

NATURALEZA

CIENCIA É INDUSTRIA

DIRECTOR: D. JOSE CASAS BARBOSA

REDACTOR JEFE: D. RICARDO BECERRO DE BENGOA

3.ª ÉPOCA-AÑO XXVIII

20 DE OCTUBRE DE 1892

Núm. 41.—TOMO III

SUMARIO: *Crónica científica*, por R. Becerro de Bengoa.—*La electricidad y la marina de guerra*, por F. Chacón y Pery.—*Las corrientes alternas de alto potencial y gran frecuencia (ilustrado)*, por M. P. Santano.—*Ventajas del mayor rendimiento de los propulsores náuticos*, por Eduardo Mier y Miura.—*Notas varias: Papel de hierro*.—*La electricidad de frotamiento*.—*Recreación científica (ilustrado)*.—*Elementos de Electrodinámica*, por Francisco de P. Rojas.

CRÓNICA CIENTÍFICA.

El cable submarino de los Estados Unidos á Sandwich.—El ferrocarril inter-americano desde San Francisco á Méjico, Quito y Cuzco.—El servicio sanitario de los ferrocarriles en Rusia: el Kremlin, palacio de coléricos.—Historia de los Pirineos, por M. Trutat.

Que los adelantos de las ciencias y los capitales en ellos invertidos, no sólo se ponen al servicio de las necesidades públicas y de los intereses materiales, sino de la política internacional, es cosa ya sabida; y si no lo fuera, ahora mismo están demostrándolo los Estados Unidos con sus grandes y arriesgadas empresas, destinadas á aumentar el poderío de aquella nación. La gran República tiene fijos sus ojos desde hace mucho tiempo en las islas de Sandwich ó Hawai para asimilárselas, y sabido es que ha conseguido apropiarse en ellas la bahía de la Perla como depósito de carbón, pero en realidad como estación marítima de primer orden en las líneas de navegación del Pacífico. Pero esto no les basta. Preciso es unir aquel archipiélago con el continente norte-americano por medio de una línea metálica, que no puede ser otra cosa que un poderoso cable de

servicio telegráfico, pero que unirá con indestructible lazo de relaciones y de propiedad industrial al reino de los howas, desde Honolulu, su capital, con la tierra californiana hasta Monterrey, esto es, el trayecto que media en el Océano desde el paralelo 22° hasta el 37°. Ya el Parlamento de Washington había votado un crédito de 250.000 pesetas para la mejora de la bahía de la Perla, y es de esperar que no niegue su apoyo á la obra del cable de Hawaii. Dos buques de aquella marina, el *Albatross* y el *Thetis*, recorren el mar desde mediados de Octubre, sondeándolo, para estudiar la configuración del fondo, en trayectos de 10 en 10 kilómetros, y en su zona ó superficie de 4.000 kilómetros de recorrido por 450 de anchura. De esta investigación submarina ha resultado el encontrar un fondo muy á propósito para tender el cable en una profundidad casi uniforme de 4 kilómetros y sobre un suelo de detritus de conchas que corre casi en línea recta desde Monterrey á Honolulu. Como curiosidad han apuntado los marinos la observación de que, á partir de 2.000 brazas de profundidad, la temperatura constante de los fondos no sube de 2 grados sobre cero. De esperar es, según en los Estados Unidos se cree, que esta gran empresa, mucho más política que co-

mercial, obtendrá el apoyo de las arcas del Tesoro, porque son enormes los gastos que supone la construcción y tensión de un cable de 4.000 kilómetros.

Pero no es esta sola la obra de aproximación é identificación que persigue aquel pueblo tan rico y tan emprendedor. Su Gobierno ha subvencionado los estudios realizados en el Centro América y en la América del Sur para construir la gran vía férrea inter-americana. Estos estudios avanzan más y más cada día. El capitán Mac Comb, de la sección 1.^a, ha llegado en su exploración topográfica hasta San Salvador, después de haber hecho el trazado hasta este punto desde el ramal Sur de la red mejicana y de haber atravesado todo Guatemala. En la otra extremidad de esta línea los estudios están asimismo muy adelantados. En la sección 3.^a, de la que es ingeniero jefe M. William Kelly, se ha recorrido y bosquejado todo el antiguo camino del Cuzco hasta Quito; y como el trazado desde Quito á Cartagena y Colombia ha sido ya perfilado, no queda que recorrer más que la región de Darien y Panamá, ó sea menos del tercio del trazado. Desde el Cuzco no será empresa muy difícil el ponerse en comunicación con las líneas que forman la red del Norte de la Argentina. Calcúlese los enormes capitales que serán necesarios para la ejecución de esta vía de ambas Américas, cuyos intereses no serán muy regulares ni muy seguros en muchísimos años, hasta que el Sur América cuente con una densidad de población suficiente para sostener el movimiento y tráfico de estos ferrocarriles. Si el Sur contara con el poderoso contingente de la inmigración con que el Norte ha contado, la solución satisfactoria y económica de esta empresa se adelantaría; pero la rivalidad y concurrencia que encontrará siempre en las líneas de navegación, serán un obstáculo serio para que pueda esperarse que semejantes vías férreas puedan ser un negocio.

En otras grandes vías férreas de mucho movimiento, en las principales del Imperio ruso, se ha operado una revolución en el servicio, con motivo de la epidemia del cólera. Además de exigir á todo viajero el pasaporte sanitario, y de haber un material separado y especial para recoger y cuidar á los que enferman en el camino, como resulta que uno de los elementos más activos de la difusión de la epidemia es el viajero mismo y todo cuanto toca, se han multiplicado las precauciones y medios para evitar el contagio. Tanto los jefes gubernativos de las provincias, como los de la administración y ser-

vicio de los ferrocarriles, procuran practicar las reglas severas que se les han comunicado por las Juntas facultativas de Sanidad. El cuidado de limpieza y desinfección del material y el de los alimentos y bebidas, son exquisitos. En todas las estaciones de parada de un tren se desinfectan los vagones por medio de lavados y pulverizaciones, renovándose frecuentemente las telas y cubiertas de los asientos, respaldos y ventanillas. Se han suprimido las alfombras. De trayecto en trayecto se hace un trasbordo completo de viajeros y equipajes á otro tren desinfectado. En las estaciones, fondas y cantinas de la vía no se sirve más que agua hervida, y se ha prohibido en absoluto la venta de frutas y otros alimentos verdes crudos. Hay centros aislados de socorro en las cercanías de las principales estaciones. Uno de los centros más importantes de este servicio de auxilio, tanto para viajeros como para los habitantes de Moscou, es el palacio del Kremlin, cedido generosamente por el Gobernador militar de aquella capital, el general Baranof. Allí se ha instalado el servicio más esmerado y completo que puede prescribirse en tiempo de epidemia. Material perfecto y limpieza acabadísima en las salas y en el mobiliario: he aquí lo que allí se ve, sobre todo. Los médicos y los enfermeros, voluntarios casi todos ellos, trabajan gratis en el palacio con un celo admirable, y no se comunican con el exterior desde hace bastantes meses. Inmediato al Kremlin, se ha abierto un pabellón para los convalecientes, que son muy numerosos, porque gracias al acierto y energía con que se atiende á los coléricos, se ha logrado rebajar la cifra de la mortalidad del 60 al 25 por 100. Con muchísima razón ha dicho el sabio Virchow, después de visitar aquellas instalaciones benéficas y de conocer el servicio sanitario del Imperio: «Rusia, al retrasar el avance de la invasión cólera, la ha detenido, y ha librado de ella al Occidente. No lo olvidemos.»

En las sesiones celebradas en Pau por la Asociación francesa del progreso de las Ciencias, se ha dado cuenta de un notable estudio de M. Trutat, Director del Museo de Historia natural de Toulouse, acerca de «la historia de los Pirineos,» considerados geológica, gráfica y pintorescamente. Este sabio profesor ha resumido en su trabajo, además del resultado de sus observaciones particulares durante veinte años, los estudios de Charpentier (1823); los de Schrader, que ya demostró que los Pirineos no están contruídos por un eje ó arista central flanqueada por derivaciones transversales, sino por una serie

de pliegues oblicuos al eje imaginario de la cordillera; los de Lemary, de Toulouse, que ha pasado toda su vida en este estudio, y los de Dufrenoy, Magnan, Vallon, Saint-Saux, Gourdon, Belloc, Margerie y Carez. El conjunto de la exposición científica y sus detalles son muy curiosos, instructivos y de gran novedad bajo el punto de vista de las teorías geológicas; pero como la mitad de los Pirineos, la vertiente meridional es española, al tratar de los estudios de los españoles acerca de este punto, desbarra el francés cuando se ocupa de nosotros, como es añeja costumbre por allá en semejantes casos. Apenas si hay más trabajos sobre los Pirineos que los de los franceses, dice M. Trutat: aquéllos terminan en la frontera, pasada la cual ya no hay que buscar más que datos incompletos y llenos de errores. Por aquí desconocíamos todo, hasta los primeros trabajos de nuestro Estado mayor, que se reducen á una triangulación sumaria, unida á la real francesa. «Gracias á la iniciativa privada de algunos geógrafos franceses, se conocen las vertientes españolas.» ¿Conoce M. Trutat las publicaciones de nuestra Comisión del Mapa *geológico*? ¿Ha visto los estudios magistrales del ingeniero Sr. Mallada y de sus compañeros? ¿Conoce los mapas *geográficos* de Navarra, Huesca, Zaragoza, Lérida y Gerona, publicados después de los muy excelentes y detallados del Sr. Coello? ¿Hasta cuándo van á ser los franceses los únicos sabios que hay en el mundo?

R. BECERRO DE BENGOA.

LA ELECTRICIDAD Y LA MARINA DE GUERRA.

(Conclusión.)

Máquinas.—Respecto á las máquinas, se da gran importancia á su economía en el consumo de vapor, exigiéndose á los fabricantes que especifiquen el consumo de agua por caballo eléctrico y por hora, que garantizan no será excedido. Por cada libra de agua por caballo eléctrico y por hora que exceda el consumo del máximo garantizado, se impone cierta cantidad de multa; y si el exceso pasa de 10 libras por hora, se rechaza la máquina. El agua de alimentación se mide cuidadosamente, y se toman todo género de precauciones para evitar las pérdidas por fugas de vapor, etc. También se consideran de importancia las condiciones del aparato regulador, estipulándose que el aumento de velocidad, cuando se disminuye gradualmente el trabajo resistente, no debe exceder del 5 por 100.

Resistencias.—Antes de las seis horas de prueba é inmediatamente después de su conclusión, se mide la resistencia total de la dinamo, así como las de los circuitos parciales de la armadura y de las envolturas en serie y derivación de los electro-ímanes, á fin de obtener todos estos datos cuando los circuitos están fríos y cuando están calientes. Con este objeto se establecen conductores entre la parte cuya resistencia se quiere medir y el gabinete de prueba, y se efectúa la medida por medio de un puente de Wheatstone de la Compañía Silvertown y un galvanómetro marino de Thomson, cuya escala recibe la luz de una lámpara incandescente situada por detrás. Las pilas empleadas son las ordinarias de Daniell, dispuestas con un conmutador para introducir una ó más de ellas sin necesidad de variar los conductores.

Una vez hecha toda la instalación á bordo, se vuelven á probar las dinamos con sus motores.

III.—CIRCUITOS PARA LOS TORPEDOS Y LA ARTILLERÍA.

Cuando se adoptaron los siluros ó torpedos Whitehead como arma ofensiva de combate en los buques de guerra, se arrojaban desde un montaje especial, por medio de un aparato botador esencialmente reducido al vástago de un émbolo, accionado por el aire comprimido procedente de un depósito especial, desde el que pasaba al cilindro de impulsión por una válvula que se abría en el momento oportuno para el disparo. Pero siendo muchas veces necesario disparar el torpedo desde un sitio de observación lejano de su propio alojamiento, pronto se introdujo el uso de la electricidad para establecer la comunicación entre el observador y la válvula de disparar, y en 1879 se montó por primera vez un aparato eléctrico para abrir dicha válvula desde lejos. El método de botar los torpedos desde sus montajes por medio de una barra de impulsión se abandonó pronto, sustituyéndolo por otro más expedito, que consiste en alojar el torpedo dentro de un tubo ó cañón, en cuyo interior se admite el aire comprimido detrás del torpedo, y sale éste expulsado por la fuerza expansiva de aquél, que obra directamente, de la misma manera que la fuerza explosiva de la pólvora impulsa á la bala de un cañón. En este caso, lo mismo que antes, se abre también la válvula de disparar por medio de la electricidad, pero con aparatos perfeccionados.

En los primeros buques se dispusieron las baterías eléctricas bajo la línea de flotación, y los circuitos completos, esto es, con cables de retorno; y

donde no quedaban protegidos por blindaje debajo de la línea de flotación, se ponían los alambres dobles, apartándolos unos de otros para mayor seguridad de que no fuesen destruidos ambos circuitos á un tiempo por la misma causa. En la actualidad se disponen los circuitos con retorno por la tierra, pero dobles cuando están expuestos, como, por ejemplo, cerca de los tubos de los torpedos, y todos ellos, en las instalaciones modernas, llevan forro de plomo. El conductor es de un cordón de 7 alambres del núm. 22 (*L, W, G*), ó sea de 0,028 de pulgada de diámetro aislado con goma elástica, recubierto con tres capas de cinta de algodón preparada con goma elástica, y, finalmente, con un tubo de plomo forrado también con una fuerte precinta impregnada de una composición impermeable. Cuando se requieren conductores flexibles, se emplean formados de 36 alambres, cada uno del número 30 (*L, S, W, G*), ó sea de 0,012 de pulgada de diámetro, aislado como el anterior con goma elástica y cinta de algodón, y protegido con una precinta de cáñamo bien impregnada de composición Hooper.

Circuitos de la artillería.—También se emplea la electricidad en la marina de guerra para disparar los cañones, ya sea individualmente desde las mismas posiciones que ocupan, ó simultáneamente por grupos desde algún punto de observación protegido. Según las noticias del autor, este sistema fué empleado por primera vez en la práctica hacia el año 1874, por medio de una pila formada de 160 elementos de placas de cobre y de zinc, separadas por trozos de paño mojados de agua acidulada con vinagre. Con estas baterías se emplearon espoletas de tensión que, además de ser peligrosas, faltaban con frecuencia, á causa de la dificultad de mantener los circuitos libres de la humedad. Desde 1874 á 1881 el servicio de la artillería por la electricidad se ha hecho perfecto y completo, adoptándose los circuitos con retorno por la tierra, excepto en algunos casos de circuitos auxiliares que todavía se conservan completos.

Aparatos de seguridad.—Con objeto de evitar la posibilidad de un disparo involuntario de cañón, con sus desastrosos efectos, son indispensables los aparatos de seguridad en todos los circuitos. Para evitar el peligro de que por una equivocación ó descuido pueda dispararse el cañón antes de colocar en su lugar el aparato de cierre de la culata, se dispone el circuito de manera que se interrumpa automáticamente por el acto de abrir la culata, estableciéndose del mismo modo la comunicación por el movimiento del cierre después de haber efectuado la car-

ga; pero todavía podría dispararse el cañón antes de estar en su posición de fuego, en cuyo caso la energía del retroceso produciría averías en el montaje; y para evitar este accidente posible, se interrumpe automáticamente el circuito por el frente del montaje, mediante la acción del retroceso, y se vuelve á establecer de la misma manera cuando el cañón ocupa de nuevo su posición de disparar. Estas aperturas y cierres de los circuitos se efectúan por medio de contactos flotantes, los cuales, si bien proporcionan garantías contra una descarga accidental de la artillería, no están exentos de defectos, porque á veces son la causa de que falte el disparo en el momento requerido, y es evidente que un circuito protegido y continuo, sin ningunas de estas interrupciones, sería lo más seguro para realizar su acción propia.

En los antiguos buques de torre, especialmente en los que llevaban aparejo, el ángulo de tiro de los cañones se encontraba en ciertas regiones interceptado por la estructura de los buques, en cuyos casos se introdujeron las disposiciones convenientes para interrumpir automáticamente el circuito de fuego en dichas regiones. Actualmente en los recientes buques de torres y barbetas, que van colocadas cerca de las extremidades del buque sin ningún obstáculo en el campo de tiro de la artillería, son innecesarios los aparatos de seguridad; pero tanto en los buques modernos como en los antiguos no puede obtenerse toda la depresión que permite la artillería en todo el campo horizontal de tiro, y para evitar el peligro de hacer fuego sobre la cubierta del mismo buque, se ha ideado un ingenioso aparato automático conectado con el mecanismo hidráulico del servicio del propio cañón, sin que intervenga en él para nada la electricidad.

IV.—COMUNICACIONES ELÉCTRICAS.

La eficiencia y seguridad de un buque de guerra moderno depende en gran parte de los medios de comunicación entre los varios centros de acción en que se encuentra dividido: el oficial que dirige desde la torre de combate los movimientos del buque, necesita tener los medios de transmitir instantáneamente á las cámaras de máquinas cierto número de señales preconcebidas referentes al movimiento y parada de las máquinas, debiendo satisfacer los aparatos telegráficos para estas señales á la condición de acusar á dicho oficial que su orden se ha recibido correctamente y que va á ser cumplida en seguida. También se han ideado aparatos para conocer desde

el puente el número actual de revoluciones de las máquinas, sin tomarse el trabajo de emplear un reloj de segundos y un contador de revoluciones, y para tener sobre el puente un indicador de las posiciones de la caña del timón. Pero además de los aparatos transmisores de señales preconcebidas, se necesitan otros muchos medios de comunicación hablada desde la torre de combate á las cámaras de máquinas, á los aparatos de gobierno, á las torres y barbetas, á las situaciones de los torpedos, á los pañoles; en una palabra, es necesario que el comandante y sus ayudantes puedan comunicar directa ó indirectamente con todo el personal encargado de los múltiples servicios de un buque de guerra. Cuando sólo se trata de un número corto de señales preconcebidas, se emplean aparatos transmisores, que pueden ser mecánicos ó eléctricos, y en los demás casos se usan los tubos acústicos.

Hace unos seis años próximamente se recibieron de los buques varias quejas sobre la poca satisfactoria naturaleza de los medios empleados para las señales y comunicaciones interiores, y habiéndose propuesto varios nuevos instrumentos, principalmente eléctricos, para su uso en la marina de guerra, se nombró una Comisión compuesta de oficiales de la armada, constructores navales é ingenieros mecánicos de marina, de la cual fué el autor uno de los miembros para informar sobre el particular. En el estudio de la cuestión se tomaron en consideración las opiniones de gran número de oficiales de la armada, con objeto de determinar ante todo cuáles son las comunicaciones interiores más necesarias y mejores en un buque de guerra. En esta primera cuestión no estuvieron completamente conformes los oficiales de la armada; pero hubo suficiente acuerdo para establecer las bases generales que deben adoptarse. Con objeto de averiguar los mejores medios para conocer dichas comunicaciones interiores, la Comisión estudió todos los métodos que se habían empleado anteriormente; inclusive los que se usan en la marina mercante, examinó y probó cuidadosamente varios instrumentos nuevos, y practicó varios experimentos independientes.

Tubos acústicos y timbres llamadores.—Entre otras mejoras, la Comisión recomendó que todos los tubos acústicos que comunican con estaciones en que hay ruido ó vibraciones, ó con cualesquiera otras que se encuentren á más de 100 pies (30,5 metros) de longitud, deben aumentarse en diámetro interior desde $\frac{1}{4}$ de pulgada (31 m/m), que tienen los que están en uso, á 2 pulgadas (50 m/m), y que con estos tubos largos debe proveerse un sistema de timbres llama-

dores eléctricos. Este plan es el adoptado ahora generalmente en la marina de guerra, y con él han resultado muy mejorados los medios de comunicación. El timbre llamador consiste simplemente en el botón ordinario de la estación que llama y el conocido cuadro indicador con su timbre de la estación receptora, cuyos números indican el tubo particular á que hay que acudir para hablar con la estación que ha llamado. En los sitios en que hay mucha vibración ó ruido, se ha reconocido que las comunicaciones por medio de los tubos acústicos no son muy satisfactorias, y hay en estudio varios proyectos con objeto de mejorarlas.

La Comisión, muy inclinada por las inmensas facilidades que ofrecen los sistemas eléctricos de comunicación, efectuó pruebas con teléfonos de diferentes clases en sustitución de los tubos acústicos; pero los resultados no fueron suficientes para decidir su introducción en los buques de guerra.

Telégrafos.—Aunque para la transmisión de señales fijas tienen algunas grandes ventajas en el uso de á bordo los aparatos mecánicos más que los eléctricos; sin embargo, como medio de establecer la comunicación entre dos estaciones distantes, el sistema eléctrico es desde luego mucho mejor, pues basta considerar las muchas desventajas del complicado sistema de ejes y ruedas dentadas, atravesando una grande extensión del buque, al lado de la evidente sencillez de un simple alambre aislado como intermedio transmisor. La Comisión, por lo tanto, recomendó que el telégrafo mecánico para comunicar las órdenes desde el puente ó la torre de combate á la máquina, debe conservarse; pero que el telégrafo para las órdenes relativas á la velocidad de marcha, debería ser eléctrico. Los informes dados sobre varios de estos telégrafos eléctricos suministrados á los buques de guerra, no han sido favorables, aunque sí algunos en muy alto grado. Es discutible que los motivos de los informes desfavorables hayan sido siempre justificados; pero el resultado es que en la actualidad está algo nebulosa la aplicación de los telégrafos eléctricos en los buques de guerra, y, por consiguiente, el campo abierto á los inventores. Los telégrafos que hay en uso funcionan por medio de pilas primarias y secundarias; pero se ha propuesto un nuevo sistema accionado directamente por las dinamos del buque.

V.—OTRAS APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD.

Sin detenernos en pormenores, vamos á referir otras aplicaciones de la electricidad en el servicio

de la marina, entre las cuales una de las más importantes es la de las minas submarinas ó torpedos fijos que se establecen para las defensas de los puertos, los cuales exigen diversos aparatos eléctricos para comprobar su buen estado de funcionamiento y para darles fuego á voluntad ó automáticamente desde considerable distancia cuando se aproxima á ellos algún buque enemigo.

También se ha ideado y ha sido experimentado un aparato eléctrico para enviar un bote, sin ninguna persona dentro y desde algún sitio seguro, hasta alguna posición defendida por torpedos fijos, á fin de utilizarlos por medio de las contraminas. Con este aparato se puede gobernar el bote desde lejos, parar y volver á poner en movimiento sus máquinas, dejar caer las contraminas en el sitio requerido y darles fuego, realizando así una operación que de otra manera sería sumamente peligrosa, y cuyo mayor fracaso sólo puede costar la pérdida del bote, no la vida de alguien.

Señales de noche.—También se aplica la electricidad á las señales de noche. El semáforo ordinario para de día se ilumina de noche por medio de lámparas de incandescencia con reflectores introducidos en una caja de madera frente á los brazos del semáforo, que van pintados de blanco con objeto de hacerlos más visibles de noche con los reflejos de las lámparas eléctricas. Recientemente se ha introducido otro sistema de señales de noche, que consiste en cuatro lámparas de eclipses izadas en línea vertical desde uno de los topes. Estas lámparas, que son de incandescencia con filamentos especiales, están conectadas á un manipulador situado en el camarote de derrota y relacionado con otras cuatro lámparas pequeñas, cuyas indicaciones, concordantes con las colgadas del tope, sirven para revelar al operador el buen funcionamiento del aparato, con el cual pueden hacerse cierto número de combinaciones de lámparas de señales preconcertadas, que principalmente se refieren á los cambios de rumbo, de velocidad y á otras maniobras ordinariamente usuales en la navegación de los buques en escuadra.

Miras de la artillería.—Los puntos de mira de los cañones se iluminan ahora por medio de la electricidad con objeto de fijar las punterías de noche. Esto se efectúa por medio de pequeñas lámparas de incandescencia dispuestas con una batería de tres elementos sistema Leclanché y un conmutador de resistencias, con objeto de hacer la luz más ó menos brillante según las circunstancias.

Examen interior de los cañones.—Para examinar el interior de los cañones se facilita á los buques un

aparato que consiste en un espejo montado con inclinación en una armadura de metal, con una ó más lámparas de incandescencia de 100 bujías, según las dimensiones del cañón, y un mango largo para manejarlo, introduciéndolo dentro del ánima, cuyos defectos se examinan fácilmente.

Motores.—La aplicación de la electricidad para los motores no se ha adoptado todavía en tanta escala como lo han hecho ya otras naciones. El autor no confía mucho en la utilidad de su aplicación para la maniobra de los cañones, servicio de municiones, etc.; pero si los resultados son satisfactorios, la armada inglesa se aprovechará sin duda prontamente de la experiencia de las demás naciones.

La ciencia eléctrica está, sin embargo, en su infancia, prometiendo tan enormes desarrollos para el porvenir, que dentro de pocos años podrán ejecutarse por medio de la electricidad operaciones que ahora nos parecerían fantásticas. En todo caso, la marina de guerra inglesa no dejará de introducir en su servicio todos los adelantos de la ciencia que aumenten el primer poder defensivo de la nación.

F. CHACÓN Y PERY.

LAS CORRIENTES ALTERNAS

DE ALTO POTENCIAL Y GRAN FRECUENCIA (1).

(Continuación.)

M. Elihu Thomson, el célebre inventor del primer procedimiento industrial para la soldadura eléctrica de los metales y el preclaro descubridor de los más interesantes fenómenos de repulsión electrodinámica que hoy se conocen, ha dirigido también sus investigaciones hacia las corrientes de alto potencial y gran frecuencia, cuyas investigaciones le han conducido principalmente (y éste fué el objeto que las motivó) á la creación de un originalísimo pararrayos, en el cual se utiliza la inducción dinámica producida por las descargas atmosféricas para preservar de estas mismas descargas á los aparatos en comunicación con una línea eléctrica.

Es bien sabido que estas líneas, sobre todo cuando son aéreas, aunque no se hallen tan expuestas, como vulgarmente se cree, á servir de vehículo al rayo, son influidas poderosamente por todos los relámpagos que estallen en sus inmediaciones; y tan grande puede ser esa influencia, bien por la proximidad entre la línea y el relámpago, bien por la di-

(1) Véase el núm. 37.

rección paralela de la una y del otro, ó bien por ambas cosas, que los aparatos afectos á esa línea sufran algunas veces considerables deterioros por efecto de dicha influencia, á pesar de hallarse en cierto modo protegidos por descargadores de puntas ú otros artificios ideados con ese objeto.

Cualquiera que haya estado dentro de una estación telegráfica durante una tempestad, habrá observado las chispas que saltan entre las puntas de los descargadores al estallar cada relámpago, aun cuando la nube tempestuosa se halle distante de la estación; pues cuando está encima, los telegrafistas se ven obligados á dar tierra directa á la línea para librar sus aparatos, no ya precisamente de las descargas directas, bien raras por fortuna, sino también de las descargas secundarias ó inducidas, que entonces son muy intensas y tan rápidas como los relámpagos.

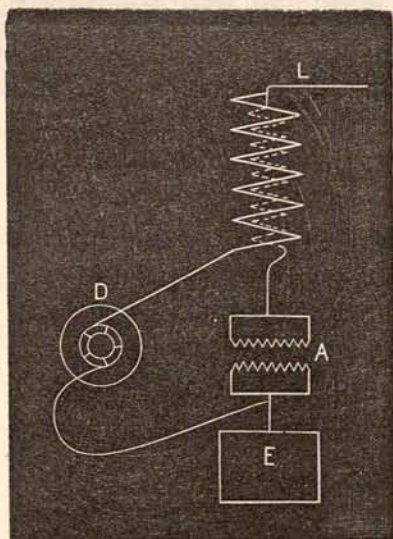


Fig. 34.—Pararrayos Thomson.

Con las líneas aéreas telefónicas ó de alumbrado ocurre lo propio, aunque las descargas secundarias son menos intensas y menos frecuentes por la menor longitud de los conductores y porque los circuitos son completos, ó sea con hilos de vuelta. Pero en las instalaciones de tranvías eléctricos, donde los circuitos se completan por la tierra como en telegrafía, las dinamos y motores eléctricos se hallan muy expuestas á que su aislamiento quede destruído por la enorme fuerza electro-motriz de self-inducción que en ellas producirán ciertas descargas atmosféricas secundarias, aun cuando éstas pasen en gran parte por un descargador colocado en derivación con la dinamo.

Con la clarividencia revelada en otra ocasión, M. E. Thomson pensó que podría conseguirse que la descarga pasase íntegramente por el descargador, disponiendo entre éste y la dinamo por un lado, y

la línea por el otro, una especie de bobina de inducción, en la cual la descarga reaccionase sobre sí misma para interceptar el camino, ya poco favorable de por sí, que le ofrece la dinamo.

La figura 34 representa esquemáticamente la disposición indicada. La bobina B posee dos enrollamientos distintos, y los dos comunican por un lado con la línea L. Por la otra extremidad, uno de los enrollamientos comunica con el descargador de puntas ó pararrayos ordinario A, y el otro enrollamiento comunica con la dinamo D. También pueden hacerse comunicar los dos enrollamientos á la par con la dinamo y el descargador. Estos dos aparatos comunican con la tierra E, como de ordinario, en los casos en que la tierra ha de suplir al hilo de vuelta.

Los dos enrollamientos de la bobina son del mismo sentido, para que sus inducciones se opongan, ó lo que es lo mismo, para que una descarga que pase

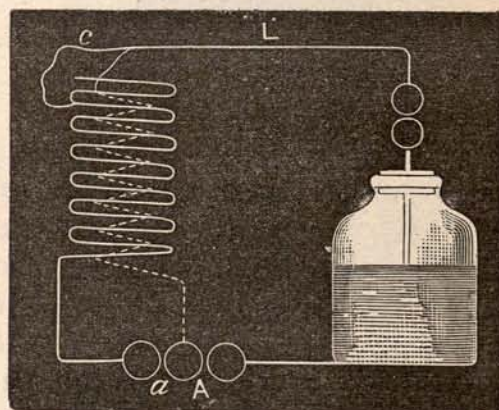


Fig. 35.—Experimento con las descargas de una botella de Leyden.

de la línea á la tierra por uno de ellos, induzca en el otro una fuerza electro-motriz de sentido inverso.

Así las cosas, toda descarga que llegue por la línea encuentra para pasar á tierra un camino más expedito á través del descargador que á través de la dinamo, en razón á la self-inducción de ésta, por lo cual la mayor parte de la descarga seguirá desde luego el camino del descargador; pero al pasar por el enrollamiento correspondiente de la bobina, inducirá en el otro carrete, ó sea en el que comunica con la dinamo, una fuerza electro-motriz contraria á la que origine directamente la fracción de la descarga que hubiera elegido ese camino. Dicha fracción puede quedar de ese modo anulada en la bobina, y la dinamo salvada por consiguiente.

El descargador de puntas ha de ir provisto de un imán para romper el arco que podría subsistir después de la descarga, si la fuerza electro-motriz de la dinamo fuese grande.

Ninguno de los dos solenoides de la bobina preservadora necesita tener muchas vueltas, aunque siempre debe tener algunas más el que comunica con la dinamo que el que va en circuito con el descargador de puntas. El hilo de que estén formados ha de ser grueso y hallarse fuertemente aislado para evitar que salten chispas entre las espiras.

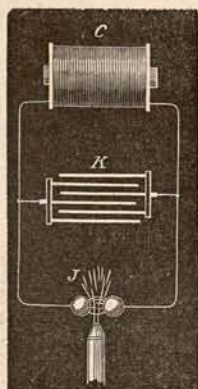


Fig. 36.—Disposición Thomson para obtener descargas muy frecuentes y de alta tensión.

Para estudiar la eficacia que pudiera tener su idea, M. E. Thomson recurrió primero á las descargas de una botella de Leyden, cargada constantemente por una máquina de Tœpler-Holtz, empleando una bobina cuyos solenoides tenían 12 y 20 vueltas respectivamente, y que se hallaban el primero en el interior y el otro en el exterior de un tubo de vidrio.

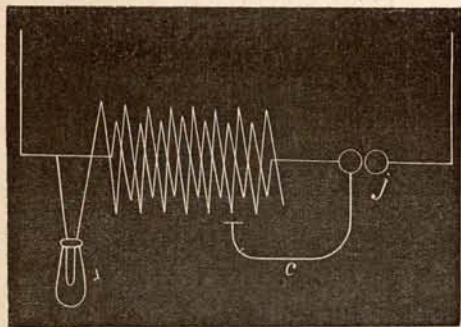


Fig. 37.—Experimento del pararrayos con descargas de gran frecuencia.

Según se ve en la figura 35, el solenoide interior iba unido directamente al hilo *L*, que representa en este caso la línea por donde llega la descarga, mientras que el enrollamiento exterior comunicaba con la línea mediante un hilo *c*, que permitía intercalar en circuito un número variable de espiras. Modificando de este modo la longitud del solenoide exterior, llegaba un momento en que la descarga pasaba

casi enteramente por el camino *A*, dando en *a* una chispa apenas perceptible.

Si se destruía el equilibrio entre los dos solenoides, intercalando en circuito un número mayor ó menor de vueltas exteriores, la chispa se hacía más vigorosa entre las bolas del excitador *a*, pudiendo llegar á ser mucho más fuerte que en *A*.

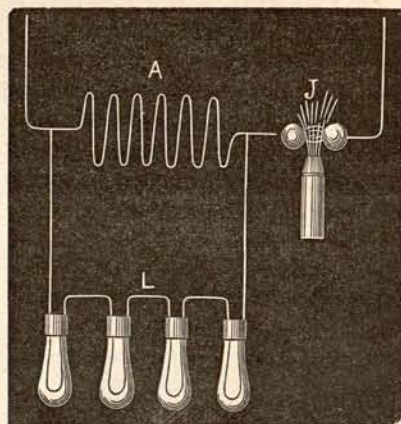


Fig. 38.—Lámparas encendidas por los efectos de self-inducción de un solenoide.

Quedaba así demostrado que es posible asignar un camino á la descarga con el auxilio de una sencilla bobina de doble enrollamiento, y, por lo tanto, que

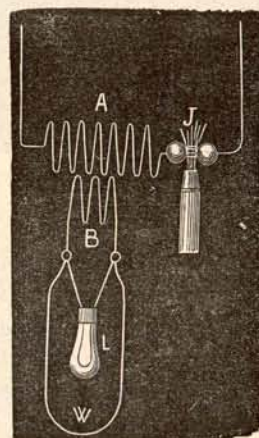


Fig. 39.—Lámparas encendidas con sólo tres espiras secundarias y a pesar del *shunt*.

la disposición representada en la figura 34 es capaz de preservar á la dinamo, ú otro cualquier aparato colocado en la misma forma, de las descargas procedentes de la línea, ya sean éstas directas ó inducidas. Pero Thomson quiso ensayar su procedimiento con descargas de más alta tensión, y para ello recurrió, como lo había hecho Tesla, á las de un condensador *K* (fig. 36) cargado por un alternador or-

dinario, después de elevar el potencial de las corrientes á 15.000 ó 20.000 volts mediante un transformador adecuado *C*. Las descargas del condensador se verifican á través del excitador *J*, al cual se dirige por un tubo una corriente de aire que, soplando el arco, origina en el circuito de descarga las más altas frecuencias y, por lo tanto, los más poderosos efectos inductores.

Intercalada la bobina preservadora en ese circuito de descarga, y colocando unas varias lámparas de incandescencia en serie con el enrollamiento exterior de la bobina (fig. 37), se observa que, tocando con el hilo *c* un punto variable de ese enrollamiento, la lámpara se ilumina vivamente con todas las posiciones del hilo volante, exceptuando una posición especial en la cual se realiza el equilibrio de la fuerza electro-motriz inducida y de la diferencia de potencial de la descarga. En esa posición, la lámpara,

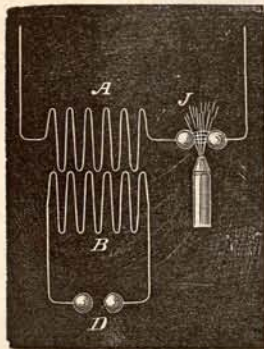


Fig. 40.—Lámparas iluminadas por la diferencia de longitud de dos solenoides.

ó cualquier otro aparato que la sustituyera, serán, pues, indiferentes á la descarga, y la protección resulta tanto más eficaz, cuanto que la experiencia ha demostrado que se pueden variar considerablemente las condiciones exteriores, tales como el voltaje de las corrientes de carga, la capacidad del condensador y la distancia entre las bolas del excitador, sin destruir el equilibrio establecido por tanteos en la bobina preservadora.

Además de estas importantísimas experiencias, de las que resulta bien patente la posibilidad de asignar á las descargas de alta tensión, como son las atmosféricas, un camino arbitrariamente elegido por el cual pasen á tierra sin causar deterioros, M. E. Thomson ha puesto de manifiesto los enérgicos efectos de self-inducción y de inducción mutua que se producen con el empleo de las altas frecuencias.

Colocando un solenoide *A* (fig. 38), formado con 15 vueltas de un hilo de 7 milímetros de diámetro, en el circuito de descarga del condensador, en cuyo

circuito se halla también el excitador *J* provisto del soplete de aire, es tal la fuerza electro-motriz de self-inducción desarrollada en ese solenoide, que se pueden encender 4 ó 5 lámparas de 100 volts dispuestas entre sí en serie, pero su circuito en derivación con el solenoide. Este puede, por consiguiente, hacer el papel de un transformador de corrientes alternas.

También se pueden encender una ó varias lámparas unidas á las extremidades de un circuito secundario *B* que no contenga más que 2 ó 3 vueltas de hilo (fig. 39), y la lámpara *L* se encenderá aun cuando vaya provista de un *shunt* ó derivación *W* de hilo corto y grueso. La self-inducción del *shunt* hace que la lámpara apenas sufra disminución en su brillo, y esto viene á corroborar lo impropios que son

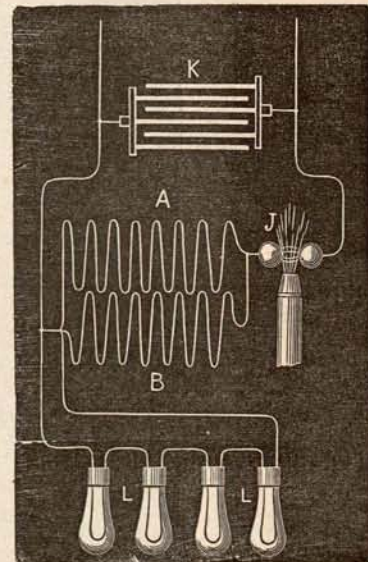


Fig. 41.—Disposición para obtener descargas secundarias de pequeña longitud.

los hilos metálicos para conducir corrientes de altísimo período.

Una lámpara de 25 volts y de 2 ampères se enciende con sólo emplear una vuelta de hilo secundario.

Cuatro ó cinco lámparas de 100 volts (fig. 40) se iluminan disponiéndolas en serie con un solenoide *A* que tenga menos vueltas que otro solenoide *B*, dispuesto paralelamente al primero. En este caso, las lámparas deben ser alimentadas por una corriente local que circule en el circuito formado por los dos solenoides en serie.

Disponiendo el solenoide *A* como primario y el *B* como secundario (fig. 41), con lo cual queda formada una bobina de inducción sin hierro, se obtienen entre las bornas del excitador *D*, unido al secundario, gruesas chispas de dos centímetros de longitud,

semejantes á las producidas por las botellas de Leyden.

Todas estas acciones son tanto más enérgicas cuanto mayor es la capacidad del condensador, cuanto más larga es la chispa en el excitador \mathcal{F} y cuanto más fuerte sea el soplo de aire. Este soplo es imprescindible, pues sin él se formaría un arco continuo en \mathcal{F} , y la frecuencia disminuiría considerablemente.

El aislamiento entre los solenoides utilizados para las anteriores experiencias, que había de ser fuerte en razón á las grandes diferencias de potencial que

debía soportar, se conseguía colocando el uno dentro y el otro fuera de un tubo de vidrio. Ese aislamiento no sería aún suficiente para obtener del secundario, según la disposición de la figura 41, descargas mayores de 4 ó 5 centímetros.

Poniendo á contribución las excelentes propiedades aisladoras del aceite, y, como es natural, aumentando el número de espiras secundarias, M. E. Thomson ha llegado á obtener gruesas descargas de 80 centímetros de longitud, con diferencias de potencial quizás de 500.000 volts.

La figura 42 representa la forma de la bobina em-

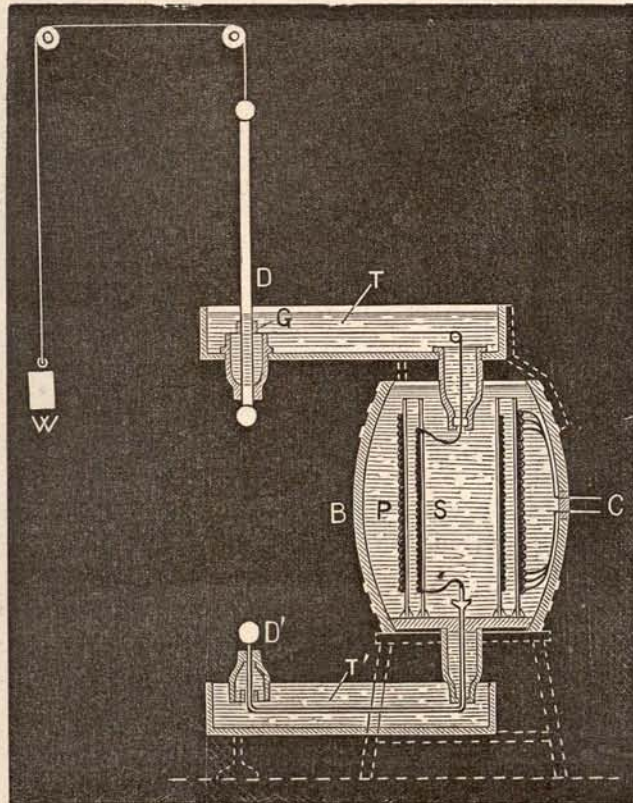


Fig. 42.—Bobina Thomson para alcanzar descargas de 80 centímetros á 500.000 volts.

pleada para conseguir tan potentes descargas. El circuito primario P y el secundario S van cada uno como enrollados sobre un cilindro de papel, y los dos se hallan sumergidos en un barril B lleno de aceite lubricante, ó sea una especie de parafina líquida. El diámetro del cilindro interior es de 33 centímetros, y el del exterior de 41.

El circuito primario P consiste en 15 vueltas de un conductor ó cable de cinco hilos bastante gruesos, y sus extremidades C salen, convenientemente separadas, por la parte más ancha de la cuba.

El secundario S lo constituyen 500 espiras de hi-

lo de 0,45 milímetros de diámetro, recubierto de algodón, y que forman una sola capa sobre el cilindro de papel de menor diámetro. La extremidad inferior de este circuito va unida á una varilla metálica que atraviesa un vaso de vidrio colocado en el fondo del barril, cuyo vaso penetra en un baño T' lleno también de aceite. La varilla se prolonga hasta la bola del excitador D' . Una disposición análoga se emplea para hacer comunicar la extremidad superior de S con la otra bola del excitador D . El tubo de latón que termina en esta bola está equilibrado por un contrapeso W que sirve para alzar ó bajar la bola D

y dar así más ó menos amplitud al excitador. Dicho tubo de latón debe tener por lo menos 25 milímetros de diámetro para evitar las descargas laterales por el aire.

Cargando un condensador consistente en 16 botellas de Leyden de 5 litros por medio de un alternador y de un transformador que eleve la tensión á 20.000 volts, la descarga oscilante de ese condensador á través de un excitador con buen soplete de aire y del circuito primario de la bobina que acabamos de describir, la inducción en el circuito secundario es de 1.500 á 2.000 volts por espira, lo que dará de 750.000 á 1.000.000 de volts en las 500 espiras. Pero teniendo en cuenta que el condensador absorbe una parte de la energía, es probable que la fuerza electro-motriz efectiva de la descarga entre las bolas DD' no sea mayor de medio millón de volts. Hoy no existen medios prácticos para medir tales tensiones.

La descarga forma un torrente de chispas que, según se colige de fotografías obtenidas con pequesísimo tiempo de exposición, deben ser unas 250 por segundo. Su color es blanco azulado y producen un fuerte zumbido. La potencia de la descarga se revela por la facilidad con que taladra las planchas de vidrio y rompe é inflama las de madera. Un bastón colocado de una á otra bola salta hecho pedazos.

En todas las experiencias de esta índole es muy importante que los hilos de comunicación tengan la menor longitud y self-inducción posibles para no disminuir la frecuencia. También ha de existir la relación conveniente entre el número de espiras de la bobina y la capacidad del condensador para obtener el mayor producto de la velocidad por la magnitud de la variación, ó sea para conseguir las descargas más enérgicas. Y, en fin, conviene evitar en todo el circuito de alta tensión las partes salientes y las superficies rugosas, porque dan lugar á disipación de energía y tal vez á descargas disruptivas parciales.

Las experiencias de Thomson, lo mismo que las de Tesla, han excitado tan vivamente el interés ó la curiosidad de los físicos, que son muchísimos los que las han repetido, y algunos han ideado aparatos sencillísimos para hacerlas más practicables. MM. d'Arsonval y Janet presentaron á la admiración del público los fenómenos descubiertos por los célebres electricistas norte-americanos durante la Exposición anual de la Sociedad francesa de física efectuada el mes de Julio último; y para presentarlos se valieron de aparatos contruídos por la casa

Ducretet, de París, basados en los mismos principios que los que hemos descrito, pero mucho más reducidos y notablemente simplificados: verdad es también que con ellos no pueden alcanzarse los enormes potenciales á que han llegado los atrevidos experimentadores americanos.

Las propiedades de las corrientes de alta tensión y gran frecuencia que en esas experiencias se ponen de manifiesto, serán por ahora de pequeño valor práctico; pero su gran importancia teórica es innegable, y por los nuevos derroteros que abren á la especulación, podrá llegarse sin duda á mejorar las condiciones en que hoy se utiliza la energía eléctrica, si no á aumentar el ya crecido número de sus aplicaciones industriales.

M. P. SANTANO.

VENTAJAS DEL MAYOR RENDIMIENTO

DE LOS PROPULSORES NÁUTICOS.

Examinemos las ventajas de un propulsor destinado á la navegación sobre otro de menor rendimiento en los casos que en la práctica pueden presentarse, y que se reducen á los dos que siguen: 1.º Cuando simplemente se reemplaza un propulsor por otro de mayor rendimiento en un buque ya construído, sin cambiar las máquinas motoras. 2.º Cuando se sustituye, al cambiar los propulsores, toda la maquinaria del buque por otra nueva.

Claro es que dentro del primer caso habrán de estimarse las ventajas desde dos puntos de vista: bien apreciando las que resultan por el aumento de velocidad que el uso del propulsor de mayor rendimiento proporcione, bien observando las que se produzcan al contentarse con la velocidad de marcha que el otro propulsor, de condiciones inferiores, suministraba; como también es evidente que el examen del segundo caso indicará todas las ventajas que el nuevo elemento de propulsión proporciona cuando se trata de proyectar y construir nuevos buques.

Aunque en la fórmula $T = KA v^3$, que da el trabajo resistente que el agua ofrece á la marcha de un buque de sección maestra, A y velocidad v no es más que aproximada, su sencillez la hace irremplazable para cierto género de cálculos, siendo por esto la preferentemente usada; preferencia que también la concederemos nosotros adoptándola en los nuestros.

Las máquinas marinas desarrollan en los cilindros

un trabajo determinado que representaremos por N_i , y claro es que solamente una parte de éste puede recogerse de los vástagos de los émbolos, indicada por αN_i , siendo α un coeficiente variable, menor que la unidad.

Parte de ese trabajo αN_i se consume todavía en el movimiento de diversos órganos intermedios, diferentes del propulsor propiamente dicho, quedando para éste un trabajo $\alpha\beta N_i$, en que $\beta < 1$.

Ese trabajo sería el que podría medirse sobre una polea puesta en lugar de las ruedas de paletas ó montada sobre el eje de la hélice en lugar de ella, y claro es que no todo él lo aprovecha el propulsor útilmente, empujando al buque en la dirección necesaria, sino sólo una fracción γ de él; de modo que, en resumen, el trabajo útil

$$T_u = KAv^3 = \alpha\beta\gamma N_i,$$

siendo el coeficiente γ el que, por medir el rendimiento del propulsor propiamente dicho, debe representar siempre su coeficiente de rendimiento.

Para otro propulsor, y tratándose del mismo buque, podrá establecerse la ecuación

$$T'_u = KAv'^3 = \alpha\beta'\gamma' N_i$$

en el primer caso de los antes expresados, es decir, cuando se conserve la misma máquina y el mismo valor, por lo tanto, para α ; y es evidente que, dividiendo una por otra las dos ecuaciones precedentes,

$$\frac{v^3}{v'^3} = \frac{\beta\gamma}{\beta'\gamma'},$$

de donde

$$v' = v \sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}}$$

De ahí se infiere que importa mucho conseguir el aumento de los dos coeficientes β' y γ' ; y para evidenciarlo más, supondremos que en un caso especial puede admitirse que próximamente son iguales β y β' , resultando

$$v' = v \sqrt[3]{\frac{\gamma'}{\gamma}},$$

y asignaremos valores numéricos á γ y γ' , suponiendo que el primero corresponde á una hélice que daba el 45 por 100 de rendimiento, y el segundo á otra que diera el 50. Con estos números,

$$v' = v \sqrt[3]{\frac{50}{45}} = v \sqrt[3]{1,111} = v, 1,05;$$

de modo que, puesto que lo mismo da, teniendo en cuenta la estructura de la anterior fórmula, contar por millas por hora que por metros por segundo, si el buque andaba antes 20 millas, podría marchar ahora 21.

Como los tiempos que invierte el buque de referencia en hacer una travesía determinada son inversamente proporcionales á las velocidades, podremos establecer en general

$$\frac{t}{t'} = \frac{v'}{v} = \sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}},$$

que resume las ventajas del propulsor de coeficientes $\beta'\gamma'$ sobre el que tiene los $\beta\gamma$, en el caso especial que examinamos.

Algunos valores numéricos aclararán más esta cuestión, permitiendo darse cuenta de lo que significan, desde el punto de vista que hemos tomado, los aumentos en los coeficientes β y γ , cual puede hacerse en el cuadro de la página siguiente.

La importancia que la velocidad de los buques tiene está tan reconocida, que fuera baldío el trabajo de hacer resaltar las ventajas que en aumentarla existen, teniendo todos presentes las titánicas luchas que entre las diversas Compañías de transporte marítimo se establecen por ganar, no ya unos días, sino unas cuantas horas en una travesía, por tener la evidencia de que esa mayor celeridad llevará á sus naves la casi totalidad de pasajeros y mercancías que hayan de hacer aquélla. En cuanto á la marina de guerra, de todos es sabido que á la mayor velocidad se le da primordial importancia, y el aumento que además recibe su radio de acción por el empleo de un propulsor de mayor rendimiento (igual al antiguo radio multiplicado por el coeficiente $\sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}}$)

hacen, de consuno, que se apresuren los buques de guerra á adoptar todas las transformaciones que aumentan su velocidad y radio de acción.

Desde el punto de vista económico, claro es que si en vez de t horas trabajan las máquinas del buque

$$t' = \frac{t}{\sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}}},$$

se encontrará el ahorro correspondien-

te á

$$t - t' = t \left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}}} \right) = t \left(1 - \frac{\sqrt[3]{\beta\gamma}}{\sqrt[3]{\beta'\gamma'}} \right) =$$

$\beta\gamma$	$\sqrt[3]{\beta\gamma}$	$\beta'\gamma'$	$\sqrt[3]{\beta'\gamma'}$	$\sqrt[3]{\frac{\beta'\gamma'}{\beta\gamma}}$	V EN MILLAS.	V' EN MILLAS.	t EN DÍAS.	t' EN DÍAS.	$t - t'$ EN HORAS.
40	3,42	50	3,68	1,08	10	10,8	8	7,4	14
					20	21,6	15	13,9	26
40	3,42	60	3,91	1,14	10	11,4	8	7	24
					20	22,8	15	13,2	43
40	3,42	70	4,12	1,20	10	12	8	6,7	31
					20	24	15	12,5	60
40	3,42	80	4,31	1,26	10	12,6	8	6,4	38
					20	25,2	15	11,9	74
40	3,42	90	4,48	1,31	10	13,1	8	6,1	46
					20	26,2	15	11,4	86
50	3,68	60	3,91	1,06	10	10,6	8	7,5	12
					20	21,2	15	14,2	19
50	3,68	70	4,12	1,12	10	11,2	8	7,1	22
					20	22,4	15	13,4	38
50	3,68	80	4,31	1,17	10	11,7	8	6,8	29
					20	23,4	15	12,8	53
50	3,68	90	4,48	1,21	10	12,1	8	6,6	34
					20	24,2	15	12,4	62
60	3,91	70	4,12	1,05	10	10,5	8	7,6	10
					20	21	15	14,3	17
60	3,91	80	4,31	1,10	10	11	8	7,3	17
					20	22	15	13,6	34
60	3,91	90	4,48	1,15	10	11,5	8	6,9	26
					20	23	15	13	48
70	4,12	80	4,31	1,05	10	10,5	8	7,6	10
					20	21	15	14,3	17
70	4,12	90	4,48	1,09	10	10,0	8	7,3	17
					20	21,8	15	13,8	29
80	4,31	90	4,48	1,04	10	10,4	8	7,7	7
					20	20,8	15	14,4	14

$$t \left(\frac{\sqrt[3]{\beta'\gamma'} - \sqrt[3]{\beta\gamma}}{\sqrt[3]{\beta'\gamma'}} \right);$$

y si se representa por p el peso de carbón gastado por caballo-hora indicado, aparecerá una economía de

$$X. \text{ kg} = pt \left(\frac{\sqrt[3]{\beta'\gamma'} - \sqrt[3]{\beta\gamma}}{\sqrt[3]{\beta'\gamma'}} \right) N_i.$$

Aplicando esta fórmula al caso de ser

$$\begin{aligned} N_i &= 4.000 \\ t &= 240 \text{ (10 días)} \\ \beta\gamma &= 50 \\ \beta'\gamma' &= 60 \\ p &= 1 \text{ kg. (1),} \end{aligned}$$

(1) Colombo, *Manuale dell' ingegnere*, pág. 269.

resulta

$$X = 240 \left(\frac{3,91 - 3,68}{3,91} \right) 4.000 = 57.600 \text{ kg.,}$$

que, á 20 pesetas la tonelada, da para el ahorro en combustible en sólo una travesía

1.152 pesetas.

Agréguese á esta economía la que resulta de disminuir el gasto que hacen los pasajeros alimentándose durante menor número de días; téngase en cuenta que un buque que obtiene mayor velocidad irá probablemente á toda carga, y se comprenderá que al cabo del año suministrará una renta enormemente aumentada, que en cada caso especial puede calcularse con facilidad, y que las diversas Compañías pueden encontrar prontamente con las fórmulas que hemos dado, y en vista del precio á que adquiera el carbón y á que le resulte la manutención de cada pasajero.

Tomemos otro punto de vista, y no nos propon-
gamos con el nuevo propulsor aumentar la veloci-
dad del buque, sino simplemente ahorrar combusti-
ble, conservando la marcha que con el otro órgano
de propulsión de menor rendimiento llevaba.

En ese caso, la ecuación

$$\alpha\beta\gamma N_i = KAv^3 = \alpha\beta'\gamma'N'_i$$

da

$$N'_i = N_i \frac{\beta\gamma}{\beta'\gamma'}$$

de modo que en vez de desarrollar el vapor en los
cilindros de las máquinas un trabajo de N_i caballos,
basta con que proporcione menor número de ellos,
resultando un ahorro de

$$N_i \left(1 - \frac{\beta\gamma}{\beta'\gamma'}\right) = N_i \left(\frac{\beta'\gamma' - \beta\gamma}{\beta'\gamma'}\right)$$

caballos de vapor indicados; y siendo p el peso de
combustible consumido por caballo-hora indicado,
una economía en peso de carbón de

$$pN_i \left(\frac{\beta'\gamma' - \beta\gamma}{\beta'\gamma'}\right),$$

que, á q pesetas la tonelada, da una disminución en
el gasto de

$$\frac{pqN_i}{1.000} \left(\frac{\beta'\gamma' - \beta\gamma}{\beta'\gamma'}\right).$$

Suponiendo

$$\begin{aligned} N_i &= 2.000 \\ p &= 1,5 \text{ kg.} \\ q &= 20 \text{ pesetas} \\ \beta'\gamma' &= 70 \\ \beta\gamma &= 60, \end{aligned}$$

resultará una economía por hora de

$$\frac{1,5 \times 20 \times 2.000}{1.000} \left(\frac{70 - 60}{70}\right) = 8,58 \text{ pesetas,}$$

que da para ahorro diario

$$206 \text{ pesetas;}$$

y suponiendo que se viaje en todo el año durante
doscientos días, una economía anual de

$$41.200 \text{ pesetas.}$$

Si en lugar de elegir números medios ó poco fa-
vorables se hace lo inverso, se llega á resultados
verdaderamente fabulosos: así, si

$$\begin{aligned} N_i &= 8.000 \\ (1) p &= 2,5 \\ q &= 25 \\ \beta'\gamma' &= 85 \\ \beta\gamma &= 50, \end{aligned}$$

se encontrará:

	Pesetas.
Para ahorro por hora.....	205
— — día de navegación.....	4.920
— — año (250 días).....	1.230.000

Fácil es calcular aproximadamente para cada bu-
que el ahorro que resulta de usar un propulsor de
mayor rendimiento; y por pequeños que sean los va-
lores de N_i , p , q y $\beta'\gamma'$, comparando este último pro-
ducto con $\beta\gamma$, siempre aparecerá una considerable
economía, que ascenderá á cantidades enormes si
ese cálculo se hace con objeto de averiguar lo que
una nación ó una poderosa Compañía marítima, que
tiene á su servicio miles y miles de caballos indica-
dos, puede economizar anualmente por la sencilla
sustitución de unos propulsores por otros.

Llevando unas máquinas que pueden desarrollar
 N_i caballos, dando sólo N'_i realmente, se transporta
inútilmente un peso muerto, que para nada sirve,
representado por el exceso del peso de la máquina
empleada, de N_i caballos, sobre el de otra menor de
 N'_i caballos.

La vida que á un buque le quede será el factor
principal que aconseje en cada caso si es convenien-
te ó no quitar la máquina de N_i caballos é instalar
en su lugar otra de N'_i , puesto que este reemplazo
deberá hacerse desde luego si el capital empleado
en él tiene tiempo de amortizarse antes que finalice
la vida de la embarcación; pero de todos modos,
como el gasto inicial ha de consistir en la diferencia
entre lo que cuesta adquirir la nueva máquina, ins-
talar ésta y quitar la antigua y lo que se obtenga
por la venta de esta última, bastará observar que
siendo r el peso medio de las máquinas por caballo
indicado, puede aumentarse el de las substancias
transportadas en

$$rN_i \left(\frac{\beta'\gamma' - \beta\gamma}{\beta'\gamma'}\right).$$

Dando á r el valor medio 150 kilogramos, por
ejemplo, y asignando á los números restantes de la

(1) Colombo, ob. cit., pág. 269.

fórmula los valores que á continuación se expresan, encontraremos:

Para $\left\{ \begin{matrix} N_i = 500 \\ \beta'\gamma' = 60 \\ \beta\gamma = 50 \end{matrix} \right\}$ una reducción en el peso de..... 12.750 kg.

Para $\left\{ \begin{matrix} N_i = 8.000 \\ \beta'\gamma' = 85 \\ \beta\gamma = 65 \end{matrix} \right\}$ Idem id. id..... 288.000 kg.

y de ese modo en cada caso particular puede deducirse con bastante aproximación el número de toneladas de carga que es posible aumentar al buque, y, por lo tanto, los ingresos que en cada travesía y al cabo del año, con arreglo á las tarifas adoptadas, proporciona la sustitución de máquinas.

Todavía varía aún más favorablemente el asunto si los propulsores son de tal especie que no haga falta que la máquina nueva sea semejante á la antigua, haciendo posible el introducir simplificaciones en aquélla.

Así, por ejemplo, si se encontrara un propulsor que, sin necesidad de mecanismos intermedios, transmitiere los caballos $\alpha'N'_i$ que proporciona el émbolo, la igualdad

$$\alpha\beta\gamma N_i = \alpha'\gamma'N'_i$$

indicaría una reducción de peso de

$$rN_i \left(\frac{\alpha'\gamma' - \alpha\beta\gamma}{\alpha'\gamma'} \right),$$

y de una manera general, esa reducción estará expresada por

$$rN_i \left(\frac{\alpha'\beta'\gamma' - \alpha\beta\gamma}{\alpha'\beta'\gamma'} \right),$$

fórmula en la que desde luego se observa la ventaja de que α' , β' y γ' sean los mayores posibles, es decir, de que se acerquen á la unidad cuanto más se pueda.

De todos modos, este cambio en las máquinas, claro es que no se hará mientras no produzca beneficios, y que éstos habrán de sumarse á los que antes indicamos como economía en el combustible, para obtener los ingresos totales que por sí solos proporcionan los nuevos propulsores.

No hay duda, por lo tanto, dada la relativa insignificancia del coste de reemplazar unos propulsores por otros, que á poco aumento en el rendimiento que los nuevos produzcan no dejarán de transformarse los órganos de locomoción acuática, y de esperar es que no la totalidad, pero sí gran parte de los buques construídos, prefieran, á hacer costosas reparaciones

en sus máquinas, sustituirlas por otras nuevas, que compensen con creces el aumento del gasto con el menor espacio que ocupen, el menor peso que exijan y el mayor rendimiento que produzcan.

Ideando un propulsor de crecido rendimiento con relación á las actuales hélices y ruedas de paletas y que exija mecanismos más sencillos que unas y otras, no es aventurado suponer que los buques de vapor en uso acudirán ansiosamente á transformar sus medios de locomoción, aumentando ó no su velocidad, según los deseos de los armadores; pero hallando seguramente cuantiosos ingresos en esa transformación.

En lo que no cabe duda alguna es en que el astillero que pueda única y exclusivamente construir propulsores de mayor rendimiento que los conocidos se verá apuradísimo, por poderosos que sean sus medios de acción, para hacer frente á los pedidos de buques nuevos que se le hagan, porque á todo aquél que haya de adquirir uno le importa en gran manera que tenga, ya mayor andar, ya muchos menos gastos de entretenimiento para conseguir la misma velocidad que con otros propulsores, aun cuando haya de ser algo mayor el desembolso inicial, que á poco que viva el buque quedará reintegrado, produciendo en el porvenir cuantiosas ganancias.

Al proyectar un buque, ó se exigirá de él la mayor velocidad posible, ó se pedirá el mayor espacio disponible que posible sea, sin pretender un notable andar, y en ambos casos un propulsor de mayor rendimiento y que exija máquinas sencillas resolverá de plano la cuestión.

Abundando en las anteriores ideas y por un cúmulo de circunstancias que fuera prolijo enumerar, á más de no ser propias de este lugar, creemos haber encontrado un sistema de propulsión que proporciona rendimientos muy superiores á los de las hélices y ruedas de paletas, y que además de esa decisiva ventaja lleva consigo la de consentir provechosas modificaciones en la maquinaria de los buques.

EDUARDO MIER Y MIURA.

NOTAS VARIAS.

PAPEL DE HIERRO.

El papel de fumar, el más fino, tiene mayor grueso que el que ha llegado á producirse laminando el hierro, gracias á la perfección que la industria metalúrgica ha alcanzado. En efecto, según refiere un

diario inglés, se ha conseguido obtener hierro en hojas tan finas, que 1.800 de ellas, superpuestas unas á otras y prensadas, no dan sino un espesor total de una pulgada inglesa, ó sea de $2\frac{1}{2}$ centímetros, correspondiendo á cada una un grueso de poco más de una centésima de milímetro, inferior á la de los papeles de fumar más delgados, que dan el mismo espesor de $2\frac{1}{2}$ centímetros agrupando 1.200 hojas.

LA ELECTRICIDAD DE FROTAMIENTO.

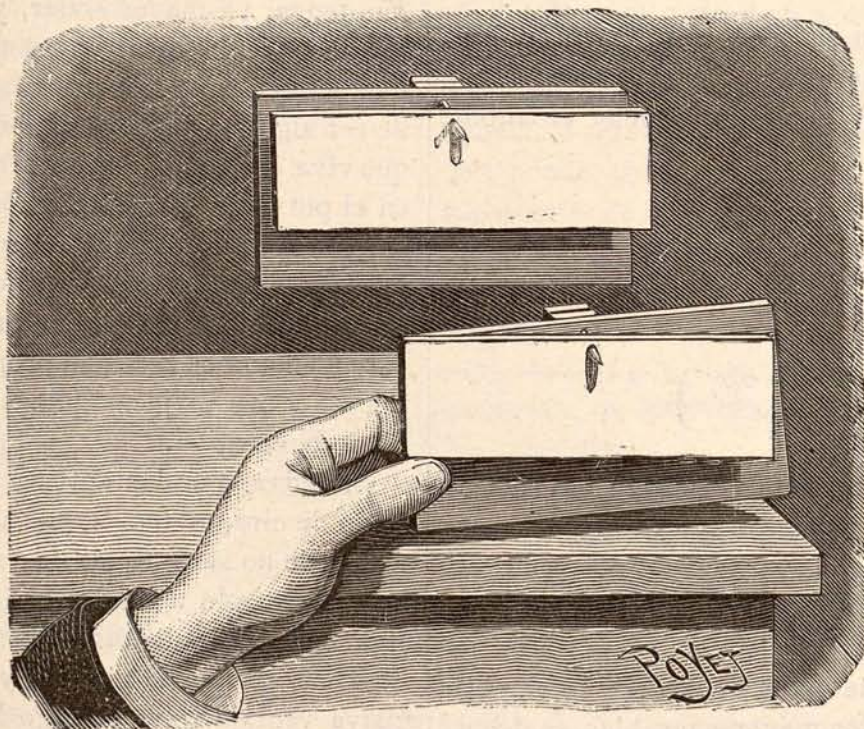
A presencia de unos redactores de *La Lumière Electrique* se ha efectuado un experimento curioso de electrización por medio del frotamiento del sulfuro de carbono con metales. Realizólo el físico se-

ñor Sidot, y consiste en encerrar en un matraz de vidrio espeso unos 15 ó 20 gramos de plata en granos con 30 ó 40 gramos de sulfuro de carbono puro. Se cierra el matraz á la lámpara, y si se seca su exterior calentándole ligeramente y se agita en la obscuridad, se ven brotar chispas del seno del líquido. El experimento es muy bonito, no resultando tan completo con el hierro ó el aluminio, y nulo con el platino, el cobre ó el zinc.

RECREACIÓN CIENTÍFICA.

NIVEL DE CARTÓN.

Se construye con dos pedazos de cartón, de forma exactamente rectangular, de igual longitud (20 centí-



Nivel de cartón.

metros próximamente), pero de distinta anchura: uno 6 y otro 10 centímetros, por ejemplo. Se hace un agujero á la parte media de la longitud y á 4 ó 5 centímetros del borde, y se clava en el mayor un alfiler, sujeto por la parte posterior del cartón con recortes del mismo, como indica el dibujo. En el cartón estrecho, que ha de ser el móvil, se prolonga el agujero por una pequeña ranura vertical y se suspende sobre la punta del alfiler, manteniéndole á pequeña distancia del grande, contra el cual no debe rozar. Colóquese el aparato sobre una chimenea horizontal, é inviértase el cartón móvil para ver si en ambas posiciones se mantiene bien sobre el alfiler, teniendo en cuenta que los bordes supe-

riores de ambos cartones deben quedar paralelos, lo que se consigue, en caso de necesidad, recortando el cartón.

Cuando se trata de calzar un mueble con este aparato, se coloca sobre aquél el cartón fijo: si el móvil se levanta á derecha ó á izquierda, es que el mueble está inclinado, y entonces se aumenta ó disminuye la altura de la cuña hasta que los bordes lleguen á ser paralelos.

MADRID

IMPRENTA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO

Don Evaristo, 8