

## ALUMBRADO ELÉCTRICO DEL PUERTO DE BARCELONA

(Continuación.)

ENSAYO PRACTICADO EN 1881.—Ya en Abril de 1881 el celoso é ilustrado Ingeniero D. Mauricio Garrán, á la sazón Director de las obras, propuso y obtuvo de la Superioridad la necesaria autorización para practicar en el puerto, como lo efectuó, una serie de ensayos encaminados á comprobar la posibilidad, conveniencia y ventajas de aquel poderoso sistema de alumbrado, en su aplicación á los muelles de nuestro puerto.

Estos ensayos, de los que más adelante nos ocuparemos con toda la atención que merecen, y cuyos resultados nos han sido de gran utilidad para nuestro estudio, versaron no solamente sobre la intensidad, efecto y continuidad de los focos, sino también sobre su más adecuado emplazamiento en los muelles, distancias relativas, alturas de suspensión, efectos de luz y sombra con y sin difusores de formas diversas, provistos ó no de reflectores cóncavos ó convexos, consumo de carbones, y, en una palabra, todas aquellas circunstancias que pueden interesar en un experimento de este género, y que fueron minuciosamente anotadas.

La máquina dinamo empleada por el Sr. Garrán en dichos ensayos para la generación del potencial eléctrico era del sistema Gramme, de las llamadas de cinco focos, por ser este el número máximo de reguladores que es susceptible de alimentar. Dicha máquina, construida por Gramme en 1878 (á raíz de haber terminado el estudio de su famosa lámpara de electroimán intermitente), y parecida en su disposición y formas generales á la llamada *tipo normal ó de taller*, que vino á reemplazar, con la diferencia de ser planos sus inductores de dobles polos consecuentes, desarrollaba á la velocidad de 1.300 vueltas por minuto, una diferencia de potenciales de 350 volts, con una intensidad de 13 amperes. Esta dinamo, de la que hoy sólo conservamos el recuerdo histórico, por lo débil de su campo magnético y la mala disposición del sistema inductor, representaba en dicha época la última palabra en materia de generadores industriales de electricidad. En cambio los reguladores de arco del mismo inventor que entonces se emplearon, y que eran, salvo ligeros detalles, idénticos á los de uso corriente en la actualidad, son considerados aún como de los más perfectos, ingeniosos y prácticos entre los infinitos sistemas que hoy existen.

Pues bien; con un generador defectuoso, y no obstante lo imperfecto de los medios de observación, los resultados de las pruebas fueron brillantísimos, y de ellos se dedujo la convicción de que el sistema de alumbrado eléctrico era, no solo práctico y estable, sino altamente beneficioso para

nuestros muelles. Y si esto sucedía en 1881, ¿qué no diremos hoy, cuando precisamente desde aquella fecha, y sin dejar de ser una ciencia nueva que aún nos tiene reservadas tal vez sus más maravillosas sorpresas, la electricidad ha marchado á paso de gigante, y de uno en otro rápido progreso, ya vibra y palpita en todo el orbe, obediente y sumisa á nuestra voluntad?

Para poder juzgar sobre el alcance de esta transformación, intentaremos consignar en rapidísimo bosquejo los principales adelantos obtenidos en esta ciencia desde la época citada á la actualidad, prescindiendo en absoluto de aquellas de sus ramas, las más interesantes quizás por la trascendencia de sus aplicaciones, que no resultan pertinentes para nuestro objeto. Así, no diremos nada de los progresos realizados en la telegrafía, telefonía y fonografía, ni en la electrolisis y electro-metalurgia; y haremos también caso omiso de otras recientes invenciones, no menos sorprendentes y de fecundos resultados.

PROGRESOS DE LA CIENCIA ELECTRO-MAGNÉTICA, EN SU APLICACIÓN AL ALUMBRADO DESDE 1881 Á LA ACTUALIDAD.—Tal vez no sepamos definir todavía con exactitud lo que es la electricidad, ni comprendamos en mucho tiempo aún de un modo completo su esencia ó naturaleza íntima. Las teorías de Symmer y de Franklín, referentes á la existencia de los dos fluidos ó del fluido único, han pasado ya á la categoría de meras hipótesis más ó menos ingeniosas, pero reconocidamente ficticias, y únicamente los notabilísimos experimentos de Bjerknés y Stroh han contribuido á esclarecer un tanto la cuestión. Hoy día, podemos asegurar que la electricidad no es un fluido, ni una materia, ni una sustancia, sino una manera especial de ser, un movimiento vibratorio molecular de rapidez vertiginosa y enteramente análogo, salvo su amplitud, al de las ondas sonoras, caloríficas y luminosas, pero con la diferencia de que no afecta regularmente á nuestros sentidos. La electricidad se nos manifiesta siempre por la producción de un trabajo, ya sea éste mecánico, químico, físico, energía calorífica, sonido ó luz; y si ignoramos en realidad su esencia, podemos en cambio producirla á nuestra voluntad, como una de las múltiples formas ó manifestaciones de la energía, de acuerdo con el sublime principio de la *unidad de las fuerzas físicas* sentado por el Padre Secchi.

En este hecho capital estriba el fundamento del admirable sistema dinámico de unidades eléctricas propuesto en 1862 por la Asociación británica, sancionado en 1881 por el Congreso internacional de electricistas y adoptado después universalmente con gran provecho de la ciencia pura y de sus aplicaciones industriales. Desde que en 1830, y aprovechando las observaciones de Erstedt, Ampere y Arago, realizó el ilustre Faraday su admirable descubrimiento de la inducción magnética, no registra la ciencia de que tratamos otro hecho de mayor transcendencia por sus grandes resultados

prácticos. Esto no obstante, las leyes sentadas por aquel físico inmortal; ampliadas más tarde por Lenz y Maxwell, y aplicadas por Kirchoff á los circuitos complejos, en unión de la ley de Joule, determinante del calor desarrollado en los conductores, y la debida al insigne Ohm d'Erlangen, quien demostró con el solo auxilio de las matemáticas puras la relación que existe entre la fuerza electro-motriz, la intensidad y la resistencia, son y serán siempre consideradas como el verdadero fundamento científico de la electricidad industrial.

Posteriormente sabios tan ilustres como Weber, Müller, Waltenhoffen, Jacobi, Scoresby, Sturgeon, Kapp, Deprez, Clark, Clausius, Tompson y cien más que podíamos citar, han elevado esta ciencia á la altura en que hoy la encontramos, por más que esté muy lejos aún de haber dicho su última palabra. De toda esta pléyade de eminentes electricistas, se destacan, sin embargo, las colosales figuras de los Doctores Hopkinson y Frölich, autor aquél de importantísimos perfeccionamientos en los modernos generadores, y de las curvas del magnetismo, de las que las famosas *características* de Marcel Deprez constituyen un mero caso particular (1); é inventor el segundo de su exactísima fórmula práctica universalmente adoptada para dar la fuerza de un electro-imán, y de la teoría más satisfactoria y científica que existe para el cálculo de las máquinas dinamo-eléctricas.

Gracias á estos hombres notables, va cesando casi por completo el empirismo predominante durante tantos años en la construcción de estas interesantes máquinas, y del que no se han librado, sobre todo en sus primeros tiempos, inventores tan ilustres como Gramme y el mismo Edison. La teoría de las dinamos era entonces sumamente imperfecta, y hasta hace muy poco, realmente, no se han determinado con exactitud las leyes de los flujos de fuerza, así como la mejor utilización de los elementos materiales. De aquí, que la mayor parte de dichas máquinas, exceptuando las más modernas, se resientan de la débil potencia de su campo magnético, y de la incertidumbre en combinar las proporciones relativas de sus diversas piezas, secciones de los inductores, anillos, carretes ó magnitud del entreferro. Los rendimientos industriales de estas máquinas rara vez llegaban al 65 y 70 por 100, cuando hoy exceden en muchos de los tipos del 90 y 95, no obstante su precio hartó inferior y su más elevada potencia.

Las antiguas y arraigadas preocupaciones sobre la conveniencia de las débiles velocidades rotativas han desaparecido por completo, pues la teoría ha demostrado que una dinamo es más potente y más económica cuanto más velozmente gira, por más que la práctica no consienta exceder de

---

(1) Cuando se suprime la reacción producida por la corriente del inducido.

ciertos y determinados límites, y que la verdadera velocidad que debe considerarse es la tangencial.

Asimismo se va desechando el temor de los potenciales elevados y de las intensidades poderosas, sobre todo en las máquinas de corriente continua; hoy día manejamos fácilmente dinamos como las de los sistemas Brush y Tomson-Houston, con 1.500, 2.000 y 3.000 volts de diferencia de potenciales; y algunas de las últimas, como las que abastecen el alumbrado eléctrico de Roma, de corrientes alternativas. En el transporte eléctrico de la fuerza no es extraño ver empleados, como en los experimentos de Creil, generadores con 7 y 8 000 volts de fuerza electro-motriz, y que funcionan perfectamente sin la menor alteración de las leyes de la inducción magnética, ni aumento en intensidad de las chispas que se producen en las escobillas. Por último, en los procedimientos de reducción del aluminio y otros metales, y producción de las aleaciones, imaginado por los hermanos Cowles y perfeccionado por el Profesor Mabery de Cleveland, se emplean máquinas dinamo-eléctricas de una potencia extraordinaria, á fin de utilizar los efectos caloríficos de la fuerte corriente producida. A este grupo de generadores pertenece la célebre dinamo Brush, llamada «la gigante», y que se consideraba hasta hace poco como la más grande del mundo. Dicha máquina, que pesa unas 10 toneladas y cuya armadura, de 1<sup>m</sup>,06 de diámetro, contiene 378 kilogramos de hilo de cobre, así como sus ocho inductores 2.642 kilogramos, puede desarrollar, como se ha comprobado diferentes veces, á una velocidad de 405 vueltas por minuto, una potencia efectiva de 249.000 watts, ó sean 334 caballos eléctricos, correspondientes á una fuerza electro-motriz de 83 volts, y una intensidad de 3.200 amperes; esta corriente se ha elevado en ocasiones á 3.400 amperes, descendiendo el potencial á 68 volts y el trabajo desarrollado á 231.000 watts. Esta dinamo tan poderosa ha sido superada, sin embargo, por la del sistema Crompton, construida en sus talleres de Chelmsford (Inglaterra), por dicho eminente Ingeniero para la misma casa de Cleveland, y cuya potencia mínima, garantizada, excede de 300.000 watts. Esta máquina, hoy la mayor del mundo, quedará, no obstante, empuñada muy en breve, por las dos gemelas que el mismo Crompton tiene actualmente en construcción con idéntico objeto, y cada una de las cuales podrá desarrollar un trabajo mínimo de *medio millón* de watts, ó sean más de 680 caballos dinámicos; fuerza prodigiosa al considerar que ha de ser producida por una sola máquina eléctrica, y que abre horizontes hasta ahora desconocidos para la industria, toda vez que dichas máquinas, como sabemos, aprovechan hasta el 96 por 100 de la fuerza motriz, mientras las de vapor más perfeccionadas alcanzan rara vez al *diez*. Para comprender la importancia y significación de aquella cifra, basta decir que la primera dinamo industrial que construyó Gramme

en 1869, y que fué considerada entonces como de potencia excepcional y un verdadero triunfo del electro-magnetismo (máquina de disco vertical con dos grupos exagonales de seis bobinas cada uno), desarrollaba un trabajo total de 1.160 watts, ó sea caballo y medio dinámico. El tipo llamado de taller, que dió á conocer el mismo inventor en 1873, es decir, hace sólo diez y siete años, y que se extendió rápidamente por Europa, tenía una fuerza de 1.900 watts (75 volts y 25 amperes), ó sean 2,60 caballos.

Los mismos adelantos ligeramente indicados para las máquinas generadoras, pueden observarse también en las llamadas *receptorices*, ó sea en los verdaderos *motores* eléctricos.

Las aplicaciones industriales de éstos van siendo, en efecto, numerosísimas, y más aún, desde los últimos perfeccionamientos de los llamados *acumuladores*, inventados por Planté en 1860, por más que Gautherot reconociera mucho tiempo atrás la existencia de una corriente ulterior en los electrodos de un voltámetro. Hoy día el empleo de nuestras potentes dinamos receptorices en combinación con los acumuladores de formación rápida, ideados por Foure y perfeccionados por Sellon, Volekmar y otros notables electricistas, se prestan á la resolución de interesantísimos problemas, hasta ahora impracticables, como los de las navegaciones submarina y aérea; pero su aplicación más extendida actualmente y de más tangible utilidad, es la del transporte eléctrico de la fuerza á largas distancias. Recordando el gran rendimiento efectivo de dichas máquinas, y la facilidad de aprovechar con ligero gasto numerosas fuerzas naturales, como la de los saltos de agua, en puntos donde no sea posible la instalación de una gran fábrica, pero sí la de uno ó más generadores, compréndese la transcendencia de esta aplicación, que puede revolucionar y transformar la industria en países como el nuestro, donde lo que sobran son elementos y fuerzas naturales, en su mayor parte inactivas.

Mucho hay que trabajar aún para dar tan interesante cuestión como resuelta; pero lo hecho hasta hoy día basta para augurar el brillante porvenir de tan fecunda idea. Sin necesidad de recordar los notabilísimos ensayos realizados en Francia por Marcel Deprez para la transmisión de la energía eléctrica hasta 56 kilómetros de distancia, y cuyos resultados son universalmente conocidos, nos bastará citar algunos ejemplos de las instalaciones de este género ya efectuadas con el más lisonjero éxito, tanto en América como en Europa (Inglaterra, Austria-Hungría y más especialmente Suiza). Una de las aplicaciones más interesantes por su gran importancia, es sin disputa la realizada en los Estados Unidos para la utilización de una pequeña parte de la inmensa fuerza motriz que representan las célebres cataratas del Niágara. Al efecto, se ha derivado de aquéllas un volumen líquido que asciende aproximadamente al *uno* por 100 del total, y que, sin embar-

go, representa la enorme fuerza de 100.000 caballos dinámicos. El agua es conducida por un túnel construido paralelamente al río, y que desemboca otra vez en él, bajo el famoso puente colgante, há poco destruido por un huracán. Esta gran fuerza motriz se recoge y utiliza, por medio de transmisiones eléctricas para el servicio de numerosos pueblos y ciudades, aunque dentro de un radio no muy extenso, pues Búfalo, que es la población más apartada del generador y que emplea la fuerza transmitida para su alumbrado, dista de aquél unos 32 kilómetros. Dicha instalación constituye para toda la comarca un verdadero manantial de riqueza, pues la Compañía podrá distribuir muy en breve la fuerza motriz, según se asegura, al bajo precio de 75 pesetas por año y caballo.

En California se halla actualmente en construcción un vasto proyecto para derivar de las aguas del lago Tahoe un caudal de la misma potencia que el anterior.

En Sault-Sainte-Marie, la Compañía local Edison aprovecha una fuerza de 1.800 caballos derivada del lago Superior; y en Santa Catalina (Ontario), el Welland Canal proporciona otros 1.200 caballos para la explotación de un ferrocarril eléctrico del sistema Van Depoele, para el transporte de viajeros y mercancías.

(Se continuará.)

---

## CONGRESO INTERNACIONAL DE FERROCARRILES

---

La Asociación que periódicamente celebra los Congresos internacionales de ferrocarriles, ha terminado el 31 del mes de Agosto último las sesiones correspondientes á la cuarta reunión, que ha tenido lugar en la capital de Rusia.

Aun cuando la epidemia cólerica ha retraído algunos de los miembros que indudablemente hubieran asistido en circunstancias normales, la importancia de las sesiones no ha decaído en modo alguno con respecto á las celebradas en las anteriores reuniones, y las notables Memorias que se han presentado y discutido, arrojan gran luz sobre las diversas cuestiones referentes al establecimiento y explotación de los ferrocarriles.

A esto ha contribuido también la cooperación de gran número de Ingenieros rusos, que por su vasta ilustración y las condiciones especiales de su país, poco conocidas para la generalidad de los congresistas, han suministrado nuevos datos para esclarecer algunos de los asuntos puestos á discusión.