

M. Hefner Alteneck ha hecho que la casa Siemens le construya una máquina de corrientes alternativas y de división de luz que difiere de las de Lontín y Gramme en que los electro-imanés inductores están fijos y las bobinas inducidas son móviles. El sistema inductor es doble, y el inducido gira en el espacio anular que separa las dos partes. Por último, las bobinas planas de que se compone este último no tienen cilindro de hierro dulce, de suerte que la corriente se desarrolla en ellas por el movimiento de sus espiras que atraviesan los núcleos magnéticos de los inductores. Una máquina de esta clase con 16 bobinas puede alimentar 20 lámparas diferenciales de Siemens en dos circuitos.

En la Exposición de Electricidad había muchas máquinas construidas con el principal objeto de producir luz, casi tantas como sistemas de lámparas eléctricas; pero muy pocas se distinguían por su originalidad. Como hemos descrito las principales, nos

limitaremos á citar las máquinas Weston, Burgin, Hiram-Maxim, y á dar algunos detalles sobre las del gran inventor americano, Tomás Edison.

Antes de idear y de construir una máquina especial para alimentar sus lámparas de incandescencia, habíasele ocurrido á Edison emplear un generador inventado en 1875 por M. Farmer de Boston, y perfeccionado por otro constructor americano, M. Wallace. Examinando la figura 466 que representa la máquina Wallace-

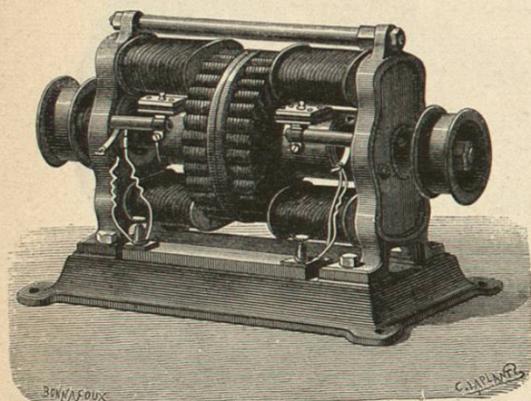


Fig. 466.—Máquina de luz Wallace-Farmer

Farmer, se ve que está formada de dos partes iguales que pueden funcionar separadamente. El inducido es un disco de hierro que lleva en sus dos caras dos coronas de electro-imanés rectos, las cuales tienen la forma de dos bobinas más gruesas que anchas enlazadas en tensión y cuyos hilos se reúnen en el eje de rotación con un colector Gramme. Este sistema gira á cada lado entre dos gruesos electro-imanés de brazos aplanados, opuestos por sus polos contrarios, que forman el inductor de la máquina.

Lleguemos á la gran máquina de Edison. La de la Exposición de Electricidad estaba puesta en acción por un motor de vapor de 125 caballos, que obra directamente sobre el eje de rotación de la máquina generadora y que descansa en el mismo zócalo que ésta. El inductor se compone de 8 grandes electro-imanés colocados horizontalmente, 3 encima del inducido y 5 debajo. Dos enormes masas de hierro constituyen los polos de los electro-imanés, entre los cuales gira la bobina inducida. Los alambres enrollados en los núcleos de los inductores son relativamente finos y montados en derivación. Pero lo que hay de original en esta máquina es el modo como está dispuesta la bobina inducida. En lugar de alambres enrollados, como en la de Siemens, paralelamente á las generatrices del cilindro hay barras de cobre que comunican entre sí dos á dos por un número igual de delgados discos anulares, puestos en los dos extremos del cilindro y aislados por láminas de mica. Cada disco lleva dos apéndices ú orejas salientes casi diametralmente opuestas, penetrando respectivamente en ellas una de las barras de cobre

que se han de enlazar una con otra. El núcleo de la bobina que lleva en su centro el eje de rotación, lleva también alrededor de este eje otro núcleo de madera con discos de hierro separados por rodajas de papel, con lo cual la masa magnética experimenta más fácilmente las imanaciones y desimanaciones sucesivas. El inducido lleva 138 barras de cobre, cuyos extremos forman alrededor del tambor una curva en espiral, procedente del sistema de enlace que acabamos de describir.

Construyóse tan gigantesca máquina con objeto de alimentar 2,400 lámparas del segundo tipo Edison ó de 0,8 Carcel, ó 1,200 lámparas del primer tipo. Debe advertirse que sólo es uno de los doce generadores que deben servir para el alumbrado eléctrico de todo un barrio de Nueva York, con arreglo á un sistema de canalización y distribución combinado por el inventor.

CAPITULO XIII

EL ALUMBRADO POR LA ELECTRICIDAD

I

EL ALUMBRADO ELÉCTRICO EN LA INDUSTRIA

Una de las primeras aplicaciones que se han dado á la luz eléctrica producida por los aparatos de arco voltaico ha sido el alumbrado de los grandes trabajos de construcción, siempre que ha habido un interés urgente en terminar alguna obra y relevar los operarios de día con otros de noche. La primera tentativa de esta clase, que sepamos, data de la reconstrucción de Nuestra Señora de París; después se ha hecho uso de la luz eléctrica en las obras de los Docks, en las del nuevo Louvre, del puente de Kehl, etc. Pero de algunos años á esta parte se ha hecho este uso tan frecuente en Francia y en el extranjero, que sería enojoso enumerar los trabajos de este género. Limitémonos á decir que á la luz eléctrica se debió la rápida conclusión del palacio del Trocadero cuando la Exposición de 1878, la del salón de sesiones del Senado en el Luxemburgo, y la pronta construcción del puente de los Inválidos.

Esta clase de instalaciones se van multiplicando en todas partes para el alumbrado de fábricas, talleres y almacenes. Sin embargo, en muchos casos el problema por resolver consistía en obtener á la vez una luz abundante y una difusión todo lo completa posible. Para dedicarse á trabajos delicados, una sola luz demasiado fuerte no sólo cansa la vista, sino que tiene el inconveniente de producir contrastes de luz y sombra molestos. Mas como con los aparatos de división se pueden multiplicar los focos alimentados por una misma máquina, han desaparecido en gran parte los defectos que tenían los focos únicos y demasiado poderosos. Una de las grandes ventajas de la luz eléctrica comparada con la del gas es la supresión casi completa del calor desprendido por los antiguos mecheros, cuya combustión viciaba además el aire. Por lo que hace á la higiene, la ventaja es muy digna de tener en cuenta, no siendo menor por lo que respecta á ciertos trabajos. En muchos talleres los obreros necesitan juzgar de los colores y de sus matices; pues bien, el nuevo alumbrado tiene la preciosa propiedad de no alterarlos, de conservar hasta los tonos más delicados, con lo cual se evitan muchas equivocaciones que eran casi inevitables con la luz amarillo-rojiza del gas.

Aunque los riesgos de incendio no se evitan en absoluto, son mucho menores con el alumbrado eléctrico que con el de gas, por lo cual no es de extrañar que los dueños de grandes almacenes adopten sin vacilar los aparatos eléctricos, máquinas y lámparas, que dan á los escaparates tanto esplendor y tanta riqueza. De algunos años á esta parte se van alumbrando eléctricamente los salones, patios y jardines de las principales fondas y de los grandes establecimientos financieros, ya con lámparas de arco voltaico, provistas de tubos opalinos para difundir y suavizar la luz, ó bien con lámparas de incandescencia de varios sistemas.

Síguese haciendo pruebas de alumbrado eléctrico en otros grandes edificios públicos sumamente interesados en el buen éxito de aquéllas. Nos referimos á las Bibliotecas, Museos y Teatros. El salón de lectura del Museo Británico está ya alumbrado por el sistema Siemens; todo el mundo ha tenido noticia de las brillantes pruebas hechas en el gran teatro de la Opera en París, en el cual se ha hecho el ensayo de varios sistemas juntamente con el gas, habiéndose puesto cierto número de lámparas en la escalera principal, en la platea, en el escenario y en el salón de descanso, de cuyo brillante efecto ha podido juzgarse. Posteriormente se ha instalado el nuevo alumbrado en el teatro de Variedades.

Como se comprenderá, la adopción de este sistema no es tanto de desear desde el punto de vista artístico considerado, como por lo recomendable que lo hacen la seguridad y la higiene. Las horrorosas catástrofes ocurridas en el teatro Ring de Viena, en el de Niza y otros, y que han sido causa de la muerte de tantas personas, serían, ya que no imposibles, por lo menos muy difíciles con los focos eléctricos: como la certidumbre de esta casi seguridad tranquilizaría á los espectadores, no se apoderaría de ellos ese terror pánico que causa más víctimas que el mismo fuego.

Al hablar de esta aplicación de la luz eléctrica, nos referimos al alumbrado propiamente dicho, cuestión bastante compleja á causa de las múltiples exigencias, á menudo contradictorias, de los servicios que incumben á una administración teatral. Pero si sólo se trata del uso de la luz eléctrica para producir en la escena ciertos efectos de aparato, entonces varía la cuestión. Cuando se representó el *Profeta* por primera vez en 1846 en la Opera, se hizo uso de ella para producir un efecto de sol naciente, y el resultado fué completamente satisfactorio. En 1860 M. Duboscq consiguió reproducir con el arco voltaico y una combinación adecuada de lentes, pantallas y prismas, el *arco iris*, meteoro luminoso muy difícil de imitar con los antiguos medios escénicos; y luego siguieron imágenes de incendios, de relámpagos, de cascadas ó fuentes luminosas, etc. Para estas aplicaciones especiales se produce la luz, no con máquinas eléctricas, sino con la pila, por la sencilla razón de que para la instalación de máquinas y motores y para ponerlos en actividad se requiere cierto espacio de tiempo y son más á propósito para un alumbrado que deba durar muchas horas. Para efectos aislados y cortos, como los que acabamos de mencionar, el uso de la pila es más sencillo.

II

ALUMBRADO ELÉCTRICO DE LOS FAROS

Los numerosos aparatos, lámparas y generadores inventados durante un período que apenas data de cuarenta años, pero que se han multiplicado extraordinariamente en estos últimos tiempos, indican sobrado los progresos que ha hecho el alumbrado

eléctrico. A las indicaciones de sus aplicaciones á la industria hechas en el artículo anterior, añadiremos ahora la que tiene por objeto el alumbrado de las costas ó iluminación de los faros.

En la parte del MUNDO FÍSICO consagrada á la *Luz* hemos visto á cuán alto grado de perfección había llegado el sistema de protección de las costas merced á la invención de las lentes escalonadas. Gracias á los admirables aparatos lenticulares de Fresnel, los faros de primer orden tienen en tiempos normales suficiente alcance para el servicio de las costas; pero no sucede lo propio en las noches brumosas, precisamente cuando más necesita el marino cerciorarse del rumbo que sigue. Aumentar el número de mecheros Carcel no hubiera sido una solución satisfactoria, porque el alcance no depende solamente del diámetro aparente de la luz, sino de su brillo intrínseco. Para este objeto resultaba naturalmente indicado el uso de la luz eléctrica, cuya intensidad es tan considerable; pero no era posible su aplicación si no se encontraba antes un aparato regulador conveniente y máquinas que produjesen una cantidad de luz bastante grande. Los reguladores Foucault, Serrín y otros llenaban la primera de estas condiciones; con las máquinas magneto-eléctricas de Nollet, ya descritas, se ha podido llenar la segunda.

Inauguróse la luz eléctrica en 1863 en los dos faros de la Hève, y posteriormente en el faro de Gris-Nez y en el de Planier. En Inglaterra hay varios faros eléctricos, entre ellos los de Dungeness y Souter Point, dos fijos en South Foreland, y otros dos fijos también en el cabo Lizard. Estos dos últimos faros están alimentados por máquinas dinamo-eléctricas de Siemens; los anteriores por máquinas magneto-eléctricas de Hølems. En el resto del mundo hay cuatro faros eléctricos, uno en Odessa, otro en Puerto Said, y los otros dos en White Rock y en los Border Flats (Estados Unidos).

Las máquinas eléctricas de los dos faros de la Hève están movidas por dos máquinas de vapor locomóviles de fuerza de 8 á 10 caballos. Con una velocidad de rotación de 400 vueltas por minuto se obtiene el máximo de intensidad luminosa. La luz despedida al horizonte, es decir, tomada fuera del aparato lenticular, producida por una máquina de cuatro discos, equivale á 3,500 mecheros de lámparas Carcel; con una máquina de seis discos se obtiene el efecto de 5,000 lámparas, siendo el alcance de la luz de 27 millas marinas ó 50 kilómetros. Este poderoso manantial de luz resulta, pues, de la asociación de las corrientes de inducción que nacen de la acción instantánea de 48 imanes en las 96 bobinas puestas en movimiento en cada máquina magneto-eléctrica.

En los faros de la Hève funcionan cuatro máquinas semejantes; todos los aparatos son allí dobles, para reemplazar inmediatamente una lámpara con otra de modo que no se suspenda un solo instante la luz. Las lámparas están instaladas en los rieles de unas pequeñas vías férreas que van á parar á los centros de los dos aparatos lenticu-

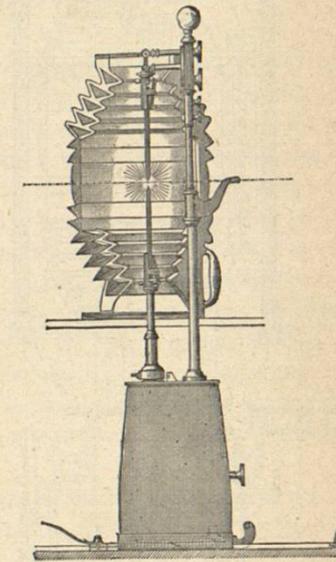


Fig. 467.—Aparato foto-eléctrico del faro de la Hève

res fijos uno sobre otro en la misma linterna. Los reguladores empleados son los del sistema Serrín.

La luz eléctrica suministrada por las máquinas de la compañía *la Alianza*, construídas por Van Malderen, no tan sólo aventaja en intensidad á la de los aparatos alumbrados con aceite en la proporción de 5 á 1, sino que también es más económica. Al paso que un faro de luz fija de primer orden exige un gasto de 3 fr. 70 c. por hora, un faro eléctrico como los de la Hève sólo cuesta 2 fr. 79 c. (máquina de cuatro

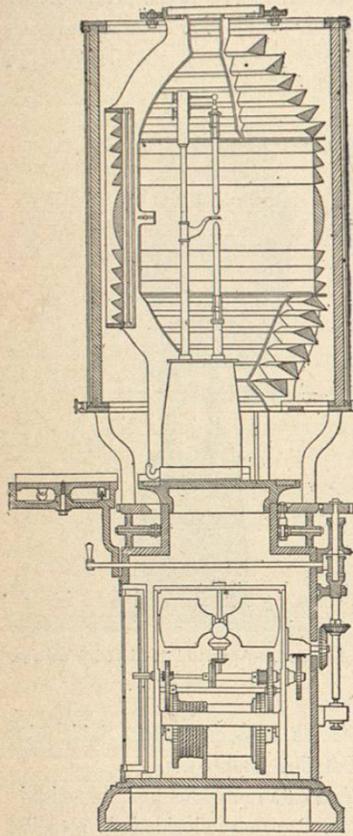


Fig. 468. — Aparato foto-eléctrico del faro de Planier

discos); á igualdad de intensidad, el gasto es siete veces menor. Pero aquí se trata de un servicio que no permite interrupción alguna; en la industria, el coste sería mucho menor, con tal que se tuviese encendida la luz por lo menos diez horas diarias. Además, en el caso de que la fuerza motriz pudiera sacarse de poderosas máquinas que funcionasen para atender á otras necesidades, como en muchos talleres, la luz eléctrica apenas costaría más de lo que valiera el amortizar el precio de la máquina magneto-eléctrica y del regulador.

Hace algún tiempo que se han hecho experimentos comparativos en el Depósito de faros entre las máquinas magneto-eléctricas construídas por Van Malderen, la de Meritens y tres dinamo-eléctricas de Gramme, habiendo resultado de estos experimentos que "las máquinas Gramme dan más intensidad luminosa que las de la Alianza, gastando la misma fuerza. Las nuevas máquinas de este sistema han realizado un gran adelanto con relación á las antiguas, por cuanto su intensidad ha aumentado una mitad más, siquiera exijan al propio tiempo un aumento de fuerza casi proporcional. Las máquinas Gramme dan, con el mismo aumento de fuerza, 40 ó 45 más de luz. A pesar de las incontestables garantías que ofrecen las máquinas de la Alianza por lo que respecta á la seguridad y continuidad del servicio, no puede menos de tenerse en cuenta el aumento de rendimiento que ofrece el otro sistema y necesariamente se ha debido hacer un ensayo práctico de ellas en los faros. La máquina Meritens ha dado casi el mismo rendimiento que las Gramme por caballo de fuerza, pero es relativamente más costosa, si bien ofrece la ventaja de marchar con las corrientes alternativas, lo cual permitiría utilizar los reguladores Serrín del tipo adoptado en los faros.

La luz eléctrica es sobre todo á propósito para las luces centelleantes de destellos blancos ó rojos, pero más en especial de los primeros, cuya intensidad es mayor. Calculando las intensidades totales de las luces reflejadas en el horizonte por los aparatos de luz fija, se ve que equivalen á 12,000 mecheros con las máquinas de la Alianza, y á 20,000 con las Gramme del tipo C. En los tambores que admiten destellos rojos, la

intensidad en el eje es el quintuplo de la de luz fija, y llega á $7\frac{1}{2}$ veces en los tambores que sólo tienen destellos blancos.

El dictamen de la Comisión de faros de Francia es que hay lugar á transformar 42 de los faros existentes en otros de luz eléctrica, lo cual exigiría un gasto total de unos siete millones de francos; con un millón más, se completaría el sistema de protección de las costas añadiendo 20 aparatos de señales sonoras, ó de trompetas de sirena de vapor.

III

ALUMBRADO ELÉCTRICO DE LOS PUERTOS Y TÚNELES

El alumbrado eléctrico de los puertos y canalizos empieza á prestar grandes servicios á la navegación. Los puertos de Belfast, Hull y Havre están ya alumbrados por este sistema. En los muelles de este último hay 34 focos Jablochhoff, repartidos en 6 circuitos de 4 á 6 focos cada uno, alimentados por 4 máquinas auto-excitadoras de Gramme, las cuales están movidas por 2 máquinas de vapor de 35 caballos cada una. Se comprenderá la importancia de esta instalación si se tiene en cuenta que en el puerto del Havre no pueden entrar los buques de mucho porte sino á las horas de la pleamar. Cuando las dos mareas cotidianas ocurren de día, el barco que no ha podido aprovecharse de la primera por alguna circunstancia, ha de aguardar la segunda y sufrir por consiguiente un retraso de once á doce horas. Pero en las épocas en que una de las mareas ocurre de noche, si se desaprovecha la de día, el barco tiene que esperar al ancla en la rada cerca de veinticuatro horas antes de lograr el puerto. Ahora, gracias á la potencia de las máquinas eléctricas, los buques entran con la misma facilidad de noche que de día.

Los docks del puerto de Limerick están alumbrados con focos Siemens; los del Albert-Dock en Londres lo están con lámparas del mismo sistema en una longitud de fachada de más de seis kilómetros.

Otra de las aplicaciones de la luz eléctrica es la del alumbrado de los grandes túneles, como los del San Gotardo y del Monte Cenís, ó de los caminos de hierro subterráneos en las grandes poblaciones. Pero, en lugar de alumbrar la vía, se han hecho pruebas para iluminar los trenes, colocando en la parte anterior de la locomotora una lámpara eléctrica con proyector, de suerte que el maquinista y el conductor puedan explorar siempre desde lejos el estado de la vía. Un aparato especial, la lámpara eléctrica de líquido del sistema Sedlaczek y Wikullil ha servido para estas pruebas; alimentábala un generador Schuckert puesto en acción por un pequeño motor Brotherhood, todo ello colocado en el avitrón de una locomotora. Los ensayos efectuados entre París y Dammartin en el ferrocarril del Norte, y también en Alemania, han sido muy satisfactorios. "La lámpara, dice M. Gerald, es fija y brillante, permitiendo distinguir los edificios y los puentes á 400 ó 500 metros de distancia, y sin perturbar la visibilidad de las señales: puede verse al tren que la lleva desde más de 1,500 metros de distancia." A pesar de ello, los ingenieros de las Compañías no se muestran propicios á adoptar este alumbrado en los trenes: consideran que los gastos de instalación, bastante costosos, no estarán en proporción de los servicios obtenidos, y opinan además que no es indispensable que un tren vea ante sí, sino que sería preferible que fuese visto de lejos y por su parte posterior, por ser un tren detenido ó retrasado el obstáculo más

peligroso. Sería menester instalar la luz eléctrica en la parte posterior, lo cual presenta muchas dificultades.

También se han hecho y se siguen haciendo pruebas de alumbrado de los vagones por el sistema eléctrico. En este caso, está naturalmente indicado el uso de lámparas de incandescencia y su alimentación por medio de pilas, ó mejor aún, por acumuladores, con preferencia al de los reguladores ó de las bujías. En Inglaterra se han hecho experimentos con acumuladores Faure. En la línea del Este en Francia se ha probado á iluminar los compartimientos de un tren con 31 lámparas Maxim alimentadas por una máquina Gramme, la cual, colocada en el furgón delantero, estaba á su vez movida por una combinación mecánica con el eje. Como al refrenar el tren ó al detenerlo se

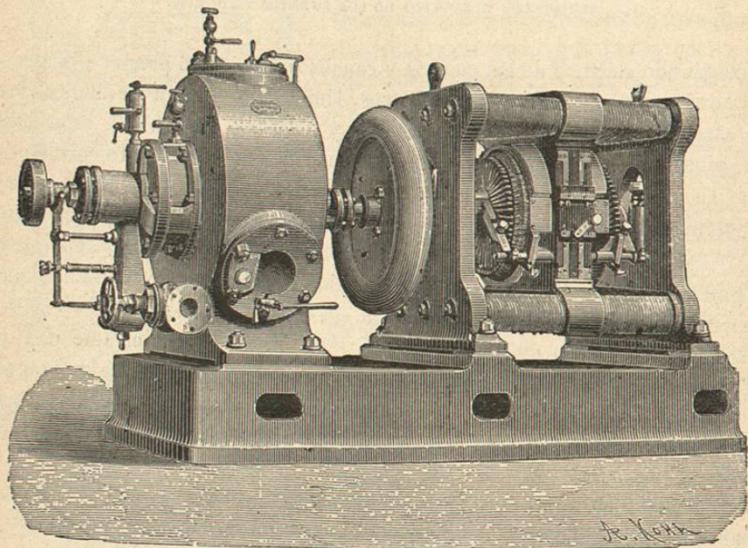


Fig. 469.—Máquina Gramme animada por un motor Brotherhood

anulaban las corrientes de la máquina Gramme, las sustituían tres series de acumuladores, cada una de las cuales constaba de 24, sistema Meritens, enlazada con la máquina y cargada por ella durante el movimiento.

Si es de desear que se empleen poderosos medios de alumbrado para evitar todo percance en los ferrocarriles, por la misma causa se ha pensado en aplicar la luz eléctrica á los buques. Los choques en el mar, y sobre todo en tiempos brumosos, han aumentado con el desarrollo de la navegación de un modo verdaderamente alarmante, y las muchas catástrofes cuyas peripecias terribles están en la memoria de todos militan en favor de esta aplicación.

Las primeras pruebas datan de veinticinco años. El Director de la Compañía de la Alianza, M. Berlioz, hizo instalar en el yacht *Príncipe Napoleón* una máquina Malderen que suministraba luz á un regulador colocado á algunos metros sobre cubierta y provisto de un proyector que dirigía al horizonte el haz luminoso. El éxito de estos primeros experimentos indujo á hacer análogas instalaciones en los buques *San Lorenzo*, *d'Estrées*, *Francia*, *Aguila* y *Golondrina*. Pero varios inconvenientes, entre ellos el de que desaparecían las luces verde y roja reglamentarias ofuscadas por una luz eléctrica fija de gran intensidad, hicieron que no se pasase de estas primeras tentativas.

Mas hace pocos años se efectuaron nuevas pruebas por M. Fontaine en el vapor-co-reo transatlántico *América*, por MM. Sautter y Lemonnier en los vapores rusos *Livadia* y *Pedro el Grande*, y en los franceses *Suffren* y *Richelieu*, y finalmente por el Sr. Dalmau en los acorazados españoles *Numancia* y *Vitoria*. Los generadores empleados son por lo común máquinas Gramme movidas por motores Brotherhood, y los proyectores de luz de los sistemas Sautter y Lemonnier, Mangin ó Siemens, representados en las figuras 469, 470, 471 y 472.

Conocemos ya la máquina de Gramme (cuyo tipo D está representado en la figura 469). He aquí algunos detalles sobre los aparatos de proyección.

El proyector Sautter y Lemonnier (fig. 470) contiene en un tambor cilíndrico un aparato lenticular análogo al de los faros eléctricos, sólo que el sistema óptico está combinado de modo que concentra y proyecta en forma de haz cilíndrico los rayos del arco voltaico emanados de un regulador Serrin. El tambor cilíndrico que lleva este sistema puede moverse alrededor de su eje vertical y oscilar en torno del horizontal sin que cambien las posiciones relativas de la lente y del punto luminoso. Se puede, pues, lanzar en todas direcciones y con todas las inclinaciones el haz de luz.

Por lo demás, es fácil instalar el proyector, en un punto cualquiera del buque, ya en el puente del comandante, ó bien en una plataforma colocada á proa.

En el proyector Siemens (figura 471), el aparato de proyecciones un reflector parabólico, y los dos sistemas lenticulares que lleva no tienen más objeto que regular la lámpara proyectando los carbonos sobre una pantalla.

El proyector Mangin (fig. 472) se compone de un espejo esférico cóncavo; pero la superficie interior es la reflectora, de suerte que los rayos luminosos atraviesan dos veces el espesor del espejo antes de salir al exterior. Como las superficies del espejo no pertenecen á una esfera del mismo radio, el inventor ha calculado sus radios de modo que los rayos luminosos reflejados sean paralelos; guiábale el objeto de evitar el empleo de aparatos lenticulares siempre costosos y de reflectores parabólicos cuya forma es difícil de obtener con exactitud. Han de moverse los carbonos con la mano, por medio de tornillos de rosca diferentes, á causa de su desigual desgaste. Carece de regulador, de suerte que se ha de vigilar continuamente el aparato cuando está funcionan-

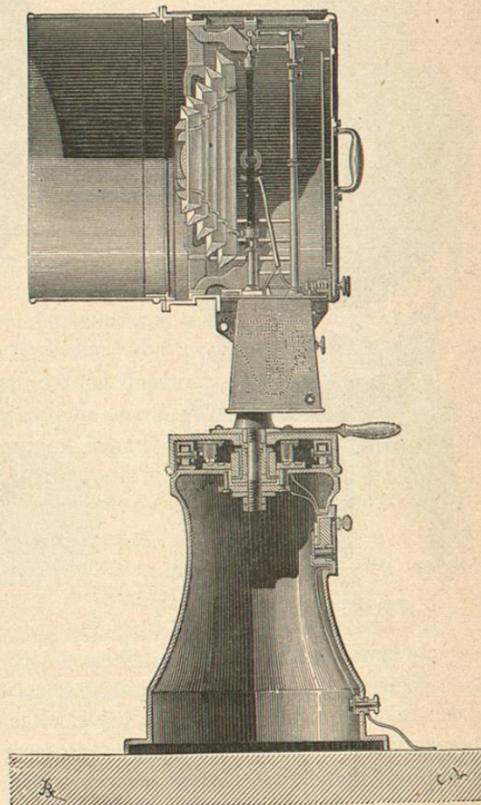


Fig. 470.—Proyector Sautter y Lemonnier