- Placas positivas
- Acido sulfúrico	- Electrólito

- Agua Destilada
- Plomo Metálico
- Electrólito
- Placas negativas.

### REJILLAS.

Las placas de un acumulador que funciona por plomo y ácido consisten de una rejilla base, conductora de electricidad, entre cuyo enrejado se depositan las materias activas por medio de un proceso electro-químico. Estas rejillas sirven para conducir la corriente de las materia activa de la placas positivas a la de las placas negativas y viceversa. Las rejillas se fabrican de una aleación compuesta principalmente de plomo y antimonio. El antimonio sirve para reforzar y prestar mayor rigidez al plomo blando y hace que las rejillas sean menos susceptibles a la corrosión. La presencia del antimonio facilita la incorporación de finos detalles a la estructura de alambre de las rejillas y sirven también para reducir al mínimo el peso de los acumuladores.

### PLACAS POSITIVAS.

La materia activa que compone las placas positivas es el peróxido de plomo, que es un cuerpo cristalino de color pardo oscuro. Sus finas moléculas se hallan dispuestas en forma de prestarle gran porosidad lo que permite que el electrólito penetre libremente en las placas. Ver . fig. 1.

# A ESTRUCTURA DEL ACUMULADOR

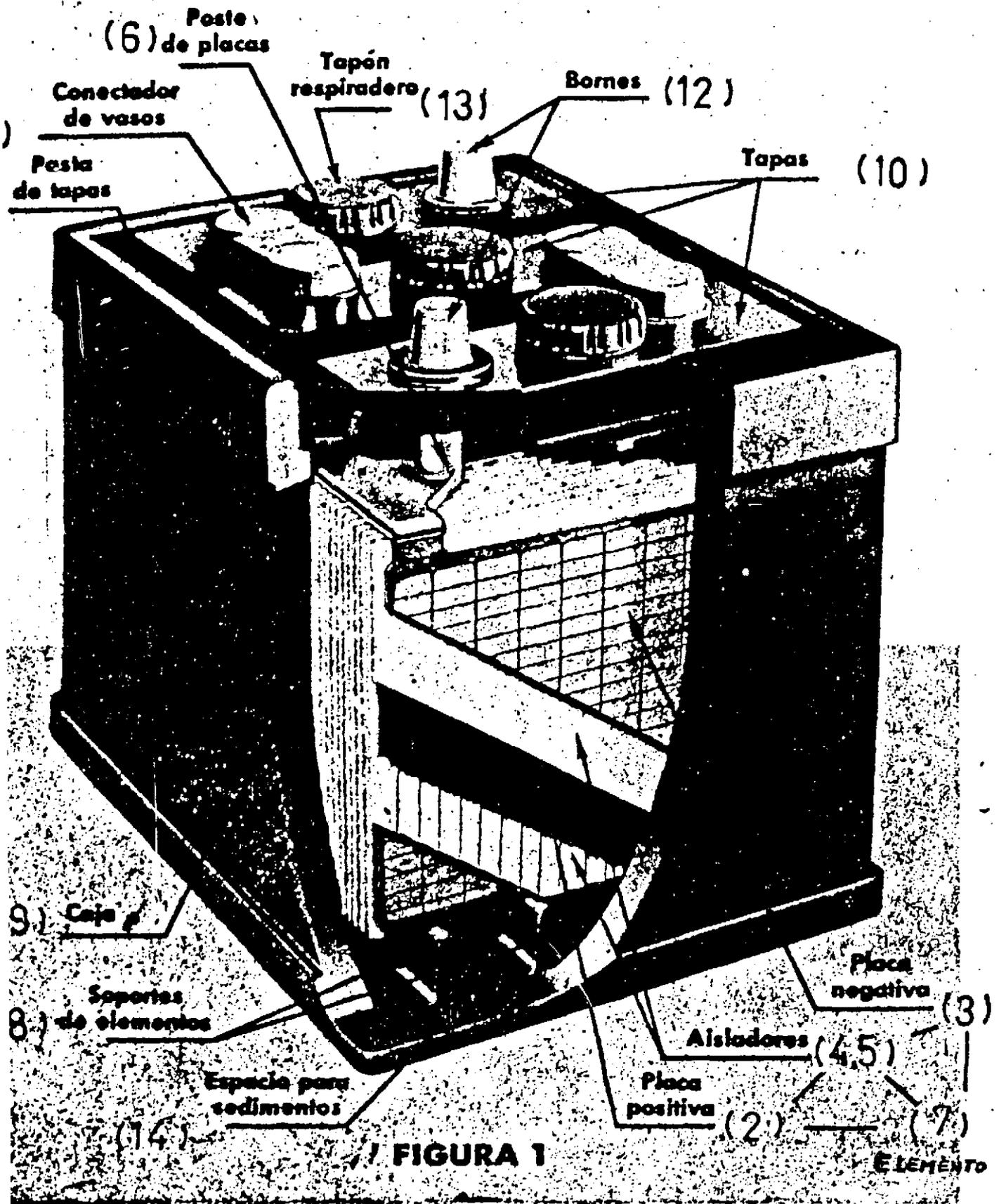


FIGURA 1

## CONSTRUCCION DE ELEMENTOS.

Las placas positivas se sueldan eléctricamente a postes de conexión Fig. 1 , y estos conjuntos forman los grupos positivos. Las placas negativas se sueldan igualmente a postes de conexión y ellas forman el grupo negativo. Los dos grupos se unen como se muestra en la Fig.1 Luego se introducen entre las placas los aisladores con su lado ranurado hacia las placas positivas. El conjunto de grupo negativo, grupo positivo y aisladores se denomina " Elemento" Fig. 1.

En cada vaso se utiliza un elemento. Los postes de conexión se extienden hacia arriba a través de las tapas de los vasos y sirven para conectar un vaso con otro.

En los elementos pueden utilizarse el número y tamaño de placas que se desee, esto depende de la cantidad de energía que se quiere almacenar, pero por razones de eficacia, generalmente habrá una placa negativa en exceso de las placas positivas. Cuanto mayor sea el número de placas que se utilizan por elemento, más elevado será el número durante la descarga a regímenes elevados y a bajas temperaturas. El voltaje de un vaso cargado es aproximadamente de 2 voltios sea cual fuere el número o tamaño de sus placas. El voltaje total del acumulador es la suma del voltaje de sus vasos si están en serie.

## ELECTROLITO.

El plomo esponjoso y el peróxido de plomo que rellenan las placas se consideran como las materias "activas" del acumulador. Pero esta materia activa no puede entrar en actividad si no se las sumerge en una solución de ácido sulfúrico y agua que se llama electrólito el ácido sulfúrico del electrólito suministra el sulfato que se combina con las materias activas de las placas para generar la energía eléctrica. El electrólito de ácido sulfúrico sirve también como conductor de la corriente eléctrica dentro del acumulador, entre las placas positivas y negativas a través de los aisladores.

La aleación de antimonio y plomo de las rejillas que son la base de las placas conduce la corriente eléctrica de la materia activa a los bornes exteriores del acumulador o vice versa. El electrólito de un acumulador completamente cargado contiene por peso generalmente 38% de ácido sulfúrico ó 27% por volumen. Esto corresponde a una densidad específica de más o menos 1.285. Véase densidad del ácido para climas tropicales y para acumuladores de construcción especial. Pag. 67.

## CAJAS

Las cajas de los acumuladores que se utilizan en vehículos automóviles se fabrican de una sola pieza moldeada, fig. 1 y se componen generalmente de caucho vulcani-

zado o de material alquitranado. Las cajas deben resistir temperaturas extremas de calor y frío además de las sacúdidias producidas por el funcionamiento de los vehículos y deben ser resistentes a la acción del ácido. En el fondo de cada uno de los compartimientos destinados a los elementos se encuentran cuatro proyecciones moldeadas sobre las cuales reposan los elementos. Cuando las placas que integran los elementos llevan patas en los bordes inferiores, las patas de las placas positivas reposan sobre las proyecciones al igual que las placas negativas respectivamente. así se evitan los cortocircuitos producidos por el sedimento que desprendiéndose de las placas se acumula sobre las proyecciones sobre las cuales reposan las placas. Las repetidas cargas y descargas de un acumulador lo desgastaran gradualmente de manera que después de cierto tiempo la materia activa de las placas positivas que consiste de partículas infinitamente pequeñas de peróxido de plomo, se desagregan lentamente y pierdan contacto con la placa sobre la cual se había depositado.

Ella se desprende de la placa y se deposita en forma de sedimento entre las proyecciones al fondo de los vasos. Generalmente la vida útil del vaso ya ha terminado cuando el sedimento llega a llenar los espacios entre las

proyecciones en el fondo de los vasos ya que el material que se ha desprendido de las placas permitirá el paso de corriente y causará cortocircuitos entre las placas positivas y las negativas haciendo imposible cargar los acumuladores o que ellos guarden la carga. Debido a otras razones que se discutirán más adelante el acumulador puede por supuesto fallar antes de que esto llegue a ocurrir. No debe permitirse nunca que la gasolina o el aceite entren en contacto con las cajas de acumuladores hechas de materiales alquitranados porque estas sustancias disuelven los aglutinantes de los materiales alquitranados.

#### TAPAS DE VASOS Y TAPONES RESPIRADEROS.

Las tapas de los vasos, fig. 1, se fabrican generalmente de caucho vulcanizado moldeado y ellas ajustan herméticamente alrededor de los postes de conexión que las atraviesan impidiendo así el paso al ácido. Estas tapas llevan también agujeros de ventilación en los que se instalan dispositivos, de tipo muy variados, para evitar que el agua rebose cuando se rellena el acumulador y no permita la fuga o rebose del electrolito diluido. Hay Tapones respiraderos de diseño especial contribuyen junto con los agujeros de las tapas para desviar los gases e impedir las fugas del líquido de los vasos cuando éste es salpicado o proyectado contra la cara inferior de la tapa.

### CONECTOR DE VASOS.

Para conectar en serie los vasos de un acumulador, se colocan los elementos de los vasos de manera que el poste negativo de un vaso que le sigue y a la parte sobresaliente de los postes se sueldan conectadores, fig. 1. Los conectadores deben ser suficientemente macizos para poder conducir, sin recalentamientos, las elevadas corrientes eléctricas requeridas en el arranque.

### BORNES CONICOS.

Los bornes de los acumuladores son de diseño especial cónico de medidas determinadas que fueron adoptadas por los fabricantes para que las conexiones de los cables sirvan para los bornes correspondientes de todos acumuladores. El borne positivo es ligeramente mayor  $11/16''$  de diámetro en la parte superior que el borne negativo  $5/8''$  en la parte superior para evitar la posibilidad de instalar el acumulador en posición invertida.

### PASTA PARA TAPAS.

Para formar una junta hermética entre la tapa y la caja del acumulador se emplea pasta de composición especial. Estas pastas son preparaciones de sustancias alquitranadas que no se derriten con el calor del verano ni se rayan cuando se las somete al frío intenso del invierno.

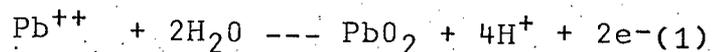
## 2.2. MECANISMO DE CARGA Y DESCARGA:

Se sabe que en todo acumulador lo que pretende es - como su nombre lo indica buscar acumular o almacenar - energía eléctrica, la cual será utilizada posteriormente la carga del acumulador se realiza posteriormente a éste periodo de descarga justamente transformando la energía eléctrica en energía química; en este caso el circuito - se cierra por fuera oxidando así la placa positiva ( ó - ánodo) y reduciendo la placa negativa ó (catodo).

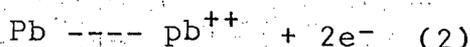
Caso contrario sucede cuando el acumulador descarga - - (provee energía eléctrica), oxidando la placa negativa y reduciendo la placa positiva; así la energía química es transformada en energía eléctrica.

Entonces podemos apreciar que el funcionamiento del acumulador ésta referido principalmente al comportamiento - de las cuplas que lo conforman; éstas cuplas dobles su-- mergidas en una solución de ácido sulfúrico de PH alrede dor de : 0.4 saturado con  $PbSO_4$  de un electrodo positivo  $PbO_2/Pb^{++}$  y un electrodo negativo  $Pb/Pb^{++}$  ; sobre la superficies lisas de las cuales se pueden presentar las siguientes reacciones:

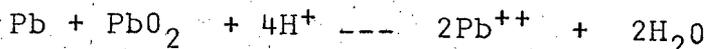
En el electrodo positivo: Aprox. 1.7 Volt.



En el electrodo Negativo: Aprox. 0.3 Volt.

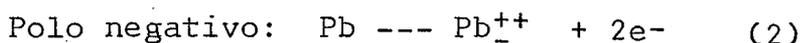


Correspondiente a la siguiente Reacción:

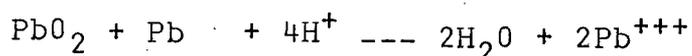
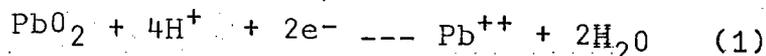


Cuya fuerza electromotriz es  $1.7 + 0.3 : 2.0$  Volt.

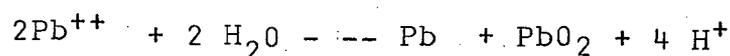
Las reacciones cuando el acumulador descarga serán:



Polo positivo: :



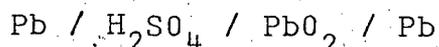
Mientras que las reacciones cuando el acumulador carga - seran, las mismas para cada polo pero invertidas arrojan donos una reacción total en las seis celdas que conforman el acumulador; como la siguiente:



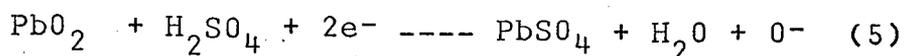
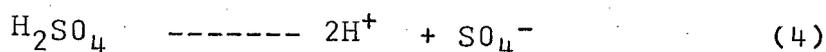
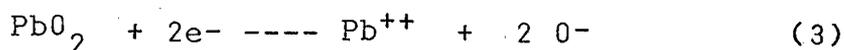
Tanto las dos familias de líneas (2) como (1), cuando son llevadas a un diagrama Ph vs. E (Pourbaix) vemos que se se encuantran fuera del dominio de estabilidad del agua, como se verá en el capítulo electrodinámico del presente trabajo. A ún Ph aprox. de 0.4, los eléctrodos fueron am bos inestables y tendieron a reaccionar con el eléctrolito formando: Hidrógeno (en el polo negativo) y oxígeno (en el polo positivo). En este caso el acumulador descar

gó espontáneamente cuando no fue usado, y ésta satisfactoria operación dependió de la habitual recarga.

Por lo analizado hasta el momento podemos deducir la siguiente configuración para cada celda que conforma el acumulador:



En donde el ánodo como el cátodo son susceptibles de cambiar de posición, ante efectos de polarización es decir si el acumulador estuviera descargando ( cuando entra en funcionamiento) la corriente saldría por el ánodo produciendo efectos de oxidación sobre éste ( con desprendimiento de hidrógeno) Mientras que el cátodo se reduciría ( con desprendimiento de oxígeno ); como se muestra a continuación:

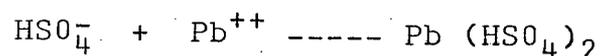
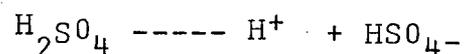


En la ecuación (3) lo que ocurre no es sino una reducción del  $\text{Pb}^{++++}$  a  $\text{Pb}^{++}$  con formación de Iones oxígeno los cuales al unirse con otros generan formación de oxígeno molecular, éste es generado por el cátodo (oxido-metal), Que junto con el Hidrógeno generado por el ánodo (metal ión metálico) - el que en un inicio se presenta bajo for

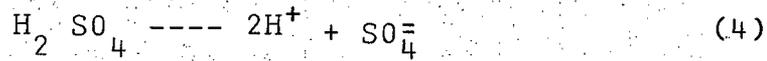
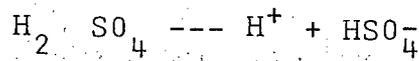


ma iónica pero que por efectos de polarización se convierte en hidrógeno molecular (Gas) -; llegan a formar vapor de agua que se estima constituyen el 98% de la constitución de los gases que se forman dentro del acumulador durante su vida en servicio y que dificultan el sellado de éstos.

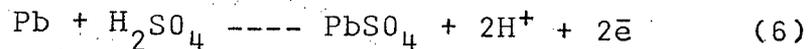
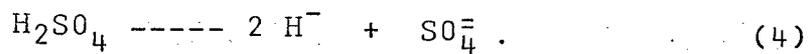
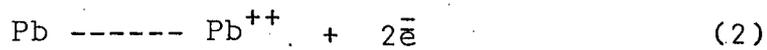
Mientras que la disociación del ácido sulfúrico según (4) debe ser completa para así facilitar la formación de --  $PbSO_4$  el cual en ciertas proporción ayuda en efectos anticorrosivos, de no haber ésta disociación completa - se formaría el  $HSO_4^-$  que reaccionaría con el plomo ariginando una sal ácida que a las temperaturas de trabajo puede ser inestable, según:



En la práctica éste caso es muy difícil que se dé ya que generalmente siempre se dá una buena disociación del ácido ; la cual controla incluso la formación de  $PbSO_4$  hasta límites permisibles evitando así que las rejillas y por - lo tanto todo el acumulador sufra efectos de sulfatación ( los que al existir se reflejarían en una mala conductividad y constante descarga del acumulador); por todo -- ésto la disociación del ácido debe ser completa según:



El efecto de la oxidación en el ánodo sería entonces el siguiente:



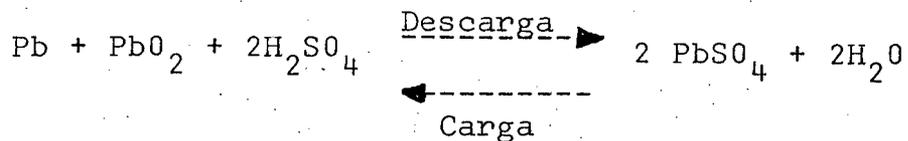
Notese que:

La ecuación (5) es equivalente a la (1)

La ecuación (6) es equivalente a la (2)

Uniendo las reacciones cÁTODICA y ÁNODICA

(5) + (6) , en una sola tendremos:



En ésta cupla se puede verificar que durante la operación de descarga (de izquierda a derecha) existe producción de  $\text{PbSO}_4$  no sólo por acción del óxido de plomo del cátodo , si no también del plomo metálico del ánodo que reacciona con el electrolito.

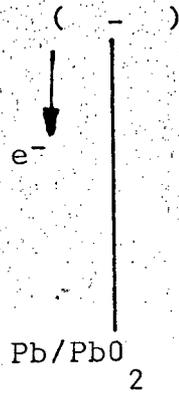
También se aprecia lo que sucedería en la operación de -  
carga del acumulador (de derecha a izquierda) aquí -  
reacción en cada electrodo se invertiría ya que la co-  
rriente se haría ingresar por el cátodo (reduciéndolo) ,  
con la consiguiente oxidación del ánodo.

En el proceso de carga se elimina el exeso de  $PbSO_4$  for-  
mado durante la operación contraria, restituyendo áidez  
al electrolito y mayor fijación de la pasta en las reji-  
llas con adherencia de plomo metálico y óxido de plomo, -  
aquí sucede el efecto que se presencia en la vida diaria  
cuando un acumulador no se carga mucho tiempo y entra en  
des-uso, quiere decir que éste se ha sulfatado; y la expe-  
riencia ha demostrado que llegado un límite de sulfatación  
es imposible que el acumulador pueda volverse a cargar.

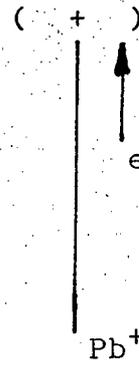
Un esquema a continuación muestra los dos mecánismos que-  
se puede dar en un acumulador:

CATODO ( SE REDUCE )

ANODO ( SE OXIDA )



DESCARGA

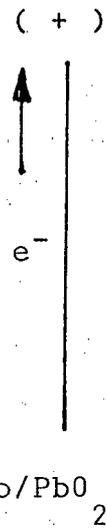


ANODO ( SE OXIDA )

CATODO ( SE REDUCE )

- DESPRENDE H<sub>2</sub><sup>-</sup>

- DESPRENDE O<sub>2</sub>



CARGA



## MECANISMO DE CARGA Y DESCARGA.

### MÉTODOS DE CARGA.

Sólo puede usarse la corriente continua para carga. Si solo se dispone de corriente alterna deberá ser convertida en corriente continua, lo cual puede hacerse por medio de:

- (1) Un convertidor sincrónico.
- (2) Un Generador motor
- (3) Un Rectificador.

Hay en uso general dos sistemas fundamentales de carga:

- (1) Corriente constante
- (2) Potencial constante o de voltaje constante.

Este último método suele modificarse ligeramente por la adición de una resistencia fija de valor pequeño, en serie con la batería a fin de limitar la corriente de iniciación y mejorar el régimen final. Dicho sistema recibe el nombre de sistema modificado o semimodificado de potencial constante.

La terminal positiva de la fuente de carga deberá conectarse a la terminal positiva de la batería, de manera que la corriente de carga fluya por la batería en dirección opuesta a la de la corriente de carga.

### CORRIENTE CONSTANTE.

En el sistema de corriente constante, como lo indica su nombre, la corriente se mantiene constante por me-

dio de un reóstato en serie con la batería o controlando el voltaje de la fuente.

La corriente en la densidad normal ajustando el reóstato eliminando la resistencia o disminuyéndola al progresar la carga, con lo que aumenta el voltaje que se imprime al acumulador. El valor de la corriente que fluye por la batería depende de la diferencia entre su voltaje y el del que se le imprime.

Si el voltaje que se imprime =  $E$ , la corriente que fluye en cualquier instante dado =  $I$ , la fuerza contra-electromotriz de la batería =  $E_c$ , donde:

$$(1) \quad E = E_c + IR \quad I = \frac{E - E_c}{R} \quad (2)$$

Por lo tanto, cuando el voltaje de la batería y del sistema de carga son los mismos, no fluirá corriente; cuando el voltaje de la batería es menor que el del sistema de carga, fluirá corriente a la batería y la cargará, y cuando el voltaje de la batería es mayor que el del sistema de carga, fluirá corriente de la batería y la descargará. Al aumentar gradualmente el voltaje de la batería con el proceso de la carga, es evidente que debe aumentar el voltaje que se imprima en sus terminales a fin de mantener un valor constante de la corriente de carga.

Para las baterías del tipo ácido -Plomo, se debe mantener la corriente especificada hasta que todas las celdas desprendan gas libremente y luego hay que reducirlas a un valor mucho más reducido, designado como régimen final, con el se continúa la carga hasta terminarla.

Puede esperarse que se produzca antes el gas si la descarga anterior fue incompleta. Cuando fluye la corriente al régimen final y continúa la carga hasta que se inicie otra vez la libre producción de gas.

A fin de obtener los resultados más eficaces con los acumuladores del tipo ácido plomo, el voltaje del circuito de carga debera ser de 2.5 voltios por celda aproximadamente, a temperaturas normales con una corriente que fluya a la mitad del valor del régimen final. (1.75 Volt.) La resistencia máxima del reóstato debera ser suficiente para permitir una reducción de voltaje a este valor.

Es conveniente que la capacidad en amperios sea suficiente para permitir un valor de corriente que sea cuatro o cinco veces el normal, para permitir el refuerzo a condición de que los alambres del circuito de carga puedan llevar esa corriente sin peligro.

En una instalación nueva es fácil conseguir esta condición. Al modificar una instalación existente, no es necesario que la capacidad de corriente del reóstato exceda a la capacidad del circuito para llevar corriente sin peligro.

El valor de la resistencia en ohmios es igual a :

$$I = \frac{E - (B \times C)}{D} \quad (1)$$

E = VOLT.

$$E = IR \quad (2)$$

VOLT.

$$I = \frac{E - (B \times C)}{I \cdot D} \quad (3)$$

OHMIOS.

Donde :

E = Voltaje del sistema

B = Número de celdas de la batería

C = Voltios por celda, que es una constante de 2.5 para todos los tipos y tamaños de celdas Acido-Plomo.

D = 50 por ciento del régimen final en amperios para baterías de plomo.

### 2.3. GRAFICOS Y PLANOS.

En el presente Item se ha considerado dos gráficos:

- (1) Representación esquemática del circuito de carga del acumulador.

Grafico 2.3. (I)

- (2) Curva de carga y descarga de una celda al régimen normal ( corriente constante )

Gráfico 2.3. (II)

Estos gráficos son importantes porque muestra el mecanismo de la carga del acumulador y el generador que produce electricidad y el amperimetro que hace de control de carga para un mejor rendimiento.

En lo que respecta al gráfico de curva de carga y descarga muestra la subida y caída de voltaje en un rango de voltios vs tiempo y temperatura vs tiempo, importante para una larga vida del acumulador.

En el capítulo II, teoría del funcionamiento del acumulador ácido-plomo. Se acompaña los gráficos.

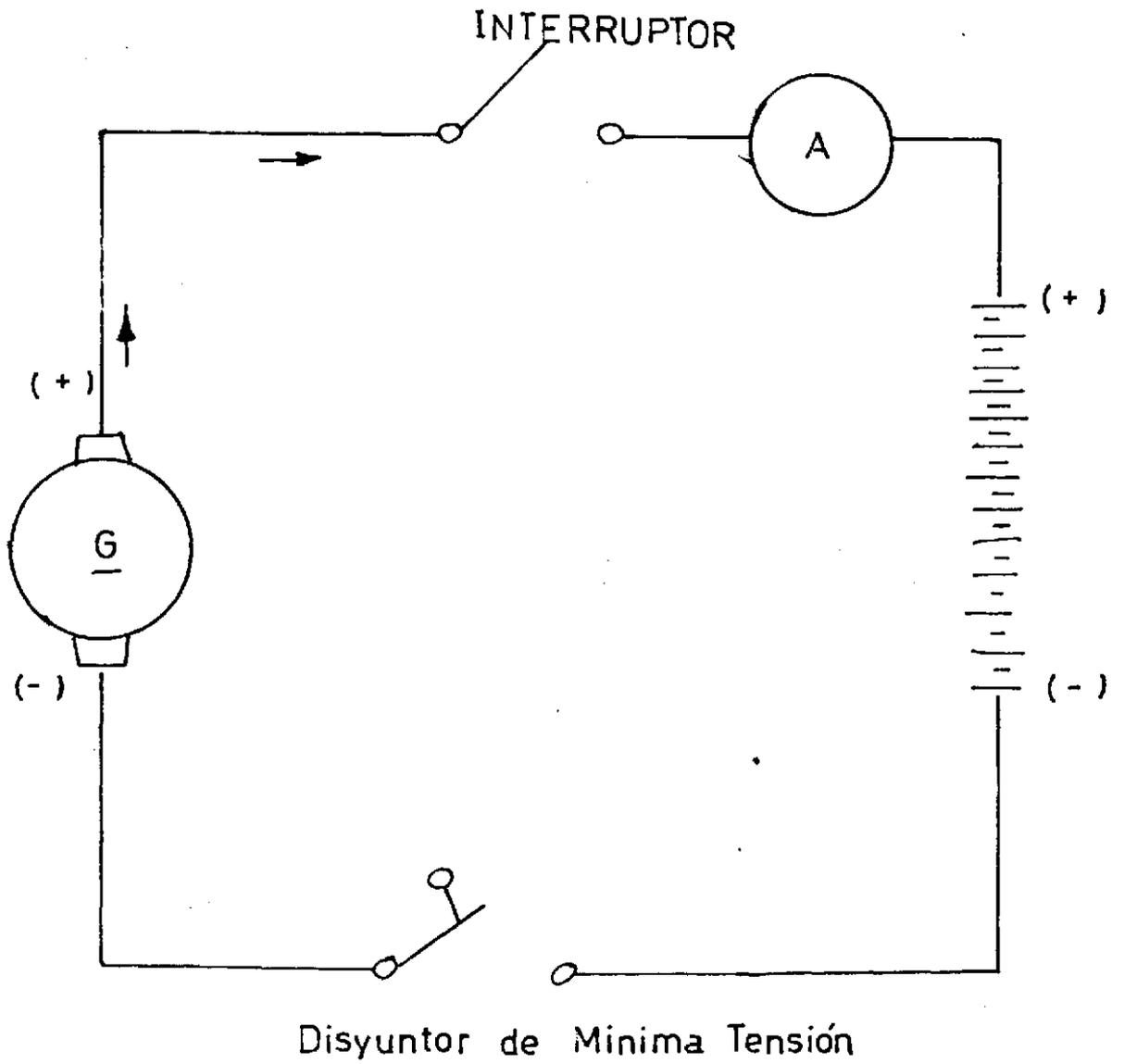
- (1) Estructura del acumulador

Figura 1.

- (2) Esquema de mecanismo que da el acumulador.

Todo lo expresado no da idea de la enorme importancia de estos gráficos para su fabricación y utilización en la Industria.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL CIRCUITO  
DE CARGA DEL ACUMULADOR.



## C A P I T U L O   I I I

=====

### CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE ACUMULADORES

=====

#### DE ACUERDO A SU FABRICACION

=====

#### 3.1. CARACTERISTICAS DE ACUERDO AL NUMERO DE PLACAS.

En la fabricación de acumuladores en el País por -  
mencionar unas de las industrias (Fabricantes) de mayor  
prestigio es la CIA Constructora de Acumuladores Peruana  
S.A. con más de 40 años de fabricantes y aplicando una -  
depurada tecnología e investigación dá como característica  
s, las siguientes referencias. Tabla (3.1)

- Básicamente se dedica a la fabricación de baterías ti-  
po automotriz e industriales de seis (6) y doce (12) -  
voltios, 24, 48 voltios con amperaje que van desde --  
los 36 Amp, . Por hora hasta 200 amperios - hora, para  
esta clasificación se usa la escala de 20 horas de des-  
carga.
- Las cajas, ó monoblocks son de caucho sintéticos fabrica  
dos en el Perú por la empresa "Moldeos Plásticos S.A."  
Asociados a Constructora Acumuladores Peruana S.A.  
( CAPSA ).

- Las placas son de plomo electrolitico ( 99.99% ) de pureza con una aleación del 6% de antimonio y empastadas con óxido de plomo tipo Hidroset, obtenido por el sistema Barten en un equipo Linklater.
- El sistema Barten, es el proceso por el cual los oxidos de las placas reaccionan al secado de ellas, que de otra manera tendrían que suministrar litagio o Minio.
- El equipo Link later es utilizado para hacer oxido de plomo (placas) al vacío por centrífuga, no por molino (Bolas-Molienda).
- Los separadores ó aisladores son de diferentes materiales tales como madera (texon), Caucho Microporoso, Vidrio ó Fiberglass de fabricación Norteamericana.
- Los Acidos y el agua desmineralizada son nacionales todos los componentes se fabrican en el Perú con excepción de los separadores ó aisladores.
- En todo lo posible, aunque dentro de una tecnología propia se siguen las indicaciones del S.A.E. Norteamericana.
- Las baterías hasta de 60 A.H. son fabricadas en caja de tapa única sellada con resina "EPOXI" las de mayor amperaje son de tapas múltiples selladas con brea Asfálticas.
- La densidad del electrólito usado normalmente como promedio es 1.250 de gravedad específica.

- Se fabrican baterías con carga húmeda aunque en algunos casos pueden ser de carga seca.
- Para el sector Industrial fabrican baterías para grupos estacionarios (Motores Diesel), trabajo pesado, equipos de carretera, Minas, equipos de Mar, Aviación, iluminación, Telecomunicaciones, etc.
- Elevadores, Cargadores,
- Minas. etc.

CARACTERISTICAS CON RESPECTO AL NUMERO DE PLACAS, AMPERIOS, VOLTIOS, DIMENSIONES  
 BATERIAS DE 6 VOLTIOS-ESPECIFICACIONES  
 TECNICA

CATALOGO DE MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

BATERIAS DE 6 VOLTIOS												
TIPO	PLACAS POR CELDA	TOTAL DE PLACAS	20 HORAS AMPERIOS	MEDIDAS						PESO DE LAS BATERIAS EN Kg.		
				PULGADAS			MILIMETROS					
				LARGO	ANCHO	ALTO POSTE	LARGO	ANCHO	ALTO POSTE	SECAS	CARGADAS	
W-13	13	39	66	7 3/8	6 5/8	7 1/2	188	170	190	10	12.600	
W-15	15	45	77	8 1/4	6 5/8	7 1/2	210	168	190	12,600	15.200	
E-15	15	45	90	8 1/2	6 1/2	8 1/4	215	165	210	14,400	17,200	
E-17	17	51	100	9 13/16	6 1/2	8 1/4	250	165	210	14.600	19.200	
E-19	19	57	120	11	6 1/2	8 1/4	280	165	210	16,300	21.300	
H-19	19	57	120	19 1/4	4	9	490	103	228	16.300	21.300	
E-23	23	69	140	12 3/8	6 5/8	8 1/2	316	169	215	19.000	24.600	
				POSICION DE POSTES POSITIVOS Y NEGATIVOS								

TIPOS: W-13/W-15, E-15, E-17 E-19 E-23

TABLA: 3.1.

### BATERIAS DE 12 VOLTIOS

TIPO	Placas Por celda	Total de Placas	20 Horas amperios	MEDIDAS						Peso de las Baterías en Kg.		Cap. Sgl. Elec.
				PULGADAS			MILIMETROS			Secas	Cargadas	Litros
				Largo	Ancho	Alto-Poste	Largo	Ancho	Alto-Poste			
129W	7	42	36	8 1/4	7	6 7/8	210	180	175	9.400	12.600	2.500
12-9E	9	54	45	9	7	7 1/2	230	180	190	12.800	16.600	3.200
129F	9	54	38	8 7/8	5 1/4	8 1/2	225	135	220	12.000	15.400	2.800
12-9CH	9	54	44	8 7/8	5 1/4	9	225	135	230	12.600	15.600	2.800
12-9X	9	54	48	9	6 3/4	8 1/4	230	171	210	14.400	18.200	3.400
12-9	9	54	55	10 1/4	6 5/8	8 3/4	260	170	220	16.200	21.200	4.300
12-9A	9	54	55	10 1/4	6 5/8	8 3/4	260	170	220	16.200	21.200	4.300
12-11E	11	66	70	12	6 3/4	8 3/4	305	170	225	17.400	24.200	5.200
12-10	11	66	70	19 1/8	4 1/4	9	485	110	230	18.000	24.000	4.000
12-11	11	66	65	12 1/2		9	317	140	230	16.000	22.200	4.300
S-1213	13	78	80	14 1/4	6 7/8	8 3/4	260	175	220	16.000	22.200	4.300

### 3.2. CARACTERISTICAS FISICAS.

Puesto que los acumuladores se desgastan a causa de las repetidas cargas y descargas que reciben del servicio automotriz y alumbrado se han creado ensayos de laboratorio que reproducen este tipo de desgaste. No es imposible duplicar exactamente las condiciones encontradas por los diversos acumuladores, pero diversos ensayos se han desarrollado para activar el desgaste de uno ó varios de los componentes del acumulador de manera que al fallar éste, sus piezas desgastadas se asemejen a las de aquellos acumuladores que fallaron en servicio.

Los acumuladores modernos de buenas marcas están contruidos de manera que generalmente no requieren ninguna reparación durante su duración normal siempre que se cuide - razonablemente de ellos. Tiene gran importancia al seleccionar los materiales para su proceso de fabricación tales como calidad de plomo metálico, el proceso de empastado de placas, el buen rendimiento que va a dar el aislador ó separador, tapones respiraderos, montaje de celdas ácido-plomo, tipo de celda, etc. Tales condiciones permite el buen rendimiento del acumulador y evitar el deterioro prematuro de éste, sabiendo que el acumulador no es una fuente de energía eléctrica si no solamente un "depósito" para guardarla.

Todo acumulador nuevo sometido a una comprobación debe soportar un número mínimo especificado de ciclos que depende del tamaño del acumulador. Los standard de la AABM requieren que la temperatura del acumulador sujeto al ensayo de duración sea controlada de manera que la temperatura media del electrolito en los vasos se encuentre siempre dentro de los  $40^{\circ}\text{C}$  -  $46^{\circ}\text{C}$ . Durante todo el ensayo de duración.

En lo referente a características físicas de las Aleaciones Plomo-Antimonio, se ha preparado el cuadro 3.2.II. - muestran algunas propiedades de las principales aleaciones Plomo-antimonio, las que son definitivas para uso correcto y preparación de dichas aleaciones.

En este cuadro .3.2) . se presenta una secuencia de aleaciones , pudiendo verificar los cambios que se dan en las principales propiedades físicas de una aleación a otra, variando como máximo el 2% del contenido de antimonio .

Así para nuestro caso en especial que es la fabricación de rejillas de acumuladores estaríamos en rangos. el 6% - 8% - 9% en contenidos de antimonio, además éstas últimas aleaciones pueden tener otros usos como: recubrimientos de bobinas, extrusión de tubos para propósitos industriales en donde exista una similar resistencia a la corrosión pero una más alta dureza que en el plomo blando.

Notamos que para altos contenidos de antimonio existe una mayor capacidad de moldeo (reduciendo la contracción en la solidificación, Además de reducir la expansión térmica; sacrificando a la vez las mejores cualidades de conductividad térmica y eléctrica (siendo una de las causas fundamentales de la reducción del contenido de antimonio

en la fabricación de rejillas Europeos), también con mayores contenidos de Sb se obtiene una reducción en el punto de fusión de la aleación, lo cual favorecería en la reducción de los tiempos de operación en hornos, pero ante los inconvenientes mencionados anteriormente ésta es depresiable.

Por otro lado existe para mayores contenidos de antimonio un incremento en el calor específico (que tiende a aumentar la temperatura del sistema en carga y/o descarga), éste fenómeno junto con un aumento en la resistividad eléctrica hacen que se afirme la posibilidad de mayor formación de gases dentro del acumulador en funcionamiento para éstos altos contenidos de antimonio.

ALEACION	% CONTRAC.	TEMPERATURA °C		ESPANSION TERMICA 20-100°C	CALOR ESPEC. 20-100°C	CONDUCTIVIDAD		RESISTIVIDAD ELECTRICA (20°C)
		FUSION	SOLIDIF.			TERMIC CA/SEG	ELECT. %	
Pb - 1% Sb	3.72	37.0	312	$-268 \times 10^{-4}$	.03124	.080	7.88	22
Pb - 4% Sb	3.36	299	232	$278 \times 10^{-4}$	.0313	.073	7.77	24
Pb - 6% Sb	3.11	285	252	$272 \times 10^{-4}$	.0322	.069	7.6	25.3
Pb - 8% Sb	2.83	271	252	$.267 \times 10^{-4}$	.0326	.065	7.5	26.5
Pb - 9% Sb	2.76	265	252	$.264 \times 10^{-4}$	.0328	.064	7.4	27.1

CARACTERISTICAS FISICAS - ALEACIONES

HAND- BOOK OF METALS.

CUADRO 3.2. (I).

Otras de las características físicas son las propiedades de las aleaciones vaciadas de plomo y antimonio, la cantidad de antimonio en las rejillas del acumulador va de 5 a 12 por ciento. Hay varias razones para usar el antimonio:

- 1) El material fluye mejor en el molde. Para aumentar la fluidez, algunos fabricantes especifican también una pequeña cantidad de estaño.
- 2) La aleación produce vaciados definidos se ha afirmado que algunas aleaciones de plomo y antimonio se dilatan cuando se verifica la solidificación.
- 3) La aleación es menos susceptible a la formación electroquímica y puede usarse como apoyo para el material activo sin perder su fuerza al ser "formado" cuando se usa la batería.
- 4) El antimonio aumenta la rigidez del plomo, así como su ductilidad y resistencia a la tensión - dentro de los límites que se ilustran en la tabla 3.2.II.
- 5) En la temperatura de licuación completa de las aleaciones, dentro del intervalo de composiciones usadas para las rejillas, está por debajo del punto de fusión del plomo puro.
- 6) El coeficiente de dilatación de la aleación es menor que el del plomo puro.

PROPIEDADES DE LAS ALEACIONES, VACIADAS

DE PLOMO - ANTIMONIO

PORCENTAJE DE ANTIMONIO	TEMP. DE FACCIONTA	LICUE COMPLE	DENSI DAD	RESIS- TENCIA A LA - tensión 16/Pulg.	ALARGA MIENTO	DUREZA N° DE - BRINELL	COEFICIENTE DILATAACION	RESISTIVIDAD 20°C Ohm-Cm.
	°C	°F						
0	327	621	11.34	1780	-	3.0	0.0000292	0.0000212
1	320	608	11.26	-	-	4.2	0.0000288	0.0000220
2	313	596	11.18	-	-	4.8	0.0000284	0.0000227
3	306	583	11.10	4700	15	5.3	0.0000281	0.0000234
4	299	572	11.03	5660	22	5.7	0.0000278	0.0000240
5	292	558	10.95	6360	29	6.2	0.0000275	0.0000246
6	285	545	10.88	6840	24	6.5	0.0000272	0.0000253
7	278	532	10.81	7180	21	6.8	0.0000270	0.0000259
8	271	520	10.74	7420	19	7.0	0.0000267	0.0000265
9	265	509	10.60	7580	17	7.2	0.0000264	0.0000271
10	261	501	10.59	7670	15	7.3	0.0000261	0.0000277
11	256	492	10.52	7620	13	7.4	0.0000258	0.0000283
12	252	485	10.45	7480	12	7.4	0.0000256	0.0000289
13	247	477	10.38	7280	10	---	0.0000253	0.0000293
14	---	---	10.30	7000	9	---	0.0000251	0.0000293
15	---	---	10.23	6800	8	---	0.0000248	0.0000292
16	---	---		6620	6	---	-----	

FUENTE : TABLA III - "ACUMULADORES" - GEORGE - WOOD VINAL

PROPIEDADES FISICAS.

TABLA: 3.2.II

### 3.3. CARACTERISTICAS MECANICAS.

Los acumuladores de corriente, tienen características propias de fabricación que son tomadas en forma muy rigurosa la forma y las condiciones que no afecten el producto de variaciones en las características mecánicas ni fisico-químico en fabricación de elementos, rejillas, aleaciones, tratamiento de placas durante el empastado y hasta de la humedad atmosférica, temperatura, se tiene la conclusión que el frío reduce considerablemente la capacidad de los acumuladores puesto que tiene influencia retardatoria definida sobre las reacciones electroquímicas es así que los acumuladores se fabrican con compartimientos separados para formar celdas individuales en el acumulador, de una pieza ó individuales son diseñadas para permitir la conexión eléctrica entre celdas.

Las piezas moldeadas son uniformes en acabado, color, textura, y propiedad eléctricos y mecánicos, libre de grietas, contracciones, Bornes depostillados, marca de flujo etc, sus superficies tienen que estar libre de porosidades y sus densidades deben ser uniformes.

Los acumuladores dan control de los mecanismos de distribución en estaciones y subestaciones de energía tienen por objeto principal asegurar el suministro ininterrumpido de corriente para hacer funcionar el cierre de rompecircuitos operados eléctricamente, operación de vál

vulas , reóstatos de campo, alumbrado de emergencia, en alguna forma comunicación telefónica, todas estas aplicaciones nos da una clara idea que el acumulador es la fuente más segura de energía cuando se requiere corriente directa para hacer funcionar dichos equipos.

Para poner en movimiento cualquier motor de combustión interna, debe tener una fuente individual de energía si no hay otros medios de energía dicha fuente constituye una batería 6 y 12 voltios, nos da la idea de lo práctico y funcional que constituye el tener una fuente de energía para cualquier uso como es la batería o acumulador de corriente, además de requerimientos para arranque de automóviles, alumbrado, Ignición calefacción, acondicionadores de aire etc.

En la lista de baterías de la S.A.E. figuran tamaños diferentes del tipo ácido - plomo, en uso general y otras aplicaciones industriales.

Dentro de las características mecánicas tienen fundamental importancia la aleación plomo-antimonio, las aleaciones de plomo para acumuladores pertenecen al grupo de las aleaciones endurecibles por precipitación; esto determina que las características mecánicas de estas aleaciones se den y se estudien luego de un período de envejecimiento, dependiendo el resultado de las pruebas del contenido de elementos de aleación.

( Sn, As, Sb, Ca, etc), las pruebas a las que se someten las rejillas son luego de un período de días o meses de envejecimiento y antes de ser empastadas.

En la siguiente página se expone un cuadro que muestra importantes propiedades mecánicas, de algunas aleaciones de plomo que no fueron probadas sobre rejillas coladas, algunas con tratamiento especiales como se vera indicado luego.

Las muestras: A) (4% Sb) B) (6% Sb) y B(8% Sb) fueron laminadas en frio con un 95% de reducción, antes de someterse a pruebas ( 1er grupo).

Las muestras: B) (4% Sb) y A) (8% Sb) fueron sometidas a un tratamiento térmico de calentamiento a 235°C; luego enfriado y envejecido un día ( 2do grupo).

Mientras que las muestras: A) (6% Sb) y la muestra 9% de Sb fueron sometidas a un previo tratamiento de templado antes de entrar a pruebas mecánicas (3er grupo).

De este cuadro podriamos concluir lo siguiente:

ALEACION	RESISTENCIA-TRACCION		ELONGACION	DUREZA BRINELL	MODULO DE ELASTICIDAD PSI	FATIGA LIMITE (PSI)
	PSI	KG/m.m <sup>2</sup>				
Pb - 1% Sb	3000	2.11	50	7	2'000,000	1.150
Pb - 4% Sb	A)4,020	3.12	48.3	8.1	- -	1,500
	B)11,670	8.20	36.3	24	- -	- -
Pb - 6% Sb	A)6,840	4.81	3.4	13	- -	2,500
	B)4,100	2.88	2.88	-	- -	1,500
Pb - 3% Sb	A)2,350	8.70	4.7	26.3	- -	
	B)4,250	3.27	31.3	9.5		1,750
Pb - 9% Sb	7,500	5.27	17	15.4		2,700

PROPIEDADES MECANICAS: TRACCION, ELONGACION, DUREZA, ELASTICIDAD, FATIGA

H. HARING - ACUMULADORES- GEORGE WOOD VINAL. (ANALIS DE METALES. A.S.T.M)

CUADRO: 3.3.

- Para el 1er grupo de aleaciones aumenta la resistencia a la tracción con altos contenidos de antimonio al -- igual que la dureza (causando fragilidad). Se incrementa extendiéndose el límite de fátiga; sin embargo la - elongación disminuye con el porcentaje de antimonio.
- Para el 2do grupo de aleaciones, el tratamiento térmico influye de la siguiente manera:
  - \* Se presenta un incremento de la resistencia a la tracción para una misma aleación, pero de una aleación de 4% de antimonio a otra mayor de 8% de antimonio dicho incremento se ve limitado en 50 Psi (aproximado).
  - \* El porcentaje de elongación es reducida notablemente, esta reducción es mas enérgica en aleaciones de bajo - antimonio.
  - \* La dureza Brinell es incrementada (reduciendo en igual por ciento la fragilidad): para una misma aleación, - este incremento es proporcional directamente al contenido de Sb.
- Para el 3er grupo de aleaciones el tratamiento de templado genera las siguientes características:
  - \* Para la aleación con 6% de antimonio eleva la resistencia a la tracción en 66.8% (aproximadamente) y existe un incremento de 9.6% (aproximadamente) cuando se compara la aleación tratada con 6% de Sb, a aquella que

también fue sometida a tratamiento pero con 9% de Sb.

- \* La elongación disminuye en 48.9% (aproximadamente) - para muestras sometidas a tratamiento con contenidos de 6% de Sb, en comparación con una de igual por ciento de antimonio, pero deferida a una comparación con una muestra de más alto contenido de Sb (9% sometida a tratamiento. La disminución de la elongación será de 63.8% (aproximadamente).
- \* La dureza aumenta de muestras con 6% de Sb a 9% de Sb. (ambas con tratamiento) en un rango de 18.46% (en ese mismo rango se incrementa la fragilidad)
- \* El límite a la fatiga es extendido de aleaciones de 6% de Sb a aleaciones de 9% de Sb. (ambas con tratamiento) en un 8%.

El problema surge con la tendencia a utilizar aleaciones de plomo con bajos contenidos de antimonio (máximos 2%). Entonces como se podrían lograr resistencias de 22,757.10 PSI (16 kg/m.m<sup>2</sup>) requeridas para el mantenimiento industrial de éstas rejillas, si en el cuadro siguiente podemos apreciar que la máxima resistencia a la atracción la de la aleación con un 8% de antimonio y este valor llega únicamente a 12,350 PSI (8.7kg/m.m<sup>2</sup>) aún habiendo sometido a tratamiento térmico de 235°C y un día de envejecimiento luego de enfriada.

La respuesta se encontro al someter al mismo tratamien

to pero con envejecimiento de 50 días a la aleación de -  
bajo antimonio deseada ( Pb-2% Sb).

Se encontro que el periodo de almacenaje (nada práctico)  
se lograría reducir templado A -10 °C (tratamiento -  
térmico en frío) antes de almacenar, y/o añadiendo peque-  
ñas cantidades de elementos como Estaño - selenio o Ar-  
senio - plata.

Durante éstas pruebas se encontró una sorprendente influen-  
cia del Arsénico en estas aleaciones, las cuales verifica-  
ron:

Una fuerte acción nucleante de precipitados, ya que los -  
átomos de arsénico se alojan en los intersticios entre -  
los átomos de plomo (de mayor tamaño) y los de antimonio  
( de menor tamaño), con la consiguiente distorsión de la  
red; acelerando así el proceso de endurecimiento (éste -  
efecto se maximizo para la aleación Pb-1% Sb - 0.1%AS).  
Sin embargo en la aleación con contenidos de 2% de Sb y  
o.05% de As se presentó un efecto de reducción de nucleos  
posibles con un decrecimiento de la cinetica de precipi-  
tación, debido a que en éste caso los átomos de arsénico  
ya no son intersticiales, si no substituyentes.

Se realizaron pruebas de resistencia mecánica para alea-  
ciones convencionales con y sin tratamientos térmicos -  
antes del evejecido, a si mismo, con aleaciones de bajo  
antimonio (2%) con contenidos de AS. Los resultados fue-  
ron resumidos en el sgte. cuadro. (TABLA 3-3).

ALEACION	TRATAMIENTO PREVIO	ENVEJECIMIENTO NATURAL	RESISTENCIA TRACCION
Pb - 4.75 % Sb (CONVENCIONAL )	- - -	18 HORAS	11.9 Kg/MM <sup>2</sup>
	- - -	30 DIAS	12.8 Kg/mm <sup>2</sup>
	EN FRIO ( - 10 °C ) ( 10.HORAS)	6 HORAS	13 Kg/m m <sup>2</sup>
	"	10 HORAS	16 Kg/m m <sup>2</sup>
Pb - 2% Sb-0.40% As. Fracilidad luego de colada	- - -	- - -	- - -
Pb - 2% Sb - 0.15% As	EN FRIO (-10°C)	10 DIAS	18.6 Kg/m m <sup>2</sup>
	( 1 DIA )	5 DIAS	20 Kg/m m <sup>2</sup>

CONSTRUCCION DEL PROYECTO

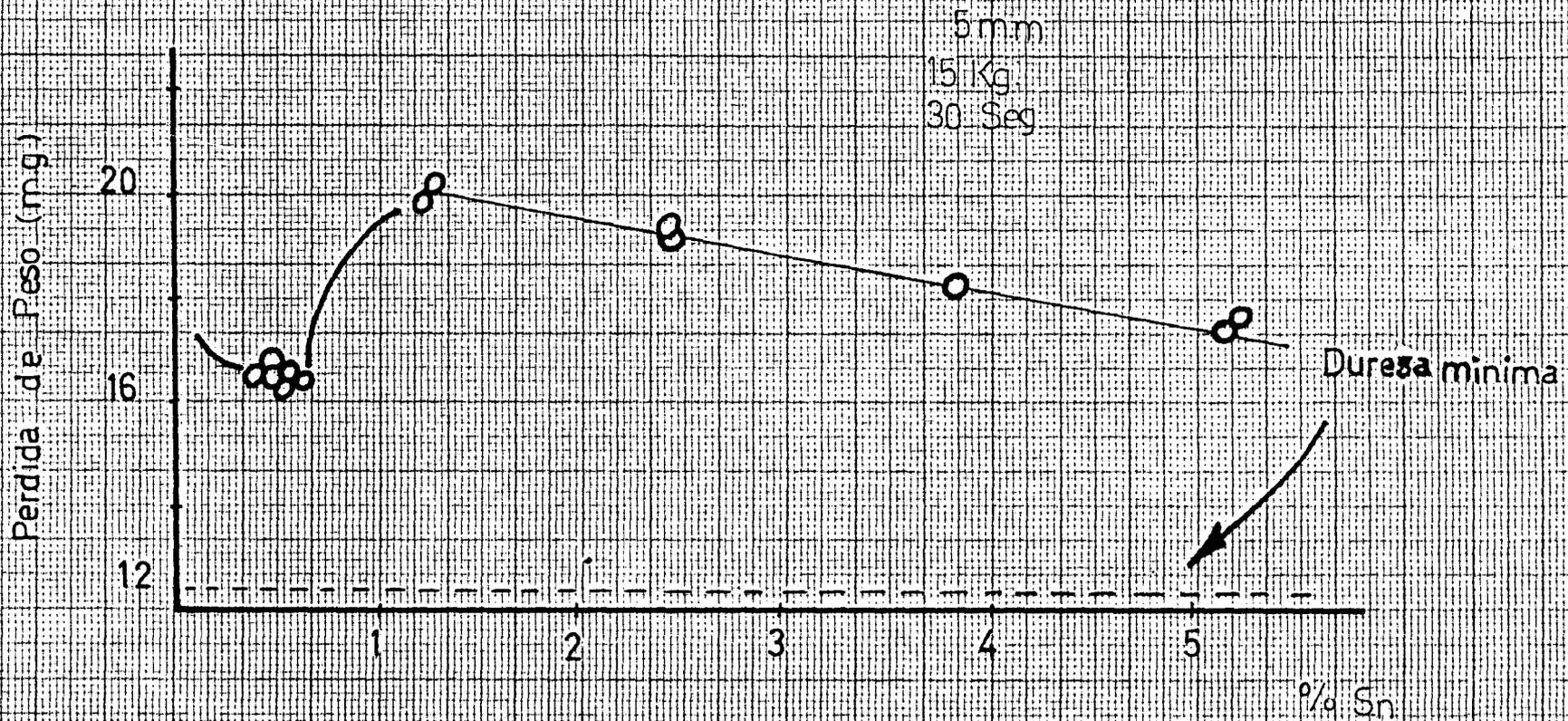
CARACTERISTICAS MECANICAS - TRATAMIENTO, ENVEJECIMIENTO NATURAL, TRACCION.

TABLA 3.3.

En este cuadro podemos ver para la aleación convencional que el utilizar tratamiento térmico se reduce el tiempo de mantenimiento en almacén a temperatura ambiente.

La aleación con 0.15% de AS (y bajo Sb) mostró un llenado excelente elevando ligeramente la temperatura de colada; además demostró un notable incremento en la resistencia ( por la acción del As); por lo que en el manipuleo se dieron muy buenas cualidades a la fijación de la pasta (dureza mínima requerida para el empaste = 12.5 unidades Brinell) probadas en numerosos ensayos de vibración y prestaciones electroquímicas se han realizado también pruebas con una aleación Pb-1.6 % Sb - 0.05% As- 0 0.02% se - 0.02% Sn. que enfriada por pulverización con agua tiene una dureza inicial de 9kg/ m m<sup>2</sup> , adecuada para su manipulación, si se le somete a un tratamiento térmico de solubilización de cinco minutos a 275 °C y se le tiempla en agua acta seguido, tiene la misma dureza inicial pero alcanza la dureza 16 en menos de un día; esto se debe a la acción endurecedora del Selenio, ya que los contenidos de estaño tan bajas no afectan éstas propiedades, Como se muestra en lo siguiente. Fig. (3.3), los ensayos de dureza Brinell se han realizado en forma convencional sobre provetas envejecidas cuatro meses.

(Fig. Revista de fundición " La Colada" )



(Revista de Fundición "La Colada")

Grafico: 3.3

Por todo lo discutido anteriormente podemos concluir lo siguiente:

- \* El contenido de antimonio puede ser reducido de 4.5 a 2% (tendencia muy aplicada en Europa en los últimos años) gracias a efectos del arsénico teniendo en consideración que se debe colar a temperaturas mayor que las convencionales, y cuando se acompañan de tratamiento térmico en frío antes de envejecer se logran durezas de hasta 20 kg/m.m<sup>2</sup>.
- \* Se ha comprobado así la utilidad de fabricación de rejillas conteniendo Pb - 2% Sb - 0.15% As, que además poseen excelentes características de adherencia a la pasta demostrando así una homogeneidad de grano total, ya que parece ser que la pasta se adhiere mejor en la zona más rica en precipitados de antimonio.
- \* Se ha comprobado definitivamente que el arsénico tiene un efecto acelerador sobre la cinética de precipitación sobre las aleaciones Plomo - Antimoniales, que se da como una consecuencia de la disminución del periodo de nucleación; además esta aceleración se ve incrementada al aumentar la velocidad de caída de la resistencia. Todo éste efecto se debe a su presencia interfacial en bajos contenidos, ya que al aumentar concentración va perdiendo eficacia.
- \* El efecto del As puede complementarse con un tratamien-

to térmico en frío ( $-10^{\circ}\text{C}$ ), ya que al actuar respectivamente sobre el proceso de nucleación, y el de difusión (independientes entre sí) éste tratamiento favorece la formación de un número más elevado de pares - Atomo de antimonio vacante que al poseer una elevada movilidad permiten que el fenómeno de precipitación - transcurra a mayor velocidad.

- \* El tratamiento en frío es igualmente eficaz en el caso de rejillas para acumuladores producidas en condiciones de fabricación, pero si se aplica inmediatamente después de colar (15 seg. máximo) el efecto del Sn en la dureza de la aleación ternaria es paralelo al que produce - la adición de As a la aleación binaria Pb - 7% Sb.

Además en la figura mostrada anteriormente se ha marcado el límite máximo de dureza que puede tener una rejilla convencional para poder ser manejada y empastada - con seguridad (y que corresponde a 12.5 unidades -- Brinell).

Como se puede ver una aleación con 0.25% Sn presenta - una dureza superior al mínimo permisible.

### 3.4. DIAGRAMA DE FASES Y MICRO ESTRUCTURA

#### ALEACION PLOMO - ANTIMONIO :

Las rejillas de aleación plomo - antimonio, se han usado desde hace muchos años como se ha hablado anteriormente; esto se debe en gran parte a que el antimonio mejora las propiedades mecánicas y la colabilidad.

La mejora de las propiedades mecánicas se debe a dos causas (al menos para contenidos de antimonio superiores al 3.5%). la rejilla se endurece para contenidos superiores al 3.5% de Sb - causa de la formación eutéctica durante la solidificación. Además la fase alta contiene antimonio disuelto en solución sólida que con el tiempo sufre un fenómeno de precipitación o envejecimiento que eleva su dureza, hace años el contenido de Sb era del 11%, próximo a la composición eutéctica, pero luego se ha ido rebajando éste contenido hasta llegar al 4 ó 5%, esto se debe en parte a razones económicas ( ya que el precio del antimonio , ha sufrido serias elevaciones en los últimos años) pero también a razones técnicas como se señala en las conclusiones de la aleación.

En el diagrama de fase gráfico 3.4 de la aleación - plomo- antimonio que se muestra a continuación, donde como se dijo anteriormente es notable que por debajo de 3.5% de Sb la solubilidad retrograda también existe como

se muestra con la línea de separación, donde la precipitación de antimonio ó Sb 5n precipitados en caso de contener aleaciones de estaño, pueden envejecer endureciendo la aleación.

Se ha determinado pues que a temperatura eutéctica de 251°C , 3.5 % de Sb es soluble en plomo; pero a temperatura ambiente sólo 0.44% de Sb es soluble en una matriz de plomo ; si ésta aleación es enfriada a rangos más bajos que cuando se enfria con aire (como sucede en tratamientos térmicos) para elevar cond. mecánicas) cristales de antimonio precipitan en solución sólida. Después de enfriados en el horno los cristales aparecen en el límite de grano; si posteriormente se enfriara más despacio éstos cristales aparecerian dentro de los granos.

# DIAGRAMA DE FASES DE MICROESTRUCTURA ALEACION PLOMO ANTÍMONIO

Pb-Sb Lead-Antimony

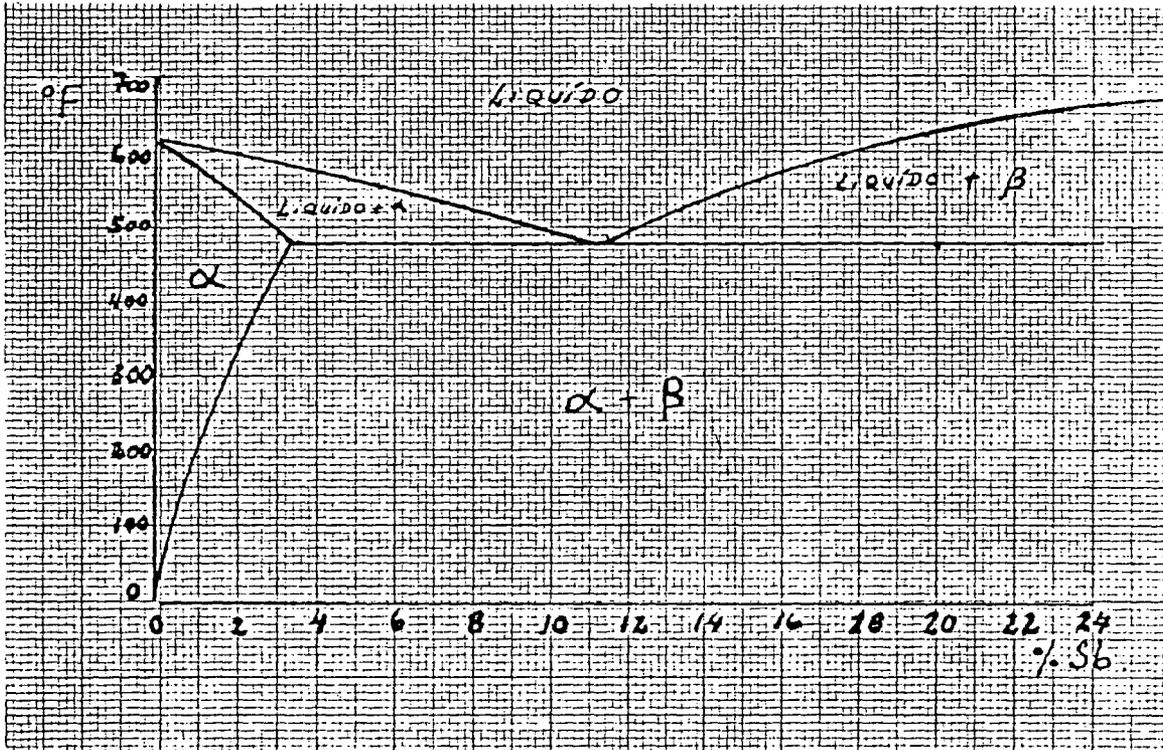
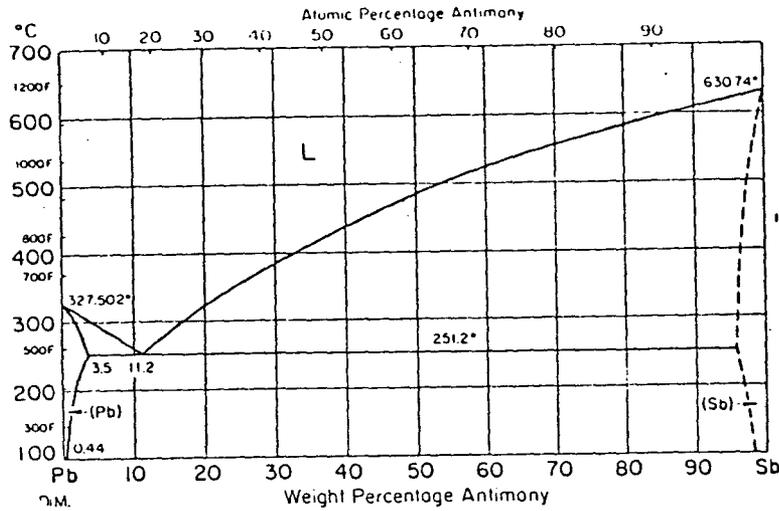


GRAFICO 3.4

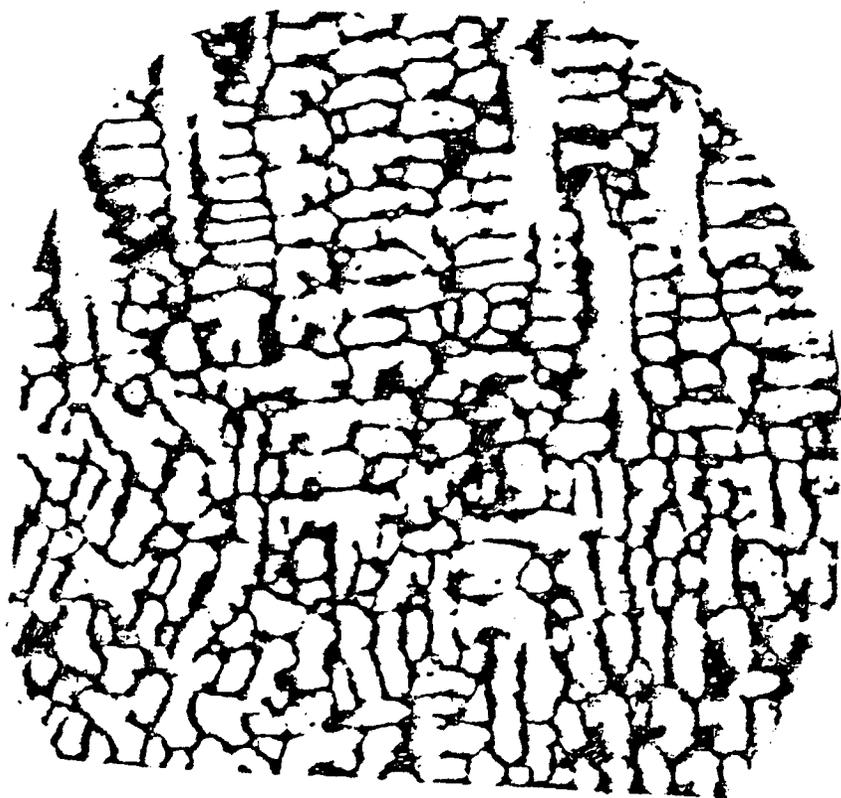
Luego de enfriado con aire el antimonio frecuentemente -  
es retenido en solución lo que permite un subsecuente -  
periodo de endurecimiento.

Con el incremento de antimonio sobre 3.5% la aleación for-  
ma incrementadas cantidades de estructura alfa + beta -  
(eutéctico) en el plomo; produciendo trabajo puro de en-  
durecimiento que se refleja en eutéctico rico en antimo-  
nio (áreas oscuras) alrededor de la matriz de plomo alfa  
(áreas blancas) como se muestra en la sigte. Micro estruc-  
tura.

Este tipo de estructura influye para la elevación de la  
dureza de las aleaciones antimoniales, inmediatamente -  
después de fundidas, pero también es una de las razones -  
de la baja en la ductibilidad y embrionamientos en este -  
sistema.

La mezcla eutéctica que rige el mecanismo de endurecimien-  
to de éstas aleaciones tiene una forma lamelar , con par-  
ticulas de antimonio en una matriz de plomo rico en solu-  
ción sólida , la fase rica en plomo de la mezcla eutéctica  
dentro de la fase rica en cristales de plomo primario que  
está también presente da al eutéctico una apariencia de -  
separación .

Las aleaciones Hiper - eutécticas (que no nos interesa por  
su alto contenido de Sb) muestran presencia de cristales  
primarios angulares de antimonio en eutéctico.



Pb-4.5% Sb 200X  
ST. Joe Mineral Corp.  
Micro Estructura  
Fig: 3.4

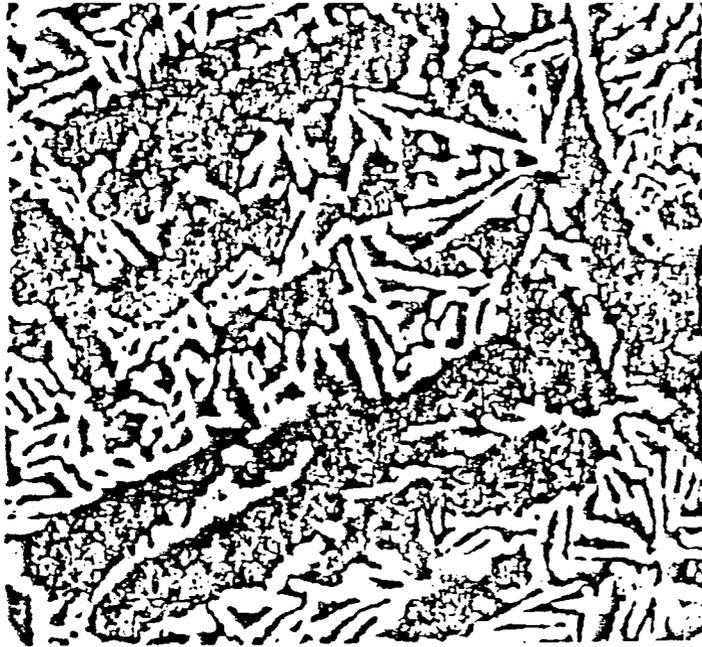
Cuando se utilizan adiciones de estaño en aleaciones Pb - Sb y el tiempo de enfriamiento es lento, se presenta una cristalización de dendritas con una fase (color claro) del eutéctico Pb - Sb, sobre una matriz (zonas oscuras) de solución sólida de antimonio en plomo; el estaño y el arsénico están concentrados en la fase del eutéctico Pb - Sb; como se muestra en la sgte.

Al producirse un enfriamiento más rápido de la aleación se eliminan las diferencias. Pronunciadas de fases, como se muestra en la sgtes. Fig. (3-4) micro estructuras, obteniéndose una estructura próxima a la eutéctica con pequeñas agujas muy uniformemente distribuidas en la matriz de solución sólida; la presencia de dendritas desaparece al ser el enfriamiento más violento (última e micro estructura) presentándose así estructura en forma granular:

En la penúltima estructura, las fases (solución sólida - eutéctico) estaban claramente separadas formando pequeñas dendritas, mientras que en la micro estructura granular - (la última) ambas fases eran diferentes distinguibles.

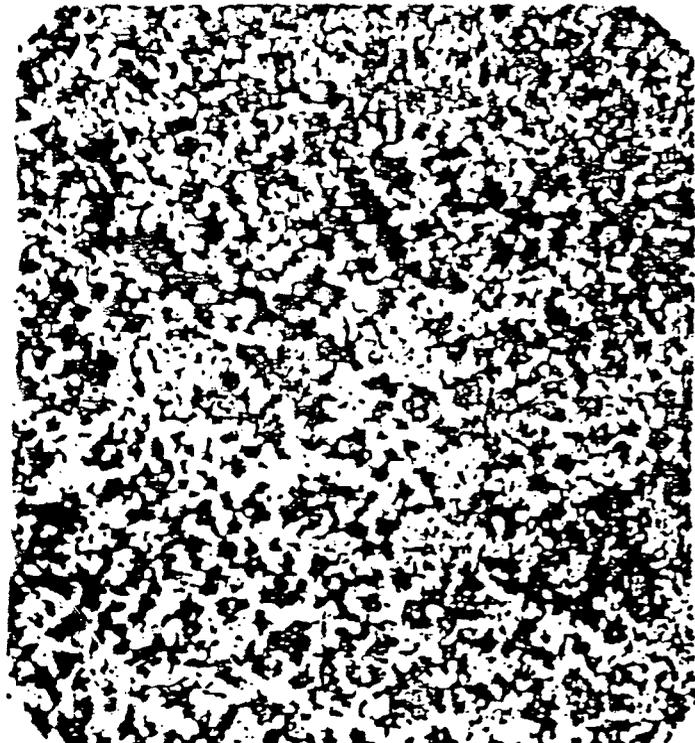
Se puede comprobar de igual manera que la estructura del Borde de las dos últimas probetas era notablemente más homogénea que la correspondiente a su interior.

Por diversas pruebas con rayos "X", se logro detectar que el estaño estaba concentrado principalmente en las capas interdendriticas (como se menciona anteriormente) y por



REVISTA FUNDICION  
"LA COLADA" - MICROESTRUCTURA

Fig: 3.4



REVISTA FUNDICION,  
"LA COLADA"  
Microestructura

Fig. 3.4

cálculos realizados se ha demostrado que, por ejemplo - para una concentración media de Sn de 2.4% existen capas interdentríticas con concentraciones de hasta 13%.

En efecto es el que justifica porqué la máxima dureza de la aleación sólo se alcanza con contenidos de 1.0 % de estaño, ya que mayores contenidos se localizarían en las capas interdentríticas restando dureza a la matriz de solución sólida de antimonio en plomo.

Así mismo se verifica en las pruebas de corrosión que para contenidos mayores al 2% de Sn se sufre una fuerte caída de peso; ésto se puede deber a que se localizan zonas inestables de alta concentración en las interdentríticas que provocan focos de corrosión.

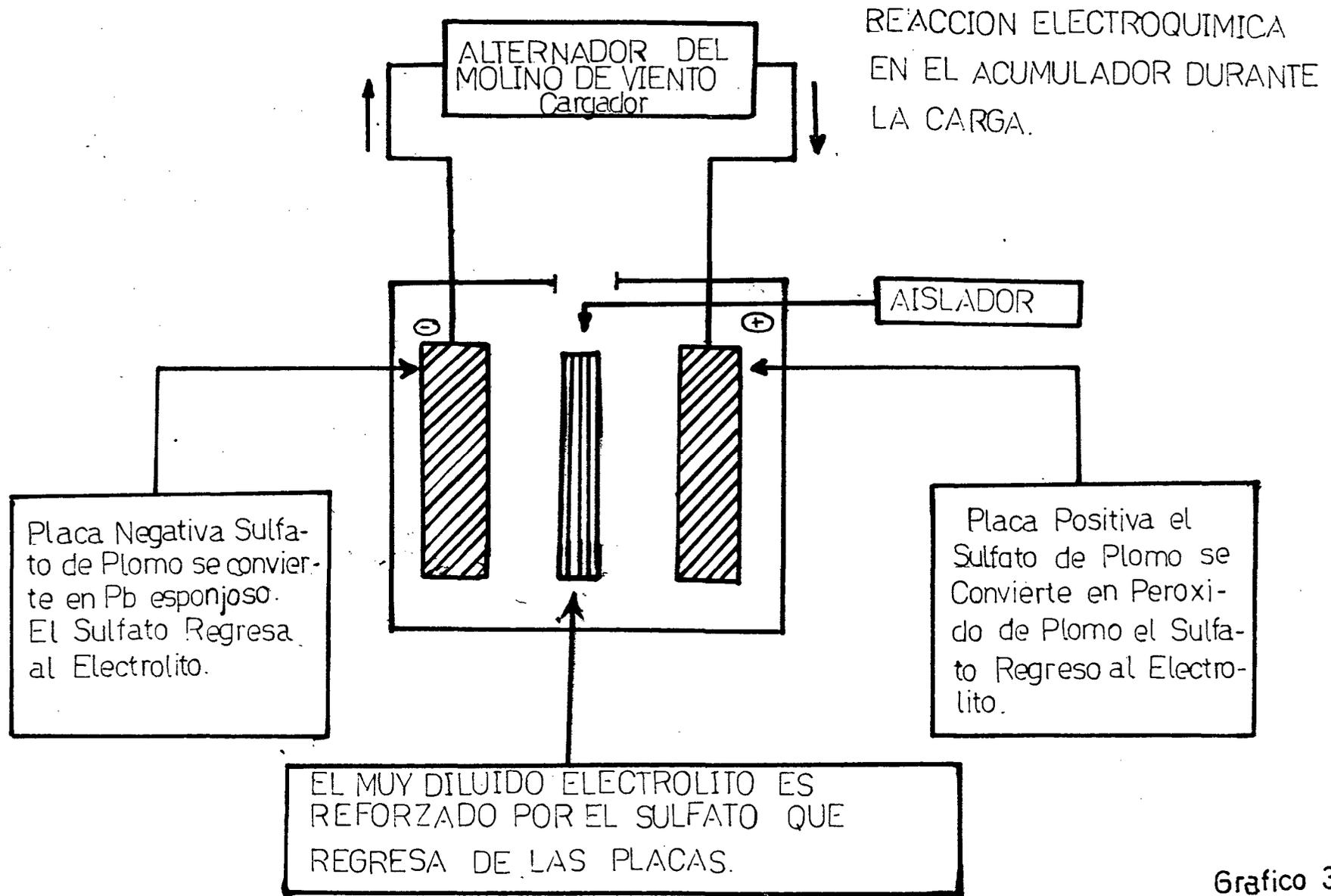
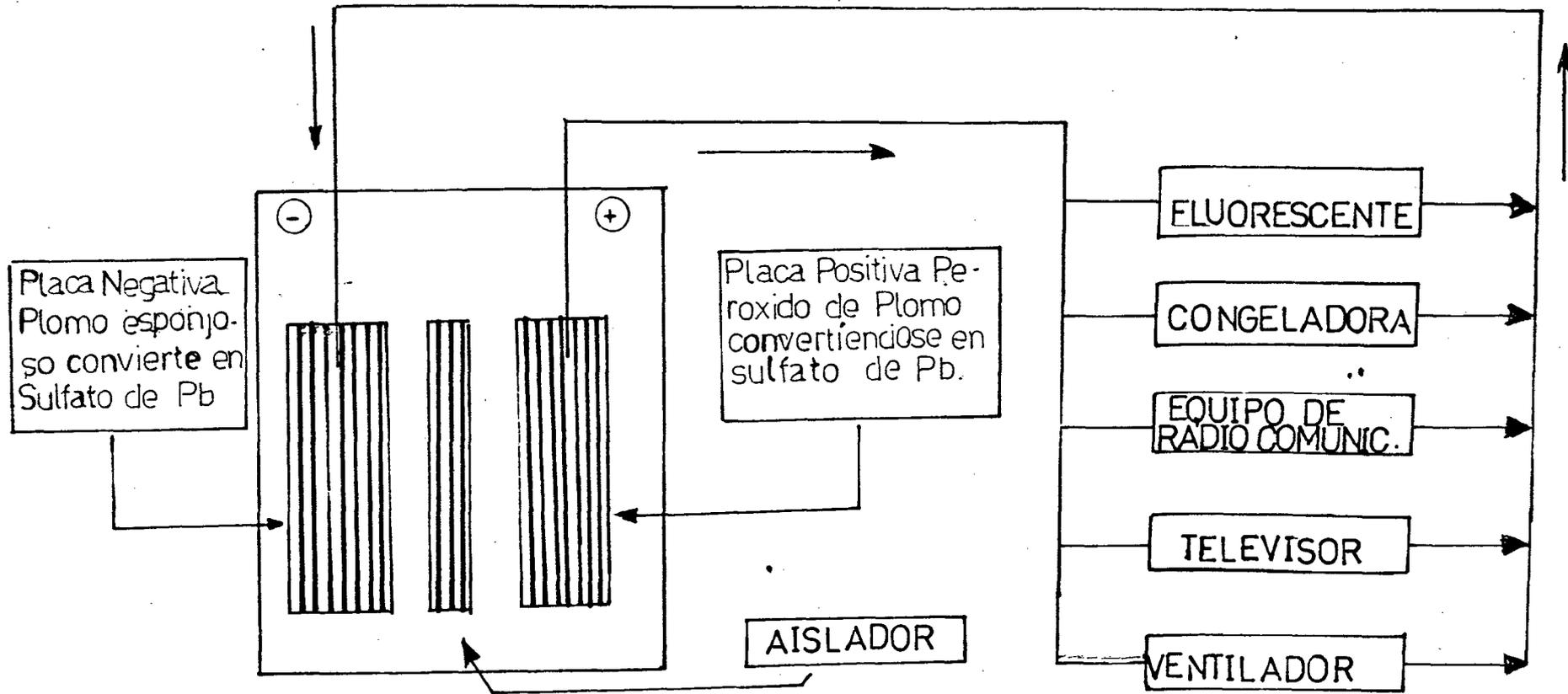


Gráfico 34 (I)

# REACCION ELECTROQUÍMICA EN EL ACUMULADOR DURANTE LA DESCARGA.



ELECTROLITO: EL SULFATO DEL ACIDO SUFURICO SE COMBINA CON LA MATERIA ACTIVA DE LAS PLACAS DEJANDO LA SOLUCION MAS DEVIL EL HIDROGENO DEL ACIDO Y EL OXIGENO DEL PEROXIDO DE PLOMO SE COMBINAN CON EL AGUA QUE DILUYE LA SOLUCION

# C A P I T U L O    I V

=====

DISEÑO DE UN ACUMULADOR (BATERIAS) PARA DAR

=====

ELECTRICIDAD A UN GRUPO FAMILIAR DE LA SELVA

=====

## 4.1. NECESIDADES DE ENERGIA.

Potencia que consume:

- Fluorecentes 12 volt a 5 Amp c/u -----	60 W
- Congeladora 12 Volt a 1.5 Amp . -----	18 W
- Equipo de radio-comunicación 12Voc a 2.0 Amp -	24 W
- Televisión 12 Volta 0.25 Amp. -----	3 W
- Ventilador 12 Volt a 1.8 Amp. -----	<u>21.6W</u>

TOTAL CONSUMO :                    126.6W

Total Energía a Watio - Hora = 3840 W.H.

CALCULO DE AUTONOMIA DE BATERIAS.

BANCOS DE BATERIAS A UTILIZAR :

6 Vasos (celdas) en serie c/u de

2 VDC - 320 AM. Capacidad.

- Capacidad Nominal = 320 AM.

(Batería completamente cargada)

Capacidad de batería considerada ya como descargada

80 % de 320 AM = 256 A M.

- Capacidad disponible para el sistema considerado:

320 AM - 256 AM = 64 A M

Respaldo de batería

$64 \text{ AM} \div 10.55 \text{ AMP} = 6 \text{ HORAS}$

El respaldo del banco de carga, considerando que no hay ningún tipo de viento favorable para que el molino - pueda generar energía es de 6 horas, tiempo por demás - aceptable para estos casos.

CORRIENTE DE CONSUMO

DESCRIPCION	CANTIDAD	CONSUMO DE CORRIENTE A 12 VDC - DE CADA - UNIDAD	CONSUMO TOTAL A 12 VDC.	VATIOS TOTAL
Fluorescente de 12 VDC a 20 W.	5	1 AMP	5 AMP	60 W
Congeladora de 12 VDC - 15 pie Cubi- cos.	1	1.5 AMP	1.5 AMP	18 W
Equipo de RAudio Comuni- cación.	1	2.0 AMP	2.0 AMP	24 W
Televisor NEC. 12 V.	1	0.25 AMP	0.25 AMP	31 W
Ventilador Westinghouse de Aspas 12 V	1	1.8 AMP	1.8 AMP	21.6W
TOTALES DE CONSUMO			10.55AMP	126.6W
CORRIENTE DE CONSUMO CON ARTEFACTOS DE 12 VOLTIOS				

CUADRO : 4.1.

#### 4.2. DISEÑO : TIPO DE CARGA A USAR. DEL ACUMULADOR.

La capacidad eléctrica de los acumuladores que se deben utilizar en un diseño tiene que tener ciertas características técnicas propia tales como la calidad del plomo (tres grados : plomo de corrosión, químico, común) establecidos por American Society Testing y Materiales (A.S.T.M), a si también con el tipo de placas, rejillas, aleaciones, electrolito, vaso tipo de carga etc. ya que tienen gran importancia en lo que se refiere al rendimiento del acumulador igualmente tiene una gran importancia los difusores de placas tanto en las negativas como las positivas, que miden la contracción y solidificación del plomo esponjoso y la pérdida de capacidad y vida del acumulador en su fabricación. Tienen fundamental importancia las rejillas que forman los diversos tipos de placas para acumuladores utilizadas en suministro de energía. Dentro del diseño de rejillas. estas desempeñan la función de mantener una distribución uniforme de la corriente por la masa entera del material activo, si la distribución de la corriente no es uniforme los cambios de volumen de la placa durante la carga y descarga tampoco serán uniformes.

En términos generales se usan rejillas ligeras en los acumuladores diseñados para descargas pesadas de corta duración, pero en las baterías de larga vida, en la

que la descarga es intermitente ó que se extienda por un largo período de tiempo, se emplean rejillas pesadas. (nuestro diseño).

Las rejillas de las placas positivas y negativas suelen tener el mismo Diseño, Composición, y Peso, pero es posible hacer más ligera la rejilla negativa, pues está menos propensa a la corrosión que la rejilla de la placa positiva.

DENSIDADES DE MATERIALES, CÁLCULOS DE PLACAS EMPASTADAS.

<u>MATERIAL</u>	<u>FORMULA</u>	<u>DENSIDAD</u>
Plomo	Pb	11.3
Litargirio	PbO	9.5
Minio (Plomo Rojo)	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	9.1
Dioxido de Plomo	PbSO <sub>2</sub>	9.37
Sulfato de Plomo	PbSO <sub>4</sub>	6.3
Cloruro de Plomo	PbCl <sub>2</sub>	5.8
<u>OTRAS ALEACIONES</u> <u>=====</u>	Porcentaje que no deben excederse.	
ANTIMONIO -----	0.002	
ARSENICO -----	0.00005	
BISMUTO -----	0.05	
CAOMIO -----	0.003	
COBRE -----	0.003	
HIERRO -----	0.02	
ZING -----	0.002	

CALCULOS DE MATERIALES DE LAS PASTAS DE LAS PLACAS :

Para considerar los procesos de oxidación y reducción que ocurren durante la formación de las placas positivas y negativas y calcular el número de amperio .

- Horas por kilogramo de material que se requieren según la ley de Faraday.

Cuando el litargirio  $PbO$ , se óxida a dióxido de plomo se agrega un átomo de oxígeno a la molécula  $PbO$ .

El peso molecular de  $PbO$  es de 223.2

cantidad de oxígeno que ha de agregarse por kilogramo es:

$$1000 \times 16/223.2 = 71.7 \text{ gramos}$$

El equivalente de oxígeno en Amperio-horas por gramo es:

$$\text{de } 3.350.$$

Y se calcula (formula): 96,500 culombios.

y presentan el número de culombios para liberación de 1 gramo equivalente de una sustancia, multiplicado por 2 la valencia y dividido por 16, el peso atómico del oxígeno y dividido por 3600 segundos (1 hora).

El producto del equivalente: (de oxígeno y el N° de gramos)

$$3,350 \times 71.7 = 240.2 \text{ AMP- Hora/kgr.}$$

Como la reducción de litargirio a plomo significa el quitar un átomo de oxígeno de la molécula  $PbO$ , se requiere exactamente el mismo número de amperio. Hora para reducción de 1 Kilogramo de material:

TABLA (4.2) AMPERIOS - HORAS POR KILOGRAMO DE MATERIAL  
DE PLACA (OXIDACION - REDUCCION OXIDOS)

FUENTE: ACUMULADORES GEORGE WOOD V

MATERIAL	REDUCCION A PbMo AMP - hr	OXIDACION A PbO <sub>2</sub> AMP -hr.
PbO	240	240
Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	313	156
PbSO <sub>4</sub>	176	176
PbCl <sub>2</sub>	193	193
Pb	.....	514

CALCULO TEORICO DE AMPERIOS - HORA PARA

FORMACION DE PLACA NEGATIVA :

Suponemos que la placa, excluyendo la rejilla pesa 300 -  
gramos y contiene 20 por ciento de sulfato de plomo y 80  
por ciento de plomo PbO

Consultando Tabla:

$$\frac{0.20 \times 300}{1000} \times 176 = 10.6 \text{ de manera semejante}$$

El N<sup>o</sup> de Amperios-horas que se requiere para la reducción  
del óxido de plomo, PbO, es de .

$$\frac{0.8 \times 300}{1000} \times 240 = 57.6$$

Por lo tanto el N°total de Amperios hora que se requiere para ambos materiales es de 68.2 Amp - hora.

EQUIVALENTE ELECTRO-QUIMICO DE SOLUCIONES DE  
ACIDO SULFURICO

Valores teóricos por litros calculados para so  
luciones a 25 °C, suponiendo utilización completa del -  
ácido de acuerdo con reacción de un acumulador.

Gravedad	Amperios - Horas
Específica	por Litro.
1.040	17
1.060	26
1.080	35
1.100	44
1.120	53
1.140	62
1.160	71
1.180	81
1.200	90
1.220	100
1.240	110
1,260	120
1.280	130
1.300	141
1.320	151
1.340	162
1.360	173

TABLA : 4.2.

Es necesario tomar en cuenta los cambios de volumen de la solución que ocurren durante la carga y descarga.

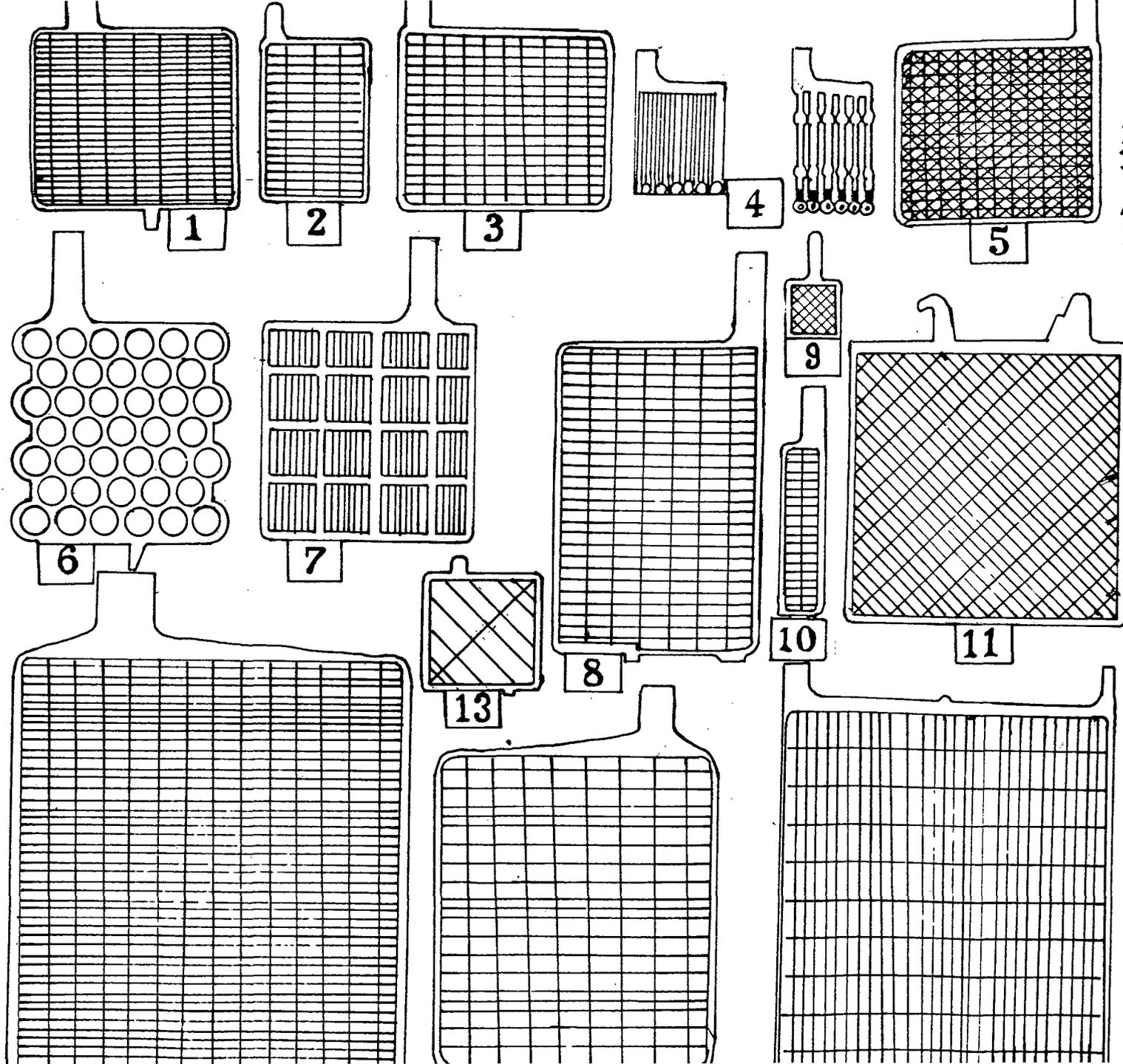
Pués el aumento de volumen de la solución durante la carga y la disminución durante la descarga es de 1 ml Amperio-Hora.

Fuente: TABLA XVIII "ACUMULADORES" GEORGE WOOD VINAL.

### TIPO DE CARGA.

En nuestro caso utilizamos el "Régimen de 20 horas - en Amperios Hora" establecido para nuestro acumulador como standard de funcionamiento lo cual indica la capacidad de alumbrado del acumulador.

El régimen de carga para el Banco de carga cuyo voltaje es de 12 voltios y capacidad nominal de 320 A.H., el más conveniente que se estipula para estos casos en acumuladores de elevado amperaje es de 10. A.H. y con una carga Inicial de 30 horas.



1. Rejilla para Acumuladores de recipiente pequeño de Vidrio.
2. Acumula de Vidrio
3. Rejilla para Auto-movil.
4. Rejilla Frontal.
5. Rejilla para Acumulador de Vidrio.
6. Rejilla placa positiva Manchester.
7. Rejilla placa Negativa de caja.
8. Rejilla de Bateria fuera motriz o Alumbrado.
- 9-10: Rejillas para Baterias Experimentales.
- 12-14. Rejillas Tytex reforzada para Baterias Estacionaria
- 11-13. Rejillas de Flote para Baterias Estacionarios.
15. Rejillas reforzadas de calcio y plomo para Baterias Estacionarias.

CLASIFICACION  
DE  
REJILLAS

4.3. ENSAMBLE DE PLACAS A USAR PARA OBTENER LA CANTIDAD DE AMPERAJE A NECESITAR.

MONTAJE DE LAS CELDAS ACIDO-PLOMO.

Después de la formación las placas se montan en grupos positivos y negativos soldando los salientes de las placas (Espigas) a las barras o tirantes de conexión estos grupos se entrelaminan, alternando las placas positivas y negativas. A continuación se colocan los separadores entre las placas de polaridad opuesta, con el lado que tiene surcos hacia la placa positiva.

Se ha seleccionado el separador de caucho microporoso de espesor 5/64 para nuestro acumulador por el rendimiento, porosidad para absorber el ácido, condición indispensable para mayor concentración en la celda.

El conjunto de grupos positivos y negativos con los separadores recibe el nombre de elemento del acumulador.

Una vez que se ha terminado el montaje del elemento, se coloca en el recipiente y se sella la cubierta de la celda.

El acumulador seleccionado contiene 17 placas por celda - de las cuales 8 son positivas y 9 negativas quiere decir que en cada vaso es de 2 voltios. GRAFICO 4.3. II.

Con respecto al tamaño de la placas se ha determinado teniendo en cuenta su dimensiones posterior, capacidad por placa, régimen de descarga y de 320 A.H. que es nuestro caso y las que se usan comunmente para alumbrado, podemos observar su característica en especificación adjunta (tamaño de placa cuya dimensiones aparecen y son las mismas (ancho 5 pulgadas, altura 10 pulg., régimen de 20 horas.

TAMAÑOS DE PLACAS , ACUMULADORES DE PLOMO - ACIDO

Los tamaños que se dan son los que se usan más comúnmente, pero hay variaciones en dimensiones y capacidad. Las capacidades se calculan a partir de las capacidades nominales.

	Anchura Pulgadas	Altura Pulgadas	Capacidad Nominal P/Placa Posit. Amp-Hr.	Densi- dad de Descar- ga. hr.
Arranque y Alumbrado. -----	5 5/8	-- 5	- 16	- 20
Placas Aislada ---	5 13/16	- 5 7/8	- 22	- 8
Placas Aislada ----	7 3/4	- 7 3/4	- 44	- 8
Placas de Alumbrado de carros. -----	7 3/4	-10 1/8	- 50	- 8
Placa de Alumbrado	5	-10	- 16	- 20
Placas de Vehículos	5 3/4	- 8 5/8	- 28	- 6
Placas Estacionarias	3	- 3	- 5	- 8
Placas Estacionarias	4 3/8	- 4	- 10	- 8
Placas Estacionarias	6	- 6	- 20	- 8
Placas Estacionarias	7 3/4	- 7 3/4	- 40	- 8
Placas Estacionarias	11	-10 1/2	- 80	- 8
Placas Estacionarias	15 5/16	-15 5/16	- 160	- 8
Placas Estacionarias	15 5/16	-30 3/4	- 320	- 8
Placas Estacionarias	18 5/8	-18 5/8	- 184	- 8

RENDIMIENTO POR UNIDAD DE AREA DE PLACA PARA LAS  
CELDA DEL TIPO DE FUERZA MOTRIZ DEL MISMO TAMAÑO

NOMINAL

Placas Por Celda	Area del C Cm. Cuad!	Capacidad Al régimen de 5 horas amp-hr.	<u>Amperio -horas por</u>	
			Cm. Cuad.	Pulg. Cuad.
15	4480	228	0.051	0.329
17	5120	244	0.048	0.309
21	6400	260	0.041	0.264

AREA DE LAS PLACAS.

El área de la placas esta determinada necesariamente para cualquier cantidad específica de material y espesor de la placa. El área, por lo tanto, no es un factor independiente para determinar la capacidad , pero como se mide más facilmente, resulta conveniente examinar el rendimiento en su relación con las superficie de la placas.

El área de la placa requiere definición cuidadosa, -pues puede tomarse como el área media que se calcula con las dimensiones de anchura y altura, o toda la superficie desarrollada en las placas planté, que es 7 a 10 veces - el área calculada según sus dimensiones. El área de las placas empastadas se calcula con la anchura y la altura y se duplica para tomar en cuenta ambos lados de las placas.

El rendimiento obtenido de un área dada de placa varia con el tipo de placa y el régimen de descarga. Para las de planté, el promedio de rendimiento es de 1 amperio - hora por cada 100 a 125 centímetros cuadrados (15 a 20 pulgadas cuadradas) de superficie desarrollada.

El rendimiento de las placas empastadas del tipo de fuerza motriz se da en una tabla. 4.3. La cual indica que la capacidad por unidad de área es un poco menor para las placas delgadas que para las gruesas. Sin embargo, en el agregado la capacidad de la celda de placas delgadas es mayor debido a que el aumento de superficie de las placas comensa con exceso la reducción de capacidad por unidad de área.

Los valores que se dan en la tabla corresponden a celdas de fuerza motriz que se descargan al régimen de 5 horas.

A fin de estudiar la relación que existe entre el área de la placa y el régimen de descarga.

Tomamos como ejemplo una celda de 13 placas, así una celda que contiene 13 placas de 3/16 de pulgada de espesor, y la comparamos con otra celda de tamaño semejante que tiene doble número de placas, las cuales tienen un espesor de 3/32 de espesor.

Es evidente que el volumen de las placas es el mismo en cada una, pero que el área de las placas de 3/32 de

pulgada es el doble que la de las placas de  $3/16$  de pulgada. Al régimen de 30 hora, la celda que contiene placas de  $3/32$  de pulgada tiene una capacidad agregada de 182 - amperios-horas. La celda que contiene las placas  $3/16$  - de pulgada tiene una capacidad de 152 amperios-hora.

Al dividir en dos el espesor de las placas, duplicando con ello el área, ha aumentado la capacidad en 20 por ciento a este reducido régimen de descarga. Al régimen de descarga de 10 minutos, la celda que contiene placas de  $3/32$  de pulgada tiene una capacidad de 67 amperio - horas, y la otra celda tiene una capacidad de 40 amperio - horas. A este elevado régimen de descarga, el dividir en dos el espesor y duplicar el área ha aumentado la capacidad de la celda en 68 por ciento.

Se hacen esfuerzos por obtener mayor área de placas particularmente para los acumuladores de aereoplano, en los que suelen usarse placas hasta de 0.050 de pulgada - de espesor.

Las placas delgadas tienen dos ventajas para el servicio de régimen elevado. La primera es el aumento de capacidad por unidad de espacio y peso. La segunda ventaja es la reducción de resistencia, lo cual permite que la celda dé corrientes muy grandes con pequeño desperdicio de energía dentro de la celda misma.

Régimen de descarga.

Es un hecho conocido que las celdas no dan capacidades tan grandes cuando se descargan a r $\acute{e}$ gimenes elevados como cuando se descargan a r $\acute{e}$ gimenes reducidos.

Las causas de la disminuci $\acute{o}$ n de capacidad a los r $\acute{e}$ gimenes elevados son los siguientes: soluci $\acute{o}$ n en la superficie de las placas, que cierra los poros,; el limitado de que se dispone para la difusi $\acute{o}$ n del electr $\acute{o}$ lito y la p $\acute{e}$ rdua de voltaje debido a la resistencia interna de las celdas.

VOLTAJES FINALES PARA LAS CELDAS DEL TIPO ACIDO

PLOMO

La tabla se aplica principalmente a las celdas de fuerza motriz y alumbrado.

Mútiplos de Régimen	Mútiplos del Régimen
Normal de Amperios	Normal de descarga
1/2 -----	1.78
1 -----	1.76
2 -----	1.72
3 -----	1.68
5 -----	1.59
10 -----	1.38

TABLA: Indica el agotamiento de la celda durante el periodo de descarga a cierto régimen, es mayor cuando mayor es la corriente de descarga. Depende del régimen al que se ha estado descargando la batería. Luego podemos observar que nuestro acumulador para uso del banco de carga, se ha designado al régimen de carga de 10 A.H. y en la tabla señala que el régimen de descarga a 10 A.H. va ser de 1.38 voltios.

TABLA: 4.3.

PESOS RELATIVOS EN GRAMOS Y PORCENTAJES DE DIVERSAS PARTES

DE LA CELDA COMPLETA

C A P A C I D A D

PESO TOTAL	POSITIVO VAS	NEGATIVO VAS	TIRANTES	ELECTROLITO	SEPARADORES MADERA	SEPARADORES CAUCHO	RECIPIENTE	CUBIERTA RESPIRANERO Y PASTA DE SELLAR
21237 Per-Cent	7660 36.1	6657 31.3	982 4.6	4021 18.9	420 2.0	453 0.7	1150 5.4	194 0.9
21528 Per-Cent	7738 35.9	6203 28.8	1133 5.3	4561 21.4	403 1.9	269 1.2	1281 5.9	320 1.5
20913 Per-Cent	7077 33.9	5970 5.9	1240 5.9	4710 22.5	354 1.7	221 1.0	1187 5.7	154 0.7

FUENTE: ACUMULADORES - GEORGE WOOD VINAL. TABLA XLII

Rendimiento maximo obtenible para calcular en las celdas determina la relación entre peso de las placas y el peso de la celda completa, el cual varia por distintos fabricantes, en la tabla se da peso de cada una de las diferente partes de la celda en gramos y el porcentaje del peso total.

TABLA: 4.3

RENDIMIENTO DE LAS CELDAS DEL TIPO DE FUERZA MOTRIZ POR UNIDAD DE PESO Y ESPACIO, AL REGIMEN DE DESCARGA DE 5 HORAS.

CAPACIDAD.

Las celdas tienen nominalmente las mismas dimensiones exteriores. Los Amperios-horas y los vatios-horas por unidad de volumen se calculan por observaciones hechas en una batería de 12 celdas. Las placas tienen 21.9 cm. por 14.6 cm ( 8 5/8 por 5 3/4 de pulgada)

Número de Placas por Celda	Espesor de las placas positivas		Amperio -horas por		Vatios-hora por			
	cm	pulgada	Kg	Lb	Kg	Lb.	Dm <sup>3</sup>	Pies <sup>#</sup>
15	0.60	15/64	10.9	4.9	21.2	9.6	45	1263
17	0.52	13/64	11.7	5.3	22.6	103	48	1350
21	0.44	11/64	13.1	5.9	25.4	115	51	1440

EL ESPESOR DEL MATERIAL ACTIVO.

La capacidad de una celda aumenta con el espesor del material activo de las placas a regímenes moderados de descarga, suponiendo que las placas tengan suficiente porosidad para que el electrólito llegue a los lugares más recónditos.

El efecto del espesor no puede considerarse aparte del régimen de descarga, pues cuanto más rápido sea es-

te, más cercano es el redimiento total de la celda confinado a las capas de material que se encuentran en contacto inmediato con el electrólito libre.

A régimenes excesivamente elevados de descarga, el rendimiento de la celda se vuelve prácticamente un fenómeno superficial, lo cual se debe a que no hay tiempo suficiente para que el electrólito se difunda en los poros de la placas, y el sulfato que se forma en la superficie obstruye los poros.

A régimenes reducidos de descarga, en cambio, casi cualquier profundidad del material activo puede hacerse eficaz.

Por ejemplo el gráfico 4.3. indica la relación de capacidad a espesor de la placa para una cierta marca de baterías de arranque y alumbrado que contiene placas cuyo espesor varia de 1/16 a 1/4 de pulgada. Estos resultados se calculan para una batería que contiene 17 - placas por celda.

La gran diferencia entre descargas a régimenes elevados y reducidos para placas de diferente espesor puede ilustrarse de la manera siguiente: Al régimen de descarga de 10 minutos, la placa de 1/4 de pulgada solo da 38 por ciento más de capacidad que la placa de 1/16 de pulgada de espesor, pero al régimen de 30 horas da 170 por ciento más.

Las Placas negativas son mas sensibles a los cambios de espesor que las placas positivas. Esto significa que si las capacidades de las placas positivas y negativas - son iguales a cualquier régimen elevado de descarga de descarga, la negativa excedera la capacidad de la positiva a cualquier régimen menor de descarga.

FUENTE: ACUMULADORES- GEORGE WOOD VINAL

Forma en que la capacidad depende del espesor de la placa.

Capacidad (Amperios-Horas) VS Espesor - Pulgadas

Gráfico 4.3

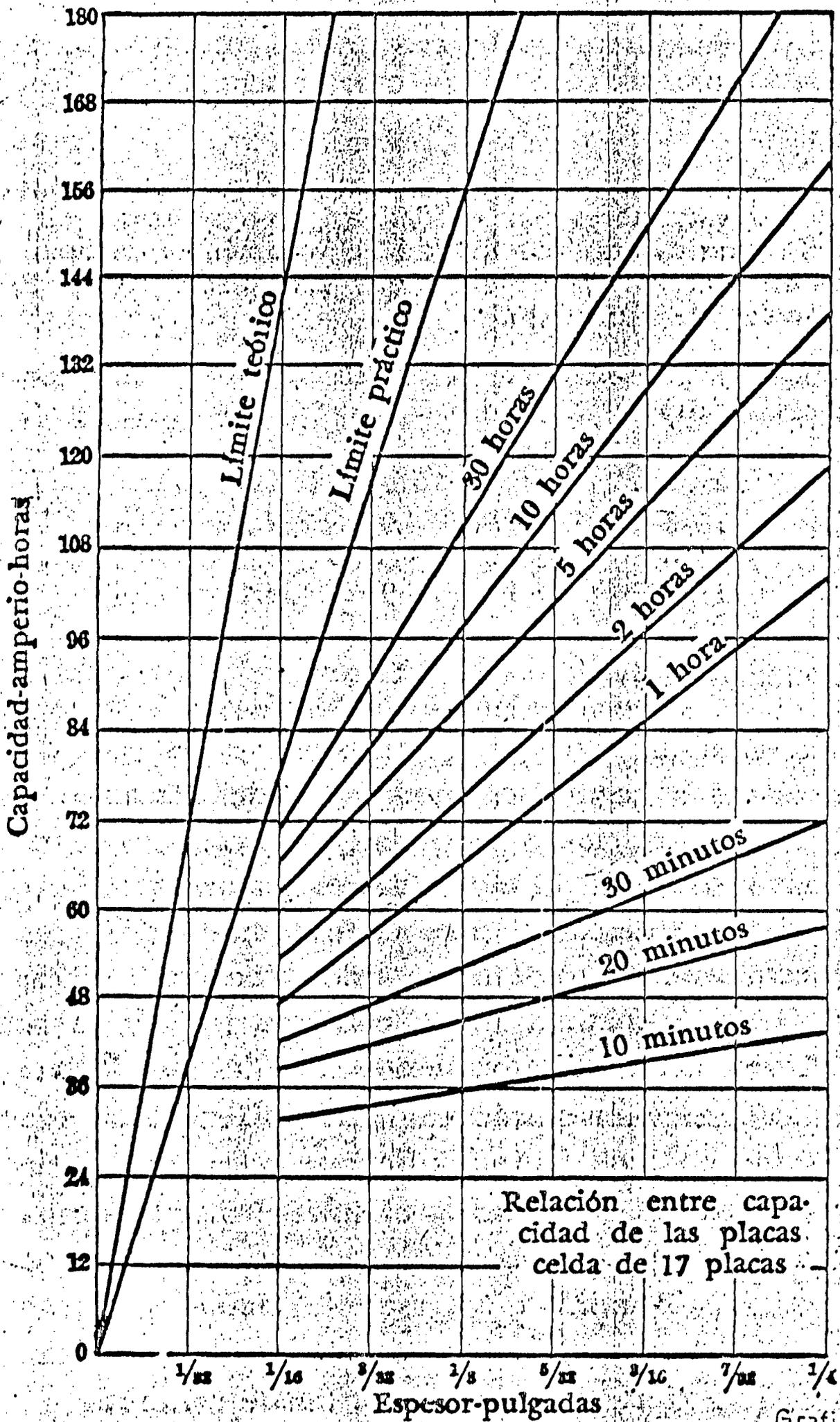


Grafico 43 (I)

Forma en que la capacidad depende del espesor de las placas

# ENSAMBLE DE VASO INDUSTRIAL - ALUMBRADO

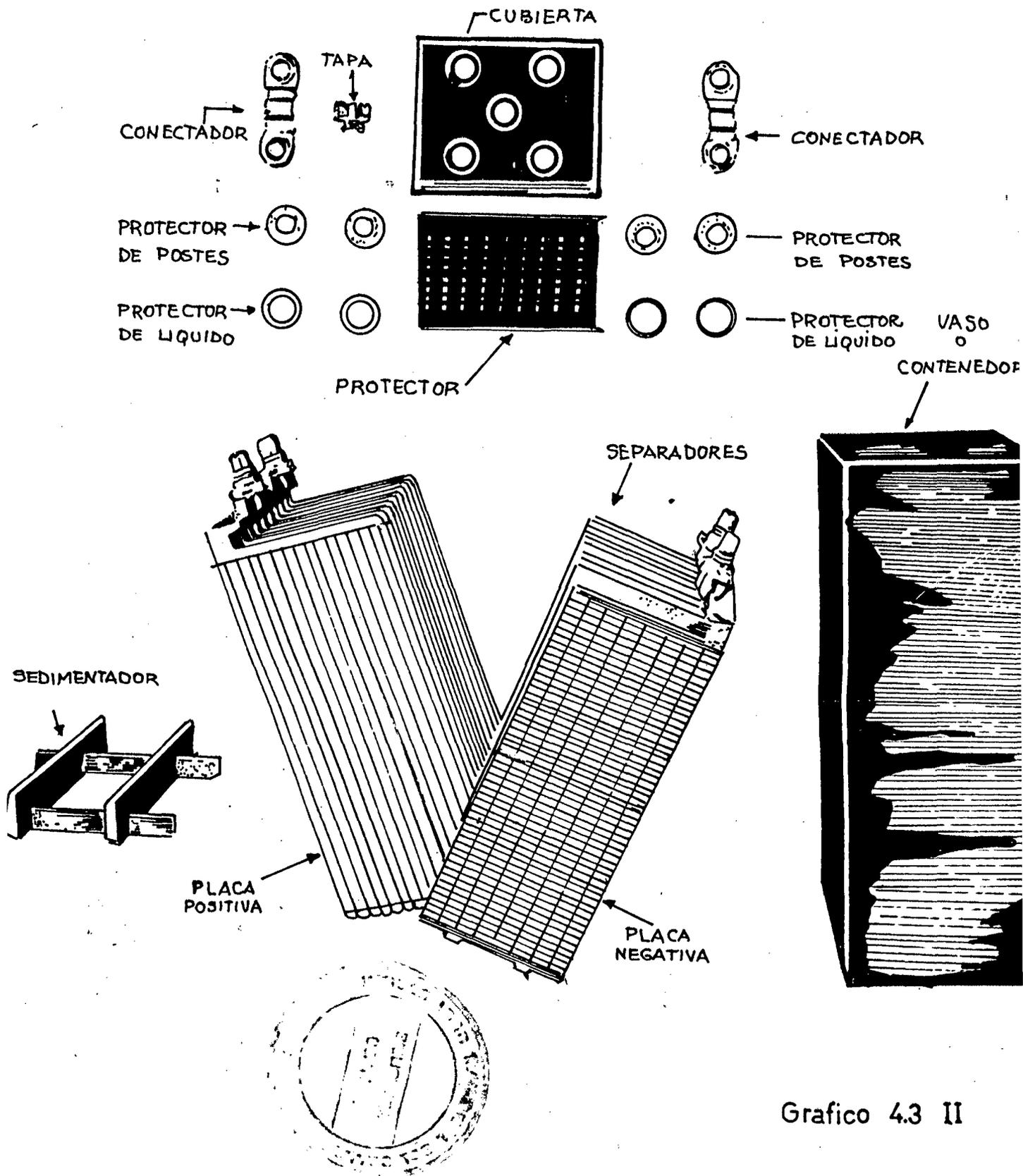


Grafico 4.3 II

## VARIACION DE LA CAPACIDAD CON EL TIEMPO Y EL REGIMEN

La capacidad se expresa como amperio-horas por placa positiva, como una función de la corriente descargada por la placa positiva. Es decir, si una celda contiene 6 placas positivas, la capacidad en amperio-horas indicada para cualquier régimen o tiempo dados de descarga se deberá multiplicar por 6. Las capacidades se ilustran para todos los regímenes de descarga, desde el de 5 minutos hasta el de 30 horas, pero de vera advertirse que la escala de la abscisa se cambia arbitrariamente a 10 amperios por placa positiva a fin de que sea posible ilustrar las características completas de las celdas de este tipo dentro de los límites de una sola ilustración. Las líneas diagonales que intersectan la curva de capacidades dan el tiempo de descarga.

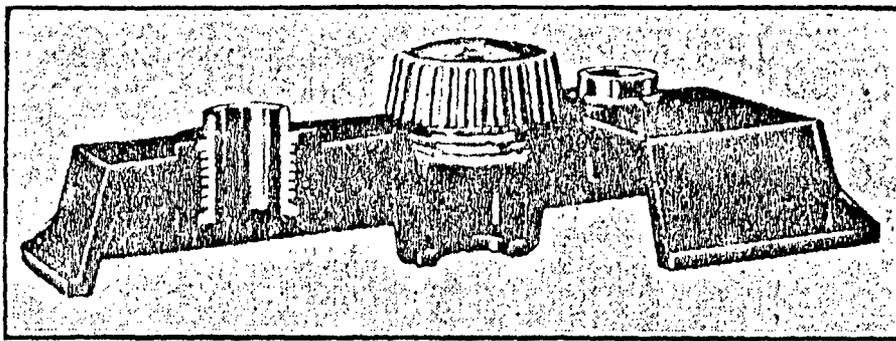
#### 4.4. ACABADO Y SELLADO DEL ACUMULADOR.

La pasta para sellar es un asfalto artificial insuflado cuyo punto de fusión es de 200 °F (93°C). Los compuestos más blando se funden por debajo de esta temperatura, y lo más duro por encima de ella. Como las pastas contienen ingredientes volátiles que se desprenden si se funden por tiempo considerable no es conveniente usar la misma pasta por segunda vez.

El método de sellar los Borne terminales en el -- punto en que pasan por la cubierta es cuestión de gran -- importancia. Si los Borne no están sellados cuidadosamente, es fácil que se aflojen en la cubierta y haya salida del electrólito.

Hay 6 métodos de sellar terminales.

- Las tuercas de sellar de caucho o de aleación de plomo, se atornillan en el Borne, con lo que la cubierta hace presión contra una guarnición de caucho blando.
- En el presente graf.4.4 los tres primeros tipos son de acumuladores para automoviles y los últimos tres se usan en acumuladores de potencia y acumuladores de recipiente sellado.
- En nuestro caso utilizamos el método de sellar cubierta de plástico (Borne-tuerca) de sellar para alumbrado de potencia y alumbrado recipiente sellado, cuyo gráfico adjuntamos y corresponde a la última figura.



Metodo de Sella  
de Cubiertas  
del Acumulador

Cubierta de una celda del tipo automático, que muestra la inserción del buje de plomo

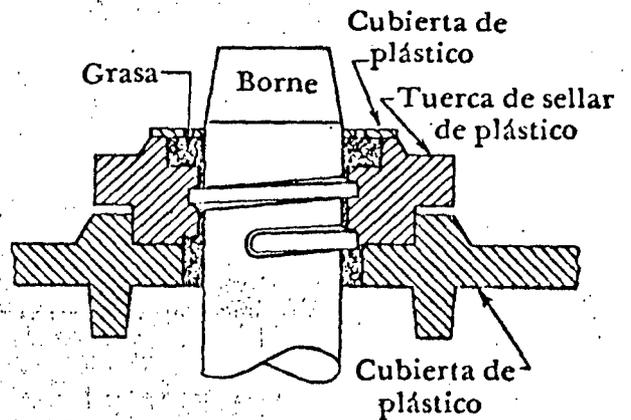
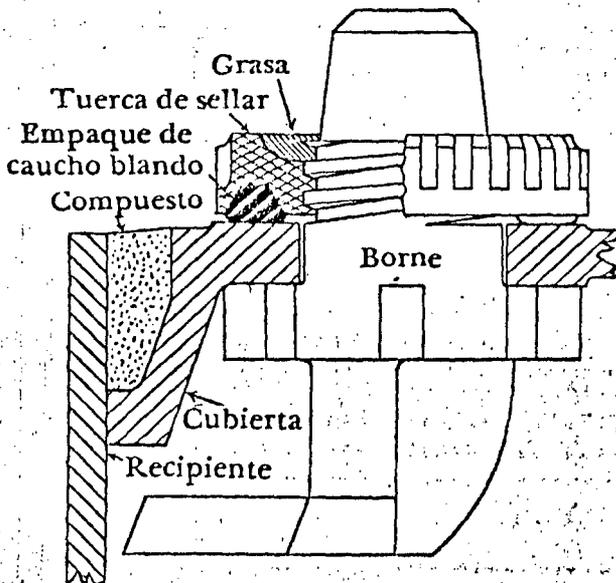
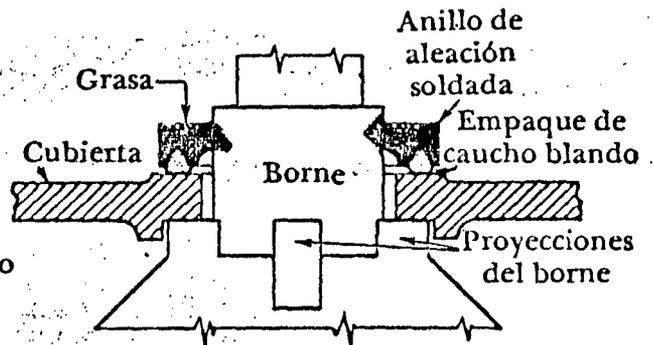
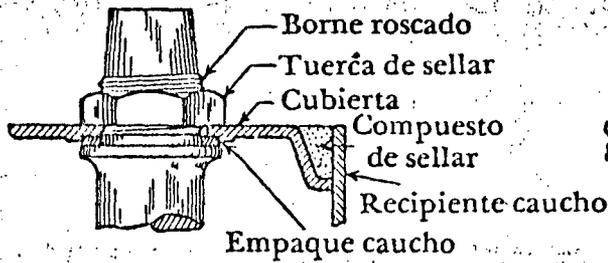
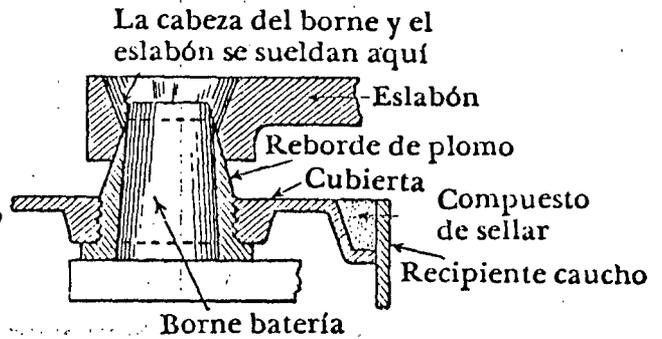
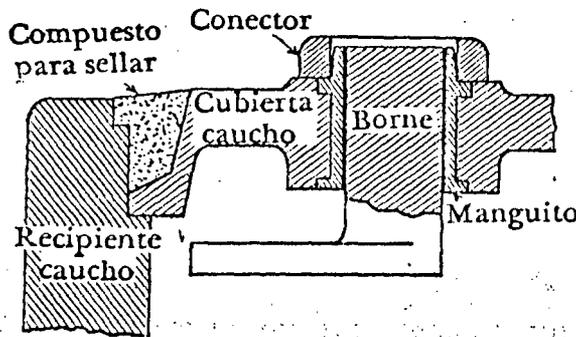


Grafico 44

C A P I T U L O    V  
=====            =

EQUIPOS    DE    CARGA.  
=====    ==    =====

5.1. CARACTERISTICAS DEL BANCO DE CARGA.

En el Banco de carga se ha utilizado el acumulador tipo Industrial para un mejor rendimiento, en este caso para alumbrado, cuyas especificaciones técnicas lo exigen así, esta compuesto por 6 (seis) vasos individuales de 2 voltios cada uno haciendo un voltaje total de 12 - voltios, conexión en serie , cuya capacidad nominal es de 320 Amp-h. En cada vaso hay 17 placas en total cuya suma final de placas que se han utilizado en su fabricación son de 102, también se ha seleccionado el tipo de Aislador ó separador que es el de caucho microporoso, - que es recomendable por su duración.

El electrolito tiene una densidad de 1.260 grav.específica, su régimen de carga es de 10 Amp. para 30 hora de carga Inicial, y asi poder suministrar la carga correspondiente para estar en condiciones de prestar servicio.

INTRODUCCION :

Banco a ser utilizado para suministro de energía - C.C. como energía ó dar electricidad a un grupo familiar operando en serie con aparatos rectificadores de servicio ininterrumpido. En este caso se recomienda el acumulador tipo Industrial para uso doméstico en lugares sin tendido eléctrico.

DATOS TECNICOS :

T I P O : Plomo - Acido y Electrolito  
Garantizado para uso estacionario'

VOLTAJE NOMINAL: 12 Voltios.

CAPACIDAD NOMINAL: 320 A. H.

NUMERO DE BANCO : Uno (1) operando, compuesto de 6 contenedores ó vasos de uso Industrial.  
De 2 voltios cada uno, cada vaso compuesto de 17 placas, total de placas del Banco 102.

PLACA TRATADA DE : 1/4 Placa positiva  
3/16 Placa negativa

DIMENSIONES DE

PLACA : Largo : 10"  
Ancho : 5"  
Espesor: Ø "1/2"

DIMENSIONES DE

VASO : Largo : 11 9/16"  
Ancho : 7 1/2"  
Espesor: 5"

SEPARADORES : Caucho Microporoso 5/64 espesor

DENSIDAD DE ELEC-

TROLITO : 1.260

CARGA (REGIMEN DE

CARGA) : 10 AMP.

CARGA INICIAL : 30 Horas.

VIDA UTIL : Mínimo (5) años en carga. Debe enten-  
der como vida útil el tiempo luego -  
del cual la capacidad de la batería  
alcanza el 80% de la capacidad nomi-  
nal.

ACCESORIOS : Los necesarios para instalación operación y mantenimiento, conexión en serie cable con terminal de cobre a más de - 300 Amp. (Tenazas) (Minsa)'

MEDICION Ó PRUEBA: Se utiliza la forma de medición de carga de cada celda ó vaso, con un hidrometro, voltmetro, a testor electrónico. Hidrometro aproximación de 0.005. Termometro con aproximación de 1°C.

CARGADOR DE BATERIA: (RECTIFICADOR DE CORRIENTE) - WESTILEC - WESTINGHOUSE.

CARACTERISTICAS:

ALIMENTACION: 220 - 240 voltios C.A. 50 60 Hz. Monofásico. Transformador sólido y previsto de un balasto para proteger entrada.

SALIDA Ó CARGA: Entrega 10 ó 20 AMP. su capacidad de carga es - para 6 celdas de plomo. - Acido a 2.5 voltios C.C. Por celda incluso a temperaturas ambientales de 45°C.

TRANSFORMADOR: Sobre protegido con doble bobinado para un completo aislamiento del circuito de carga.

RECTIFICADOR: Puente de onda completa de diodos de silicio con refrigeración natural por aire.

AMPERIMETRO : Instrumento de C.C. de bobina móvil de construcción robusta aconsejable para uso tropical.

RANGOS DE CONTROL -: Es provisto con 3 selectores manuales: Fino, medio y fuerte, cada uno de ellos con 4 posiciones consiguiéndose 63 pasos bajo el 10% del total de voltaje de salida a 50% del total de la corriente de carga.

PROTECCION : Los cargadores son controlados y protegido en el lado primario por un inte

ruptor automatico térmico con puesta a tierra en caso de corto circuito y el lado secundario por fusible tipo cartrige de C. C.

TERMINALES : Los terminales de alimentación y carga están montados en el frente del cargador, son accesibles abriendo la puerta.

## MANTENIMIENTO

=====

- Ventilación, requieren que se tomen medidas para la difusión de los gases con medidas especiales para baterías no sellados.
- Hay requerimiento especiales para las baterías que excedan de 150 voltios en caucho ó 250 voltios en vidrio.
- Ventilación, arrastrar los gases que se desprenden durante el periodo de carga y otras veces en cierto grado, por las placas negativas, ya que el hidrogeno del gas forma una mezcla explosiva con el óxigeno del aire.
- Dentro de la ventilación es el de enfriar las baterias durante los periodos de carga y cuando funcionan con cargas pesadas lo cual tiene particular - importancia para las baterías que se encuentran en compartimientos muy cerrados.
- Verificación de niveles de agua desmineralizada - bajo control de carga (nivel del electrolito) no - debe ser inferior a 10 m m por encima de los separadores (ITINTEC) (6:13-010).

BANCO DE BATERIAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE NOMINAL	12 VOLTIOS
Nº DE VASOS	6
TIPO	INDUSTRIAL
CAPACIDAD NOMINAL	320 A.H.
REGIMEN DE CARGA	10 A.H.
VOLTAJE DE VASO	2. VOLTIOS
TOTAL DE PLACAS	102
SEPARADORES	CAUCHO MICROPOROSO
DENSIDAD DEL ELECTROLITO	1260
CARGA INICIAL	30 HORAS
CONTENEDOR ó VASO	CAUCHO VULCANIZADO ó VIDRIO
POTENCIA. NECESIDAD DE ENERGIA	126.6 w.
VATIOS -HORA	3840 vatio-hora

CUADRO 5.1.

## 5.2. EL ALTERNADOR : GENERALIDADES .

El circuito de carga formado por el alternador (planta eléctrica) es utilizado en el molino de viento para producir corriente eléctrica de bajo voltaje, 7 ó 14 voltios según la batería empleada.

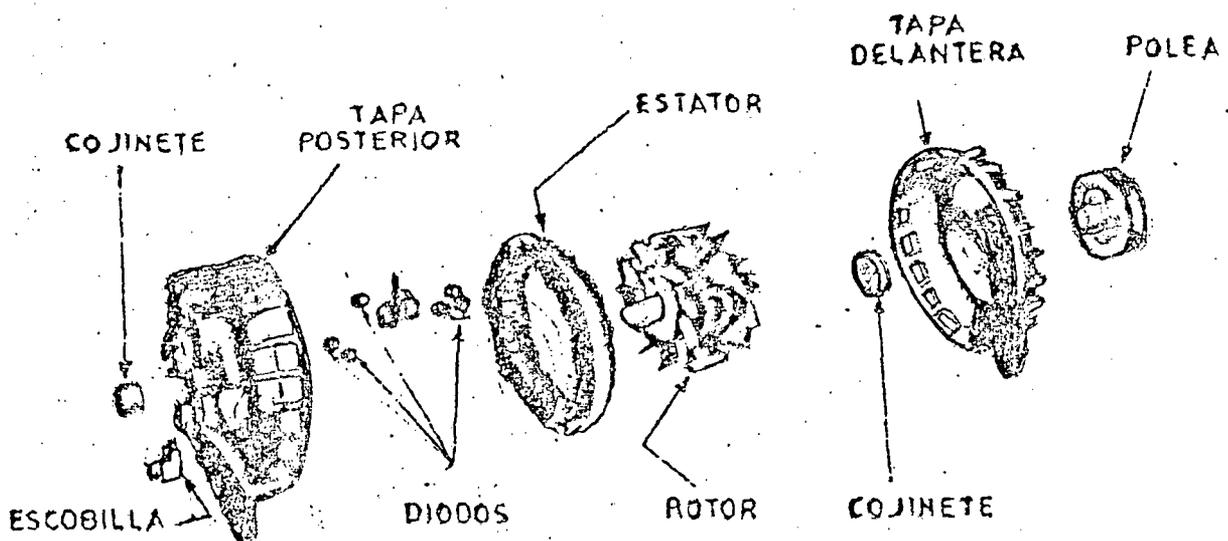
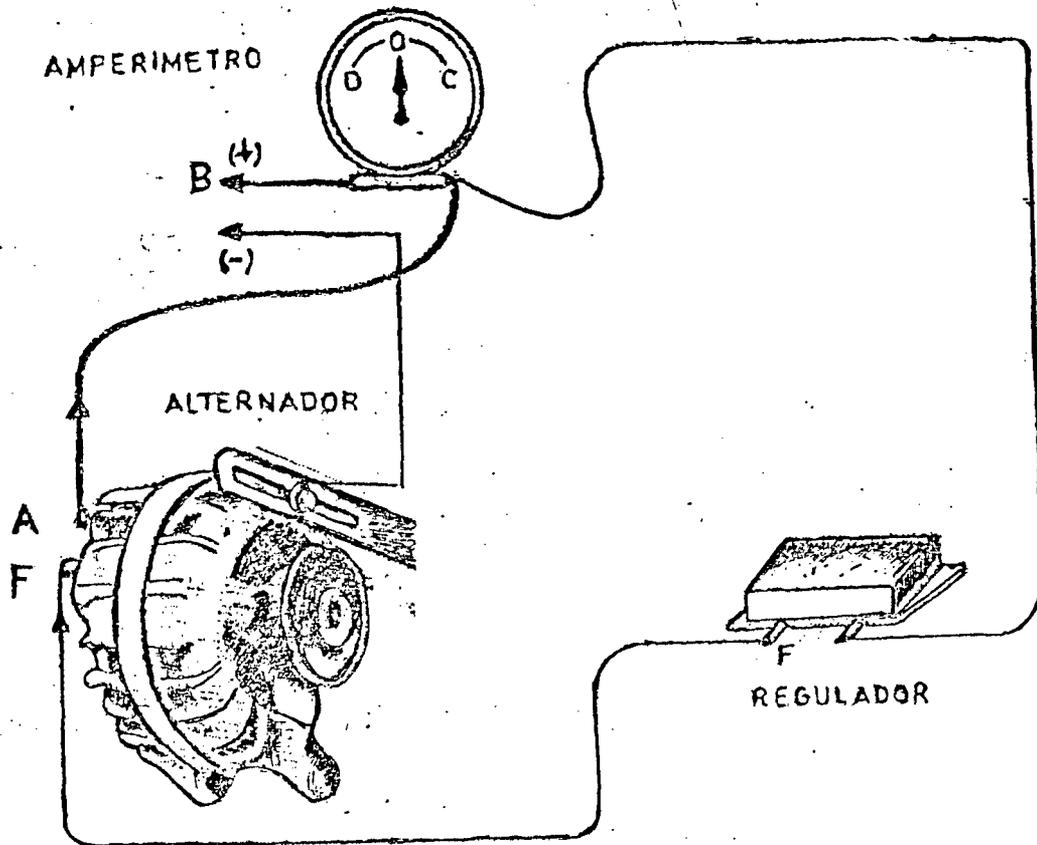
El alternador (Generador) va montado en este caso en el eje del rotor del molino de viento, y este a su vez convierte la energía mecánica que recibe en forma de movimiento en energía eléctrica.

Se ha seleccionado el alternador de acuerdo a las características técnicas determinadas para su uso en este caso nuestro alternador es de 12 voltios monofásico común de fácil adquisición en el mercado nacional, cuyos rangos de carga son de 25 Amps.

Como mínimo y como máximo 60 Amp. considerado suficiente para nuestro Banco de carga y el decionamiento en el molino, su mecanismo y las partes adjuntamos en el Grafico ( 5-2).

La corriente eléctrica que produce el alternador sirve para devolver a la batería la energía eléctrica que esta gasta durante el funcionamiento del aparato eléctrico ó el suministro de energía, en este caso el movimiento del molino hace que el alternador produzca corriente eléctrica alterna ó abastecer de corriente se necesita corriente continua (corriente que tiene una polaridad definida ) esta corriente tiene que ser convertida (rectificada antes de salir del alternador ó generador, en el alternador el cambio se produce por 6 diodos rectificadores.

# CIRCUITO DE CARGA CON ALTERNADOR



PARTES DE UN ALTERNADOR

La relación de diseño del alternador en el molino de viento:

a) Produce corriente eléctrica desde el instante - que el molino de viento entra en funcionamiento a una - 300 RPM a diferencia del dinamo en que la RPM deben ser mayores a 3000 RPM y en el alternador es mínimo el movimiento del ventilador del molino a un viento de 5m/seg a 12m/seg y deja de producir en el momento que no halla viento ó movimiento, pero recibe carga en todo momento si lo hay.

b) Los bobinados en los cuales se induce la corriente eléctrica forman el elemento estacionario (estator) y van fijos al casco.

c) La corriente que forma el magnetismo en las bobinas de campo proviene de la batería y se controla por medio de un regulador de voltaje.

d) La bobinas de campo en donde se forma el magnetismo es el elemento giratorio, llamado rotor.

e) La corriente alterna que produce es convertida - en continua o directa por medio de diodos rectificadores 3 positivos y 3 negativos.

En un circuito de carga con alternador "No es necesario" el empleo de relay, pues los diodos rectificadores "solo" permiten el paso de la corriente en "Un solo sentido" y no permiten que la corriente regrese de la "Bate-

ría al alternador". Tampoco se emplea el regulador de corriente. Pero si es implecindible en el circuito de carga el empleo del regulador de voltaje.

El regulador de voltaje regula el flujo de corriente que ha de pasar por las bobinas de campo para producir el campo magnético que induce la corriente en el estator. Las bobinas de campo del alternador forman el elemento giratorio y reciben corriente del regulador de voltaje a través de 2 pequeñas escobillas que estan en permanente contacto con el rotor giratorio.

### INSTALACION DEL ALTERNADOR EN EL MOLINO DE VIENTO:

En el diseño del molino de viento el alternador va al final del eje de transmisión que va descansando sobre soportes de rodamientos que a la vez va montado en el tornamesa estos soportes que son 2 de chapa con rodajes para eje de 30 m.m  $\emptyset$  (Fig.15). Todo este conjunto de elementos iran descansando sobre dos piezas de arcos y a su vez en el soporte giratorio.

- Todo alternador tiene en su parte baja una oreja que le sirve para su anclaje que por lo general es para un perno 9/16 con esta medida va empernado a uno de los soportes del tornamesa como brazo de sujeción para que este fijo y se encuentre en el aire (Fig. 28a)

- El peso del alternador es 2.5Kg y del tornamesa es 12 Kgr no tiene mayor significancia en cuanto a la estructura del molino y a su anclaje; como se sabe el alternador tiene que tener como características su carga máxima de 60 AMP. y como carga mínima 25 AMP. el regulador de voltaje tiene que ser de 25 AMP (mínimo) hasta 50 AMP. (máximo).

- Como el molino de viento trabaja eficientemente a velocidades promedio comprendidas entre 5 a 12 metros por segundo, el peso del alternador no tiene mucha incidencia en su funcionamiento y por consiguiente su rendimiento debe ser satisfactorio.

### 5.3. DISPOSITIVOS ELECTRICOS DE CONTROL DE CARGA Y DESCARGA.

Para nuestro control de carga y descarga conectado al banco de batería utilizamos un "Amperimetro" que nos va a indicar en todo momento cuando hay paso de corriente, si la batería se esta descargando al alimentar un aparato -- eléctrico ; consumo por alumbrado ó esta recibiendo carga del alternador se esta cargando.

Como interpretar su escala: .  
cuando la batería se esta "descargando" la aguja del Instrumento indica "descarga" ""D", Dis, ó signo - ) y cuando la batería se esta "cargando" la aguja marca hacia el lado de carga ( "C", Charge, ó signo + ) y cuando no entra ni - sale corriente de la batería la aguja marca "0".

Otro dispositivo de control de carga y descarga utilizado en nuestra conexión con el Banco de carga es el regulador de voltaje, que nos va a permitir el control de voltaje ó flujo de corriente que ha de pasar por las bobinas de campo para producir el campo magnetico. Utilizo el regulador de regulador de voltaje por que va a limitar el - voltaje de corriente producida por el alternador de acuerdo con la demanda (el consumo) de la batería y de otros - aparatos, protegiendolos de una sobrecarga.

A si la producción es mantenida dentro de los límites de seguridad y el alternador trabaja sin recalentarse.

Cuidados que deben tener en cuenta en un circuito -  
de carga con alternador.

a) Cuando se instale una batería, asegúrese de ha-  
cerlo con la polaridad correcta, una conexión incorrec-  
ta (invertida) produce el deterioro de los diodos rec-  
tificadores del alternador.

b) Nunca haga contacto con masa metálica con el -  
terminal "F" del alternador o del regulador podrian que  
marse los platinos del regulador.

c) No haga funcionar el alternador con el cable -  
"GEN" ó "ARM" desconectado.

d) El cable "GEN" ó "ARM" ( de salida del alternador)  
no debe chocar con masa metálica. Recuerde que este ca-  
ble está conectado directamente a la batería; son los dio  
dos rectificadores los que separan al alternador de la -  
batería.

e) Las conexiones eléctricas deben estar siempre bien  
ajustadas y limpias.

f) Lubricar periódicamente los cojinetes, especial-  
mente cuando por algún motivo se desarma el alternador.

C A P I T U L O V I  
=====

CONSTRUCCION DEL MOLINO DE VIENTO  
=====

DESCRIPCION DEL MOLINO DE VIENTO.

La actual crisis energética, obliga a reconsiderar al viento como una fuente alternativa de energía; y los nuevos conocimientos, así como las investigaciones modernas. Han incrementado enormemente la eficiencia de los equipos eólicos destinados, inclusive a la generación de electricidad.

El molino de viento es una máquina que aprovecha la energía del viento para hacer girar un rotor, transforma este movimiento en alternativo y acciona un alternador - (planta eléctrica) produciendo corriente eléctrica y sirve para devolver a la batería la energía eléctrica que esta consume Durante el funcionamiento de un aparato -- electrico ó como suministro de energía.

Se describe la construcción del molino de viento de múltiples aspas, eje horizontal, como esto de un rotor, tornameza, veleta y torre, orientable en la dirección del viento para fines de producir energía eléctrica para uso doméstico.

Trabaja eficientemente a velocidades promedio comprendidas entre 5 a 12 metros por segundo. Los costos -

de construcción e instalación son bastantes bajos y los gastos de mantenimiento y operación son mínimos.

Puede ser construido en un pequeño taller empleando materiales existentes en el mercado nacional. La vida útil de este molino es de 15 años.

### 6.1. DISEÑO DE UN MOLINO DE VIENTO:

(ENERGIA EOLICA.)

Reseña del molino de viento.

La utilización del viento como fuente de energía renovable no es una novedad, se remonta a muchos siglos - antes de Cristo y hay razones para creer que fue usado - en el antiguo Egipto (2000 AC). En la antigua Persia - (600 AC) se emplearon molinos de viento de eje vertical.

Durante la edad media, la idea del molino de viento fue llevada a Europa. En el siglo XII (Norte de Alemania, Países Bajos y Portugal) se utilizaron molinos con pocas Aspas de grandes dimensiones para moler granos y - bombear agua.

En el siglo XIX se difundió el empleo de molinos de viento de múltiples aspas y eje horizontal, orientable - en la dirección del viento.

Actualmente, en la isla de creta se hace un uso intensivo de molinos con rotor de aspavelas.

En el Perú, los campesinos de Miramar y Vichayay - utilizan molinos de viento contruidos de maderas y este - ras, para bombear agua con fines de riego en las riberas del río Chira, en Piura. También en los departamentos - de Arequipa, Puno y Piura, existen pequeños talleres que producen molinos de viento empleando un sistema de cons - trucción artesanal.

La abundancia y el bajo costo de los combustibles - fósiles (Petroleo) a principio de nuestra era industrial fue desplazando el empleo de molinos de viento de grandes dimensiones.

Subsistieron, sin embargo, los molinos de viento -- destinado al bombeo de agua en zonas rurales.

En la construcción del molino de viento de multiples aspas, eje horizontal y orientable en la dirección del viento, utilizando la escala simplificada de Beaufort. - (basada en observaciones desde tierra).

El comportamiento del molino de viento depende principalmente de la altura, velocidad del viento y de la densidad del aire.

El servicio Meteorológico Nacional (SENAMHI), viene registrando desde hace a varios años la velocidad del viento de superficie en muchos lugares del País.

Puede solicitarse los datos a una estación cercana al lugar donde se quiere instalar un molino. Si no se cuenta con una estación, debe utilizarse un instrumento de medición.

La velocidad del viento se mide con un instrumento llamado anemómetro; y para apreciar a la vez su velocidad y su dirección, se emplea el anemocinemógrafo. Existe una gran variedad de modelos de estos equipos, registradores, portatiles de bolsillo, etc.

En caso de no contar con uno de estos aparatos, podemos usar la tabla de Beaufort para estimar la velocidad del viento en forma aproximada, basándose en observaciones del efecto del viento sobre objetos cercanos.

Si queremos apreciar la dirección del viento, podemos hacer uso de una veleta ordinaria.

## TABLA SIMPLIFICADA DE BEAUFORT

( Basada en observaciones desde tierra)

<u>OBSERVACION.</u>	VELOCIDAD APROX. DEL VIENTO ( m/seg).
- Calma, el humo se eleva verticalmente.	0,1
- Se nota la dirección del viento por el movimiento del humo pero no por la veleta.	0,9
- Se siente el viento en la cara; las hojas se agitan y se mueve la veleta.	2,4
- Las ramas pequeñas se agitan constantemente, el viento despliega una bandera liviana.	4,4
- El viento levanta polvo y hojas de papel.	6,7
- Los arbustos con hojas se balancean; se forman olitas con cresta en los estanques.	9,3
- Las grandes ramas se agitan; se oye silbido en los cables telegráficos.	12,3
- Arboles enteros se agitan; - la marcha en contra del viento es penosa.	15,5
- El viento rompe las ramas; - es imposible caminar contra el viento.	18,9

### ROTOR:

Conocido comunmente como la mariposa del molino, es el conjunto mecánico que transforma la fuerza del viento (energía cinética) en fuerza mecánica o de movimiento. Está conformada por 16 aspas de fierro, fijadas a una estructura metálica circular.

### CONSTRUCCION DE LAS ASPAS.

Tómese una plancha de fierro de 1/32 Pulg. de espesor y córtense 16 piezas según las dimensiones mostradas en la Fig. 1. Luego se deberá dar una torsión a cada aspa usando como plantilla el patrón madera cuyo croquis se muestra en la Fig. 2a.

Cada aspa deberá adoptar doble curvatura y acomodarse sobre el patrón de madera, tal como se aprecia en la Fig. 2b.

### CONSTRUCCION DEL NUCLEO DEL ROTOR.

Usando una plancha de fierro de 3/16 Pulg. de espesor y un tubo Standard de fierro de 1 1/2 Pulg. Ø se conforma el "Núcleo" del rotor (Fig. 3)

Taladrense con sumo cuidado seis agujeros en la plancha según las dimensiones mostradas, que servirán para ensamblar el rotor al disco del eje de transmisión.

A continuación, se cortan 16 varillas de fierro liso de 1/4 Pulg. y se taladran agujeros de 3/32 Pulg. Ø en uno de los extremos de cada varilla (fig. 4).

Usando varilla de fierro liso de 1/4 Pulg.  $\emptyset$  se preparan dos aros, uno de 825 m m  $\emptyset$  y otro de 1.580 m m  $\emptyset$

Tomando los elementos ya preparados, se conforma la siguiente estructura radial (Fig.5).

Debe tenerse presente las siguientes equivalencias, de acuerdo con el sistema internacional de unidades

$$1 \text{ Pulgada} = 2.54 \text{ Centimetros}$$

### LA TORNAMESA.

Es un elemento que tiene libertad de giro para colocar al rotor en la dirección del viento.

Tiene dos componentes:

- Estructura principal y
- Soporte giratorio

Estructura principal.

Para construir la estructura principal se utilizan ángulos de fierro de 1 1/2 Pulg. X 1 1/2 Pulg. X 1/8 Pulg. Primero, se construye un marco de 260 m m X 600 m m. con dos arriotes interiores y se perforan 10 agujeros según la forma mostrada en la Fig. 11.

Luego, se preparan dos piezas en forma de arco, que servirán de descanso a los soportes de rodamiento del eje de transmisión se debe perforar en la parte superior de c/u. de ellos dos agujeros de 13/32 Pulg  $\emptyset$  (Fig. 12a).

Se prepara otro arco en forma de ángulo, según las dimensiones mostradas en la Fig. 12b, que servirá para sostener la veleta direccional.

Se sueldan los tres arcos al marco preparado inicialmente, arriostrándose el arco soporte de la veleta con una pieza de ángulo de 1 1/2 pulg. X 1 1/2 pulg. X 1/8 pulg X 380 m m de longitud (veáse la fig. 13).

Se preparan dos piezas de tubo standard de fierro 1/2 pulg.  $\emptyset$  X 40 m m. de longitud y se sueldan en la par

te posterior de la tornamesa (fig.13).

#### SOPORTE GIRATORIO.

Es una pieza metálica de fierro que consta de cuatro brazos construidos en plancha de 1/4 pulg. de espesor y que van soldados a un eje hueco.

Cuenta con un tope de seguridad que se puede fijar al eje mediante un perno (Fig.14) Por su parte superior, se ensambla con la estructura principal de la tornamesa mediante 8 pernos de 3/8 pulg.  $\emptyset$  X 1 pulg.

Finalmente, se coloca en la parte superior de la -- tornamesa, dos soportes simples en chapa de acero con rodamiento para eje de 30 m m  $\emptyset$  (fig. 15).

### LA VELETA:

La veleta, es el elemento del molino que al recibir el impacto del viento en una dirección determinada, se alinea en esa dirección, obligando a girar a la tornamesa y orientando adecuadamente al rotor.

Consta de una Placa-Guía y de una estructura plegable.

#### Placa-Guía.

Recortar en una plancha de 1/32 pulg. de espesor, un trapecio isóceles según las dimensiones mostradas se pliegan los bordes de los lados para reforzarlos. Fig.16

#### Estructura Plegable.

Usando ángulos de fierro de 1 pulg. X 1 pulg X 1/8 pulg. se construye una estructura según la fig. 17.

Se preparan 2 piezas iguales de tubo de fierro standard de 1/2 pulg Ø X 40 m m de longitud y se sueldan a un extremo de la estructura.

Estas piezas de tubo servirán para el ensamble de la veleta a la tornamesa con ayuda de una barra de 1/2 pulg. Ø X 355 m.m. de longitud, a manera de bisagra.

Ensamble de la placa-guía a la estructura plegable. Se remacha la placa-guía a la estructura plegable (Fig.18) La veleta lleva una cuerda de nylon de 1/4 pulg. Ø x 3 m de longitud para detener la marcha del molino.

En lugares con velocidad de viento superiores a 5 m/seg. como en algunas zonas del altiplano, por razones

de seguridad es necesario usar una veleta auxiliar, además de la veleta simple anteriormente descrita.

Ambas, producen el efecto de un freno de aire automático. La veleta auxiliar consta de una plancha de  $1/32$  pulg. de espesor remachada a un marco preparado con ángulos de fierro de  $3/4$  pulg. X  $3/4$  Pulg X  $1/8$  pulg.

El marco está soldado a un brazo de ángulo de  $1\ 1/2$  pulg X  $1\ 1/2$  pulg X  $1/8$  pulg. que en su extremo opuesto lleva soldado un contrapeso ( 5Kg. de chatarra,) Fig. 19.

## 6.2. CALCULO DE LA TORRE DEL MOLINO.

Es la parte del molino encargada de soportar la tor namesa, manteniendo al rotor a una altura conveniente - que le permita aprovechar los vientos más fuerte. Tiene una altura de 6 metros y consta de un castillo de madera un tripode metálico y (2) chumaceras.

### Castillo.

Es la parte principal de la torre. Se construye con troncos de eucalipto ( fig. 20a).

El proceso es el siguiente:

Para las patas se cortan 3 piezas de 4 pulg.  $\emptyset$  X 6m. Para los travesaños horizontales y diagonales se emplean troncos de 2 1/2 pulg.  $\emptyset$  .

La forma de colocar los travesaños en las tres caras del castillo es similar, pero en una de las caras se colocan travesaños horizontales adicionales para formar - una escalera.

Los travesaños horizontales se fijan a las patas usando pernos de 1/4 pulg.  $\emptyset$  X 5 pulg. de longitud, y las diagonales, se fijan usando clavos de 3 plg. (véase det alle en la fig. 21b).

### Acabado.

Protégese el castillo con una capa de alquitran.

### Tripode Metálico.

Es una pequeña estructura fija de fierro que se colo

ca en la parte superior del castillo para facilitar su ensamble con la tornamesa.

Consta de 3 patas construidas en ángulo de fierro que sostienen 2 planchas, una en la parte superior y otra en un nivel intermedio. La parte inferior de las patas descansa sobre 3 sectores de tubo que servirán para acoplar el tripodi al castillo.

Las planchas, colocadas a diferente nivel sirven para fijar en ellas las chumaceras:

#### Plancha superior.

Se prepara en plancha de fierro de 1/4 pulg. de espesor un anillo de 200 m m de  $\emptyset$  exterior y 68 m m. de  $\emptyset$  interior con 3 agujeros igualmente espaciados según se aprecia en la fig. 22.

#### Plancha inferior.

Se prepara en una plancha de fierro de 1/4 pulg. de espesor una pieza en forma de triángulo equilátero de 175 m m por lado con un agujero grande en el centro y 3 agujeros más pequeños alrededor e igualmente espaciados, fig. 23.

#### Patas de trípode metálico.

Para las patas del trípode se preparan 3 piezas de ángulo de fierro de 1 1/2 pulg. X 1 1/2 pulg. X 3/16 pulg. de espesor X 680 m m. de longitud y para sus arriostres se preparan 3 piezas de 250 m.m. de longitud utilizando

el mismo tipo de ángulo.

#### Sectores de ensamble al castillo.

Utilizando tubo standard de fierro de 4 pulg.  $\emptyset$  x 300 m.m de longitud, se habilitan 3 sectores de  $120^\circ$  - perforandose dos agujeros en cada sector (Fig. 24).

#### Chumaceras.

Son dos y sirven para el ensamble del tornamesa a la torre cada chumacera aloja una bocina de bronce fosforosa (Fig. 26).

#### Ensamble de la Torre.

Se coloca el tripode metálico sobre la parte superior del castillo de madera, uniendo los sectores de tubo a los troncos de eucalipto con pernos de  $3/8$  Pulg.  $\emptyset$ . Una chumacera se coloca en la parte superior del tripode metálico y la otra también se fija en el tripode metálico, alineada bajo el soporte anterior (fig. 27).

### 6.3. ANCLAJE Y PUESTO EN SERVICIO DEL MOLINO.

#### Instalación de la veleta.

La veleta se une a modo de bisagra con la tornamesa aprovechando la barra de 1/2 pulg. Ø. Preparada con ese fin. Fig. 28a.

Para casos en que es necesario utilizar la veleta auxiliar (velocidad de viento mayor a 5 m/seg) hay que colocarla aprovechando los agujeros posteriores de la tornamesa (fig. 29).

#### Instalación del rotor.

Se une el rotor al eje de transmisión mediante 8 pernos de 3/8 pulg. Ø X 1 1/4 pulg. UNC (fig. 30).

Se recomienda colocar el rotor en horas de baja velocidad de viento para evitar posibles accidentes.

El molino así instalado, está en condiciones de iniciar su funcionamiento. Para frenar el molino se debe plegar la veleta y asegurarla en la tornamesa, aprovechando la cuerda de nylon.

6.4. MATERIALES - MANTENIMIENTO DEL MOLINO.

Lista de Materiales.

En la presente relación se incluye material construcción del patrón de madera (configuración de aspas) y la veleta auxiliar (freno de aire).

<u>MATERIAL</u>	<u>ROTOR</u>	<u>TORNAMESA</u>	<u>VELETA</u>	<u>TORRE</u>
Plancha de Fierro Negro.				
2 PL 1/32 pulg x 4 pies x 8 pies	1 PL			1 PL
1 PL 3/16 pulg x 260 x 480	254x254			220x220
1 PL 1/4 pulg x 380 x 430		206x150+ 70x70		200x200+ 175x175
1 PL 3/8 pulg x 200 x 330				120x120
Plativa de Fierro Negro				
1 PT 1 1/4 pulg x 1/4 pulg x 1300		600		
Angulo de Fierro Negro				
1 L 3/4 pulg x 3/4 pulg x 1/8 pulg x 2800			2800	
1 L pulg x 1 pulg x 1/8 - pulg x 6000			5115	
1 L 1/2 pulg x 1 1/2 pulg x 1/8 pulg x 6000		4535	3900	
1 L 1 1/2 pulg x 1 1/2 pulg x 3/16 pulg x 2800				2790
Varillas de Fierro Negro - Liso.				

<u>MATERIAL</u>	<u>ROTOR</u>	<u>TORNAMESA</u>	<u>VELETA</u>	<u>TORRE</u>
5 Varillas 1/4 pulg Ø x 6000	5 Va- rillas			
Varilla de Fierro Trefi- lado.				
4 varillas 1/2 pulg. Ø x 6000			355	
1 Eje 2 1/2 pulg Ø x 120		25		
<u>Tubo de Fierro Negro</u>				
1 tubo STD 1/2 pulg Ø x 170		40+40	40+40	
1 Tubo 5CH-801 1/2 pulg Ø x 300		300		
1 Tubo STD 4 pulg. Ø x 300				300
<u>Tubo de Fierro Galvani- zado y Accesorios.</u>				
3 Tubos STD 1 1/2 pulg Ø x 6000	150			
<u>Elementos Roscados y Accesorios</u>				
48 Stove Bolrs 5/32 pulg Ø UNC x 3/8 pulg	48 u.u.			
1 Perno hexagonal 1/4 pulg Ø UNC x 1/2 pulg.		1 u.u.		
18 pernos cabeza de coche 1/4 pulg Ø UNC x 5 pulg.				18 u.u.
14 Pernos hexagonales 3/8 pulg Ø UNC x 1 pulg.		12 u.u.	2 u.u.	

<u>MATERIALES</u>	<u>ROTOR</u>	<u>TORNAMESA</u>	<u>VELETA</u>	<u>TORRE</u>
18 Pernos hexagonales 3/8 pulg. Ø UNC x 1 1/4 pulg.				6 u.u.
6 Pernos hexagonales - 3/8 pulg. Ø UNC x 5 pulg.				6 u.u.
48 Tuercas para Stove Bolts 5/32 pulg. Ø UNC	48 u.u.			
82 Tuercas para Perno 1/4 pulg. Ø UNC	64 u.u.			18 u.u.
50 Tuercas para Perno 3/8 pulg Ø UNC		12 u.u.	2 u.u.	12 u.u.
18 Arandelas Planas para perno. 1/4 pulg Ø.				18 u.u.
20 Arandelas de presión para perno 3/8 pulg Ø		12 u.u.	2 u.u.	6 u.u.
2 Arandelas planas para perno 1/2 pulg Ø			2 u.u.	
<u>Clavos para Madera</u>				
24 clavos 3 pulg.				24 u.u.
<u>Pasadores de Fierro</u>				
Pasadores 1/8 pulg Ø x 1 1/2 pulg				1 u.u.
<u>Remache de Fierro</u>				
23 remaches 1/4 pulg Ø x 1/2 pulg.				23 u.u.
<u>Alambre Galvanizado</u>				
0.5 kg. Alambre N° 14	0.5Kg.			
1.5Kg. Alambre N° 12	1.5Kg.			

MANTENIMIENTO.

<u>ROTOR</u>	INICIO 0	MESES				
		2	6	12	18	24
- Desmontaje de rotor limpieza, pintado y - Cambio de alambre tensores						X
<u>TORNAMESA</u>						
- Lubricación de soporte móvil	X		X	X	X	X
- Repintado de es- tructuras						X
<u>TORRE</u>						
- Repintado del Tripo de metálico						X
Repintado de castillo de madera						X
<u>VELETA</u>						
- Lubricación de - zonas de ensamble a tornamesa	X		X	X	X	X
- Desmontaje y repinta do de la veleta						X

## C A P I T U L O   V I I

### F U N C I O N A M I E N T O

#### 7.1. PRUEBA DEL ACUMULADOR:

Las pruebas más importantes son las que se hacen para determinar:

- (1) La capacidad de una batería a ciertos regímenes de descarga.
- (2) La capacidad de la batería para retener su carga por un periodo de tiempo.
- (3) Su capacidad para soportar la vibración (únicamente en las portátiles)
- (4) La pureza del electrolito.
- (5) Su período de servicio útil, o vida.
- (6) Sus características de voltaje.

En este capítulo hacemos una exposición general de las pruebas que se aplican a varios tipos de baterías. Se hace hincapié en la naturaleza y condiciones de la prueba, pero no se prescriben reglas fijas para hacerlas.

Los factores vitales para formular los procedimientos de la prueba son:

- (1) La profundidad del ciclo
- (2) la frecuencia del ciclo
- (3) La magnitud de la sobre carga.

Las pruebas de la vida cíclica son principalmente pruebas del material activo de las placas, pero las pruebas de sobre carga son pruebas del material de las rejillas. En cualquier caso, deberá hacerse la prueba para simular las condiciones de servicio.

Los acumuladores suelen valuarse sobre la base de "tiempo" descarga continúa; por ejemplo: las baterías estacionarias tienen una cierta capacidad en amperio-horas a 8 horas, y las baterías de arranque y alumbrado a 20 horas. Dicho valores definen también la corriente de la prueba. Una batería de arranque y alumbrado que tenga una capacidad nominal de 100 amperios-horas al régimen de 20 horas deberá probarse a 5 amperios.

Lo mismo puede decirse de cualquier otro índice de tiempo. Algunas pruebas de baterías para automóviles y aviones se hacen a elevadas densidades de corriente, como 300 amperios, cualquiera que sea su tamaño.

Surge una dificultad en el laboratorio de pruebas cuando ha de probarse un grupo de baterías que tenga valores nominales ligeramente distintos. Es necesario determinar primero si las baterías son comparables y para la misma clase de servicio. Entonces puede escogerse una corriente de prueba que sea un promedio aceptable. Si las baterías se han de probar de acuerdo con especificaciones que fijen la capacidad mínima requerida, el pro

blema se simplifica. Por ejemplo: si la capacidad míma requerida al régimen de 5 horas es de 72 amperios-horas, la corriente de prueba es de  $72/5 = 14.4$  amperios, aunque una o más de las baterías pueden exceder considerablemente el período de descarga de 5 horas.

#### VOLTAJE FINAL.

El Voltaje "Final" o de "Corte", como algunas veces se llama, es el voltaje terminal de circuito cerrado al que es conveniente interrumpir la descarga. Las baterías que se descargan a la temperatura normal y al régimen de 8 horas o más, tienen un voltaje de corte de 1.75 voltios por celda; las baterías de fuerza motriz 1.75 voltios al régimen de 6 horas, etc.

Los voltajes de corte varían un tanto y no se han uniformado excepto por el uso general y, en algunos casos por especificaciones aceptadas. A falta de especificaciones definidas, los voltajes de corte suelen determinarse por la forma de la curva de descarga, deteniéndose en la rodilla de la curva, la capacidad que puede obtenerse más allá de este punto es pequeña, y no resulta económico descargar más la batería.

Cuando se hacen descargas a regímenes más elevadas, los voltajes de corte son correspondientemente menores. Esto se debe a la mayor caída de voltaje por la celda y a la menor gravedad específica del electrólito dentro de las

placas. Los valores para las baterías de arranque y alumbrado son los siguientes:

REGIMEN	VOLTAJE DE CORTE
20 Horas; 27°C	1.75
20 minutos, 27°C	1.50
300 Amperios, 17°C	1.00

#### TEMPERATURA.

La temperatura de una batería en prueba suele especificarse como la temperatura inicial del electrólito, - pues se encuentra bajo el control del laboratorio.

Las temperaturas estándar para la mayor parte de las baterías portátiles son de 80°F ó 25°C (77°F). La diferencia es pequeña y puede despreciarse. La temperatura estándar para las baterías estacionarias suelen ser de 70°F. La temperatura final, que no está bajo control es realmente más importante en su efecto sobre la capacidad.

Es necesario determinar los límites permisibles de la temperatura ambiente. Una batería debe encontrarse siempre de la temperatura estándar cuando se hace una prueba a fin de evitar la necesidad de hacer grandes correcciones.

Las correcciones de temperatura varían con el régimen de descarga.

### PRUEBA PARA RETENCION DE CARGA:

Además de determinar la capacidad de un acumulador es conveniente determinar su capacidad para retener la carga por un periodo considerable de tiempo.

Las especificaciones para los acumuladores requieren que no pierdan más del 25 por ciento de su capacidad durante un periodo de ocio de 4 semanas. Esto representa una pérdida media de 1 por ciento al día. La prueba se hace de la siguiente manera:

Después de hacer una determinación cuidadosa de la capacidad a un régimen de 20 horas, se carga completamente la batería y se le deja ociosa en circuito abierto a una temperatura de 21°C a 27°C por un periodo de 4 semanas, después de los cuales se descarga en las mismas condiciones de antes, y se calcula el porcentaje de pérdida de capacidad como la reducción de amperio-horas entregados y la capacidad original en amperio-horas.

La pérdida de capacidad dependerá de la gravedad específica, la temperatura y el electrolito. La magnitud de la pérdida permitida por las especificaciones es liberal y deberá cubrir a cualquier batería de calidad aceptable que contenga electrolito que no exceda de 1.280 de gravedad específica.

Si la gravedad específica es menor la pérdida será menor. En prueba de 17 marcas diferentes de baterías, la menor

pérdida observada fue de 4 por ciento y la mayor de 85 - por ciento; el promedio de las baterías que satisficieron las especificaciones fue de 13 por ciento.

Una de las razones que explican la pérdida relativamente pequeña de capacidad de algunas baterías es el hecho de que las placas negativas en que normalmente ocurre la mayor acción local exceden a la capacidad de las positivas, y, por tanto, es posible que se afecten considerablemente sin cambiar de manera importante la capacidad de la - batería. Una continuación de la prueba por un período - adicional puede indicar mayores pérdidas.

Las causas de la pérdida de capacidad cuando la batería esta ociosa son la acción local y los cortos circuitos internos. La acción local se acelera por la presencia de ciertas impurezas en el electrólito o en las placas. El antimonio en las placas negativas es una causa de la acción local, especialmente en las baterías viejas. El hierro es una impureza común que puede eliminarse en parte, cuando menos, vaciando el electrolito. El platino, aunque se encuentre rara vez, es excesivamente destructor aún en cantidades de solamente 1 parte en 10,000.000. Entre las causas de los corto circuitos internos se encuentran el excesivo sedimento, los separadores defectuosos, las partículas metálicas que caen a las celdas por los respiraderos, y rara vez, porosidad de la pasta de - sellar.

## PRUEBA DE VIBRACION.

Esta prueba se aplica particularmente a las baterías para uso automotriz y aeroplano, pero puede usarse con otros tipos portátiles para poner de manifiesto posibles defectos en la soldadura, el sellado de los Bornes terminales, el diseño de los tapones de los respiraderos y el desprendimiento del material activo.

Durante 2 horas se somete la batería a una vibración que consiste en un movimiento de armónico sencillo que tiene una frecuencia de 1900 a 2100 ciclos por minuto en una amplitud de 0.045 a 0.050 de pulgada (desplazamiento total, 0.09 a 0.10 de pulgadas) mientras la batería se descarga al régimen de 20 horas. La temperatura, en el momento de la prueba, se especifica como 21° a 32°C.

Cualquier desviación de un movimiento de armónico sencillo cambia la aceleración máxima y modifica la prueba.

La batería se asegura a la tabla de vibración mediante abrazaderas. Debe mantener un voltaje y una corriente uniforme durante la vibración. Las fluctuaciones suelen deberse a que las placas se sueltan de los tirantes, como puede suceder si no se han soltado bien. Las fallas ocurren más comúnmente en los Bornes terminales, que pueden aflojarse y permitir que el electrolito inunde la parte superior de la batería; si los tapones de los respiraderos no tienen placas deflectoras, generalmente permitirán

que escape el electrolito.

Puede producirse sedimento excesivo. Una batería de buen diseño y hechura deberá pasar esta prueba sin dificultad al terminar las pruebas, se examinan las celdas para ver si hay placas, conectores, o tirantes rotos, o sedimento en el fondo de los recipientes.

Esta prueba se considera superior a la prueba de choques porque las baterías en servicio están sometidas a vibraciones.

## PRUEBA DE LA PUREZA DEL ELECTROLITO.

Las pruebas de la pureza del electrolito forman una parte importante de la prueba completa de un acumulador, pero no puede hacerse satisfactoriamente cuando faltan los servicios adecuados de un laboratorio químico.

Puede descubrirse fácilmente la presencia de algunas de las impurezas y purezas mediante la inspección de las celdas. El antimonio y algunos de los metales más nobles provocan excesiva producción de gas en las placas negativas.

Esto puede observarse cuando las celdas se encuentran en circuito abierto, si las celdas se hallan contenidas en recipientes de vidrio, o puede tomarse una muestra de las placas negativas y colocarse en una bandeja que contenga una solución de ácido sulfúrico puro. La producción de gas se manifiesta hasta en una batería normal, particularmente después de terminar el periodo de carga. Las placas negativas contaminadas continuarán produciendo gas hasta que se descarguen completamente. Cuando hay sales de manganeso en el electrolito, pueden descubrirse ordinariamente por el característico color de permanganato que aparece en las placas positivas cuando las celdas están en carga.

Si hay ácido clorhídrico y ácido acético en cualquier cantidad considerable, pueden descubrirse cuando las cel

das están en carga por los olores característicos de cloro y ácido acético, respectivamente.

Los métodos químicos para descubrir impurezas en los electrolitos de los acumuladores siguen más o menos el procedimiento general para las determinaciones analíticas.

Aparte de las pruebas químicas para la pureza del electrolito, es posible determinar las impurezas de los metales nobles por espectro-análisis del material tomado de las placas negativas. Este método permite hacer una concentración de impureza, aún cuando exista en cantidades muy pequeñas, raspando la superficie.

## CARACTERISTICAS DEL VOLTAJE.

El voltaje a circuito abierto de un acumulador completamente cargado es alrededor de 2.1 voltios por vaso cuando el ácido tiene 1.280 de densidad específica. Esto es constante en los vasos, sean cuales fueren sus medidas pues ello es una característica fija de las materias químicas que se emplean en la fabricación del acumulador y del electrolito que se utilizan..

Por lo consiguiente un acumulador de 6 voltios constara de 3 vasos de 2 voltios cada una. Y un acumulador de 12 voltios constara de 6 vasos de 2 voltios cada uno .

El voltaje de 1 vaso en descarga, sin embargo es fuertemente afectado por las medidas del vaso y también por el estado de carga al comenzar la descarga, por el régimen de descarga, por la temperatura del electrolito y por el diseño y el estado que se encuentra el acumulador. El voltaje de un acumulador en descarga es afectado por la concentración del ácido que se encuentra al combinarse químicamente con la materia activas de ellas, el voltaje disminuye si el ácido fresco que se encuentra al exterior de las placas no entra en los poros de estas.

A medida que prosigue la descarga el ácido que se encuentra al exterior de las placas se debilitan y las placas se saturan con sulfato de manera que se hace gradualmente más difícil que el ácido y la materia activa de las

placas que aún no se ha combinado con el ácido entren en contacto y produzcan más reacción química. A este punto el voltaje baja tanto que el acumulador no es capaz de suministrar al sistema eléctrico ninguna corriente útil.- En tiempo frío la densidad del ácido aumenta y estorba la difusión del ácido dentro de los poros de las placas y - a través de los aisladores.

Esto disminuye la rapidez de la reacción química y reduce el voltaje de los vasos, lo que limita la producción de corriente del acumulador especialmente al régimen de alumbrado o arranque. Algunas marcas de acumuladores sufren más que otras por estas causas dado a las diferentes de diseño , de materiales y del proceso de manufactura de las placas aisladores .

## 7.2. REGIMEN DE CARGA Y DESCARGA.

La Industria de los acumuladores ha establecido ciertos standards de funcionamiento que han sido adoptados e incorporados a los standards de la asociación Americana de Manufactura de baterías y la sociedad Americana de Ingenieros de los Estados Unidos y estos Standard son siguientes:

### REGIMEN DE 20-HORAS EN AMPERIO HORA.

Esto indica la capacidad de alumbrado de un acumulador.

El acumulador completamente cargado se lleva a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  y se descarga a un régimen igual a  $1/20$  de su capacidad estipulada de 20 horas en amperios-hora. Por ejemplo un acumulador de 6 voltios cuya clasificación por el fabricante es de capacidad de 100 amperios hora se descargara a  $1/20$  de 100 ó sea a 5 amperios hasta que su voltaje baje a 5.25 voltios. El número de horas requerido para la descarga , multiplicado por el régimen de descarga de 5 amperios es la capacidad del acumulador en amperios hora y su clasificación de 20 horas. Gráfico (7.2) I:

### CLASIFICACIONES DE 300 AMPERIOS A $27^{\circ}\text{C}$ .

Esta clasificación indican la capacidad de un acumulador a baja temperatura de un acumulador completamente -

cargado y se expresa de dos maneras :

- Por el voltaje en los Bornes de un acumulador de 6 y 12 voltios, tomando 5 segundos después de haber comentado su descarga a 300 Amperios con el electrolito a una temperatura inicial de 17°C - Fig. (7-2) II.
- Por el número de minutos requeridos por un acumulador de 6 voltios o 12 voltios. Para que el voltaje tomado en sus Bornes llegue a tres voltios o 6 voltios respectivamente cuando se lo descarga a 300 amperios con el electrolito al comenzar la descarga a la temperatura de 17°C TABLA 7-2.

En nuestro caso consideramos el sistema de carga , el régimen gobernado .

Las baterías cargadas de esta manera, al igual que las baterías en flotación, están conectadas continuamente al sistema eléctrico. Sin embargo, el "Sistema Gobernado" difiere de los métodos en flotación con respecto a las fluctuaciones un tanto amplias entre el estado de carga completa y de descarga parcial que ocurren más o menos continuamente .

La carga y la descarga son automáticas y están gobernadas por el ajuste del sistema.

Un conocido ejemplo es el trabajo de la batería para automóvil. Se descarga para que arranque el motor , da

energía para la ignición, las luces etc; hasta que se -  
alcanza cierta velocidad del motor, y entonces el control  
quita la carga de la batería y transfiere las conexiones  
a un generador que la carga. Entonces, la batería está  
lista para la siguiente descarga.

En la tabla siguiente podemos ver la capacidad relativa  
de los acumuladores Acido-Plomo a los régimen y temperau  
tura que utilizamos en las descargas en acumulador que -  
hemos seleccionado en nuestro diseño.

CAPACIDAD RELATIVA DE LOS ACUMULADORES ACIDOS DE PLOMO A  
DIVERSOS REGIMENES DE DESCARGA Y TEMPERATURAS.

REGIMEN DE DESCARGA		10 hr	5 hr	3 hr	2 hr	1 hr	40 min	30 min	20 min	10 min	5 min
VOLTAJE DE CORTE		1.77	1.75	1.73	1.71	1.64	1.60	1.54	1.46	1.26	0.95
TEMPERATURA		CAPACIDAD RELATIVA EN PORCENTAJE PARA LOS REGIMENES DE DESCAR GA Y VOLTAJES DE CORTE ESPECIFICADOS ARRIBA.									
°C	°F										
27	80	120	100	88	78	65	58	53	46	38	30
10	50	95	78	68	60	49	44	40	35	29	23
0	32	79	65	56	50	41	37	33	29	23	18
-10	14	64	52	45	40	32	28	26	22	17	13
-20	- 4	50	40	34	30	24	21	18	15	11	6
-30	-22	36	28	23	20	15	13	11	8	4	..
-40	-40	23	17	13	10	6	4	3	1	..	..
-50	-58	11	5	2	0	-	-	-	-	..	..

TABLA : 7.2.

FUENTE : TABLA ELVII - ACUMULADORES - GEOERGE GOOD VINAL (STORAGE BATTERIES)  
UTILIZADO SAE AMERICANO.

MATERIA DE NUESTRO DISEÑO.

### DESCARGA ESPONTANEA. CAUSAS Y EFECTOS.

La rejilla base de las placas está hecha de una aleación de plomo que contiene de 6% a 12% de antimonio. Durante el proceso de carga del acumulador, pequeñas cantidades antimonio de las placas positivas se disuelven y se depósitosan en el plomo esponjoso de las placas negativas donde provoca una reacción electroquímica local con el plomo esponjoso.

Esto descarga lentamente las placas negativas.

La presencia de trozos de otras impurezas puede afectar en menor grado ya sean las placas positivas o negativas o ambas. Es por esta razón que los acumuladores empleados en los vehículos automóviles se descargan lentamente cuando permanecen inactivos. Esta descarga espontánea ocurre más rápidamente por tiempo caluroso que por tiempo frío. Los acumuladores completamente cargados se descargarán mucho más rápidamente que aquellos sólo parcialmente cargados. En temperaturas normales de alrededor de 21°C 27°F. La pérdida de capacidad por descarga espontánea de un acumulador completamente cargado alcanzara un promedio diario de más o menos. 001 de densidad específica sobre un periodo de 30 días. Al principio; la descarga espontánea puede alcanzar hasta. 002 - DEN Esp. por día que gradualmente desminuira hasta menos de. 001 de DEN.Esp. por día hacia el fin del periodo de

30 días. El efecto de la temperatura en la descarga espontánea del promedio de acumuladores completamente cargados y en buenas condiciones será como sigue:

A	37°C	-----	003 DEN.Esp. Por día
A	27°C	-----	002 DEN.Esp. Por día
A	10°C	-----	005 DEN.Esp. Por día

Los valores citados más arriba son aproximativos para los primeros diez días en que un acumulador permanece inactivo después de haberlo cargado completamente.

La descarga espontánea de algunas marcas de acumuladores puede ser un poco mayor y la de otras marcas de acumuladores menor que las antecitadas dependiendo de los métodos de fabricación y la pureza de los materiales que en ellos se emplean.

Para disminuir la descarga espontánea los acumuladores deben guardarse en un lugar tan fresco como sea posible y en invierno a prudente distancia de los difusores de aire caliente y de los radiadores, en verano los acumuladores deben guardarse al abrigo de los rayos directos del sol.

Para completar la carga.

Para compensar por las pérdidas de carga de los acumuladores que pertenecen inactivos, cada vez que la densidad del electrólito baje de 1.240 corregida para 80°F. de temperatura, habra que dar a los acumuladores un com-

plemento de carga ya sea que éstos deben permanecer en existencia o que se alistén para su uso (venta). Esta carga complementaria tendrá lugar en tiempo caluroso - cada 30 días más o menos, y vemos a menudo durante el invierno.

Verifique el nivel del electrólito en los vasos antes de cargar los acumuladores y añádase agua hasta que el electrólito alcance el nivel correcto. El régimen de carga debe ser del (1) Amperio por placa positiva en un vaso.

Por ejemplo para un acumulador que tenga 15 placas por vaso 7 de las cuales será positivas el régimen de carga será de 7 amperios. Marque la caja del acumulador con tiza blanca cada vez que se descarguen mientras permanece en existencia. De esta manera se sabrá en todo momento cuáles acumuladores están listos para el uso ó (venta) y cuáles deben recargarse.

CLASIFICACION DE DESCARGA DURANTE  
20 HORAS TIPICA DE LA "AABM"

Muestra el tiempo de Descarga a Regimen  
de 20 horas Temperatura del Acumulador 0°F

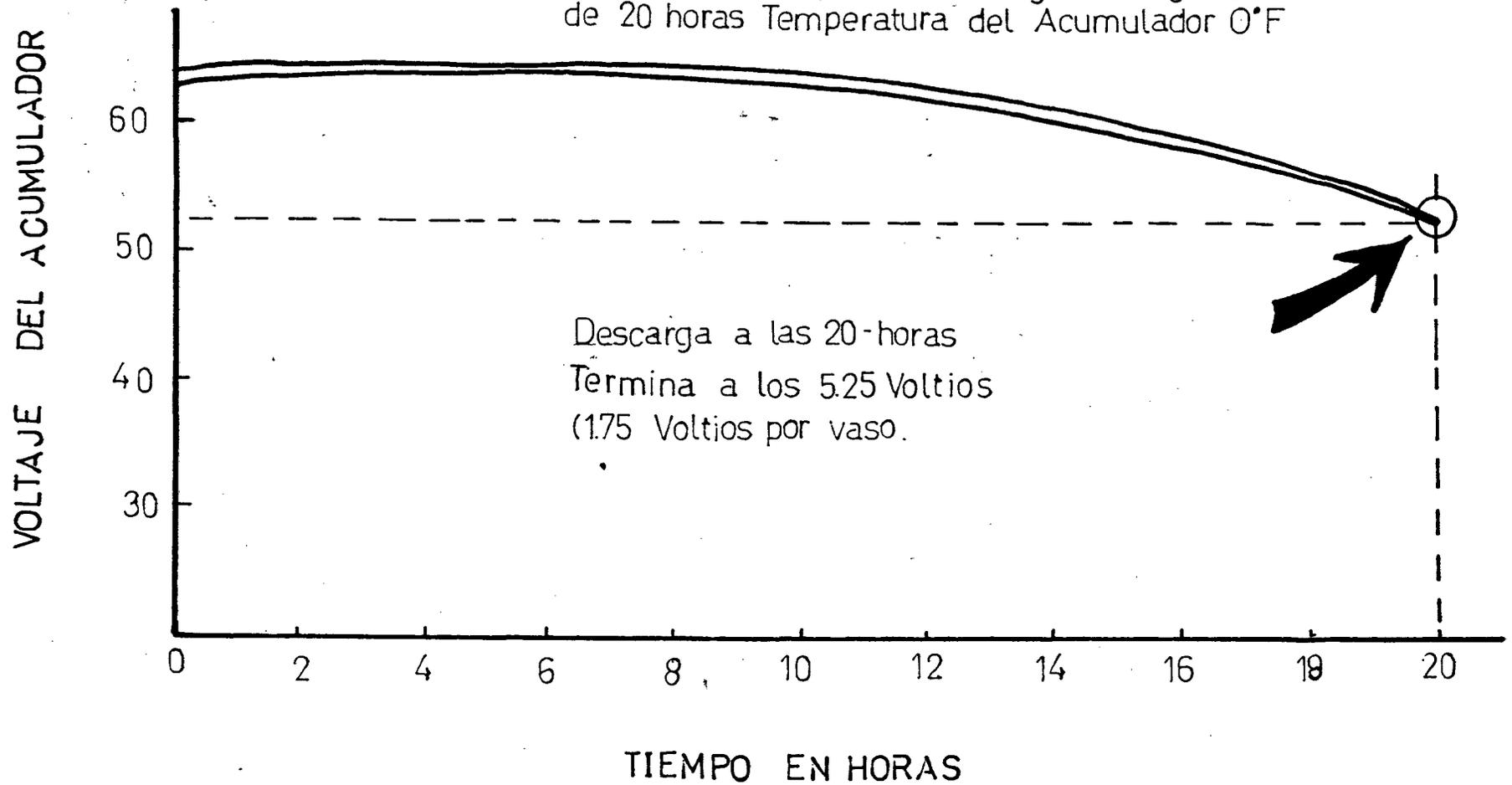


Grafico 7.2(I)

CLASIFICACION DE DESCARGA  
CERO TIPICA DE LA "AABM"

Muestra el voltaje a los 5 segundos  
y los minutos de Descarga a 300  
Amperios.

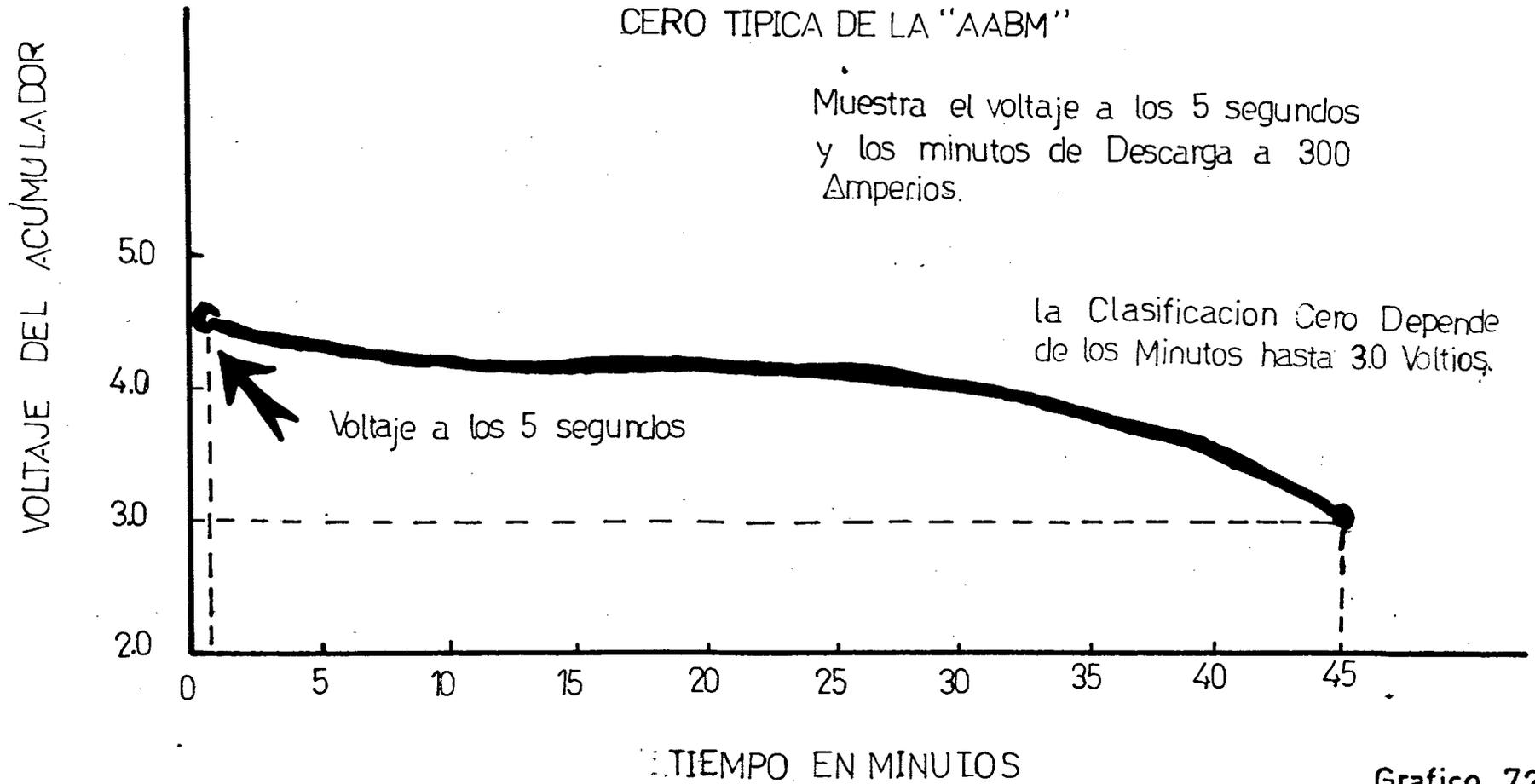


Gráfico 7.2 II

### 7.3. CODIGO NORMAS TECNICAS.

Las normas de la Society of Automotive Engineers - son aplicables a las baterías ácido de plomo que se usan en los vehículos de motor, alumbrado, equipos estacionarios y para aplicaciones industriales, automotrices con requerimientos de 6 y 12 voltios la secuencia de las pruebas prescritas es la siguiente.

- (1) Carga de condicionamiento al régimen de 20 horas a voltaje y gravedad específica constantes .
- (2) Descarga al régimen de 20 horas a 1.75 voltios - por celda. (ITINTEC-Ensayo - 6:13-010).
- (3) Descarga a 300 amperios, 17°C a 1.00 voltios - por celda con lecturas registradas de voltaje - de 5 segundos.
- (4) Prueba de vida.

La prueba de vida se aplica a todos los tamaños de - batería. Las descargas de 1 hora a 40 amperios por un - total de 40 amperios-horas son seguidas por recargas a - 100 amperios aproximadamente, por 5 horas para un total de 50 amperios-horas.

- Las normas de la S.A.E. dan las dimensiones de las baterías la localización de las partes y la forma del recipiente.
- La capacidad mínima en amperios-horas al régimen de 20 horas, la capacidad mínima en amperios-hora al régimen de 20 horas; el tiempo mínimo hasta 1.0 voltios por celda a 2300 amperios, 0°F el voltaje mínimo a 5 segundos durante la prueba de 300 amperios los ciclos requeridos de vida y las unidades de vida de sobrecarga.
- Al terminar una prueba de vida, se examinan las placas positivas para ver si hay pérdidas de material, corrosión de la rejilla, color deformación, textura del material activo y rotura de rejillas las placas negativas se examinan para ver si hay calor, expansión o concentración, textura del material activo, ya sea firme, esponjoso ó arenoso, se calcula o pesa la cantidad de sedimento en el fondo de los recipientes y se observa su color. Los separadores se examinan para ver su fuerza, grado de acción del ácido y efecto de oxidación de las placas positivas y particularmente, si hay mendiduras o agujeros. Con este examen sera posible formarse un juicio sobre el valor de las diversas partes.

NORMAS TECNICAS DE SOCIETY OF AUTOMOTIVE

ENGINEERS

TERMINALES:

- Diámetro pequeño, borne negativo - 5/8 Pulg; 15,8<sub>±</sub>2 m.m.
- Diámetro pequeño, borne positivo - 11/16Pulg; 17,4<sub>±</sub>2 m.m.
- Ahusamiento por pie de longitud: - 1 1/3 Pulg.
- Longitud mínima de ahusamiento - 5/8 Pulg.
- Altura mínima positivo - 16 m.m.
- Altura mínima negativo - 16 m.m.
- Polaridad, positiva - 1:12 Ensayo 6:13-010
- Conocidad: Negativa - 1: 9 ITINTEC

La polaridad de los terminales debera estar indicada con letras o con signos.

Signo positivo ( + )

Signo negativo ( - )

Estructura.

- No hay menos de 13 placas 6 positivas y 7 negativas
- Celda de mayor tamaño puede contener 15 placas
- Dimensiones de placas son 5 5/8 ancho, 5 Relg. altura y 0.080 de espesor.

Separadores.

- Usos, madera (fibrosa), caucho, ó vidrio.

Electrólito.

- La solución de ácido sulfurico de gravedad especifica de 1.260 a 1.280 completamente cargada y 1.140 cuando esta completamente descargada.

Recipientes (contenedor ó vaso): Son de caucho, vulcanizado ó vidrio (Estacionarios) Para formar compartimientos de celdas individuales (ITINTEC: E-6:13-010).

Conectores de celdas.

- Solidos de plomo, ó aleación plomo antimonio, baterias automotrices.
- Conectores de cobre flexible con recubrimiento de plomo.
- Caída de voltaje en los conectores entre celdas no debe exceder de 10 milivoltios. Por pulgada de distancia.
- Resistencia varia de 0.00005 a 0.0002 Ohmios por distancia.

- Cargada y húmeda:

Las baterias que se destinan a uso inmediato ó para almacenamiento humedo cuando se dispone de servicio adecuado se llenaran con electrólito y se cargaran completamente.

- Cargada y seca:

Las baterias que se destinan a ser almacenadas en condición cargada dentro del limite de tiempo especi-

ficado por el fabricante, contendran placas cargadas en seco y separadores secos o doble dislamiento.

Los respiraderos de cada celda estaran cerrados, salvo si se quieren tomar medidas para igualar las fluctuaciones de la presión atmosférica y permaneceran asi hasta que la bateria este preparada para el servicio.

- Sin cargar:

Las baterias que se destinan al almacenamiento en condición no cargada dentro del límite de tiempo especificado por el fabricante , contendran placas secas y separadores secos ó húmedos . El respiradero de cada celda estara cerrado, salvo. Si se quieren tomar medidas para igualarlas fluctuaciones de la presión atmosférica y permaneceran asi hasta que la bateria este preparada para el servicio.

- Sistema de carga:

En el sistema automotriz la fuente de electricidad es un generador impulsado por el motor.

Los generadores pequeños que funcionan a alta velocidad puede dar una salida tan grande, como los generadores mas grandes y costosos que funcionan a velocidades reducidas, pero estos últimos suelen durar más tiempo en servicio. Los amperajes van en el régimen de 100 amp. Hasta el máximo de 250 amperios.

- Temperatura:

Las bajas temperatura aumentan viscosidad de los aceites, reducen el voltaje terminal y la capacidad de las baterías.

Las temperaturas y el régimen de descarga afectan a la capacidad de que disponga la batería.

En temperaturas bajas la baterías no aceptan fácilmente la carga, observaron que necesitan una temperatura de 40° para carga eficaz.

- Cuidado da las baterías de alumbrado:

Estas baterías están sometidas a condiciones severas de carga y darán servicio satisfactorio a condición que reciban el cuidado y mantenimiento ordinario, (Lecturas hidrométricas).

- Agua, es utilizar la desmineralizada, se agrega para sustituir la evaporación, debido a la producción de gases cuando las celdas están en carga.

El agua deberá agregarse siempre después de terminar las lecturas hidrométricas, por ser menos densa que el electrolito puede dar falsa lectura. Si se hace lo contrario.

- En las lecturas si hay variaciones considerable en la gravedad específica, suelen indicar averías tales como cortocircuitos en los separadores, desgaste de placas en una o más celdas.

- Limpieza, hay que limpiar el agua ó el electrólito que se hayan derramando en la parte superior de la batería puede hacerse con Amoniaco, para neutralizar el ácido en la parte superior de la batería.

## C A P I T U L O   V I I I

=====

### ANALISIS   ECONOMICO.

=====

#### 8.1. COSTO DE OPERACION.

Suele ser necesario hacer un cálculo del costo de operación de las baterías en cualesquiera uso que se les pueda utilizar tanto para la Industria, ó Automotriz, o como suministro de energía.

Generalmente se hace el cálculo del costo de operación con el fin de determinar la economía de una instalación de acumuladores o para comparar un tipo de batería con otro para satisfacer una condición dada de servicio. Al hacer dicho cálculo, hay que tomar en consideración los siguientes puntos:

1. Debe compararse acumuladores equivalentes, es decir baterías que tengan aproximadamente la misma capacidad en vatio-horas al régimen de servicio de descarga.
2. Debe pagarse interés sobre la inversión, que es el costo inicial de la batería y las renovaciones.
3. La depreciación es la cantidad de la inversión de capital que se haya de deducirse por año y es -

igual a la inversión total en la batería dividida por el número de años para el que ha de calcularse el costo de operación.

Al final del periodo, los acumuladores en servicio puede tener un pequeño valor de desecho.

La cantidad de dinero que se aparta cada año para depreciación es un fondo de amortización de la deuda.

4. La eficacia en vatio-horas de la batería se ha de usar para calcular los costos de potencia para carga.

La vida es el periodo de servicio útil que generalmente se expresa en años.

5. La cantidad de electrólito es la que se requiere para reeducción o para reemplazar pérdidas por fugas, etc.

6. La cantidad de agua es la que se requiere para reemplazar pérdidas por producción de gas en la carga, es decir, la cantidad que descomponen los amperios-horas de carga que exceden del 100 por ciento de la descarga anterior.

Por lo tanto, depende de la eficacia en amperio-horas de la batería.

La cantidad de energía requerida es para la carga, expresada en kilovatio horas.

7. La limpieza de los acumuladores de plomo inclu-

ye renovación de separadores, bandejas y partes menores de madera. En la actualidad se requiere muy rara vez.

La mano de obra es la que se requiere para el mantenimiento normal. Depende del tamaño y la clase de acumuladores.

8.2. COSTO DE INVERSION.

Banco de Baterias-Equipo de carga.

6 vasos : 2 V. CD - 320 AH I/. 8,500.=

Caja del acumulador (vaso), separadores, placas cubiertas, conectadores, etc.

1. MOLINO DE VIENTO

Rotor, Torre, Tornamesa, Veleta, -  
Anclaje, Instalación, Mantenimiento. etc.

I/. 3,500.=

2. ALTERNADOR 12 VOLTIOS

Dispositivos de carga y descarga,  
conexiones, etc.

I/. 1,100.=

COSTO TOTAL :

I/. 13,100.=  
=====

SON: TRECE MIL CIEN Y 00/100 INTIS.

3. Tanto en el diseño del banco de -  
baterias del molino de viento y -  
del alternador se han utilizado -  
materiales existentes en el País  
y de fácil adquisición.

4. En toda la fabricación de estos -  
elementos se ha aplicado la tecno

logía nacional siguiendo norma SAE.

5. En cuanto al costo de fabricación del banco de batería, varía por la tendencia del plomo a subir en el mercado Internacional.
6. Respecto al molino de viento en su construcción los costos son los mismos, pero con una ligera regulación de precios.
7. Garantía tanto del molino de viento y como el banco de batería es de 5 años como mínimo. Por defecto de construcción.

C A P I T U L O I X  
=====

P L A N O S            Y   D I A G R A M A S  
=====            =   =====

FIGURA 1

SERIES

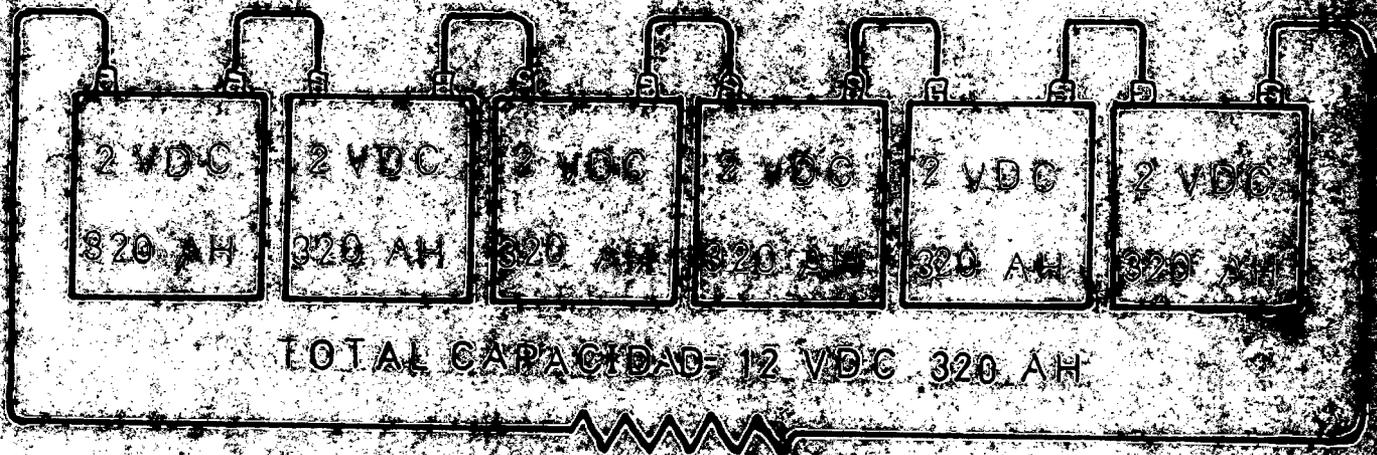


FIGURA 2

PARALELA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLEJO

DIAGRAMA DE INSTALACION

Gráficos	Total Capacidad	
	Voltios	Ampere
01 Conexiones Serie	12 VDC	320 A
02 conexiones Paralela	2 VDC	1920 A

CAPITULO X  
=====

CONCLUSIONES  
=====

- Tesis muy mediocre (FREE) -

Los acumuladores ácido-plomo es hoy en día superior a cualquier otra fuente de energía conocida, el utilizar un banco de baterías como suministro de energía en este caso alumbrado para un grupo familiar en la Selva, es el método más práctico y elemental utilizado para tal fin y cuyo mantenimiento es utilizado la energía eólica de muy bajo costo en comparación de otros medios. La energía no convencionales tales como Bio-gas, energía solar, eólica, biomasa etc, están tomando gran auge como medio de solución a los problemas energéticos, en lugares donde no se cuenta con tendido eléctrico, y así poder utilizar máquinas, herramientas para los pueblos en desarrollo en nuestro país. Actualmente Eléctro-Perú y Concyter. Tienen un programa de investigación y fomentación para utilizar estos medios de recursos pero a grán alcance, debido a que los costos son muy bajos con relación a utilizar, centrales eléctricas, Mini centrales, que su edificación y mantenimiento son altos en comparación con la utilización de la energía no convencionales.

Por tales consideraciones explicadas, una buena alternativa es utilizar dichas fuentes de energía para solución de los Pueblos en vías de desarrollo.

## R E C O M E N D A C I O N E S

=====

### FACTORES QUE AFECTAN LA DURACION DE LOS ACUMULADORES .

#### SOBRECARGA.

Cuando se cargan los acumuladores muy en exceso de lo que ellos requieren se los perjudica de las maneras siguientes:

1.- El agua del electrólito se descompone en sus elementos gaseosos oxígeno e hidrógeno. Las burbujas de gas tienden a desprender de las placas la materia activa y a retirar de los vasos la humedad y el ácido en forma de vapor fino.

2.- La descomposición del agua aumenta la concentración del ácido en el electrólito. La concentración exagerada a elevar temperaturas y durante largo tiempo perjudica los aisladores de madera y las placas negativas, chamuscando los aisladores y causando las granulaciones de las placas negativas.

3.- El elevado calor generado al interior del acumulador acelera la corrosión de las rejillas de las placas positivas y estropea los aisladores y las pla-

cas negativas.

También puede causar el rembladecimiento de las cajas y su distorsión y el desplazamiento de la pasta de las tapas.

4.- La sobrecarga por si sola o en combinación con deficiencia anteriores de carga puede causar se veras deformaciones y pandeos de las placas positivas y la perforación subsecuente de los aisladores de madera.

5.- Puede ser la causa de deterioro por corrosión del alojamiento del acumulador de los cables y de otras piezas eléctricas vitales del motor cuando a causa de un régimen demasiado elevado de carga . El electrólito es forzado fuera de los vasos.

#### CARGA INSUFICIENTE.

1.- Un acumulador que se hace funcionar durante lar go tiempo con carga insuficiente puede formar en sus placas un tipo de sulfato duro, denso y cristalino que no podrá volver a transformarse por acción electro química en materia activa normal. Como este tipo de sulfato, es menos denso que la materia activa de las placas que lo producen ocasionara esfuerzos en las placas positivas y causara distorsiones o pandeos en ellas. La deformación de las placas se produce especialmente si se somete el acumulador sulfatado a sobre carga repentinas y prolongadas como las que se experimenta en viajes largos

cuando el sistema regulador del generador se encuentra mal graduado. Las placas severamente deformadas comprimirán entre ellas las esquinas de los aisladores y rosaran sus superficies centrales.

Esto puede resultar en la perforación de los aisladores de manera que no llevan ninguna protección y también ser causa de corto circuitos en los vasos

2.- Un acumulador que se hace funcionar a mitad de cargado es no solamente incapaz de suministrar su potencia completa sino que, tiempo intensamente frío es más propenso a helarse. (vease punto congelación del electrólito).

3.- El sulfato de plomo que se forma en las placas durante el proceso de descarga es relativamente insoluble en el electrólito mientras la densidad específica de este se conserva por encima de 1.125; pero si se permite que esta densidad llegue muy por debajo de esta cifra el sulfato de plomo se hace proporcionalmente mas soluble y asistido por las fluctuaciones de temperaturas del electrólito, puede en un espacio considerable de tiempo, depositarse en los poros de los aisladores de maderas en forma de una masa blanca y cristalina. Cargas subsecuente pueden transformar este depósito cristalino, en plomo metálico filamentosos que ocasionara corto circuitos de las placas negativas y positivas a través

de las superficies afectadas de los aisladores. Esto -  
leves cortocircuitos haran que el voltaje de los vasos  
sea bajo cuando el acumulador esta cargado.

Por esta razón que no debe permitirse que la carga  
de acumuladores que deben permanecer inactivos por largo  
tiempo, baje más del 75%.

#### FALTA DE AGUA.

El agua es una de las cuatro sustancias químicas que  
son indispensable a los acumuladores y bajo condiciones  
normales de funcionamiento es la única que ellos pierden  
como resultado de la carga. Por lo consiguiente tan pron-  
to como el nivel del líquido baje de la parte superior -  
de los aisladores habra que añadir agua. Si no se añade  
agua, el líquido muy pronto dejara de cubrir las placas  
y la concentración de ácido se hara demasiado grande lo  
que chasmucara y causara la desagregación de los aislado-  
res de madera sulfatando permanentemente las placas y -  
perjudicando su funcionamiento

Las placas no pueden llenar ampliamente su cometido  
en el funcionamiento. Las placas no pueden llenar amplia-  
mente su cometido en el funcionamiento del acumulador  
si no se encuentra enteramente sumergida en el electrólito  
,. Nunca debe añadirse ácido sulfurico a los vasos,  
salvo en casos en que halla habido pérdidas de esta sus-  
tancia y entonces debe añadirse el ácido como se explica  
en "ajuste de la densidad del ácido.

## RECOMENDACIONES.

### ADITIVOS PARA ACUMULADORES.

Las preparaciones en forma líquida y sólida que se usan .

Para rejuvenecer baterías desgastadas, sulfatadas o "muertas" suelen recibir el nombre de aditivos para acumuladores.

Desde 1915 han aparecido varios centenares de estas preparaciones con la pretensión, más o menos típica de - que aumentan la vida de la batería, disminuyen los efectos de la sulfatación, reducen las temperaturas de operación y algunos llegan al grado de pretender que cargan - las baterías. Generalmente se hace la restricción de - que las baterías que hayan de tratarse deben encontrarse en buenas condiciones mecánicas.

También se alega que se obtienen resultados benéficos al tratar de manera semejante las baterías nuevas o reconstruidas los aditivos más comunes consisten en mezclas de sulfatos de sodio y de magnesio en varios estados de hidratación, se agregan en pequeñas cantidades al electrólito ácido de cada celda. Suele haber indicios - de otros elementos como impurezas en la mayor parte de - los componentes o mezclados con ellos.

Se dispone de abundantes datos para demostrar que - el rendimiento de las baterías tratadas con estos mate-

riales no es significativamente distinto del de las baterías testigo sometidos a las mismas pruebas. La selección de las baterías para probarlas y de las baterías testigo para compararlas con ellas requiere cuidadosa atención. Hay que hacer las pruebas con habilidad, de acuerdo con principios de Ingeniería ya conocidos. Es obligatorio hacer pruebas testigo simultáneamente.

Hace ya más de cincuenta años que las autoridades en la materia conocían la ineficacia de pequeñas cantidades de hidrato, carbonato o sulfato de sodio agregadas al aconstrumbrado electrólito de ácido sulfúrico (Wade).

No solo se supone que el uso de dicho material acelera y perfecciona la recuperación de las celdas muy sulfatadas, sino que según se dice, a veces retarda la sulfación en el primer caso.

Sin embargo, los fabricantes de acumuladores rara vez recomiendan su empleo, y la opinión de muchos que lo han ensayado es de que no produce ninguna diferencia -- (esta ha sido la experiencia de Wade), y los ejemplos específicos de su éxito que han ofrecido no producen ninguna convicción.

Por lo tanto, parece que sus efectos, si los hay solo se hacen sentir en ciertas condiciones que todavía no se investigan.

Ha habido otras preparaciones, esencialmente sulfatos o

fosfatos de potasio, aluminio, etc.

En algunos aditivos se han encontrado elementos de los que se sabe sin duda que son perjudiciales para los acumuladores. Entre ellos figura el cobre, el hierro - nitratos, cloruros etc.

Accidentalmente se encuentran otros varios elementos en pequeñas cantidades, los cuales suelen variar de una muestra a otra. Algunas veces se alega que aquellos elementos que sólo se encuentran en pequeñísimas cantidades son beneficios, pero esta afirmación no ha podido ser confirmada por las pruebas autorizadas que se han realizado. Un pequeño indicio de manganeso, por ejemplo -, puede ser claramente perjudicada entre otros líquidos y soluciones que fueran un tipo más común de aditivo hace algunos años figuraba las soluciones de ácido sulfurico con sulfato de sodio o sin ella y con materia colorante. Se ofrecía hasta agua ordinaria con una tinta roja como panacea para las baterías sulfatadas.

En principios, su uso era semejante al tratamiento del agua para la sulfación pero el precio de esta "agua" es demasiado elevado.

## RECOMENDACIONES .- MOLINO DE VIENTO.

- Utilizar la escala simplificada de Beaufort observaciones desde tierra, la dirección del viento velocidad, y densidad del aire sino se tiene instrumento de medición (anemometro - Anemocinemografo)
- El servicio Metereologico nacional (Senami) Registra las velocidades del viento de superficie en - muchos lugares del País.
- La altura de la zona Geográfica influye en el comportamiento del molino ya que a mayor altura sobre el nivel del Mar (h.s.n.m) dísminuye la densidad del aire y por consiguiente también de los acumuladores que se utilizan .
- En todas las uniones soldadas se recomienden electrodos AWS- E6012 de 3/32 Pulgada de diametro para la construcción del molino.
- Proteger los elementos construidos en fierro con dos capas de pintura epóxica con base Bituminosa tipo (Cal - Tar Epoxi).
- Utilizar manual de mantenimiento para rotor, tornamesa, torre, veleta, etc.
- Para la instalación a el molino, se requiere un - lugar despejado de arboles y edificaciones cercanas.

B I B L I O G R A F I A

=====

- " RECLAIMING STORAGE-BATTERY RESIDUES"  
C.R. HAYWARD.
- " ACUMULADORES "  
GEORGE WOOD VINAL  
DOCTOR EN CIENCIAS, FISICO DE LA OFICINA NACIONAL DE  
NORMAS, SOCIO DEL INSTITUTO NORTEAMERICANO DE INGE-  
NIEROS ELECTRICISTAS Y MIEMBRO DE LA SOCIEDAD ELEC-  
TROQUIMICA.
- PILAS Y ACUMULADORES, MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA  
JOSE RAMIREZ VASQUEZ (BARCELONA-ESPAÑA)
- " FUNCTION OF INERT SUBTANCES IN LEAD ACUMULATORS"  
O. SCARPA.
- " STORAGE-BATERRY FORMATION TEMPERATURE AND COLD CAPACI  
TY  
T.C. LYNES F. HOVORKA.
- " LES ACCUMULATEURS ELETRIQUES "  
L. JUMAU - PARIS)
- " REPORT OF THE COMMITTE ON BATERY ADDITEVES DE LA ACA  
DEMIA NACIONAL DE CIENCIAS, CONSEJO NACIONAL DE IN-  
VESTIGACIONES.

- BIBLIOTECA, LABORATORIOS, DE LA CONSTRUCTORA ACUMULADORES PERUANA S.A. 1º FABRICANTES DE ACUMULADORES EN EL PAIS.
- Dr. HIPOLITO JERI G.
- PRUEBAS DE ENSAYO - NORMAS, - ITINTEC 6: 13-010  
BASADO EN LAS SIGUIENTES NORMAS
- CONVENIN 833-75 ACUMULADORES  
ELECTRICOS PLOMO-ACIDO
- NORMA CETIA 13A1 ENSAYOS Y ESPECIFICACIONES  
ELECTRICOS PARA BATERIAS PLOMO-ACIDO DE 6 y 12 V. PARA USO- AUTOMOTRIZ-INDUSTRIAL.
- SAE J 537h. STORAGE BATTERIES
- ENGINEERING STANDARD BATTERIES-12 VOLT U.S. AND CANADIAN USAGE.
- ENSAYO DE ITINTEC - ( 6 ; 13- 010)
- ALGESA " FABRICANTES DE ALTERNADORES  
"
- DELCO- REMY " ALTERNADORES"