FACULTAD DE QUIMICA U. N. A. M.

PROYECTO DE UNA PLANTA DE LATONADO BRILLANTE ELECTROLITICO.

T E S I S

que para obtener el título de

I N G E N I E R O Q U I M I C O

p r e s e n t a e l p a s a n t e

M A R I O G E B E L Z A R E S K Y

MEXICO, D. F. 1966

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PROYECTO DE UNA PLANTA DE LATONADO BRILLANTE ELECTROLITICO.

TESIS PROFESIONAL

MARIO GEBEL ZARESKY

MEXICO, D. F. 1966

A la memoria
de mi padre.

A mi madre
A mi esposa e hija.

I N D I C E

		PAG.
I	Introducción.....	1
II	Secuencia de Operaciones.....	4
III	Proceso y Formulaciones.....	12
IV	Equipo y su Diseño.....	26
V	Distribución, Plano Eléctrico, Drenaje, Ventilación.....	51
VI	Análisis de los baños.....	58
VII	Costos de planta y operación.....	69
VIII	Conclusiones.....	78
	Dibujo 1 y 2.....	9 A
	Dibujo 3 y 4.....	29 A
	Dibujo 5	40 A
	Dibujo 6	43 A
	Dibujo 7	52 A
	Dibujo 8	49 A

PROYECTO DE UNA PLANTA DE LATONADO ELECTROLITICO BRILLANTE.

CAPITULO I

INTRODUCCION.

El proceso de latonado electrolítico brillante se llama así para diferenciarlo del latonado común, ya que en el primero se electrodepositan capas de cobre y niquel brillante, en cambio en el segundo solo se electrodeposita una capa de latón, considerando que el metal en el cual se fijan éstas capas es de fierro.

Anteriormente se obtenía un latonado brillante depositando el latón directamente sobre el metal y puliendo posteriormente, de aqui surgía el problema de que a las piezas difíciles de pulir (alambrón, piezas profundas) no se les podía dar éste acabado.

Cuando se desarrolló el proceso de niquelado brillante fué posible obtener depósitos de latón brillante, puesto que se aprovecha el gran brillo de ésa capa directamente y el latonado se aplica solamente para dar color. Por otra parte debido a que las piezas de fierro son muy porosas, por medio del latonado y pulido posterior solo se obtenía un acabado brillante pero sin tersura, en cambio con el proceso del cual se trata en éste proyecto, éstas porosidades son rellenadas en gran parte por las capas de cobre y niquel que se depositan primeramente. (1)

El latonado electrolítico es llamado comunmente dorado, puesto que produce un acabado parecido a la apariencia que presenta el oro. Esta apariencia es producida por la alea - ción del zinc con el cobre o bién por la codepositación de éstos dos metales como en este caso.

Como puede apreciarse de lo anteriormente mencionado, este proceso solo tiene un valor decorativo, ya que el latón no tiene resistencia a la intemperie.

Este proceso es relativamente nuevo, puesto que se empezó a poner en práctica hace tan solo 15 años (2).

En México éste proceso es muy poco conocido, puesto que hasta hace poco la mayoría de las piezas de latón electrodepositado de un acabado fino, eran importadas y no se podía competir por el bajo precio relativo que éstas tenían, asi mismo por el bajo desarrollo de ésta industria en México puesto que la mayoría de las plantas de electrodeposita - ción que existían eran principalmente para el cromado de piezas automotrices.

Ya que hemos mencionado éste punto, el 90% de las plantas que funcionaban en México en aquel tiempo eran y muchas son aún operadas únicamente por obreros especializados que se separaron de las plantas más grandes, llevándose tan solo los conocimientos prácticos que adquirieron y se independizaron

para montar sus propios talleres con lo cual la calidad de sus trabajos deja mucho que desear.

Por otra parte, ésto ha acarreado que todos estos pequeños talleres o plantas de electrodepositación sean operados con grandes riesgos de accidentes y con una falta absoluta de cuidado hacia los obreros.

En éste trabajo se ha tratado de mejorar tanto los aspectos técnicos, cómo los humanos, asi como para que sirva de una guía para cualquier persona que desee familiarizarce con el diseño, operación, costo y resolución de problemas de una planta de latonado electrolítico brillante.

CAPITULO II

SECUENCIA DE OPERACIONES.

Secuencia de operaciones son los pasos diferentes por los cuales deben pasar las piezas para obtener el resultado deseado. En este caso se trata de latonar piezas para darles un acabado brillante, atractivo, adherente y resistente con las limitaciones propias de los metales que se electrodepositan.

La secuencia de operaciones que deben seguir las piezas, es la siguiente:

A).- Limpieza y preparación de superficies.

B).- Enjuague.

C).- Cobrizado (baño strike).

D).- Enjuague.

E).- Cobrizado brillante.

F).- Enjuague.

G).- Niquelado brillante.

H).- Enjuague.

I).- Latonado brillante.

J).- Enjuague final.

El objeto de las operaciones mencionadas anteriormente es el siguiente:

A).- Limpieza y preparación de superficies: A ésta opera-

ción en muchas ocasiones no se le presta la debida atención, pero es la que aporta la base para que todas las electrodepositaciones tengan adherencia, puesto que es comprensible que cualquier impureza que lleva la pieza, va a quedar atrapada entre la nueva capa que se deposita y aquella, por lo que a la larga la capa perderá su adherencia en ésta parte.

Se ha comprobado que si se quiere obtener una buena electrodepositación sobre cualquier superficie, se debe tomar en cuenta primordialmente: La naturaleza de la misma, incluyendo las impurezas que le puedan acompañar, así como el acabado en sí, es decir la adherencia que tiene ésta capa sobre los materiales específicos en los cuales se deposita, el brillo que alcanza y la resistencia que confiere.

De lo anterior se deduce que cuidando ésta operación se habrá adelantado mucho para obtener un buen resultado final.

En el caso que se trata en éste proyecto, se van a utilizar piezas de lámina que han pasado por las siguientes operaciones para formar la pieza: Corte, doblado o troquelado, soldado, etc. Las impurezas que se acumulan por éstos procesos pueden ser: aceite y grasa de las máquinas y del manejo manual, trazos del dibujo (corte, doblado, etc.), resinas y pegamentos provenientes de los compuestos para pulir. También es necesario considerar que la lámina que se va a utilizar es nueva y

las impurezas que lleva son generalmente aceite proveniente de la fabricación de la misma, polvo y en algunas oxidación ligera.

La limpieza de la superficie de las piezas se puede subdividir en dos partes.

1.- Tratamiento preliminar.

2.- Tratamiento final.

1.- Tratamiento preliminar. Se puede dividir a su vez en dos partes:

a).- Eliminación de depositos de grasa, aceite, compuestos para marcar, resinas y pegamentos, etc.

b).- Eliminación de oxidación.

Para eliminar las impurezas de a). Se utiliza un tanque conteniendo detergentes y agentes emulsificantes, que si bién elimina la mayor parte de éstas impurezas, muchas de ellas se encuentran firmemente adheridas en poros de la lámina las cuales son eliminadas en el tratamiento final.

b).- Eliminación de óxido. Para ésto se contará con un baño de decapado ácido, el cual se usará solo en piezas que contengan ésta impureza, las cuales serán separadas por inspección visual.

2.- Tratamiento final.

Se debe considerar que las piezas que entran a ésto trata

miento ya están lo suficientemente libres de contaminaciones y éste último paso solo elimina los últimos restos de impurezas y también las condiciona para recibir el primer baño de electrodepositación.

Los pasos que se siguen en éste proyecto para el tratamiento final, son los siguientes: (3)

a).- Limpieza anódica.

b).- Enjuague.

c).- Baño Acido.

d).- Enjuague.

e).- Baño con Cianuro de sodio.

a).- El baño de limpieza anódica es uno de los más efectivos (3), ya que utiliza corriente eléctrica para separar las partículas fuertemente depositadas en las piezas, funcionando éstas como ánodos y como cátodos se pueden colocar placas de acero niqueladas para evitar un ataque muy fuerte de la solución alcalina que contiene el baño. Como es fácil ver, por éste método se efectúa la electrólisis del agua desprendiéndose oxígeno en el ánodo e hidrógeno en el cátodo. Estos gases se producen en la interfase haciendo que las piezas se liberen de las partículas que las recubren. El oxígeno que se desprende de las piezas se forma entre la película de impurezas y el metal produciendo una agitación del baño, el cual ha

ce que constantemente solución limpia entre a reemplazar a la que ya estuvo en contacto con la superficie.

En el momento en que las piezas entran al baño, la mayoría de las impurezas se emulsifican y las otras se ionizan al solubilizarse, formando iones positivos y negativos los cuales al serles aplicada una corriente eléctrica como en éste caso, son atraídos, los positivos por el cátodo y los negativos por el ánodo. Los positivos o cationes al mismo tiempo son repelidos por el ánodo impidiéndose de éste modo que metales como cobre, zinc y otros que pueden estar presentes, así como pigmentos, jabones y algunos coloides se depositen nuevamente. Por lo anterior para éste caso se prefiere la limpieza anódica y no la catódica, ya que por otra parte, debido a que el hidrógeno se libera en el cátodo no existe el peligro de que éste sea ocluido por las piezas de fierro, en cambio el oxígeno que se libera en las piezas, consta de una molécula muy grande que no puede penetrar en el seño del fierro (3). Las piezas en contacto directo con el oxígeno podrían sufrir una oxidación por lo cual es conveniente agregarle inhibidores al baño para reducir el problema que podría sucitarse por esta causa.

b).- Enjuague.

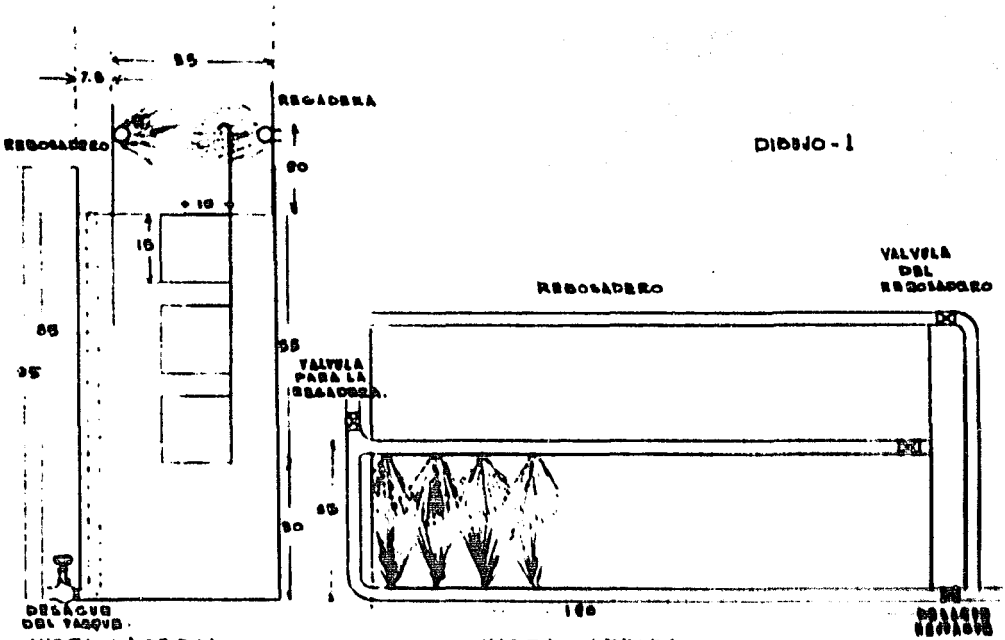
El enjuague debe considerarse como parte integrante del proceso de limpieza, puesto que las impurezas que fueron emulsificadas, disueltas o bién únicamente desprendidas siguen contaminando las piezas al sacarlas de los baños, puesto que las mismas se hallan recubiertas de la solución del baño que las precedió, haciéndose por ésto necesario un enjuague para eliminar ésta capa ligeramente adherida. El enjuague también se utiliza entre baño y baño de electrodepositación, para evitar que las substancias que se utilizan en los mismos sean transportadas de uno a otro, produciendo contaminaciones de los mismos.

Todos los enjuagues que se utilizarán en éste proyecto serán una combinación de baño y regadera, puesto que si se utilizan solamente tanques de enjuague la concentración de impurezas aumenta rápidamente y la agitación debe ser muy fuerte para hacer que la película se desprenda. En cambio si sólo se utiliza la limpieza por medio de regadera, pueden existir muchas partes de la pieza en las cuales no llegue la misma, aunque por medio de ésta la película de impurezas se desprende más fácilmente. (ver dibujo No. 1)

c).- Baño ácido:

Esta inmersión se hace básicamente para neutralizar los últimos vestigios de la solución alcalina que proviene del ba

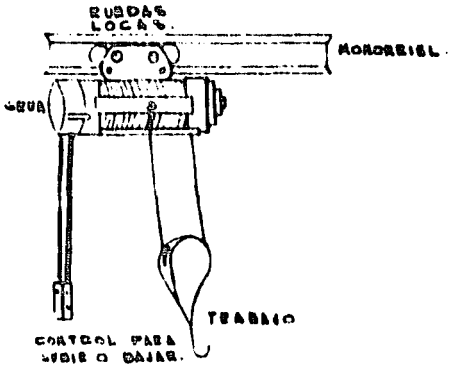
DIBUJO - 1



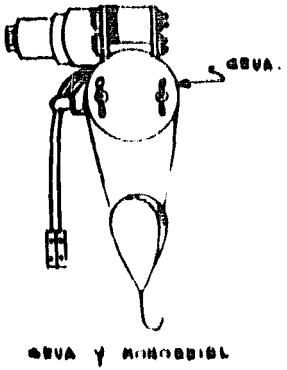
VISTA LATERAL.

VISTA ARRIBA.

DIBUJO - 2



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

ño de limpieza anódica. Con éste baño se activa ligeramente la limpieza para recibir los pasos subsecuentes. Este baño ya no sirve para dar limpieza de ninguna clase a las piezas.

c).- Baño conteniendo Cianuro de Sodio.

Este tratamiento tiene por objeto activar ligeramente la superficie de las piezas para recibir el baño electrolítico. En éste caso se va a usar un baño de Cianuro de Sodio para activar las superficies que van a recibir el baño inicial.

d). Cobrizado (baño ácido).

Este baño de electrodeposición se utiliza principalmente para dar una superficie de anclaje a las capas subsecuentes de metales electrodepositados, puesto que el cobre tiene muy buena adherencia sobre fierro.

En éste baño se obtiene una superficie ligeramente rugosa como en el caso de las piezas primarias, por lo cual presenta una mayor superficie de agarre para las siguientes capas.

E). Cobrizado brillante.

La brillantez que se obtiene al final de los baños, se debida principalmente a la tersura de la capa, se decir que se trata básicamente de una propiedad física, puesto que a mayor tersura, mayor brillantez. Al aplicar ésta ca

pa de cobre brillante, se pretende obtener al mismo tiempo una base adherente para las capas posteriores, así como el comienzo para consolidar una capa de buena tersura o sea alto brillo. Por medio de éste baño también obtenemos un relleno a las imperfecciones intrínsecas del fierro, es decir a la porosidad que presenta éste metal.

G).- Niquelado brillante.

Este metal al ser electrodepositado en las condiciones apropiadas para formar una capa brillante, reúne las condiciones perfectas de tersura para dar un acabado con la máxima brillantez esperada, que es el principal factor que se busca en las piezas ornamentales o decorativas.

I).- Latonado brillante.

Esta última capa que se aplica, es meramente para impartir el color dorado que se requiere en las piezas. Este color puede ser ligeramente modificado, cómo se verá en el siguiente capítulo.

CAPITULO III

PROCESO Y FORMULACIONES.

En este proyecto se van a utilizar piezas de una medida escogida que permitan variar y dar elasticidad al proceso, puesto que el latonado electrolítico brillante se emplea básicamente en piezas decorativas, las cuales pueden variar considerablemente en dimenciones y formas. Este es un problema que es necesario resolver, puesto que no depende exclusivamente del fabricante sino también de la demanda y cambios de moda en el gusto del público. Como en todo problema que se presenta para los calculistas y diseñadores de equipo, cuando se ataca el problema de frente, es necesario romper la serie de variables que se encadenan por la parte empírica, la cual en éste caso específico es la dimensión base de la pieza.

Por la experiencia que existe en éste aspecto, se ha notado que en general las piezas de tipo decorativo se acercan más a la forma alargada que a la cuadrada y a su vez, a la forma cilíndrica que esférica, pués generalmente tienen base de sustentación, por lo cual se ha escogido para éste proceso una pieza en forma de prisma rectangular de las siguientes dimensiones:

Largo: 30 cm.

Ancho: 15 cm.

Alto : 15 cm.

Esta pieza está destapada por el lado que mide 30 X 15 cm.

Los ajustes se hacen cuando se cambia de pieza, se refieren únicamente a los accesorios del baño y no al baño en sí.

Se desea latonar éste número y dimensión de piezas, porque la superficie que estas tienen es bastante considerable dar un mayor a los baños en caso de que se desee latonar otras de otro tipo. Asi también las dimensiones son bastante considerables tomando en cuenta que son para uso decorativo.

Esta planta es de tipo manual. Los bastidores cargados, serán trasladados de un baño a otro por medio de una grúa eléctrica la cual estará soportada en un monorriel como se ilustra en la fig. No. 2. Esta grúa solo es manipulada eléctricamente al bajar o subir los bastidores, ya que el arrastre de la misma a través del monorriel se hace manualmente. Los tanques que contienen las soluciones se encuentran dispuestos de tal manera, que el operador pueda hacer descender y colocar los bastidores fácilmente; ésta forma de colocación se puede llevar a cabo de diferentes maneras (3)

1ª :- Los tanques se alinean en una sola linea. En éste método la carga de los bastidores se realiza de un lado y la descarga en otro. En éste caso se necesita más espacio, puesto que hay que transladar los bastidores descargados a la zona de carga. Por otra parte se requiere necesariamente dos personas, una para

cargar los bastidores y otra para descargarlos y revisar las piezas. Los tanques se colocan paralelamente a el monorriel de trabajo.

2a.- Los tanques se alinean en forma de "U". En éste caso se aprovecha mejor el espacio y un sólo hombre puede cargar y descargar los bastidores. La grúa debe de tener accesorios para poder dar las vueltas. Los tanques se alinean paralelamente a la linea de transporte de bastidores. (ver dibujo 7)

3a.- Los tanques se alinean en cuadro. Esta forma de colocación se utiliza sólo en instalaciones pequeñas, por lo cual no se toma en cuenta.

En éste caso utilizaremos la forma No. 2, por las ventajas ya expresadas y también porqué con éste diseño se permite dar mayor facilidad para colocar el trabajo dentro de los baños.

FORMULACIONES:

Los baños que contienen soluciones que sirven ya sea para la limpieza o bién para electrodepositación son los siguientes:

1.- Baño para eliminar grasa, aceite, etc.

2.- Baño de decapado ácido.

3.- Baño de limpieza anódica.

4.- Baño ácido.

5.- Baño de activación. (Cianuro de Sodio)

6.- Baño de electrodepositación de cobre. (baño Strike)

7.- Baño de electrodepositación de cobre brillante.

8.- Baño de electrodepositación de latón brillante.

Ahora se procederá a escoger la formulación para cada uno de los baños mencionados anteriormente.

1.- Baño para eliminar grasa, aceite, etc. (4)

Los materiales que entran en la composición de éste baño, necesitan reunir las siguientes características:

a).- Mojar perfectamente la superficie del metal que va a ser limpiado. (agentes humectantes y tensoactivos) 1% a 5%.

b).- Disolver o saponificar grasa y aceites animales o vegetales. Carbonato de Sodio (5 a 8%) Sosa Cañstica (2 a 3%)

c).- Emulsificar aceites o impurezas saponificables. (se completan con a).

d).- Tener agentes que ayuden a ablandar el agua. (Tripolifosfato de Sodio) 3 a 5%.

e).- Producir un enjuague fácil y sin adherencias difíciles de eliminar. (Metasilicato de Sodio) 3 a 5%.

f).- Remover la suciedad rápida y eficientemente.

g).- Los detergentes que se empleen deben de formar poca espuma, o en su defecto, se le debe agregar al baño agentes antiespumantes. (antiespumante a base de Sili

ción).

h).- Agregar un inhibidor para prevenir el ataque directo de la solución sobre el metal.(productos de patente). La concentración recomendada es de 30g/ltr a 90g/ltr. Temperatura 90°C.

Materiales de construcción: Tanque y accesorios de fierro.

2.- Baño de decapado ácido.

Este baño se compone de: (3)

Acido Sulfúrico, 2.3%

Nitrato de Potasio, 2.3%

Temperatura 72°C.

En éste baño es necesario utilizar agitación.

Las reacciones que se llevan a cabo con los óxidos de fierro son las siguientes:

$$FeO + H_2SO_4 ____ FeSO_4 + H_2O$$

$$Fe_2O_3 + 2H_2SO_4 + H_2 ____ 2FeSO_4 + 3H_2O$$

$$Fe_3O_4 + 3H_2SO_4 + H_2 ____ 3FeSO_4 + 4H_2O$$

El hidrógeno es proporcionado por la reacción del fierro con el ácido.

$$Fe + H_2SO_4 ____ FeSO_4 + H_2$$

Este baño es necesario checarlo cuidadosamente cuando está

trabajando ya que si se pasa el tiempo que deben permanecer las piezas en él, la superficie puede ser atacada fuertemente dando por consiguiente una superficie áspera. Por otra parte el consumo del ácido es muy rápido por lo que es conveniente titular frecuentemente para determinar el momento en que es necesario agregarlo.

Se pueden utilizar otros ácidos, pero se escogió éste por ser el más económico.

Materiales: Tanque de Poliester reforzado, tubos de calentamiento de plomo.

3.- Baño de limpieza anódica.(5)

Una formulación que produce muy buen resultado es la siguiente:

Carbonato de Sodio .	40%
Sosa Caústica.	30%
Metasilicato de Sodio.	10%
Tripolifosfato de Sodio.	10%
Detergente no iónico.	10%

La concentración recomendada para que exista una buena limpieza y conducción de corriente eléctrica es de 60 a 90g/l.

Densidad de corriente 50 amp.

Esta formulación reúne las siguientes características que la hacen recomendable.

a).- No contiene jabones ni substancia alguna que pueda electrodepositarse.

b).- El detergente es no iónico, el cual aunque no conduce la corriente tampoco produce substancias coloidales que pueden interferir en la operación.

c).- Los constituyentes del baño, producen una alcalinidad suficiente y mantienen un pH bastante estable.

d).- No contiene ningún producto que pueda atacar intensamente ninguna de las piezas.

La temperatura de operación del baño es de 72°C.

No es necesaria ninguna agitación. Se debe tener cuidado de que el detergente no iónico forme poca espuma y ésta desaparezca paulatinamente, para evitar el peligro de una explosión causada por el oxígeno e hidrógeno formado durante la electrólisis y acumulado por las burbujas en exceso formadas en la superficie del tanque. Por otra parte se recomienda que exista una ligera capa de burbujas para evitar las salpicaduras que existen en éste baño al formarse las burbujas.

Ultimamente se han puesto a la venta en el mercado unas bolitas de plástico, (Tenite) para evitar precisamente éstas salpicaduras, así como una evaporación del baño ((6))

Estas bolitas de diferentes diámetros flotan dentro de los baños cubriendo la superficie totalmente.

En el caso de éste baño de limpieza anódica, si se agregan las bolitas es necesario introducir un antiespumante.

4.- Baño ácido.

Este baño sirve únicamente para neutralizar como ya lo habíamos mencionado anteriormente, por lo cual la concentración no tiene una gran importancia y ésta se mantiene entre 5 y 15%. El ácido que se usa para éste propósito es generalmente ácido clorhídrico, por la gran facilidad que tienen sus sales de disolverse en agua. No requiere calentamiento ni agitación.

5.- Baño de Activación. (Cianuro de Sodio .((3))

Para electrodepositar cobre sobre fierro, se recomienda dar un baño de una solución de Cianuro de Sodio con una concentración de 30 a 80g/l antes de la electrodepositación, pués se ha observado con ésto una activación de la superficie.

6.-Baño de electrodepositación de cobre. (baño Strike)

Para la electrodepositación de ésta capa, existen dos baños: El de Cianuro de cobre llamado también común y el de sal de Rochelle. El segundo es más eficiente por lo cual se escoge éste en función de el tiempo y de deposito más uniformes, pués está demostrado que éste baño tiene un mejor poder ((7)) de llenado de los espacios y poros que llevan las piezas; la formulación que se recomienda para éste baño es la siguiente: ((7)) ((3)) ((1))

Cianuro de cobre.	26 g/l.
Cianuro de Sodio.	34.6 g/l.
Carbonato de Sodio.	30.0 g/l.
Hidróxido de Sodio.	ajustar pH.
Sal de Rochelle.	45.0 g/l.
(Nak	
Por análisis:	
Cobre.	18.7 g/l
Cianuro libre	6.0 g/l
Condiciones:	
pH colorimetrico	12 a 12.6.
Temperatura (°C)	55 a 72.
Densidad de corriente, amp/pie^2	20 a 40
Agitación	catódica.
Eficiencia catódica.	50%.
Relación de ánodo a cátodo	2:1 en area.
Anodos.	cobre.
Filtración.	continua.
Volts.	6.

Los materiales de construccion que se recomiendan para éste baño son:

Tanque de lámina negra, recubierta de hule vulcanizado.

Tubos interiores para calentamiento de fierro negro.

Bomba y tubería de conducción del material del baño de fierro negro.

Filtro y accesorios de fierro negro.

7.- Baño de electrodepositación de cobre brillante. ((1)) ((3)) ((7))

Se puede usar cualquiera de los baños llamados de alta concentración los cuales son: el de Sodio o el de Potasio. Se denomina así debido a que los Cianuros que se ponen son de Sodio o Potasio. En éste caso se usará el de Sodio por ser el más económico en México.

La formulación del baño es:

Cianuro de cobre.	120.0 g/l.
Cianuro de Sodio.	135.0 g/l.
Carbonato de Sodio.	15.0 g/l
Hidróxido de Sodio.	30 . g/l
Por análisis:	
Cobre.	84.5 g/l
Cianuro libre.	3.7 g/l
Condiciones:	
pH, colorimetrico.	Mayor de 13.
Temperatura (°C)	78 a 82.
Densidad de corriente. amp/pie^2	30 a 60.
Agitación	Catódica y aire.

Filtración.	Continua.
Eficiente catódica.	100%
Relación de ánodo a cátodo	2:1 en area.
Anodos.	Cobre.
Volta.	6

Los materiales de construcción recomendados son idénticos a los mencionados en la electrodepositación de cobre (Strike).

Se podría utilizar en tanque de lámina negra sin recubrimiento de hule, pero ésta se disuelve aunque muy lentamente como ferrocianuros; el principal defecto es que existe un efecto bipolar que produce corrosión y por lo tanto contamina el baño.

8.- Baño de electrodepositación de niquel brillante. ((1)) ((3))(7)|

Para éste baño, se utilizará el llamado tipo Watts,por ser el que produce un depósito más brillante de niquel. Formulación:

Sulfato de niquel, $NiSO_4.6H_2O$	298 g/l
Cloruro de niquel, $NiCl_2.6H_2O$	44.8 g/l
Acido bórico.	28 a 40 g/l
Por análisis:	
Niquel	90.5 g/l
pH (electrométrico)	2 a 5.2

Para escoger el pH adecuado en éste baño, es necesario considerar que abajo pH el baño se puede controlar mejor pero el depósito de niquel, a veces presenta problemas al formarse pequeños cráteres; en cambio a un pH alto, los ánodos presentan problemas de pasivación más fuertes que en el caso contrario, por lo cual para escoger el pH del baño lo más conveniente es hacerlo ya sobre la operación del mismo.

Agente humectante.	.1%
Peróxido de hidrógeno. (sin humectante)	5-10 ppm.
Temperatura.	33-72°C.
Densidad de corriente. amp/pie^2	10-60
Agitación.	Catódica.
Eficiencia catódica.	95-100%
Relación de ánodo a cátodo.	1:1 en area.
Anodos.	niquel, depolarizados.

Filtración continua.

Los materiales de construcción de tanques son iguales a los del caso anterior, pero las bombas y accesorios tienen que ser de materias inoxidables. Para éste caso escogemos bomba de acero inoxidable y tubería de cloruro de polivinilo. Para los tubos de calentamiento en el serpen-

tín sumergido usamos acero inoxidable.

9.- Baño de electrodepositación de latón brillante. ((1)) ((3)) ((7))

Cianuro de Cobre.	52.3 g/l
Cianuro de Zinc.	30.0 g/l
Cianuro de Sodio.	90.0 g/l
Rochelle salt. $NaK\ (C_4H_4O_6).4H_2O$	45.0 g/l
Amoniaco (28%) (para dar color)	0-15 ml/l

Por análisis:

Cianuro de Sodio libre.	7.5 g/l
Cobre.	37.5 g/l
Zinc.	14.9 g/l
Relación de cobre a zinc. (ánodos)	7:3 en area o en aleación.

Condiciones:

pH (colorimétrico)	10.3-10.7
Temperatura.	45-60°C.
Densidad de corriente amp/pie^2	5-35
Agitación.	catódica.
Eficiencia catódica.	90-70%
Relación de ánodo a cátodo.	2: 1 en area.

Filtración intermitente.

Voltaje. 6 V.

Materiales de construcción: Iguales a los del baño de cobrizado.

CAPITULO IV.

EQUIPO Y SU DISEÑO.

Para escoger el tamaño, forma y número de baños necesarios para latonar el número de piezas propuesto, es necesario empezar por el diseño de los bastidores (racks) en los cuales van a ser colgadas las piezas para ser sumergidas en los baños.

Diseño de los bastidores.

Se quieren procesar 72 piezas por hora como ya se mencionó en el capítulo anterior. Las dimensiones de las mismas son: 30cm. de largo, 15 de ancho y 15 de alto. Tomando en cuenta éstas dimensiones y el número de piezas que son necesarias latonar, se ve que colocando 9 piezas por bastidor, las dimensiones del baño para ser operado manualmente al bajar los bastidores cargados de la grúa son bastante cómodas por lo cual, considerando también la forma de las piezas, escogemos las siguientes dimensiones para el bastidor:

Alto 55 cm.

Largo 100cm.

Ancho 10cm.

Claro que queda entre pieza y pieza, 5 cm.

Largo de los ganchos para colgar las piezas, 10 cm.

Distancia entre los ganchos en los que se cuelga una misma pieza, 5 cm.

Distancia entre los ganchos para colgarse en la barra bus, 30 cm.

Largo de los ganchos para colgar en la barra bus, 20 cm. (ver dibujo No.3)

Características del bastidor.

Para obtener el peso que debe soportar el bastidor cargado y con éste dato sacar los diámetros del alambre de cobre del cual va a ser construido el bastidor, consideramos que el peso de la lámina es de 7.3 g/cm^3. ((8)

Superficie de la lámina:

2 lados de 15 x 15 = 450 cm^2.

3 lados de 15 x 15 =1350 cm^2.

Superficie total: 1800 cm^2.

Tomando un espesor de la lámina de 1 mm. como promedio obtenemos un peso de:

1800 cm^2. x .1 cm. = 180 cm^2.

180 cm^3 x 7.3 g/cm^3=1314 g. por pieza.

Como tenemos 9 piezas por bastidor:

1314 g. x 9 = 11860 g.

Como se puede apreciar, éste peso es bastante pequeño por lo que no es determinante en éste caso para escoger el espesor del alambre de cobre del cual va a ser construido el bastidor.

Ahora se verá el diámetro mínimo para una conducción correcta de la corriente en el bastidor:

Para el diámetro de alambre de cobre mínimo que conduzca la corriente sin problemas, tenemos la siguiente fórmula: ((3))

Diametro del Cu en mils : 7.35 (amperes) $^{2/3}$

Para conocer la cantidad de amperes que se conducen en cada bastidor, se toma la densidad de corriente más alta de los baños en los que van a ser introducidos los bastidores. Esta es la del niquel de 50 am/pie^2.

Como se calculó, la superficie de la pieza es de 1800 cm^2. como ésta va a ser latonada por los dos lados, se tiene una superficie total de 3600 cm^2., ésta superficie se pasa a pies para facilitar los cálculos y al mismo tiempo dar la especificación del alambre de cobre en unidades inglesas que es como se vende:

3600 cm^2. x ft^2/929 cm^2 = 3.87 ft^2.

Para obtener la cantidad de amperes por bastidor:

3.87 ft^2 x 50 amp/ft^2 x 9 =1746 amp/bastidor.

Como se tienen 4 ganchos para colgar en la barra bus, se divide los amperes que obtuvimos por bastidor entre 4:

$\frac{1746}{4}$ amp/bastidor= 437.5 amp por barra principal.

Aplicando la fórmula:

diam. del Cu en mils = $7.35\ (437.5)^{2/3}$ =

7.35 x 2/3 log 437.5 = 7.35 x antilog (2/3 x 2.641)=

7.35 x antilog(1.760 = 7.35 x 57.3 = 422 mils de Cu

por lo tanto, para la barra principal y las barras por medio de

las cuales se cuelga el bastidor en las barras bus se obtiene un espesor de .422 de pulgada. Para tener un mayor margen se aumenta a 1/2 pulgada de diámetro. Para una buena donducción las demás barras de que está compuesto el bastidor y en las cuales la corriente se reparte pueden tener un diámetro menor, por lo que se escoge un diámetro de 3/8 de pulgada.

Peso del bastidor cargado.-

Se tiene por lo tanto un bastidor que consta de las siguientes barras:

a) 2 barras de 1/2 in. x 100 cm.

b) 6 barras de 3/8 in x 65 cm.

c) 4 ganchos para colgar de las barras bus de 1/2 in x 15cm.

El peso del cobre es de 8.92 g/cm^3, por lo tanto para obtener el peso del bastidor descargado:

de a) 2x .1964 in^2 (area de la sección) x $\frac{6.452}{in^2}$ cm^2 x 100cm= 254.0 cm^3

de b) 6 x .1105 in^2 x $\frac{6.452}{in^2}$ cm^2 x 65 cm =278.0 cm^3.

de c) 4 x .1964 in^2 x $\frac{6.452}{in^2}$ cm^2 x 15 cm =76.0 cm^3.

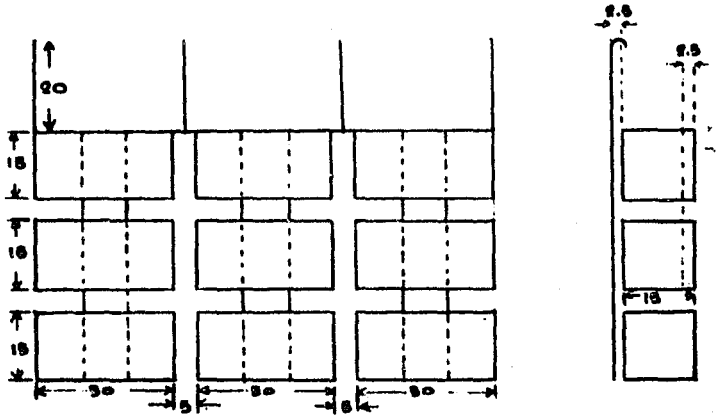
sumando el volúmen de cobre que tiene el bastidor dá: 608 cm^3.

608 cm^3 x 8.92 g/cm^3 = 5420 g.

El peso de las 9 piezas que carga el bastidor es de 11860 más el peso del bastidor dá 17.280 que es el peso del bastidor cargado. Este es el peso que va a ser levantado y trasladado

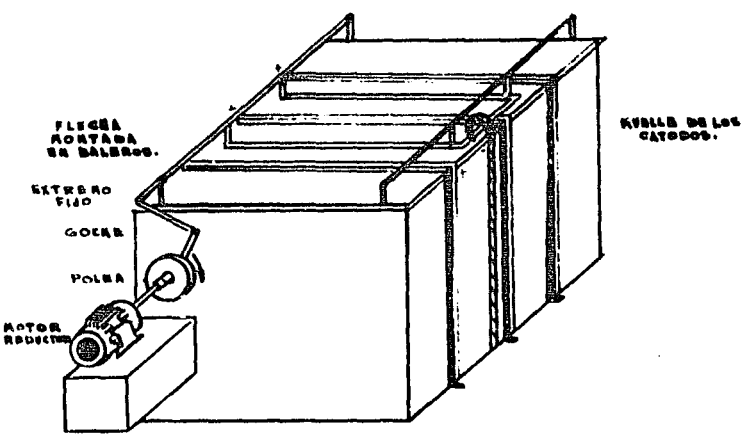
BASTIDOR CARGADO.

DIBUJO -3



AGITACION

DIBUJO - 4



por la grúa.

Agitación.-

La agitación del baño se lleva a cabo en todos los casos de electrodepositación de éste proyecto, por medio de el movimiento de las piezas que están sumergidas para recibir la capa de metal y colgadas de la barra bus (cátodo). Para el baño de cobre brillante se utiliza la agitación por medio de aire que se verá más adelante; junto con el método anterior el movimiento de las piezas es paralelo a los ánodos para evitar que las piezas se balanceen, causando con ésto que la distancia entre éstas y los ánodos sea variable.

Las barras bus en las cuales están colgadas las piezas, (ver dibujo 4) van unidas a una barra perpendicular por cada extremo las cuales están fijadas en el tanque por medio de soportes aislados. La altura de éstos soportes es de 10 cm. A una de éstas barras perpendiculares se le imprime movimiento por medio de un motorreductor de 1/2 HP. Este lleva una polea en la cual en un extremo va fijo un perno lubricado, sobre éste perno está una palanca que es la que impulsa la barra en su movimiento. Estas en sus extremos tienen unos goznes que permiten el movimiento de las mismas. El desplazamiento de las piezas es de unos 10 cm. dentro del baño, el cual es suficiente para proveerlo de buena agitación.

La conexión de las barras bus con los cables provenientes del rectificador es logrado por una placa de cobre que une a las diferentes barras que pueden estar en los baños y de ésta placa parten unas láminas delgadas de cobre acopladas en forma de muelle de automóvil lo cual en un extremo está fijo al tanque por medio de aisladores y el otro como ya anteriormente se había mencionado está fijado a la placa que une a las barras bus. El movimiento es de 25 ciclos por minuto.

Agitación por medio de aire.

Para el baño de cobre brillante es necesario una agitación por medio de aire como se vió en el capítulo anterior.El aire es producido por un ventilador de corriente forzado, el cual produce una corriente de aproximadamente 60 l/min. a una presión de .07 kg/cm^2 . por cada 50 cm. de altura de la solución. El tubo que conduce el aire se colocará a unos 3 cm.del fondo y directamente de bajo de las piezas y delos ánodos, para evitar una polarización de los mismos. El tubo estará perforado cada 7 cm. con hoyos de 1/8 de pulgadas por la parte de abajo del tubo a unos 35 a 40° de la vertical haciendo las burbujas toquen el fondo del tanque produciendo una agitación más eficiente. El aire será conducido por un tubo de mayor diámetro hasta donde se bifurca para los diferentes tanques (en caso de que al diseñar el baño de cobre brillante sea necesario

más de uno) y los diferentes tubos que están colocados en el fondo del mismo. Se usará un motor de 1 HP corriente trifásica, 1400 rmp.,acoplado al ventilador. El paso del aire se regulará por medio de una válvula. ((3))

El diámetro del tubo a la salida del ventilador será de 5 pulgadas y el de los tubos sumergidos en el baño de 3/4.

Baño de electrodepositación de cobre (strike)

Como ya se ha visto, se van a latonar 72 piezas por hora o sean 8 bastidores cargados, si se dá un baño de cobre strike de 2 a 3 minutos, vemos que es suficiente un solo baño con capacidad para un solo bastidor.

Baño de electrodepositación de cobre brillante.

Siguiendo las leyes de Faraday, se obtiene la cantidad de amperes por centímetro cuadrado necesarios para depositar una capa de .5 mil (.0127 cm). Se ha escogido éste espesor de la capa que se va a electrodepositar, basándose en las especificaciones que dá el manual de electrodepositadores ((9)) para cobrizado brillante en uso decorativo. De tablas ((9)), se obtiene que se necesitan 8.84 amp hr para depositar .001 in por pie cuadrado. Se multiplica por 60 para obtener minutos:

$$8.84 \frac{\text{amp hr}}{\text{pie}^2} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 530 \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}$$

Como éste baño tiene una eficiencia de 100% no se modifica éste resultado.

Como se va a depositar .5 mil, solo se necesita la mitad de la corriente o sea: 265 $\frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}$ trabajando a una densidad de corriente baja, de 30 $\frac{\text{amp}}{\text{ft}^2}$ para evitar polarización de los ánodos se obtiene:

$$\frac{265 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}}{30 \ \frac{\text{amp}}{\text{pie}^2}} = 8.85 \text{ min.}$$

Dando un margen de seguridad de un 30% se obtiene un tiempo de: 8.85 x 1.30 = 11.5 min.

Como se necesitan 11.5 min. para depositar la capa de .5 mil y se tienen bastidores con nueve piezas, se puede observar que con un solo baño para dos bastidores, se puede obtener la producción de 72 piezas que se ha fijado, quedando ligeramente sobrado el baño para el tiempo que se pierde en la imersión y sacado de las piezas del mismo.

Baño de electrodepositación de niquel brillante.

Para obtener el número de baños, se procede de igual manera que en el caso anterior:

Se necesitan 18.7 $\frac{\text{amp hr}}{\text{pie}^2}$ para niquelar con 1 mil de espesor; convirtiendo a minutos queda:

$$18.7 \ \frac{\text{amp hr}}{\text{pie}^2} \times 60 \ \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 1120 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}$$

considerando una eficiencia del baño de 95%:

$$\frac{1120}{.95} = 1180 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}$$

Para niquelado brillante ((9)) se recomienda un espesor de .6 mil, por lo que queda:

$$1180 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2} \times .6 = 708 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}$$

niquelando a una densidad de corriente de 40 $\frac{\text{amp}}{\text{pie}^2}$ con lo que se obtiene:

$$\frac{708 \ \frac{\text{amp min}}{\text{pie}^2}}{40 \ \frac{\text{amp}}{\text{pie}^2}} = 17.7 \text{ min.}$$

que es el tiempo necesario por bastidor para electrodepositar la capa deseada. Tomando un margen de seguridad de un 30%:

17. 7 min x 1.30 - 23 min.

En éste caso son necesarios dos baños con capacidad para dos bastidores para obtener el número de piezas deseado.

Baño de latonado brillante.

Se van a depositar .01 mils (31) para obtener el efecto deseado, o sea el dorado de las piezas. Este espesor no requiere más de 5 minutos de permanencia en el baño, por lo que es suficiente un solo baño con capacidad para un bastidor para electrodepositar ésta capa.

Tanques.

El requisito principal de los tanques es contener debidamente las soluciones singue éstas sufran contaminaciones. En

el caso que se trata, siendo un proceso en el cual las piezas al ser transportadas y bajadas por la grúa montada en un monorriel necesitan ser acomodadas manualmente en el baño, por lo cual se deben limitar las medidas de los tanques para que estén al alcance de los operadores.

Todos los tanques que van a contener las soluciones serán de lámina negra de 2 mm. de espesor, soldados eléctricamente. Todo el borde superior de los tanques estarán reforzados con ángulo de 1.5 pulgadas, el fondo de los tanques tendrán un desnivel de 2 cm. para facilitar el drenado de los mismos y habrá una distancia de 15 cm. entre el fondo y el suelo. Estarán apoyados en dos o tres soportes según la dimensión del baño. Estos soportes estarán hechos de tabique aplanado con cemento. Para drenar el tanque se utilizará una válvula que estará localizada a un lado del tanque; ésta válvula conectará a la tubería que conduce a los filtros en caso de que el baño los requiera. En caso de que el tanque requiera recubrimiento se especificará en el baño.

Tanque para electrodepositación de cobre (strike)

Como ya se dijo anteriormente, las medidas del bastidor son: 55 cm. de alto, 100 cm. de largo y 12.5 de ancho.

Existen recomendaciones basadas en la experiencia ((3)) que recomiendan dejar un espacio de unos 20.0 cm. del fondo

del tanque a las piezas y alrededor de 10 cm. de la parte superior de las piezas al nivel del líquido. Con ésto el alto del tanque sumándole los 10 cm. restantes de los ganchos para colgar en la barra bus más los 55 cm. del bastidor cargado queda de 95 cm.

Para obtener el largo del tanque, es necesario considerar el movimiento de los cátodos, los cuales tienen un desplazamiento longitudinal de 10 cm. por lo que se deja un margen de 20 cm. los que sumados a los 100 que tiene el bastidor queda de 120 cm.

Como en éste baño se colocará solo un bastidor cargado que mide 12.5 cm. de ancho, hay que agregarle la distancia entre ánodos y cátodo. Esta medida se escoge partiendo de la forma de las piezas para obtener un depósito lo más uniforme posible. En éste caso se escoge de 15 cm., pero como las piezas son latonadas por los dos lados es necesario colocar dos ánodos, uno en la parte trasera de las piezas y otro en la delantera. La distancia entre los ánodos y la pared del tanque se escoge de 10 cm. dándole 5 cm. más a una de éstas distancias que es donde van a ser colocados los tubos para calentar el baño a la temperatura de recomendación; por lo tanto sumando:

12.5 cm. ancho del bastidor cargado.

30.0 cm. distancia entre ánodos y cátodo.

25.0 cm. distancia entre ánodos y la pared del tanque queda un ancho de 67.5 cm.

El volumen de la solución contenida en éste tanque es de:

85 cm x 120 cm x 67.5 cm= 690,000 cm^3 o sea 690 lt.

Tanque para la electrodepositación de cobre brillante.

Para éste tanque el alto y el largo es el mismo ya que aunque éste baño es para dos bastidores, éstas dimensiones no cambian como es fácil apreciar. Para el ancho los dos bastidores trabajarán con tres ánodos, uno en la mitad entre los dos bastidores y los otros dos en la parte trasera de las mismas; por lo que queda:

15 cm x 4 distancia entre ánodos y cátodos.

12.5 cm. x 2 dimensiones de los bastidores cargados.

25 cm. distancia entre las piezas y las paredes del tanque.

Total: 110 cm. de ancho. (ver dibujo 5)

volumen del baño:

85 cm x 120 cm. x 110 cm =1,120,000 cm^3 o sean 1,120 lt.

Tanque para niquelado brillante.

Este baño también es de 2 bastidores, por lo que tiene las mismas dimensiones que el anterior. Como se vió anterior

mente, se necesitan 2 baños de éstos para obtener la producción deseada, por lo que se requieren 2,240 lt. de la solución para niquelar.

Tanque para latonado electrolítico.

Tiene las mismas dimensiones que el de cobre (strike)

Tanque para limpieza anódica.

Este tanque tiene las mismas dimensiones que el anterior.

Tanques para enjuague.

Como ya fué mencionado (pag.6) el enjuague se llevará a cabo sumergiendo las piezas en un tanque, encima del cual se encontrará instalada una regadera. Se recomienda que el tanque tenga agua corriente, pero en la práctica se ha visto que es suficiente con el agua que sale de las regaderas para hacer que el agua del tanque se renueve constantemente. El tanque debe tener un rebosadero. Las dimensiones a lo largo y algo son iguales a las de los tanques anteriores y a lo ancho es conveniente reducirlos, puesto que no lleva sistema eléctrico, por lo que dejando 15cm. entre la pieza del bastidor cargadc (calculando el tanque para un solo bastidor) y cada una de las orillas del tanque, éste queda de:

12.5 cm. ancho del bastidor cargado.

15 cm. x 2 distancia entre la pieza y la orilla del tanque.

Total: 42.5 cm.

volumen de cada tanque:

85 cm.x120 cm.x 42.5 =434,000 cm^3 o sean 434 lt.

Puesto que los tanques de enjuague se ha puesto una regadera directamente encima de cada uno de ellos, es conveniente soldarles una lámina a todo lo largo del tanque en las partes donde colindan con los baños, para evitar contaminaciones de los mismos por salpicaduras de la regadera. Esta se coloca a todo lo largo de los tanques de enjuague y se produce por los orificios de 1 mm. perforados en un tubo de 3/4 de pulgada, separados entre sí por 1 cm. Estos tubos estarán colocados uno a cada lado del tanque, a una altura sobre el mismo, de 25 cm.

Con tres imersiones en el tanque con la regadera abierta, durando las imersiones un minuto cada una y dejando escurrir dos minutos encima del mismo, se considera suficiente para obtener un buen enjuague.

Para determinar la eficiencia de la operación de enjuague es conveniente acudir a la ayuda de una gráfica que se encuentra en uno de los libros de consulta ((3)). Esta gráfica se usa muy fácilmente cuando ya se encuentra operando el baño, para obtener los litros por minutos necesarios de circulación de agua fresca para obtener un buen enjuague.

La presión del agua que sale de la regadera podrá ser

regulada por una válvula de globo que se encuentra a la entrada de los tubos en cada tanque de enjuague. (ver dibujo 1)

Tanque para la eliminación de grasa, aceite, etc. y de decapado ácido.

Estos dos tanques tendrán las mismas dimensiones que los de limpieza anódica o sea; 95 cm. x 120 cm x 67.5 cm. con un volumen de; 690 lt.

Calentamiento de los baños. (ver dibujo 5)

Como ya se ha visto, el calentamiento de los baños se hará por medio de serpentines por los que circulará vapor saturado a $70\frac{lbs}{pulg^2}$ o sean, 4.93 kg/cm^2.

Diseño de los tubos de calentamiento.

Como se sabe, la ecuación de diseño en la transferencia de calor es:

$$Q = UA\,T$$

donde: Q = Calor total que va a ser transferido.

U = Coeficiente total de transmisión de calor.

A = Area exterior de los tubos de calentamiento.

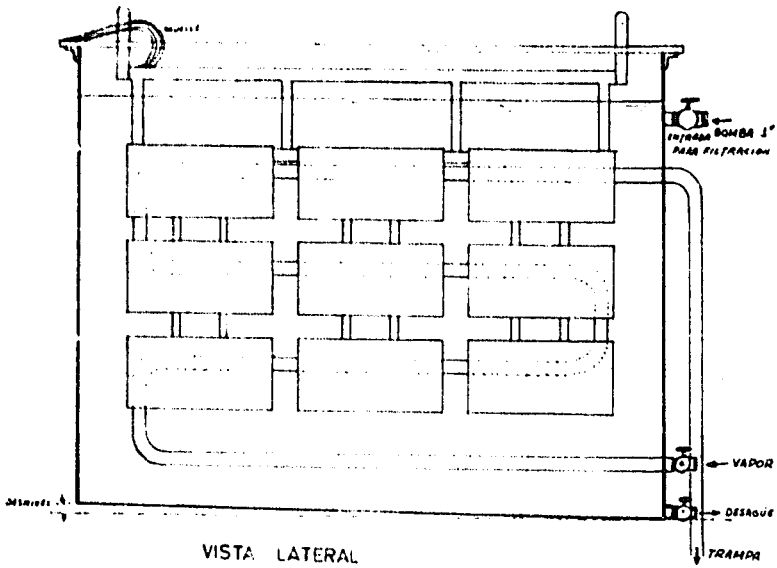
T = Diferencia media de temperatura entre el fluido caliente y el frío.

El calor total Q se obtiene de la ecuación;

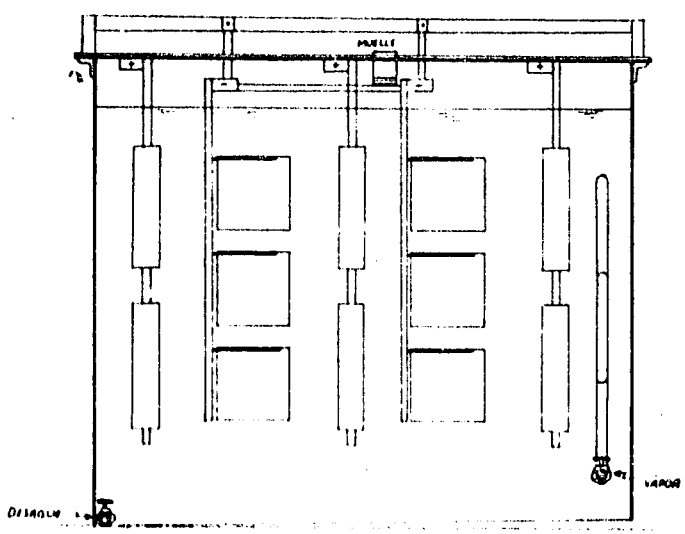
$$Q = mc_p(T_1 - T_2)$$

donde; m = masa de la solución.

BAÑO DE COBRE BRILLANTE



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

Dibujo 5

c_p = Calor específico a la temperatura media.

$(T_1 - T_2)$ = Diferencia de temperatura entre el fluído frío y el caliente.

El coeficiente total de calor U se obtiene de:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hO} + \frac{Lw}{Kw} + \frac{1}{hi\left(\frac{Si}{So}\right)}}$$

donde:

h_O = Coeficiente de película por fuera del tubo.

L_w = Grueso de la pared del tubo.

k_w = Coeficiente de conductibilidad térmica del material del cual está construído el tubo del serpentín.

h_i = Coeficiente de película por dentro de los tubos.

S_i = Area efectiva de transmisión en la parte interior del serpentín.

S_o = Area efectiva de transmisión en la parte exterior del serpentín.

En el caso que se trata, las soluciones que van a ser calentadas, pueden ser consideradas como agua, ya que su calor específico y su densidad están muy cerca de la unidad. ((3)) por ésto se puede considerar que el coeficiente total de transmisión de calor es de: 135 Btu/ft^2 hr°F para tubos de fierro.

Con éste coeficiente de transmisión, se encuentra en gráfica la dimensión de los tubos del serpentín para el calentamiento de los baños. Todos los cálculos para el calentamiento de los baños están basados en los datos anteriores. ((3))

Serpentín para el baño de eliminación de grasa, aceites, etc.

Volumen del baño: 690 lt. a una temperatura de 72°C.

Considerando que la temperatura media en la ciudad de México en la mañana es de 14°C y que los baños serán calentados a su temperatura de trabajo en una hora, se saca la cantidad de calor necesario:

$$Q = mcp\ (T_1 - T_2)$$

$$Q/hr = 690\ lt. \times 2.2\ \frac{lb}{lt} \times 1\ \frac{BTU}{lb\ oF} \times (160-60.8)$$

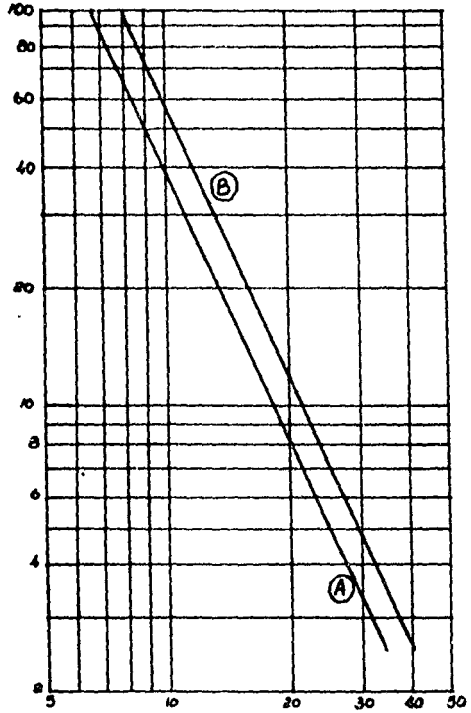
$$Q/hr = 690 \times 2.2 \times 99.2$$

$$Q/hr = (150,300\ BTU/hr)\ 37,890\ Kcal/hr$$

Considerando tubos de fierro de una pulgada y yendo a la gráfica (ver dibujo 6), se ve que se necesitan 11 pies de tubo para proporcionar 100,000 BTU/hr, por lo que:

$$\frac{150,300}{100,000} \times 9.2 = 13.80\ ft$$ o sean 4.2 m.

Puesto que el largo del baño es de 1.20 m. para obtener el número de vueltas que dará el tubo, se divide la longi-



Dibujo 6

SERPENTIN DE Fe. PARA CALENTAMIENTO EN PIES LINEALES

Abscisas.. Pie de 1 in. de tubo de fierro
Ordenadas.. Presión del vapor en psi.
Curva A .. Para levantar temperatura de 100 gal. de agua 100°F en 1 hora
Curva B.. Para proporcionar 100,000 BTU por hora

Para otra medida de tubo	Multiplicar ft. por
½ in.	1.57
¾ in	1.25
1 ¼ in.	0.80
1 ½ in.	0.70

tud entre el espacio. Este espacio se considerará de 1 m. al dejar 10 cm. de cada lado de los tubos de calentamiento, por lo que quedan 4 tubos de 1 m. para la distancia que hay entre tubo y tubo, se dejará de 10 cm. del fondo del tanque a los tubos y otros 10 cm. de éstos al nivel del líquido. La superficie que ocupan los tubos, siendo un diámetro nominal de 1 pulgada, tiene un diámetro exterior de 1.315 in, por lo cual al ser 4 tubos ocupan 5.26 in. restando éstas cantidades queda el espacio libre:

$$85 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - (5.26 \text{ in} \times 2.54 \frac{\text{amp}}{\text{in}}) = 51.3 \text{ amp}$$

dividiendo entre 4 que son los espacios libres entre tubo y tubo queda:

$$\frac{51.3 \text{ cm}}{4} = 17.2 \text{ cm.}$$

Como se puede apreciar, hacen falta 20 cm. de longitud para tener los 5.20 m. necesarios para el calentamiento del baño, éstos se obtienen de la longitud que existe en la vuelta del serpentín y del tubo del serpentín que sale a la válvula de control de vapor. Con ésto queda sobrado el serpentín para el calentamiento del baño.

Los serpentines están colgados del tanque por me -

dio de dos soleras que los unen. (ver dibujo 5)

Serpentín para el calentamiento del baño de decapado ácido.

Como las dimensiones del baño y la temperatura de trabajo son iguales al baño anterior, el serpentín es igual. La diferencia son los materiales, los cuales ya fueron especificados en el capítulo II.

Serpentín para el calentamiento del baño de cobre (strike)

Este baño tiene las mismas dimensiones que el de los anteriores, por lo que la cantidad de calor necesaria y la del serpentín es igual.

Serpentín para el calentamiento del baño de cobre brillante.

Sacando la cantidad de calor necesario para calentar el baño:

$$Q = mcp\ (T_1 - T_2)$$

$$Q = 1{,}120\ lt \times 2.2 \frac{lb}{lt} \times 1 \frac{BTU}{lb\ °F}\ (176-60.8)$$

$$Q = 1{,}120 \times 2.2 \times 115.2$$

$$Q = (284{,}000 \frac{BTU}{hr})\quad 71{,}596.4\ Kcal/hr.$$

Usando tubos de in. y viendo la gráfica se obtiene el mismo valor que en el baño anterior, puesto que se utiliza el mismo diámetro de tubo y la misma presión de vapor, por lo tanto:

$$\frac{284{,}000}{100{,}000} \times 2.2 = 26.1\ ft \text{ o sean } 8.0\ m.$$

se dejan los mismos 10 cm. del fondo del tanque a los tubos y 10 cm. de éstos al nivel del líquido. A los lados se dejarán también la misma distancia. Siendo el mismo diámetro nominal que en el caso anterior, tenemos que poner 8 tubos de 1 m., el margen de seguridad se obtiene de las vueltas del serpentín, por lo que para obtener el claro entre los tubos:

$$85 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - (1.315 \text{ in.} \times 8 \times 2.54 \frac{\text{cm}}{\text{in}}) \quad 38.4 \text{ cm}$$

dividiendo entre 7 para obtener el claro entre tubo y tubo:

$$\frac{38.4}{4} = 9.6 \text{ cm.}$$

Como se puede apreciar por la tamperatura del baño, éste es el que necesita más calentamiento.

Serpentín para el calentamiento de los baños de niquel brillante.

Para la cantidad necesaria de calor:

$$Q = 1{,}120 \text{ lt} \times 2.2 \frac{\text{lb}}{\text{lt}} \times 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb °F}} (160\text{-}60.8\text{°C})$$

$$Q = 1{,}120 \times 2.2 \times 99.8$$

$$Q = (245{,}000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}) \quad 61{,}764.5 \text{ Kcal/hr}$$

usando tubos de 1 in. y viendo la gráfica:

$$\frac{245{,}000}{100{,}000} \times 9.1 = 22.4 \text{ lt o sean } 6.8 \text{ m.}$$

dejando las mismas separaciones, se colocarán 6 tubos de 1 m., la fracción y el margen de seguridad se obtienen igual que en el caso anterior.

Para obtener el claro entre tubos:

$$85 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - (1.315 \text{ in} \times 6 \times 2.54 \frac{\text{cm}}{\text{in}}) = 45 \text{ cm}$$

Dividiendo entre 5 para obtener la separación entre los tubos:

$$\frac{45}{4} = 11.2 \text{ cm}$$

Serpentín para el calentamiento del baño de latonado brillante.

Sacando la cantidad de calor:

$$Q = 690 \text{ lt} \times 2.2 \frac{\text{lb}}{\text{lt}} \times 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb °F}} \times (140-60.8$$

$$Q = 690 \times 2.2 \times 80.8$$

$$Q = (122{,}500 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}) \quad 30{,}882.25 \text{ Kcal/hr.}$$

Usando también tubos de 1 in. y buscándolo en la gráfica:

$$\frac{122{,}500}{100{,}000} \times 9.1 = 11.1 \text{ lt o sean } 3.4 \text{ m}$$

Usando las mismas distancias entre los tubos y las paredes del tanque, se dejan 3 tubos, la fracción y el margen igual que en los anteriores baños, obteniéndo el claro entre tubos:

$$85 \text{ cm} - 20 \text{ cm} - (1.315 \text{ in} \times 3 \times 2.54 \frac{\text{cm}}{\text{in}}) = 55 \text{ cm.}$$

Dividiendo entre 2 para obtener la separación entre los tubos:

$$\frac{55}{2} = 27.5 \text{ cm}$$

Serpentín para el calentamiento del baño de limpieza anódica. Siendo éste baño igual en dimensiones y temperatura de operación al baño de cobre, (strike) se dejan las mismas dimensiones del serpentín.

Cálculo de la caldera.

Sumando todo el calor que necesitan los baños:

Baño de eliminación de grasa, aceite, etc.	150,300 $\frac{BTU}{hr}$
Baño para decapado ácido.	150,300 "
Baño de cobre (strike)	150,300 "
Baño de cobre brillante.	284,000 "
Baños de niquel brillante (2)	490,000 "
Baño de latonado brillante.	122,500 "
Baño de limpieza anódica.	150,300 "
	$(1,497,700 \frac{BTU}{hr})$
	$377,570. \frac{Kcal}{hr}$

Como se usa vapor de 70 $\frac{lbs}{in^2}$, la temperatura del vapor de 303°F.

Buscando en tablas de vapor (10), la entalpia del vapor saturado es de: 1180 $\frac{BTU}{lb}$, por lo que para sacar la cantidad necesaria de libras de vapor:

$$\frac{1,497,700}{1180} = 1270 \frac{lb}{hr.}$$

para sacar los caballos de caldera necesarios:

$$\frac{1,497,700}{33000} = 45.5 \text{ H.P.}$$

Debido a que existen pérdidas de calor por evaporación del agua y por radiación, es conveniente aumentar la capacidad de la caldera, por lo que aumentando un 10% ésta y la cantidad de lb/hr. necesarios, queda una caldera de:

Presión de vapor: 70 lb/in^2

Libras por hora: 1400

Caballos de caldera: 50.

Filtración.

Se va a usar filtración en los baños de cobre brillante y niquel brillante. Las recomendaciones que se dán para éstos baños, es que debe tener un flujo necesario a través del filtro que haga pasar todo el contenido de los tanques entre una y cuatro horas.

Se escogió el filtro Sethco Carbolator (11) puesto que ya tiene incluido el carbón activado que se recomienda para los baños para eliminarle toda contaminación orgánica y también tiene filtros de celulosa intercambiables que eliminan partículas hasta de un micrón de tamaño. 6

Al tener independientes el carbón activado y los filtros, evita que los filtros se tapen rápidamente por los ayuda-filtrantes y el carbón que se ponen juntos, como es el caso de los filtros discos.

Otra ventaja, es que ya viene incorporada la bomba de cir

culación, por lo cual ocupa un espacio muy pequeño.

Todo éste conjunto del Sethco Carbolator (ver dibujo 8) viene en una unidad portátil fácilmente trasladable.

Se usará un filtro de 1,320 litros de capacidad para los dos baños de niquel y otro de las mismas dimensiones para el baño de cobre brillante.

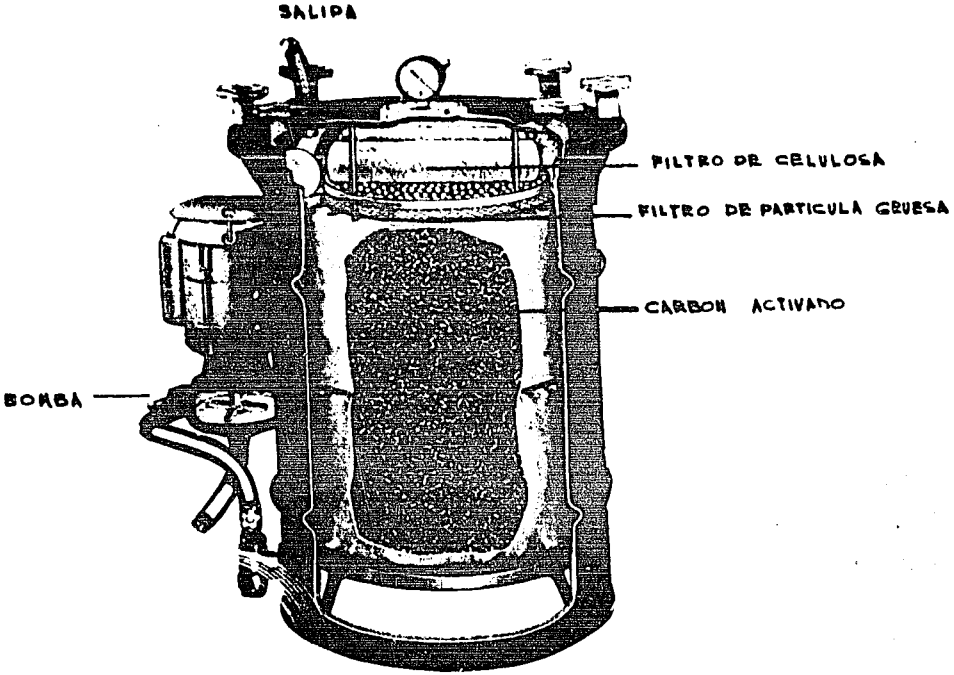
El segundo está bastante sobrado, pero puede ser desconectado y utilizado para filtrar el baño de latonado electrolítico brillante, el cual requiere de una filtración periódica, lo mismo que el de cobre (strike).

Los filtros intercambiables son de celulosa y se cam - bian cada vez que sube la presión permitida, la cual está indicada por un manómetro que lleva adjunto el filtro.

El carbón es cambiado siguiendo las especificaciones del fabricante; pero generalmente se recomienda que para el tratamiento en corriente continua, sea de 250g a 1.500 kg. por cada 400 lt. ((3))

Grúa.

Como anteriormente se había mencionado la grúa es eléctrica trasladada manualmente sobre un monorriel. La capacidad de la grúa es de 250 kg. y consta de un cable montado sobre un alambre que va paralelo al monorriel, el cual conduce la corriente eléctrica. De la grúa parte un cable al extremo del


SALIDA
FILTRO DE CELULOSA
FILTRO DE PARTICULA GRUESA
CARBON ACTIVADO
BOMBA

DIBUJO - 6

cual están montados los botones para hacer descender o subir la misma.

CAPITULO V.

DISTRIBUCION, PLANO ELECTRICO, DRENAJE, VENTILACION.

Distribución.-

Como ya se vió (pag.10) los tanques son alineados en forma de U, por las razones ya antes expuestas. Las trampas de vapor no están marcadas en el dibujo ya que éstas serán dispuestas una vez que el fabricante de la caldera haga las sugestiones para el caso. (ver dibujo 7)

Plano eléctrico.

Para obtener el diámetro necesario de las barras bus para que conduzcan debidamente la corriente, utilizando como material para las mismas cobre, se hacen las siguientes operaciones:

Obtener la superficie de la pieza en la cual se va a electrodeposita .

2 lados de 15 cm x 15 cm. = 450 cm^2

3 lados de 30 cm x 15 cm. =1350 cm^2

Como se va a electrodepositar por los 2 lados;

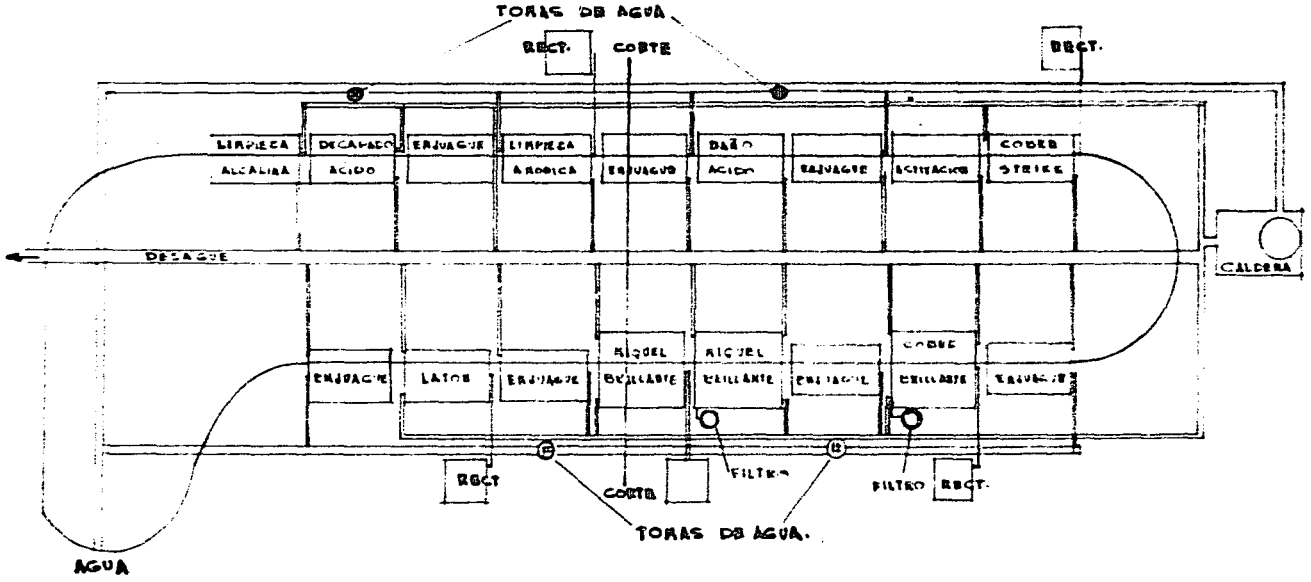
(450 cm^2 + 1350 cm^2) 2 = 3600 cm^2.

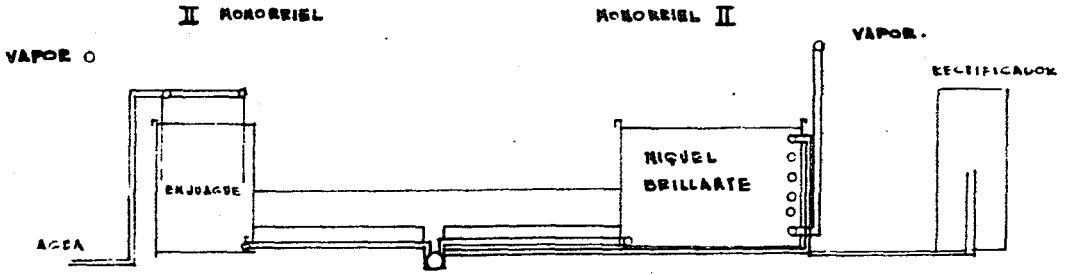
Para las barras bus del baño de limpieza anódica:

Convirtiendo a pies para facilitar los cálculos.

$$3600\ cm^2 \times 1\ \frac{Ft^2}{929\ cm^2} = 3.87\ ft2$$

Como cada bastidor tiene 9 piezas y es el que va a ha-





CORTE

DIBUJO-7

cer el contacto con la barra bus:

$$3.87 \times 9 = 34.8 \text{ ft}^2$$

Multiplicando por la densidad de corriente para encontrar la cantidad de amperes que van a trabajar en las barras:

$$34.8 \text{ ft}^2 \times 50 \frac{\text{amp}}{\text{pie}^2} = 1740 \text{ amp}$$

Para obtener obtener el diámetro de la barra bus, se considera que una corriente de 1000 amp/in^2 en area seccional (38) es conducida libremente, por lo que dividiendo los amperes necesarios entre éste valor se obtiene el area de la sección necesario.

$$\frac{1740}{1000} = 1.74 \text{ in}^2$$

Debido a que ésta area es bastante grande y en la práctica no es fácil encontrar barras bus redondas de éste grueso, se van a emplear barras bus rectangulares de 1 in x 2 in. (3)) quedando un area sobrada.

Barra bus para el baño de cobre (strike)

Multiplicando el area de las piezas que están en el bastidor, por la densidad de corriente:

$$34.8 \text{ ft}^2 \times 40 \frac{\text{amp}}{\text{pie}^2} = 1392 \text{ amp.}$$

Dividiéndolo entre 1000 amp/in^2 igual que en el caso anterior:

$$\frac{1392}{1000} = 1.392 \text{ in}^2$$

por lo que se usa una barra bus rectangular de 1 in x 1.15 in. (3)

Barra bus para el baño de cobre brillante.

Como éste baño trabaja a la misma densidad de corriente que el de limpieza anódica, las barras bus se dejan de las mismas dimensiones ya calculadas para éste.

Barra bus para los baños de niquel brillante.

Para éstos baños también se utilizarán las mismas dimensiones de las barras bus, que en el caso anterior.

Barra bus para el baño de latonado brillante.

Para éste baño se usarán las mismas dimensiones que para el baño de cobre (strike).

El aislamiento de las barras se harán con porcelana, entre el tanque y el aislamiento se pondrá hule para que asienten mejor.

Rectificadores.

Para calcular la cantidad de amperes que debe proporcionar el rectificador, se multiplica la superficie total que se va a electrodepositar, por la densidad de corriente recomendada, como se vió en el capítulo anterior.

Corriente necesaria para el baño de limpieza anódica:

$$3.87 \times 9 \times 50 \frac{amp}{pie^2} = 1740 \text{ amp}$$

Corriente necesaria para el baño de cobre (strike)

$$3.87 \times 9 \times 30 \frac{amp}{pie^2} = 1110 \text{ amp}$$

Corriente necesaria para el baño de cobre brillante.

$$3.87 \times 18 \times 50 \frac{amp}{pie^2} = 3480 \text{ amp}$$

Corriente necesaria para el baño de niquel brillante.

$$3.87 \times 18 \times 40 \frac{amp}{pie^2} = 2780 \text{ amp}$$

Corriente necesaria para el baño de latonado:

$$3.87 \times 9 \times 30 \frac{amp}{pie^2} = 1110 \text{ amp}$$

Para el baño de niquel es necesario duplicar la cantidad de amperes necesarios, puesto que consta de dos tanques.

Se recomienda ((3)) usar rectificadores separados para cada baño.

En éste caso se utilizará rectificadores de silicio con control saturable con el cual se obtiene un control desde 5% a 100% contínuo y con control automático de una exactitud de 3% mínimo. (12)

Por lo tanto para el baño de limpieza anódica se utilizará un rectificador de 2000 amperes de capacidad (20.4 KVA) a 6 volts. Las medidas del gabinete son: 26 pulgadas de ancho, 31 de profundidad y 60 de alto.

Para el baño de cobre strike, se utilizará un rectificador de 1000 amperes, aunque esté un poco faltado, pero se puede trabajar a menor densidad de corriente; el

voltaje será de 6 volts. Las dimensiones del gabinete son iguales a las del rectificador anterior.

Para el baño de cobre brillante, se utilizará un rectificador de 4000 amperes a 6 volts, las dimensiones del mismo son: 34 pulgadas de ancho, 40 de profundidad y 70 de alto.

Para los dos baños de níquel se usará un rectificador de 5000 amperes ya que se puede reducir la densidad de corriente. Voltaje; 6 volts. Las dimensiones del gabinete son iguales al anterior. Para el rectificador del baño de lafonado se usará un rectificador de 1000 amp, con un voltaje de 6 volts.

Los rectificadores serán colocados directamente atrás de los baños. (ver dibujo 7).

Drenaje.

El drenaje se encuentra en la parte media de la U formada por los tanques. Está construido de tubos de asbesto cemento, en el cual se descargan principalmente el agua sobrante de los baños de enjuague y el condensado producido en los tubos y serpentines, puesto que los baños son deshechados exclusivamente cuando se vuelven inoperables por haber sufrido grandes contaminaciones. Esto ocurre solo cuando existe una mala operación y realmente es un extremo

al cual nunca se debe llegar.

Al tratar el punto anterior, se hace necesario tocar el punto sobre la disposición del desperdicio que representa un baño contaminado sobre todo los que contienen cianuros. Desgraciadamente en México no existen leyes con respecto a la cantidad permisible de contaminación por productos químicos que pueden ser arrojadas directamente al desagüe y la mayoría de las Industrias cuando se enfrentan a éste problema lo resuelven mandando sus desperdicios a las cañerías sin tomar en cuenta los riesgos que se producen. Por lo anterior debe exigirse a los ingenieros que operan éstas Industrias un tratamiento preliminar de los desperdicios que representan los baños contaminados.

Para destruir los cianuros se recomienda usar hipoclorito de Sodio para oxidarlos. Las siguientes reacciones son las que se llevan a cabo (13)

$$CN^- + HOCl \longrightarrow CNCl + OH^-$$

$$CNCl + 2OH^- \longrightarrow CNO^- + Cl^- + H_2O$$

$$2CNO^- + 3OCl^- + H_2O \longrightarrow 2CO_2 + N_2 + 3Cl^- + 2OH^-$$

Se recomienda tener un exceso de un 10% de hipoclorito y trabajar a un pH de 8.5 dejando reaccionar durante una hora.

Ventilación.

En todo proceso de electrodepositación es conveniente ventilar o extraer los gases o vapores que se producen en los diferentes procesos. Para el caso que se trata en éste proyecto, los contaminantes que se desprenden al aire, son relativamente cantidades pequeñas, pero el calor que producen los baños exigen extractores que funcionan con propelas y motores acoplados. (14)

El tamaño y velocidad de los ventiladores estará en relación con el tamaño que ocupe la planta en donde se encuentran los baños. En general se recomienda un cambio de aire cada hora.

CAPITULO VI.

ANALISIS DE LOS BAÑOS.

Análisis del baño de cobre (strike)

Cobre.

1.- Tomar una muestra de 10 ml. en un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 10 ml. de ácido sulfúrico y 1 a 2 ml. de ácido nítrico y calentar hasta la desaparición de vapores nitrosos. En éste momento la solución es transparente.

3.- Después de enfriar, agregar 100 ml. de agua destilada y agregar hidróxido de amonio hasta obtener un color azul obscuro permanente. Si existe un precipitado con agua caliente que contenga una pequeña cantidad de hidróxido de amonio.

4.- Hervir hasta que desaparezcan los vapores de amonio. Con quince minutos generalmente es suficiente.

5.- Agregar 10 ml. de una solución al 30 % de ácido acético.

6.- Enfriar a la temperatura ambiente y agregar el agua que se haya podido evaporar.

7.- Agregar 15 ml de una solución al 30% de yoduro de potasio y agitar.

8.- Titular con tiosulfato de sodio hasta que el color obscuro de la solución empiece a desaparecer.

9.- Agregar 5 ml. de almidón como indicador y continuar la titulación hasta que el color azul desaparezca por 1 minuto aproximadamente.

10.- La lectura multiplicada por el factor de estandarización del tiosulfato de sodio da la cantidad de cobre existente.

Cianuro de Sodio libre.

1.- Colocar 10 ml. de la muestra en un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 100 ml. de agua destilada y 5 ml. de una solución al 10% de yoduro de potasio como indicador.

3.- Titular con una solución .1N de nitrato de plata y titular hasta obtener una opalescencia persistente.

(Si existen dificultades para llegar a ver con claridad el final de la titulación, agregar una cucharadita de carbón activado y filtrar, empezando nuevamente con el paso 1).

4.- Esta lectura multiplicada por el factor de estandarización de l nitrato de plata, da el contenido

de Cianuro de Sodio libre.

Carbonato de Sodio.

1.- Colocar 10 ml. de la muestra en un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 100 ml. de agua destilada y calentar.

3.- Agitando, agregar 25 ml. de una solución al 10% de nitrato de bario, dejar reposar para que se asiente el precipitado y agregar 1 o 2 ml. más para ver si la precipitación fué completa.

4.- Filtrar el precipitado y lavar unas 3 veces con agua caliente.

5.- El papel filtro junto con el precipitado debe colocarse en el mismo matraz Erlenmeyer en el cual se llevó a cabo la precipitación.

6.- Titular con ácido clorhídrico estandarizado usando naranja de metilo como indicador, hasta obtener una coloración rosa permanente.

7.- La lectura obtenida, multiplicada por el factor de estandarización del ácido clorhídrico da la cantidad de Carbonato de Sodio existente en la muestra.

Sal de Rochelle.

1.- Colocar 10 ml. de la muestra de un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 10 ml. de ácido clorhídrico concentrado y 15 ml. de agua destilada y hervir hasta obtener una solución verdosa, libre de turbidez.

3.- Agregar 10 ml. de una solución al 15% de sulfuro de Sodio agitando y dejar reposar el precipitado. Filtrar y lavar el precipitado con una solución de sulfuro de Sodio al 1% ligeramente acidulada con ácido clorhídrico. (papel pH).

4.- Colectar el filtrado y los lavados y evaporar hasta dos tercios del volumen. (Si existe un precipitado, volver a filtrar y a lavar).

5.- Agregar Carbonato de Potasio al 35% hasta que la solución quede debilmente alcalina. (papel pH)

6.- Evaporar la solución nuevamente hasta que quede la mitad y agregar ácido acético glacial hasta que la solución quede debilmente ácida. (papel pH

7.- Continuar la evaporación hasta que solo queden 20 a 25 ml. agregar 7 ml. de ácido acético glacial agitando y dejar reposar unos 15 minutos, agitando ocasionalmente.

8.- Filtrar y lavar 4 veces con porciones de 25 ml. de alcohol etílico cada una o hasta que la solución obtenida del lavado sea neutra.

9.- Pasar el papel filtro junto con el precipitado a un matraz, agragar 150 ml. de agua destilada, 5 gotas de timoftaleina como indicador y calentar hasta ebullición.

10.- Titular con una solución estandarizada de hidróxido de sodio hasta obtener un ligero tono azulado. Esta lectura multiplicada por el factor de la solución de hidróxido de sodio da la cantidad de sal de Rochelle presente en la muestra.

Analisis del baño de cobre brillante.

Cobre.

Se siguen los mismos pasos que para el caso de cobre strike.

Cianuro de Sodio.

Es el mismo procedimiento que para el baño de cobre strike.

Carbonato de Sodio.

Igual que en el caso anterior.

Hidróxido de Sodio.

1.- Colocar 10 ml. de la muestra en un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 10 ml. de agua destilada y 5 ml. de una solución de Cianuro de Sodio al 3% .

3.- Agregar .5 ml. de una solución de LaMotte Sulfo-orange como indicador.

4.- A otro matraz Erlenmeyer, agregar 5 ml. de una solución de Carbonato de Sodio, 20 ml. de agua destilada y .5 ml. de LaMotte Sulfo-orange como indicador, para que sirva como estandard de comparación.

5.- Titular con ácido clorhídrico hasta obtener el cambio de un naranja intenso, a un amarillo verdozo, el cual es el mismo color que se obtiene en el paso número 4.

6.- Esta lectura multiplicada por el factor del ácido clorhídrico, dá la cantidad de hidróxido de sodio presente en la muestra.

Análisis del baño de niquel brillante.

Niquel.

1.- Colocar 5 ml. de la muestra en un matraz Erlenmeyer.

2.- Usando una probeta graduada, agregar 70 ml. de una solución preparada de la siguiente forma: disolver 54 g.de cloruro de amonio, 57 g. de pirosfato de sodio y 1.6 g. de yoduro de potasio en agua caliente y diluir a 1 litro.

3.- Agregar hidróxido de amonio gota a gota hasta que la solución adquiera un olor ligeramente amoniacal. En caso de que se pase de olor, neutralizar con ácido clorhídrico el exceso.

4.- Titular con una solución estandarizada de Cianuro de Sodio hasta que la turbidez formada inicialmente desaparezca, quedando la solución perfectamente transparente.

5.- Esta lectura multiplicada por el factor de la solución de Cianuro de Sodio, da la cantidad de niquel presente en la muestra.

Cloruros.

1.- Colocar una muestra de 5 ml. en un matraz Erlenmeyer.

2.- Usando una pipeta graduada, agregar 50 ml. de agua destilada.

3.- Agregar 2 ml. de una solución al 2% de cromato de sodio.

4.- Titular con nitrato de plata, hasta obtener una ligera oplescencia café.

5.- Esta lectura multiplicada por el factor de estandarización del nitrato de plata, da la cantidad de cloruros, como cloruro de amonio presente en la mues

tra. (El pH de la muestra no debe ser inferior a 4.0 pués en caso contrario se obtendrán resultados más altos. En caso de que sea inferior agregar 1 g. aproximadamente de Carbonato de Calcio para ajustar el pH).

Acido bórico.

1.- Colocar 1 ml. de la muestra en un matraz Erlenmeyer.

2.- Agregar 3 a 5 gotas de azul de bromotimol y bromocresol púrpura; esta solución se obtiene disolviendo en 50 ml. de alcohol etílico, 1 gramo de azul de bromotimol y 5 g. de bromocresol púrpura.

3.- Agregar 5 g. de manitol y agitar suavemente hasta que se forme una pasta espesa.

4.- Titular con una solución de hidróxido de sodio estandarizada, hasta que el color cambie de verde azul.

5.- Esta lectura multiplicada por el factor de hidróxido de sodio da la cantidad de ácido bórico presente en la solución muestra.

Nota: En caso de que en el paso número 2, no aparezca una coloración azul, habrá que ajustar el pH de la solución para que ésta se encuentre entre 4.1 y 4.3. Esto se hace agregando hidróxido de sodio a la muestra que ya

tiene el indicador hasta obtener la coloración azul en caso de que se vea que el pH está bajo. En caso contrario agregar ácido clorhídrico gota a gota hasta obtener una coloración verdoza y después agregar hidróxido de sodio, hasta obtener una coloración azul.

Análisis del baño de latón brillante.

Para la determinación de cobre, Cianuro de Sodio libre, sal de Rochelle y carbonatos, se siguen los mismos procedimientos que para el caso de los baños de cobre.

Zinc.

1.- Colocar una muestra de 10 ml. en un vaso de precipitados.

2.- Agregar 50 ml. de agua destilada y calentar hasta cerca del punto de ebullición.

3.- Agregar agitando 50 ml. de una solución al 15% de sulfuro de Sodio y dejar adentar calentando ligeramente.

4.- El precipitado debe ser blanco, en caso de que sea obscuro, agregar unas cuantas gotas de una solución al 3% de Cianuro de Sodio hasta que se blanquée.

5.- Filtrar el precipitado en caliente y lavar unas dos veces con agua caliente, en la cual se han agregado unas cuantas gotas de una solución al 15% de Cia

nuro de Sodio.

6.- Pasar el precipitado a un vaso y agregar unos cuantos cristales de sulfito de Sodio y 10 ml. de ácido clorhídrico concentrado.

7.- Hervir hasta eliminar los gases, agitando constantemente para evitar salpicaduras.

8.- Agregar 150 ml. de agua destilada y calentar hasta cerca de la ebullición.

9.- Titular con una solución estandarizada de ferrocianuro de potasio, manteniendo la temperatura arriba de 76°C, hasta que una gota de la solución colocado en una placa de porcelana despulida dé una coloración ligeramente café. La solución indicadora se obtiene, disolviendo 44 g. de acetato de uranio en agua acidulada con 20 ml. de ácido acético glacial y aforada hasta un litro con agua destilada.

10- La lectura obtenida, multiplicada por el factor de la solución de ferrocianuro de potasio, dá la cantidad de zinc existente en la muestra.

Amoniaco.

1.- A 25 ml. de la muestra, agregar ácido acético hasta obtener un pH ácido, (papel pH). Diluir posteriormente con 100 ml. de agua.

2.- Agregar una solución al 10% de nitrato de plata hasta que ya no ocurra ninguna precipitación. Esto precipita todos los cianuros. Si existen cianatos en el baño también son precipitados por éste método.

3.- Filtrar el precipitado y recoger el líquido en un matraz Kjeldahl.

4.- Poner el matraz Kjeldahl con una adaptación al condensador para que entre en un matraz con 50 ml. de una solución de ácido clorhídrico estandarizada.

5.- Agregar 10 g. de hidróxido de Sodio al matraz, cerrar rápidamente y destilar aproximadamente una mitad del volumen.

6.- Titular nuevamente el ácido clorhídrico con hidróxido de Sodio y calcular en la forma siguiente:

50 ml. de HCl x factor--ml.de NaOH usado x factor= gramos amoníaco.

Soluciones:

Las soluciones se venden debidamente estandarizadas en las casas especializadas.

CAPITULO VII.

COSTOS DE PLANTA Y OPERACION.

En éste proyecto en el cual las piezas que se procesan tendrán diferentes formas y dimensiones; el producto final lo constituye la capa que se electrodeposita, por lo que para llegar al costo de ésta es necesario tener el costo de la planta y operación de la misma.

COSTO DE LA PLANTA.

Activo fijo.

Tanque para limpieza alcalina de lamina negra con tubos pára colgar bastidores. Capacidad 434 Lt.$ 2,100.00

Tanque para baño ácido de lámina negra con recubrimiento de poliester reforzado. Capacidad 434 Lt....$ 3,000.00

Tanque para limpieza anódica de lámina negra con recubrimiento de hule vulcanizado o pegado. Capacidad 690 Lt.....$ 2,400.00

Tanque para decapado ácido de lámina negra con recubrimiento de poliester reforzado. Capacidad 434 Lt.$ 3,000.00

Tanque para activación de lámina negra con recubrimiento de hule pegado o vulcanizado. Capacidad 434 Lt.....$ 2,100.00

Tanque para depositación de cobre strike de lámina negra con recubrimiento de hule pegado o vulcanizado. Capacidad 690 Lt.....$ 2,400.00

Tanque para depositación de cobre brillante de lámina negra con recubrimiento de hule vulcanizado o pegado. Capacidad 1120 Lt.....$ 4,000.00

Tanque para depositación de niquel brillante (2) de lámina negra con recubrimiento de hule vulcanizado o pegado. Capacidad 1120 x tanques.....$ 8,000.00

Tanque para depositación de latón de lámina negra con recubrimiento de hule vulcanizado o pegado. Capacidad 690 Lt.....$ 2,400.00

Tanques de enjuague (7) de lámina negra con regadera. Capacidad 434 Lt. 7 tanques.....$13,300.00

Rectificador para el baño de limpieza anódica. 2000 amp 6 V. Udylite Ultrasil con control saturable.....$26,725.00

Rectificador para el baño de cobre strike. 1000 amp 6 V. Udylite Ultrasil con control saturable.....$21,275.00

Rectificador para el baño de cobre brillante. 4000 amp 6 V. Udylite Ultrasil con control saturable.....$42,700.00

Rectificador para el baño de niquel brillante. 5000 amp 6 V. Udylite Ultrasil con control saturable.....$47,200.00

Rectificador para el baño de latón. 1000 amp 6 V. Udylite Ultrasil con control saturable.....$21,275.00

Caldera de 50 H.P. Clayton.....$81,900.00

Grúa de 250 kg. eléctrica.....$ 6,300.00

Motorreductores, poleas y accesorios para el movimiento de los cátodos en los baños (5).....$17,500.00

Barra bus para limpieza anódica:

3 barras x 100 cm x 2.54 cm alto x 5.08 cm.ancho= 3,950.00

$3950\ cm^3 \times 8.92\ \frac{gr}{cm^3} = 35,200\ gr.$

Costo de cobre por kilo de barra bus hecha a la medida: $32.00

Costo de las barras.....$ 1,125.00

Barras bus para electrodepositación de cobre strike:

3 barras x 100 cm x 2.54 cm alto x 3.87 cm.ancho = 3000 cm^3.

3000 cm^3 x 8.92 gr/cm^3 = 26,840 kg x $32.00 $858.00

Costo de las barras.....$ 858.00

Barras bus para electrodepositación de cobre brillante.

Las dimensiones de éstas son iguales que las de limpieza anódica, excepto que son 5 barras; por lo tanto:

$$\frac{1125}{3} \times 5 = 1880$$

Costo de las barras.....$ 1,880.00

Barras bus para electrodepositación de niquel brillante.

En éste caso se tienen las mismas dimensiones que para el caso anterior, solo que el costo hay que multiplicarlo por dos, por ser dos baños.

Costo de las barras.....$ 3,760.00

Barras bus para electrodepositación de latón.

Las dimensiones de las barras son iguales al baño de cobre strike:

Costo de las barras.....$ 858.00

2 filtros Sethco Carbolator '35' portátil con capacidad de 350 galones por hora.....$ 56,000.00

Bastidores con recubrimiento de plastisol ya aplicado.

15 bastidores.....$ 4,800.00

Ventilador para agitación del baño de cobre brillante de 1/2 hp. 1400 rpm.....$ 1,025.00

SUMA = $ 373,081.00

Tuberías con conexiones y válvulas (9.0% sobre el precio del equipo).....$ 33,500.00

Laboratorio, instalación y equipo.....$ 14,000.00

Instalación (11.3%).....$ 41,600.00

Servicios de energía eléctrica (14% sin tomar en cuenta rectificadores y barras bus.....$ 52,200.00

Cimentación de equipo y desagüe (4%).....$ 14,900.00

Terreno en zona industrial donde exista bastante agua. (1000 m^2 a $100.00 m^2 sin depreciar).....$ 100,000.00

Construcción de planta y oficinas (a $300.00 m^2...$ 300,000.00

Equipo de oficina.....$ 14,000.00

SUMA = $ 838,081.00
Sin considerar terreno.

Costo.-

Mano de obra directa (6 obreros a $30.00 diarios= $180.00.

Para sacarla por pieza: $180.00 / 504 pzas/ día.....$ .367

Para el costo de las soluciones es necesario tomar en cuenta, que éstas no son cambiadas totalmente, exceptuando cuando sufren un contaminación imposible de eliminar, por lo que las únicas pérdidas que existen son los transladados de las piezas a los enjuagues y por consiguiente éstas llevan solución. Considerando que constantemente hay que estar agregando pequeñas cantidades de materia prima para que éstos permanezcan constantes, se estimará que cada año, se habrá agregado tanta materia prima, como sólidos existen en el baño original; por lo tanto:

690 lt. a $2.00 lt.) $1,380.00.

Por pieza $1380.00 / 280 días x 504 pzas.....$ .0098

Costo de la solución para cobre brillante(1,120 lt. a $3.00 Lt.) $3,360.00

Por pieza $3,360.00 / 280 días x 504 pzas.....$ .0238

Costo de la solución de niquel brillante (2,240 Lt. a $7.00 Lt.) $15,650.00

Por pieza $15,650.00 / 280 días x 504 pzas.....$ .1109

Costo de la solución de latón (690 Lt. a $3.50 Lt.)$2,410.00

Por pieza $\frac{\$2,410.00}{280 \text{ días} \times 504 \text{ pzas}}$.....$ .0170

Costo de la capa que se va a electrodepositar.

Costo de la capa de cobre strike.

Considerando que ésta es de .01 mil de cobre:

Peso de una capa de 1 $\frac{\text{mil}}{\text{pie}^2}$ = 21.00 g/pie^2 x .01 = .210 g/pie^2

o sea: por pieza 3.87 pie^2 x .210 g/pie^2 = .812 g

Precio: $17.50 kg. x 000812 kg=.....$ .0144

Costo de la capa de cobre brillante.

Considerando que esta es de .5mil de cobre:

Peso de una capa de 1 $\frac{\text{mil}}{\text{pie}^2}$ = 21.00 g/pie^2 x .5mil=10.5 g/pie^2

3.87 ft^2 x 10.5 g/ft^2 = 42.5 g

Precio: 17.50 kg. x .0425 kg=.....$. 745

Costo de la capa de niquel brillante.

Considerándola de .6 mil de niquel:

Peso de una capa de 1 $\frac{\text{mil}}{\text{ft}^2}$ =21.10 g/pie^2 x .6 mil=12.6 g/pie^2

3.87 ft^2 x 12.6 g/pie^2 48.8 g.

Precio: $44.00 kg. x .0488 kg=.....$ 2.14

Costo de la capa de latón.

Este costo se puede considerar igual al de cobre strike,

puesto que es solo para dar color.....$ .0144

Costo de la capa electrodepositada por pieza.....$2.9138
(considerando solo los metales)

Costo total de materia prima por pieza.....$3.4423

Gastos de operación, administración y venta.

Dos secretarias para oficina.(mensual).....$2,500.00

Gastos Administrativos.(Seguro Social, teléfono, papelería, portes, pasajes, transportes, etc.).....$6,000.00

Supervisión y control. (mensual).....$7,000.00

Ventas.(mensual).....$5,000.00

Gerencia (mensual).....15,000.00

SUMA. $40,500.00

Para aplicarlos al costo unitario:$40,500.00

24 días hábiles x 504 3.34

Depreciación.

10% anual sobre activo fijo.....$ 83,808.10

Cargando ésta depreciación por pieza:

$$\frac{83,808.10}{280 \text{ días hábiles x } 504 \text{ pzas}} = \$ .594$$

Sumando para obtener el Costo Unitario.....$ 7.3763
(antes de impuestos)

Capital de trabajo.

Costo de las soluciones más 10%.....$25,080.00

Costo de soluciones de baños de limpieza.....$20,000.00

Costo de los ánodos.

Costo de cobre: $.747 x 30 días x 504 pzas.....$	11,300.00
Costo de niquel:$2.14 x 30 días x 504 pzas.....$	32,500.00
Costo de latón: $.014 x 30 días x 504 pzas.....$	855.00
Crédito de clientes: (3 meses promedio) 11760 pzas mensuales x 3 x $7.3763 .....$	152,409.00
Caja y bancos.....$	50,000.00
SUMA $	392,144.00

Rentabilidad.

Considerando una utilidad antes de impuestos de 25%:

$ 7.3763 x 1.25.....$	9.22

Ventas anuales.

$ 9.22 x 141120 pzas.....$	1,301,126.40

Costo de venta.

$7.3763 x 141120 pzas.....$	1,040,943.40
Utilidad antes de impuestos.....$	260,153.00
Impuesto sobre Ingresos Mercantiles (3%)...$	39,033.79
$	221,119.21
Impuesto sobre la renta.....$	47,933.54
UTILIDAD NETA.....$	173,185.67

Capital invertido:

Activo fijo + Capital de trabajo.

$838,081.00 + $100,000.00 de terreno +$392,144.00

COSTO TOTAL.....$1,330,225.00

RENTABILIDAD: 13% sobre capital.

CONCLUSIONES.

Como se puede apreciar, ésta planta tiene una buena capacidad de producción por la superficie que se puede procesar. Asi mismo en el tamaño de las piezas en las cuales se basó el cálculo proporciona un margen bastante grande, por lo que respecta a forma y dimensiones de las piezas, puestos que al tener éstas en uso decorativo, es necesario prever que estarán sujetas a cambios frecuentes.

Esta planta puede ser instalada como parte de una fábrica de piezas decorativas o bién totalmente independiente para maquilar. En éste último caso es conveniente agregar con el tiempo otros baños, que proporcionarían mayor producción a la misma.

Debido a la poca resistencia de la capa de latón a la intemperie, es conveniente recomendar la aplicación de un barniz o laca sobre el acabado.

Al observar los costos, se aprecia que dentro de la materia prima, el costo principal lo representa la capa de niquel brillante, (29%) por lo cual se recomienda controlar cuidadosamente el espesor de ésta.

La rentabilidad de la planta es muy buena y es conveniente agregar, que dentro de los gastos de operación, administración y venta, el sueldo del Gerente es la parte más importante de

de los mismos, por lo cual si se considera que el dueño de la planta desempeña éste puesto, su utilidad se ve aumentada considerablemente.

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

(1) BLUM R. and HOGABOOM A "PRINCIPLES of ELECTROPLATING and ELECTROFORMING". third edition, N.Y. 1949.

(2) JUAREZ A. UDYLITE MEXICANA,S.A. DE C.V. EXPERIENCIA en ELECTRODEPOSITACION. MEXICO,D.F.

(3) GRAHAM K.A. "ELECTROPLATING ENGINEERING HANDBOOK" REINHOLD PUBLISHING CORP. N. Y. 1955.

(4) HENKEL ONIX MEX. S.A. "FORMULACIONES para DESENGRASANTES." BOLETIN TECNICO.

(5) ATLAS CHEMICAL INDUSTRIES INC. "RENEX 20" TECHNICAL BULLETIN feb 1960.

(6) EASTMAN CHEMICAL PRODUCTS INC. "TENITE" TECHNICAL BULLETIN.

(7) MANTELL C.L. "ELECTROCHEMICAL ENGINEERING" McGRAW HILL BOOK.COMPANY 4 th. ed. N.Y. 1960.

(8) ESPECIFICACIONES "COMPAÑIA FUNDIDORA DE FIERRO Y ACERO MONTERREY.

(9) "SPECIFICATIONS and TEST for ELECTRODEPOSITED COATINGS" ASTM 1950 PHILADELPHIA.

(10) McADAMS O. "HEAT TRANSMISSION" McGRAW HILL BOOK COMPANY third ed N. Y. 1949.

(11) METHCO MANUFACTURING CORP. 451 B TECHNICAL BULLETIN.

(12) "UDYLITE ULTRASIL RECTIFIERS with SATURABLE REACTOR CONTROL" UDYLITE MEXICANA,S.A. DE C.V. TECHNICAL BULLETIN.

(13) DOIDGE B.F. and ZABBAN W "CLORINATION of CYANIDES"PLATING 39 (1952)

(14) VILBRANDT F.C. "CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN"McGraw HILL BOOK COMPANY. third ed. N.Y. 1949.