

BIBLIOTECA DEL ELECTRICISTA PRÁCTICO

GALVANOPLASTIA
Y GALVANOSTEGIA



CALLACH EDITOR

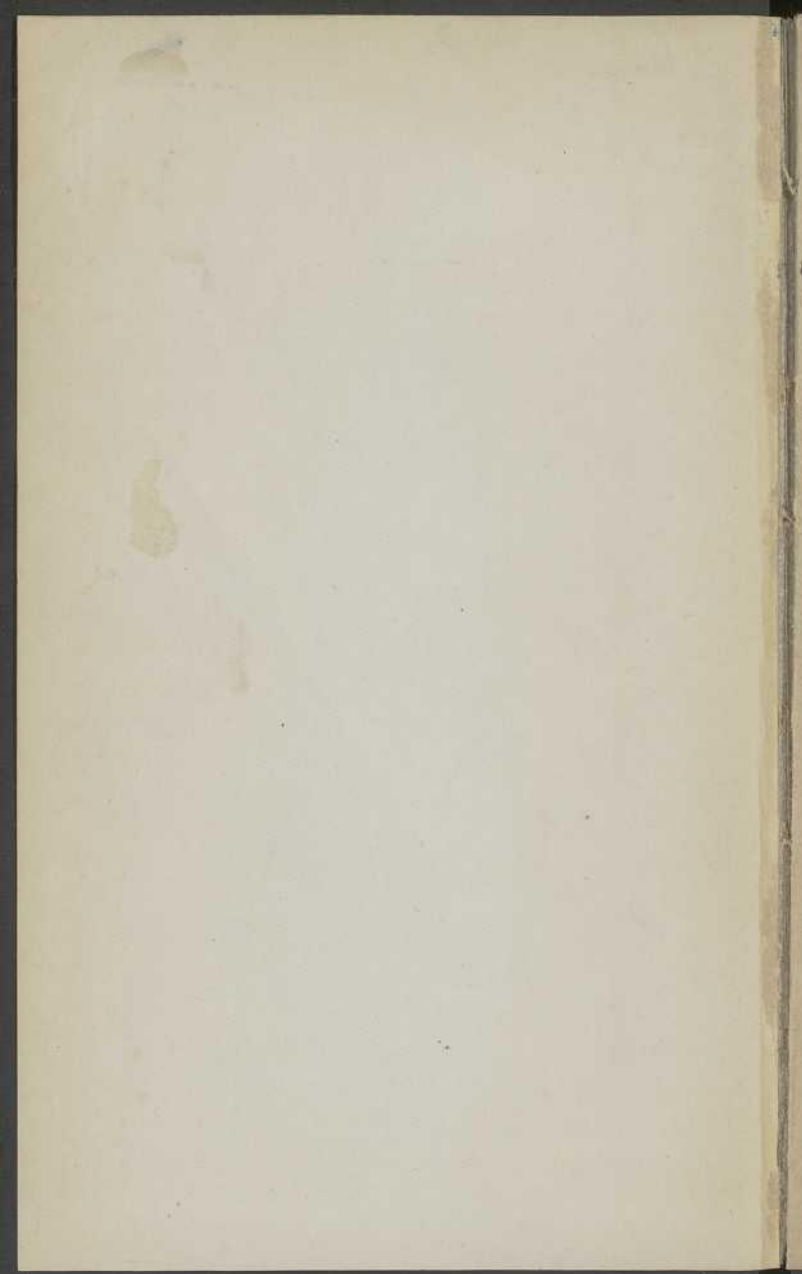
22

BARCELONA

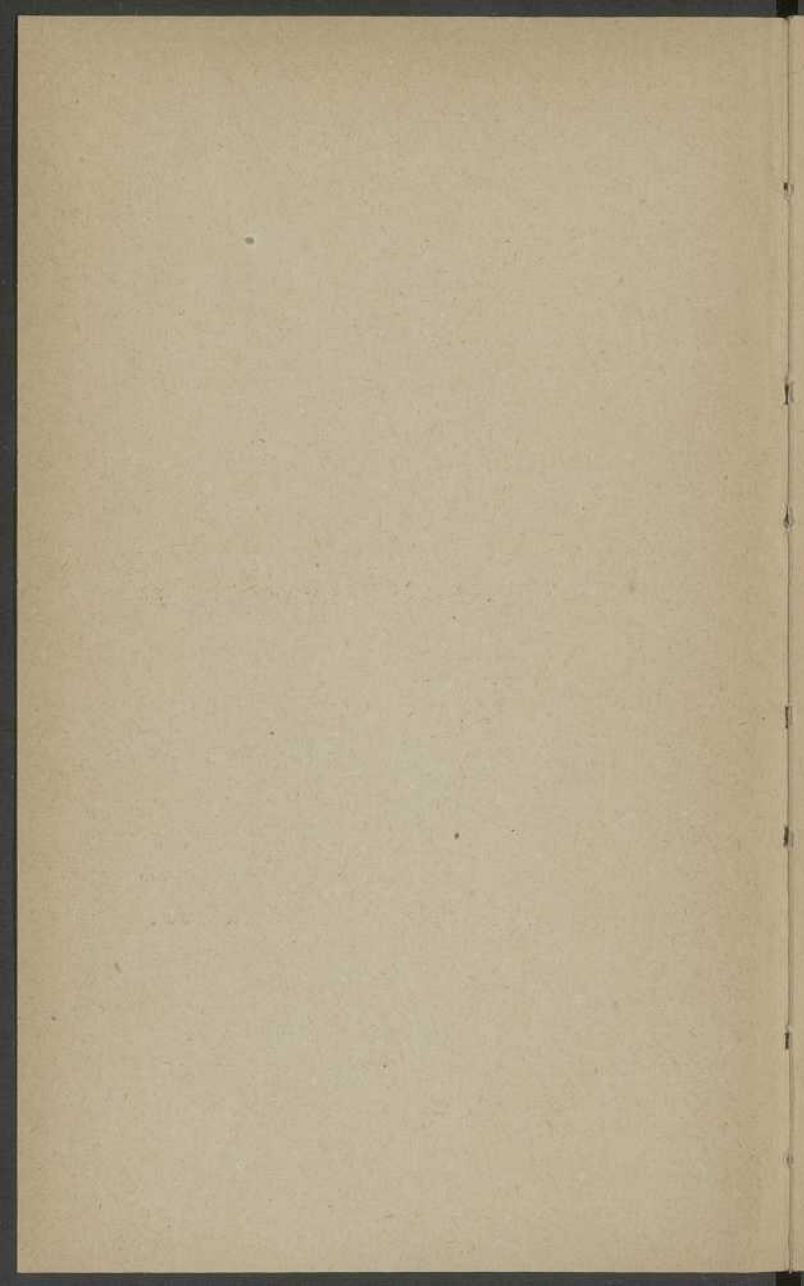


25455

~~2167.5~~



GALVANOPLASTIA Y GALVANOSTEGIA



BIBLIOTECA DEL ELECTRICISTA PRÁCTICO

SERIE PRIMERA (Volúmenes 1 a 30)

PUBLICADA BAJO LA DIRECCIÓN

DE

D. RICARDO CARO Y ANCHIÁ

LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS, OFICIAL DE TELÉGRAFOS
Y PROFESOR DE ELECTROTECNIA Y TELEGRAFÍA EN LA
ESCUELA INDUSTRIAL DE TARRASA

TOMO XXII

Galvanoplastia y Galvanostegia

— POR —

Eugenio Ferrer Dalmau

Ingeniero químico. — Profesor de Química inorgánica, orgánica
y Metalurgia en la Escuela Industrial de Tarrasa

SEGUNDA EDICIÓN



« CALPE »

Compañía Anónima de Librería, Publicaciones y Ediciones

MADRID-BARCELONA

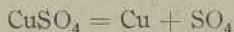
ES PROPIEDAD
Derechos de traducción
reservados

CAPÍTULO PRIMERO

NOTAS FUNDAMENTALES E HISTÓRICAS

En el tomo XXI de esta BIBLIOTECA, pudimos ver cómo las soluciones de sales metálicas bajo la acción de la corriente eléctrica, se escindían en dos partes, que se dirigían a los electrodos, constituyendo el fenómeno llamado electrolisis.

Sea, por ejemplo, una disolución de sulfato de cobre CuSO_4 : por la acción de la corriente eléctrica, veremos dividirse esta sal en esta forma:



Estas dos porciones dirigen, respectivamente, el Cu al polo negativo o cátodo, mientras el SO_4 va al ánodo o polo positivo.

En esta electrolisis, que ya estudiamos, como simple descomposición de las sales por la corriente eléctrica, detalladamente en el tomo citado de *Electroquímica*, podemos apreciar, *a priori*, unas aplicaciones que han alcanzado notabilísima importancia práctica.

Supongamos el caso de la sal de cobre antedicha:

es evidente que el cobre, al depositarse sobre el cátodo, puede quedar adherido a la superficie de éste de un modo permanente, o bien, de tal manera que se desprenda fácilmente.

Si el cátodo es metálico, lograremos así obtenerlo recubierto de otro metal en el primer caso. Por ejemplo, de cobre o plata, recubierto de oro, etc.

Si el depósito metálico se desprende de la superficie sobre que ha precipitado, reproducirá exactamente los menores detalles del mismo: pero en sentido inverso, es decir, que los relieves quedan en hueco. Si separamos el objeto primario, podremos tener una reproducción negativa, o si se ha operado con un molde negativo, una reproducción exacta del objeto en cuestión.

Estos dos resultados se logran cuando se trabaja siguiendo ciertas reglas: pues de otro modo, se forman depósitos incoherentes y pulverulentos, sin que recubran la superficie del objeto y mucho menos reproduzcan los detalles de su superficie.

El conjunto de reglas y procedimientos empleados para reproducir electrolíticamente los objetos constituye la *Galvanoplastia*, reservándose el nombre de *Galvanostegia* para el caso de producirse sólo recubrimientos metálicos por vía electrolítica.

Estos métodos electrolíticos no parecen haber sido desconocidos en la antigüedad, pues en las tumbas de los soberanos y sacerdotes del antiguo Egipto, se han encontrado vasos de gres, estatuas, puntas de lanza de madera, etc., recubiertas de delgadísimas capas de cobre, al parecer, producidas por métodos galvánicos.

La ignorancia en que estamos acerca de los conocimientos de aquellos sabios que ocultaban o, mejor dicho, amasaban la ciencia en las ocultas cámaras de los templos, nos impide determinar si aquellas metalizaciones eran verdaderos depósitos electrolíticos, como parece deducirse de su estructura, y nos deja en la obscuridad de si los métodos seguidos eran hallazgos fortuitos de labor paciente y continuada, o bien, si era el resultado de un conjunto de conocimientos, de un cuerpo de doctrina, que no ha llegado hasta nosotros.

La esfinge egipcia en este ramo, como en otros muchos de la ciencia, continúa impenetrable.

La verdadera aplicación galvánica de la corriente eléctrica, dejando los tiempos nebulosos de la antigüedad, se nos presenta al descubrir Volta su pila eléctrica, fundamento de los generadores químicos de energía eléctrica.

El discípulo y colaborador de Volta, Brugnatelli, en 1805, halló el modo de dorar medallas y objetos de plata, mediante la pila, aunque lo imperfecto de la misma, impidió lograra éxito completo.

Después de los estudios de Becquerel sobre las causas de la irregularidad de las pilas de Volta y medios de evitarlas, y más tarde el descubrimiento de la pila Daniell, dejó entrever que la aplicación intentada por Brugnatelli era posible, es decir, que la Galvanostegia, como se la denomina hoy día, debía con el tiempo adquirir notable importancia.

Warren de la Rue, haciendo experimentos con la citada pila Daniell, sobre la precipitación del cobre, dice en el *Philosophical Magazine* del año 1836:

«La placa de cobre queda recubierta por otra de cobre metálico, efectuándose este depósito de un modo continuo: se forma de esta manera una placa de cobre que corresponde tan exactamente al molde que, cuando se la separa, permite reconocer las más finas grietas.»

Esta observación fija perfectamente el fenómeno de la Galvanoplastia.

Sin embargo, estas observaciones de Warren de la Rue quedaron perdidas en el campo industrial hasta que Jacobi, en 1838, las colocó al nivel actual, haciendo ver la importancia que el método, al que dió el nombre de *Galvanoplastia*, debía alcanzar.

En 17 de octubre de 1838, el citado profesor de la Universidad de Dorpat, Jacobi, alemán de nacimiento, aunque naturalizado en Rusia, presentó a la Academia Imperial de Ciencias de San Petersburgo una placa de cobre que ofrecía la reproducción en relieve de dibujos trazados en hueco en un molde original.

El zar Nicolás subvencionó a Jacobi para que prosiguiera sus investigaciones, reemplazando el cobre de la placa primitiva por materiales plásticos fueran o no conductores, haciendo que estos últimos permitieran el paso de la corriente mediante una capa de plumbagina, con lo cual, logró obtener reproducciones exactas.

El mismo zar compró luego a Jacobi sus patentes por 25,000 rublos. La *Galvanoplastia* entraba en el campo de las artes y de la industria.

Al mismo tiempo que Jacobi, en Rusia, inventaba, o por lo menos, ponía en pie práctico la repro-

ducción de objetos por la electrolisis, Spencer, en Liverpool, llegaba a resultados análogos, pudiendo decirse que ambos son los padres de esta rama de la técnica eléctrica.

Al inglés Jordan se le debe la aplicación de los moldes galvanoplásticos a la imprenta por la simple observación de que en la pila Daniell, el cobre precipitado reproduce en relieve los huecos de la placa de cobre original.

Hoy día, la *Galvanoplastia* y la *Galvanostegia* han entrado triunfalmente en la industria moderna, que ha hallado interesantísimas aplicaciones a las artes e industrias que estudiaremos más adelante.

Para terminar estas notas preparatorias, definiremos la GALVANOPLASTIA como el arte de reproducir por métodos galvánicos, o sea, mediante la corriente eléctrica, objetos metálicos.

Galvanostegia. Arte de recubrir objetos metálicos o no metálicos, de capas metálicas, ya sea a fin de aumentar su belleza, y simular mayor valor, o bien, el de hacerlos más resistentes a los agentes exteriores.

En uno y otro caso es preciso fijar reglas, emplear electrolitos y usar aparatos, cuyo conjunto forma un cuerpo de doctrina que se estudiará en los capítulos siguientes.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

Hemos indicado ya en el capítulo anterior que las operaciones de Galvanostegia y Galvanoplastia son nuevos casos particulares de la Electrolisis, cuyas leyes fijamos en el tomo de Electroquímica; pero a causa de que el depósito metálico obtenido sobre el cátodo ha de ser homogéneo e igual en todas sus partes, y además de ser adherente, si se trata de un recubrimiento galvanostégico, o desprenderse del molde si es una reproducción galvanoplástica, lo que se intenta producir, se deben adoptar cuidados especiales.

Si suponemos un baño electrolítico (fig. 1), sabemos que en él debemos distinguir: el electrólito o líquido conteniendo las sales que se electrolizan disueltas, el ánodo o polo positivo, por el que entra la corriente, y el negativo o cátodo.

El electrólito en los casos de galvanostegia y galvanoplastia, se denomina *baño* y en él debe hallarse disuelta la sal del metal que queremos depositar. El *cátodo* está constituido por los objetos que se quieren recubrir o moldes que han de servir para

la reproducción, y el *ánodo* es casi siempre una lámina del metal que se deposita y que se disuelve en el líquido conforme va avanzando la electrolisis, por lo que el baño permanece invariable, por lo menos en teoría.

Si el cátodo fuera una lámina plana y paralela al ánodo, se comprende que la corriente marcharía di-

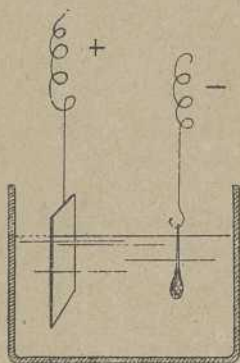


Fig. 1

rectamente de una a otra con regularidad, por hallar en todas partes igual resistencia, excepto (fig. 2) en los bordes, en donde convergían más líneas de fuerza, lo que motiva que en ellos engruese mucho más el depósito que sobre el resto del cátodo.

Si en vez de una lámina plana, tuviéramos un objeto ordinario con partes en relieve, se comprende que la distancia entre el ánodo y el cátodo no sea uniforme, por lo que el baño ofrecerá más resisten-

cia en unos sitios, más lejanos, y menos en otros, y por consiguiente, circulará la corriente con desigualdad, depositándose el metal de un modo irregular. Estas irregularidades son más manifiestas, cuando la distancia entre los electrodos es más pequeña, pues la profundidad o altura de los relieves

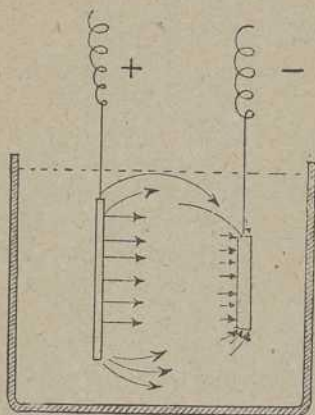


Fig. 2

es, proporcionalmente, más importante; de lo que deducimos que la distancia de 10 a 15 centímetros que de ordinario se deja entre ánodo y cátodo, ha de ser aumentada cuando los objetos son voluminosos o presentan mucha diferencia en el relieve, particularmente cuando los espesores de los depósitos han de ser de importancia, como sucede en Galvanoplastia.

El aumento de intensidad de la corriente en algunos sitios presenta otro fenómeno, correlativo al de aumento del depósito metálico, y es el de empobrecer el líquido de un modo irregular, aumentando la resistencia y haciendo variar la intensidad de la corriente y, por lo mismo, el depósito metálico. Por el primer motivo aparece un punto más pronunciado en forma de hongo o botón, el cual crece en el sentido axial, para convertirse en crecimiento radial, cuando se empobrece el baño irregularmente, y luego otra vez axial, etc., de forma que las excrescencias se desarrollan en sentido de una punta de lanza.

Hemos dicho que el efecto pernicioso de la diferente resistencia puede mitigarse por medio de la disposición de los electrodos a cierta distancia: la irregularidad del baño se corrige por agitación del mismo, para lo cual hay diferentes sistemas.

En unos, como en la Imprenta de títulos de la Banca austro-húngara y el Instituto militar geográfico de Viena, consiste en unas varillas de vidrio, que, mediante un movimiento de vaivén, producido por un excéntrico, regulan la masa del baño: en otros se logra la homogeneidad por insuflación de aire.

Se debe procurar que el movimiento sólo se produzca en baños límpidos y sin depósitos, pues éstos se pondrían en contacto con los cátodos, produciendo irregularidades aún mayores que las que se tratan de evitar.

Respecto a la irregularidad de depósito en los bordes, la casa «Wurttembergischen Metallwaren-

fabrik» emplea diafragmas consistentes en placas de vidrio, que limitan la distribución de las líneas de fuerza.

Como consecuencia de lo dicho acerca de las líneas de fuerza, hemos de recordar que cuando se colocan varios objetos en el cátodo y un solo ánodo, hay que procurar que unos no intercepten las líneas de fuerza de los otros, pues veríamos entonces aparecer depósitos irregulares.

CAPÍTULO III

MATERIAL EMPLEADO EN GALVANOPLASTIA

Producción de la corriente eléctrica

Antes de emprender el estudio de las operaciones galvánicas conviene conocer el material generalmente empleado y, en primer término, los generadores de energía eléctrica, que nos han de producir la electrolisis de las sales metálicas: pero como ya conocemos por los otros tomos de esta BIBLIOTECA, las pilas, acumuladores y dínamos que en ellos se han estudiado, nos limitaremos al presente simplemente a indicar las condiciones que deben reunir para el caso práctico de la Galvanoplastia y Galvanostegia y cuáles son los más empleados.

Pilas. — Las pilas más empleadas son; la de Daniell, notable por su marcha constante, y las de Bunsen y de Grenet de corriente más intensa.

Sabemos que la *pila Daniell* está formada por un vaso de vidrio V lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico, en la cual va introducido otro vaso P (figura 3) de porcelana porosa, lleno de una disolución de sulfato de cobre. En el agua acidulada hay una lámina de cinc Z, que no es necesario que

sea amalgamada, y en el sulfato de cobre un alambre o lámina de este último metal C. El cobre es el polo positivo, y el cinc el negativo. Cada elemento tiene el potencial de un voltio.

Hemos dicho ya que la pila Daniell se emplea por la constancia de su funcionamiento, y así es, puesto que puede suministrar su corriente durante

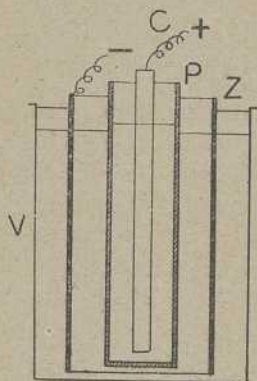


Fig. 3. — Pila de Daniell

cuarenta y ocho horas sin que exija cuidado alguno. Al cabo de este tiempo veremos palidecer el color azul del vaso poroso, disminuyendo al mismo tiempo la rapidez del depósito, señal de que la corriente disminuye también: pero es fácil el remontar el aparato introduciendo cristales de sulfato de cobre, evitando siempre que estos cristales caigan cerca de la lámina de cinc.

En algunas pilas Daniell se coloca un globo que sirve de depósito de sulfato de cobre, pu-

diendo durar su acción hasta un mes, al cabo del cual se hace preciso rehacer el aparato por completo.

La pila Daniell se emplea para el cobreado de piezas pequeñas y para el plateado, pero no para el niquelado, porque éste requiere corrientes más intensas.

Sabido es que la *pila Bunsen* tiene una constitución análoga a la de Daniell; pero el sulfato de cobre está sustituido por ácido nítrico del comercio, y la lámina de cobre por otra de carbón. Cada elemento Bunsen da 1,9 voltios.

La pila Bunsen ofrece dos inconvenientes; 1.º, su poca duración, pues sólo puede permanecer montada de cinco a seis horas; 2.º, producir vapores nitrosos que son venenosos y atacan a los metales con los que se ponen en contacto, de donde se sigue la costumbre, necesaria por otra parte, de instalar las pilas de esta clase en locales separados del verdadero taller, evitándose así accidentes graves a los obreros y la destrucción de los elementos metálicos.

La pila Bunsen se emplea especialmente para el dorado, plateado y niquelado.

La *pila de bicromato*, llamada de un solo líquido, por estar formada sólo por una disolución de

Agua	100 gramos
Acido sulfúrico	25 »
Bicromato potásico	12 »

en el que van suspendidos una placa de cinc (polo negativo) y otra de carbón de retorta (polo positivo). La fuerza electromotriz es de 2,1 voltios.

La *pila Smee* está formada por un vaso de gres

lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico al $\frac{1}{10}$ en la que se introducen dos láminas de cinc (polo negativo) e interpuesta otra de plata platinada o de cobre, plateada primero y luego platinada. Es una pila muy usada por su sencillez, aunque su potencia no llega a un voltio.

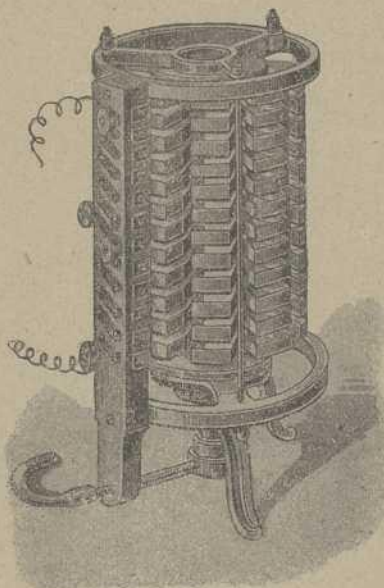


Fig. 4. — Pila termoelectrónica de Clamond

Pilas termoelectrónicas. — Son empleadas en poblaciones donde exista canalización de gas que se expend a precio poco subido.

Las principales son las de Clamond, Noé y otras.

Pila Clamond. — Es la más usada, sus elementos son de hierro y una aleación de cinc-antimonio (fig. 4) están reunidas en grupos de diez, formando dos tipos de seis y doce coronas, cuyas constantes son:

Tipo de 6 coronas:

Fuerza electromotriz	3,6 voltios
Resistencia interior	0,65 ohmios
Consumo de gas por hora ..	180 litros

Tipo de 12 coronas:

Fuerza electromotriz	8 voltios
Resistencia interior	3,2 ohmios
Consumo de gas.....	180 litros

Pila Noe. — Uno de los metales que constituyen el par termoeléctrico es el mëlchor, y el otro una aleación cinc-antimonio. Cada elemento da en marcha normal 0,06 voltios.

La pila de veinte elementos tiene, pues:

Fuerza electromotriz	1,2 voltios
Resistencia interior	0,6 ohmios

Máquinas dínamos. — En los grandes talleres de niquelado, dorado y plateado no se emplean pilas, cuyo entretenimiento es demasiado costoso, sino dínamos de corriente continua.

La elección de máquina depende del trabajo que se desea producir, son siempre de corriente continua y generalmente las destinadas a Galvanoplas-

tia están organizadas para dar de 5 a 7 voltios, que sirven en la mayoría de los casos.

La excitación en dichas máquinas es sumamente importante, usándose generalmente máquinas shunt; no obstante, cuando las dinamos han de servir para varios baños, de constantes diferentes, a la vez, graduándose cada baño aisladamente por un reóstato, por lo que no se exige en las dinamos gran regularidad en la tensión, pueden emplearse máquinas compound.

La gran intensidad y poco voltaje de estas máquinas (8 a 10 voltios por 100 a 500 amp.) pide inducidos de poca longitud, pero de gran sección, habiéndose tenido que recurrir, no a alambres de cobre gruesos, sino a verdaderas barras.

El colector, escobillas y portaescobillas, que forman la toma de corriente, constituyen una parte muy importante de la máquina y adquieren grandes dimensiones.

El colector se construye largo, con barras metálicas para dar cabida a un número respetable de escobillas. Estas se emplean, en general, metálicas, por absorber menos energía al ser atravesadas por las corrientes intensas que se crean en los depósitos galvánicos.

Acumuladores. — Sabemos ya que los acumuladores tienen por objeto almacenar la energía eléctrica para devolverla en ciertas circunstancias con una pérdida inevitable.

Los acumuladores deberán emplearse cuando el generador funcione con irregularidad, sirviendo en

este caso de regularizador de la corriente, como el volante de las máquinas de vapor lo es de la fuerza mecánica. Cuando el generador produce más energía de la necesaria, el acumulador absorbe el exceso que devuelve cuando es inferior.

También los acumuladores adquieren importancia en Galvanoplastia durante el trabajo nocturno, por no exigir vigilancia alguna, como requieren las máquinas dínamos.

Así, en talleres que se emplean estas máquinas durante el día, por la noche emprenden su marcha enlazando los electrodos a los polos de los acumuladores, que se habrán cargado durante el trabajo del día.

Los acumuladores tienen también aplicación para trabajos pequeños, cuando la energía eléctrica de que se dispone es alternativa, como ocurre de ordinario en las redes de alumbrado público: en este caso puede intercalarse una *válvula* entre el enchufe de la línea y el acumulador, de modo que sólo llegue al acumulador la corriente en un sentido. Cargado el acumulador, se aísla, proporcionando luego corriente continua.

Otro material eléctrico. — En las instalaciones galvanoplásticas son necesarios además: reóstatos, para regular la corriente; voltímetros, amperímetros para medirla, etc., etc. Pero todo este material, común a todas las instalaciones eléctricas, se ha estudiado en otros tomos de la presente BIBLIOTECA.

Cubas. — Las cubas de galvanoplastia se construyen de materias muy diferentes. Las de pequeña capacidad para instalaciones de aficionado o de escasa importancia, son de vidrio o de gres.

El vidrio es muy cómodo, por no ser atacado por los baños que se emplean, al par que permite ver por transparencia las piezas colgadas en su interior. Desgraciadamente sólo pueden construirse de una capacidad máxima de 30 a 35 litros: por tal causa son poco empleados en la industria.

El gres, resulta también inatacable y se construyen hasta de 250 litros: pero su fragilidad impide su uso en la galvanostegia de grandes piezas, cuya caída podría producirnos la rotura del baño.

En casi todos los talleres se usan de madera, recubierta de gutapercha o plomo, cuando los líquidos que se introducen son fríos. En el caso de níquelado se puede emplear cubas redondas de madera sin recubrimiento, pues se debe evitar el plomo que se deja corroer por las sales amoniacaes.

Estas cubas de madera se construyen con ensambles a *cola de milano*, consolidados con tornillos y vueltas estanques con gutapercha.

Cuando el baño ha de ser a temperatura superior a la ordinaria, se emplean cubas de hierro esmaltado: pero debe tenerse presente que con la temperatura el esmalte corre peligro de agrietarse, permitiendo al líquido penetrar por las grietas hasta ponerse en contacto con el hierro de la cuba, que resultaría atacado.

En el caso de cubas metálicas, se debe evitar que las piezas que se recubren de depósito se hallen en

contacto con las paredes de la cuba, pues fácilmente se establecerían cortos circuitos.

En algunos casos, el líquido debe calentarse o agitarse en las cubas, o ejecutar ambas operaciones a la vez, para lo cual son indispensables disposiciones especiales.

En general, se puede afirmar que el trabajo en baño caliente produce mejores depósitos que en baño frío.

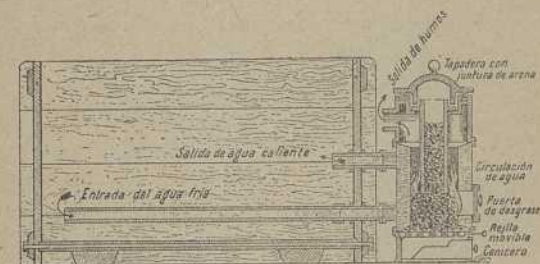


Fig. 5

Para calentar las cubas de ciertas dimensiones, se puede emplear el termosifón (fig. 5) que se compone de una estufa de agua de disposición análoga a las denominadas Chubersky que posee una circulación de agua por entre la pared doble.

En instalaciones grandes que posean generador de vapor, bastará, para calentar el baño, un serpentín de vapor de paso, y si las cubas son metálicas, pueden colocarse sobre un hogar, aunque esta disposición no es recomendable por la dificultad de graduar la temperatura.

En instalaciones pequeñas se puede recurrir a la disposición de la figura 6, formada por una especie de bolsa metálica en la que se colocan carbones encendidos y con suficiente abertura de boca, para que pueda establecerse la doble circulación de gases de la combustión y de aire para la misma. También

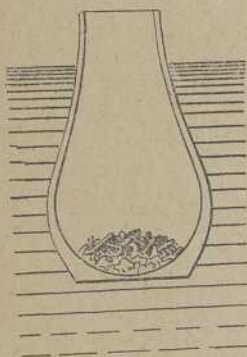


Fig. 6

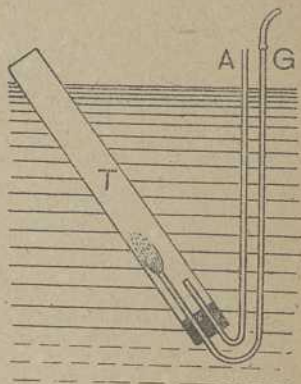


Fig. 7

se puede calentar con gas, según la figura 7, consistente en un tubo metálico T, cerrado superiormente, al que va a desembocar el tubo G conductor de gas de alumbrado y el abierto A, del aire para la combustión.

La calefacción y agitación combinadas pueden hacerse según indica la figura 8. Una bomba centrífuga A toma el líquido del baño por el tubo A, obligándolo a derramarse por D en forma de lluvia

fin a contra los electrodos *a* y *c*, previo paso por el calorífero C en donde se calienta.

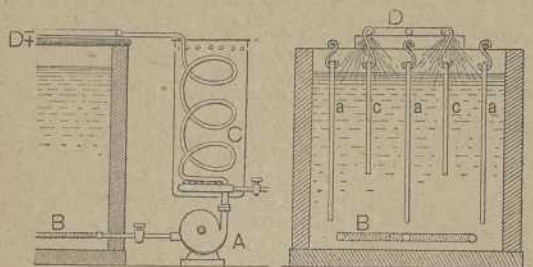


Fig. 8

Cubas especiales. — Sabemos que las piezas que se han de cubrir de un depósito galvanostégico deben colocarse en el polo negativo del baño, es

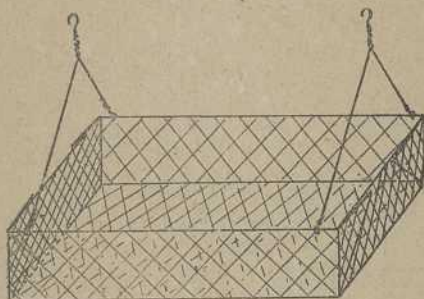


Fig. 9

decir, en el cátodo, siendo lo más común colocarlas colgadas de varillas de cobre o latón, que sirven

de conductores, o bien ensartadas en alambres que a su vez forman los cátodos del baño. Estos objetos, cuando son pequeños, se separan con cuentas de vidrio de diferentes colores que, en algunos establecimientos bien organizados, indican el nombre del cliente o el espesor del baño deseado.

Cuando los objetos son muy pequeños, y no es

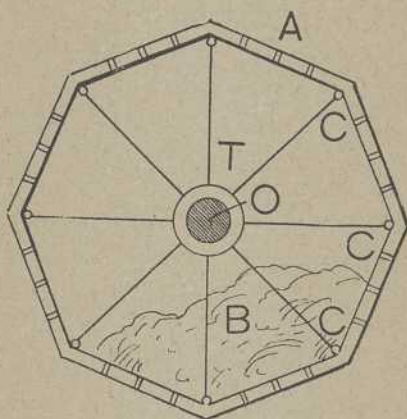


Fig. 10

posible colgarlos en la forma indicada, se debe proceder de modo diferente.

Si la instalación es de pequeña importancia, se forma con una tela metálica de anchas mallas un cajoncillo (fig. 9) y en él se colocan los objetos.

En instalaciones de más importancia, se recurre a la cuba de tambor (fig. 10) que consiste en un prisma de madera o ebonita A, montado sobre un eje O

en cuyo interior se colocan a granel los objetos que se recubren de depósito galvánico. Los alambres TC son los portadores de la corriente eléctrica y siempre hay uno o más de los mismos en contacto con los objetos que se recubren. El tambor está provisto de agujeros, lo mayores posible, sin que por ellos puedan pasar los objetos.

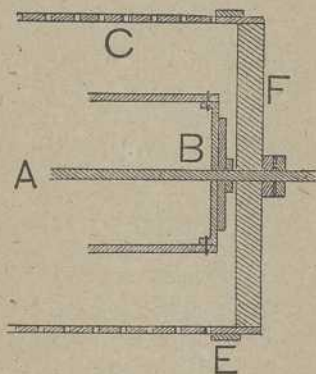


Fig. 11

Estos cátodos giratorios ofrecen el inconveniente de su gran resistencia al paso de la corriente eléctrica, lo que ha motivado el empleo de los tambores de ánodo interior (fig. 11) que se componen de un tambor perforado F, como de ordinario, en donde se colocan los objetos, y un ánodo central A. Calado al mismo eje, sobre el que se enrolla la placa metálica. Este ánodo unido por B al eje, que está aislado, toma por él la corriente, mientras el cátodo está enlazado con el generador por E.

Anodos. — Hemos dicho ya anteriormente que por regla general los ánodos empleados en Galvanostegia están constituidos por láminas metálicas de igual clase que el metal que se deposita, a fin de que, disolviéndose en el baño a medida que se produce la operación, la composición del electrólito permanezca constante.

En algunos casos se usan ánodos insolubles que debe procurarse ofrezcan una gran resistencia a los ácidos y especialmente al gas cloro producido al electrolizar los cloruros.

El carbón ofrece bastantes ventajas que se aumentan embebiéndole en una disolución de cloruro de platino y luego calentándolo hasta provocar la descomposición de esta sal, con lo que se produce una especie de carbón platinado.

Son también empleados como ánodos barras de silundo o carburo de silicio que a una buena conductibilidad eléctrica ofrece una resistencia extraordinaria a la acción del cloro.

CAPÍTULO IV

PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS PARA GALVANOSTEGIA

Los depósitos metálicos de galvanostegia deben tener en primer término, la propiedad de ser sólidos, es decir, quedar fijos sobre la pieza metálica y no desprenderse con facilidad.

Esta propiedad indispensable depende, no sólo de las condiciones del baño, sino del estado inicial de la pieza que recibe el recubrimiento. Basta que esté algo engrasada, oxidada, etc., para que el depósito no resulte adherente y sea irregular, porque la corriente circula con mayor intensidad por los sitios donde hay menor resistencia. Por este motivo es indispensable la preparación previa de las piezas como también si se quieren depósitos brillantes.

La preparación de los cuerpos para Galvanostegia comprende operaciones mecánicas y químicas, generalmente especiales para cada clase de metales y de aleaciones.

Preparación mecánica. — Mientras la galvanostegia se limitó al dorado y plateado, las piezas debieron someterse a un pulimento muy rudimen-

tario, mediante pinceles y cepillos, que los franceses denominan *gratte-brosses*, constituidas, en su forma más sencilla (fig. 12) por un haz curvado de alambres de latón fijo a un mango de madera, que se puede preparar fácilmente con alambre de latón de algunas décimas de milímetro de diámetro y 10 centímetros de longitud.



Fig. 12

Al cabo de algún tiempo de uso, las puntas de los alambres quedan torcidas, por lo que hay necesidad de rehacer el pincel, cortando las puntas y dejando los alambres paralelos. En ciertos talleres se emplean cepillos de hilo de vidrio que no se oxida como el metal.

Estos pinceles no se usan en seco, sino que se opera en general sobre una cuba que contenga una disolución de agua y vinagre, o mejor, una decocción de madera de Panamá o de regaliz, con lo cual el pincel resbala con más facilidad.

Se debe procurar que el pincel penetre en todas las cavidades del objeto, a fin de que la preparación sea uniforme, que es una de las condiciones indispensables para un buen depósito metálico.

En los grandes talleres, en vez de pinceles o cepillos a mano, se usan otros en forma de disco que se adaptan a un torno (fig. 13).

Cuando se emplean se hace caer un chorrito de agua sobre el objeto que se trabaja.

Si los alambres se tuercen no hay más que inver-

tir la colocación del cepillo, lo que origina un cambio de posición y el mismo movimiento rehace el cepillo.

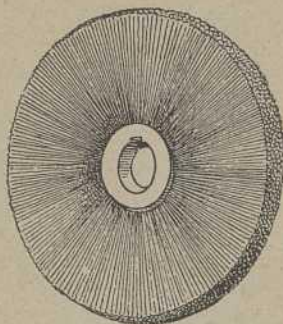


Fig. 13

Cuando los objetos son pequeños y pueden someterse por lo mismo a la acción mecánica indivi-

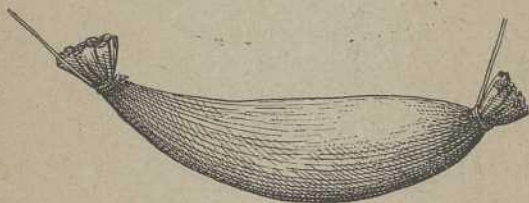


Fig. 14

dual, se les pule colocándolos en un saco (fig. 14) con aserrín humedecido con agua avinagrada. El saco atado por sus extremos se somete a un movi-

miento de vaivén que pule los objetos por el roce con el aserrín.

Para este movimiento pueden emplearse aparatos mecánicos, puesto que resulta una operación muy fatigosa para el obrero. La figura 15 nos indica una de las disposiciones que pueden adoptarse.

En otros talleres de más importancia, se emplean toneles, montados sobre un eje, en cuyo interior se

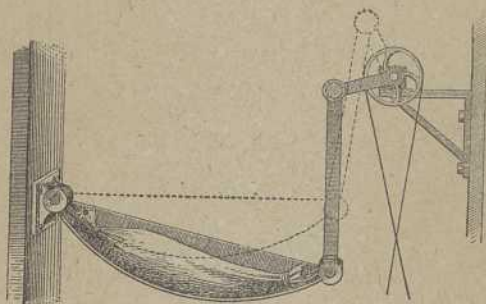


Fig. 15

colocan los objetos y aserrín humedecido como se ha dicho. Un buen aparato es el indicado en la fig. 16, consistente en un tonel troncocónico, abierto por su base pequeña y sujeto a girar alrededor de un eje inclinado. El quedar el aparato abierto permite examinar la marcha de la operación, sin tener que pararlo y la inclinación del eje impide que el aserrín y los objetos se caigan por la abertura.

Esta preparación de pulido, que es muy elemen-

tal, ha debido modificarse profundamente al establecerse el niquelado galvánico, transformándose en verdadero pulimento, que consiste en someter las piezas que se preparan a la acción de discos dotados de rápido movimiento de rotación, y constituidos de material más o menos duro, según el metal de que se trata o del grado de pulimento que se desea.

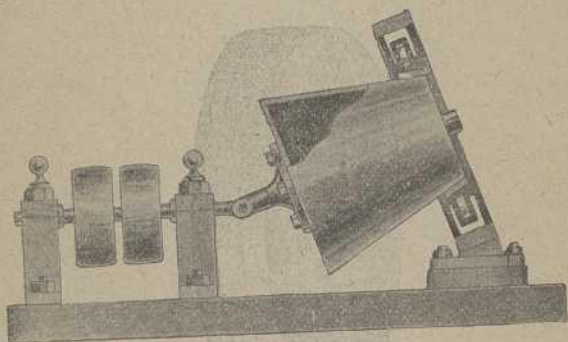


Fig. 16

Estos discos pueden ser de dos clases, unos se llaman discos *lapidarios* y los otros son las muelas ordinarias y los discos.

Los *lapidarios* son discos generalmente de fundición, animados de rápido movimiento de rotación, colocados horizontal o verticalmente, destinados a pulir superficies planas. La materia abrasiva es papel de esmeril, de grosor apropiado, pegado al disco, formando verdaderas muelas de las que se utiliza la cara plana y no el borde cilíndrico.

Las muelas están formadas de material más o menos duro, como son el esmeril, natural o artificial, carborundo, piedra molar, etc., según el metal, debiendo estar provistas de aparatos de seguridad, para evitar accidentes graves en caso de rotura de la muela y tomando la precaución de ensayarlas previamente, poniéndolas en marcha a velocidades

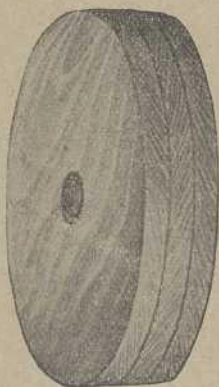


Fig. 17

superiores a las que deben trabajar, puesto que las roturas son producidas por grietas invisibles existentes ya en la muela.

Discos. — Se llaman discos, a las muelas constituidas por un soporte sobre el que se coloca la substancia abrasiva, entre ellos citaremos los discos de *búfalo esmerilizado*, formado por tres o cuatro plan-

chas de madera blanca, (álamo, tilo, etc.), pegadas a contrafibra y solidificado el conjunto con clavijas y el todo torneado en forma de disco, en cuya superficie cilíndrica se pega una tira de piel de búfalo. Sobre esta tira se coloca el esmeril con cola o simplemente mojando el cuero previamente.

También se utilizan discos formados por dos o tres espesores de piel de morsa pegadas entre sí.

Discos de fieltro. — Para las superficies curvas se usan mucho los llamados discos de fieltro americano, que se untan de cola y luego se espolvorean de esmeril.

Discos de trapo. — Se emplean para objetos muy labrados y están formados por una serie de arandelas de tela yuxtapuestas.

Estos discos de trapos, presentan las arandelas libres en sus bordes y fijas en su centro por medio de clavos, o las ofrecen cosidas, pudiéndose construir de tela, de piel de gamuza, de guante, etc.

Discos cepillos. — Análogos a los indicados al principio de este capítulo, se construyen de hilo metálico, hierro, acero, latón, cerdas de cerdo y jabalí, o de algodón, crin vegetal, etc.

Se les da el nombre de *muñón*, si la parte central de madera que sirve de soporte, es de pequeño diámetro, y *rueda* si es grande.

Para pulimentar, se emplean, además de las muelas citadas, los productos siguientes que tienen como soportes los discos antes explicados.

Esmeril y corindón de tamaño diferente en sus granos.

Potea de esmeril, cuyo número más fino sirve para el pulimento final. La potea se presenta *minutada*, es decir, de *tantos* minutos, indicando el tiempo que ha tardado en depositarse en el agua en que se hallaba en suspensión.

El corindón artificial se prepara en el horno eléctrico, o bien, como residuo en la preparación de metales por *aluminotermia*.

El carborundo, más duro que el esmeril, y de mayor coste, se prepara en el horno eléctrico, como hemos explicado en el tomo anterior de esta BIBLIOTECA.

El *colcótar* o *rojo de Inglaterra* preparado por calcinación del sulfato de hierro o caparrosa verde.

Cal, que se usa en seco para el pulimento y en estado húmedo para el desengrasado.

Creta, *blanco de Meudón*, *blanco de España*, formado por carbonato de cal, no debiendo contener granos de arena ni de otra substancia dura.

Trípoli, *tierra de infusorios*, *harina fósil*, *Kieselguhr*, materia silíceá procedente de restos de diatomeas, o vegetales microscópicos.

Tierra podrida, *castapiana*, *bols*, etc. Que son tierras arcillosas de orígenes diversos.

Tornos. — Las muelas y discos para su uso se colocan en tornos movidos a pie o mecánicamente, según la importancia de la instalación, siendo muy adecuados los que tienen las piezas abrasivas montadas al aire, con lo que es más fácil el pulimentar

toda clase de piezas aun las de grandes dimensiones.

La figura 18 nos indica un torno de pulimentar con un disco, a la izquierda, de fieltro y otro a la derecha de trapos y cuyo movimiento se trasmite por el centro en las poleas de transmisión por medio de correas.

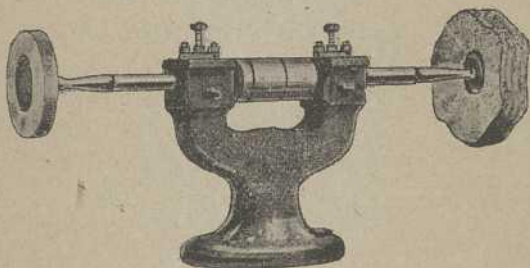


Fig. 18

Pulimento por chorro de arena. — Hoy día se recurre al pulimento de piezas por la proyección sobre el objeto de chorro de arena silíceo fina, habiendo tomado mucho incremento en la industria del automóvil y del ciclo.

Una instalación sistema Filghman, consiste en un compresor de aire de tipo ordinario que le inyecta a la presión de 1 a 2 atmósferas, en una caja mezcladora, en donde está la arena silíceo, que se ve arrastrada, saliendo en forma de chorro fino por un pitón, delante del cual se mueve el objeto.

Este trabajo de pulimento se efectúa en el interior de recintos cerrados, en donde los obreros, pro-

tegidos por cascos, verifican la operación. El aire sale del recinto o cámara aspirado por un ventilador que, antes de ser lanzado a la atmósfera, se ve obligado a atravesar un separador de polvo que recoge el que impurificaría la atmósfera.

Preparación química de los objetos. — La preparación de los objetos para galvanostegia puede hacerse por métodos químicos que varían con los distintos metales.

Esta preparación tiene por fin el desengrase de los objetos, puesto que las manchas de grasa, aun las invisibles depositadas por el contacto de los dedos, forman una capa aislante, que irregulariza el depósito al par que hace que a éste le falte adherencia.

También la preparación química tiene por objeto el quitar a los metales la ligera capa de óxido que les empaña la superficie, lo que también quitaría adherencia al depósito galvánico.

Hemos dicho que las operaciones de esta clase dependen de la naturaleza del metal; pero, por regla general, diremos que el desengrase se efectúa con disolventes de grasas: alcohol, sulfuro de carbono, ligroína, etc., o con disoluciones alcalinas, sosa, potasa o cal, mientras la desoxidación se practica con ácidos más o menos débiles, o con el cianuro potásico, que disuelve los óxidos metálicos.

Como la preparación mecánica también en su aplicación depende del metal o aleación de que se trata, pasaremos revista a lo que se practica en cada caso.

Preparación de los objetos de cobre. — Los objetos de cobre, que generalmente se destinan a ser dorados o plateados, se preparan del modo siguiente:

Mecánicamente se empieza con un desbarbado y esmerilado con muelas de esmeril, para llegarse luego al pulimento con discos de búfalo o fieltro americano y esmeril fino, acabándose en discos de trapo y combinaciones a base de trípoli, tierra podrida, etc., raras veces con potea.

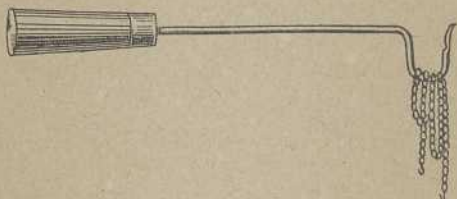


Fig. 19

Las piezas que han de platearse se acaban con el cepillo o *gratte-brosse* ya descrito, y los ángulos mediante moletas de cuero viejo.

Los clavos decorativos se montan en series sobre marcos, puliéndose al fin con discos de trapo y potea, terminándose con el disco de gamuza.

Químicamente, se desengrasa sometiendo los objetos suspendidos (fig. 19) de un gancho o colocados en un cazo de gres (fig. 20) taladrado, a la acción de la potasa o sosa cáustica al 10 por 100 y a la ebullición.

A veces se emplea en vez de la sosa y potasa

cáustica, los carbonatos sódico y potásico: pero su acción no es tan ventajosa, pues en el caso de que el objeto presente alguna soldadura de estaño, se ennegrecería. De todos modos, cuando el objeto ofrece soldadura de esta clase, hay que reducir el tiempo de ataque aun con materias cáusticas, durando la operación sólo un minuto.



Fig. 20

Debemos procurar que el líquido cáustico no se ponga en contacto con la piel, en la que produciría quemaduras graves.

Los objetos desengrasados se someten inmediatamente a un lavado abundante y luego al baño desoxidante, formado por una disolución de ácido sulfúrico al 10 por 100, hasta desaparición de la capa oxidada, terminándose luego con otro lavado.

En algunos casos, el cuerpo queda recubierto de una capa rojiza de óxido cuproso, debiéndose lavar con ácido nítrico, para lo que se introducen en un baño formado de:

Acido nítrico a 36°	1 litro
Sal común	10 gr.
Hollín calcinado	10 gr.

debiéndose dejar en este baño unos pocos segundos a causa de su mucha actividad.

El tratamiento por el ácido nítrico debe variar según se quieran objetos de superficie brillante o mate. En el primer caso, en una vasija colocada en otra para mantenerla enfriada por un baño de agua se pone un baño formado por:

Acido nítrico a 36°	250 cent. cub.
Acido sulfúrico concentrado	250 » »
Sal común	10 a 15 gramos

Puesto el ácido nítrico, se añade poco a poco el sulfúrico, agitando, y luego la sal. Los objetos se mantienen uno o dos segundos, lavándose luego con gran cantidad de agua.

Si el objeto se desea de superficie mate, el baño se forma del modo siguiente:

Acido nítrico	100 cent. cub.
Acido sulfúrico	200 » »
Sulfato de cinc	15 a 10 gramos.

y el objeto se introducirá estando el baño templado, por lo que se coloca en baño de maría. El sulfato de cinc puede ser substituído por el anhídrido arsenioso. Con esta preparación la superficie queda granujienta, más o menos áspera, según la cantidad de ácido nítrico, por lo que podrá variarse la fórmula anterior. Si se quiere emplear el baño frío, se debe aumentar la cantidad de sulfato de cinc hasta 15 gramos.

Muchas veces se procede a la amalgamación del objeto, para lo cual se introduce en un baño formado por

Acido sulfúrico	2 cent. cúb.
Nitrato de mercurio.....	1 gramo.
Agua	1 litro.

para el dorado, mientras para el plateado se aumenta la sal de mercurio hasta unos 10 gramos.

El objeto se mantiene en él durante dos o tres segundos, y si se notara que el baño se enturbia, se añade alguna gota de ácido sulfúrico o nítrico, hasta que quede transparente.

Los objetos de cobre así preparados, se pasarán inmediatamente al baño galvánico, y si esto no fuera posible, se guardarán en agua de cal para evitar la oxidación.

Preparación de objetos de latón. — La preparación de estos objetos es semejante a la de los de cobre.

Preparación de objetos de metal blanco. — Tiene también igual preparación, excepto los baños ácidos que deben suprimirse. La amalgamación se hace con el baño

Acido sulfúrico	2 cent. cúb.
Nitrato de mercurio.....	2 a 3 gramos
Agua	1 litro.

La desoxidación del cobre se hace perfectamente con el baño del cianuro, en la proporción de 100 gramos por litro.

El baño sirve indefinidamente, remontándolo con cianuro y se aplica al cobre y sus aleaciones.

Preparación de objetos de hierro. — La preparación mecánica de estos objetos consiste en someterlos a un desbarbado y pulido con ruedas de esmeril, acabando con discos de fieltro con esmeril cada vez más fino. El pulido final se hace con discos cepillos de crin vegetal y potea desleída en oleína.

La fundición se trata con cepillos de alambres de acero y potea con oleína.

La preparación química del hierro consiste en un desengrasado con potasa o sosa y, después de lavado, un tratamiento con piedra pómez pulverizada y otro baño ácido tibio de la forma

Acido sulfúrico	50 cent. cúb.
Agua	1 litro.

procurando, al prepararlo, echar el ácido al agua, para evitar accidentes.

La fundición sólo se tratará por un baño de ácido sulfurico a 3 ó 5 cent. cúb. por litro, durando la inmersión un par de horas.

Hemos de advertir que deben proscribirse para el hierro los baños con ácido clorhídrico y nítrico.

Cuando el hierro debe ser niquelado, plateado o dorado, debe someterse previamente a un cobreado para darle mayor solidez.

El hierro preparado al cianuro, se oxida rápidamente al aire, por lo que generalmente, no se aplica este baño.

Preparación de objetos de plata. — El desengrase de la plata se hace calentando el objeto al rojo sombrío, con lo cual las materias grasientas son destruídas, y el cobre, que acompaña a la plata, se oxida. Luego se introduce en el baño formado por

Acido sulfúrico	100 cent. cúb.
Agua	1 litro.

Si el objeto se quiere brillante, hay que pulirlo con bruñidores, antes de la aplicación galvánica.

Preparación de objetos de cinc, plomo, estaño y aleaciones. — Estos objetos se preparan mecánicamente con discos de fieltro y esmeril fino terminándose la preparación con discos de fieltro y colcótar.

La preparación química de los objetos de cinc, se hace con un baño de potasa como se ha dicho y luego otro de ácido sulfúrico a 20-30 gramos por litro: pero como las soldaduras se vuelven negras, es necesario someterlas a la acción mecánica de los cepillos.

También se emplea para desoxidar la fórmula:

Acido sulfúrico	1,900 gramos
Acido nítrico	1,300 »
Sal de cocina	10 »

En esta mezcla perfectamente enfriada se introducen los objetos breves instantes.

También se patrocina la amalgamación del cinc,

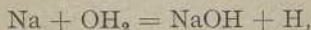
como se ha dicho para el cobre; pero sólo puede emplearse en objetos de tamaño, pues vuelve el cinc quebradizo.

El estaño y plomo serán previamente sometidos a la acción mecánica y luego a la química, como en los casos anteriores.

Preparación electrolítica. — En algunos talleres se emplea hoy día la preparación de los objetos mediante desengrase y desoxidación electrolíticos.

Consiste éste en someter a la electrolisis una disolución de sulfato de sosa (Na_2SO_4) que da SO_4 y Na_2 , como vimos en el tomo de Electroquímica.

Si ponemos el objeto como ánodo, el sodio que al mismo se dirige, se transforma en sosa cáustica, según la fórmula:



la cual desengrasa el objeto, transformando las grasas en jabones, que se disuelven.

Si invertimos la corriente, o cambiamos el objeto del ánodo al cátodo, se halla expuesto a la acción del SO_4 , que con el agua, se transforma en ácido sulfúrico según la expresión



y este ácido sulfúrico es el que desoxida el metal.

Esta operación se hace empleando una disolución de sulfato sódico a unos 200 gramos de sal por lí-

quido, con un voltaje de 5-7 voltios y una densidad de corriente de 2 a 3 amperios por decímetro cuadrado. Según los objetos, la operación dura de unos minutos a un cuarto de hora.

Si sólo se propusiera el desengrase, el baño que se emplea sería la sosa en placas en la proporción de 150 gramos por litro, o bien lejía a 15° Beaumé, a la que se añade cal en la proporción de unos ocho gramos por litro.

Al paso de la corriente se forma jabón de sosa, que con la cal, se transforma en jabón calizo, el cual sobrenada en forma de espumas, regenerándose la lejía primitiva.

El baño se conserva indefinidamente añadiéndole la cal, y si fuera preciso, sosa, para sostener la graduación a 15° Beaumé.

CAPÍTULO V

COBREADO

El cobreado es la operación galvánica más frecuente para el industrial, por lo que empezaremos por ella, al describir los procedimientos de galvanostegia.

El cobre se deposita fácilmente, por acción de la corriente eléctrica, de sus disoluciones de sulfato de cobre aciduladas con ácido sulfúrico: pero el metal cobre es más electronegativo que el hierro, el cinc y estaño, por lo que si introducimos un objeto de estos metales en una disolución de sulfato de cobre, se produce una sustitución, siendo el cobre reemplazado de su sal depositándose, por regla general, en forma de polvo no adherente.

Si tenemos en cuenta que el hierro, el cinc y el estaño, metal «Britannia» son los metales que más interés tiene el industrial en cobrear, comprenderemos fácilmente que se hayan buscado otros baños distintos de los de sulfato para lograr el resultado apetecido. Tales son los baños de cianuro, no obstante lo venenoso de los mismos.

Baños de sulfato de cobre. — El método de cobreado más sencillo consiste en el empleo del lla-

mado baño simple (fig. 21) que en esencia consta de un elemento Daniell invertido.

Este baño simple consta de un vaso A, grande, de gres o vidrio, otro interior B, de porcelana porosa, al igual que en la pila Daniell. En el interior

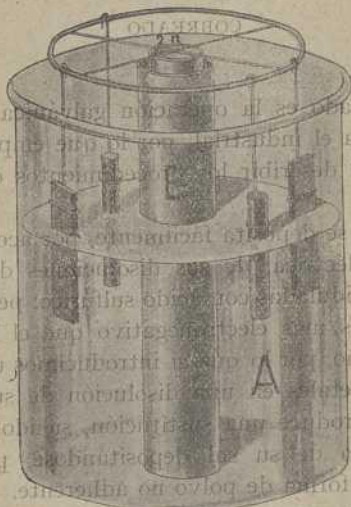


Fig. 21

Si tenemos en cuenta que el hierro, el cinc y el estaño, metal «Brisa» son los metales que más interés tiene el industrial en cobrear, como del vaso poroso, lleno de agua acidulada al 10 por ciento con ácido sulfúrico, se coloca la lámina de cinc Zn, en general arrollada en cilindro, y fuera del vaso poroso se coloca la disolución de sulfato de cobre: suspendiéndose los objetos que se quieren cobrear, enlazados directamente con el cinc central.

La disolución de sulfato de cobre que se emplee,

debe ser saturada, y a la misma se añaden de 5 a 6 gramos de ácido sulfúrico a 66° Bé. por litro.

El baño simple, sirve para instalaciones pequeñas, requiriendo sólo el cuidado de añadir de tanto en tanto algunos cristales de sulfato de cobre para mantener la disolución saturada.

Para instalaciones de mayor importancia se usa el generador eléctrico distinto de la cuba galvánica.

El baño se compone en este caso:

Sulfato de cobre cristalizado	150 gramos
Acido sulfúrico a 66° Bé	50 »
Agua (para formar 1 litro) unos . . .	920 cent. cúb

El cual en estas circunstancias tienen las siguientes constantes a 18° C.

Densidad	1,121 = 15,5° Bé.
Resistividad	6,35
Conductividad	0,1576
Cobre por litro	38,2 gramos

Estos baños pueden variar en su composición, pues el sulfato de cobre puede ser llevado hasta saturación, variando su solubilidad con la cantidad de ácido sulfúrico que puede también variar de unos gramos a 100 gramos por litro.

La conductibilidad del baño depende del ácido sulfúrico, pues el sulfato de cobre tiene poca influencia.

Se opera, en general, a la temperatura ordinaria, con densidades de corriente de un amperio por decí-

metro cuadrado. Las cubas galvánicas se construyen en general de madera, recubiertas de gutapercha o de plomo.

Marcha de la operación. — El cobre se deposita al principio como capa roja, brillante, si el objeto ha sido previamente pulimentado: pero pronto pasa a mate tomando un color rosado.

Si se quiere que el cobreado grueso continúe brillante, se introduce en el baño gelatina, albúmina, almidón, etc., que en algunos casos permiten lograr el efecto deseado.

Los objetos, al salir del baño, deben presentar el color rosado uniforme. Si se notaren venas rojas, indicaría que el objeto se hallaba demasiado cercano al ánodo, si la coloración fuese vinosa, granujienta en los bordes, denotaría que la densidad de corriente es demasiado grande.

El objeto cobreado, al salir del baño, debe lavarse y secarse inmediatamente, pues de otro modo, el tinte rosado pasaría a amarillo, quedando irregularmente irisado.

El estudio de los depósitos de cobre, bajo espesores importantes, se hará al tratar de la *Galvanoplastia* y la *Electrotipia* en los capítulos correspondientes.

Baños de cianuro. — Hemos indicado ya que el hierro, el cinc, estaño y metal Britannia no pueden ser introducidos en el baño de sulfato de cobre, por el ataque que experimenta esta sal por aquellos metales.

Roseleur indicó ya el medio de cobrear todos los

metales empleando baños de cianuro, como hemos dicho, aunque sea peligroso el manejo de una sustancia tan venenosa como el cianuro potásico.

Las diferentes fórmulas para los baños de cobreado al cianuro, parten del sulfato, acetato, etc., cúpricos, y la verdadera fórmula del cianuro de cobre y potasio es sal cuprosa en vez de cúprica, por lo que es necesario reducir la sal cúprica a cuprosa, so pena de perderse el 50 % del cianuro potásico empleado, lo que se nota fácilmente por un desprendimiento de cianógeno. El paso de sal cúprica a cuprosa se logra fácilmente por medio de los sulfatos o bisulfatos, que entran en la fórmula.

Como ejemplos de estos baños, citaremos las siguientes fórmulas:

Acetato de cobre	20 gramos
Cianuro potásico	25 »
Sulfito de sodio anhidro	20 »
Carbonato de sodio seco	7 »
Agua (hasta formar un litro), unos...	970 c. c.

Las constantes de este baño son: a 18° centígrados:

Densidad.....	1,043 = 6° Bé.
Resistividad	20,4
Conductibilidad	0,0491
Cobre por litro.....	6,36 gramos

Para prepararlo, se disuelve el cianuro en $\frac{1}{4}$ de litro de agua, en otro $\frac{1}{4}$ de litro se disuelven el carbonato sódico y el sulfito, desliendo luego en esta segunda solución el acetato de cobre.

Se mezcla la segunda solución a la primera, notándose que la lechada verde primera se transforma en un precipitado cuajaroso blanco, debido a que la sal cúprica se ha transformado en cuprosa por la acción del sulfito. Este precipitado se disuelve poco a poco hasta que queda un baño límpido, para lo cual se decanta y filtran las últimas porciones, completándose luego con agua el volumen final.

La fórmula anterior puede variar empleando el sulfato de cobre en vez del acetato, en igual cantidad, siendo las constantes de este nuevo baño a 18° centígrados.

Densidad.....	1,050 K 7,5°
Resistividad	20,5
Conductibilidad	0,0488
Cobre por litro.....	6,36 gramos

El sulfato, cianuro y los carbonato y sulfito se disuelven en agua aparte, mezclando las disoluciones de sulfato con la de carbonato y sulfito, con lo que se produce un precipitado verdoso al que se añade luego la disolución de cianuro.

En vez de estas sales solubles puede emplearse, para formar el baño, el óxido cuproso directamente. La fórmula que podrá emplearse es:

Oxido cuproso	14 gramos
Cianuro potásico	50 »
Bisulfito de sodio cristalizado..	12 »
Agua (hasta formar 1 litro), o sea 980 c. c. aproxim.	

En una terrina de gres o de madera se colocan las anteriores sustancias secas, perfectamente mezcladas: se añade luego agua, que origina una reacción muy viva, continuándose poco a poco la introducción de agua, de manera que se mantenga la elevada temperatura desarrollada; pero sin llegar a la ebullición, ni menos a que se produzcan proyecciones de materia. Agítese con una barra de cobre, madera o vidrio.

Quando la reacción ha terminado, se añade el agua necesaria para completar el volumen, filtrándose el depósito insoluble.

Las constantes de este baño, a 18° centígrados, son:

Densidad	1,055 = $7,5^{\circ}$ Bé.
Resistividad	14,9
Conductibilidad	0,0672
Cobre por litro.....	12,4 gramos.

También pueden emplearse para estos baños sales cuprosas, como son, el sulfito y el cianuro, siendo la forma de composición:

Sulfito cuproso	20 gramos
Cianuro potásico	30 »
Agua (hasta completar 1 litro) unos..	980 c. c.

cuyas constantes son a 18° C.

Densidad	1,032 = $4,5^{\circ}$ Bé.
Resistividad	26,8
Conductibilidad	0,0373
Cobre por litro	9,87 gramos

o bien

Cianuro cuproso	15 gramos
Cianuro potásico	22 »
Sulfito sódico anhidro.....	10 »
Agua (para completar 1 litro) unos	980 c. c.

siendo las constantes a 18° C.:

Densidad	1,030 = 4° Bé.
Resistividad	25,5
Conductibilidad	0,0393
Cobre por litro	10,6 gramos

Por fin, podemos emplear directamente el sulfito-cianuro cuproso, según la fórmula

Sulfitocianuro cuproso	50 gramos
Agua (hasta completar 1 litro) unos...	980 c. c.

Cuyas constantes a 18° C. son:

Densidad	1,031 = 4,5° Bé.
Resistividad	23,5
Conductibilidad	0,0426
Cobre por litro	10,6 gramos.

y que se prepara por simple disolución de la cal en agua, completando luego el volumen.

Defectos de marchas. — El baño al cianuro presenta el color amarillento, particularmente después de algún tiempo de trabajo. Una coloración azul o verdosa denotaría falta de cianuro o que el baño se ha oxidado, estando parte del cobre en forma cúprica.

La falta de cianuro se advierte también por los depósitos que se producen en los ánodos, de color verde, en frío y negro en caliente, aunque pueden variar con las condiciones de la corriente anódica.

El depósito producido por la falta de cianuro se advierte fácilmente después de estar la cuba en reposo, por ejemplo durante la noche.

Se forma generalmente un ligero depósito blanco de cianuro cuproso; su ausencia indica exceso de cianuro, que perturba la operación, haciendo que el cobre se deposite mal.

La densidad de corriente varía de 0,1 a 0,6 amperios por decímetro cuadrado: debiéndose examinar de tanto en tanto el objeto, pudiendo retirarse del baño sin necesidad de interrumpir la corriente.

Aplicaciones. — El cobreado al cianuro, se emplea como intermediario para el niquelado, dorado y plateado, del hierro, acero, fundición, cinc y níquel.

El baño de cianuro, presenta además la ventaja de que prepara el objeto que se trata de cobrear, desengrasándolo y desoxidándolo. Ya dijimos en el capítulo anterior que el cianuro potásico sirve de disolvente de los óxidos metálicos, por lo que el objeto introducido en el baño de cianuro quedará desoxidado: por otra parte estos baños son alcalinos, con lo que la grasa se transforma en jabón, de lo que resulta que sobre objetos mal preparados, se obtienen depósitos regulares y adherentes, por cuya razón las planchas estereotipadas en plomo antimoniado, son cobreadas en baño de cianuro, en caliente, a fin de quitar las manchas de grasa que

durante la manipulación hubieran podido dejar los dedos de los operarios.

Esta acción desengrasante se favorece haciendo que los baños sean ligeramente alcalinos, con sosa cáustica, en caliente, y la corriente sea de mucha densidad.

La operación no dura más que unos pocos minutos, cuando se trabaja como preparación de otros depósitos galvánicos, como es el niquelado y cobreado de objetos no conductores.

Antiguamente se relacionaba esta operación con la Galvanoplastia, separándola de la Galvanostegia.

Procedimiento Oudry. — Oudry empleó un procedimiento para el cobreado de las fuentes y candelabros de la plaza de la Concordia y de los Campos Elíseos, de París, que, aunque se referían al cobreado del hierro, en realidad lo era de un cuerpo mal conductor, y como este procedimiento puede emplearse en otros casos, conviene recordarlo.

La fundición que constituía aquellos objetos estaba barnizada y sobre el barniz se extendía una capa de plumbagina, que recibía el depósito de cobre en un baño de sulfato.

Este método Oudry, caído en desuso a causa de los baños al cianuro de que hemos hablado, no daba cubiertas galvánicas adherentes, como se comprende fácilmente.

Cuando se quieren cobrear superficies no metálicas, pulimentadas, de gres, vidrio, tales como cubas de termómetros, etc., se recurre al método Oudry. Si los objetos son porosos como estatuillas,

adornos, moldes de madera, hueso, etc., se empieza impregnando la materia, para tapar los poros, con cera, parafina, estearina, etc.

Los encajes y tejidos se impregnan de parafina, cuyo exceso se separa por prensado.

Los objetos de marfil y hueso, serán cubiertos de una capa de colodión, y los de celuloide se humedecen con acetona que lo disuelve.

Preparadas así las distintas substancias, y en estado húmedo todavía, se cubren de plombagina con un pincel de pelos suaves y en algunos casos, cobre porfirizado, teniendo cuidado de no empastar los detalles.

Metalizado el objeto con la plombagina, se ata el alambre de cobre y luego se introduce en el baño, vigilando cuidadosamente los principios de la operación, para que el depósito se efectúe con regularidad.

También pueden metalizarse los objetos de vidrio con un dorado o plateado al fuego, para lo cual se deslíe la sal metálica en esencia de lavándula, que sirve de pintura, con la que se unta el objeto, que luego se calienta en una mufla o simplemente con un mechero de gas, si es de pequeñas dimensiones.

Procedimiento Goldsmidt. — Este procedimiento permite la producción de capas galvanostégicas sin deberse recurrir a sumersiones en baños que alcanzarían proporciones enormes en algunos casos, y permitir la aplicación de metales distintos sin recurrir a *reservas* hechas mediante barnices aislantes.

El método es muy sencillo, siendo el baño la pequeña cantidad de disolución metálica que puede retener las cerdas de un pincel.

El objeto que se recubre de metal está unido, como es sabido al cátodo del generador, mientras el ánodo es un pincel unido al polo positivo del generador por un conductor, sujeto a la base de las cerdas por un hilo del metal que se trata de depositar. El pincel constituye pues a la vez, la cuba electrolítica y el ánodo soluble.

La operación se verifica pasando el pincel, como si se pintara por la superficie metálica o metalizada que se quiere recurrir. El espesor del metal se obtiene a voluntad, variando el tiempo de contacto.

Se comprende que por este procedimiento pueden obtenerse depósitos galvánicos distintos y aun policromos sobre un mismo objeto sin necesidad de recurrir a baños distintos ni a las reservas por barnices aislantes.

Como fórmula para el cobreado por el procedimiento Goldsmidt, citaremos la siguiente:

Sulfato de cobre	180	gramos
Acido sulfúrico a 66° B.....	60	»
Alcohol a 95 %	10	»

En los capítulos siguientes daremos las fórmulas para el dorado, plateado, etc., por este interesante procedimiento.

Cobreados especiales. — *Para el hierro.* — Para la fundición puede sustituirse el cianuro potásico por el cloruro potásico o sódico, pues los baños de

cianuro exigen que la superficie esté perfectamente limpia, dando en caso contrario cubiertas discontinuas por las que pronto se extiende el orín.

Para evitar este inconveniente se sustituye el cianuro por el tartrato neutro de potasio o el potásico sódico.

He aquí un ejemplo de estos baños:

Tartrato neutro potásico	1500 gramos
Sulfato de cobre	350 »
Sosa cáustica	800 »
Agua	10 litros

Del aluminio. — Los vacíos están formados del siguiente modo:

Cianuro de cobre	300 gramos
Cianuro potásico	450 »
Fosfato sódico	450 »
Agua	500 litros
Tensión de la corriente	1,7-2 volts.

Girome, indica la siguiente composición:

Bisulfito sódico	198 gramos
Acetato neutro de cobre	24I »
Cianuro potásico	24I »
Carbonato sódico	2II »
Agua destilada	9,46 litros.

Se disuelve primeramente el carbonato sódico en el agua (6,6 litros) caliente y luego se introduce poco a poco el bisulfito sódico pulverizado y por fin el acetato de cobre.

El cianuro potásico se disuelve aparte en 2,8 litros de agua y se añade esta solución a la anterior cuando están frías. Se agita caliente y filtra:

Tensión de la corriente..... 3 volts.

Densidad por dm^2 0,41 amp.

El objeto de aluminio debe ser lavado rápidamente antes de ser introducido en el baño para lo cual se le somete a las siguientes operaciones;

1.º Se le sumerge en un baño de cianuro potásico un instante.

2.º Se pule con pómez y se lava.

3.º Se le introduce en un baño de potasa cáustica en la que se le deja hasta que se producen burbujas de gas.

Se le lava y por fin

4.º Se introduce en una solución de bicloruro de mercurio y cianuro potásico.

Estas operaciones, si es necesario, deben repetirse.

Del carbón. — El carbón para escobillas de motores y dínamos se cobrea en baño de sulfato empleando corrientes de $\frac{1}{2}$ amp. por dm^2 y de 1,5 a 2 voltios de tensión.

De la madera. — Se introducen los objetos de madera en soluciones de sulfato de cobre hasta saturación. Se desecan y exponen a los vapores de hidrógeno sulfurado, que transforma el sulfato de cobre en sulfuro, que es insoluble y buen conductor de la corriente eléctrica, quedando así metalizado.

Del vidrio. — Se metaliza con una solución de gutapercha en esencia de trementina o esencia de petróleo. Se deseca y frota con plumbagina.

CAPÍTULO VI

CINCADO

La propiedad del cinc de no oxidarse al aire sino en capa muy delgada que protege el resto del metal, hizo aplicarle para proteger el hierro que tan fácilmente queda corroído por el orín, de donde resultan estos objetos malamente denominados *galvanizados*, aun cuando en su elaboración, hecha introduciendo el objeto elaborado y calentado en un baño de cinc fundido, no intervenga la corriente eléctrica.

La capa de cinc depositado del modo antedicho, es espesa e irregular, de lo que se derivó la investigación efectuada por diversos químicos para constituir depósitos verdaderamente galvánicos.

Debemos hacer notar que el cinc se deposita muchas veces en estado esponjoso, debido al óxido de cinc, cuya formación se evita trabajando en baño ácido, aunque estos medios ácidos dificulten el depósito de dicho metal.

La presencia de ciertos oxidantes, que favorecen la oxidación del metal, da origen a depósitos esponjosos. La temperatura tiene también influencia,

pues a veces, depósitos que a baja temperatura son malos, elevándola se modifican favorablemente.

Preparación de los objetos. — Los objetos que deben ser sometidos a la acción del cincado galvánico deben ser objeto de una minuciosa preparación, en particular los de hierro. La preparación se hace por agentes químicos terminándose con el chorro de arena, pero el óxido negro llamado *óxido de batiduras* resulta muy difícil de ser eliminado por los reactivos químicos y en cambio puede serlo fácilmente el propio baño electrolítico por acción de un electroimán que sumergido en el baño atrae las pequeñas porciones de óxido que han quedado libres y se disolverían en el líquido y que al mismo tiempo coadyuva al arranque de las pequeñas porciones que quedan en la superficie metálica.

Intensidad de la corriente. — Según Burgess el mejor depósito se obtiene con una densidad de corriente de 16 amp. por dm^2 en solución neutra. La adición de ácido disminuye la eficacia de la corriente y la calidad del cinc depositado.

Mylins y Fromm recomienda una solución cimentada de sulfato de cinc con 0,016 % de ácido sulfúrico y una densidad de corriente de 1 amp. por dm^2 .

Couper-Coles usa las mismas condiciones.

Kiliani, dice que con un fuerte amperaje de 18 amp. por dm^2 en solución neutra se produce el depósito sin desprendimiento de gases. La tensión debe ser también alta a causa de la resistencia del baño.

Acción de los coloides. — La presencia de coloides facilita el depósito de cinc; pero si llegan a 0,05 % la eficacia de la corriente disminuye rápidamente a medida que la cantidad del coloide aumente. La dextrina disminuye más que la goma arábica y que la dragante.

Los depósitos más brillantes se logran con dextrina mezclada con goma. Las mejores condiciones son cuando la adición de coloides es de 0,05 %.

La presencia de coloides permite aumentar la corriente.

Acción de la acidez. — La eficacia de la corriente es óptima cuando el ácido libre llega a 15 gr. por 100 m. c. de una solución aumentada de sulfato de cinc.

Este depósito puede ser continuado hasta que llega al 30 % con la cual se tiene una eficacia de corriente del 60 %. Es bueno operar entre 18-25°; a temperatura más alta el depósito es granujiento. Hemos dicho que para que el depósito de cinc resulte compacto y no esponjoso, se debe mantener en el baño cierta acidez, que va disminuyendo a medida que el cinc de los ánodos se disuelve en el ácido sulfúrico del baño, el cual debe ser de 1 a 2 gramos de ácido por litro. Si fuera mayor, se vería disminuir el depósito de cinc y aun cesar del todo, con desprendimiento de hidrógeno.

Para mantener la acidez, se puede proceder de dos modos que vamos a explicar.

Se puede, y parece el método más sencillo, ir añadiendo al baño ácido sulfúrico en proporción adecuada para que la acidez se mantenga. Este método, fácil en sí, tiene el inconveniente de aumentar la cantidad de cinc del baño, pues a más ácido, más ataque del ánodo.

Otro procedimiento consiste en emplear dos series de ánodos, unos de cinc solubles y otros de plomo antimoniado insoluble. Cuando se nota que el baño se neutraliza por la acción de los ánodos solubles de cinc, se introducen los de plomo, retirándose los primeros, con lo cual, como continúa depositándose el cinc, la proporción de ácido aumenta. Cuando se advierte que la acidez impide el depósito del cinc por ser excesiva, se cambian de nuevo los ánodos introduciendo los de cinc.

La sociedad Siemens y Halske ha hallado que el peróxido de plomo, libre de carbono, y de otros metales, permite llegar a una acidez del 10 % sin que el cinc sea redisuelto y sin que en el baño, y por lo tanto en el depósito galvánico, haya la más pequeña cantidad de plomo.

Muchos de los baños de cincado, se basan en el empleo de un sulfato doble de sodio y cinc o amonio y cinc, de donde se origina la compleja constitución de los mismos con sulfato de cinc y sulfato o cloruro de sodio o de amonio. Podemos citar como composición:

Sulfato de cinc	200 gramos
Sulfato de sodio.....	50 »
Agua (hasta un litro) unos	880 c. c.

cuyas constantes, a 18° C. son:

Densidad	1,132 = 17° Bé.
Resistividad	21,6
Conductividad.....	0,0464
Cinc por litro	45,6 gramos

o bien, la siguiente:

Sulfato de cinc	200 gramos
Cloruro amónico.....	25 »
Agua (hasta completar un litro) unos	880 c. c.

siendo sus constantes a 18° C.:

Densidad	1,115 = 15° Bé.
Resistividad	15,0
Conductibilidad	0,0667
Cinc por litro	45,6 gramos

A estos baños se les añade una pequeña cantidad de ácido sulfúrico (1 a 2 gramos por litro) para que sean ácidos y evitar, como se ha dicho, el depósito de cinc esponjoso.

La electrolisis se efectúa con ánodos de cinc fundido, que se disuelve en el baño. La densidad de corriente es de 2 a 4 amperios por decímetro cuadrado, debiéndose (en las grandes intensidades) calentar el baño a 40° o 45° C. y agitarlo por chorros de aire.

Otra fórmula muy empleada es la siguiente:

Sulfato de cinc	20 Kg.
Sulfato sódico	4 »
Cloruro de cinc.	1 »
Acido bórico	0,5 »
Agua	100

Al baño se añade citrato de 5 Kg. de regaliz o 300-400 gr. de glicirricina:

Fórmula - Trunkan:

Sulfato de cinc.....	25 Kg.
Sulfato alumínico.....	15 »
Carbonato cálcico	1 »
Dextrina.....	4 »
Levadura de cerveza	0,5 »

el depósito es brillante y adherente.

Procedimiento Paweck

Consiste en el uso de baños de ácido bórico y boratos, adicionados de sulfato amónico y otras sales alcalinas. Los objetos se introducen en un cilindro móvil que constituye el cátodo, manteniéndose el líquido agitado.

Procedimiento Pearson y Sive

El baño empleado es:

Agua	100 partes
Alumbre.....	10 »
Oxido de cinc.....	1 »

es muy económico, pudiéndose emplear intensidades altas, pero se produce desprendimiento de hidrógeno que perjudica la calidad del depósito.

Procedimiento Gabrau

En este procedimiento el baño empleado está constituido por:

Sulfato de cinc	20 partes
Acido sulfúrico	I »
Agua	100 »

Con una densidad de corriente entre 2 y 3 amp. por dm^2 y una tensión de 1,5 a 2,5 voltios se puede obtener un depósito de cinc sólido y claro.

Con 6 amp. por dm^2 y 9 ó 10 voltios la calidad del depósito no varía y aunque en los bordes del cátodo se produzcan cristales de cinc el depósito es adherente y claro.

Cuando las densidades de corriente son elevadas hay que hacer circular el líquido electrolítico.

Procedimiento Wagner. — Este procedimiento es análogo al procedimiento Goldschmidt, que espiciábamos en el cobreado galvánico, y sirve para producir el cincado sin necesidad de sumergir las piezas que se elaboran en el baño galvánico.

Dichas piezas están unidas al polo negativo del generador y al positivo del mismo se une una lámina de cinc recubierta de franela y provista de un mango.

Humedecida la pieza que se recubre del depósito galvánico, se le pasa por su superficie el ánodo

constituído como se ha dicho y mojado con el baño de zincado, pudiéndose operar de dos modos para que el ánodo esté mojado por la disolución salina o bien simplemente introduciéndolo en dicha disolución muy a menudo o haciendo que esta disolución chorree por el mango, de un modo continuo en cuyo caso la lámina de cinc está agujereada.

Este procedimiento permite dar mayor o menor espesor al depósito según el tiempo que se emplea produciéndose un cincado excelente.

CAPÍTULO VII

LATONADO

El recubrimiento de objetos metálicos de una capa amarilla de latón, es una de las operaciones más difíciles de galvanostegia.

Recordemos que el latón normal es una aleación de cobre y cinc, en la proporción ordinaria de dos partes de cobre por una de cinc, y que se trata de electrolizar un baño compuesto de sales de ambos metales y que éstos se depositen en la proporción debida, debiendo estar en el baño ambos metales en proporciones distintas, a causa de la dificultad mayor que presenta el cinc para su depósito.

Entre las primeras tentativas efectuadas para producir depósitos galvánicos de latón debemos citar las de De Ruolz en 1841 quien empleaba mezcla de disoluciones, cianuros dobles de los metales cobre y cinc y potasio. Siguiendo a De Ruolz, en las fórmulas que se emplean, y de las que daremos una serie, el cianuro potásico es uno de los principales ingredientes, formándose sales dobles con el cobre y cinc, en el propio baño. El amoníaco y sales amónicas tienen importancia por disolver rá-

pidamente los compuestos que se forman en el ánodo por lo que entran en muchas fórmulas.

Entre los baños empleados podemos citar los siguientes:

Sulfitocianuro de cobre y potasio	25 gr.
Sulfitocianuro de cinc y potasio.....	25 »
Agua (hasta completar 1 litro), unos.....	980 c. c.

Cuyas constantes son a 18° C.:

Densidad	1,032=4,5° Bé
Resistividad	25,2
Conductibilidad	0,0396
Cobre por litro	5,35
Cinc por litro	4,12

Análogamente a este baño debemos citar el empleado por Morris y Johnson, formado por:

Cianuro potásico	1 Kg.
Cianuro de cobre	110 gr.
Cianuro de cinc	55 »
Carbonato amónico	1 Kg.
Agua	10 litros

Se opera a 65° centígrados, con ánodo de latón.

Wood emplea el baño:

Cianuro potásico	750 gr.
Cianuro de cobre.....	110 »
Cianuro de cinc	55 »
Agua destilada	10 lits.

Para el latonado de cuerpos pulimentados es conveniente operar a 70° centígrados y aumentar la intensidad de la corriente.

Procedimiento del Dr. Heeren.

Un baño de latonado puede ser preparado con un gran exceso de cinc y muy pequeña cantidad de cobre en las siguientes proporciones:

Sulfato de cobre	1 parte
Sulfato de cinc	8 »
Cianuro potásico	18 »

Este baño se emplea a la temperatura de ebullición produciéndose muy rápidos depósitos de latón sobre objetos de cobre, cinc, metal Britannia, etc.

Russell y Woolrich, emplean la siguiente composición:

Acetato de cobre	1 kg.
Acetato de cinc	1 »
Acetato potásico	1 »
Agua	10 litros
Cianuro potásico	c. s.

Las sales se disuelven en agua y luego se añade la disolución de cianuro potásico de tal modo que el precipitado producido primeramente quede re-

disuelto. Las soluciones en mal estado se regeneran por adición de cianuro.

Como ánodo se emplea una lámina de latón o dos, una de cobre y otra de cinc.

En esta fórmula las sales de cobre y cinc son de ácidos orgánicos. Gaudoin aconseja el empleo de sales dobles, cobre y potasio, cinc y potasio de ácidos orgánicos polibásicos como son el tartárico, oxálico y cítrico. La relación entre las cantidades que deben entrar en un baño galvanostégico debe hallarse inversa a la de las conductibilidades eléctricas.

Pfanhauser, emplea para el latonado de toda clase de metales el baño siguiente:

Cianuro doble de cobre y potasio ...	200 gr.
Cianuro doble de cinc y potasio ...	200 »
Carbonato sódico	140 »
Sulfato sódico calcinado	200 »
Bisulfito sódico en polvo	200 »
Cianuro potásico a 99 %	10 »
Cloruro amónico.....	20 »
Agua	10 litros

Las constantes de este baño son:

Distancia entre los electrodos.....	10 cms.
Tensión	2,7 volts.
Aumento de tensión por cada 5 cms. de distancia entre electrodos	0,25 volts.
Intensidad de la corriente por dm ² ...	0,3 amp.
Concentración del baño	9° Beaumé

Además de estos baños se recomiendan también los siguientes:

Acetato de cobre	5 partes
Sulfato de cinc	10 »
Cianuro potásico	8 »
Potasa cáustica	72 »
Amoníaco líquido	50 »
Agua	1280 »

Se disuelven todas las sales separadamente en agua, añadiéndose el amoníaco en partes iguales a las de acetato de cobre y sulfato de cinc agitando la masa.

Mézanse las dos soluciones de cobre y cinc añadiéndose después la de potasa cáustica y por fin la de cianuro potásico. La masa se agita a intervalos durante 12 horas.

Cloruro de cobre	10 partes
Sulfato de cinc	20 »
Carbonato potásico	160 »
Cianuro potásico	24 »
Amoníaco	c. s.
Agua	5000 »

Se disuelven las sales aisladamente y luego se mezclan las de cobre y cinc que se tratan por las de carbonato potásico que forma un precipitado, añadiéndose amoníaco hasta redisolución del mismo, se decolora con la de cianuro añadiéndosele el agua.

Cloruro de cobre	16 partes
Sulfato de cinc	32 »
Carbonato potásico	400 »
Nitrato amónico	200 »
Agua	3200 »

Se disuelven las sales aparte y luego se mezclan las de cobre y cinc, carbonato potásico y al final la de nitrato amónico.

Cloruro potásico	25 partes
Sulfato de cinc	48 »
Carbonato potásico	610 »
Cianuro potásico	12 »
Nitrato amónico	305 »
Agua	5000 »

Cloruro de cobre	15 partes
Sulfato de cinc	35 »
Carbonato potásico	500 »
Cianuro potásico	50 »

Acetato de cobre	160 partes
Acetato de cinc	16 »
Acetato potásico	160 »
Cianuro potásico	c. s.
Agua	800 »

Se disuelven las sales y a la mezcla se añade la de cianuro, agitando la masa.

Cianuro de cobre	2 partes o
Cianuro de cinc	1 »
Cianuro potásico	16 »
Carbonato amónico	16 »
Agua	160 »

Se disuelven las sales metálicas y se añade inmediatamente sal amoníaco 2 partes.

Sulfato de cobre	1 partes
Sulfato de cinc	8 »
Cianuro potásico	18 »
Agua	250 »

Sulfato de cobre	25 partes
Sulfato de cinc	30 »
Carbonato sódico	200 »
Bisulfato sódico	50 »
Agua	1000 »

Se disuelven las sales de cobre y cinc, reuniendo las dos soluciones: se añade luego 100 partes de carbonato sódico, agitando la masa precipitada que se deja después reposar para repasar el líquido por decantación.

A este precipitado lavado se le añade el resto del carbonato sódico y el bisulfito previamente disueltos en agua y por fin cianuro potásico en cantidad suficiente para disolver el precipitado.

Carbonato de cobre	2 partes
Carbonato de cinc	2 »
Cianuro potásico	4 »
Carbonato sódico	4 »
Bisulfito potásico	4 »
Anhidrido arsenioso	$\frac{1}{20}$ »
Agua	160 »

Sulfato de cobre	4 partes
Sulfato de cinc	5 »
Cianuro potásico	c. s. »
Carbonato sódico	45 »
Bisulfito sódico	$7\frac{1}{2}$ »
Agua	160 »

El sulfato de cobre y el de cinc se disuelven en agua. El anhídrido arsenioso se disuelve en caliente en la disolución, hecha aparte del cianuro potásico.

En la disolución de metales se añade carbonato sódico que los precipita; este precipitado se escurre y lava y luego se le añaden las soluciones de carbonato sódico, bisulfito sódico y al fin la de cianuro que disuelve el precipitado.

Acetato de cobre	10	gr.
Cloruro de cinc	13,65	»
Cianuro potásico	38,50	»
Sulfito de sodio anhidro	22,50	»
Carbonato de sodio seco	3,50	»
Agua para completar 1 litro		

Sulfato de cobre	12,5	gr.
Cloruro de cinc	13,65	»
Cianuro potásico	38,50	»
Sulfito de sosa anhidro	22,50	»
Carbonato de sosa seco	3,50	»
Agua para completar 1 litro.		

Oxido cuproso	7	gr.
Oxido de cinc	8,15	»
Cianuro potásico	38,00	»
Bisulfito de sosa cristalizado	18,25	»
Agua para completar 1 litro.		

Sulfito cuproso	12,50	gr.
Sulfito de cinc	12,50	»
Cianuro potásico	42	»
Agua para completar 1 litro.		

Para el latonado del hierro se recomienda la fórmula.

Acetato de cobre	125	gr.
Cloruro de cinc fundido	125	»
Carbonato sódico	de 900 a 1000	»
Bisulfito sódico	200	»
Cianuro potásico a 99 %	900	»
Agua	10	lit.

Se forman disoluciones una con las sales de cobre y cinc, y la otra de carbonato sódico y el bisulfito y la tercera del cianuro.

Se mezclan las dos primeras y se añade la de

cianuro llevándose la masa a la ebullición, después se filtra.

Para el latonado del cinc se recomienda:

Acetato de cobre	140 gr.
Cloruro de cinc fundido	140 »
Cianuro potásico a 99 %	325 »
Bisulfito sódico crist.	280 »
Amoníaco	160 »
Agua	10 lits.

La preparación es análoga a las anteriores, formándose dos disoluciones separadas que al fin se mezclan.

Práctica del latonado. — Hemos dicho ya que la operación del latonado es una de las que requiere mayor cuidado y atención, pues la diferencia de resistencia de las sales de cobre y de cinc motiva diferencias grandes en el depósito obtenido, aunque la propia marcha de la operación da idea de como puede corregirse el defecto.

Si en vez de la cubierta de color amarillo del latón, se produjera de color rojo, del cobre, nos indicaría o bien que el baño contiene poca sal de cinc, debiéndose reforzar en este sentido, o que la intensidad de la corriente es débil, debiéndose aumentar.

Si, al contrario, el depósito fuera blanco o blanco azulado, es el cobre el que falta en el baño o bien la corriente es demasiado intensa.

La corriente empleada debe empezar con una intensidad de 0,1 amp. por decímetro cuadrado

para acabar a 0,4 amp. depositándose al principio más cobre por lo que la cubierta producida es más roja. La tensión ha de ser de 2 a 4 voltios.

El depósito ofrece a veces un aspecto ocráceo o terroso lo que indica falta de cianuros que también se conoce por el color azul o verdoso del baño en vez de ser incoloro. En marcha regular se produce sobre los ánodos un depósito blanco de cianuros metálicos, excepto cuando hay en el baño amoníaco o sales amónicas que producen su redisolución rápida. Una coloración verde en el depósito de los ánodos nos indica falta de cianuros, y la falta de depósito acompañada de desprendimiento de gas nos señala su exceso.

Cuando la cubierta de latón se presenta irregular, débese sacar el objeto del baño, lavarlo y cepillarlo con el *gratte-brosse*, siendo colocado de nuevo en el baño hasta que el color y espesor del depósito formado sea uniforme, en caso contrario se debe raspar con el cepillo y, si es necesario, lavar con agua caliente, secar con aserrín de madera blanca y luego en la estufa. Estas tres últimas operaciones son indispensables cuando las piezas que se recubren con una capa de latón por galvanostegia presentan huecos. Los depósitos espesos y desiguales se corrigen por pequeñas adiciones de anhídrido arsenioso.

Para el buen éxito del latonado, mucho más que para las demás cubiertas galvánicas, es indispensable que los objetos que se latonan estén a igual distancia de los ánodos. Esta precaución, que ha de tenerse presente en todas las operaciones

galvanostégicas, si se quiere que las cubiertas producidas tengan igual espesor en todas sus partes, es más importante en el latonado cuyos baños están formados por dos sales de desigual resistencia, por lo que se vería una variación de color.

Cuando en el baño se coloca más de un ánodo, es conveniente, para regularidad del depósito, que los objetos que se quieren latonar se intercalen entre cada dos ánodos.

El peso específico del baño de latonado debe ser de 5° a 12° Beaumé y en caso de ser superior se rebaja con agua pura.

Cuando no se trabaja los ánodos deben retirarse del baño. Estos ánodos son láminas de latón normal y en algunos casos dobles láminas de cobre y cinc.

En general, de 10 a 25 minutos de exposición en el baño son suficientes para producir buenas cubiertas de latón.

Los objetos que se someten al baño de latonado no deben ser movidos mientras se efectúa la operación por favorecer el movimiento la producción de depósitos rojos.

Latonados especiales. — En el latonado del cinc y cobre las cubiertas producidas no deben ser muy espesas para que sean duraderas, siendo preciso que se sometan a la acción del cepillado, lavado con agua de cal y secadas a la estufa.

Para el hierro y fundición, se requieren baños más ricos en metales y mayor tensión en la batería que cuando se latona el cinc o sus aleaciones.

Para el plomo, además de esta mayor concentración del baño y mayor voltaje, se requiere baño más caliente (sobre 30° C).

Color bronceado y de tombak. — Cuando se quiere que la cubierta galvánica tenga el color bronceado o el del tombak, se debe regular la corriente para que los depósitos de cinc y cobre sean en la debida proporción.

Un buen baño está constituido en la siguiente forma:

Cianuro doble de cinc y potasio crist. ...	200 gr.
Cianuro doble de cobre y potasio crist. ...	500 »
Cianuro potásico a 90 %	50 »
Carbonato sódico calcinado	100 »
Bisulfito sódico en polvo	100 »
Agua	10 lits.

Las constantes son:

Distancia entre electrodos	15 cm.
Tensión	2,85 vol.
Intensidad de la corriente por dm ²	0,15 am.
Concentración del baño	9° B.

Latonado del alambre. — Para el latonado del alambre se emplean baños calientes a 55°-60° C.

La cuba de latonado de alambre está formada por una caldera oblonga de hierro calentada a fuego directo vapor o agua caliente Una varilla de cobre o latón que atraviesa horizontalmente las

bases de la caldera, convenientemente aislada, está enlazada con el polo negativo del generador eléctrico y sirve para sostener los rollos de alambre que se recubren de latón. Unas placas de latón sirven de ánodos.

El alambre se prepara antes de la operación por lo cual se extrae del rollo haciéndolo pasar por un baño de ácido sulfúrico diluido, y luego se vuelve a formar el rollo sobre una estaca de madera. Estos rollos, después de fregados con arena y con cepillo reciben una primera capa de cobre sobre la que se depositará la de latón.

Esta última capa se produce colgando los rollos en la varilla de la cédula galvanostégica antes citada, quedando sólo parcialmente sumergidos en el baño por lo que deberán recibir al cabo de cierto tiempo un cambio de posición.

CAPÍTULO VIII

NIQUELADO

La operación del niquelado galvánico se conceptúa como la más difícil, después de la del latonado antes explicada, y para solventar esta dificultad, se han patrocinado un sin fin de recetas para los baños y de procedimientos *secretos* o que sus inventores los creen así.

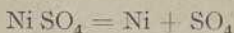
Antes de entrar en el estudio de la composición de los baños, conviene conocer estas dificultades y el modo de vencerlas, según los resultados prácticos, lo que hará que las fórmulas empíricas de los prácticos tomen carácter racional a los ojos del niquelador galvánico.

El niquelado se desea siempre en forma brillante y blanco argentino, y a estas dos condiciones debe atenderse para poder afirmar que se ha logrado un buen niquelado.

La pulimentación de la capa de níquel galvanostégica, no es posible obtenerla después del depósito, sino que es preciso que el objeto esté perfectamente pulido antes de someterse al baño de niquelado, de modo que la primera condición para obtener un buen depósito brillante es la preparación cuidadosa del objeto.

Con un objeto bien preparado no es difícil obtener un niquelado blanco y brillante de poco espesor, aunque muchas veces no tendrá solidez.

Si estudiamos la electrolisis de una sal de níquel, por ejemplo, el sulfato, se tendrá, evidentemente, por lo que vimos en el tomo anterior de esta Biblioteca:



el níquel se depositará sobre el objeto colocado en el cátodo, mientras el SO_4 uniéndose al ánodo de níquel, regenera el sulfato del baño inicial.

Si esta electrolisis se efectuara del modo citado, y el níquel depositado reuniera buenas condiciones, se tendría una de las operaciones galvanostégicas más sencillas; pero es el caso que los ánodos de níquel que debieran disolverse para regenerar el baño, no lo efectúan completamente, pues este metal se presenta muchas veces total o parcialmente *pasivo*, es decir, inatacado por el ácido, y el SO_4 , reaccionando con el agua, nos produce ácido sulfúrico, con lo cual la acidez va aumentando y el baño se empobrece. El depósito de níquel obtenido en presencia de un baño ácido es muy blanco: pero, por desgracia, no resulta sólido, pues, se le ve saltar en forma de escamas, de lo que podemos deducir la no conveniencia del empleo del sulfato de níquel *solo* para la obtención de buenos depósitos galvánicos de níquel.

Si en vez del sulfato, se emplea el cloruro de níquel, este metal no se presenta pasivo con el cloro, como lo es con el ácido sulfúrico: por lo que

desaparece el empobrecimiento del baño, al paso que no aumenta la acidez. Pero el depósito no es blanco, sino negro e irregular, con abundante desprendimiento de hidrógeno. Este depósito es una mezcla de óxido y oxiclورو, que nos indica que el níquel, en reacción secundaria, ha actuado sobre el agua del baño.

Mejor resultado nos daría una mezcla de sulfato y cloruro de níquel, pero en realidad, la presencia de una sal alcalina en el baño parece necesaria para un buen rendimiento; mas entonces la electrolisis se refiere a sales complejas.

Hemos dicho ya que una pequeña cantidad de ácido libre da un depósito blanco brillante; pero como con el ácido sulfúrico nos resulta la cubierta poco sólida, saltando fácilmente en escamas, se ha substituído el ácido sulfúrico que queda libre, por otros ácidos orgánicos, acético, cítrico, etc., o bien el bórico, que se introducen en el baño en forma de sales alcalinas que nos saturan el ácido sulfúrico que podría quedarnos en libertad.

Entre los diferentes baños fundados en las anteriores observaciones, citaremos los siguientes:

Sulfato de níquel	60	gr.
Citrato de sodio	40	»
Agua para formar 1 litro, unos	950	c. c.,

cuyas constantes son a 18° C:

Densidad	1056 — 7,5° Bé.
Resistividad	43,6
Conductibilidad	0,0219
Níquel por litro	12,6 gramos.

que, como se ve, es un baño de sulfato, con adición de citrato sódico para neutralizar el ácido sulfúrico en libertad, el cual reunirá al sodio, dejándonos libre el ácido cítrico.

Este citrato sódico puede ser substituído por un tartrato alcalino, aunque debe introducirse en menor cantidad.

Las sales de ácidos orgánicos presentan el inconveniente de dar pie al desarrollo de hongos que acaban por invadir completamente las cubas.

Sulfato de níquel	50	gr.
Cloruro amónico	25	»
Agua (hasta formar 1 litro) unos 960 c. c.,		

cuyas constantes a 18° C., son:

Densidad	1038 — 5,5° Bé.
Resistividad	18
Conductibilidad	0,0555
Níquel por litro	10,5 gramos.

Como se observa en estas constantes, la resistividad es menor que en el anterior, por lo que conviene emplearlo en el níquelado de metales que exijan mucha densidad de corriente.

Aumentando la sal de níquel, disminuye la resistividad: así, cuando el sulfato de níquel llegue a 100 gramos, las constantes son a 18° C.:

Densidad	1062 — 8,5 Bé.
Resistividad	16,3
Conductibilidad	0,0613
Níquel por litro	21 gramos.

Si en vez del cloruro amónico se usara cloruro sódico, sería necesaria la substitución de parte del sulfato de níquel por sulfato doble de níquel y amonio, e introducir algo de ácido bórico para conservar la blancura del depósito que el cloruro haría perder. En este caso, la fórmula puede escribirse:

Sulfato de níquel	50 gramos
Sulfato doble de níquel y amonio..	50 »
Cloruro sódico	10 »
Acido bórico	10 »
Agua (para formar 1 litro) unos ...	950 c. c.

Siendo las constantes:

Densidad	1,067 — 8,5 Bé.
Resistividad	23,4
Conductibilidad	0,0427
Níquel por litro	18 gramos

La cantidad de ácido bórico puede aumentarse hasta 15 gramos.

Más sencillos que estos baños son los preparados con sulfato doble de níquel y amonio solo, siendo la fórmula que transcribimos una de las más empleadas:

Sulfato doble de níquel y amonio..	80 gramos
Agua para completar un litro, unos	970 c. c.

siendo las constantes a 18° C.:

Densidad	1,057 = 8° Bé.
Resistividad	23,9
Conductibilidad	0,0419
Níquel por litro	15 gramos

Para aumentar la riqueza en níquel, puede añadirse sulfato doble hasta saturación, o sea, a 18° C. 98 gramos; pero esta sal tiene tendencia a cristalizar, por lo que, en este caso, es mejor sustituir parte de la sal doble por sulfato de níquel solo, según la fórmula:

Sulfato de níquel	150 gramos
Sulfato doble de níquel y amonio ..	50 »
Agua para formar un litro, unos ..	900 c. c.

Cuyas constantes son a 18° C.:

Densidad	1,101 = 13° Bé.
Resistividad	23,9
Conductibilidad	0,0419
Níquel por litro	32 gramos

A fin de dar mayor conductibilidad al baño, algunos autores recomiendan la adición de sulfato amónico: pero esta sal forma con el sulfato de níquel la sal doble, disminuyendo la solubilidad y apareciendo a veces cristales de dicha sal doble.

En este baño se ve aumentar la acidez, debido al ácido sulfúrico que queda en libertad, que hay que saturar para evitar que se formen depósitos poco resistentes.

Algunos efectúan esta saturación con el amoníaco, pero se forma sulfato amónico que, como hemos dicho anteriormente, disminuye la solubilidad del sulfato de níquel. Es preferible la adición de hidrato o carbonato de níquel que regenera el baño, aunque otros emplean el carbonato de cal (creta) o de bario que forman precipitados de sul-

fato de dichos metales, que se precipitan. Esta adición exige reposo en las cubas, para su clarificación, después de neutralizado el ácido sulfúrico.

Para aumentar la blancura del depósito, puede introducirse ácido bórico: pero en este caso no debe mirarse si el baño es ácido con el papel azul de tornasol, sino con la tintura de rojo Congo, que vira en azul con el ácido sulfúrico y no con el ácido bórico.

Los baños de níquelado con sulfato doble, ofrecen el inconveniente en su preparación, de la poca solubilidad de dicha sal, lo que exige su pulverización previa, y colocación en las cubas de disolución, manteniendo el saco en la parte alta del líquido.

Para evitar este defecto de solubilidad, es preferible usar los sulfatos de níquel y amónico separadamente, teniendo en cuenta que cien partes de sulfato doble, equivalen a 71,1 de sulfato de níquel y 33,4 de sulfato amónico aislados.

No hemos transcrito ninguna fórmula partiendo del cloruro de níquel, pero, como se ha dicho ya, para que esta sal dé buen depósito, hay que adicionarle otras sales, sulfatos alcalinos, por ejemplo, resultando fórmulas de composición análogas a las anteriores, pero de coste mayor, pues la unidad de *níquel* es de más precio en forma de cloruro que de sulfato.

Para el método Godschmidt se emplea la fórmula siguiente:

Sulfato de níquel	60	gramos
Sulfato sódico	20	»
Citrato sódico	20	»

Anodos. — Los ánodos que se emplean para el niquelado son de dos clases. De níquel fundido y de níquel laminado.

Es sabido que el níquel fundido disuelve su óxido, y esta disolución lo vuelve quebradizo: defecto que se evita añadiendo a la masa fundida una pequeña cantidad de magnesio o aluminio.

Los ánodos de níquel laminado son más pasivos que los fundidos. Unos y otros presentan mayor pasividad en su exterior, notándose, durante la electrolisis, que el ataque principia en puntos aislados que son corroídos, abriéndose en la masa metálica cavidades que se rellenan de un polvo negro, que los obreros llaman carbón y es en realidad una mezcla de óxidos superiores de níquel.

Estos ánodos se colocan colgados de ganchitos, aunque es preferible el uso de bandas metálicas soldadas, para evitar resistencias inútiles en un baño que ya las ofrece considerables.

La dificultad hasta ahora infranqueable, consiste en el irregular ataque de los ánodos. Algunos industriales la evitan empleando ánodos inatacables y saturando la acidez del baño con hidrato o carbonato de níquel: pero en este caso, la *unidad* níquel resulta a mayor precio.

Niquelado de los distintos metales. — El cobre y sus aleaciones debe ser preparado perfectamente y pulido antes del niquelado, siendo desengrasado por la ligroína y luego sometido a la acción desoxidante de un baño de cianuro.

Débase lavar bien el cobre para quitar hasta la

última huella de cianuro, que perjudicaría al baño.

El cobre y sus aleaciones se niquelan muy bien, pudiéndose emplear todas las fórmulas principalmente la de *sulfato de níquel y cloruro amónico*.

El niquelado del hierro y sus variantes, acero y fundición, constituye una de las operaciones más discutidas. El éxito depende de la preparación de los objetos, y hoy día, que con el pulimento se ha llegado a una perfección maravillosa, puede niquelarse fácilmente el hierro; pero como el hierro niquelado en capas poco espesas puede oxidarse, resulta atacado al cabo de algún tiempo. Algunos disponen, entre el hierro y el níquel, una capa de cobre, pretendiendo que así se evita que el metal se oxide, lo cual es verdad, mientras la capa de cobre permanezca inatacada, pues en el caso de que una rozadura, etc., ponga al descubierto el hierro, queda formado entre el hierro y el cobre un par eléctrico, que activa la oxidación del primero de los metales.

El depósito previo de una capa de cobre facilita el niquelado y permite descubrir, aun a ojos poco experimentados, los defectos de niquelado por las manchas rojas del cobre en la superficie blanca del níquel.

Como capa protectora, mucho más activa que la de cobre, es la de cinc: pero este metal no se niquela tan bien como el cobre, por lo que algunos autores y prácticos patrocinan la idea de cubrir el hierro de una capa de latón, cuya proporción entre el cobre y el cinc, vaya variado de modo que

en contacto con el hierro sea muy rico en cinc, al paso que la capa exterior lo sea en cobre.

No obstante, este latonado viene a aumentar la dificultad del niquelado, pues ya sabemos que el latonado es la operación galvanostégica más difícil.

El baño que generalmente se emplea, es el de sulfato doble, en caso de marcha continua, el de *sulfato con citrato* para pequeñas operaciones interrumpidas. Sin embargo, pueden ser utilizadas todas las restantes.

La densidad de la corriente varía de 0,3 amperios a 0,6 por decímetro cuadrado.

Las piezas de bicicleta han de ser niqueladas con cuidado, a causa de lo expuestas que están a la intemperie. Generalmente se niquelan en cubas de tambor que hemos indicado en el capítulo II.

El niquelado del cinc resulta más difícil que el del hierro, pues es un metal que desaloja al níquel de su solución. Para niquelarlo se exige un cobreado previo, y luego someterlo a la acción del baño de níquel bajo corrientes intensas.

El estaño, plomo y plomo antimoniado se niquelan muy bien en baño al sulfato de níquel y cloruro amónico.

El niquelado se hace con tensiones de 3 a 5 voltios, empezando a una densidad de corriente de un amperio por decímetro cuadrado, que luego se disminuye. La presencia de cloruros en el baño permite reducir la tensión de 1 voltio.

Defectos. — Un niquelado con los bordes grises o negruzcos indica una corriente demasiado intensa.

Un depósito gris nos señala que el baño es alcalino, si es amarillento nos muestra la presencia del cobre hierro.

Si el depósito se hace difícilmente, es que el baño ofrece demasiada resistencia. La presencia de *junturas* en el niquelado indica la adherencia de gas hidrógeno al objeto, a causa de un mal contacto del metal con el líquido. La formación de placas, depende de un mal desengrasado; la de estrías, de la falta de homogeneidad del baño, y, por fin, si el niquelado salta en forma de escamas es porque el baño es demasiado ácido.

Niquelado doble. — Cuando se quiere obtener niquelado grueso, no es posible efectuar la operación de una sola vez, sino que se debe proceder como se ha dicho; luego suspender la operación y, como si la pieza entrara de nuevo en el taller, efectuar un desengrase y desoxidación y repetir luego la operación.

Desniquelado. — Las piezas que han sido niqueladas y que con el uso han perdido parte de la cubierta producida, no deben someterse a un nuevo niquelado, sin que previamente se haya quitado el níquel de la operación anterior.

El método ordinariamente seguido, es análogo al del desargentado que se estudiará en el capítulo siguiente.

Depósitos de cobalto. — El metal cobalto, análogo al cinc, puede también aplicarse en cubiertas galvanostégicas de un modo análogo a lo indicado anteriormente, para el níquel, empleando como electrólito el sulfato doble de amonio y cobalto.

CAPÍTULO IX

PLATEADO

El plateado de los objetos para el servicio de mesa, constituyendo los denominados cubiertos Ruolz, por haber sido los señores Ruolz y Elkington los que en 1842 los introdujeron en el comercio, poniendo al alcance de todas las fortunas utensilios que, de haber sido formados de plata maciza, no estaban al alcance de todo el mundo, tiene una importancia muy grande en estos tiempos por la perfección lograda.

Primeramente Ruolz y Elkington emplearon como metal el cobre o el latón, que por ser los metales que mejor soportan el plateado, daban resultados hermosísimos; no obstante el ser estos metales de color, producían muy mal efecto cuando quedaban parcialmente al descubierto, por el desgaste de la cubierta de plata. Por lo cual, modernamente se recurre, no al cobre o latón, como soportes, sino al metal blanco, denominado vulgarmente metal inglés o francés, y formado de cinc, cobre y níquel.

Aparatos empleados. — Para el plateado, se emplean cubas, en general de gres o pizarra, y provistas de aparatos para producir agitación en el baño, a fin de mantenerlo homogéneo, pues empobreciéndose rápidamente en las cercanías del cátodo, se producirían estrías en el plateado que inutilizaría los objetos.

Esta agitación del baño se produce por el movimiento de los cátodos que, lo mismo que los ánodos, se instalan del siguiente modo;

Sobre la cuba, y convenientemente aislados, se colocan dos cuadros superpuestos, de madera, los cuales presentan unas barras sosteniendo el primero los ánodos, y el segundo los cátodos, o sea, los objetos que se quieren platear. Este segundo cuadro, por medio de guías, puede resbalar sobre el primero, de modo que mediante un excéntrico, recibe un movimiento de vaivén, a razón de 20 a 40 oscilaciones de 5 a 10 centímetros por minuto.

El electrólito empleado, es siempre un cianuro doble de plata y potasio, que responde a la fórmula AgCN , KCN , aunque, en general y particularmente las fórmulas de Ruolz y Elkington, ofrecen un exceso de cianuro de plata que alcanza la cifra de 100 gramos de cianuro por 10 gramos de plata. Posteriormente fué disminuída la proporción, llegando en Alemania a presentarse baños con la cantidad de cianuro potásico exactamente necesaria.

En estos baños, la cantidad de plata, es de 25 gramos, según Roseleur, aunque puede reducirse sin inconveniente hasta 15 gramos.

Como baño para el plateado, podemos presentar el siguiente:

Cianuro de plata	30 gramos
Cianuro potásico	45 »
Agua (hasta completar 1 litro) unos...	970 c. c.

Que se prepara disolviendo el cianuro potásico en $\frac{1}{4}$ de litro de agua, añadiendo luego el cianuro de plata, que se disuelve, se filtra y completa el volumen hasta un litro.

Las condiciones de este baño a 18° C. son:

Densidad	$1,046 = 6 \frac{1}{2}^{\circ}$ Bé.
Resistividad	16,2
Conductibilidad	0,0619
Plata por litro	24,2 gramos.

Aunque el cianuro de plata se fabrica corrientemente, hallándosele en el mercado, también se pueden emplear, en igualdad de circunstancias, las siguientes fórmulas:

Nitrato de plata	36 gramos
Cianuro de plata	60 »
Agua (hasta completar 1 litro) unos...	970 c. c.

Cuyas constantes a 18° C. son:

Densidad	$1,064 = 8,5$ Bé.
Resistividad	13,1
Conductibilidad	0,0764
Plata por litro	22,9 gramos

o bien,

Cloruro de plata	32 gramos
Cianuro de potasio	60 »
Agua (hasta completar 1 litro) unos...	970 c. c.

Cuyas constantes son:

Densidad	1,056 = 7,5° Bé.
Resistividad	12,7
Conductibilidad	0,0786
Plata por litro.....	24 gramos

Espesor del depósito. — El espesor de la capa de plata depositada varía del $\frac{1}{9000}$ a $\frac{1}{40}$ de milímetro.

Se considera óptimo el depósito de 3,5 gramos de plata por decímetro cuadrado de superficie plateada. La conocida e importante casa Cristophle da como término medio 3 gramos por decímetro cuadrado.

Anodos. — A los ánodos de plata se les da la forma de láminas de 1 a 5 mm. de espesor, sumergiéndolos completamente en el baño, para evitar que en el punto de inmersión se produzca la rotura del ánodo. Deben ser de plata pura, no siendo indiferente el modo de unión con los conductores de cobre procedentes de la pila o dínamo, pues deben hallarse unidos mediante un alambre de hierro, cinta de plomo con el conductor, sin cuya precaución el cobre se disolvería en el baño.

En algunos casos se emplean ánodos insolubles de platino.

Temperatura del baño. — Los baños de plateado se emplean de ordinario a la temperatura de 15°C. , aunque a veces se eleva la temperatura hasta $40\text{--}80^{\circ}$. Para la bisutería de buena calidad, se empieza la operación en frío, pero al fin se introducen durante breves momentos (un minuto o dos) en baño caliente.

Intensidad de la corriente. — La intensidad de la corriente debe ser de $\frac{1}{2}$ amp. por dm.^2 de superficie a platear, con lo cual siendo aproximadamente el depósito de plata de 4 gramos por amp. hora, resulta que la cantidad de plata es de 20 gramos por decímetro cuadrado y $\frac{1}{2}$ amperio hora.

Marcha de la operación. — Conocidos la composición del baño y las circunstancias de la corriente conviene hacer alguna indicación sobre la marcha de la operación.

Se empieza la operación de argentado y al cabo de $\frac{1}{4}$ de hora se extraen las piezas para examinar el depósito formado: se cepilla con cremor tártaro, se lava y se introduce en una solución de cianuro potásico en caliente, se lava y vuelve al baño.

Antes de retirar el objeto que se platea, del baño electrolítico debe suspenderse la circulación de la corriente para evitar que la capa de plata formada tome un tono amarillento debido a un subcianuro de plata que se altera a la luz. Si se deja el objeto en el baño, sin corriente, este subcianuro se redissuelve y el color amarillento no aparece.

Los objetos plateados se introducen en un baño de cianuro potásico hirviendo, se lavan y secan con serrín de madera no resinosa.

Es un hecho conocido que los baños *viejos* funcionan mejor que los nuevos, por lo que muchas veces se añade a un baño nuevo parte de otro que haya funcionado, o bien, se procura *envejecerlo* haciéndolo hervir algunas horas o añadiéndole de 1 a 2 por 1000 de amoníaco.

El baño puede tener densidades comprendidas entre 1,036 y 1,115 sin dificultad para la buena marcha de la operación, aunque los baños más densos son de más difícil regulación.

Es conveniente agotar el baño para regularizar su composición, pues las capas inferiores más densas se vuelven más ricas en plata, formándose depósitos cristalinos y desiguales.

Defectos de la operación. — Cuando el baño es demasiado denso, como hemos dicho, se producen depósitos de plata cristalinos, debiéndose diluir con agua.

Cuando el baño es demasiado diluído, la operación es muy lenta, debiéndose remontar por adición de sales en la debida proporción.

Depósitos granujientos indican falta de cianuro libre.

Cuando las sales potásicas se acumulan en el baño, por acción del aire o de la luz, al depósito de plata le falta su hermoso color y pierde solidez. En este caso debe susbtituirse el baño por otro nuevo.

Plateados especiales. — Cobre y sus aleaciones. —

Son los metales más fácilmente plateados. Débense preparar convenientemente por un lavado con sosa o potasa cáustica a 10 %, con otro de ácido sulfúrico a 66° diluído en 10 de agua, en otro formado por

Acido sulfúrico, 66° Bé.	1 Kg.
Acido nítrico 36° Bé.	2 »
Sal de cocina	10 »
Hollín	10 »

se lava con mucha agua, cepillándolo con pincel suave, y luego se amalgama en un baño de

Cianuro doble de potasio y mercurio..	20 gramos
Agua	1 litro.

se lava, cepilla y rápidamente se introduce en el baño de plateado. La densidad de corriente varía entre 0,1 y 0,5 amp. por decímetro cuadrado. La tensión entre 1 y 2 voltios procediéndose a la amalgamación cuando se quiere un plateado de espesor.

Estaño y sus aleaciones. — Puede hacerse el plateado sin empleo del cobreado previo, empleando baños con mucho cianuro, y exceso de potasa o sosa cáustica como el siguiente:

Cianuro de plata	35 gramos
Cianuro de potasio	150 »
Potasa cáustica en placas	20 »
Agua (hasta completar 1 litro) unos ..	910 c. c.

Este baño se emplea para objetos de cobre o sus aleaciones cuando presenta soldaduras de es-

taño. La densidad de corriente es muy grande, pues para tensiones de 4 a 5 voltios llega a 10 amperios por decímetro cuadrado.

El metal Britannia, se puede platear en el siguiente baño:

Cianuro de potasio	30	gramos
Cianuro de plata	10	»
Cianuro de níquel	120	»
Agua	1	litro

Hierro y Cinc. — No pueden platearse directamente, sino previo cobreado, y después de esta operación preliminar, se cepillan y lavan cuidadosamente.

En vez del cobreado puede emplearse el latonado, o bien, una amalgamación previa superficial para lo cual previo lavado con ácido clorhídrico diluído, se introduce en un baño de nitrato de mercurio, unido al cátodo de una pila Bunsen.

El mercurio se deposita en tenue capa que amalgama el metal, que, así preparado se platea como de ordinario.

* Plateado el objeto, se calienta a 300° para volatizar el mercurio quedando el depósito de plata adherente.

Método Goldschmidt. — Una fórmula para este plateado es la siguiente:

Nitrato de plata	20	gramos
Cianuro potásico	30	»
Formiato potásico	2	»
Amoníaco a 96 %	0,4	»

Balanza argiométrica. — El depósito de plata se hace muchas veces fijando previamente la cantidad de plata que se desea y, para saber cuándo se ha llegado al término fijado, se puede recurrir

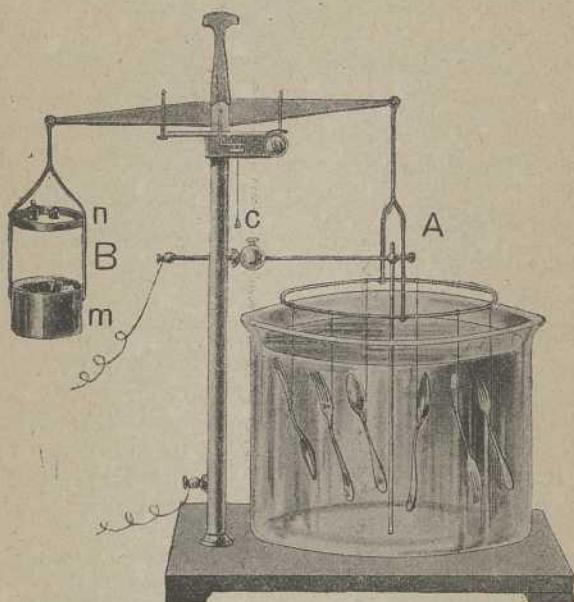


Fig. 22. — Balanza argiométrica

al simple cálculo sabiendo que 96,540 culombios, o sea, 24,817 amperios-hora, depositan una molécula gramo de plata, o sea, 107,93 gramos.

Puede emplearse también la denominada balanza *argiométrica*, (fig. 22) que consiste en una balanza en que uno de los platillos ha sido substituído

por el cátodo A, que lleva los objetos y el otro B, tiene dos partes la inferior *m* donde se coloca grana para equilibrar los objetos *sumergidos* en el baño y la superior *n*, en donde se ponen pesas equivalentes al peso de la plata que se quiere depositar. En *c* hay un contacto eléctrico dispuesto de tal modo que cuando se ha depositado la cantidad de plata deseada y, por consiguiente, al bajar A se rompe el circuito, cesando automáticamente la operación galvanostégica.

Desargentación. — Antes de volver a platear un objeto que ya lo ha sido, es necesario quitar los restos de plata, para lo cual se introducen en un baño formado por:

Acido sulfúrico a 66° Bé	90 c. c.
Acido nítrico a 40° Bé	10 c. c.

o bien, en ácido sulfúrico, y una vez introducido el objeto se añade un poco de nitrato sódico.

Para esta operación, pueden emplearse cápsulas de fundición que no son atacadas por la mezcla ácida concentrada.

La operación puede efectuarse en caliente o en frío, y cuando ha terminado, se diluye la masa y se añade ácido clorhídrico que precipita la plata.

Bruñido y deslustrado. — Los objetos plateados quedan con la superficie rugosa, siendo necesario para que nos quede lisa y brillante, someterlos a la acción de bruñidores de acero o de sanguina

con los cuales el operario frota la superficie metálica.

También la plata mate se obtiene por operación mecánica, generalmente con chorro de arena, em-

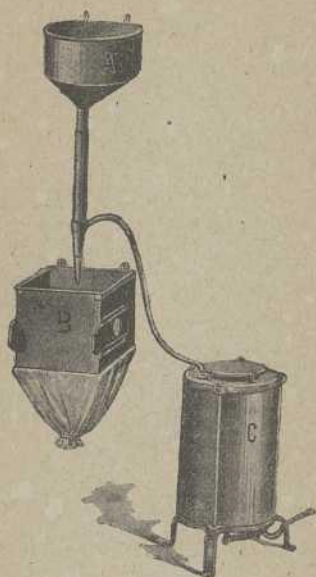


Fig. 23

pleándose aparatos distintos entre los que citaremos el representado en la figura 23 en el que la arena situada en el depósito A cae en forma de chorro por B sobre el objeto plateado, mediante la corriente de aire inyectado por el soplete C.

CAPÍTULO X

DORADO

El dorado galvánico se conceptúa como uno de los más fáciles, pues se obtiene rápidamente sobre toda clase de metales indistintamente; no obstante, como el dorador puede obtener depósitos de tonalidades distintas, resulta que ha de ser un verdadero artista. Así podrá a su gusto disponer dorados más o menos amarillos, rojos, blancos y verdosos.

Hemos dicho que el dorado se aplica sobre cualquier metal; pero, en general, se aplica directamente sobre el cobre y sus aleaciones y sobre la plata.

El hierro y acero, aunque pueden ser dorados directamente, acostumbran a recibir un cobreado o niquelado intermediario.

El cinc y las aleaciones de estaño suelen cobrarse y a veces platearse.

Cuando el dorado es de poco espesor, a fin de que el color del metal no influya en el resultado, se da un latonado previo.

El dorado se efectúa en dos tiempos y baños distintos. En el primero, o baño de carga, se da la

capa de oro que se desea, mientras en el segundo se le da el tono que se quiere. El primer baño es viejo y se remonta constantemente, mientras el baño de tono es diferente, según la tonalidad deseada, o sea, es un baño nuevo para dorados amarillos, y baños viejos con plata, cobre, etc., según el resultado que se busque.

Baños. — Se emplean aún las fórmulas antiguas de Roseleur, más o menos modificadas.

Estas fórmulas, siguiendo a M. Brochet, podemos clasificarlas en tres grupos, que son; fórmulas fosfatadas, cianuradas y al amoniuro de oro.

En todas ellas se emplea el *cloruro de oro* comercial o el que el industrial se prepara del modo siguiente;

En un matraz de vidrio se pone oro puro, en forma de panes o fragmentos pequeños, y se le añade agua regia, compuesta de 2,5 centímetros cúbicos de ácido clorhídrico puro y 1,5 centímetros cúbicos de ácido nítrico, también puro. Por cada gramo de oro se introducen en el matraz 4 centímetros cúbicos de agua regia y se calienta hasta disolución del metal, continuándose con el calentamiento hasta que el exceso de ácido haya desaparecido, lo que se conoce en que el líquido se espesa y toma color obscuro: luego se deja enfriar y nos resulta una masa cristalina de color más o menos amarillo pardusco.

Para el dorado podemos emplear el cloruro de oro comercial; pero su composición no es fija, por lo que puede motivar errores en la formación del

baño, por lo cual son muchos los que prefieren prepararlo como antes hemos dicho. En las fórmulas se debe contar por cada 1 gramo de oro, 2 gramos de cloruro de oro.

Fórmulas de los baños.— Los cuatro tipos de baños empleados, son:

Fosfato sódico	50 gramos
Sulfito sódico	5 »
Cianuro potásico	2,5 »
Oro (en forma de cloruro de oro) ..	1 »
Agua destilada para completar 1 litro ó 970 centímetros cúbicos aproximadamente.	

Este baño tiene:

Densidad a 18° centígrados ..	1,028 = 4° Bé.
Resistividad a 18°	46,0
Conductividad	0,0216

Para preparar este baño, se disuelve el cloruro de oro en la décima parte del agua, el sulfito en otra décima y el fosfato en el resto. Las disoluciones se mezclan *frías* para formar el baño definitivo; si estuviesen calientes veríamos precipitar oro metálico.

Como se comprende, el baño antes indicado puede variar entre ciertos límites, así:

Fosfato sódico puede variar de.	30 a 60 gramos
Sulfito sódico, de	3 a 6 »
Oro, de	0,5 a 2 »

La disminución del cianuro retarda el depósito.

Cianuro potásico	6 gramos
Oro (en forma de cloruro) ..	2,5 »
Agua destilada	cantidad suficiente
Este baño ofrece:	

Densidad a 18° C.....	1,003
Resistividad	102
Conductividad	0,0098

Se prepara este baño disolviendo el cianuro de potasio y el cloruro de oro aisladamente en pequeñas cantidades de agua; mezclar y completar el volumen.

La proporción de componentes puede variar.

Cianuro, de	2 a 5 gramos
Oro (baño frío)	3 a 5 »
Oro (baño caliente)	0,5 a 2 »

En algunos casos se neutraliza el baño por medio de carbonato sódico, para saturar el ácido libre del cloruro de oro, en el caso que sea fuertemente ácido.

En este caso, el baño se prepara añadiendo el carbonato sódico hasta aparición de precipitado, se hace hervir para desprender el ácido carbónico y se añade el cianuro.

Cianuro potásico	6 gramos
Cloruro de oro	5 »
Amoníaco, aproximadamente	15 c. c.
Agua, para completar 1 litro	cant. suf.

Este baño tiene:

Densidad a 18° C.....	1,004
Resistividad	84
Conductividad.....	0,0119

Para preparar el baño, se disuelve el oro en agua en pequeña cantidad, y se añade el amoníaco, con lo cual el oro se precipita en forma de *oro fulminante* o amoniuro de oro, que se pone sobre un filtro y se lava con agua.

El precipitado, sin secarlo, pues resultaría explosivo, se disuelve en la disolución de cianuro de potasio.

Sulfitocianuro de oro y potasio	10 grs.
Agua para completar 1 litro	cant. suf.

Condiciones del baño:

Densidad a 18° C	1,005
Resistividad a 18° C	145
Conductividad a 18° C	0,0069
Oro por litro	4 gramos

En esta fórmula puede variarse la cantidad de sulfitocianuro de oro y potasio hasta 1 gramo, es decir, hasta 0,4 gramos de oro por litro.

Para el procedimiento Goldschmidt se emplea el siguiente baño:

Cloruro de oro	6 gramos
Cianuro potásico	13 »
Formiato potásico	2 »
Amoníaco 90 %.....	2 »

Práctica del dorado. — El dorado puede efectuarse en caliente o en frío.

Para el dorado en caliente, las cubas son de fundición esmaltada que se pueden calentar fácilmente, y en caso de ensayos pequeños, basta una cápsula de porcelana. El baño se mantiene a 60° - 80° .

Los ánodos son de platino, pudiéndose emplear también de oro: pero como no regenera completamente la sal de oro descompuesta, es preferible agotar el baño remontándolo por medio de cloruro de oro.

La corriente se gradúa introduciendo más o menos los ánodos en el baño. Los ánodos pueden ser alambres o placas, según la densidad de corriente.

Los objetos se suspenden de una varilla de latón que se apoya sobre otras dos que están enlazadas en el circuito. Los ánodos están suspendidos de una varilla de vidrio, apoyada en las mismas varillas de latón.

Cuando el operario ha regulado el ánodo por su distancia a los objetos que se doran, y su sumersión por la densidad de corriente, deja pasar el tiempo suficiente para que se deposite la cantidad de oro deseada.

Los objetos se sacan del baño, se lavan con agua y se secan entre aserrín y a veces en la estufa.

Cuando el baño ha de servir continuamente, cada mañana el operario introduce la cantidad de cloruro de oro proporcional al oro depositado en la jornada anterior, y cada tres días 0,2 gramos de fosfato por litro: de este modo se puede conservar el baño cerca de un año.

Para el dorado de gran espesor, se emplean dos baños, el primero, de carga, tal como se ha descrito, tiene por objeto el depósito de una capa más o menos espesa de oro, y el segundo, es para dar al dorado el tono deseado y de él nos ocuparemos más adelante, pues es el que presenta dificultad haciendo del operario un verdadero artista.

Para el *dorado en frío*, se usan cubas de gres o pizarra, ánodos de oro, platino o carbón. En este último caso, es conveniente envolver el ánodo con un tejido de algodón, para evitar que por acción de la corriente, se disgregue y ensucie el baño.

Así como en el dorado en caliente se regula la densidad de corriente que circula por el electrólito, mediante la introducción del ánodo más o menos en el líquido, en el dorado en frío con ánodo de oro, se emplea para regular un reóstato ordinario.

Para este baño, se emplean las fórmulas típicas segunda y tercera, conteniendo de 3 a 5 gramos de oro por litro.

La densidad de corriente debe estar comprendida en $\frac{1}{10}$ y $\frac{2}{10}$ de amperio por decímetro cuadrado, pues una corriente demasiado intensa nos daría un depósito negro.

Dorado de color. — Hemos dicho ya que el tono del dorado puede ser variado a voluntad por el operario, que en este caso actúa como verdadero artista, ya buscando efectos decorativos, ya imitando muestras que se le presentan.

La diferente tonalidad depende de la intensidad

de la corriente y de la presencia de otros metales en el baño.

Una intensidad fuerte, da tonos oscuros, mientras débiles densidades de corriente, obtenidas introduciendo poco el ánodo en el electrolito, da tonos claros.

Pequeñas cantidades de plata en el baño, producen los tonos verdes: con exceso se llega al blanco, El cobre en pequeñas cantidades no modifica el color, pero aumentando la proporción lo enrojece, pudiéndose llegar al cobrizo.

La plata y el cobre, se introducen en forma de nitrato de plata, acetato de cobre, cianuro doble, o bien, mezclando al baño de dorado cantidades más o menos grandes de baños de plateado o cobreado.

Se comprende que un operario inteligente, variando el baño y la densidad de corriente, ha de poder obtener series notabilísimas de tonos amarillos, rojizos, verdosos o blanquecinos.

Para obtener un dorado resistente y de buen color, se puede recurrir a la amalgamación del objeto dorado; para ello se introduce el objeto, ya dorado, en un baño de mercurio formado por disolución del nitrato mercúrico en agua (de 5 a 10 gramos por litro) añadiendo luego ácido sulfúrico hasta la desaparición del enturbiamiento producido.

El objeto dorado se coloca en este baño de mercurio como cátodo, mientras el ánodo es un alambre de platino que recorre toda la longitud del baño.

A los pocos segundos queda el objeto completamente blanco, por haberse amalgamado el oro con

el mercurio dejado en libertad por la electrolisis del nitrato. Retirado del baño, se lava y se seca con aserrín, y luego se calienta lentamente en un hornillo calentado con carbón de madera, colocado debajo de una chimenea de tiro, para dar salida a los vapores de mercurio que podrían perjudicar la salud de los obreros.

Repitiendo la operación de dorado y amalgamación, se logran dorados tan resistentes como los antiguos dorados al fuego, o sea, por amalgamación.

Para bisutería con fuerte dorado, se modifica este procedimiento del modo siguiente: El objeto formado por una aleación de cobre, perfectamente preparada y limpia, se introduce en el baño de mercurio (1 gramo por litro) en el cual el color no se altera sensiblemente, luego se introduce en el baño de carga, en donde toma el color de metal amalgamado y después se dora regularmente.

También se puede operar de la siguiente manera: El objeto se introduce en el baño de carga y de él se pasa al de amalgamación, sin previo lavado, repitiéndose estas operaciones algunas veces. El baño para este último procedimiento está formado de cianuro de mercurio en vez del nitrato.

En estos dos últimos procedimientos, el objeto no debe calentarse como en el caso del dorado de alhajas falsas primeramente indicado.

En el comercio se encuentran objetos, como candelabros, relojes, etc., de cinc dorado, que recibe el nombre de *bronce de composición*.

Los objetos así elaborados, presentan la ventaja del fácil moldeo para la reproducción de ornamen-

tos delicados, por lo que resultan vistosos y de gran apariencia al par que económicos.

El objeto moldeado se retoca para quitar las asperezas y tapar con soldadura los huecos que podría haber en la fundición, y luego se pule. Se desengrasa la pieza con una disolución de potasa cáustica, en la que debe dejarse muy poco tiempo, pues ataca al cinc y podría alterarnos el pulimento; se lava con mucha agua, se le sumerge durante veinte a cuarenta segundos en un baño de agua acidulada con ácido sulfúrico al décimo, se lava con agua hirviendo y luego se introduce en un baño de latonado algunos segundos, se lava enérgicamente y, por fin, si se quiere dorado brillante, se introduce en el baño de dorado preferentemente en caliente.

Si el dorado se desea *mate*, sobre el latonado se cobre en un baño especial, formado por una disolución concentrada de sulfato de cobre, en donde se deja hasta que la superficie ha tomado un aspecto *mate*.

Se lava e introduce en un baño de amalgamación formado por:

Nitrato mercúrico	1 gramo
Acido sulfúrico	2 »
Agua	1 litro

Luego va a otro baño de plateado, compuesto del modo siguiente:

Cianuro potásico	40 a 50 gramos
Nitrato de plata	10 »
Agua	1 litro

El objeto ha tomado un hermoso color blanco mate, se lava con agua y se dora en baño caliente, casi a la ebullición y con una intensidad de corriente grande que se hace disminuir retirando el ánodo de platino. En pocos minutos el objeto toma un hermoso dorado mate. Se lava con agua *hirviendo* y se seca con aserrín.

Dorado y plateado combinados. — Un objeto de arte puede ser parcialmente dorado y plateado, y aun recibir tonalidades diferentes de dorado en sitios distintos de una misma pieza.

Para el dorado del interior de los vasos de plata, interiores de las cucharas, etc., se procede como sigue:

La copa o vaso, cuyo interior se quiere dorar, se coloca sobre un plato perfectamente vertical, se llena del baño caliente en el que se introduce el ánodo. La copa sirve de cátodo.

Para dorados parciales, se recurre a las *reservas*, que se logran mediante un *barniz* reserva, espesado mediante un pigmento de color (azul de Prusia, minio, ocre, etc.) y que se aplica con un pincel. En los sitios reservados no se deposita capa de oro, por lo que queda el color plateado del fondo.

La aplicación de estas reservas nos permite, pues, lograr que una misma pieza presente tonalidades distintas, aunque resulta muchas veces más cara la aplicación de ellas que el decorado mismo.

Estas aplicaciones pueden venir realzadas por porciones brillantes y otras mates, que se obtienen por procedimientos mecánicos, previa *reserva* de

las porciones brillantes de trato, antes de que el barniz se haya secado, por un chorro de arena fina que deslustra por el choque la superficie no reservada.

Desdorado. — En algunos casos es conveniente quitar la capa de oro depositada sobre una pieza, es decir, efectuar la operación inversa del dorado que hemos estudiado en este capítulo.

Esta operación puede hacerse por procedimientos químicos; pero se emplean mucho los métodos galvánicos, en que el objeto que se quiere desdorar se coloca como *ánodo*.

El baño puede estar preparado cuando los objetos son de hierro o acero del modo siguiente:

Cianuro potásico	100 gramos
Agua	1 litro

Como cátodo se emplea una lámina de carbón que se suspende en el baño muy cerca del ánodo que, como hemos dicho, está constituido por los objetos.

Para las aleaciones de cobre, cinc, etc., se usa un baño de ácido sulfúrico concentrado a 66° Bé. y como cátodo una lámina de cobre.

Se debe procurar que los objetos estén secos para que no diluyan el ácido sulfúrico, pues entonces nos atacaría las aleaciones de cobre y cinc, que son pasivos al ácido concentrado. El oro se precipita en este baño bajo forma de un polvo negruzco.

Recuperación del oro de los baños.— El oro de los baños viejos se recupera concentrándolos y evaporándolos a sequedad. El residuo se reúne en un crisol con carbonato de sodio, litargirio y polvo de carbón, que nos reduce el plomo y metales nobles a estado metálico, quedando, por lo tanto, en el fondo un botón de plomo que contiene el oro, que puede separarse por disolución del plomo en ácido nítrico o mejor por copelación.

GALVANOPLASTIA

CAPÍTULO XI

PREPARACIÓN DE LOS MOLDES

Para la reproducción de objetos por Galvanoplastia, la primera operación, que se debe efectuar es la preparación de un molde negativo, es decir, que presente en hueco todos los relieves que presentaba el original.

Las materias que se emplean para preparación de moldes son: los metales o aleaciones fusibles, materias análogas a la cera que pueden ser coladas sobre el original, gutapercha, yeso, etc. Las ceras, como la de abejas, que al solidificarse toma forma cristalina, no son muy adecuadas para este uso.

El moldeo con aleaciones metálicas fundidas, se emplea cuando el metal fundido no puede perjudicar al original.

Las aleaciones que se emplean son:

Metal Wood.

Cadmio	2 partes
Bismuto	2 »
Plomo	4 »
Estaño.....	2 »

cuyo punto de fusión es 76° C.

Metal Rose.

Bismuto	2 partes
Plomo	1 »
Estaño.....	1 »

punto de fusión 94° C.

Metal Boettcher.

Plomo	8 partes
Bismuto	8 »
Estaño.....	3 »

punto de fusión 108° C.

Estas aleaciones se preparan fundiendo los metales por el orden indicado y luego refundiendo la masa varias veces hasta homogeneidad.

Los moldes se preparan fundiendo la aleación que se cuela en un recipiente de yeso o cartón adecuado, dejándolo enfriar y antes de que se solidifique se deja caer el objeto sobre el metal, que ha de ser plano como una medalla, etc., de una altura de 5 a 10 centímetros, o bien, se comprime con la mano. Se deja solidificar y luego se separa el original.

Brandely recomienda el empleo de la prensa, para lo cual se coloca el metal en su caja sobre la platina de una prensa y estando sólido, pero caliente aún, se coloca el objeto y se somete a presión con la prensa.

Asimismo pueden prepararse moldes metálicos, obteniendo el negativo también por galvanoplastia. En este caso se procede del siguiente modo:

El objeto se recubre de una capa muy tenue de manteca de cacao, por medio de una disolución alcohólica muy diluída, para evitar la adherencia. Así preparado y con diafragmas de celuloide para evitar excrecencias en los bordes, se somete al baño de cobreado, hasta un espesor conveniente, lográndose así el negativo, del cual, por procedimientos análogos, se reproduce el objeto primero.

Las materias céreas empleadas para el moldeo, son la estearina, cera y parafina.

La estearina se funde y extiende en cuadros de madera a temperatura lo más baja posible, para evitar la cristalización que perjudicaría la finura de la reproducción. Esta tendencia a cristalizar se corrige con la adición de sebo o esencia de trementina.

Cuando el objeto que se quiere moldear es de yeso, debe impregnarse previamente de parafina para tapar los poros.

La cera de abejas puede emplearse mediante la adición de otras sustancias. Entre las fórmulas patrocinadas por los diferentes autores citaremos las siguientes.

Fórmula de Kress.

Cera blanca	125 partes
Estearina	50 »
Sebo.....	30 »
Asfalto de Siria	40 »
Grafito lavado	5 »

Fórmulas de Kempe.

Cera amarilla de abejas	700 partes
Parafina	100 »
Terebentina de Venecia	55 »
Grafito.....	175 »

o bien

Cera en placas	50 partes
Cera amarilla	30 »
Ceresina	15 »
Terebentina de Venecia	50 »

Fórmula de Hackewit.

Cera	20 partes
Terebentina espesa	20 »
Colofonia.....	10 »
Grafito.....	50 »

Fórmula de Urquhart.

Cera amarilla	900 partes
Terebentina de Venecia	135 »
Grafito.....	28 »

Fórmula de Furlong.

Cera amarilla	850 partes
Terebentina bruta	100 »
Grafito.....	50 »

Fórmula de Planhauser.

Cera amarilla	400 partes
Ozokerita	300 »
Parafina	100 »
Terebentina	60 »
Grafito lavado	150 »

o en verano;

Cera de abejas	250 partes
Ozokerita	450 »
Parafina	50 »
Terebentina	35 »
Grafito lavado	180 »

La cera o sus composiciones se funden en calderas calentadas a vapor y se vierte luego la masa sobre mesas metálicas como la indicada en la fi-



Fig. 24

gura 24, la cual se calienta a vapor para fundir y volver a la caldera la cera que ha servido una vez. Las placas de cera se protegen con un marco de hierro de presiones demasiado grandes ejercidas por las prensas.

Moldes de gutapercha. — Antes del empleo de la cera, la gutapercha era la substancia generalmente empleada, y aun hoy día se emplea exclusi-

vamente en la galvanoplastia de objetos de plata, por ser inatacable en los baños de cianuro. La gutapercha se reblandece por el calor y luego, aunque fría, conserva cierta elasticidad, por lo que untada de glicerina, se somete con el objeto a la acción de la prensa hidráulica.

Los objetos que se moldean con gutapercha han de ser susceptibles de poder sufrir altas presiones: en otro caso puede emplearse la composición de Lenoir, formada de:

Gutapercha.....	10 partes
Grasa de cerdo	4 »
Resina.....	3 »

Moldes de gelatina y cola. — La gelatina y cola fuerte, se emplean para la formación de moldes, aunque presentan el inconveniente de su solubilidad en los líquidos que constituyen los baños galvanoplásticos.

El molde se produce con gelatina y glicerina en la proporción:

Gelatina	300 gramos
Glicerina	100 »

fundiendo la masa al baño de maría, después de algunas horas de contacto.

Estos moldes se insolubilizan con bicromato potásico, sumergiéndolos en una disolución de:

Agua	1 litro
Bicromato potásico	100 gramos

y luego exponiéndolos al sol, o bien, sometiéndolos a un baño de tanino, que tenga 50 gramos por litro o, por fin, a una disolución de aldehida fórmica comercial diluída en diez veces su volumen de agua.

Los moldes de gelatina, tienen ventajas notables en la reproducción de objetos que ofrezcan mucha variación en el relieve a causa de la elasticidad de la masa. Así, porciones que hayan penetrado en el original, pueden desprenderse sin deterioro del mismo y dando un molde perfecto.

Moldes de yeso. — El yeso de buena calidad sirve para la preparación de moldes galvanoplásticos, diluyéndolo en agua para formar una papilla líquida. Si el objeto es de metal o mármol, se le da una capa de aceite para evitar la adherencia: si se trata de objetos de yeso, se le cubre de una capa, también de yeso, para evitar las burbujas de aire, y se cuele luego la capa de yeso de espesor deseado.

Moldeado. — Los moldes, cuyos materiales de construcción hemos citado, se preparan por solidificación de la masa o compresión, como se ha indicado ya.

Este moldeo puede hacerse a presión, por medio de prensas, en cuyo procedimiento la materia de moldeo se coloca en una caja metálica o en un aro metálico de 2 a 5 centímetros de altura, se espolvorea de grafito y el objeto, también grafitado, se coloca sobre la materia preparada. La masa dispuesta sobre la platina de la prensa hidráulica, se comprime más o menos fuertemente, según la ma-

teria de moldes, llegándose para el plomo a 50 mil kilogramos: se deja enfriar y se procede a la separación del original. La figura 25, representa una prensa hidráulica usada en talleres galvanoplásticos.

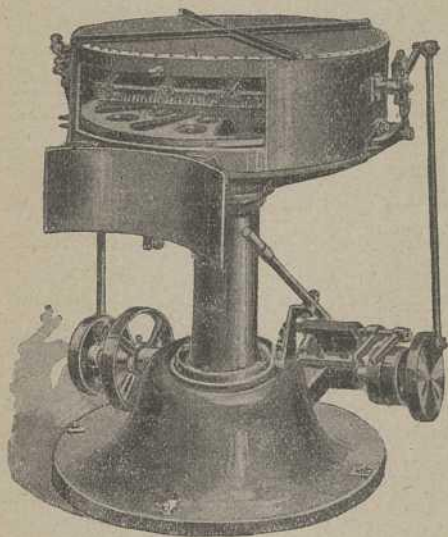


Fig. 25

Pueden servir para moldear por esta forma, las aleaciones metálicas, la cera y la gutapercha.

También se puede moldear el objeto por fusión cuando la fragilidad del original no permita las presiones a que se le debiera someter. El objeto, se coloca en una cápsula de porcelana de bordes levantados para fijar el espesor del molde. Sobre el

objeto se coloca una bola de gutapercha unida a otra materia como el aceite, sebo, etc., y se introduce en un horno donde funde y llena la capsulita, separándose luego con cuidado. En este procedimiento pueden emplearse las aleaciones muy fusibles de que se ha hablado, aunque con una variante, y es la de rodear el objeto de un aro de metal de la altura del molde que se rellena cuidadosamente del metal fundido.

Análogo a este procedimiento es el de Pellecat, que emplea la gutapercha adicionada de aceite de lino en la proporción de:

Gutapercha	100	partes
Aceite de lino	10 a 12	»

la mezcla fundida se vierte sobre el objeto que se reproduce.

El método Pellecat sirve perfectamente para objetos de barro o de yeso, que *luego se desmenuzan* para separarlo del molde, perdiéndose el original, no siendo de tan buena aplicación para objetos metálicos, cuando el relieve es complicado, pues la gutapercha ha perdido la elasticidad.

Metalización. — Cuando se trata de moldes metálicos, no debe preocuparnos la conductibilidad del molde preparado; pero no sucede lo mismo cuando se ha obtenido la reproducción negativa por medio de sustancias como las ceras, yeso y gutapercha, que son malas conductoras del fluido eléctrico, siendo necesario recubrirlas de una capa

conductora, que desde los tiempos de Jacoby es de plumbagina o grafito, o diversos polvos metálicos, como son: plomo y cobre; pero el grafito, a causa de su crasitud al tacto, se adhiere mejor, por lo que es comúnmente empleado.

La grafitación puede hacerse a mano mediante un pincel que ha de ser de pelo suave para los moldes fácilmente rayables, como la cera. En los grandes talleres se emplean máquinas de grafitar que en cinco minutos dan un trabajo perfecto.

El grafito se emplea en seco, o mejor, formando pasta con agua o, como recomienda Soultz, con leche.

Los moldes, unidos al conductor de la energía por medio de alambres finos, puede someterse a la acción de la corriente eléctrica en el baño electro-lítico.

CAPÍTULO XII

FABRICACIÓN DE CLISÉS

La fabricación de clisés para la impresión de libros, mapas, billetes de banco, etc., constituye una de las más importantes aplicaciones de la Galvanoplastia. Las diferentes operaciones que se deben efectuar para la obtención de buenos clisés tipográficos constituyen una industria auxiliar muy importante de la Imprenta.

Trabajos preliminares. — Ya sabemos cómo se efectúa el moldeado que hemos estudiado en el capítulo anterior, y que en la fabricación de clisés se obtienen en cera. Si el clisé es de pequeñas dimensiones, se cuele la cera sobre una placa de plomo de 4 a 5 milímetros de espesor, se lleva a la prensa hidráulica y se moldea de modo ordinario. Se grafito la placa mientras aún está tibia, para que haya mayor adherencia, y si los clisés son de imprenta, se funden los bordes agudos con una lámpara, cuidando no estropear la placa. En puntos fuera del dibujo se clavan puntas de latón que penetran al través de la cera, hasta el plomo, procediéndose a

otro grafitado sobre estos clavos para evitar la adherencia del depósito que se produzca. A fin de evitar depósito de metal sobre el plomo, que constituye el soporte del molde, se recubre toda la parte exterior de cera, dicha placa de plomo lleva un agujero que sirve para suspender el molde en el baño.

Depósito de cobre.— Cuando se quiere proceder al depósito, se principia de ordinario con un baño compuesto según las fórmulas ya conocidas, o bien, la de Langbein:

Solución de sulfato de cobre a 18° Bé.	100 litros
Acido sulfúrico a 66° Bé	3 gramos

y luego un baño rápido formado, según Pfanhau-
ser, por:

Agua	1 litro
Sulfato de cobre	250 gramos
Acido sulfúrico	7'5 »

que debe emplearse a unos 25° centígrados de temperatura.

Algunas veces se emplea directamente el baño rápido formado por una solución concentrada de sulfato de cobre con 2 % de ácido sulfúrico. Todos estos baños deben agitarse mecánicamente para homogeneizar el líquido que, con el depósito de cobre, nos daría una distribución irregular de metal.

Espesor del metal. — El espesor de la capa de cobre depende de la presión que ha de sufrir y del tamaño del clisé.

Para clisés de		Espesor del depósito
2 a	5 cent. cuad.	0,10
50 a	200 » »	0,15
200 a	500 » »	0,20
500 a	2000 » »	0,30
2000 y más	» »	0,50

Si el clisé es luego acerado o niquelado, el espesor del depósito es menor.

Separación del molde. — Obtenido ya el depósito de cobre, se separa del molde por medio de una espátula de cobre o cuerno, cuando el clisé es de pequeñas dimensiones; pero cuando éstas son grandes, se recurre a mesas metálicas que, calentadas a vapor, hacen fundir la cera del molde, quedando aislado y sin rotura alguna el depósito obtenido. El gálvano se limpia perfectamente con un pincel y agua caliente del resto de cera y grafito y, por fin, se lava con una disolución débil de carbonato sódico o ácido clorhídrico.

Relleno. — Como hemos indicado, se ha obtenido una ligera película de cobre que no podría soportar la presión de las máquinas de imprimir, si no se rellenaran de metal los huecos del mismo, dando mayor grueso que, como se ha dicho, ofrece como máximo medio milímetro de espesor.

Este relleno se efectúa con metal tipográfico, constituido por:

Plomo.....	90 %
Estaño.....	5 »
Antimonio	5 »

o según Kempe, por;

Plomo.....	94 %
Antimonio	6 »

Este metal no tendría adherencia con el cobre por lo que éste debe ser estañado, lo que se logra tomando el gálvano y dejándolo flotar sobre el metal de relleno fundido en un horno especial con lo que adquiere su temperatura. El gálvano así calentado, se cubre con una hoja de estaño, con lo que se queda estañado, pues funde y se suelda al cobre.

Se debe procurar que quede todo el gálvano estañado por su parte inferior, pues donde no quedara estañado quedarían cavidades por falta de unión con el metal de relleno, y allí mismo, bajo la acción de las prensas de imprimir, se producirían roturas.

El gálvano estañado, puesto sobre una rejilla horizontalmente, se rellena de metal fundido por medio de un cucharón, faltando luego para su entrega al impresor el recortar los bordes y planear su superficie, lo que se hace con herramientas propias de un taller metalúrgico.

Cuando estos gálvanos han de ser sometidos a

presiones prolongadas por largos tirajes, se recurre a aumentar su resistencia por el niquelado o acerado galvánicos.

Para el niquelado se usa el baño:

Sulfato de níquel	50 gramos
Cloruro amónico	25 »
Agua	1 litro

Densidad de corriente	0,5 amp.
Tensión para 15 cm. de distancia ..	2 a 3 voltios
Temperatura	15 a 20° C.

La operación del niquelado dura sólo unos cinco minutos.

Para el acerado el baño está constituido por:

Sulfato de hierro	125
Cloruro amónico	100
Agua	1 litro

Densidad de corriente	0,1
Tensión por 15 cm. de distancia	0,5
Aumento de tensión por 5 cm.	0,03
Temperatura	15°-20°

Se debe principiar por corrientes de 0,4 amp. y 0,7 voltios, durante un par de minutos, para bajar luego a la ordinaria, y se ha de tener presente que la distribución de las líneas de fuerza es mala, por lo que, para evitar que en el fondo de los huecos deje de depositarse el hierro, hay que aumentar la distancia entre los electrodos.

CAPÍTULO XIII

APLICACIONES DIVERSAS

Fabricación de discos para gramófonos. — La propiedad de reproducirse por galvanoplastia los dibujos más finos, se utiliza en la industria fonográfica, para la reproducción de placas o discos para gramófonos.

Primitivamente se preparaban sólo por el cobre galvanoplástico los negativos gramofónicos, pero recientemente se aplican estos procedimientos para fabricar los discos, para gramófono, y cilindros, para fonógrafos, positivos, no ofreciendo la operación dificultad alguna: pero importa trabajar con cuidado a fin de no estropear la delicada capa de cera del original.

El original preparado con la masa de Edison, de cera, se rodea con un hilo de cobre y se le embadurna su superficie con grafito, para hacerla conductora, sometiéndola al baño galvánico rápido.

De ordinario, a fin de evitar las excrecencias en el reverso y que quede pulido, no se emplean densidades de corriente superiores a 3-3,5 amperios por decímetro cuadrado. Durando la operación

setenta a ochenta horas, se obtiene un espesor de 3 mm. Luego, por medio de un entalle de 2 mm. de profundidad hecho en el original en cera, se separan fácilmente las excrecencias de los bordes que los hacen irregulares, pudiéndose entonces aplanar las placas sin temor a deformaciones.

Si la placa, preparada como se ha dicho anteriormente, ha de servir para la obtención mecánica de positivos, se niquela: pero si ha de servir para la obtención directa de positivos, sólo se quita el grafito mediante un pincel y se lava con cal desleída en agua.

El empleo del grafito para hacer conductora la superficie del original gramofónico, ofrece el inconveniente de que las reproducciones producen sonidos parásitos difíciles de evitar.

Consideremos que las operaciones que debemos efectuar para obtener un disco gramofónico o un cilindro para fonógrafo, no son difíciles, pues se reducen a volver conductora la superficie del original céreo, producir, mediante la corriente galvánica, un negativo de cobre, de algunos milímetros de espesor y, por fin, fundir los positivos en materia algo contráctil para que se pueda desprender del molde negativo.

Desgraciadamente, un molde, así preparado, no nos producirá sonidos puros: pues bastarán los granitos de grafito para que la membrana del fonógrafo produzca vibraciones que nos originarán sonidos parásitos, difíciles, como hemos dicho, de evitar, por cuanto el grafito es la materia más fina que puede emplearse.

Edison ha propuesto, no sabemos que se haya aplicado, el uso de los rayos catódicos para la metalización que nos convierta en conductora la superficie del original.

Expliquemos previamente lo que son estos rayos catódicos.

Si en un recinto cerrado se hace el vacío hasta una millonésima de atmósfera, y por él se hace pasar una corriente eléctrica, se notará la aparición de una fluorescencia, que partiendo del cátodo, se dirige en línea recta a la pared opuesta.

Estas fluorescencias que, por partir del cátodo, reciben el nombre de *rayos catódicos*, se dirigen directamente y en línea recta hacia la pared opuesta. Lo notable de estos rayos estriba en que no están formados por simples vibraciones, sino que son *materiales*, como lo demuestra el que sean desviados por los imanes. Se supone que son finísimas partículas materiales proyectadas desde el cátodo, es decir, un verdadero bombardeo metálico que, al chocar con la pared del vaso o recinto, nos produce la fosforescencia.

Edison propuso aprovechar esta finísima proyección de elementos metálicos para hacer que la superficie de los moldes sea conductora: para ello coloca el cilindro o disco gramofónico en el interior del recinto frente al cátodo de oro, produciéndose así una capa muy fina del precioso metal, que por su tenuidad, no representa gasto sensible. Por otra parte, su finura excluye de los discos gramofónicos los sonidos parásitos que rebajan grandemente el valor de los mismos.

Modernamente se preparan discos positivos metálicos: para lo cual se empieza produciendo el molde negativo, como se ha dicho anteriormente, es decir, se somete a la acción galvánica el original de cera hecha conductora en su superficie. Cuando el espesor ha adquirido un valor de $\frac{1}{4}$ de mm. se suspende la corriente, se separa del baño el original con la capa de cobre que se rodea de una banda de caucho o de una materia líquida aislante que se solidifique rápidamente. Se continúa luego el depósito de cobre hasta que tenga el espesor suficiente para que se pueda fundir el original en cera, sin que se estropee el molde negativo producido.

Obtenido el molde negativo, podemos reproducir el positivo por galvanoplastia, o por simple fusión.

Para fabricarlos por galvanoplastia, se embadurna el molde negativo por su parte posterior con una materia aislante y por su parte impresionada con una disolución alcohólica de manteca de cacao, tan diluída, que una vez evaporado el alcohol, ni el microscopio descubra los granitos de grasa.

Preparado el negativo, se somete a baño de acero, níquel, cobre, etc., hasta que, teniendo el espesor necesario, pueda separarse el positivo fabricado del negativo.

Por fusión pueden prepararse los discos y cilindros positivos echando sobre el negativo una aleación fundida, que se contraiga ligeramente al solidificarse, a fin de que se desprenda del negativo galvánico. El estudio de estas aleaciones no corresponde a la Galvanoplastia.

Aplicación a la técnica dentaria. — Los trabajos metálicos en técnica dentaria, son muy complicados y la fabricación de paladares metálicos para el sostén de los dientes artificiales ha tenido poco éxito. Dos son las causas de esta falta de éxito; primero, el único metal que podía emplearse era el oro, que los ponía fuera del alcance de mucha gente y, por otra parte, la dificultad de producir láminas metálicas suficientemente delgadas para que se adhirieran a la mucosa bucal por métodos mecánicos.

No sucede lo mismo cuando los procedimientos son galvánicos, por lo que desde 1840 se han dedicado los especialistas a estos trabajos.

El Dr. Vajna, de Budapest, obtuvo los primeros modelos en cobre galvanoplástico y más modernamente han sido efectuados notables trabajos por los Dres. Schulhof, Hillischer y Wallisch.

El cobre no puede emplearse por razones higiénicas, la plata se ennegrece en la boca, por lo que debe emplearse la plata dorada, una aleación de plata y oro, o bien, siguiendo los trabajos del Doctor Wallisch y del Dr. Pfannhauser, el níquel, por su resistencia a los agentes químicos, a las acciones bucales y su dureza.

Para preparar piezas de esta clase se procede del modo siguiente: Primeramente se prepara una reproducción en yeso o cera de la cavidad bucal, sobre la cual se colocan los dientes por medio de yeso o cera.

Seco el molde, es necesario asegurar la conductibilidad por lo que se recurre a uno de los siguien-

tes métodos: Si la pieza ha de prepararse de cobre o plata, se hace hervir el molde en una mezcla de parafina y estearina, volviéndose conductora la superficie por medio del grafito o mediante polvos de bronce o plata; si es el oro o níquel el que ha de formar el nuevo paladar artificial, se introduce el molde en una solución de nitrato de plata, que luego se somete a la acción del gas sulfhídrico, con lo que se obtiene una capa conductora de sulfuro de plata. Se lleva luego al baño de cobre y después al de plata o níquel.

Según Pfannhauser, el baño de oro debe ser frío y el de níquel a 70° .

El Dr. Schulhof fabrica los paladares de plata por galvanoplastia del modo siguiente:

El electrólito tiene la siguiente composición:

Agua	1 litro
Plata, en forma de cianuro	50 gramos
Cianuro potásico	200 »
Tensión del baño	1 voltio
Densidad de corriente	0,5 amperios

Los modelos permanecen en este baño de seis a ocho horas, se separan los depósitos de plata, por medio de la sierra y se fijan luego los dientes mediante una aleación fusible.

He aquí, según el citado doctor, el orden de operaciones:

- 1.° Se saca el molde y se ajustan los dientes.
- 2.° Se secan las piezas al horno.
- 3.° Mientras tanto se metalizan los dientes.

4.º Después de la desecación se marcan con un lápiz los límites de la placa y se introduce el modelo en estearina fundida.

5.º Después de cubierto de estearina se unta de asfalto el interior y se metaliza. Se unen los dientes al modelo.

6.º Se fija el alambre de cobre conductor de la corriente.

7.º Desengrasado y lavado.

8.º Se coloca el molde preparado en el baño galvánico como cátodo. El ánodo es una placa de plata. Uno y otro están suspendidos por pinzas especiales que permiten su examen y removerlas.

9.º Se observa el ánodo: si ennegrece indica que al baño le falta cianuro potásico: cuando hay exceso permanece blanco.

10. Se observan las cercanías de la pieza (cátodo). Si hay desprendimiento de gas es que la corriente es demasiado intensa.

11. Se examina la pieza, si el depósito es granujiento, es que la corriente es demasiado intensa, si es pulverulento, es demasiado débil. Si en diez minutos no se comprueba que haya depósito metálico, se examina el amperímetro que, si no marca, nos señala la falta de corriente, pero si el amperímetro ofrece su aguja desviada, indicadora de corriente, es que el molde está sucio y engrasado.

12. Antes de la operación, conviene calcular la superficie de la pieza que se quiere preparar, si es de unos 10 centímetros cuadrados, la superficie del ánodo sumergida será de 10 centímetros y la intensidad de la corriente de 0,5 amperios.

13. Al cabo de 6-8 horas, se extrae el modelo del baño, se separa la placa, se corta con la sierra y se pule cuidadosamente.

14. Se rellenan los alvéolos dentarios de una aleación fusible a 126° y se efectúa la unión con los dientes. Para ello se recubre la pieza de yeso, excepto en las partes donde hay que aplicar la aleación, se trata por agua fuerte, previo calentamiento con una lamparilla de alcohol, y se colocan pedacitos de la aleación que se funde al soplete.

15. Se quita el yeso, desengrasa, y quitan los óxidos que pueda haber adheridos a la pieza.

16. Se fija de nuevo en el modelo y se somete a la acción de la corriente eléctrica en el baño de plata en las mismas condiciones antes expuestas.

17. A las 3-4 horas ha terminado el depósito de cubierta.

18. Se lima y pule el depósito.

19. Se comprueba, si es posible, la pieza en el cliente para el que se fabrica.

20. La pieza se desengrasa y lava con agua.

21. Se introduce en el baño galvánico de cobre.

22. A los pocos minutos se saca la pieza y se cepilla, debiéndose producir una superficie brillante. Si se desprendiera el depósito, indicaría falta de limpieza, debilidad de corriente, etc.

23. La pieza se lava, se amalgama (no es necesario) y se vuelve a lavar.

24. Se introduce en el baño de oro, a la tensión de 4 voltios.

25. Durante el dorado se comprueba la solidez por medio de raspado. El dorado dura 2 horas.

26. Se lava la pieza, se cepilla y pule sobre acero. Todas estas operaciones duran aproximadamente unas 24 horas.

Producción de obras de Arte. — En los capítulos anteriores hemos estudiado la fabricación de pequeños objetos de arte por galvanoplastia. Cuando los objetos tienen bastante tamaño pueden seguirse dos métodos: o el de fraccionar el modelo en moldes parciales, reuniendo luego las reproducciones galvánicas, o bien, seguir el procedimiento Lenoir.

Por el primer procedimiento las porciones obtenidas galvánicamente, se liman y ajustan en sus bordes, se lavan y tratan por agua fuerte, soldándose luego con estaño, soldadura fuerte, etc.

El objeto, ya montado, se retoca para quitarle todas las excrecencias que podrían resultar en las líneas de soldadura y, por fin, se somete a un recubrimiento galvánico de cobre para dejar toda la masa uniforme.

Este baño no puede ser ácido, porque el cobre se depositaría granujiento, haciendo perder la finura a la producción artística.

El Dr. Pfannhauser, recomienda el siguiente baño:

Agua	1 litro
Carbonato sódico calcinado	10 gramos
Sulfato sódico calcinado	20 »
Bisulfito sódico	20 »
Cianuro doble de cobre y potasio ..	30 »
Cianuro de potasio	1 »

Las condiciones de la electrolisis son:

Tensión para una distancia de 15 cm	2,7 voltios
Variación de tensión por cada 5 centímetros de distancia	0,26 »
Densidad de corriente	0,3
Temperatura del baño	15 a 20°
Cimentación del baño	7 $\frac{3}{4}$ ° Bé.
Resistencia específica del baño ..	1,75 ohmios
Coeficiente de temperatura	0,0184
Rendimiento de la corriente	81 %
Cobre teórico depositado por amperio-hora	2,362 gramos
Espesor del depósito por hora ..	0,00644 mm.

Una de las operaciones más difíciles es el aserrado y preparación de los bordes de las piezas por lo que Wilh Koke procede del siguiente modo para evitarlo.

Moldea el objeto en cera y, en los bordes de contorno complicado, coloca una banda de gutapercha que obliga a las líneas de fuerza a apartarse de los bordes.

M. Lenoir produce objetos grandes, incluso estatuas con una sola galvanoplastia.

Empieza primeramente moldeando con gutapercha, fragmentariamente la estatua y luego reúne todos los moldes en uno solo que nos quedará en forma de bolsa.

Se comprende fácilmente que siendo cátodo la superficie interna del molde, es indispensable que el ánodo esté en el interior, para que la distancia sea poca.

M. Lenoir dispone en el interior del molde una red finísima de hilos de platino que esbozaban la figura que se quería reproducir.

Dispuesto el baño y empezada la electrolisis, se notará que el cobre depositado proviene del sulfato disuelto por ser el cátodo insoluble. El baño, pues, del interior de la bolsa formada por el molde, se empobrece rápidamente por su escaso volumen, por lo que debe procurarse su renovación, a cuyo objeto se disponen en la base del molde unos orificios, comunicación con el exterior, y otros en la parte superior por donde entrarán los reóforos. Muchas veces es necesario suspender la operación para rehacer el baño que se acidula fuertemente, sin que sea oportuno neutralizarlo con creta.

El ánodo de platino se sustituye por hilos de plomo y para evitar cortos circuitos en algunos puntos, se aísla con gutapercha.

Terminada la operación, se procede a quitar el molde y limpieza de la figura producida.

Fabricación de tubos de cobre por el método Elmore. — El cobre que se deposita por electrolisis, ofrece una estructura cristalina, que Elmore transforma en fibrosa, mediante compresión por frotores de ágata.

Elmore toma como cátodo un cilindro de acero de las dimensiones del hueco que nos ha de presentar el tubo, y para evitar la adherencia se cubre con una capa de cobre en el baño de cianuro, que luego oxida.

El ánodo de cobre bruto, tiene forma de U, ro-

deando el cátodo excepto por su parte superior, en donde están dispuestos los frotadores de ágata, que por rotación del cilindro, ejercen su acción en todos los puntos y que, por su movimiento a lo largo de una generatriz, nos describirá hélices.

Por este procedimieto se pueden preparar tubos hasta de 3,5 metros de longitud por 2,5 de diámetro, produciéndose directamente cilindros para las máquinas de papel, de imprimir, etc.

El cobre obtenido es muy maleable y se trabaja bien siendo muy puro, permitiendo su transformación en placas o hilos, que hallan aplicación adecuada, en la construcción de dínamos y aparatos eléctricos.

Para transformar el cilindro en placa basta abrirlo, siguiendo una generatriz y para convertirlo en hilo, se corta en cinta siguiendo una espiral y luego se estira en la trefilería hasta tener el diámetro deseado.

Metalizaciones. — Para recubrir de superficies metálicas cuerpos malos conductores, puede recurrirse a los métodos indicados para hacer conductoras las superficies de los moldes.

De ordinario se sumergen, después de desecados completamente, en cera o parafina o gutapercha, luego se les grafito o broncea la superficie y, por fin, se someten al baño con una corriente de 0,5 voltios.

Para hojas, tejidos finos, se les sumerge en parafina, cuyo exceso se separa luego por compresión y, por fin, se metalizan químicamente.

Decorado del vidrio y de la porcelana. — Sobre vidrio y porcelana pueden establecerse incrustaciones por métodos galvanoplásticos que producen hermoso efecto. La principal dificultad estriba en la metalización de la superficie, en la porción en que debe establecerse el depósito galvánico, siendo uno de los más sencillos el empleo del cloruro de platino, que mediante la acción del calor, da platino metálico.

El cloruro de platino se deslíe con esencia de lavándula, con lo que se produce una especie de pintura que se aplica con un pincel sobre el objeto, previamente lavado con alcohol, formando el dibujo deseado.

Así preparado el objeto, se deja secar e introduce en un horno de mufla, en el cual la esencia se volatiliza y reduce el cloruro de platino a platino metálico, que forma una capa conductora.

Cook y Parz preparan la superficie conductora mediante un esmalte metálico, incorporando sucesivamente en las líneas de dibujo las mezclas siguientes:

1.^a Una pasta formada de cola fuerte, aceite de cobre, azufre, minio o arsénico, que se deja secar por el calor.

2.^a Otra pasta formada de bórax calcinado, vidrio de plomo pulverizado, estaño y óxido de cobre.

3.^a Una mezcla de púrpura de Casio, nitrato de mercurio y plata y minio.

El todo se funde sobre el objeto, siendo el oro de

la púrpura de Casio lo que establece la conductibilidad.

En el método Eppler, se preparan los objetos, produciendo en su superficie ranuras, por medio de un chorro de arena, y enclavando en ellas puntas metálicas antes de rellenarlo de un metal blando o aleación fusible, sobre el que se deposita el metal electrolítico que, cuando las ranuras son profundas, puede sobresalir en relieve sobre la superficie del cristal o porcelana.

Reproducción de flores. — Se sumergen las flores en un baño de nitrato de plata disuelto en agua o mejor en alcohol caliente.

Las flores impregnadas de sal argéntica se exponen a los rayos del sol, que reduce la plata que queda, revistiendo la flor de una capa muy tenue de metal negro.

Metalizadas así las flores, se recubren de una capa galvánica de cobre o de plata, que aun cuando sea de poco espesor conservará perfectamente su forma.

Cuando las flores son muy delicadas, es necesario practicar un endurecimiento previo por medio de la gelatina y formaldehído para lo cual los tallos de las flores, con hojas, recientemente cortados se introducen en un baño de gelatina y al cabo de un rato en otro de formaldehído. Las dos sustancias comunican a la flor una consistencia leñosa.

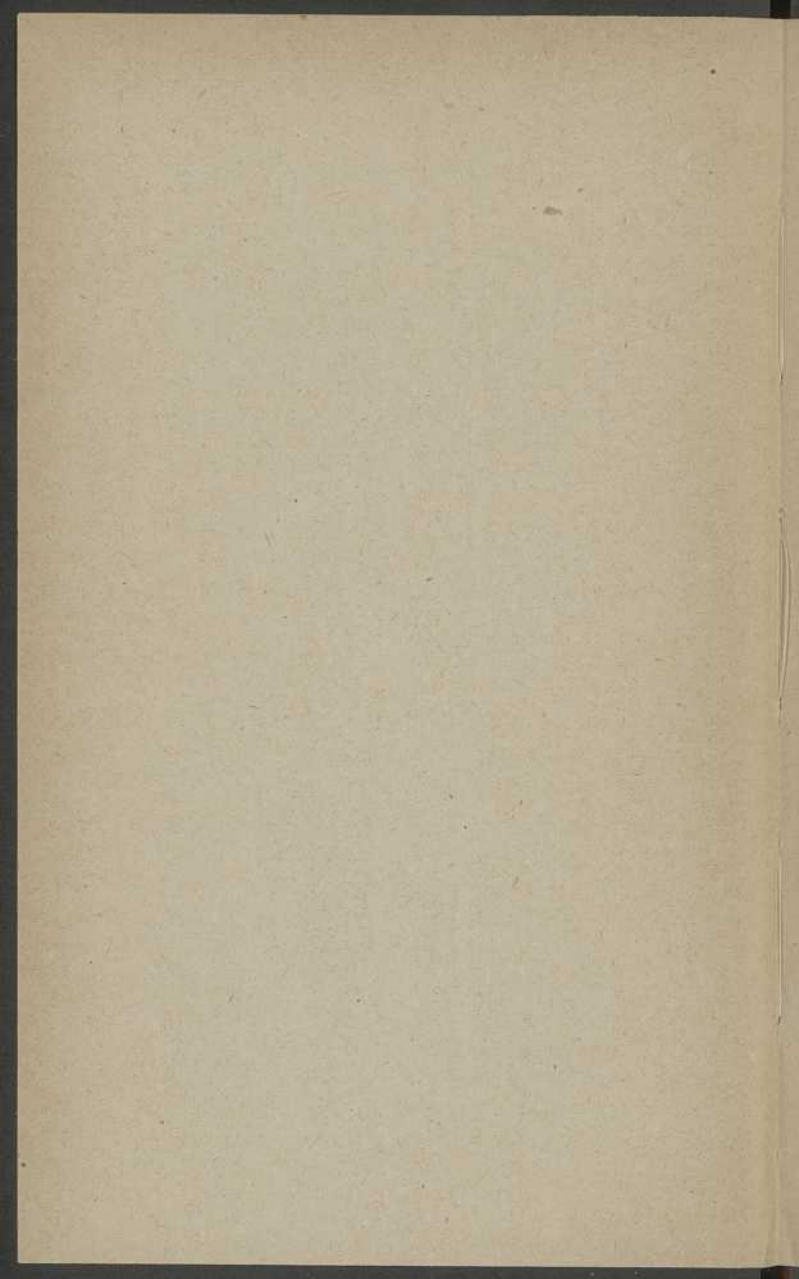
Los tejidos vegetales están recubiertos de una materia cética que impediría la metalización por vía húmeda, por lo que es necesario su separación con lavados, mediante una mezcla de éter, alcohol

y cloroformo, o por inmersión en un baño formado por

Betún de Judea	15 gramos
Benzol cristalizable	100 »

o por introducción previa en un baño de nitrato argéntico amoniacal y luego en otro de sulfuro potásico, que convierte la plata en sulfuro.

FIN DEL TOMO XXII



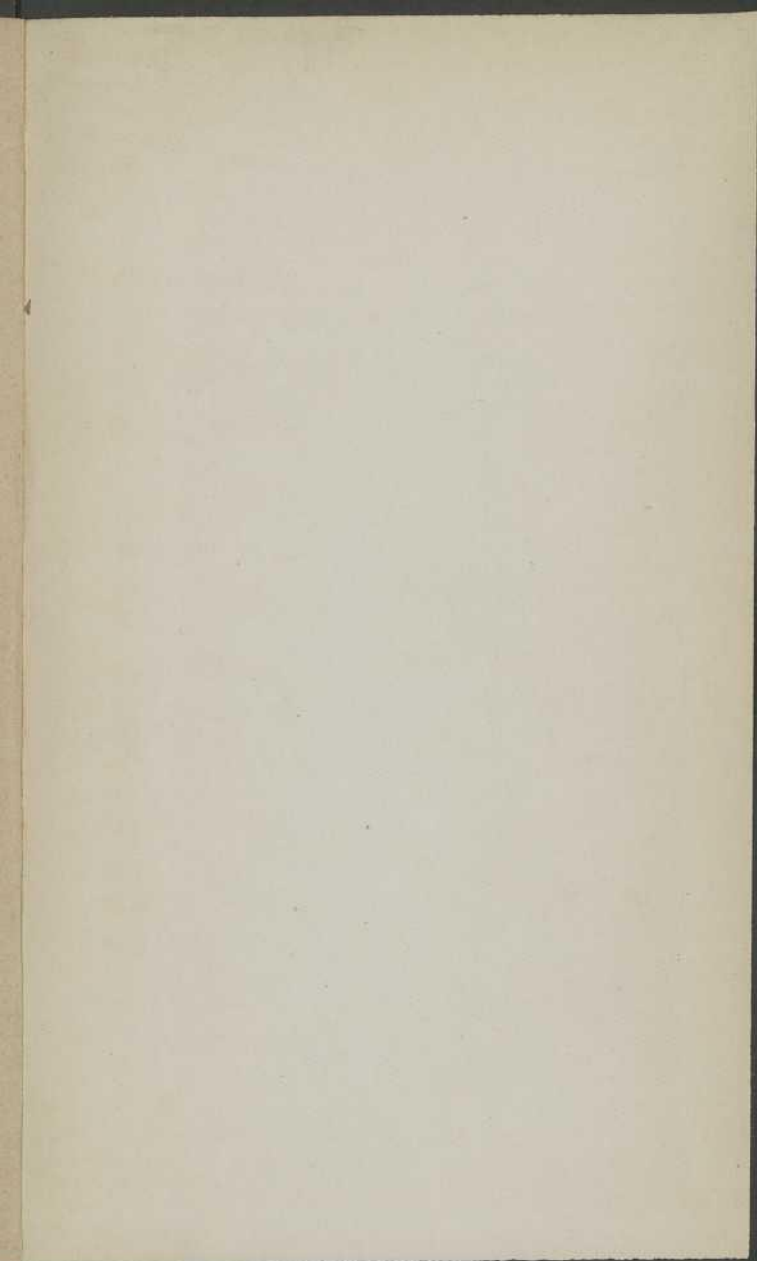
ÍNDICE

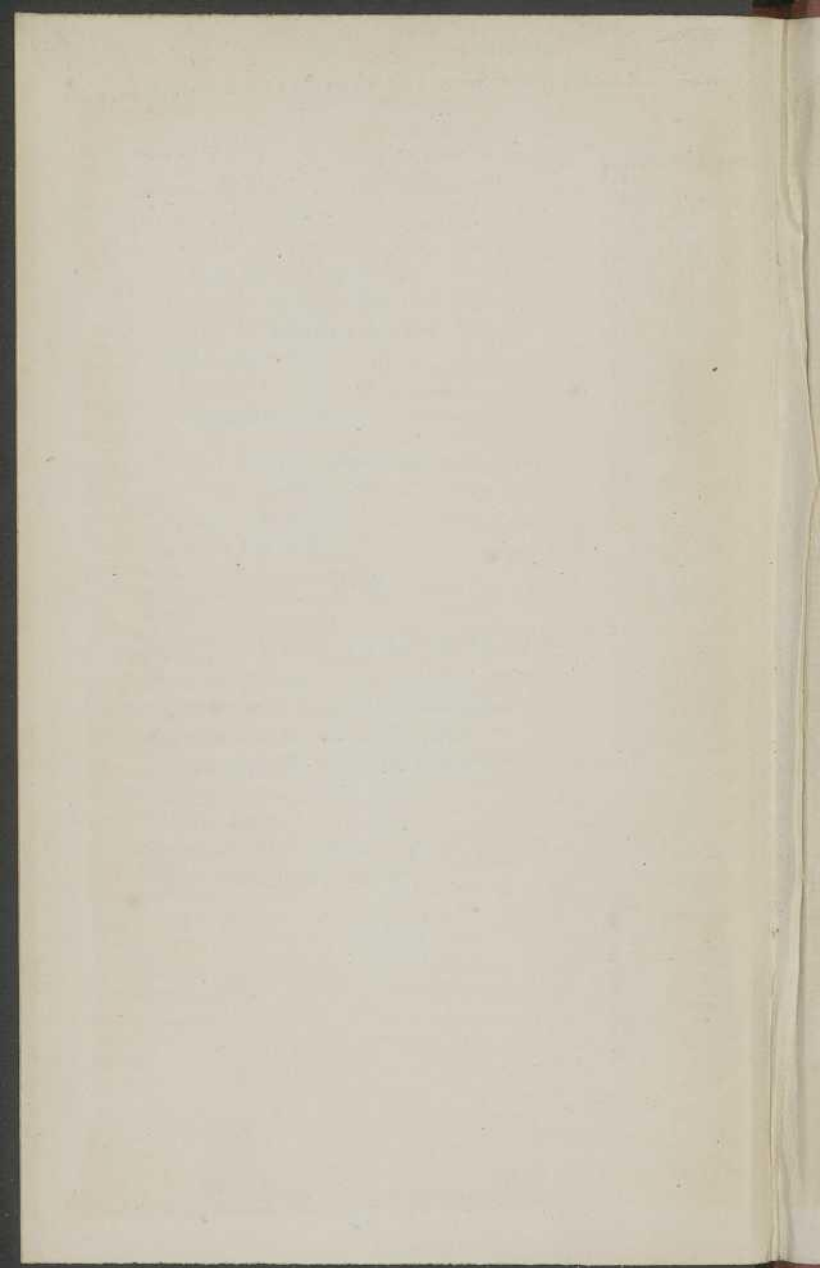
	<u>Páginas</u>
CAPÍTULO PRIMERO. — <i>Notas fundamentales e históricas</i>	5
CAPÍTULO II. — <i>Generalidades</i>	10
CAPÍTULO III. — <i>Material empleado en galvanoplastia. Producción de la corriente eléctrica</i>	15
Pilas	15
Pilas termoeléctricas	18
Pila Clamond	19
Pila Noe	19
Máquinas dínamos	19
Acumuladores	20
Otro material eléctrico	21
Cubas	22
Cubas especiales	25
Anodos	28
CAPÍTULO IV. — <i>Preparación de las piezas para galvanostegia</i>	29
Preparación mecánica	29
Discos	34
Discos de fieltro	35
Discos de trapo	35
Discos cepillos	35
Tornos	36

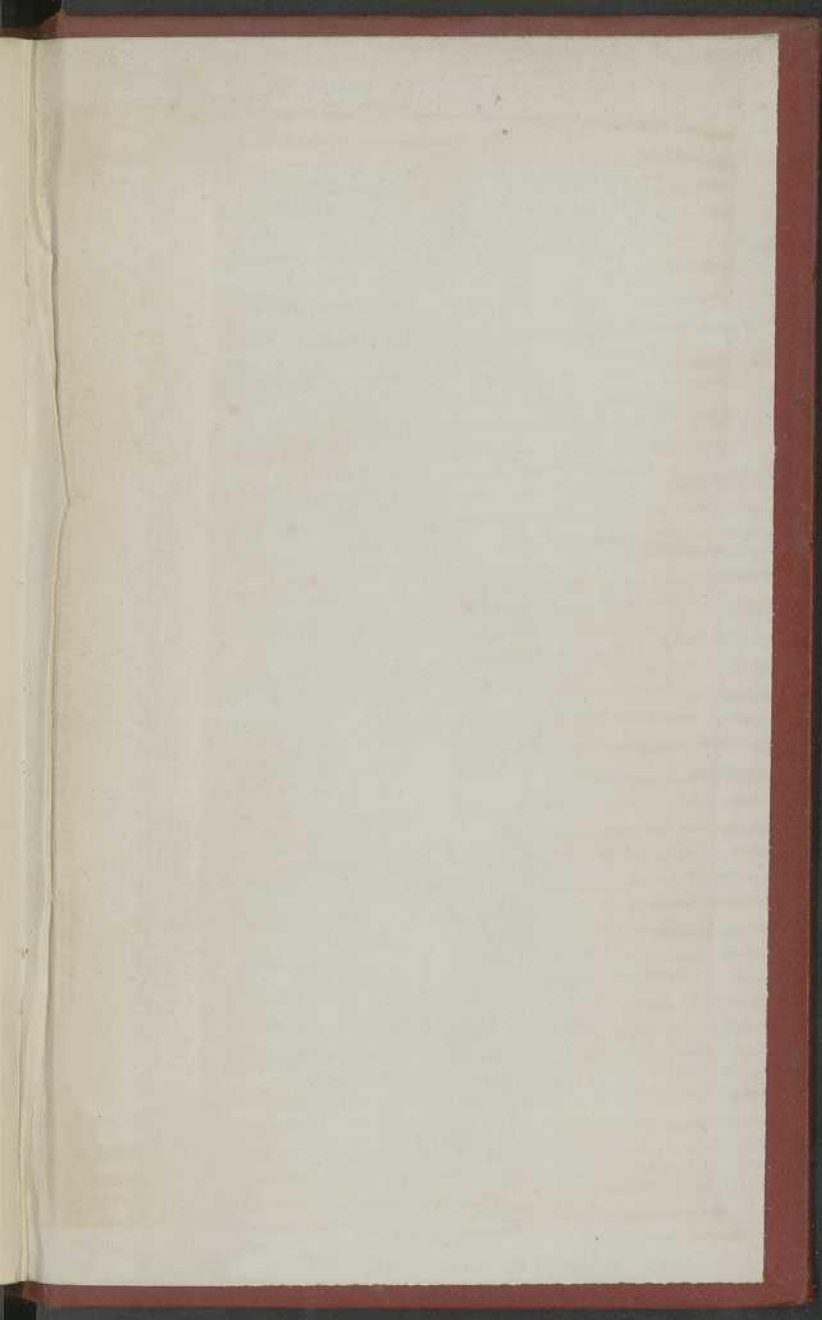
	<u>Páginas</u>
Pulimento por chorro de arena	37
Preparación química de los objetos	38
Preparación de los objetos de cobre	39
Preparación de objetos de latón	42
Preparación de objetos de metal blanco ..	42
Preparación de objetos de hierro	43
Preparación de objetos de plata	44
Preparación de objetos de cinc, plomo, es- taño y aleaciones	44
Preparación electrolítica	45
CAPÍTULO V. — <i>Cobreado</i>	47
Baños de sulfato de cobre	47
Baños de cianuro	50
Defectos de marchas	54
Aplicaciones	55
Procedimiento de Oudry	56
Procedimiento de Goldsmidt	57
Cobreados especiales	58
CAPÍTULO VI. — <i>Cincado</i>	61
Intensidad de la corriente	62
Acción de los coloides	63
Acción de la acidez	63
Procedimiento Paweck	66
Procedimiento Pearson y Sive	66
Procedimiento Gabrau	67
Procedimiento Wagner	67
CAPÍTULO VII. — <i>Latonado</i>	69
Procedimiento del Dr. Heeren	71
Práctica del latonado	78
Latonados especiales	80
Color bronceado y de tombak	81
Latonado del alambre	81

	Páginas
CAPÍTULO VIII. — <i>Niquelado</i>	83
Anodos	90
Niquelado de los distintos metales	90
Defectos	92
Depósitos de cobalto	93
CAPÍTULO IX. — <i>Plateado</i>	94
Aparatos empleados	95
Espesor del depósito	97
Anodos	97
Temperatura del baño	98
Intensidad de la corriente	98
Marcha de la operación	98
Defectos de la operación	99
Plateados especiales	100
Balanza argimétrica	102
Desargentación	103
Bruñido y deslustrado	103
CAPÍTULO X. — <i>Dorado</i>	105
Baños	106
Fórmulas de los baños	107
Práctica del dorado	110
Dorado de color	111
Dorado y plateado combinados	115
Desdorado	116
Recuperación del oro de los baños	117
CAPÍTULO XI. — <i>Galvanoplastia. Preparación de los moldes</i>	118
Metal Wood	118
Metal Rose	119
Metal Boettcher	119
Fórmula de Kress	120
Fórmulas de Kempe	121

	<u>Páginas</u>
Fórmula de Hackewit	121
Fórmula de Urquhart	121
Fórmula de Furlong	121
Fórmula de Pfanhauser	121
Moldes de gutapercha	122
Moldes de gelatina y cola	123
Moldes de yeso	124
Moldeado	124
Metalización	126
CAPÍTULO XII. — <i>Fabricación de clisés</i>	128
Trabajos preliminares	128
Depósito de cobre	129
Espesor del metal	130
Separación del molde	130
Relleno	130
CAPÍTULO XIII. — <i>Aplicaciones diversas</i>	133
Fabricación de discos para gramófonos	133
Aplicación a la técnica dentaria.....	137
Producción de obras de arte	141
Fabricación de tubos de cobre por el método Elmore	143
Metalizaciones	144
Decorado del vidrio y de la porcelana	145
Reproducción de flores	146









25455

PLANTAS DE LA MONTAÑA