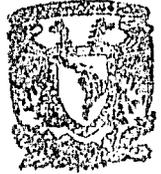


2 Efe. 2/1/94



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

**“Proyecto de un Laboratorio-Taller
de Fuentes Electroquímicas de Corriente”
(ACUMULADORES)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A

Tereza de Jesús Templos Carbajal

MEXICO, D.F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	<u>Página</u>
<u>CAPITULO I. INTRODUCCION</u>	1
<u>CAPITULO II. JUSTIFICACION DEL PROYECTO</u>	3
<u>CAPITULO III. GENERALIDADES</u>	4
Teoría sobre las reacciones del acumulador plomo-ácido.	
Teoría del doble sulfato.	
Reacciones de carga.	
Reacciones de descarga.	
Reacciones de formación.	
Reacciones y potencial en las placas positiva y negativa.	
<u>CAPITULO IV. PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL PLOMO</u>	12
Saturnismo.	
Lineamientos generales para la profilaxis del Saturnismo.	
<u>CAPITULO V. PROTECCION CONTRA LA CONTAMINACION</u>	14
Principios de control de riesgos.	
Mantenimiento.	
Control de emisiones de los sistemas de tubos de escape.	

<u>CAPITULO VI.</u> SUGERENCIAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA -	
PLANTA DE BATERIAS	19
1).- Localización del edificio.	
2).- Factores estructurales.	
3).- Terreno necesario.	
4).- Superficie y cubicación.	
5).- Electricidad en baterías y acumuladores.	
<u>CAPITULO VII.</u> DISPOSICION DEL LABORATORIO-TALLER	24
<u>CAPITULO VIII.</u> AREA DE CONTROL DE CALIDAD	27
a).- Oxido de plomo.	
a.1).- Densidad aparente.	
a.2).- Absorción de ácido.	
a.3).- Plomo libre	
a.4).- Expansor.	
b).- Plomo antimonial de 7 y 3%	30
c).- Agua	
d).- Acido sulfúrico.	
e).- Separadores.	
f).- Cajas de hule duro.	
g).- Tapas de una pieza.	
h).- Asfalto sellador.	
<u>CAPITULO IX.</u> AREA DE PRODUCCION	34
1).- DEPARTAMENTO DE VACIADO	35
Materias primas.	

a).- Fabricación de rejillas.	
Especificaciones de la aleación de las rejillas.	
Tabla. Diferentes tamaños de rejillas	39
b).- Fabricación de partes.(postes, puentes, - conectores, barras para soldar).	
Equipo.	
a).- Para vaciado de rejillas.	
b).- Para vaciado de partes.	
Servicios requeridos	46
Generalidades sobre el Spray.	
Riesgos de la salud.	
Control de riesgos.	
2).-DEPARTAMENTO DE EMPASTADO	52
Materias primas.	
Equipo.	
1).- Preparación de las pastas.	
2).- Empastado y secado de rejillas.	
Tabla. Datos para controlar el peso de la pas- ta seca en la rejilla empastada	58
Servicios requeridos.	
Riesgos de la salud.	
Control de riesgos.	
3).- DEPARTAMENTO DE CURADO DE PLACAS	65
Materias primas.	
Proceso.	

Riesgos de la salud.	
Control de riesgos.	
4).- DEPARTAMENTO DE SOLDADO DE ELEMENTOS	70
Materias primas.	
Equipo.	
Armado de grupos.	
5).- DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE	72
Materias primas,	
Equipo.	
Operación.	
6).- DEPARTAMENTO DE FORMACION Y CARGA	74
Equipo.	
Descripción del proceso.	
Cálculo del número de Amp.-hora por placa - positiva en el proceso de formación.	
Tabla. Programa para la formación de baterías ...	83
7).- DEPARTAMENTO DE ACABADO FINAL	85
PRUEBAS DE CAPACIDAD EN LOS ACUMULADORES	86
a).- Rendimiento en el arranque.	
b).- Reserva de capacidad.	
c).- Prueba de vibración.	
d).- Pruebas de ciclos frío y caliente.	
<u>CAPITULO X.</u> ANALISIS ECONOMICO.....	88

Costo de materias primas.

Costo de equipo.

CAPITULO XI. CONCLUSIONES 103

CAPITULO XII. BIBLIOGRAFIA 104

CAPITULO I

INTRODUCTION

INTRODUCTION

El objetivo del presente estudio es elaborar un proyecto de un Laboratorio-Taller de Fuentes Electroquímicas de Corriente; específicamente de acumuladores (plomo-ácido), en una Institución de Educación Superior, para que con esto, el estudiante tenga contacto - directo con lo que bien pudiera ser la Industria de los Acumuladores a nivel comercial, y al mismo tiempo tendrá la oportunidad de practicar, investigar y aprender; ya que éste Laboratorio-Taller - pretende hacer las veces de una planta piloto.

Creando tres áreas de trabajo principalmente;

- a).- Area de Investigación, Desarrollo y Docencia
- b).- Area de control de Calidad
- c).- Area de Producción

Alcances que se persiguen:

- Este Laboratorio-Taller será capaz de producir resultados - trasladables de acuerdo a instrucciones suministradas en diseño a gran escala y datos operacionales.

- Deberá permitir un rango muy amplio en las características - de operación que normalmente están disponibles en modelos de producción; así como también, deberá ser capaz de operarse durante pe ríodos relativamente largos bajo condiciones que no varíen con mucha frecuencia.

- Establecer una relación entre la Escuela-Industria
- Crear técnicos en Electroquímica

- La posibilidad de crear una Maestría en Tecnología Electroquímica.
- Investigación y Desarrollo de Tecnología y de Procesos Productivos.
- Dar asesoramiento a las Industrias que lo requieran.

CAPITULO II

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La finalidad de la Enseñanza en la Facultad de Química está relacionada con la Tecnología, abarca la Investigación Pura y Aplicada, la generación y empleo de planteamientos técnicos y prácticos dirigidos a la producción y al dominio de los medios materiales de trabajo.

La importancia de instalar un Laboratorio-Taller de Fuentes Electroquímicas de Corriente dentro de una Institución de Enseñanza Superior radica en tal finalidad, y perseguimiento de los siguientes objetivos:

- Ayudar a la formación Profesional del alumno, mediante la aplicación de sus conocimientos teóricos a actividades técnicas, - que le permitan adquirir experiencia y capacidad de resolver los problemas que se le presenten.
- Que el alumno tenga contacto directo con materias primas, máquinas, equipo, aparatos, instrumentos, etc.
- Proporcionarle al alumno un acercamiento al campo Profesional el cual no se da en las aulas.
- Mostrar al alumno la necesidad de desarrollar modelos productivos, haciéndole notar que no sólo es importante desarrollar modelos científicos.
- Proporcionar asesoría a industriales del ramo.
- Proporcionar servicio a la Institución Educativa.

CAPITULO III

GENERALIDADES

GENERALIDADES

Una batería eléctrica consiste de dos o más celdas conectadas en serie o en paralelo, que conviertan energía química en energía eléctrica.

Las partes esenciales de una celda electrolítica son: dos -- electrodos diferentes, sumergidos en un electrólito dentro de un re cipiente apropiado. Como ejemplo de electrodos podemos citar a los siguientes: placas de zinc y de cobre para formar una pila prima-- ria; o placas de plomo y dióxido de plomo para un acumulador. El - electrólito es una solución acuosa de ciertos ácidos, álcalis o sa les que se han encontrado aceptables para este propósito.

Las pilas se clasifican en dos grupos:

a).- Pilas primarias

b).- Pilas secundarias (acumuladores)

La diferencia entre estos dos grupos se basa en la naturaleza de las reacciones químicas que ocurren cuando se descargan.

a).- Las pilas primarias convierten energía química en ener-- gía eléctrica y son irreversibles.

b).- Las pilas secundarias convierten energía química en ener gía eléctrica mediante reacciones que son esencialmente reversibles; esto es, pueden cargarse pasando una corriente eléctrica en direcci ón opuesta a la descarga de la misma.

La energía eléctrica no se almacena como energía eléctrica, - pero sí como energía química. Durante el proceso de carga la ener gía eléctrica se convierte en energía química, y cuando después de algún tiempo la pila se descarga la energía química se convierte -

en energía eléctrica. La ley de la transformación de la energía gobierna estas transformaciones; que se enuncia como sigue; "La energía no se crea ni se destruye solamente se transforma".

Leyes de Faraday.- En el año de 1834 fueron formuladas por Faraday; indican la relación entre la acción electroquímica y la cantidad de electricidad que pasa a través de la celda.

Primera ley de Faraday:

Los efectos químicos producidos en los electrodos por el paso de una corriente eléctrica son directamente proporcionales a la magnitud de la corriente y al tiempo en que ésta fluye.

Segunda ley de Faraday, establece que:

Las cantidades liberadas o consumidas de varias substancias por la acción de una cantidad de energía eléctrica son en todos los casos proporcionales a los pesos equivalentes de dichas substancias.

La cantidad de energía eléctrica que libera 1 equivalente es la misma para todas las substancias y es igual a 96,500 coulombs. Esta cantidad se conoce como Faraday, es una constante fundamental en electroquímica.

TEORIA SOBRE LAS REACCIONES DEL ACUMULADOR

PLOMO - ACIDO

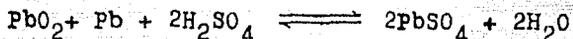
Formación, carga y descarga

En el caso particular de los acumuladores, los electrodos son un par de placas (formadas por una rejilla de plomo antimonio y - posts de litargirio); ya cargadas el electrodo negativo es de Pb -

esponjoso y el electrodo positivo de PbO_2 , sumergidas en ácido sulfúrico diluido, el que actúa como electrólito.

TEORIA DEL DOBLE SULFATO

La teoría del doble sulfato fué propuesta por Gladstone y Tribe en 1882, y posteriormente por Frankland. Esta teoría viene dada por la siguiente ecuación:



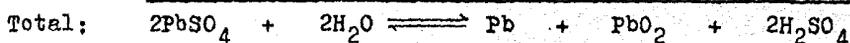
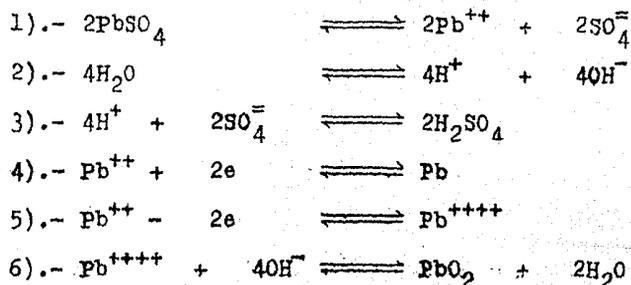
De izquierda a derecha la ecuación representa la descarga y de derecha a izquierda la carga. Gladstone y Tribe observaron la formación de sulfato de plomo en ambas placas durante la descarga y una subsecuente oxidación en la placa positiva, y una reducción en la placa negativa durante la carga.

REACCIONES DE CARGA

En la carga el sulfato de plomo de cada electrodo pasa a la solución y se ioniza. El agua también se ioniza tan rápido como las condiciones de equilibrio lo permiten. Los iones divalentes de plomo de la placa negativa conocida como cátodo, toma dos electrones neutralizando su carga, y posteriormente se deposita como plomo en estado sólido. Los iones divalentes de plomo de la placa positiva o ánodo son forzados por la corriente de carga para dar dos electrones, los cuales cambian a estado tetravalente. Cada uno de estos iones pueden unirse con dos iones oxígeno, a través de un paso intermedio para formar el dióxido de plomo, el cual se deposita en la placa. Los iones sulfato formados en cada placa se unen con dos -

iones hidrógeno para formar ácido sulfúrico en cada placa.

Reacciones:



REACCIONES DE DESCARGA

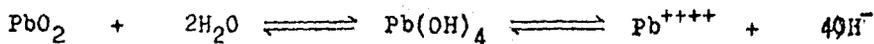
Placa negativa:

En la placa negativa el proceso es relativamente simple: Los iones plomo reaccionan con los iones sulfato, los cuales tienen cargas de igual magnitud pero de signos opuestos, para formar el sulfato de plomo. El sulfato de plomo es prácticamente insoluble en el electrolito pues inmediatamente precipita fuera de la solución y se deposita sobre el electrodo.

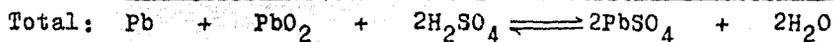
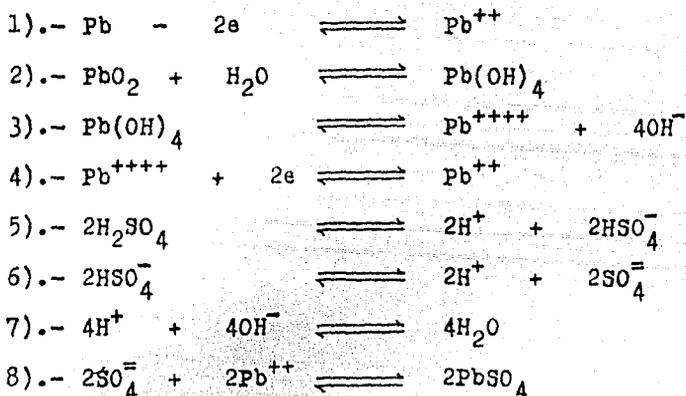
Placa positiva:

El dióxido de plomo es apreciablemente insoluble en ácido sulfúrico. Pequeñas cantidades de dióxido de plomo se combinan con -

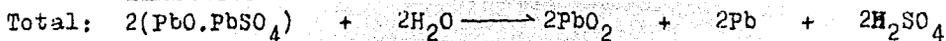
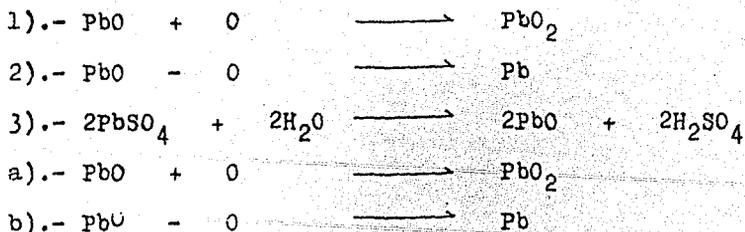
agua y se ionizan en iones de plomo tetravalente y en iones hidroxilo monovalente, de acuerdo a la siguiente ecuación:



Reacciones:



REACCIONES DE FORMACION



REACCIONES Y POTENCIAL EN LAS PLACAS

POSITIVA Y NEGATIVA

La corriente producida en el proceso está asociada a la diferencia de potencial en los electrodos la cual depende de:

a).- De los potenciales en equilibrio de las reacciones iónicas.

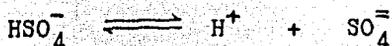
b).- De las concentraciones iónicas.

En el electrodo positivo la reacción iónica es:

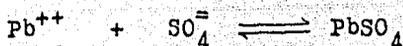


Esta diferencia de potencial es de 1.75 volts a 25°C.

La ionización del electrólito ocurre esencialmente con las siguientes reacciones;



Como un paso anterior en el proceso de descarga se combinan los iones plomo y sulfato para formar el sulfato de plomo. Este se deposita como un sólido en las placas. La reacción se representa por la ecuación:



El potencial simple de la placa positiva está dado por la ecuación:

$$E_p = 1.75 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Pb^{++++}]}{[Pb^{++}]}$$

Donde;

R= es la constante de los gases = 8.31 joules/^oK mol

T= temperatura absoluta = 298^oK

F= constante de Faraday = 96,500 coulombs

Las concentraciones de los iones se consideran muy pequeñas.

En forma análoga se obtiene el potencial del electrodo negativo. La reacción en este caso es:



para la cual el potencial en equilibrio es (-0.12); por lo tanto, el potencial simple es:

$$E_n = -0.12 + \frac{RT}{2F} \ln [Pb^{++}]$$

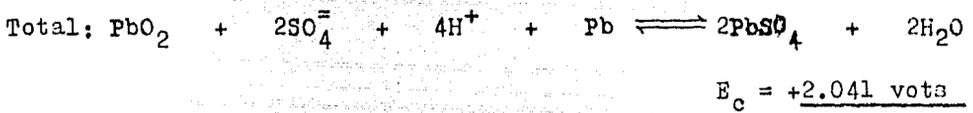
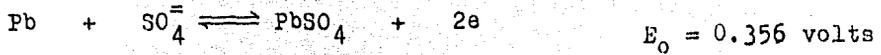
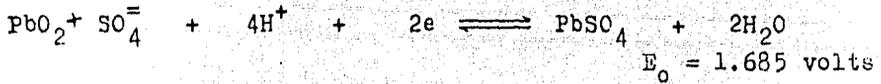
La fuerza electromotriz de la celda es la diferencia entre los dos potenciales simples, está dada por la siguiente expresión:

$$E = E_p - E_n = 1.75 + 0.12 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Pb^{++++}]}{[Pb^{++}]^2}$$

Cambiando la expresión a logaritmos de base 10 se tiene:

$$E = 1.87 + \frac{0.0591}{2} \log \frac{[Pb^{++++}]}{[Pb^{++}]^2}$$

El potencial en el acumulador depende principalmente de las siguientes dos reacciones:



C A P I T U L O I V

PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL PLOMO

PROBLEMAS OCASIONADOS POR EL PLOMO

Enfermedad ocasionada por el plomo:

Saturnismo.- Se denomina saturnismo a la intoxicación, aguda o crónica, producida por el plomo y sus compuestos.

A continuación se citan 3 vías mediante las cuales el plomo puede penetrar al cuerpo humano:

a).- A través del tracto respiratorio, por la inhalación de polvos, humos y vapores.

b).- A través del tracto gastrointestinal, por la ingestión de compuestos de plomo detenidos en las vías respiratorias superiores o introducidos a la boca en alimentos o con el tabaco, los dedos u otros objetos.

c).- En casos excepcionales a través de la piel y mucosas, como sucede con el tetraetilo de plomo, el cual disuelve las grasas de los tegumentos.

Lineamientos generales para la profilaxis del saturnismo.

a).- Cuando hay desprendimiento de polvos, humos o vapores de plomo durante las maniobras industriales, se construirán locales con ventilación exhaustiva cuyas tomas de absorción estén colocadas debajo del nivel de la nariz de los obreros.

b).- Toda maniobra de trituración, mezcla o fundición, será realizada por medio de procedimientos cerrados.

c).- Todos los compuestos de plomo en polvo, serán transportados por medio de tubos de vacío.

d).- Las maniobras de trabajo estarán provistas de corrientes

de agua que impidan que el polvo de plomo y sus compuestos caigan al piso.

e).- A diferentes intervalos durante las horas de trabajo y en diferentes sitios del local, se tomarán muestras de aire para su análisis químico, las cuales no deben traspasar el límite de seguridad de 1.5mg de plomo por $10m^3$ de aire.

f).- Para evitar la contaminación del aire exterior en el área circundante y como una medida económica de recuperación de materiales se instalarán precipitadores eléctricos en los tubos de salida.

g).- Durante las labores no comer, ni fumar, ni mascar chicle, y usar ropa especial.

CAPITULO V

PROTECCION CONTRA LA CONTAMINACION

PROTECCION CONTRA LA CONTAMINACION

El control del polvo y vapor de plomo debe ser una parte integral del proceso de producción, si a los métodos de control se les da una total consideración en la etapa de planeación y diseño del Laboratorio-Taller, los controles serán invariablemente más efectivos y será menos costosa su instalación.

El diseño y la estructura del Laboratorio-Taller es también de primordial importancia. Los pisos y las paredes deben tener superficies impermeables, los pisos graníticos se han encontrado satisfactorios excepto cuando se usa ácido, los pisos de rejilla son efectivos para los procesos de empartado y de separación de placas.

PRINCIPIOS DE CONTROL DE RIESGOS:

Se debe considerar el control de riesgos tóxicos. Si la sustancia tóxica que se está utilizando puede ser sustituida por otra no tóxica; (lo cual no es posible en la industria de acumuladores), el riesgo se elimina o si se puede utilizar una sustancia menos tóxica el riesgo disminuye. Este principio se aplica muy exitosamente a muchas industrias. Si la sustitución no es posible entonces debe aplicarse el siguiente principio: "El confinamiento del proceso bajo presión negativa asegura que el riesgo está contenido en el proceso". El confinamiento tipo humo de alacena permite al operador llevar a cabo su trabajo del proceso en un confinamiento con una abertura en donde la velocidad interna del aire es de 1m/seg, en el plano de la abertura debe contenerse el polvo o humo y prevenir su entrada a la zona de respiración del operador. Un ejemplo de -

procesos que usan éste método de control son: La preparación de la placa, armado de grupo, etc. La ventilación mediante tubos de escape puede usarse para controlar el humo o el polvo, pero no siempre es eficiente a causa de la dificultad de colocar la entrada del tubo de escape lo suficientemente cerca de la entrada de la fuente de contaminación. Deben tenerse cuidados con todos los sistemas de ventilación de tubos de escape para que exista un balance adecuado de aire de entrada hacia el área involucrada.

La ventilación general de alto estándar se requiere en todas las plantas que trabajen con procesos de riesgo tóxico. En efecto - un estándar de 10 a 15 cambios de aire por hora, se ha encontrado que es efectivo en el empastado a mano y en la máquina empastadora donde se involucran los túneles de secado y donde sólo se usen materiales húmedos para ser procesados. La ventilación general no debe usarse como un método de control en vista de que permite el contacto entre el operador y la sustancia tóxica. También debe notarse que en áreas con instalaciones fijas las cuales estén contaminadas con polvo, el incremento en el movimiento de aire puede incrementar el contenido de polvo de la atmósfera.

Pueden usarse los métodos húmedos de limpieza para suprimir el polvo, pero debe tenerse cuidado de asegurar altos estándares de limpieza a causa del peligro creado cuando el polvo se seca. El agua que se usa para éste propósito, puede ser recirculada a través de un sistema de filtración conveniente.

El uso de equipo protector de la respiración es la última línea de defensa, y su uso generalmente es aceptado como una medida temporal mientras se pone el riesgo bajo control.

MANTENIMIENTO

El trabajo de mantenimiento a menudo se lleva a cabo sobre el área de producción, el equipo, o las construcciones y servicios, - donde puede haber una alteración significativa de plomo, particularmente en las áreas donde la extracción no sea fácil o no esté en operación. Ejemplo de esto son el cambio de los sacos filtro, limpieza de la tubería principal de extracción, y la respiración de los transportadores de óxido chatarra. Debe tenerse el cuidado de asegurar que cualquier contaminación sea contenida hasta donde sea posible y donde sea necesario, evacuar el área.

Primero se debe llevar a cabo una limpieza usando equipo de vacío, antes de que comience el trabajo de mantenimiento en el equipo tal como secadores de placas, el grupo de máquinas apiladoras o llenadoras, etc. Deberá efectuarse una limpieza similar después del mantenimiento para remover el polvo originado por el trabajo de mantenimiento.

Donde partes de maquinaria o máquinas tengan que ser removidas a algún lugar para servicio o taller, deben limpiarse a fondo antes de que empiece el trabajo. Para las operaciones de desescorificado en las cucharas de colada y tubos alimentadores debe tenerse una área separada con una adecuada ventilación, mediante tubos de escape. Las máquinas pueden limpiarse antes de que se desmonten.

Son necesarios la ropa y el equipo protector de respiración para efectuar el mantenimiento. De por ejemplo, máquinas empastadoras, mezcladoras de pasta, y sistemas de recuperación de plomo.

Si el trabajo se prolonga, deben tomarse precauciones a la ho

ra de la comida, y en las ocasiones en que se tenga que dejar el -
área contaminada, por ejemplo para ir al almacén.

El mantenimiento debe ser muy bueno para asegurar que no haya fugas en las juntas y en las válvulas, etc. La gente de mayor ries-
go es el trabajador de mantenimiento, quien tiene que tratar con -
todas las roturas y los desperfectos de todas las áreas.

CONTROL DE EMISIONES DE LOS SISTEMAS DE TUBOS DE ESCAPE

a).- Descarga de los sistemas de ventilación a las áreas de
trabajo; el retorno del aire filtrado, debe tenerse cuidado de ase-
gurar que las salidas de los sistemas de ventilación por tubos es-
tén colocados de tal forma que el aire extraído no se realmente ha-
cia las áreas de trabajo, o áreas de tránsito interno del aire de-
los sistemas de ventilación por tubos, y de los limpiadores al va-
cío, sólo puede ser recirculado, si es eficientemente filtrado a -
través de filtros de alta eficiencia que puedan asegurar que el -
el aire no contiene más de una décima del TLV(valor límite umbral
igual a $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$), para el plomo. Es importante tener un sistema
de muestreo periódico para detectar fallas.

b).- Descarga de emisiones a la atmósfera; La salida de los
sistemas de ventilación exhaustiva descargan en la atmósfera a ni-
vel del techo del taller, los cuales están situados vía chimenea.
La concentración de plomo en una corriente, y en un volumen de -

aire descargado es un factor muy importante.

c).- Descarga de otros sistemas de ventilación: No son estándares tienen aún que fijarse para concentraciones de plomo en el aire a partir de los procesos, pero ellas pueden mantenerse lo más bajo como sea posible para producir bajas concentraciones de plomo en el aire que se ha filtrado de alguna forma. La necesidad de un filtro de aire se basa en situaciones de análisis cuantitativos del aire. Como los análisis no son fácilmente realizables, el único método aceptable de toma de muestra es por la técnica ISO-DINÉTICA, y debe efectuarlo una persona con experiencia.

De acuerdo a datos experimentales de una industria de acumuladores de plomo. La tabla siguiente nos indica en que parte del proceso existe la necesidad de tener un filtro de aire.

TABLA. I Requerimientos de filtros para el aire.

<u>PROCESO</u>	<u>REQUIERE FILTRACION</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
Fundido	no	
Fabricación de óxido y manejo	si	Se usan filtros Bag.
Mezclado de pastas	si	Puede usarse un depurador húmedo de gases
Empastado	no	
Curado y secado	no	
Formación	si	Humos ácidos
Secado de placas	no	
Preparación de placas	si	Filtro seco o depurador húmedo de gases
Construcción del grupo.		Puede requerirse dependiendo del método de trabajo y de las circunstancias del local

CAPITULO VI

SUGERENCIAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE BATERIAS

SUGERENCIAS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE BATERIAS

1).- LOCALIZACION DEL EDIFICIO

Es muy importante la selección de la posible localización de la fábrica. Debe evitarse si es posible alguna localización que es té considerada esencialmente residencial; áreas industriales cerca de otras fábricas son normalmente buenas localizaciones para fábricas de baterías. Estas áreas normalmente tienen todos los servicios requeridos como gas, energía eléctrica, agua y líneas de drenaje.

Es importante que haya cerca buenos accesos de transportación. Con los estándares actuales, buenas carreteras para la transportación de los camiones con la materia prima a la planta.

2).- FACTORES ESTRUCTURALES

Es necesario hacer o levantar unas plataformas para que sea fácil el manejo de embarques hacia los camiones.

Seguridad estructural:

a).- Todos los edificios, permanentes o provisionales serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y de los derivados de los agentes atmosféricos.

b).- Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para los que han sido calculados.

c).- Se indicará por medio de rótulos o inscripciones las car-

gas que los locales pueden soportar o suspender quedando prohibido sobrecargar pesos.

Es muy importante tener techos altos para hacer una buena ventilación y reducir el riesgo a la salud por envenenamiento con plomo. Los pisos deberán ser de concreto reforzado con una alta resistencia y de adecuado espesor para soportar las pesadas cargas en el piso de una fábrica de baterías. Desde las materias primas como plomo puro y óxido de plomo hasta la batería terminada involucran grandes pesos. Almacenes de plomo, partes de plomo etc, contribuyen a tener un gran peso sobre los pisos por metro cuadrado, también es deseable que el piso de concreto esté liso sin áreas rugosas, - alguna área rugosa puede causar daño en los materiales de proceso.

Una fábrica de baterías no puede tener demasiado drenaje en el piso. Estos drenajes deberán recoger los materiales de plomo que pueden ser salvados y no se han perdido en la alcantarilla.

Para proteger las alcantarillas contra la corrosión y el daño causado por el ácido sulfúrico, éste líquido de proceso deberá conectarse al drenaje plubial antes que el drenaje sanitario.

3).- TERRENO NECESARIO

El tamaño del edificio requerido para la fábrica de baterías es extremadamente difícil de estimar. Hay muchas variaciones para las fábricas de baterías por eso es problemática la división del terreno. Algunos factores que se tienen que considerar son:

- 1).- ¿Fabricará la planta su propio óxido?
- 2).- ¿Hará la planta únicamente baterías húmedas?
- 3).- ¿Hará la planta únicamente baterías cargadas en seco?

- 4).-¿Hará la planta ambas baterías secas y húmedas?
- 5).-¿Usará la planta recipientes, tapas, separadores y óxidos locales?
- 6).-¿Usará la planta recipientes, separadores, tapas y óxidos importados?
- 7).-¿Producirá la planta todos los diferentes tipos y tamaños de materias primas que estén actualmente en el mercado mundial?

Es obvio que todas las preguntas anteriores son muy importantes cuando se está tratando de definir el terreno de la fábrica.

El siguiente ejemplo nos dará una idea de las dimensiones del edificio requeridas; pensando que el óxido, tapas, recipientes y separadores serán importados con unos intervalos máximos de 60 días entonces se debe contar con un almacén para 60 días de capacidad. Para una capacidad de unas 150 baterías por día se requiere un terreno de 1,000 metros cuadrados. Si la planta está intentando producir una línea completa de los tamaños de baterías entonces es necesario tener un pequeño espacio disponible para futuras ampliaciones, y deberá incluir también un espacio para oficinas; aproximadamente se requiere de 2,000 metros cuadrados.

4).- SUPERFICIE Y LUBRIFICACION

Quando se arregla o distribuye una planta de baterías es siempre nuestro deseo tener un flujo de producción consistente y uniforme con mínimas distancias entre operaciones. Esto no es únicamente importante para la producción sino que también ayuda a reducir la cantidad de plomo en el aire. Entre menor es la distancia donde se

transportan los materiales de plomo más baja será la cantidad de -
impurezas de plomo producidas.

Los locales deberán reunir las siguientes características:

- a).- 3m de altura desde el piso al techo
- b).- $2m^2$ de superficie por cada trabajador
- c).- $10m^3$ por cada trabajador

Para el cálculo de superficie y volumen se tendrán en cuenta
espacios ocupados por máquinas, aparatos, etc.

Pasillos:

Condiciones mínimas:

- a).- 1.20m de anchura para pasillos principales
- b).- 1.0m de anchura para pasillos secundarios

Puertas y salidas:

- a).- La distancia entre el interior y el exterior no excederá
de 45m.
- b).- Ancho mínimo de puertas 1.20m.

5).- ELECTRIFICACIÓN DE BATERÍAS Y ACUMULADORES

a).- Si la tensión de servicios es superior a 250 volts, con relación a tierra, el suelo de los pasillos de servicios será eléctricamente aislante.

b).- Cuando entre las piezas desnudas bajo tensión, exista una diferencia de potencial superior a 250 volts, se instalará de modo que sea imposible para el individuo el contacto simultáneo o inadvertido con ellos.

c).- Se mantendrá una ventilación cuidadosa que evite la existencia de una atmósfera inflamable y nociva.

Quando las baterías fijas de acumuladores estén situadas en locales que se emplean además para otros fines, . Aquellos estarán provistos de envolturas o protecciones y de dispositivos especiales para evitar la acumulación de los gases inflamables.

Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados de las que:

a).- Esten instalados en locales aislados y destinados exclusivamente para motores.

b).- Esten instalados en altura no inferior a 3.0.

C A P I T U L O V I I

DISPOSICION DEL LABORATORIO-TALLER

DISPOSICION DEL LABORATORIO-TALLER

Este Laboratorio-Taller deberá ser capaz de producir resultados trasladables de acuerdo a instrucciones suministradas en diseño a gran escala y datos operacionales.

Deberá permitir un rango muy amplio en las características de operación que normalmente están disponibles en modelos de producción; así como también, deberá ser capaz de operarse durante períodos relativamente largos bajo condiciones que no varíen con mucha frecuencia.

Lo anterior se logrará en las siguientes áreas:

a).- Area de Investigación y Desarrollo

El objetivo práctico de ésta área es investigar un proceso para proveer de datos científicos que permitan el diseño racional de un proceso de fabricación con un mínimo de gastos en equipo y tiempo; y para operar el proceso bajo las condiciones más favorables.

En ésta área practicarán estudiantes e investigadores asesorados por un Profesor, y también habrá un Jefe de dicha área.

b).- Area de Control de Calidad

El objetivo práctico de ésta área es mantener tanto las materias primas como el producto terminado dentro de un cierto rango de especificaciones. Así como también, el control de calidad de cada una de las partes que integran al acumulador durante la etapa de fabricación.

A ésta área tendrán acceso estudiantes asesorados por un Pro-

fesor y será coordinada por un Jefe.

c).- Area de Producción

El objetivo práctico de ésta área es la creación de un producto terminado. Mediante la aplicación adecuada de los conocimientos que tiene el alumno sobre el proceso tales como: Condiciones de operación y tiempo.

Esta área es la más grande debido a cada uno de los departamentos que la constituyen.

Debido al tamaño de ésta área podrán trabajar aproximadamente 20-25 alumnos distribuidos en cada uno de los departamentos, los cuales serán asesorados por un Profesor y coordinados por un Jefe.

NOTA. En las dos áreas anteriores podrán trabajar de 6 a 10 alumnos. Es conveniente que sean grupos muy pequeños para que así se aproveche al máximo cada una de las prácticas.

El Laboratorio-Taller contará con un almacén de materia prima y producto terminado, el cual será controlado por una persona.

También contará con una oficina general, la cual coordinará todas las actividades de las áreas anteriores, esto lo hará un Jefe.

Fuera del Laboratorio-Taller se tendrán aulas y una Biblioteca.

De acuerdo a lo aquí discutido y a las sugerencias para la construcción de una planta de baterías. Se ha elaborado un plano de distribución y disposición del Laboratorio-Taller de Fuentes -

Electroquímicas de Corriente, el cual se muestra en la página siguiente.

NOTA. En el plano se contemplan dos áreas: Acumuladores y Recubrimientos Electrolíticos. Como se piensa crear una nave en donde estén estas áreas; pensamos que es conveniente presentar el plano completo para que así, se tenga una visión más amplia de como quedarían integradas las mismas.

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

AREA DE CONTROL DE CALIDAD

AREA DE CONTROL DE CALIDAD

El objetivo práctico de ésta área es mantener tanto las materias primas como el producto terminado dentro de un cierto rango de especificaciones. Así como también el control de cada una de las partes que integran al acumulador durante la etapa de fabricación; esto es, dentro del área de producción.

Para mantener la uniformidad en el control de calidad y un mejoramiento, es necesario que durante la realización del mismo se efectúen tablas y gráficas de los resultados obtenidos.

Las materias primas que se requieren en la construcción de un acumulador son las siguientes:

- 1).- Plomo antimonial de 7% para la fabricación de rejillas.
- 2).- Plomo antimonial de 3% para la fabricación de pequeñas partes (postes, conectores, puentes, barras para soldar).
- 3).- Oxido de plomo para las placas positivas (PbO y Pb_3O_4)
- 4).- Oxido de plomo para las placas negativas (PbO) con adición de material expansor.
- 5).- Agua
- 6).- Acido sulfúrico
- 7).- Separadores de hule microporoso
- 8).- Cajas de hule duro
- 9).- Tapas de hule duro
- 10).- Asfalto

Las especificaciones para las materias primas son las siguientes:

a).- OXIDO DE PLOMO

Al óxido de plomo requerido para la fabricación de las pastas positiva y negativa, se le deben realizar las siguientes pruebas - de control de calidad.

a.1).- Densidad aparente.- Dicha densidad se determina mediante un Scottímetro, el experimento consiste en determinar el peso - en gramos de óxido que cabe en un cubo de una pulgada cúbica. La - densidad aparente o Valor de Scott para el plomo rojo (Pb_3O_4), deberá encontrarse entre 10-30 gramos por pulgada cúbica y de 12 a - 45 gramos por pulgada cúbica para el litargirio.

$$\text{Densidad aparente} = \text{Peso del cubo con muestra} - \text{Peso del cubo vacío}$$

a.2).- Absorción de ácido.- Consiste en determinar la cantidad de ácido que es absorbida por el óxido de plomo, la cual se lleva a cabo de la siguiente forma: Se pesan 50g de muestra dentro de un matraz de 500ml y se adicionan 100ml de ácido sulfúrico de densidad 1.100, se agita vigorosamente durante 10 minutos y se deja reposar durante 5 minutos. Se toma una alícuota filtrada de la solución - anterior y se titula con KOH 1N. Por otra parte se toma una alícuota de ácido igual a la anterior, pero sin agregar óxido de plomo y se titula con KOH 1N. El número de ácido se determina por:

$$\begin{aligned} \text{Número de ácido} &= (\text{ml KOH del blanco}) - (\text{ml KOH de prueba})(N \text{ KOH})(9.8) \\ \text{No. de ácido} &= \text{mg de ácido/g de óxido.} \end{aligned}$$

a.3).- Plomo libre.- El litargirio generalmente contiene de un 25%-35% de plomo metálico libre; dicho porcentaje se determina como

sigue; Se pesa una cantidad de óxido (40-50g), y se coloca en un vaso de precipitados, se le añade 500 cm³ de solución al 25% de ácido acético y se hierve durante unos minutos. El ácido acético disuelve al PbO, pero no al plomo metálico el cual queda en el fondo del vaso; el plomo metálico se lava, se seca y se pesa.

a.4).- Expansor.- La diferencia que existe entre el óxido de plomo utilizado para las placas positivas y las placas negativas, es que el óxido que se utiliza para las placas negativas contiene material expansor.

El material expansor deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Material expansor:

Agente orgánico	0.20%
Sulfato de bario	0.50%
Negro de humo	0.30%

Agente orgánico.- Generalmente se utiliza lignina la cual se obtiene de la madera.

Sulfato de bario.- Deberá ser de la variedad de precipitado "blanco fijo", con la siguiente especificación:

Sulfato de bario	97.0% máximo
Humedad	0.25% máximo
Hierro	0.03% máximo
Magnesio	0.25% máximo
Cloro	trazas

Dicho sulfato debe ser capaz de atravesar una pantalla de 100 mallas.

Negro de humo.- Deberá estar libre de aceite y materia resinosa, determinada mediante un decoloramiento con bencina; deberá te-

ner como mínimo un 75% de humectabilidad inicial en ácido sulfúrico de una densidad de 1.400. La humectabilidad se determina de la siguiente forma:

Se coloca en un tubo de ensaye 0.5g de negro de humo y se le agregan 15 cm³ de ácido sulfúrico de una densidad 1.400 a 80° F (27° C).

b).- PLOMO ANTIMONIAL DE 7 y 3%

Se hacen análisis cuantitativos para determinar las especificaciones dadas por el proveedor.

c).- Agua

En algunas fábricas de acumuladores comúnmente se utiliza agua corriente (agua potable), en otras se utiliza agua destilada; esto se debe a que se tiene que evitar que el agua tenga un alto contenido de sales, debido a que éstas pueden causar problemas de incrustación en las líneas del agua. Para evitar estos problemas debemos vigilar que el agua cumpla con las siguientes especificaciones:

TABLA.II.

Valores máximos de impurezas contenidas en el agua

<u>IMPUREZA</u>	<u>CALCULADA COMO:</u>	<u>PARTES POR MILLON</u>
Color		crystalina
Materia suspendida		trazas
Sólidos totales		100.0
Oxidos de calcio y magnesio	CaO y MgO	40.0
Hierro	Fe	5.0
Amonio	NH ₄	8.0
Mat. orgánicas e inorgánicas		50.0
Nitratos	NO ₃	10.0
Nitritos y cloruro	NO ₂ , Cl	5.0 , 5.0

En el caso de que el agua disponible no se encuentre dentro - de éstas especificaciones, entonces se le debe hacer un previo tra-
tamiento.

d).- ACIDO SULFURICO

El ácido sulfúrico especificado como "Grado electrólito", ge-
neralmente es comprado a 66⁰ Baumé, el cual contiene como mínimo -
93% en peso de ácido sulfúrico. La densidad del ácido deberá ser -
1.833 a 60⁰F(15.5⁰C), cuando se cheque con un hidrómetro calibrado
a 60⁰/60⁰F(15.5⁰/15.5⁰C). La corrección con respecto a la tempera-
tura cuando sea necesario deberá ser de 0.00054 por ⁰F ó 0.00094 -
por ⁰C(para ésta fuerza de ácido únicamente).

Las especificaciones para el ácido sulfúrico son las siguien-
tes:

	(% máximo)
Fierro	0.015
Acido sulfúrico	0.004
Arsénico y antimonio	0.0002
Manganeso	0.00004
Nitrato	0.0005
Amonio	0.002
Cloro	0.001
Cobre	0.005
Platino	0.0
Materia orgánica	trazas
Residuo fijo	0.05

Deberá estar libre de sedimento y no tener color, cuando mu-
cho se aceptará un color ámbar.

NOTA:

$$^{\circ}\text{Baumé} = 145 - \frac{145}{\text{S.G. } 60^{\circ}\text{F}/60^{\circ}\text{F}}$$

e).- SEPARADORES

Los separadores pueden ser de madera, de hule microporoso, de fibra de vidrio, a base de celulosa, de PVC (cloruro de polivinilo).

Cualquiera que sea el tipo de separador que utilizemos es necesario que tenga la siguiente cualidad: "Todos los separadores deben poseer la porosidad o permeabilidad"; ésta es la capacidad de la corriente eléctrica para fluir de una placa, atravesar el separador y pasar a la placa adyacente. Los separadores deben tener una porosidad de 0.030 ohms por pulgada cuadrada (0.19 ohms/cm²).

f).- CAJAS DE HULE DURO

De acuerdo con los métodos dados por la A.S.T.M. (Sociedad americana para pruebas de materiales) para los recipientes de baterías hechos de hule duro o materiales equivalentes, las especificaciones para dichas cajas son:

- | | |
|--|---|
| 1).- Manganeso | 0.003% máximo |
| 2).- Hierro | 0.30% máximo |
| 3).- Resistencia al ácido | = 2 ^o días |
| 4).- Cambios máximos de dimensión | 2.0% |
| Peso máximo | 35mg por pulgada cuadrada |
| Penetración del ácido | 1/64 pulgada máximo |
| 5).- Resistencia al impacto. 2 lb. 12 pulg.-libra promedio | |
| Una bola sólida de acero arriba de 0.300 pulg. de espesor de la barra. | Abajo de 8pulg.-libra |
| 0.3 Opulg. o más de espesor de la barra | 20pulg.-libra promedio |
| 6).- Prueba al pandeo | abajo de 16 pulg.-libra |
| | Temperatura 160 F. ningún valor más grande de 0.070 pulgadas. |
| 7).- Ciclos - Caliente - Frío | No se permite ninguna falla en 10 ciclos |
| 8).- Prueba a alto voltaje | Se aplica un voltaje de 100 volts por milésima de espesor con un voltaje máximo de prueba de 30,000volts no se permite ninguna falla. |

g).- TAPAS DE UNA PIEZA

Reunirán las siguientes especificaciones;

- 1).- Que no se afecten por el ácido sulfúrico de 1.300 de densidad.
- 2).- A temperaturas extremas de -40° a 200° F deben mantener la estabilidad de sus dimensiones.
- 3).- Resistir los efectos galvánicos. Carga y descarga
- 4).- No deben romperse o rajarse al aplicarles una fuerza de compresión razonable.
- 5).- Deben tener buena resistencia a la tensión.

h).- ASFALTO SELLADOR

El compuesto sellador es muy resistente al ácido. Las especificaciones para el compuesto asfalto sellador de acuerdo con los métodos de la A.S.T.M. son las siguientes:

Punto de ablandamiento. (anillo y bola) $185-195^{\circ}$ F ($85-91^{\circ}$ C)

Penetración. (Hondo en milímetros)

100g/5seg.	77° F (25° C).	50mínimo-50máximo
50g/5seg.	152° F (46° C).	100mínimo-100máximo
200g/60seg.	32° (0° C).	30mínimo-30máximo

El control de calidad del área de producción se lleva a cabo por medio de una inspección a cada uno de los departamentos.

El control de calidad para el producto terminado se discutirá en un capítulo posterior.

CAPITULO IX

AREA DE PRODUCTION

AREA DE PRODUCTION

El objetivo práctico de ésta área es la creación de un producto terminado. Mediante la aplicación adecuada de los conocimientos que tiene el alumno sobre el proceso, tales como: Condiciones de operación y tiempo. Así como también se dará servicio de mantenimiento y reparación, a los acumuladores que así lo requieran.

El área de producción consta de varios departamentos.

- 1).- Departamento de vaciado
- 2).- Departamento de empastado
- 3).- Departamento de curado de placas
- 4).- Departamento de soldado de elementos
- 5).- Departamento de ensamble
- 6).- Departamento de formación y carga
- 7).- Departamento de acabado final.

A continuación haré una breve descripción de cada uno de éstos departamentos. Esta descripción incluye una serie de datos técnicos y recomendaciones que serán de gran utilidad para las personas que practiquen en esta área.

1).- DEPARTAMENTO DE VACIADO

Este departamento tiene como objetivo producir las rejillas - y las partes (conexiones, postes, puentes), de plomo antimonial para la construcción de la batería.

MATERIAS PRIMAS:

Plomo antimonial de 7 y 3% de antimonio

a).- Fabricación de rejillas.

Este accesorio denominado rejilla consiste de un enrejado de plomo antimonial moldeado y diseñado especialmente para cada necesidad, el cual tiene por objetivo sostener la pasta que va a ir colocada en él, y además conducir la corriente eléctrica, ya que; la pasta o material activo en sí es mala conductora.

Las rejillas mantienen una distribución de corriente uniforme por la masa del material activo. Con esto se evitan los deslaves de dicho material y deformaciones en las placas, debido a que de ésta forma los cambios de volumen durante la carga y descarga en el material serán uniformes.

Las rejillas para las placas positiva y negativa frecuentemente están diseñadas con la misma composición y peso. Existe una diferencia entre la que se usará para la placa positiva de la que se usará para placa negativa, ésta es, que comúnmente la primera es un poco más gruesa que la segunda por lo general de 10 a 15 milésimas de pulgada. Esto se debe a que las placas negativas se encuentran en una más que las placas positivas. Así por ejemplo, si tiene

mos una celda que tiene 13 placas, entonces; tendremos 6 placas po
sitivas y 7 placas negativas.

Especificaciones de la aleación de la rejilla.

Los usos del antimonio varían según el tipo de aleación o del fabricante, desde un 3.5% hasta un 7%. Las tolerancias normales pueden ser más o menos de un 0.25% del porcentaje designado. Por ejemplo si yo elijo una aleación que contenga 7% de antimonio, ésta puede variar de 6.75% a 7.25%; la adición de antimonio resulta favorable para facilitar las operaciones de vaciado, para disminuir los efectos corrosivos producidos por el ácido sulfúrico y por la corriente de carga, y también sirve para evitar el encogimiento de la rejilla al terminar el vaciado. El estaño proporciona una mayor fluidez, condición que es requerida para un mejor moldeo y ayuda considerablemente al llenado del molde.

Se ha encontrado que la siguiente aleación es muy buena y que tiene una gran resistencia a la corrosión. La resistencia a la corrosión significa la habilidad para mejorar los efectos destructivos de excesiva carga o sobrecarga.

Especificación:

Antimonio	7%
Arsénico	0.550% máximo - 0.450% mínimo
Estaño	0.500% máximo - 0.300% mínimo
Plata	0.010% máximo
Hierro	0.005% máximo
Cobre	0.100% máximo
Níquel	0.010% máximo
Cobalto	0.005% máximo
Zinc	0.006% máximo
Bismuto	0.050% máximo
Cadmio	0.005% máximo
Manganeso	0.005% máximo

Como puede observarse en la gráfica número (1) de "Puntos de solidificación de la aleación plomo-antimonio contra % de antimonio en plomo". Aleaciones con bajo contenido de antimonio solidifican aproximadamente a 554°F (300°C), el cual es un valor muy elevado en comparación con la aleación de plomo que tiene el mayor contenido de antimonio. Esto significa que en las operaciones de vaciado de rejillas, el más bajo contenido de antimonio (3.5%) hace más difícil el vaciado, y la temperatura de operación del molde debe incrementarse en la misma proporción en que se incrementa el punto de solidificación de la aleación.

NOTA: Una mayor cantidad de arsénico en ésta especificación, da como resultado una mejora en la resistencia contra la corrosión provocada por sobrecarga.

GRAFICA. (1).

PUNTOS DE SOLIDIFICACION DE LA ALIACION Pb-Sb.

V. S.

% DE ANTIMONIO EN PLOMO

Estañó - 0.25%
Cobre - 0.05%

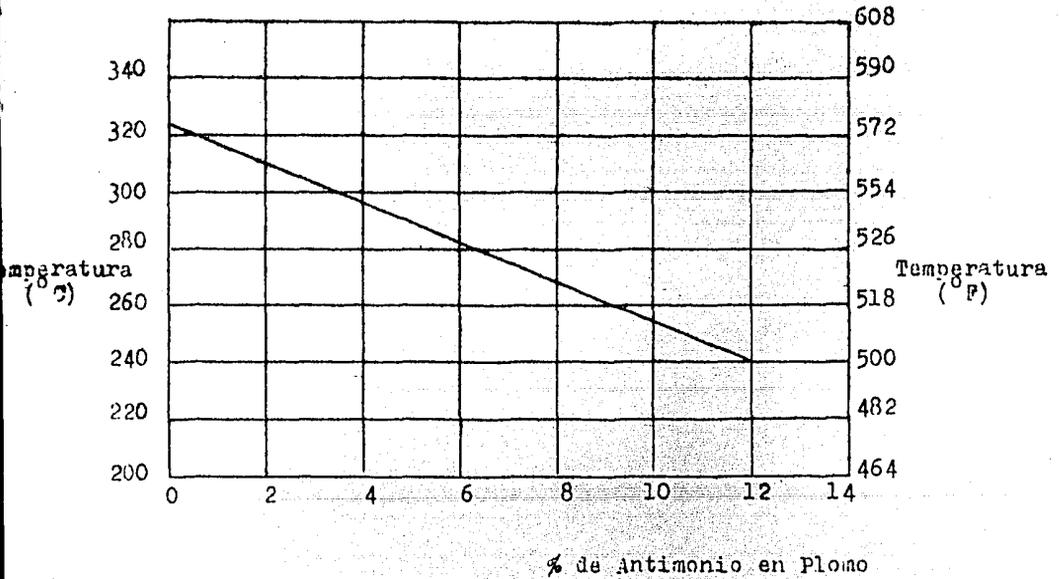


TABLA. III

DIFERENTES TAMAÑOS DE REJILLAS

TIPO DE REJILLA	ANCHO	ALTO	ESPESOR	No. DE ALMBRES		ALTURA PATA	PESO APROX.
				HORIZONTALES	VERTICALES		
REGULAR	5-5/8 in	4-7/8 in	0.070 in	30	7	1/8 in	0.157 lb
	14.29 cm	12.39 cm	1.78 mm			3.2 mm	71 g
REGULAR	5-5/8 in	4-7/8 in	0.080 in	30	7	1/8 in	0.174 lb
	14.29 cm	12.39 cm	2.03 mm			3.2 mm	79 g
BAJA	5-5/8 in	4-7/16 in	0.70 in	28	7	3/32 in	0.150 lb
	14.29 cm	11.28 cm	1.78 mm			2.4 mm	68 g
BAJA	5-5/8 in	4-7/16 in	0.080 in	28	7	3/32 in	0.165 lb
	14.29 cm	11.28 cm	2.03 mm			2.4 mm	75 g
ALTA	5-5/8 in	5-1/4 in	0.070 in	34	7	1/8 in	0.167 lb
	14.29 cm	12.32 cm	1.78 mm			3.2 mm	76 g
ALTA	5-5/8 in	5-1/4 in	0.080 in	34	7	1/8 in	0.190 lb
	14.29 cm	13.32 cm	2.03 mm			3.2 mm	88 g

continúa TABLA III

DIFERENTES TAMAÑOS DE REJILLAS

TIPO DE REJILLA	ANCHO	ALTO	ESPESOR	No. DE ALAMBRES		ALTURA PATA	PESO APROX.
				HORIZONTALES	VERTICALES		
ANGOSTA	4-1/4 in	5-1/4 in	0.07 in	34	5	3/32 in	0.132 lb
	10.8 cm	13.32 cm	1.78 mm			2.4 mm	60 g
ANGOSTA	4-1/4 in	5-1/4 in	0.08 in	34	5	3/32 in	0.145 lb
	10.8 cm	13.32 cm	2.03 mm			2.4 mm	66 g
CONVEN- CIONAL	4-4/5 in	4-1/2 in	0.07 in	26	6	3/32 in	0.123 lb
	12.2 cm	11.42 cm	1.78 mm			2.4 mm	56 g
CONVEN- CIONAL	4-4/5 in	4-1/2 in	0.08 in	26	6	3/32 in	0.134 lb
	12.2 cm	11.42 cm	2.03 mm			2.4 mm	61 g
CAMIONES	5-5/8 in	4-7/8 in	0.125 in	30	7	1/8 in	0.300 lb
	14.29 cm	12.39 cm	3.2 mm			3.2 mm	61 g
CAMIONES	5-5/8 in	4-7/8 in	0.156 in	30	7	1/8 in	0.400 lb
	14.29 cm	12.29 cm	4.0 mm			3.2 mm	181 g

continúa TABLA III

DIFERENTES TAMAÑOS DE REJILLAS

TIPO DE REJILLA	ANCHO	ALTO	ESPESOR	No, DE ALAMBRES		ALTURA PATA	PESO APROX.
				HORIZONTALES	VERTICALES		
REGULAR DELGADA	5-5/8 in	4-7/8in	0.060 in	30	7	1/8 in	0.14 lb
	14.29 cm	12.39cm	1.53 mm			3.2 mm	63 g
BAJA DELGADA	5-5/8 in	4-7/16in	0.060 in	28	7	3/32in	0.1351b
	14.29 cm	11.28 cm	1.53 mm			2.4 mm	61 g
ALTA DELGADA	5-5/8 in	5-1/4 in	0.060 in	34	7	1/8 in	0.1451b
	14.29 cm	11.32 cm	1.53 mm			3.2 mm	66 g
ANGOSTA DELGADA	4-1/4 in	5-1/4 in	0.060 in	34	5	3/32in	0.1281b
	10.8 cm	11.32 cm	1.53 mm			2.4 mm	59 g

b).- Fabricación de partes. (Postes, barras para soldar, puentes, conectores).

b.1).- Un poste, es una barrita cilíndrica de plomo antimonial con una base del tamaño indicado para unir una cantidad específica de placas positivas o negativas.

b.2).- El puente tiene por objetivo unir dos celdas adyacentes por medio de los postes, ya sea conectándolos, positivo con negativo (conexión en serie), o positivo con positivo (conexión en paralelo).

b.3).- Barras para soldar, como sobrante del vaciado de los postes y puentes, quedan unas barras del mismo material, que se usan para soldar en el departamento de ensamble.

La siguiente especificación es un ejemplo con la cual se aseguran buenos resultados en el vaciado de pequeñas partes de plomo.

Especificación:

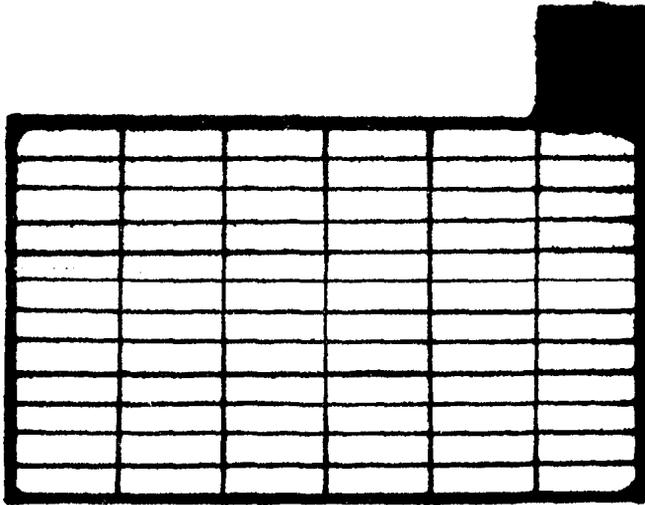
Antimonio	3.25% máximo	- 2.75% mínimo
Arsénico	0.120% máximo	- 0.025% mínimo
Estañio	0.500% máximo	- 0.100% mínimo
Plata	0.010% máximo	
Fierro	0.005% máximo	
Cobre	0.100% máximo	
Níquel	0.010% máximo	
Cobalto	0.005% máximo	
Zinc	0.006% máximo	
Bismuto	0.050% máximo	
Cadmio	0.005% máximo	
Manganeso	0.005% máximo	

Además de las impurezas mencionadas en esta especificación, el metal deberá ser homogéneo y libre de oclusiones sólidas.

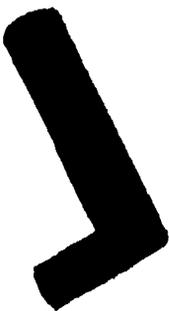
En este caso vamos a utilizar plomo antimonial de 3%, esto nos conviene porque las partes que se van a vaciar son de mayor espesor y más pequeñas que las rejillas, lo que permite una mayor fa

colocados en el interior de los molinos.

FIGURA. (A)



(a).- Rejilla



(b).- Puente



(c).- Puente

EQUIPO

a).- Para vaciado de rejillas.

Máquina rejilladora y moldes para rejilla

La máquina rejilladora (con las ollas de plomo), usualmente se calienta con gas, aunque también existen aquéllas que utilizan diesel o electricidad. La mayoría de las máquinas rejilladoras funcionan de la misma manera; vaciando sólo una rejilla doble en posición vertical a un molde montado verticalmente, una mitad de ese molde es estacionaria y la otra mitad es móvil sobre las barras conductoras.

Una olla de plomo de 1000 a 1200 libras (600Kg), de capacidad servirá para operar una máquina rejilladora. Una bomba de pistón o centrífuga proporcionará el plomo de la olla hacia la máquina rejilladora.

Instrucciones de operación para el vaciado de rejillas:

a).- La olla de plomo usualmente es una pieza de acero de hierro forjado que tiene una capacidad aproximada de 1000 a 1200 libras de plomo. Al empezar una nueva operación se debe llenar la olla con pedazos de rejilla o pequeñas piezas de plomo aproximadamente de 8 a 10 centímetros de profundidad. Se aplica calor gradualmente, y se agrega el plomo hasta que llegue aproximadamente 2cm abajo del borde de la olla.

La temperatura de operación de la olla de plomo debe ser aproximadamente 750°F (400°C), para disminuir la formación de escoria y tener una buena operación. La olla debe ser limpiada y la escoria-

retirada sólo cuando sea absolutamente necesario.

b).- Las líneas de plomo deberán ser reemplazadas una o dos veces al año, dependiendo de la acumulación de escoria dentro de las líneas. Se deben usar únicamente uniones de acero en las líneas.

c).- Es sin duda alguna que el éxito de la elaboración de una buena rejilla lo constituye el uso de spray en los moldes de la rejilla. La temperatura óptima para aplicar el spray en el molde es de 275°F a 300°F (135°C a 150°C), dicha temperatura depende del espesor y tipo de rejilla. La temperatura del cucharón durante la operación de vaciado deberá ser de 875°F a 950°F (470-510°C).

b).- Para vaciado de partes.

Una olla de plomo de aproximadamente 1000 a 1200 libras (600-Kg), se requiere para las operaciones de vaciado.

Las pequeñas partes involucran todas las partes de plomo requeridas en el proceso de manufactura y en el ensamble final de la batería. Este incluye barras para soldar, postes, conectores y algunas terminales especiales de plomo.

La operación de los moldes en este caso, únicamente requiere que sean precalentados y que se les aplique una ligera capa de corcho (spray) del mismo que se usa en la máquina rejilladora. Esto le dará un recubrimiento a la superficie del molde y producirá una superficie fina en las partes vaciadas.

La temperatura a la que se funde el material debe estar comprendida entre 450°C-500°C.

SERVICIOS REQUERIDOS

Los siguientes datos son los requerimientos usuales para el departamento de vaciado.

Electricidad.- 220 volts, trifásica; 50 a 60 cps; 3.75 Kwatt máximo.

Gas.- 23 m³/hora, asumiendo 135 Kcalorías obtenidas con el gas a presión normal

Agua. El agua de la ciudad (2.2 a 2.8 Kg/cm²), de presión para enfriar el molde.

Aire.- De una compresora (6-7 Kg/cm²), de presión, y una capacidad de 0.04m³/min.

GENERALIDADES SOBRE EL SPRAY

El spray para los moldes generalmente es preparado por el fabricante de las máquinas rejilladoras. Este spray incluye corcho finamente dividido, silicato de sodio y agua como principales componentes.

El propósito del corchado de los moldes es obtener un aislamiento de calor, de tal manera que la aleación de plomo al estar líquida permanezca fundida suficiente tiempo para llenar las cavidades del molde. El corcho en polvo y otros materiales dan las propiedades de aislamiento y deben ser de la mejor calidad con un alto grado de porosidad. Si el corcho finamente dividido no es del tamaño de partícula apropiado, éste no aislará adecuadamente. El silicato de sodio hace que el corcho se pegue a la superficie del mol-

de y pueda mantenerse y resistir la acción de abrasión de la aisa
ción de plomo fundida.

Existe un sinnúmero de fórmulas para preparar el spray a con-
tinuación menciona una.

Polvo de corcho	454g
Agua	4 litros
Silicato de sodio	200 cm ³
1.150 de densidad	

Forma de prepararlo.- Vacie un litro de agua sobre el polvo del
corcho y mezcle hasta que se forme una pasta. Agregue el silicato
de sodio y continúe mezclándolo hasta que la solución esté comple-
tamente uniforme. Almacénela en botellas bien tapadas. Daje que el
spray repose 24 horas antes de usarlo. Este spray tiene una vida -
en el molde de 2 a 4 horas.

RIESGOS DE LA SALUD

Provocados por:

- 1).- La recirculación de los materiales si están contaminados
con polvo.
- 2).- Los humos de plomo de las ollas de fusión si la tempera-
tura excede de 450° C-500° C.
- 3).- Los polvos de plomo que se originan de las operaciones de
escoriado y de la escoria misma.

CONTROL DE LOS RIESGOS

- 1).- Los materiales de óxido contaminados puedan mandarse a -
refinar y después almacenarse.

2).- Todas las ollas de fusión estarán provistas de chaqueta y de ventilación exhaustiva para prevenir la emisión de polvos de plomo. No se permitirá que la temperatura exceda de 450°C - 500°C . - Se recomienda una ventilación estándar de 0.6m/seg.

3).- Se proveerán recipientes especiales para la colección de escoria, dichos recipientes deberán estar siempre tapados; pero deben tener ventilación para cuando se lleguen a destapar.

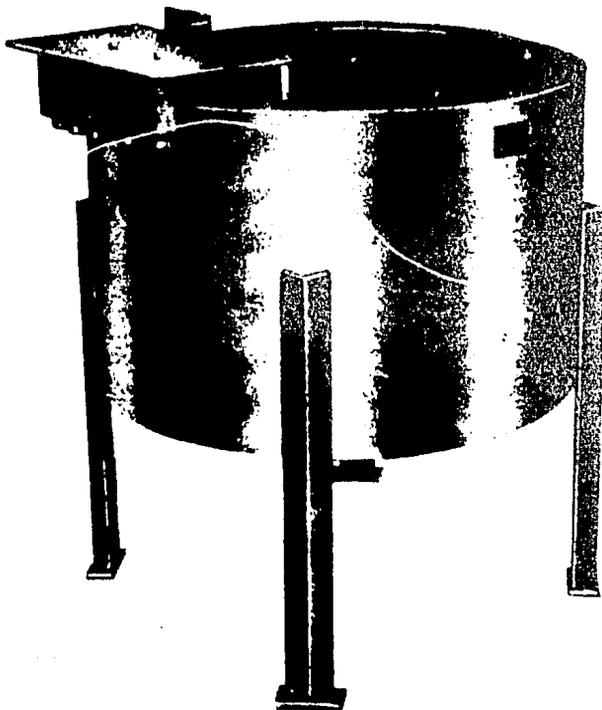


FIGURA. I.

HORNO ELÉCTRICO PARA FUNDIR EL PLOMO

Marca. Winkel

Espacio requerido. 45" de ancho x 35" de longitud x 45"
de altura.

Contiene una olla de 18" de diámetro y 16" de profun-
didad.

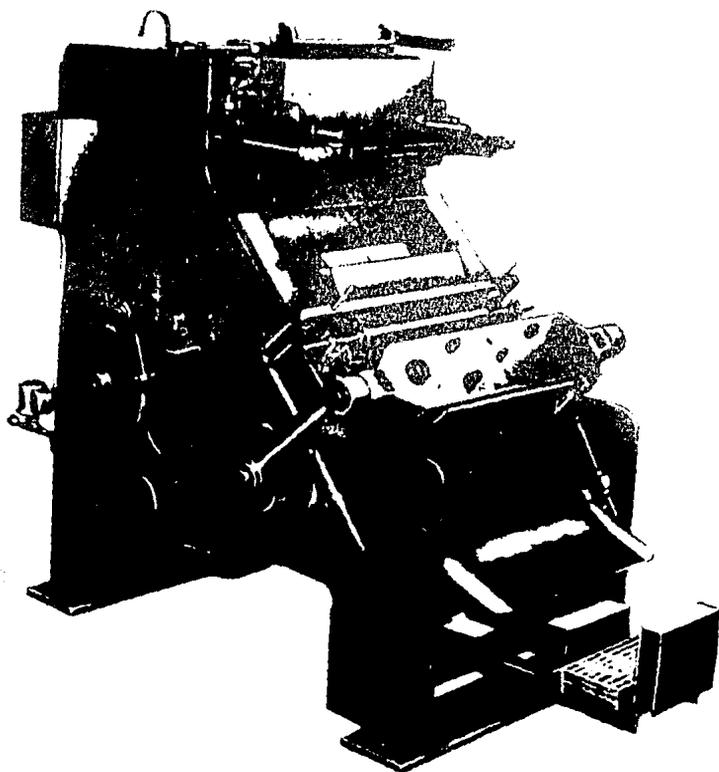


FIGURA. II.

MAQUINA REJILLADORA

Marca. Winkel

Espacio requerido. 36" de ancho x 66" de longitud x 54"
de altura.

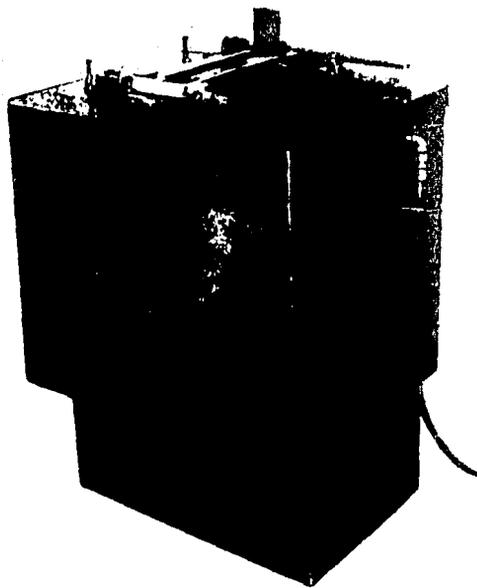


FIGURA. III.

MAQUINA PARA FABRICAR PEQUEÑAS PARTES

(Postes y conectoras)

Marca. Winkel

Espacio requerido. 25" x 30".

2).- DEPARTAMENTO DE EMPASTADO

Este departamento tiene como objetivo preparar las pastas (positiva y negativa), así como también empastar las rejillas.

MATERIAS PRIMAS:

Agua, ácido sulfúrico, óxido de plomo para placas positivas, óxido de plomo para placas negativas, rejillas.

Equipo

Mezcladora de pastas, máquina empastadora.

1).- PREPARACION DE LAS PASTAS.

a).- Pasta positiva

El litargirio para las placas positivas generalmente contiene un 30% de plomo libre, y 70% de óxido de plomo. A dicho óxido, para éste tipo de placas comúnmente se le agrega de 10 a 20% en peso de plomo rojo (Pb_3O_4), el cual ayuda en la formación de las placas positivas. Una especificación típica de impurezas encontradas en el óxido de plomo con el 30% de plomo libre es la siguiente:

Especificación:

	(% máximo)
Fierro	0.20
Cobre	0.010
Antimonio, arsénico y estaño	0.005
Níquel y cobalto	0.002
Zinc y cadmio	0.002
Bismuto	0.100
Plata	0.010

Especificación:

	(% máximo)
Calcio	0.040
Sílice	0.050
Platino	nada
Pb ₃ O ₄	0.250
PbSO ₄	0.200

Preparación de la pasta positiva:

El ácido sulfúrico utilizado para este propósito debe estar a una temperatura inferior de 125°F (52°C), y tener una densidad entre 1.375-1.400. Por lo general se utilizan 85 cc. de ácido por cada kilogramo de óxido.

El agua, puede ser agua destilada o agua común y corriente. Generalmente se utilizan 115cc. por Kg de óxido.

Tomando como base la preparación de 2400 placas positivas, la pasta se hará como sigue:

Se echa a andar la mezcladora con el óxido de plomo (161.49 Kg de PbO, y 28.49 Kg de Pb₃O₄), se le agrega el agua (23.19 litros), rápidamente o tan rápido como sea posible, al mismo tiempo que se conecta el extractor de aire (para evitar que se respiren polvos de plomo): y se deja que se siga mezclando aproximadamente durante 5 minutos, para que se humedezca homogéneamente la masa de la pasta; se adiciona el ácido sulfúrico (23.34 litros), muy despacio de tal manera que la adición de todo el ácido se lleve a cabo en un tiempo de 15 minutos. La adición de ácido se hace lentamente para que la temperatura no se eleve demasiado, debido a que al agregar ácido a la masa se forma una reacción exotérmica. La temperatura de la pasta debe estar comprendida entre 150-160°F (65-70°C), se conti-

nús el mezclado y el enfriado hasta que la temperatura esté abajo de 110° F (43° C). Se mide la densidad de la pasta que debe ser de 66-68g/pulg.³

La densidad de la pasta se determina llenando un cubo de una pulgada cúbica, de tal manera que:

$$\text{Densidad de la pasta} = \frac{(\text{Peso del cubo lleno con pasta}) - (\text{Peso del cubo vacío})}{\text{Volumen del cubo}}$$

NOTA 1: Durante la adición de ácido se puede controlar la temperatura con el extractor de aire o bien, mediante un sistema de enfriamiento (chaqueta de enfriamiento en la mezcladora).

NOTA 2. Evitar que la temperatura de la pasta disminuya a menos de 40° C porque si esto sucede la pasta se endurecerá, lo cual causará serios problemas. La pasta debe ser consistente y homogénea.

b).- Pasta negativa

La pasta negativa contiene óxido de plomo con el 30% de plomo libre, expansor, ácido sulfúrico y agua. Se prepara de la misma forma que la pasta positiva.

La adición del expansor en la pasta negativa tiene como objetivo prevenir la contracción y solidificación del plomo esponjoso, con esto aumenta la vida y la capacidad de la placa. Dicho expansor está constituido por los siguientes materiales:

Expansor:

Negro de humo	0.20%
Sulfato de bario	0.50%
Compuesto orgánico	0.30%

Negro de humo.- Ayuda en la formación de las placas

Sulfato de bario.- Precipita en los poros de la placa negativa lo cual permite que los poros se abran, y el electrólito penetre - con esto aumenta la capacidad de la placa.

Compuesto orgánico.- Generalmente se utiliza lignina, sirve para evitar que se formen películas de sulfato de plomo sobre el plomo esponjoso de la placa negativa.

Por lo general se utiliza 1% de expansor en peso de la cantidad de óxido de plomo.

Debido a la adición del expansor en la pasta negativa, ésta - tiende a ser de un color gris verdoso, y la pasta positiva es de - un color rosa-naranja debido a la adición del minio.

Para fabricar 3000 placas negativas se requieren los siguientes materiales;

PbO (30% de plomo libre) = 223.55 Kg
Expansor 2.26 Kg
Agua 22.23 litros
Acido sulfúrico de densidad 1.400 13.85 litros

Se requieren 95cc de H_2O y 55cc de H_2SO_4 por Kg de PbO.

Al igual que a la pasta anterior se le determina su densidad, que debe mantenerse entre 69-71 g/pulg³.

La concentración exacta del ácido sulfúrico determina la cantidad de sulfato de plomo que se forma en la pasta. Según las cantidades de ácido que se adicionaron en la pasta positiva y negativa se obtiene un 18% y en 11% de sulfato de plomo respectivamente. Aunque también esto depende de la temperatura.

PRECAUTION

Evitar que la pasta positiva se contamine de pasta negativa, debido a que el sulfato de bario del expansor contenido en la pasta negativa, actúa como un veneno en la pasta positiva; para lo cual se recomienda que las pastas se preparen en diferentes días, para que así pueda lavarse la mezcladora.

2).- EMPASTADO Y SECADO DE REJILLAS.

Las rejillas fabricadas en el departamento de vaciado, se empastan por medio de una máquina empastadora, la cual consiste de una tolva de acero inoxidable acondicionada con unos rodillos que sirven para presionar la pasta a las rejillas. Conviene que primero se empasten todas las rejillas que servirán para formar las placas positivas, y después u otro día las rejillas que servirán como placas negativas.

Es importante que la rejilla no salga sobreempastada porque:

- a).- La rejilla no alcanzaría a cubrir el material activo.
- b).- El material activo se desprendería de la rejilla, lo cual constituye un desperdicio.

El control del espesor de la pasta en la rejilla se hace mediante ajustes en el raspador de la tolva.

SECADO DE LAS PLACAS

El secado de las placas, tiene como objetivo que la placa empastada conserve un cierto contenido de humedad residual, la cual es muy necesaria para el curado de las mismas.

Las rejillas ya empastadas pasan a través de una banda rotativa a un horno de secado a una temperatura controlada de 150° F (túnel de asbesto), formado por dos cadenas viajeras de las cuales - van colgadas las placas a una velocidad de aproximadamente 0.5cm/seg, lo cual permite una separación entre cada placa cercana a 1.5cm.

La humedad residual puede controlarse mediante el peso de la placa húmeda, esto se hace con el factor de humedad; dicho factor se determina pesando 5 placas dobles antes de que entren al horno de secado, e inmediatamente después de salir del horno de secado y ser enfriadas.

$$\text{Factor de humedad} = \frac{(\text{Peso de la placa húmeda}) - (\text{Peso de la placa seca})}{10}$$

Con el factor de humedad determinado, únicamente será necesario seleccionar una placa doble, pesarla para conocer el peso de la placa húmeda y restarle el factor de humedad; la respuesta será el peso de la pasta seca.

En la tabla (IV), se muestran una serie de datos para controlar el peso de la pasta seca en la rejilla empastada.

TABLA IV

DATOS PARA CONTROLAR EL PESO DE LA PASTA SECA EN LA
REJILLA EMPASTADA

TIPO DE PLACA	P A S T A P O S I T I V A				P A S T A N E G A T I V A		
	ESPESOR	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
REGULAR	0.07 in	0.2221b	0.2001b	0.212 lb	0.238 lb	0.214 lb	0.222 lb
	1.78 mm	101 g	91 g	96 g	108 g	97 g	101 g
REGULAR	0.08 in	0.2571b	0.2341b	0.244 lb	0.271 lb	0.238 lb	0.248 lb
	2.03 mm	117 g	106 g	111 g	123 g	108 g	113 g
BAJO	0.07 in	0.201b	0.1801b	0.19 lb	0.216 lb	0.194 lb	0.202 lb
	1.78 mm	91 g	82 g	85 g	99 g	88 g	92 g
BAJO	0.08 in	0.2341b	0.2091b	0.218	-	-	-
	2.03 mm	106 g	95 g	99 g	-	-	-
ALTO	0.07 in	0.24 lb	0.2181b	0.23 lb	0.257 lb	0.231 lb	0.240 lb
	1.78 mm	109 g	99 g	104 g	117 g	105 g	109 g

continua TABLA IV

TIPO DE PLACA	P A S T A P O S I T I V A			P A S T A N E G A T I V A			
	ESPEJOR	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
ALTO	0.08 in	0.2801b	0.252 lb	0.262 lb	0.290 lb	0.262 lb	0.273 lb
	2.03 mm	127 g	114 g	119 g	132 g	119 g	124 g
ANGOSTO	0.07 in	0.1651b	0.169 lb	0.176 lb	0.190 lb	0.174 lb	0.179 lb
	1.78 mm	84 g	77 g	80 g	86 g	79 g	81 g
ANGOSTO	0.08 in	0.2091b	0.187 lb	0.198 lb	--	--	--
	2.03 mm	95 g	85 g	90 g	--	--	--
CONVEN- CIONAL	0.70 in	--	--	--	0.180 lb	0.163 lb	0.171 lb
	1.78 mm	--	--	--	82 g	74 g	78 g
CONVEN- CIONAL	0.08 in	0.1961b	0.176 lb	0.185 lb	0.206 lb	0.185 lb	0.192 lb
	2.03 mm	89 g	80 g	84 g	93 g	84 g	87 g
CAMIONES	0.125in	--	--	--	0.406 lb	0.364 lb	0.382 lb
	3.20 mm	--	--	--	184 g	165 g	173 g
CAMIONES	0.156in	0.4871b	0.443 lb	0.461 lb	--	--	--
	4.00 mm	221 g	201 g	209 g	--	--	--
REGULAR DELGADA	0.06 in	--	--	--	0.207 lb	0.185 lb	0.194 lb
	1.53 mm	--	--	--	94 g	84 g	88 g

continúa TABLA IV

TIPO DE PLACA	P A S T A P O S I T I V A				P A S T A N E G A T I V A		
	ESPEJOR	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
BAJO DELGADA	0.060 in	-	-	-	0.187 lb	0.167 lb	0.176 lb
	1.53 mm	-	-	-	85 g	76 g	80 g
ALTO DELGADA	0.060 in	-	-	-	0.222 lb	0.198 lb	0.207 lb
	1.53 mm	-	-	-	101 g	90 g	94 g
ANGOSTO DELGADA	0.060 in	-	-	-	0.167 lb	0.147 lb	0.156 lb
	1.53 mm	-	-	-	73 g	67 g	71 g

SERVICIOS REQUERIDOS

Los siguientes datos son los requerimientos usuales para el departamento de empastado.

Electricidad.- 220 volts, trifásica; 50 a 60 cps; 7-19 Kwatt-máximo (dependiendo del tipo de mezcladora y de la empastadora).

Gas.- 2.8 a 8.5 m³/Hr

Agua. El agua de la ciudad (2.2 a 2.8 Kg/cm²), para emplearse en la mezcladora, en la empastadora y también para la limpieza.

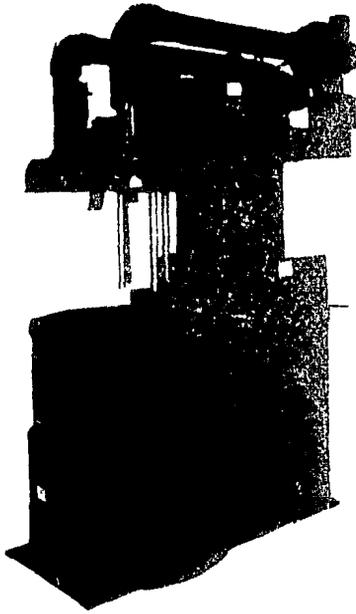
RIESGOS DE LA SALUD

Polvos de óxido de plomo provenientes de:

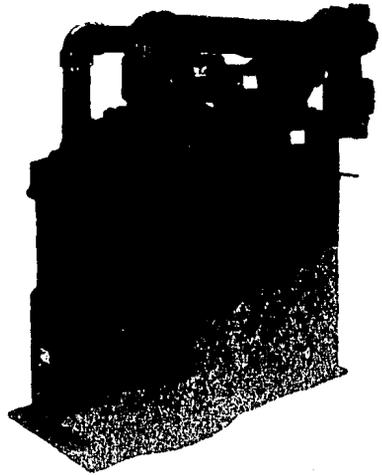
- a).- Manejo y transporte de la materia prima a la mezcladora
- b).- El secado de la pasta durante la operación de empastado.

CONTROL DE RIESGOS

Los compuestos de plomo deben almacenarse en recipientes cerrados, y abrirse cuando vayan a utilizarse muy cerca de la mezcladora. La mezcladora y la empastadora deben tener una muy buena ventilación.



Abierta



Cerrada

FIGURA.IV.

MEZCLADORA DE OXIDOS

Marca. Winkel

Tiene una capacidad de 600lb. (270Kg).

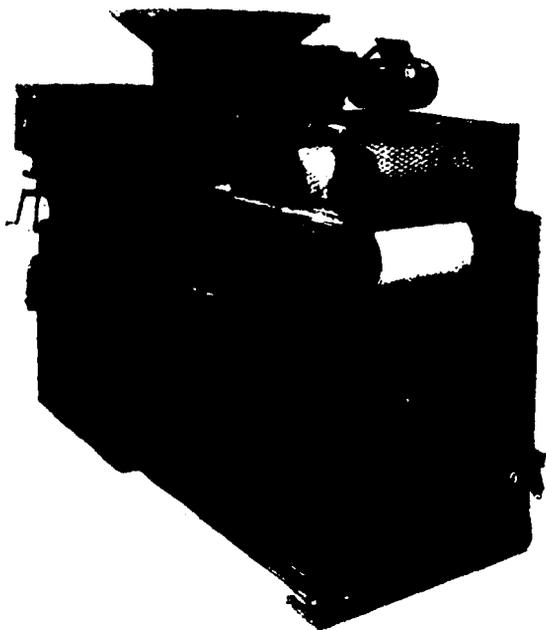


FIGURA.V.

MAQUINA EPASTADORA DE REJILLAS

Marca. Winkel

Espacio requerido. 45" de ancho x 100" de longitud x 62"
altura.

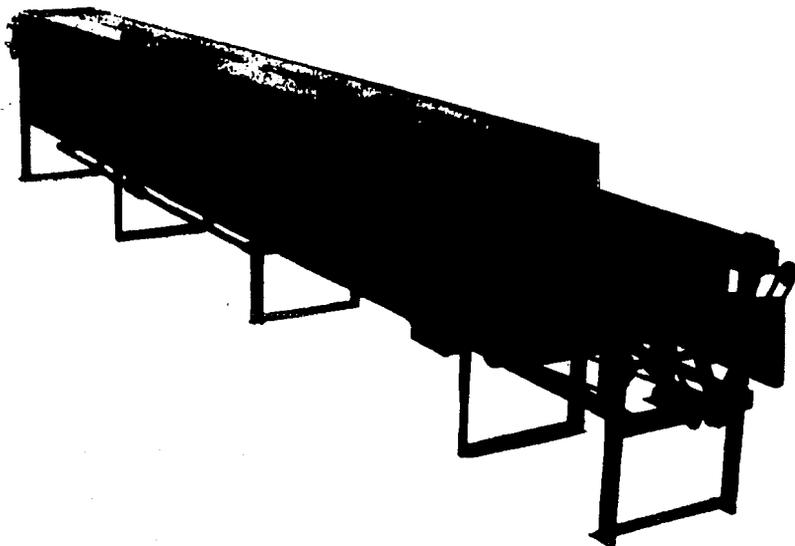


FIGURA.VI.

SECADOR FLASH AUTOMATICO

Marca. Winkel

Espacio requerido. 25" x 229".

3).- DEPARTAMENTO DE CURADO DE PLACAS

MATERIAS PRIMAS:

Placas empastadas y secas.

El curado de las placas tiene como objetivo que se oxide el plomo libre que viene en el óxido de plomo, para que así aumente la cantidad de material activo en la placa positiva.

PROCESO

El método generalmente utilizado se conoce como proceso "Hydro set". Dicho método consiste en tomar las placas frescas de la empastadora al final del horno y controlar el secado por un período de 2 a 3 días; después de este tiempo el material activo de las placas deberá contener un mínimo de 5% de plomo libre y una humedad menor al 1%.

En la tabla siguiente se muestran los valores aproximados del progreso de éste proceso.

TABLA.V.

Variación del plomo libre y de la humedad en el material activo de las placas

<u>PROGRESO DEL PROCESO</u>	<u>CONTENIDO DE PLOMO LIBRE</u>	<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>
Oxido de plomo	30%	0
Pasta: mezcladora y máquina empastadora	Decreciendo	10-12%
Al final del horno de secado de la placa	Decreciendo	8-9%

<u>PROGRESO DEL PROCESO</u>	<u>CONTENIDO DE PLOMO LIBRE</u>	<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>
16 a 24 horas después	5-10%	Aprox. 5%
48 a 72 horas después	menos de 5%	menos de 1%

Es muy importante la presencia de humedad en la pasta durante la oxidación del plomo libre; porque, si la placa está completamente seca no se lleva a cabo la oxidación; la humedad actúa como un catalizador en la reacción, y el oxígeno es tomado del aire para combinarse con el plomo libre de la placa para formar el óxido de plomo.

Dicho método se aplica a las placas positivas y negativas. Las placas dobles recién empastadas, calientes y superficialmente secas son tomadas inmediatamente de la cadena móvil de la máquina empastadora y colgadas de sus orejas en racks especiales, los cuales pueden ser apilados tan alto como sea posible y conveniente para el curado. Los racks son especialmente diseñados, de tal manera que se pueda acomodar un tipo de placas grandes dobles usando barras espaciadoras a lo largo de los lados de los racks para tipos más pequeños o tamaños de placas que pueden ser colgadas de la pata sobre el mismo rack.

Los racks por lo general son fabricados de fierro con un diseño apropiado para cada necesidad. Algunas veces se utiliza madera, pero; causa problemas debido a que las variaciones de calor y humedad causan hundimiento en la madera. Las construcciones de fierro son más permanentes y requieren de menos mantenimiento.

Las placas se acomodan lo más junto posible en los racks. dejando un espacio entre las placas de aproximadamente 1/3 del espe-

sor de la placa. Placas de 0.080 pulgadas (2.0 milímetros), de espesor deberán repartirse aproximadamente en 1.5-2 pulgadas (5 centímetros), de longitud; placas de 0.070 pulgadas (1.8 milímetros), deben acomodarse aproximadamente 20 por 2 pulgadas de longitud.

Tan pronto como cada fila de cada hilera se llena con las placas empastadas, ésta debe inmediatamente cubrirse con lonas pesadas preferentemente a prueba de agua, para prevenir la evaporación de la humedad de las placas la cual causaría roturas indeseables en la superficie de las placas. Las lonas deben estar libres de agujeros, y colgar de los racks sobre todos los lados aproximadamente de 8 a 12 pulgadas (20 a 30 centímetros), para prevenir que el secado sea demasiado rápido por la circulación de aire a través de las placas.

Los racks completos y cubiertos serán puestos en un lugar en donde estén protegidos de corrientes de aire, y en el cual la temperatura ambiente sea de preferencia no menor a 60°F (16°C), ni mayor a 120°F (50°C).

Las placas se dejan cubiertas durante toda la noche, tiempo en el cual se iniciará el "curado", o el pegado junto con la pasta y la estructura de la rejilla. Al final de éste período se quitarán las lonas, y las placas permanecerán al aire ambiente por un tiempo mínimo de 24 horas para completar la oxidación del plomo libre, y disminuir la humedad del material activo de la pasta. La reacción de oxidación generará calor en las placas. Por lo tanto, un tiempo mínimo de cura debe ser de 48 horas para completar el proceso. Con una temperatura de cuarto de 80° a 100°F (27° a 33°C), a temperaturas menores de 60° a 80°F (16° a 27°C), se necesitarán de 58 a

72 horas para completar el curado de las placas.

Si las placas se pegan o están juntas al final del período de curado, esto es una indicación de que las placas no se secaron perfectamente en el horno al final de la máquina empastadora, o que las placas estuvieron demasiado pegadas en los racks del curado.

Las placas positivas curadas completamente por oxidación, y listas para usarse son de un color rojo naranja en las partes superior e inferior de la superficie de la placa. Estas placas no tienen uniformidad en el color, pero aquéllas que tienen un color verdoso indicarán una oxidación insuficiente, lo cual significa que no han sido completamente curadas, y por lo tanto no deben usarse para la producción en éstas condiciones. Estas deben recibir un curado adicional hasta que el color esté completamente parejo, o sea un rojo naranja. Si las placas están muy secas, entonces no poseen la suficiente humedad para curarse completamente; en éstas condiciones las placas deberán humedecerse y almacenarse por 48 horas. Esta operación de rehumectación, permitirá a las placas que no estaban bien curadas proseguir la reacción de curado hasta completar su cura.

Mediante un análisis químico debe determinarse que el contenido de plomo libre en las placas curadas no exceda del 5%, teniendo como base el peso de la pasta seca. Se recomienda un contenido de humedad de 0.1%.

Debido al color normal que tiene la pasta negativa, es imposible juzgar si el curado se ha completado observando únicamente el color del material activo de las placas negativas. Se puede decir que la reacción de cura se ha completado, cuando al tocar la placa fría se sienta que la pasta está sumamente adherida a la rejilla.

RIESGOS DE LA SALUD

Provocadas por:

Polvo de óxido de plomo proveniente de las placas y del piso.

CONTROL DE LOS RIESGOS.

El curado debe llevarse a cabo en un área especialmente destinada para éste propósito, la cual cuenta con una buena ventilación general para remover la humedad del aire y cualquier polvo suspendido en el aire. Se recomienda que los pisos se mantengan limpios y húmedos, que estén provistos con un drenaje adecuado con tratamiento para efluentes. DEBE MINIMIZARSE EL MANEJO DE LAS PLACAS CURADAS.

4).- DEPARTAMENTO DE SOLDADO DE ELEMENTOS

MATERIAS PRIMAS:

Placas curadas (positivas y negativas), separadores, postes, barras de plomo para soldar (plomo antimonial de 3%).

EQUIPO

Una máquina para soldado de grupos que contiene un par de peines, los cuales al cerrarse presionan, y sostienen al grupo de las orejas que tienen las placas en la parte superior.

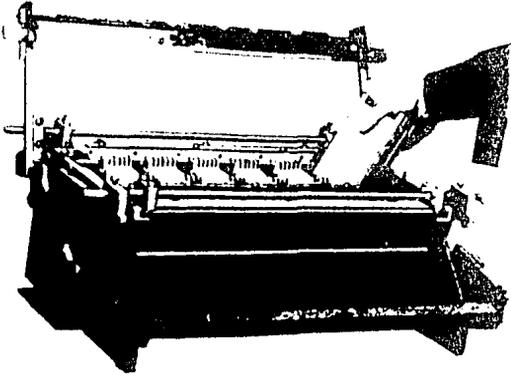
Un soplete de acetileno y oxígeno.

ARMADO DE GRUPOS.

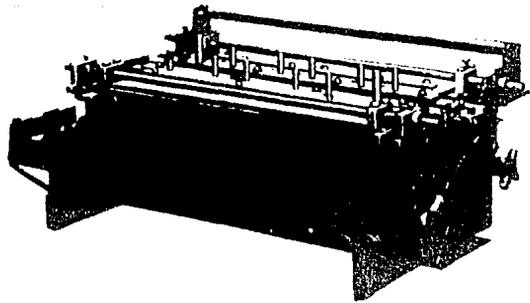
En este departamento se ensamblan las placas curadas. Se arman grupos de placas positivas y se sueldan por medio de una barra de plomo, de las patas de las placas y un poste; y así formamos un grupo positivo. Cada grupo tiene un poste como parte de su ensamble, de la misma manera se arma un grupo negativo con placas negativas. El grupo negativo tiene una placa más que el grupo positivo; ya que hemos armado los grupos positivos y negativos entonces, el grupo positivo se intercala en el grupo negativo de tal manera que quede una placa negativa en cada extremo; de ésta manera quedan alternadas las placas (una negativa y una positiva). Después se intercalan los separadores entre cada una de las placas, de modo que la costilla del separador vaya siempre hacia la placa positiva.

El separador sirve para evitar que las placas tengan contacto

entre sí.



Abierto



Cerrado

FIGURA. VII.

MAQUINA PARA ARMADO DE GRUPOS

Marca. Winkel

Espacio requerido. 25" de ancho x 35" de longitud x 15"
de altura

5).- DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE

MATERIAS PRIMAS:

Cajas de hule duro para las baterías, tapas de hule duro, compuesto sellador (asfalto), puentes, barras de plomo.

EQUIPO

1).- Una línea de ensamble, de preferencia de rodillos de -- aproximadamente 5 - 8 metros de largo, para permitir una o dos hileras de baterías que van a ser ensambladas.

2).- Una olla para fundir el compuesto sellador, calentada por medio de gas o eléctricamente. Para sellar las canales de la batería, el compuesto asfáltico debe estar a una temperatura de 450°F (230 C), ésta se controlará mediante un termostato.

3).- Un soplete similar al usado en el departamento de soldado de elementos.

4).- Algunas herramientas tales como tenazas para cortar el plomo, espátulas.

5).- Un probador de aire para detectar fugas en la batería.

6).- Un bulbo eléctrico y soquets con un par de puntas para probar los cortos en los elementos y sus defectos.

OPERATION.

La operación de ensamble de baterías consiste en colocar los grupos armados dentro de las cajas de hule duro, colocar las tapas y aplicar el compuesto sellador sobre los conectores de plomo.

Antes de acomodar los grupos en las cajas, se debe ir revisando que los separadores entre las placas estén correctamente colocados y que no haya rebabas de plomo, para que al ir colocandolos grupos en la caja no haya ruptura en los separadores. Cuidar que los postes positivo y negativo queden alternadas para realizar una conexión en serie.

Al pasar las cajas con los grupos ya insertados se colocan en cada celda las tapas de hule duro, y luego los puentes usando para ello barras de plomo; uniendo un poste positivo con uno negativo, y un negativo con un positivo y así sucesivamente. Al mismo tiempo a los dos postes positivo y negativo que servirán como terminales, se les coloca un pequeño molde en forma de cono truncado y se le añade plomo fundido con soplete, de manera que quedan sobresalientes para efectuar la conexión en el automóvil.

Por último con el compuesto sellador se rellenan todas las canales superiores de la caja, cubriendo las tapas excepto en la perforación intermedia en donde irán los tapones de plástico y los puentes. Con esto el acumulador queda sellado y está listo para ser llenado con el electrólito y pasar al departamento de formación y carga. Generalmente se acostumbra dejar un acumulador con un grupo sin sellar, o sea descubierto con el objeto de checar y controlar durante la formación y carga. A este acumulador se le denomina -- "Acumulador piloto".

6).- DEPARTAMENTO DE FORMACION Y CARGA

No se requieren materias primas para ésta operación, las baterías deberán medir de la línea de ensamble listas para ponerse en formación.

EQUIPO

Un cargador que proporcione corriente directa para la carga de baterías. Este puede ser un rectificador de silicón, selenio o mercurio; los voltajes de salida pueden variar de 60 a 250 volts - máximo, el cual permitirá poner en la línea de carga de 3 a 14 baterías de 12 volts. Son aceptables los rectificadores de 20 a 25 - amperes por cada circuito de carga para éste propósito.

DESCRIPTION DEL PROCESO

Se tomará como base un acumulador de 6 celdas, de 9 placas por celda (tipo convencional).

Las baterías que llegan a este departamento deben llenarse con ácido sulfúrico diluido de una densidad de 1.100 hasta que cubra - totalmente las placas; se coloca un grupo de acumuladores para su carga en serie.

NOTA. La temperatura del ácido sulfúrico no debe exceder de 125°F (52°C).

Se ha determinado experimentalmente que la intensidad en amperes requerida por placa positiva debe ser un poco más de 1 amper por placa positiva. Por ejemplo para cargar una celda que tiene 9-

placas, necesitamos una intensidad entre 4 y 5 amperes. Algunos fabricantes consideran que para la formación y carga de las celdas se requieren 2 amperes por placa positiva.

Las placas positivas son el ánodo y las placas negativas el cátodo; éstas placas se oxidan y reducen a PbO_2 y Pb, respectivamente.

En el proceso de formación el PbO de la placa positiva se oxidará a PbO_2 y el PbO de la placa negativa se reducirá a Pb esponjoso.

La formación dura aproximadamente 24 horas al cabo de las cuales el electrolito ha aumentado su densidad aproximadamente de 1.125-1.130 debido a los sulfatos de plomo presentes en la pasta original.

Al terminar este tiempo de formación se vacía el electrolito del acumulador y se deja en posición invertida durante algunos minutos. Se vuelve a llenar el acumulador con un nuevo electrolito de una concentración mayor a la concentración que se desea obtener al finalizar la carga; y se pone a cargar durante 12 horas más.

La densidad del electrolito al finalizar la carga es de 1.250 \pm 0.005.

Es recomendable que las primeras 24 horas de carga sean a altos rangos de intensidad y las siguientes 12 horas a bajos rangos; como se muestra en la tabla propuesta denominada "Programa para el formado de baterías".

Se considera que el tiempo de formación de las placas positivas y negativas es el mismo.

La formación de las placas empieza por las partes en que la

pasta está en contacto con la rejilla de plomo, debido a que la pasta en sí es mala conductora.

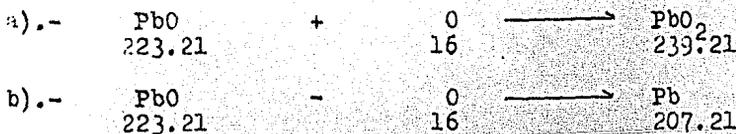
Cuando la formación ha llegado a su fin se nota un color uniforme en las placas y en el material activo hay un desprendimiento de gases (hidrógeno y oxígeno).

Durante el proceso de formación ocurren importantes cambios de volumen del material activo. El sulfato de plomo es considerablemente menos denso que el PbO_2 y que el plomo esponjoso, de las placas ya cargadas debido a esto durante dicho proceso se abren los poros de la placa. Esta situación permite al electrólito entrar en contacto con la materia activa.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE AMP-HORA POR PLACA POSITIVA EN EL PROCESO DE FORMACION.

a).- Cálculo del número de Amp-hora por kilogramo de material ($PbO.PbSO_4$) que se requieran según la ley de Faraday para los procesos de oxidación y reducción en las placas durante la formación.

a.1).- Oxidación y reducción del PbO , PbO_2 y Pb , respectivamente.



De acuerdo con la ley de Faraday 96,500 coulombs (Amper-seg) se necesitan para depositar o liberar un equivalente gramo de cualquier substancia.

Por lo tanto:

96500 se requieren para $\frac{223.21}{2}$ g de plomo (PbO)

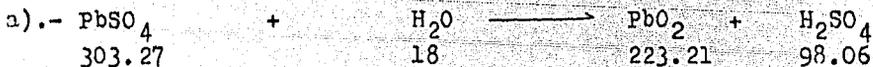
X ----- 1000g de PbO

$$X = \frac{96500 \times 1000 \times 2}{223.21} = \text{coulombs/Kg o Amp-seg/Kg.}$$

Para obtener Amp-Hr/Kg se divide entre 3600 y por lo tanto se tiene 240 Amp-Hr/Kg de PbO

Por tanto: se requieren 240 Amp-Hr/Kg de PbO, para oxidar el PbO a PbO₂ y lo mismo será para reducir el PbO a Pb esponjoso.

a.2).- Oxidación y reducción del PbSO₄, a PbO₂ y Pb respectivamente.



Por lo tanto:

$$\frac{(96500) \times 1000 \times 2}{303.27 \times 3600} = 176.7 \text{ Amp-hora/Kg de PbSO}_4$$

Se requieren 176.7 Amp-hora/Kg de PbSO₄ para oxidar el PbSO₄ a PbO₂ y lo mismo será para reducirlo a Pb.

a.3).- Cálculo del porcentaje de PbSO₄ en el material -

PbO.PbSO₄ de la placa positiva, una vez que las placas han sido introducidas en la solución de ácido sulfúrico de densidad 1.100 y - antes de conectar la corriente de carga.

En una celda del tipo de acumulador que se está analizando o sea de 9 placas por celda (4 positivas), hay una capacidad para 0.5 litros de solución de ácido, o sea, $0.5 \times 1.100 = 550g$.

Antes de iniciar la formación o sea antes de introducir la corriente eléctrica, se dejan los grupos sumergidos en el electrólito por espacio de unas dos horas. La concentración de dicho electrólito por espacio de unas dos horas. La concentración de dicho electrólito al cabo de este tiempo disminuye aproximadamente a 1.015 - de densidad debido a la reacción del mismo con las placas.

Ahora bien el electrólito de densidad 1.100 tiene 14.8% en peso, de ácido sulfúrico a 25°C.

El electrólito de densidad 1.015 tiene un 2% en peso de ácido sulfúrico a 25°C.

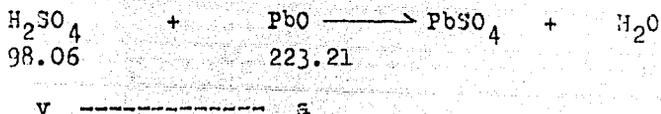
Por tanto, para obtener la cantidad v de ácido, que reaccionó, suponiendo un volumen constante, se tiene que;

$$\begin{array}{l} \text{Si en } 100g \text{ de solución (1.100) hay } 14.8g \text{ de } H_2SO_4 \\ \text{en } 550g \text{ ----- } x \\ \text{y Si en } 100g \text{ de solución (1.015) hay } 2.0g \text{ de } H_2SO_4 \\ \text{en } 507.5g \text{ ----- } x \end{array}$$

Por lo tanto, lo que reaccionó de ácido sulfúrico será:

$$v = \left(\frac{550 \times 14.8}{100} \right) - \left(\frac{507.5 \times 2}{100} \right) = 71.25g \text{ de } H_2SO_4$$

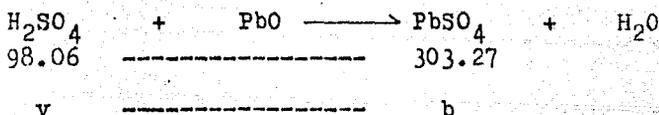
De acuerdo con la reacción:



De donde: $a = \frac{223.21 \times 71.25}{98.06} = 162.18$

a = 162.18g de PbO, transformados en PbSO₄

Por otro lado:



De donde: $b = \frac{303.27 \times 71.25}{98.06} = 220.29\text{g de PbSO}_4 \text{ formados}$

En donde:

v = Cantidad de H₂SO₄ que reaccionó (suponiendo volumen constante), antes de introducir la corriente eléctrica.

b = Cantidad de PbSO₄ formado antes de introducir la corriente eléctrica.

a = Cantidad de PbO, transformados en PbSO₄, antes de introducir la corriente eléctrica.

(b - a) = Aumento de peso en las nueve placas.

(b-a/2) = Aumento en peso de las placas positivas (refiriéndose solamente al material activo).

e = b/2 = Cantidad de PbSO₄ formado en las placas positivas antes de introducir la corriente eléctrica.

c = 18% de PbSO₄ formado en las placas positivas antes de introducirse en el electrolito.

d = Peso de las cuatro placas positivas (material activo), después de la reacción con el electrólito, por el tiempo aproximado de dos horas y antes de introducir la corriente eléctrica.

(c+e) = Cantidad total de $PbSO_4$ en las placas positivas, después de reaccionar con el electrólito e inmediatamente antes de introducir la corriente eléctrica.

De aquí que:

$$(b-a) = 58.11g$$

$$(b-a)/2 = 29.055g$$

$$e = b/2 = 220.29/2 = 110.145g \text{ de } PbSO_4$$

Por otro lado, se supone aproximadamente un 18% de $PbSO_4$ en el material positivo, antes de reaccionar con el electrólito de densidad 1.100 y las placas positivas (únicamente el material activo), sin rejillas, aproximadamente tiene un peso de 89g por placa

De donde: c = 18% de $PbSO_4$ en el material positivo antes de reaccionar con el electrólito.

$$c = 356 \times \frac{18}{100} = 64.08g \text{ de } PbSO_4$$

$$(c+e) = 64.08g \text{ de } PbSO_4 + 110.145 = 174.225$$

$$d = 356 + 29.055 = 385.055g$$

p = porcentaje de $PbSO_4$ en las placas positivas después de reaccionar con el electrólito.

$$\begin{array}{l} d \text{-----} 100 \\ (c+e) \text{-----} p \end{array}$$

385.055 ----- 100

174.25 ----- p

$$p = \frac{174.25 \times 100}{385.055} = 45.25\%$$

Cálculo del número de Amp-hora de ($\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$), necesarios para la oxidación y reducción del mismo a PbO_2 y Pb, respectivamente - considerando que haya un 45% de PbSO_4 y 54.75% de PbO.

a).- PbO:

240 ----- 100

x ----- 54.75%

$$x = 131.40 \text{ Amp-hora/Kg de PbO.}$$

b).- PbSO_4

176.7 ----- 100

x ----- 45.25

$$x = 79.957 \text{ Amp-hora/Kg de PbSO}_4$$

De donde:

$$131.40 + 79.957 = 211.357 \text{ Amp-hora/Kg. de PbSO}_4$$

b).- Cálculo del número de amperes por placa positiva, en el proceso de formación suponiéndolo a 24 horas.

Las 4 placas pesan 356g. de aquí que una placa pesa 89g.

Por lo tanto:

1000g requieren ----- 211.357 amp-hora

89g ----- x

x = 18.81 amp-hora/placa positiva.

Como el proceso de formación lo consideramos 24 horas entonces:

$$\frac{18.81}{24} = 0.79 \text{ Amperes/placa positiva.}$$

Por lo tanto, teóricamente se requieren:

0.79 Amperes/ placa positiva, para la formación de la placa.

TABLA VI

PROGRAMA PARA LA FORMACION DE BATERIAS

ALTO RANGO - 24 HORAS

BAJO RANGO - 12 HORAS

PLACAS POR CELDA	TIPOS DE PLACA							
	BAJA Y ANGOSTA	REGULAR Y ALTA	REGULAR	BAJA	ALTA	ANGOSTA	CONVENCIONAL	CAMIONES
POSITIVA	0.070 in	0.07 in	0.08 in	0.80in	0.80in	0.80in	0.80 in	0.156 in
	1.78 mm	1.78 mm	2.03 mm	2.03mm	2.03mm	2.03mm	2.03 mm	4.0 mm
NEGATIVA	0.60 in	0.60 in	0.70 in	0.70in	0.70in	0.70in	0.70 in	0.125 in
	1.52 mm	1.52 mm	1.78 mm	1.78mm	1.78mm	1.78mm	1.78 mm	3.2 mm

CONTINÚA TABLA VI

PROGRAMA PARA LA FORMACION DE BATERIAS

ALTO RANGO - 24 HORAS

BAJO RANGO - 12 HORAS

RANGO EN AMPERES

	ALTO BAJO								
5	3 1	3 1	4 1.5	4 1.5	4 2	4 -	4 -	- -	- -
7	4 1	4 1	4 3	4 2	5 3	4 1	4 -	7 5	7 5
9	5 3	5 3	6 3	5 3	6 4	5 3	4 3	9 6	9 6
11	6 3	6 4	7 4	6 4	8 5	6 4	5 4	11 8	11 8
13	7 3	7 5	8 5	7 5	9 5	7 5	6 5	13 9	13 9
15	7 5	8 6	9 6	8 6	10 7	8 6	7 5	15 10	15 10
17	8 6	10 6	11 7	10 6	12 8	10 6	8 5	17 12	17 12
19	10 6	11 7	12 8	11 7	13 9	11 7	- -	19 13	19 13
21	- -	- -	13 9	12 8	15 10	12 8	- -	20 14	20 14
23	- -	- -	14 10	13 9	17 11	13 9	- -	- -	- -
25	- -	- -	16 11	14 10	18 12	14 10	- -	- -	- -

7).- DEPARTAMENTO DE ACABADO FINAL

a).- Limpieza. Esto consiste en limpiar el acumulador una vez cargado por medio de aire a presión, para eliminar toda la basura que pueda traer adherida y que así quede listo para la pintura.

b).- Pintura. Una vez limpio por medio de una pistola de aire o bien con una brocha, se le da una mano de laca o pintura negra, o del color que se desee. Esta laca cubre al acumulador en todas sus partes incluso en el asfalto de la parte superior, dándole así una excelente presentación y además una pequeña protección adicional.

Después se procede por medio de un rodillo especial a pintar las letras del sello, que pueden ser amarillas, blancas, etc.

c).- Colocación de los tapones de plástico. Como último paso para que el acumulador quede listo para pasar al almacén de producto terminado,.

d).- Revisión final. Una persona del laboratorio de control de calidad deberá de dar una última revisión para que pase al almacén de producto terminado.

PRUEBAS DE CAPACIDAD EN LOS ACUMULADORES

Estas pruebas se realizan en el acumulador ya como producto terminado, para conocer cuál sería su comportamiento al instalarse en un automóvil.

a).- Rendimiento en el arranque.

La primera función de la batería es proporcionar potencia durante el arranque. Este requerimiento involucra una gran descarga en amperes en un lapso corto de tiempo. Por lo cual el Rendimiento de arranque se define como sigue: La descarga en amperes que puede dar una batería a $0^{\circ}\text{F}(-17.8^{\circ}\text{C})$, durante 30 segundos y mantener un voltaje de 1.2 volts por celda o más alto.

b).- Reserva de capacidad.

La capacidad de una batería depende del número y tamaño de placas usadas por celda, también depende del peso de material activo en la placa. Una batería debe dar la fuerza de emergencia para ignición, luces, etc.. Este requerimiento involucra una descarga a temperatura normal. El régimen de reserva de capacidad se define: El número de minutos en que una batería nueva completamente cargada puede descargarse a $80^{\circ}\text{F}(26.7^{\circ}\text{C})$, y 25 amperes, y mantener 1.75 volts por celda o mayor.

c).- Prueba de vibración.

La prueba de vibración es significativa para la evaluación de integridad estructural de una batería completa, por ejemplo, la habilidad de una batería para dar una fuerza mientras el vehículo es

operado en caminos malos o en otras severas condiciones de operación.

d).- Prueba de ciclos frío y caliente.

El propósito de ésta prueba es determinar la integridad del -
sello de la tapa de cada una de las celdas al recipiente de la batería
bajo ambas temperaturas fría , y caliente.

La batería deberá pasar 10 ciclos de 16 horas a $0^{\circ}\text{F} \pm 1^{\circ}\text{F}$
($-17.8^{\circ}\text{C} \pm 0.6^{\circ}\text{C}$), y 8 horas entre 70 y 90°F (21.1°C - 32.2°C), con -
ningún síntoma de roturas o pérdidas de adhesión aparentes. En el-
30. 60. y 100. ciclos deberá hacerse una prueba de aire a presión
de una libra por pulgada cuadrada la cual deberá ser aplicada a ca
da celda individualmente, inmediatamente después de sacarla de la-
prueba de frío. Esta presión deberá mantenerse durante 15 segundos.
Además de mantener la presión de aire a través de la prueba, no deberá
haber evidencias aparentes por roturas por fuerza.

C A P I T U L O X

ANALISIS ECONOMICO

Los siguientes datos económicos, costos de equipo y de materias primas se obtuvieron en el mes de marzo de 1984.

Las materias primas son de fabricación Nacional, el equipo es de importación (E.U.A).

ANÁLISIS ECONÓMICO

Considerando que el objetivo de éste Laboratorio-Taller es que el alumno practique, investigue y aprenda aplicando todos sus conocimientos sobre las Fuentes Electroquímicas de Corriente a la fabricación de acumuladores Pb-ácido; el presente análisis económico estará enfocado únicamente a la fabricación de acumuladores Pb-ácido del tipo convencional (6 celdas, de 9 placas por celda).

Aunque también puede aplicarse a la gran variedad de acumuladores que existen. Pero, como nuestro objetivo no es la fabricación de acumuladores a gran escala. Se tomará como base la producción de 100 acumuladores mensuales, trabajando 40 horas a la semana.

NOTA. De acuerdo a las dimensiones del Laboratorio-Taller, especialmente del área de producción se pueden fabricar todos los tamaños de acumuladores para automóvil existentes en el comercio.

TABLA.VII.

1).-Características del acumulador

Tipo de acumulador	Convencional
Número de celdas	6
Placas por celda	9
Placas negativas por celda	5
Placas positivas por celda	4
Espesor de la rejilla para placas negativas. (in).	0.070
Espesor de la rejilla para placas positivas. (in).	0.080

continúa TABLA (VII).

Acumuladores mensuales	100
Placas (-) mensuales	3000
Placas (+) mensuales	2400
Total de rejillas para placas (+) y (-).	5400

a).- Pb antimonial de 7% para rejillas

TABLA. VIII.

Espesor de la rejilla negativa. (in).	0.070
Espesor de la rejilla positiva. (in)	0.080
Peso de la rejilla negativa. (g)	56.0
Peso de la rejilla positiva. (g)	61.0
total de rejillas	5400
Kg totales de Pb	314.400
Costo del Pb-7% por Kg.	\$115.60
Costo total de Pb-7%.	\$36,344.64

Por lo tanto: Para la fabricación de 5400 rejillas se requieren 314 Kg de plomo antimonial de 7% con un costo total de; \$36,344.64.

b).- Pb antimonial de 3% para (partes).

TABLA.IX.

Tipo de acumulador	Convencional
Nº. de postes y peso unitario. (g)	10 postes, 38.2g 2 postes, 98.5g
Peso total de los postes (g)	579
No. de puentes y peso unitario. (g)	3 puentes, 36.5g 2 puentes, 57.5g
Peso total de los puentes (g)	224.5
Peso de las barras para soldar. (g)	350
No. de acumuladores mensuales	100
Kg. de plomo antimonial totales	115.35
Costo del Pb-3% por Kg	\$81.50
Costo total del Pb-3%	\$9401.025

Por lo tanto: Para la fabricación de las partes se requieren 115.35Kg de plomo-3%, con un costo de \$9,401.025.

c).- Oxido positivo y óxido negativo con 1% de expansor.

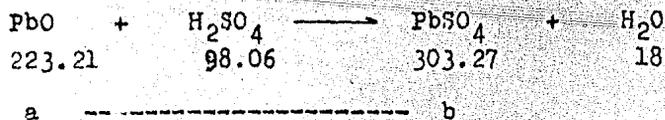
c.1).- Oxido positivo.

TABLA. X.

Espesor de la rejilla. (in)	0.080
Peso de una placa (g)	154.0
Peso de una rejilla (r)	61.0
Peso del material positivo por placa. (g).	84
No. de placas	2400
Peso total de material positivo seco. (kg).	201.60

Ahora para calcular el óxido que intervino como materia prima se tiene:

1).- Cantidad de H_2SO_4 que debe añadirse a 270Kg de óxido para obtener un 18% de $PbSO_4$. De acuerdo a la reacción:



Peso total del material seco: $270 + b - a$

donde: 270 = Kg de PbO iniciales

b = Kg de $PbSO_4$ formados

$a = \frac{223.21}{303.27} b$ = Kg de PbO consumidos

303.27

Ahora bien; Peso total -----100%

b -----18%

De donde; $18 = \frac{b}{\text{Peso total}} \times 100$

$$18 = \frac{b}{270 + b - \frac{223.21}{303.27} b} \times 100$$

$$4860 + 18b - \frac{4017.78}{303.27} b = 100b$$

Por lo tanto:

$$4860 = 100b - 18b + 13.24b$$

$$4860 = 95.24b$$

$$b = \frac{4860}{95.24} = 51.03 \text{ Kg de PbSO}_4, \text{ suponiéndolo en un 18\%}$$

Ahora bien:

Si para 303.27 se necesitan 98.06 g de ácido
para 51.03 ----- X

$$X = \frac{51.03 \times 98.06}{303.27} = 16.50 \text{ Kg de ácido puro}$$

En la preparación de las pastas se usa H_2SO_4 con una densidad de 1.835 - 1.840. Por lo tanto:

Si el ácido sulfúrico de densidad 1.400 tiene 50.5% en peso, entonces se necesitarán:

$$\frac{16.50}{0.505} = 32.67 \text{ Kg de ácido, de densidad 1.400}$$

De acuerdo a la expresión: $D = M/V$. 32.67 Kg corresponden

$$a: V = M/D = 32.67 / 1.400 = 23.34 \text{ litros de } H_2SO_4$$

Por lo tanto: Se añadirán 23.34 litros de H_2SO_4 , de densidad de 1.400 a 270 Kg de óxido para obtener un 18% de $PbSO_4$ en la pasta.

2).- Cálculo del óxido que interviene para la preparación de 201.60 Kg de material positivo para los 100 acumuladores.

Si a 207 Kg de óxido se le necesitan agregar 16.50 Kg de H_2SO_4 el peso del óxido + el H_2SO_4 es: $270 + 16.50 = 286.50\text{Kg}$

De donde:

Si en 286.50Kg hay 270Kg de óxido

en 201.60Kg ----- Y

$$Y = \frac{201.60 \times 270}{286.50} = 189.99 \text{ Kg de óxido positivo}$$

Por lo tanto:

161.49 Kg de litargirio y 28.499Kg de minio

Costo de minio por Kg. \$98.24

Costo de litargirio por Kg. \$108.32

Por lo tanto: Costos totales .

Minio= 28.499 kg con un costo de \$2,799.74

Litargirio = 161.49 Kg con un costo de \$17,492.59

Minio + Litargirio = \$20,292.33

c.2).- Oxido negativo

TABLA.XI.

Espesor de la rejilla. (in).	0.070
Peso de una placa (g)	137
Peso de una rejilla (g)	59.0
Peso del material negativo por placa. (g)	78.0
Número de placas	3000
Peso total del material negativo seco. (g)	234.0

Debido a que está presente el 1% de expansor se parte de la base de 267.3 Kg de óxido, entonces haciendo los cálculos de una manera similar al óxido positivo se tiene:

a).- Cantidad de H_2SO_4 , que debe añadirse a 267.3Kg de óxido para tener 11% de $PbSO_4$.

Peso total ----- 100%

b ----- 11%

$$\text{De donde: } 11 = \frac{267.3 + b - 223.21}{303.27} \times 100$$

$$2,940.30 + 11b - \frac{2455.31}{303.27} b = 100b$$

$$2940 = 100b - 11b + 8.096b$$

$$2940 = 97.096b$$

$$b = \frac{2940}{97.096} = 30.28 \text{ Kg de PbSO}_4 \text{ suponiéndolo en un 11\%}$$

Ahora bien: Si para 303.27 se necesitan 98.06 Kg de ácido
para 30.21 ----- X

$$X = \frac{30.28 \times 98.06}{303.27} = 9.27 \text{ Kg de ácido puro. Como la densidad es}$$

de 1.400 tiene un 50.5% en peso a 25°C.

$$\text{Por lo tanto: } \frac{9.27}{50.5} \times 100 = 19.39 \text{ Kg de ácido, densidad 1.400}$$

Lo cual corresponde en litros a:

$$19.39/1.400 = 13.85 \text{ litros de ácido de densidad 1.400}$$

b).- Cálculo del óxido que interviene para la preparación de-
234Kg de material negativo usado en 100 acumuladores.

Cantidad de H₂SO₄ que se añade: 270Kg (267.3 de óxido + 2.7 -
de expansor), es 9.79 Kg.

Por tanto el peso del óxido más el ácido más el expansor es:

$$267.3 + 2.7 + 9.79 = 279.79 \text{ Kg.}$$

de donde:

Si en 279.79 hay 270 Kg de óxido(+ expansor).

$$\text{en 234 ----- X}$$

$$X = \frac{234 \times 270}{279.79} = 225.81 \text{ Kg de óxido negativo. Con 1\% de expansor.}$$

Por consiguiente para la producción de 100 acumuladores mensuales se requieren de 225.81 Kg de óxido + expansor con un costo de: \$24,459.74.

Costo total y cantidad total de los óxidos:

Oxido positivo = 189.99Kg, Costo. \$ 20,292.33

Oxido negativo = 225.81Kg, Costo. \$ 24,459.74

Costo total de los dos óxidos: \$44,752.07 ; 415.80Kg.

d).-Acido sulfúrico.

1).- En material positivo:

Si en 286.50 hay 16.50 Kg de ácido

201.66 ----- X

$$X = \frac{201.66 \times 16.50}{286.50} = 11.61 \text{ Kg de ácido puro}$$

Por lo tanto en la preparación del material positivo: se utilizan 11.61 Kg de ácido.

El costo por Kg. de ácido es de \$35.00

Por lo tanto: 11.61Kg cuestan \$406.35

2).- En material negativo:

Si en 279.79Kg hay 9.79 Kg de ácido puro

234 ----- X

$$X = \frac{234 \times 9.79}{279.79} = 8.18 \text{ Kg de ácido puro}$$

Por lo tanto; En la preparación del material negativo se utilizan 8.18 Kg de ácido con un costo de \$286.30

3).- En formación y carga.

Aproximadamente por cada placa se necesitan 58cc. de solución de ácido sulfúrico.

En la formación y carga se efectúan dos pasos. En el primero que es prácticamente la formación de la placa, se utiliza H_2SO_4 de una densidad de 1.100.

En el segundo, en este paso procede a concluir la carga y que dura aproximadamente 12 horas. Se utiliza H_2SO_4 con una densidad de 1.200 (a $25^{\circ}C$).

Por lo tanto:

a).- Electrólito de 1.100 a $25^{\circ}C$. El número de placas para los 100 acumuladores es de 5400, por tanto:

$5400 \times 58 = 3,132,000$ cc. = 3,132 litros de ácido de densidad 1.100, o sea $3,132 \times 1.100 = 3,445.20$ Kg de ácido de 1.100.

Ahora bien el H_2SO_4 tiene una densidad 1.100, tiene 15% en peso. Por tanto:

$3,445.20 \times 0.15 = \underline{516.78}$ Kg de ácido puro.

b).- H_2SO_4 de densidad 1.280 (a $25^{\circ}C$).

$3,132 \times 1.28 = 4,008.96$ Kg de H_2SO_4 a 1.280

El ácido sulfúrico de densidad 1.280 tiene 37.4% en peso de ácido puro.

Por lo tanto: $4,008.96 \times 0.374 = 1,499.35$ Kg. de ácido puro.

En este departamento se requieren:

$$516.78 + 1,499.35 = 2,016.13 \text{ Kg de ácido puro, } \underline{\$ 70,564.55}$$

Cantidad y costo total de ácido sulfúrico.

	(Kg)	(\$)
1).- Material positivo	11.61	406.35
2).- Material negativo	8.18	286.30
3).- Formación y carga	<u>2,016.13</u>	<u>70,564.55</u>
Total:	2,035.92 Kg	\$ 71,257.20

e).- Agua destilada.

1).- En material positivo.

a).- Agua para dilución del ácido puro a ácido de densidad - 1.400, se tiene que son necesarios 11.61 Kg de ácido puro, por lo tanto para obtener ácido de densidad 1.400 (el cual tiene 50% en peso), es necesario añadir:

$$11.61 \times \frac{0.495}{0.505} = 11.38 \text{ Kg de agua} = 11.38 \text{ litros de agua}$$

b).- Agua de adición al preparar la pasta:

$$115 \text{cc. por Kg de óxido. } 201.66 \times 115 = 23.19 \text{ litros de agua}$$

Total de agua en el material positivo.

$$11.38 + 23.19 + 34.57 \text{ litros de agua.}$$

2).- En material negativo.

Agua de dilución:

$$8.18 \times \frac{0.495}{0.505} = 8.018 \text{ litros de agua}$$

Agua de adición para la pasta, aproximadamente 95cc. por Kg. de óxido.

$$234 \times 95 = 22.23 \text{ litros de agua}$$

Total de agua en el material negativo:

$$8.018 + 22.23 = 30.25 \text{ litros de agua}$$

3).- En formación y carga.

H₂SO₄ de densidad 1.100 (a 25°C).

Dicho electrólito tiene un 15% en peso de ácido.

$$\frac{516.78 \times 0.85}{0.15} = 2,928.42 \text{ litros de agua.}$$

-Electrólito de densidad 1.280 dicho electrólito tiene 37.4% en peso de ácido.

$$\frac{1,499.35 \times 0.626}{0.34} = 2,760.57 \text{ litros}$$

Cantidad total de agua en formación y carga, 5,688.99 litros.

Cantidad total de agua para la producción de 100 acumuladores mensuales es la siguiente:

1).- En material positivo	(litros) 34.57
2).- En material negativo	30.25
3).- En formación y carga	<u>5,688.99</u>

Total: 5,753.81 litros de agua.

Costo total del agua \$138,091.44

f).- Separadores de hula microporoso.

Por cada placa positiva se necesitan dos separadores.

Por lo tanto: Se requieren.

$2400 \times 2 = 5800$ separadores.

El costo de cada separador es \$7.67

Por lo tanto:

5800 separadores cuestan \$44,486.00

g).- Tapas de hule duro.

Se requirieron 4 tapas centrales y dos terminales por cada acumulador. Por lo tanto se necesitan :

\$ 53.00 vale cada tapa central

\$ 61.00 vale cada tapa terminal.

Por lo tanto:

$100 \times 4 \times 53.00 = \$21,200$ tapas centrales

$100 \times 2 \times 61.00 = \$12,200$ tapas terminales

Se requieren en total 600 tapas, que tienen un costo de:

\$33,400.00

h).- Tapones de plástico.

Se requirieron 6 tapones por cada acumulador.

Cad. tapón vale \$6.30

$100 \times 6 \times 6.30 = \underline{\$3,790.00}$ es el costo total de los tapones.

i).- Asfalto sellador.

El Kg. de asfalto sellador cuesta \$60.00; y cada acumulador requiere aproximadamente 180 g.

Por lo tanto:

0.180 x 100 = 18 Kg de asfalto, que cuestan \$1080

j).- Pintura. 3 litros aproximadamente, con un costo de \$1400

TABLA. XII.

Cantidad y costo total de materias primas.

Materia prima	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
Plomo antimonial de 7%	314.40	36,344.64
Plomo antimonial de 3%	115.35	9,401.025
Oxido de plomo para placas positivas.	189.99	20,292.33
Oxido de plomo para placas negativas	225.81	24,459.74
Acido sulfúrico	2,035.92	71,257.20
Agua destilada	5,753.81	138,091.44
Separadores de hule microporoso	5,800 piezas	44,486.00
Tapas de hule duro	600 piezas	33,400.00
Tapones de plástico	600 piezas	3,790.00
Asfalto sellador	18.0	1,080.00
Pintura	3 litros	1,400.00
		<u>\$384,002.37</u>

Por lo tanto:

Para la fabricación de 100 acumuladores se gastarán :

\$384,002.37 en materias primas.

EQUIPO: (COSTOS).

MAQUINA REJILLADORA. Marca Winkel. \$ 3,200,000

Olla de fierro fundido. Marca Winkel. \$ 960,000

MEZCLADORA DE PASTAS. Marca Winkel. \$ 384,000

MAQUINA EMPASTADORA. Marca Winkel. \$ 4,480,000

MAQUINA PARA ARMAR LAS PLACAS. Marca Winkel. \$ 256,000

MOLDES PARA REJILLAS. \$384,000

Molde para pequeñas partes. \$ 512,000

RECTIFICADOR de 220 volts. \$40,000

SECADOR DE PLACAS. Marca Winkel. \$ 2, 380,000

Por lo tanto;

La inversión en el equipo principal es de: \$ 12, 596,000

CAPITULO XI

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- El proyecto desarrollado, motivo de ésta Tesis es un Proyecto implementable en el marco de los recursos tanto materiales como humanos con que cuenta la Universidad.
- Es probable que, como se desprende del párrafo anterior, buena parte del equipo pueda construirse dentro de la Universi--dad, tomando en cuenta el doble propósito de ésta. Servir a la Docencia y a la Producción limitada de los requerimientos de la Universidad.
- El costo de operación y mantenimiento, estaría plenamente justificado por sus propósitos y plenamente compensado por los -Servicios proporcionados a Industriales del ramo que lo solici--ten.
- Finalmente permitirá indudablemente el desarrollo, el mejora--miento y la adaptación si es necesario, de las Tecnologías empleadas.

C A P I T U L O X I I

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- George Wood Vinal, Sc.D.
Storage Batteries
Fourth edition
Edit. John Wiley & Sons. Inc.
New York. 1975
- 2.- Agustín Riu
Baterías de Acumuladores Eléctricos
Primera edición
Fanetti & Gasperini
Buenos Aires. 1946
- 3.- Frank C. Vilbrandt, Ph. D.
Chemical Engineering Plant Design
Cuarta edición
Edit. McGraw-Hill Book Company, Inc.
1959
- 4.- Herbert F. Lund
Manual para el Control de la Contaminación Industrial.
Primera edición española
Instituto de Administración Local
Edit. McGraw-Hill Company
Madrid. 1974
- 5.- Manual Técnico de Servicio de Acumuladores
Battery Council International
Séptima edición. E.U.A.
Traducido por Ingeniero Roldán Ordoñez
- 6.- L. C. Morrow
Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo 2
Primera edición española
Compañía Editorial Continental, S.A.
México. 1973

- 7.- Kirk-Othmer
Encyclopedia of Chemical Technology
Vol.3. B to Calcium. "Battery Secondary"
Edit. John Wiley & Sons. Inc.
E.U.A. 1964
- 8.- W.L. Reinhart
The Automotive Storage Battery
Industrial and Engineering Chemistry
Vol. 19. No. 10. October, 1927. págs. 1124-1126
- 9.- James E. Cassidy
Storage Batteries
Journal of Chemical Education
February 1950, págs. 63-67
- 10.- Lee O. Case
Laboratories for Physical Chemistry
Julio. 1974. págs. 338-340
- 11.- C.C. Levy
Choosing Conversion Units for Electrochemical Plants
Chemical & Metallurgical Engineering
Vol. 43, No. 12. págs. 658-661. December. 1936
- 12.- Lead Health Precautions
Guidance Note from Health Safety Executive
"Anexe 2. Control of dust and fume in the lead Battery
Industry".
International Lead Zinc Research Organization, Inc. 1981
- 13.- Lead Research
"Measurement of lead in air".
A.V. Garner, Liason Officer, British Non Ferrous Metals
Research Association. 1981
- 14.- Research Digest Environmental Health. No. 3. 1981
International Lead Zinc Research Organization, Inc.

- 15.- Lead Health Precautions
"Biological Monitoring of lead workers". and "Variations
for workers in Urban areas".
International Lead Zinc Research Organization, Inc. 1980
- 16.- Lead Health
Part 3. Lead Outside the factory. "Placing The Problem
and Perspective".
International Lead Zinc Research Organization, Inc. 1981
- 17.- Saturnismo. Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- 18.- Winkel. Brochure WMC 122 on industrial battery manufac-
turing equipment.
WINKEL MACHINE CO ., INC.