

24,5 corresponden al equipo eléctrico. La velocidad es de 40 kilómetros por hora.

Cada máquina contiene cuatro motores de una potencia de 275 caballos.

Los electroimanes de elevación.

El empleo de los electroimanes de elevación para el manejo de los objetos de fundición ó de acero presenta en la actualidad un gran interés, porque permite reducir sensiblemente la mano de obra.

A la descripción de varios aparatos de esta naturaleza dedica *Le Génie Civil* un extenso artículo firmado por el Ingeniero M. J. Vichniak; de este artículo hacemos un resumen á continuación.

Empieza el autor diciendo que si bien el principio de la utilización de los electroimanes para la elevación es muy sencillo, no es sino después de prolongados ensayos cuando se ha llegado á construir aparatos prácticos y suficientemente sólidos para resistir á los choques de las maniobras rápidas.

El cálculo de su potencia para los materiales de superficie plana no es complicado, porque se pueden evaluar con facilidad el flujo total y la fuerza portadora del imán. En efecto, la fuerza portadora F del electroimán está dada por la fórmula $F = \frac{B^2 S}{8}$, en la cual B representa la inducción y S la superficie del entrehierro.

Esta fuerza portadora es de 10 kilogramos por centímetro cuadrado para la inducción de 16.000 gauss, coronación empleada en los electroimanes de elevación. El cálculo exacto de los electroimanes viene á ser imposible cuando se tienen que manejar piezas de forma irregular, y solamente después de numerosos tanteos es cuando se ha llegado á evaluar las potencias de los electroimanes según el género de trabajo que deben ejecutar.

En los Estados Unidos es donde los electroimanes de elevación se han aplicado por primera vez, después se han introducido en las fábricas metalúrgicas de Europa y desde entonces su empleo se ha generalizado cada vez más.

Los electroimanes de elevación se emplean ventajosamente en todos los casos en que las piezas de hierro que se han de manejar son difíciles de sujetar por los ganchos de las grúas ó de los puentes rodantes. Así sucede, principalmente, en los casos siguientes:

- 1.º Para las virutas de los torneados, metralla ó residuos.
- 2.º Para las masas de fundición, recortes de hierro, astillas.
- 3.º Para los perfiles (cuadrados ó en T) ó los proyectiles.
- 4.º Para los palastros, cualquiera que sea su espesor; y
- 5.º Para las piezas en bloque (blindajes, piezas montadas, etcétera).

A cada una de estas categorías conviene adaptar un modelo de electroimán que dé, con un peso y un gasto de corriente tan limitados como sea posible, el máximo de rendimiento.

Para cargar hierro viejo y virutas, los electroimanes presentan una importante ventaja sobre la carga á brazo, que se traduce en la ausencia casi completa de polvo, la separación automática de las impurezas, etc.

Esta clase de electroimanes prestan también muy buenos servicios para la elevación de los bloques calientes, operación muy complicada con los otros mecanismos de elevación. Cuando la temperatura de estos bloques no es superior á 350°, la operación puede efectuarse sin que el devanado de excitación esté comprometido; para las temperaturas más altas hasta 550° viene á ser indispensable una disposición especial de refrigeración por circulación de agua.

Una simplificación importante de ciertas maniobras de colada puede obtenerse en las instalaciones de altos hornos, merced al empleo de los electroimanes de que tratamos que permiten la elevación de largos regatos, formados en la arena por la fundi-

ción colada. Esta elevación puede hacerse con la mayor rapidez posible para dejar sitio á la próxima colada.

Se procede para ello de la manera siguiente: el electroimán de elevación, maniobrado por una grúa ó un puente rodante, sube y hace caer un martillo triturador que rompe los regatos sobre el lecho mismo de la colada. Después todos los trozos, hasta los más pequeños, se reúnen y se cogen por el mismo electroimán, de tal modo, que la arena queda completamente limpia.

Como se ve, el campo de acción de los electroimanes de elevación es muy vasto. Los resultados prácticos de su utilización estimulan también para emplearlos cada vez con mayor amplitud. Así es como en los Estados Unidos, en 1910 solamente, más de 10 millones de toneladas de hierro y de acero han sido manejadas por los electroimanes, cuyo empleo ha permitido realizar una economía de más de 5 millones de francos. Esta economía depende de la naturaleza y de la forma de los objetos que se manejan.

Las cifras siguientes, suministradas por la Lake Shore and Michigan Southern C.º pueden dar una idea.

Precio de la carga de una tonelada de piezas metálicas.

	Francos.
Bandas de ruedas de locomotora; á brazo.....	0,875
Idem id. por grúa de cadenas.....	0,410
Idem id. id. de electroimán.....	0,205
Grandes piezas moldeadas; á brazo, casi imposible.	
Idem id. por grúa de cadenas.....	0,025
Idem id. id. de electroimán.....	0,155

Tomándolo del *Engineering Magazine*, dice el autor que el empleo de los electroimanes de elevación permitiría, en ciertos casos, reducir en un 90 por 100 el precio de costo del manejo de los materiales; La Inland Steel C.º cita el caso de masas de fundición que se han descargado en diez horas y cinco minutos por medio de dos electroimanes de elevación, teniendo cada una una fuerza portadora de 1,53 toneladas. Esta operación, que no ha necesitado más que el trabajo de dos hombres, hubiera exigido el trabajo de 28 hombres durante dos días y dos noches, cuando se efectuaba la descarga á brazo.

La fuerza portadora de un mismo electroimán depende exclusivamente de los objetos que debe manejar, y principalmente:

- 1.º De sus propiedades magnéticas.
- 2.º De su temperatura, que no debe exceder de 550°.
- 3.º De su forma.
- 4.º De la manera como están apilados.

Aunque esta fuerza no pueda, como hemos visto, calcularse con gran precisión, se admite en la práctica que los electroimanes circulares pueden levantar piezas sólidas que tengan una superficie plana y cuyo peso sea, aproximadamente, quince veces mayor que el peso del imán, para los aparatos de pequeñas dimensiones; esta relación debe ser de 8 á 12 en el caso en que el diámetro del imán es de 60 á 90 centímetros y de 5 á 6 cuando este diámetro llega de 0,90 á 1,50 metros.

La fuerza portadora decrece considerablemente cuando se tienen que manejar materiales tales como desechos de fundición, recortes de hierro, etc.; depende entonces del número de piezas que pueden ponerse en contacto con el electroimán y disminuyendo hasta la mitad del peso de este último.

Los electroimanes se gobiernan por registradores análogos á los de los tranvías, los cuales permiten interrumpir progresivamente la corriente para evitar tensiones exageradas debidas á la self-inducción y á invertir la corriente para neutralizar el magnetismo remanente.

Para tener una gran seguridad en el funcionamiento, los electroimanes de elevación deben ser muy fuertes y de una construcción muy cuidadosa. Vamos, siguiendo al autor, á describir algunos de los más típicos.

Electroimán Igraníc.—Este electroimán (figuras 1.^a y 2.^a) tiene una forma circular, la armadura *A* de acero dulce está provista de fuertes nervaduras que sirven para reforzarla y de tres protuberancias, á las cuales se fijan las cadenas de suspensión. El devanado excitador *B* está formado por una cinta de cobre; sus espiras están aisladas una de otra por medio de una cinta de amianto y las capas de los conductores alternan con las de mica que las aíslan una de otra. La bobina *C*, que sostiene el devana-

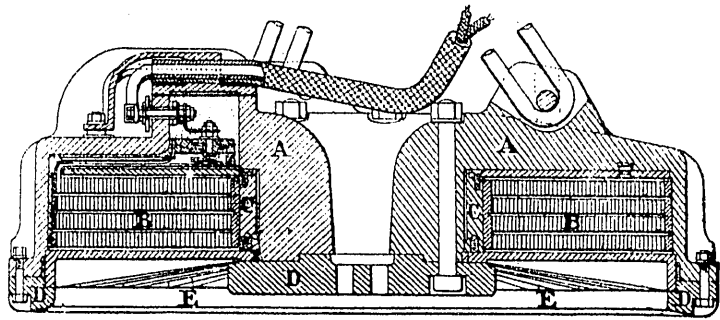
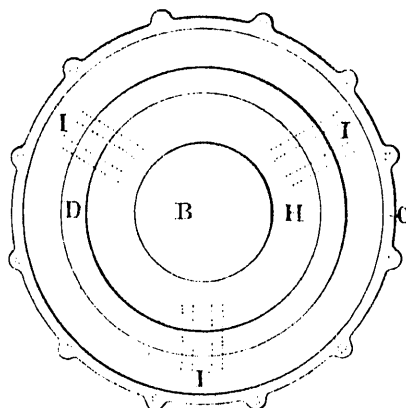
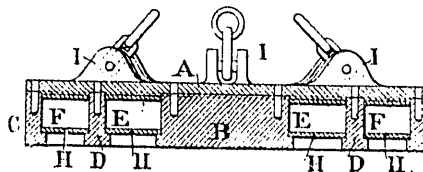


Fig. 1.ª

dos, así como las partes magnéticas de los cargamentos de los buques naufragados.

Electroimán Phoenix.—El electroimán de elevación del sistema Phoenix (fig. 3.^a y 4.^a) difiere del precedente. Su armadura magnética está constituida por un disco *A* que lleva unas protuberancias *I* y unos anillos de suspensión, sobre el cual están montados por unos tornillos un primer bloque central *B*, un anillo exterior *C* y uno interior *D*. Las bobinas excitadoras *E* y *F* están alojadas en unos compartimientos anulares entre *B*, *D* y *C*. Esta disposición permite repartir con más regularidad el campo entre los polos y aumentar, por conveniencia, la fuerza portadora del electroimán.

Electroimán de polos móviles, sistema Confínal.—Como he-


Figs. 3.^a y 4.^a

mos visto, la fuerza portadora del electroimán depende mucho del contacto con las piezas que hay que manejar. Cuanto mejor se asegura el contacto, mayor es la fuerza. Así que es muy importante tener para cada caso particular la forma del polo más apropiada; cóncava para las masas esféricas, plana para las placas, los palastros, etc. Se ha vislumbrado también el empleo de polos móviles que permitieran adaptarse á la forma de las piezas que habían de levantarse, presentando, por consecuencia, el máximo posible de superficie de contacto.

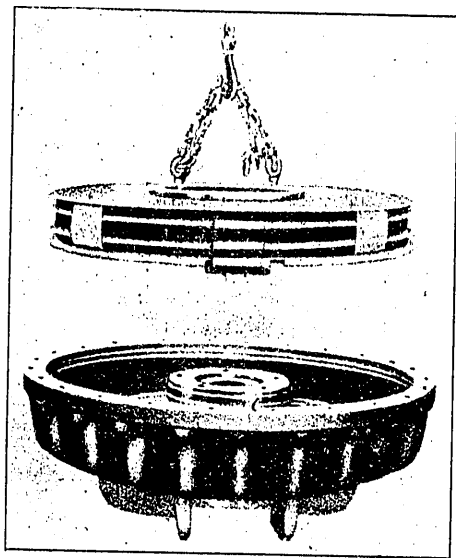


Fig. 2.ª

por lo tanto, ser incombustible y no contener huellas de humedad ni de aire.

Para alcanzar este resultado se seca primero el devanado en la estufa y en el vacío en seguida, se le coloca después en la armadura tan caliente como sea posible, en la cual se vierte en seguida una mezcla aisladora no higroscópica que se obliga á penetrar en los intersticios someténdola á una presión conveniente.

Este aislamiento sirve para disipar con más facilidad el calor desarrollado en los devanados por el paso de la corriente, é impide al mismo tiempo el desplazamiento de las espiras. Unos electroimanes impermeables pueden trabajar bajo la lluvia y podrían utilizarse para retirar los objetos que se encuentran bajo el agua.

Esta última aplicación podría utilizarse para pescar los torpe-

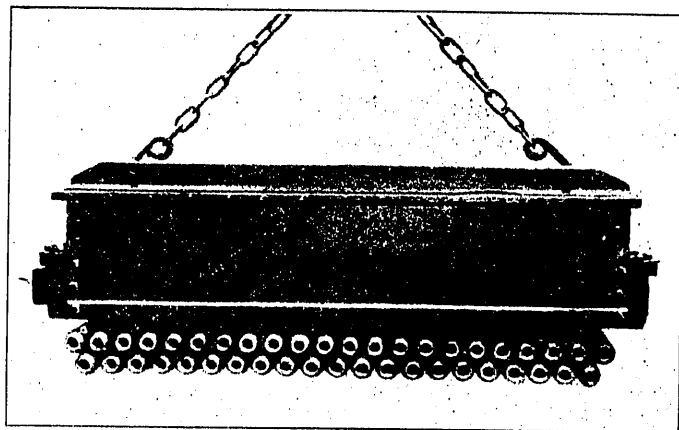


Fig. 5.ª

El sistema de electroimán, construido por la Casa Confínal, de Saint-Etienne, está formado, como lo muestra la figura 5.^a, de barritas metálicas, móviles en el sentido de la altura y yuxtapuestas sobre todo el perímetro de las bobinas del electroimán. Esta disposición permite á la superficie de contacto de todas las barritas reunidas adaptarse á la forma de las piezas sobre las

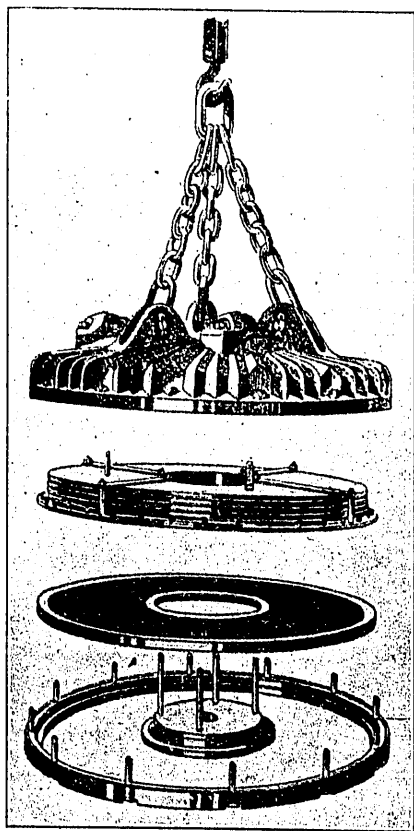
cuales viene á descansar y á aumentar, por lo tanto, la superficie de contacto. Tiene, además, la ventaja de evitar el rodamiento de las piezas levantadas de sección circular, como sucede en el caso de proyectiles representados en la figura 5.^a Las propiedades características de estos electroimanes se indican en el cuadro siguiente:

Peso del electroimán.	Peso levantado de masas de fundición.	Peso levantado de pedazos de hierro.	Consumo en vatios.
560	200 á 300	300 á 500	1.220
740	300 á 400	400 á 600	1.500
930	400 á 500	500 á 700	1.750
1.160	550 á 600	700 á 900	2.500
1.450	650 á 800	900 á 1.200	3.500
1.850	800 á 1.000	1.000 á 1.400	5.000

Electroimán de la Electric Controler and Manufacturing C.^o—Una de las más importantes casas americanas que construyen electroimanes de elevación es la Electric Controler and Manufacturing C.^o, de Cleveland (Ohio), que ha suministrado un gran número de estos aparatos á varias fábricas de aceros y fundiciones, así como á diversas Compañías de ferrocarriles.

El último modelo, cuyas partes separadas están representadas en la figura 6.^a, señala un cierto progreso sobre los modelos precedentes.

La Electric Controler and Manufacturing C.^o construye prin-

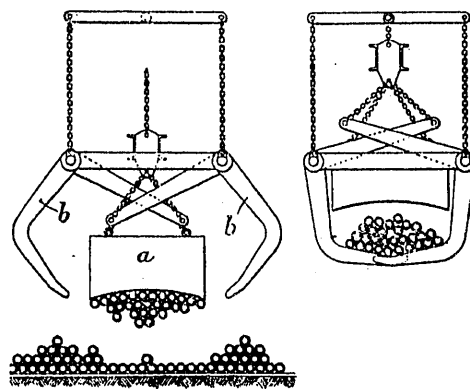
Fig. 6.^a

cialmente cuatro tipos, de 0,915, 1,150, 1,410 y 1,650 metros de diámetro, cuyos pesos son: 650, 1.750, 2.800 y 3.800 kilogramos, y que consumen por término medio 11, 27, 49 y 61 amperios á 220 voltios.

Sus fuerzas portadoras que, como hemos dicho, varían según los materiales que han de manejarse, son: 100 á 10.000 kilogramos para la primera categoría y 500 á 25.000 para la cuarta. Además de los electroimanes circulares, esta Compañía constru-

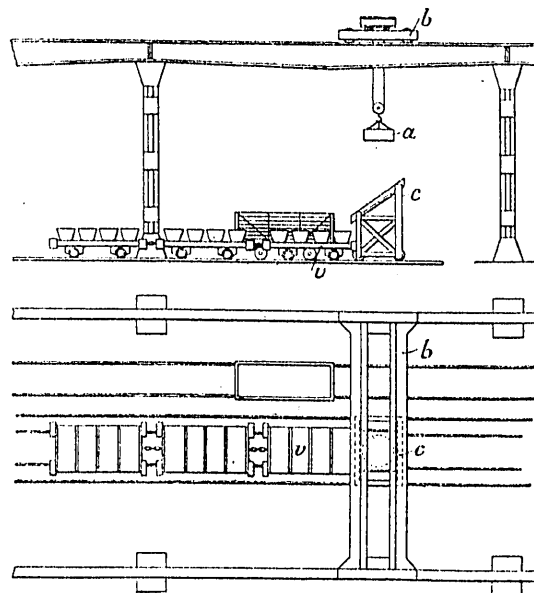
ye electroimanes bipolares para el manejo de piezas largas, tubos, carriles, etc. Cuando la sección de las piezas que se manejan es circular, los mecanismos están provistos de ganchos destinados á evitar el rodamiento.

Disposiciones diversas.—A fin de aumentar la seguridad de los electroimanes de elevación y de reducir en cuanto sea posible el consumo de corriente, se ha recurrido á diferentes disposiciones. Como se ve en las figuras 7.^a y 8.^a el trabajo del elec-

Fig. 7.^aFig. 8.^a

troimán *a* consiste en la elevación de las piezas; después que éstas han sido levantadas las garras *b* se cierran por sí mismas y sostienen en seguida los objetos cogidos, interrumpiéndose la corriente.

Las figuras 9.^a y 10 representan una disposición racional para cargar metralla en los vagones. El electroimán *a* llevado por el puente rodante *b* puede muy bien utilizarse en este caso, porque el trayecto que efectúa es siempre el mismo, asegurándose el reparto de las cargas por sencillos desplazamientos de

Figs. 9.^a y 10.

los vagones. Se conduce el electroimán de modo que se coloque encima del plano inclinado *c*, sobre el cual deja caer la metralla que viene así á llenar los vagones *v*.

Se puede, en fin, adaptar los electroimanes de elevación aun á aparatos que no están servidos por la electricidad. Se puede, por ejemplo, instalar fácilmente sobre la plataforma de una grúa de vapor una dinamo movida por un motor auxiliar que suministre la corriente necesaria para el funcionamiento del electroimán.

Estos nuevos aparatos de elevación parece, según el autor, que están llamados á recibir aplicaciones cada vez más numerosas, á causa de la facilidad que proporcionan en la maniobra y á la economía en la mano de obra que permiten realizar.