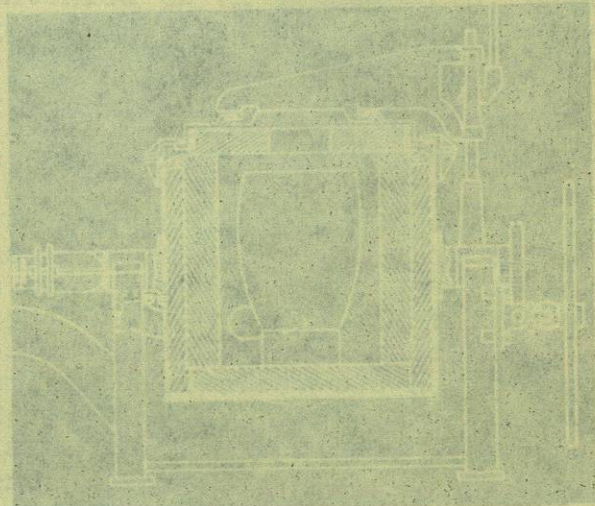
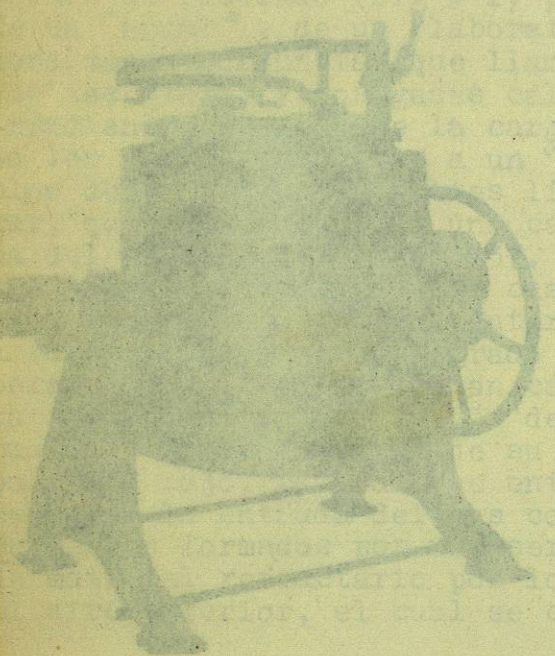
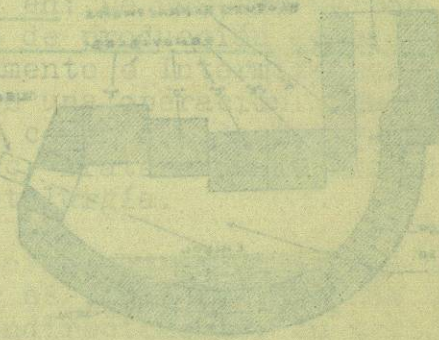
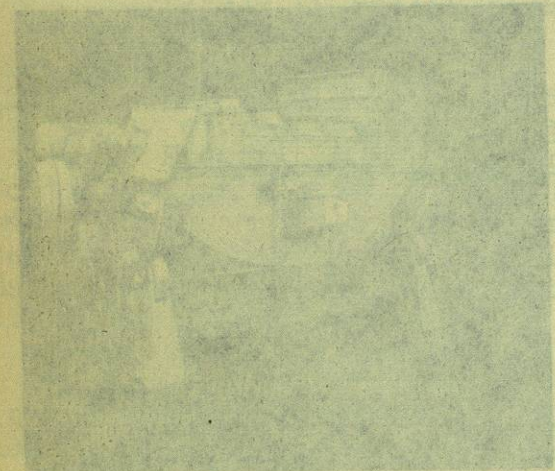
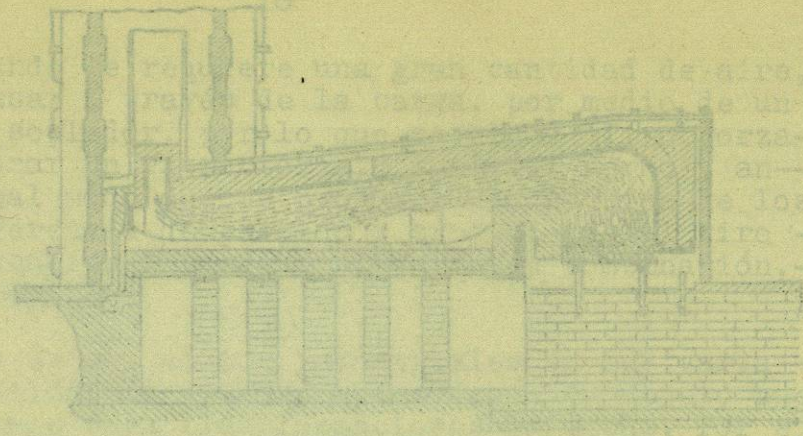


través de las paredes, por los gases de combustión, que los rodean a su paso para la chimenea. La construcción de un horno de reverbero depende de la clase de operación a que se vaya a dedicar. Para procesos metalúrgicos se emplea principalmente para minerales en polvo fino proveniente de la flotación, produciéndose mucho menor pérdida que en los de Cuba. En general, los hornos de reverbero constan de una o varias puertas de carga en su parte frontal, por las cuales se carga el mineral y se inspecciona la marcha de la operación. Pueden ser de una sola plaza o Solera de varias plazas, generalmente superpuestas; pueden ser de plaza fija, de plaza móvil, basculantes (fig # 3), de cámaras, como el horno anular de Hoffman (cap. IX), de túnel (cap. IX) y de tambor rotatorio ú hornos rotatorios, de gran importancia en la calcinación, no solo de materiales metálicos, sino también no metálicos, por ej: yeso, cal, cemento, etc. Cuando se tratan materiales no metálicos en Hornos de Solera fija, tienen estos unos rascadores para remover y sacar el material.

B.-HORNOS DE MUFLA. Se llaman así por tener un recipiente cerrado de material refractario y a veces metálico, en el cual se coloca el material que se va a calentar, evitando su contacto con los gases de combustión, los cuales rodean la mufla, calentando la carga solo por conducción a través de las paredes. Pueden ser de una sola mufla o de muflas superpuestas; generalmente son de trabajo a mano, pero hay algunos mecánicos, con dispositivos mecánicos de agitación. Hay hornos de Mufla continuos, del tipo llamado de Túnel, que son hornos horizontales provistos de 3 zonas (cap IX), la. de precalentamiento, 2a. de cocción (Mufla), ensanchada y de dobles paredes para la circulación de los gases y 3a. de enfriamiento. Estos hornos se emplean para ladrillos y otros productos cerámicos y en artículos de vidrio. Los hornos de mufla se emplean en operaciones sencillas, tostaciones, cementación, para crisoles, para laboratorio, etc.

C.- HORNOS DE CRISOL.- Se entiende por crisol, una especie de vaso de material refractario, más ancho de arriba que de abajo, a menudo de forma de Barril, (fig. # 4), que puede ser de arcilla refractaria, de grafito, de carbón, de carburo de silicio y aún metálico, empleado para fusión de metales y preparación de aleaciones. (No confundir con el crisol de los hornos). Estos crisoles se colocan en hornos de reverbero, con orificios en la solera para sentarlos; en hornos de mufla o en hornos especiales llamados de crisol, el tipo más sencillo de los cuales lo constituye un depósito de mampostería, cerrado en su parte inferior por un emparrillado, sobre el cual se colocan el crisol o los crisoles sobre una base de material refractario. El espacio entre las paredes y los crisoles se llena de carbón de "Coke", la combustión se mantiene inyectando aire por la parte inferior mediante un soplador, solo o mezclado con gas o con aceite pulverizado. También hay hornos de crisol de tipo basculante, (figs. # 4 y 5), los cuales son especies de tinajas cilíndricas de gran tamaño, de lámina de acero, revestidas de material refractario, formando un depósito en el cual se sienta el crisol, sobre unos tapones de grafito (A), tienen un eje en su parte media, formado por dos muñones coloca-



dos sobre unas bases; uno de los muñones es hueco (G), para inyectar por él una mezcla de aire y combustible (mediante un quemador y un soplador): Por el otro lado tiene un volante (V), con un sistema de engranes (E) para darle vuelta y vaciar el contenido. En la parte superior llevan una cubierta o tapa removible (T) de material refractario, con un orificio en el centro, para el escape de los gases.

D.- HORNOS DE CUBA.- Son hornos verticales provistos de un recipiente alargado, generalmente de sección cilíndrica u ovalada - que recibe el nombre de "Cuba" y en el cual se coloca la carga -- (Véase Alto Horno, cap.VI). La zona inferior puede ser de sección circular ó rectangular, a veces ovalada, la cual, en la obtención de metales (pirometalurgia), recibe el nombre de "crisol" y en la calcinación de materiales puede estar sustituida por un fondo cónico que se llama "Zona de enfriamiento" (Horno de cal) o bien -- tienen un dispositivo para ir extrayendo el material, (rodillos o parrilla giratoria), éstos últimos se llaman continuos o mecánicos. El extremo superior, o sea la boca del horno ó tragante, lleva en muchos casos dispositivos adecuados para la carga de los materiales, teniendo una salida lateral para los gases, o bien tiene un tubo que sirve de chimenea, cargandose por un lado o por una puerta de carga a determinada altura como en los de "Cubilote" (cap. VI). El calentamiento de la carga puede efectuarse por: 1o. Gases de combustión, que provienen de un hogar separado (Hornos de cuba de "llama larga") ó de quemadores colocados lateralmente a diferentes alturas en la parte inferior del Horno (hornos de cal). 2o. Quemando combustibles sólidos, mezclados en capas alternadas con la carga (hornos de "llama corta"), a éste último tipo pertenecen los Hornos de Cubilote, los Altos Hornos, los Hornos de Manga para la obtención del cobre, etc. Estos hornos funcionan con tipo forzado, introduciendo el aire a través de boquillas especiales situadas por encima del crisol llamadas "Toberas" (Alto Horno, Horno de Manga, etc), o de simples piezas de fierro vaciado colocadas en la pared del horno (Horno de Cubilote). Los que trabajan a mayor presión (Alto Horno), tienen placas de enfriamiento con agua, alrededor de la zona más caliente del horno (Zona de fusión).

E.- HORNOS ELECTRICOS.- Son hornos en los cuales el calor se produce por medio de la corriente eléctrica, debido a la resistencia que oponen al paso de la misma, los materiales que en ellos se encuentran, tanto si son las mismas substancias que deban transformarse, como si se trata de otras independientes de ellas; el calor producido puede aprovecharse directa ó indirectamente, es decir, en el interior del horno o desde la superficie del mismo.- En el primer caso, la conversión en calor se verifica en el propio material sometido a la acción del horno, intercalado entre los polos de la corriente. En el segundo, el material se calienta por la acción de una resistencia auxiliar que puede estar situada en la superficie externa o interna del Horno. Los hornos eléctricos son más costosos en operación que los hornos de combustión, pero presentan algunas ventajas importantes:

1a. Obtención rápida de temperaturas elevadas, que además ---

pueden variarse fácilmente, sostenerse por el tiempo necesario y aún controlarse automáticamente.

2a. No hay contaminación de la carga, puesto que no existen -- combustibles o productos de combustión.

3a. Si se trata de cargas que vayan a fundirse o fundidas, se puede trabajar con cualquier tipo de escoria (Acida, Básica o Neutra), la cual puede renovarse o cambiarse fácilmente cuando sea necesario.

4a. Pueden fácilmente eliminarse o añadirse constituyentes a la carga.

DIVISION.- Pueden dividirse en tres tipos perfectamente definidos, que son: Hornos de Resistencia, Hornos de Arco y Hornos de Inducción.

A.- HORNOS DE RESISTENCIA.- En este tipo de Hornos la electricidad se convierte en calor por el paso de la corriente eléctrica a través de una resistencia apropiada que puede ser, la carga, -- alambres metálicos de cromo, níquel, platino, tungsteno o sus aleaciones o también de grafito o de carbón granulado. Los alambres se enrollan alrededor de piezas de material refractario o se disponen en el interior de placas refractarias, revestidas superficialmente por un metal. Si la carga es suficientemente conductora, puede actuar como resistencia si se colocan electrodos en sus extremos, por ej: en los hornos para obtener electrodos de grafito (fig. No. 6) ó también en los empleados para la obtención del Aluminio, en éste caso la resistencia está formada por la Bauxita -- fundida, es decir por un líquido. Además de los anteriores, los hornos de resistencia metálica pueden ser: de resistencia interna (fig. # 7) y de resistencia externa (fig # 8). Los hornos de resistencia se emplean principalmente para aparatos eléctricos de laboratorio, para estufas, calentadores, hornos para recocido de varios tipos de metales, en cerámica para esmaltado (Hornos de túnel eléctricos), para refractarios (Alúmina fundida, carburo de silicio, etc).

B.- HORNOS DE ARCO.- Se caracterizan por la formación de un arco voltáico a través de un gas, entre electrodos separados, de tal modo que la carga se caliente por el calor irradiado o bien que el arco salte entre uno o varios electrodos y el material que se esté tratando; en el primer caso, los hornos se llaman de calefacción indirecta o de arco indirecto y en el segundo, de calefacción directa o de arco directo. Los electrodos empleados pueden ser metálicos y estar refrigerados interiormente en los hornos de llama de alta tensión y de carbón o grafito en los de baja tensión, que son los más comunes. Los términos alta tensión y baja tensión, significan la diferencia de tensión que existe entre los electrodos, la cual produce la descarga eléctrica. Los de baja tensión se emplean en los hornos para producir acero y carburos, producen generalmente una mayor temperatura.

a.- Hornos de Arco directo o de Arco de resistencia.- Se dividen a su vez en tres tipos: Los de Crisol no conductor o de Arco en Serie, los de Crisol conductor y los de Electrodo en el Crisol. Los primeros constan de dos o tres electrodos suspendidos so

HORNOS DE RESISTENCIA.

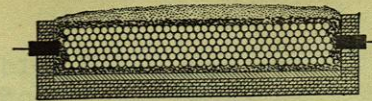


FIG. 6. Hornos para Electroodos de Grafito.



FIG. 7. Horno de Resistencia Interna.

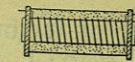


FIG. 8. Horno de Resistencia Externa.

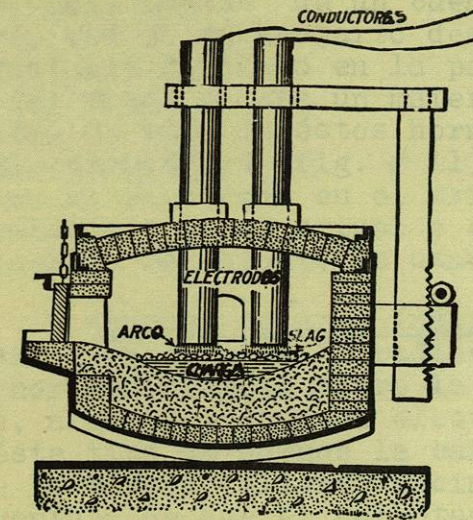


FIG. 9. Diagrama de un Horno Eléctrico de Arco.

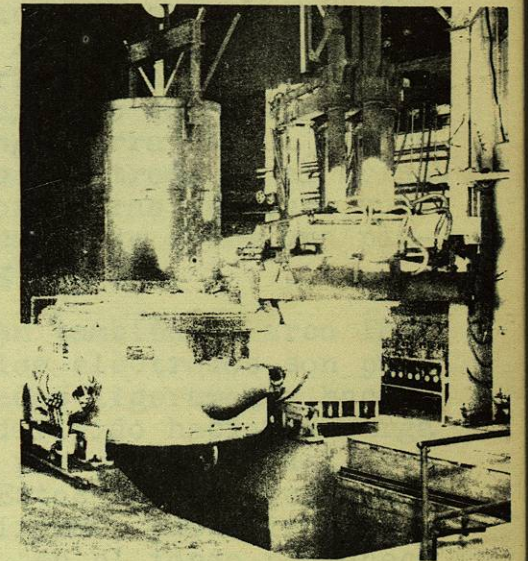


FIG. 10. Fotografía de un Horno de Arco con la cubierta removida para observar el proceso de carga.

HORNOS DE ARCO.

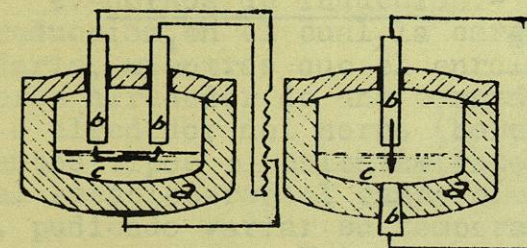


FIG. 11. De Electrometales. Crisol conductor. 2 fases.

FIG. 12. De Electrodo en el Crisol,

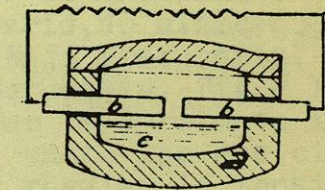


FIG. 13. De Arco Indirecto 1 fase.

HORNOS DE INDUCCION.

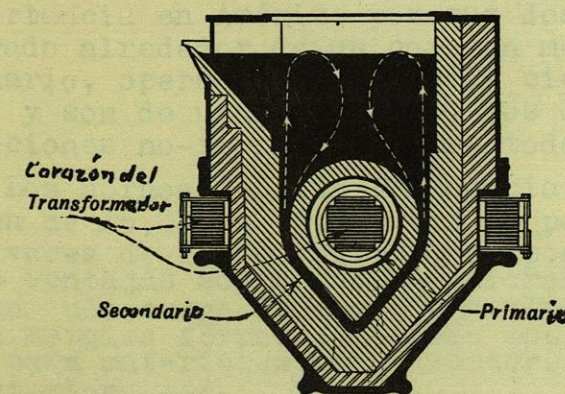


FIG. 14. De Baja Frecuencia.

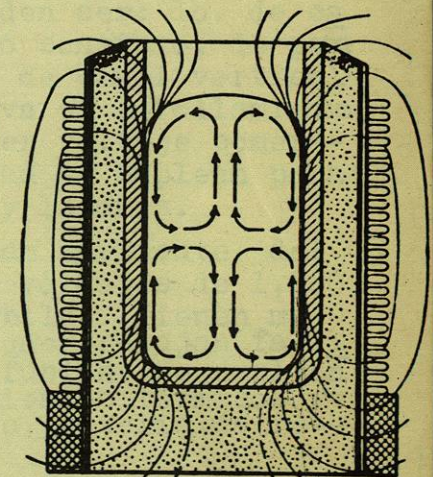


FIG. 15. De Alta Frecuencia.

bre la carga; el arco voltaico salta entre los electrodos y el ba-
 ño, formandose así dos o tres arcos, por lo que se les llama tam-
 bién de Arco en Serie. A éste tipo pertenecen el horno de Héroult
 (fig. 9 y 10) y el horno de Moore Electromelt. En los hornos de Crisol
 conductor (fig. # 11), el crisol refractario se hace conductor, es
 pecialmente a elevadas temperaturas, colocando en el fondo una pla-
 ca de gran tamaño de un buen material conductor, generalmente de
 cobre, con el refractario descansando sobre la placa, o se empotran
 conductores de acero en la parte baja del crisol; en el refracta-
 rio del fondo se usa un material rico en grafito o en carbón y mag-
 nesita. Un tipo de éstos hornos se usa en Inglaterra con el nombre
 de Electrometales (fig. # 11). Los hornos de Electrodo en el crisol,
 tienen un electrodo en el crisol formado por barras de acero sua-
 ve, embebidas en el crisol o colocadas verticalmente sobre una pla-
 ca, también de hierro, se usan en Europa (fig # 12).

b.-Hornos de Arco Indirecto.- Se llaman también de arco inde-
 pendiente o de arco de radiación, en ellos los electrodos son pue-
 tos horizontalmente sobre la carga ó inclinados ligeramente hacia
 ella, algunos tienen un electrodo vertical dirigido hacia la carga
 En éste tipo de hornos la carga se calienta por radiación del arco
 y de la bóveda caliente encima del crisol. Estos hornos tienen la
 desventaja de que el calentamiento no es uniforme, pues mientras -
 cerca el arco el material está sobrecargado, en el fondo permanece
 casi frío, además, el calentamiento localizado en una sola parte -
 ataca duramente el refractario del revestimiento y del techo. Otra
 desventaja estriba en la facilidad con la que se rompen los elec-
 trodos verticalmente a través del techo. El tipo más común de es-
 tos hornos es el Horno Detroit (fig. # 13).

c.-Hornos de Inducción.- Son esencialmente un transformador
 de reducción, en el cual, la carga del horno es el enrollamiento se-
 cundario, mientras que el enrollamiento primario, de alambre, puede
 hacerse alrededor de una corazón (hornos de baja frecuencia, fig #
 13) ó alrededor del horno (hornos de alta frecuencia, fig # 14). -
 En ambos tipos el calentamiento se efectúa por la corriente induci-
 da al establecerse el campo electromagnético entre los dos circui-
 tos, pudiendo variar su temperatura con solo regular la tensión del
 circuito primario. Esta corriente inducida provoca el movimiento de
 la masa una vez fundida, mezclandola y agitandola continuamente, -
 dando productos uniformes y exentos de impurezas.

Los hornos de baja frecuencia (fig # 13) pueden ser: 1o. de ca-
 nal abierto ú horizontal, empleados para servicio continuo, de poca
 importancia en América por sus desventajas y 2o. de canal vertical,
 cerrado alrededor de un corazón metálico que lleva el enrollamiento
 primario, operan a 25, 30 y 60 ciclos en cualquier voltaje comer-
 cial y son de una sola fase, los de baja capacidad se emplean para
 aleaciones no-ferrosas, sobre todo para bronce y latones.

Los hornos de alta frecuencia (fig. # 14) usan corriente del
 orden de 15,000 a 45,000 ciclos por segundo, con voltajes de 1,000
 y a veces de 2,000 voltios, y campos magnéticos débiles. Tienen mu-
 chas ventajas sobre los anteriores, entre otras que trabajan facil-
 mente con carga fría y a una alta velocidad de fusión. Se emplean
 para metales ferrosos, aceros especiales, tratamientos térmicos y
 aún para materiales no conductores, como el vidrio, materiales re-
 fractarios, etc.

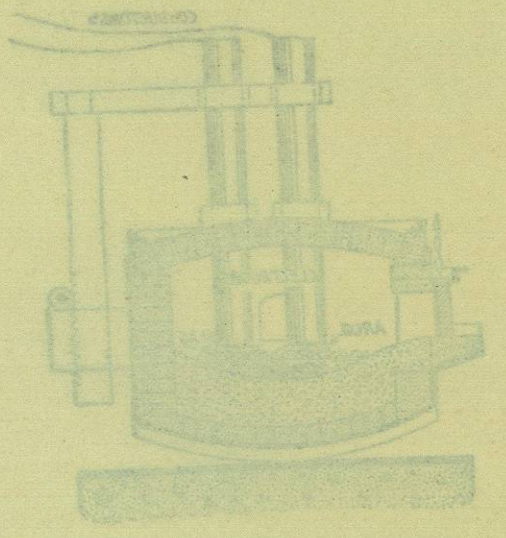
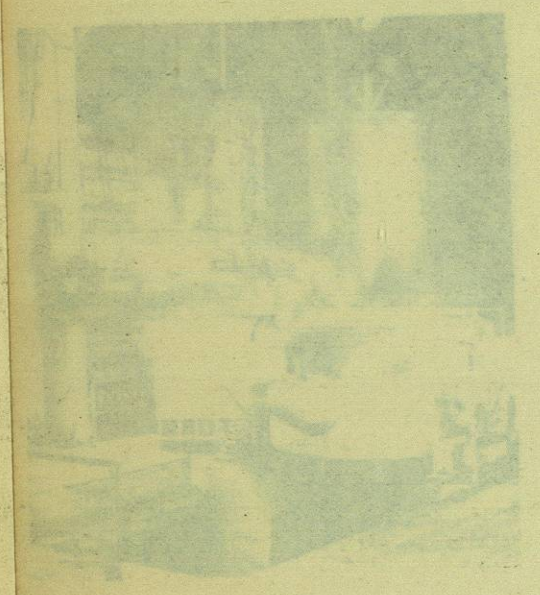


FIG. 10. Hornos de Arco con la pla-
 ca removida para observar el crisol de Crisol.

FIG. 11. Diagrama de un horno eléctrico de Arco.

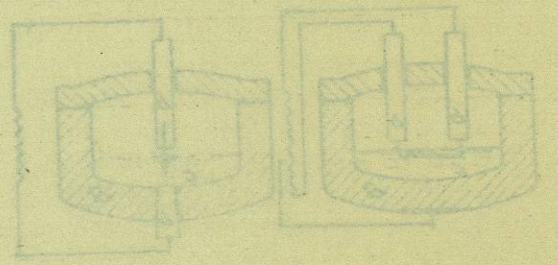
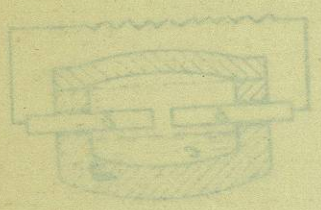


FIG. 13. De Arco Indirecto.

FIG. 12. De Electrodo en el Crisol.

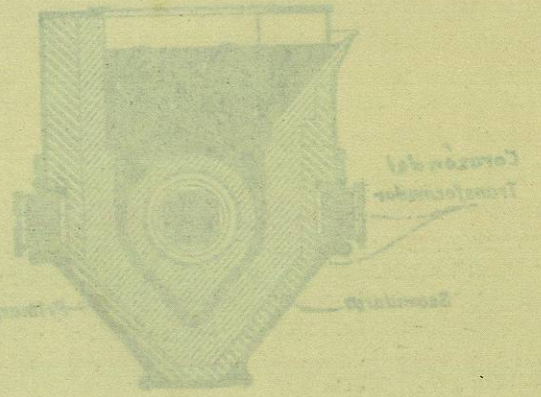
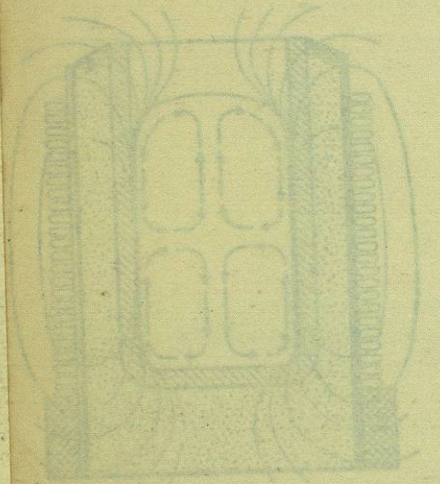


FIG. 14. De Alta Frecuencia.

FIG. 13. De Baja Frecuencia.