

de electro-imanés. Por estas razones se ha decidido Deprez á conservar el imán permanente en su motor eléctrico.

La mayor parte de los pequeños motores eléctricos que se han discurrido desde la construcción del que acabamos de describir están basados en el mismo principio, el de la rotación de una bobina Siemens, ora entre los brazos de un imán permanente ó bien entre los de un electro-imán. En el motor Trouvé, el electro-imán en forma de U recibe primero en su hilo la corriente de la pila que pasa en seguida al de la bobina móvil. Las caras polares de ésta están ligeramente descentradas; "en lugar de ser porciones de un cilindro cuyo eje coincide con el del sistema, dice el inventor, tiene la forma de caracol, de suerte que al girar acercan gradualmente sus superficies á las del imán. Entonces empieza la acción de repulsión, de modo que se evita prácticamente el punto muerto (1). "Los brazos del electro-imán del motor Trouvé llevan un marco de cobre, en el cual están fijos los diferentes accesorios, penachos frotadores, contrapuntas entre las cuales oscila la bobina, etc., Hay una rueda dentada montada verticalmente por un puente sobre el electro-imán, de manera que responda á todas las aplicaciones gracias á la variedad de sus transmisiones, ya por medio de una cuerda, ó de una cadena Galle ó Vaucanson, ó bien por engranaje. Un modelo de 3,300 gramos de peso desarrolla 3,5 kilográmetros por segundo; la pila que lo pone en acción es de bicromato de potasa, cuyo consumo equivale á un gramo de zinc por 94 kilográmetros. M. Trouvé duplica ó triplica el número de bobinas y de baterías que las ponen en acción, para obtener mayores fuerzas.

Más adelante volveremos á hablar de ello al mencionar sus aplicaciones á las máquinas de coser, á la navegación marítima y á la aérea. A las primeras se ha aplicado más especialmente otros pequeños motores eléctricos, que como los de Griscom, Burgin, Borel, etc., llamaban la atención en la Exposición de 1881

Hemos dicho más arriba que los motores eléctricos de inversión de corriente, ya sean magneto-eléctricos ó ya dinamo eléctricos, no se pueden utilizar sino cuando el trabajo no pasa de algunos kilográmetros por segundo. Para fuerzas mayores hay que apelar á las máquinas de corriente continua, como las de Gramme. Y en efecto, según veremos, se ha recurrido á esta clase de motores para lograr la solución de un problema de mecánica práctica de gran interés, el de la *transmisión de la fuerza á larga distancia*.

Se puede hacer uso de los motores del tipo Deprez en muchos casos en que no se necesita gran fuerza; ya hemos hecho mención de las máquinas de coser; las de cortar, los tornos de relojero y todas las herramientas que requieren regularidad y precisión con escasa fuerza se hallan en el mismo caso. Motores Deprez son los que ponen en movimiento los aparatos telegráficos del sistema múltiple impresor Baudot.

(1) Para evitar el inconveniente del punto muerto que es consecuencia de la inversión de sentido de la corriente á cada media vuelta de la bobina, fraccionó Deprez la armadura de Siemens en dos partes iguales en el sentido de la longitud, pero disponiéndolas de modo que formasen un ángulo de 90°. El producto de un motor cuyas bobinas, así conjugadas en ángulo recto, estaban situadas en el mismo imán, resultó considerablemente disminuido; pero fué mucho mayor cuando se dió á cada bobina un imán excitador separado. Parece desprenderse de aquí que la supresión del punto muerto, que puede ser útil en ciertas circunstancias, no es ventajosa desde el punto de vista económico. ¿Son preferibles las otras disposiciones encaminadas al mismo objeto? No lo cree así M. d'Arsonval, quien piensa que la modificación de las caras en las bobinas de inversión de corrientes sólo resuelve el problema en apariencia, que en realidad no hay otros motores sin puntos muertos sino los que tienen dos bobinas en ángulo recto, á no ser que se trate de máquinas provistas de colector de Gramme, que desarrollen durante su rotación una fuerza electromotora continua.

En la Exposición internacional de Electricidad llamaban la atención dos aplicaciones del motor Trouvé de las que vamos á decir algunas palabras. En el estanque del centro del palacio navegaba una lancha movida por la electricidad. Algunos meses antes se habían hecho análogos experimentos en el Sena y en el lago del bosque de Boloña con resultado muy satisfactorio; en los practicados en el río, la lancha, tripulada por tres personas, remontó fácilmente su curso con la velocidad de un metro por segundo, y á la bajada adquirió la de 2<sup>m</sup>,50. El motor, situado en la parte superior del timón, era un motor eléctrico Trouvé de dos bobinas, puesto en acción por dos baterías de bicromato de potasa instaladas en medio del barco. En la figura 437 se ve cómo se comunicaba el movimiento, por medio de una cadena Vaucanson, á una hélice encajada en la parte inferior del timón. La comunicación de las pilas con los órganos motores se efectúa por medio de unos cordones metálicos flexibles que sirven también para la maniobra del timón, recubiertos varias veces de seda y de algodón y en último lugar de un tubo de caucho que los preserva de la humedad y de cualquier pernice. El que dirige la lancha lleva en cada mano uno de estos cordones, sosteniéndolos por un mango adaptado á su mitad y provisto de un contacto; con un simple movimiento del pulgar sobre este contacto puede poner el motor en acción ó detenerlo inmediatamente.

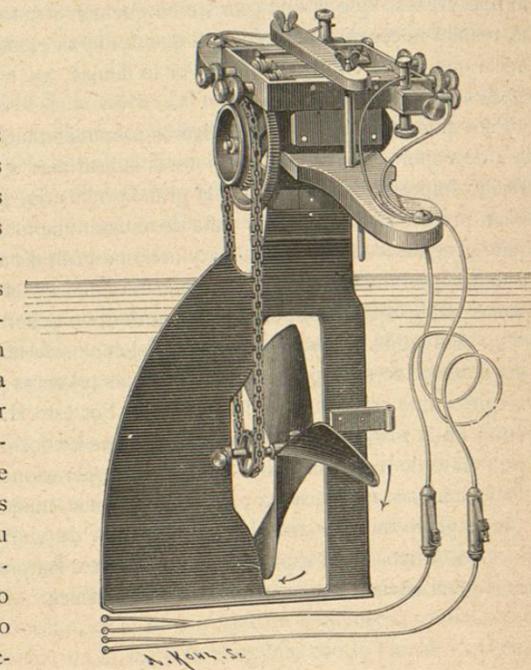


Fig. 437.—Motor de hélice de la lancha Trouvé

Esta ingeniosa aplicación de los motores eléctricos á la navegación, ¿puede hacerse extensiva á los buques de cierto número de toneladas? Hecha la pregunta en esta forma, la respuesta nos parece cuando menos dudosa. En efecto, la pila no tan sólo es una generatriz costosa de electricidad, sino también molesta y de duración muy limitada. Mientras no se descubra un generador de mayor potencia, un acumulador en el que en pequeño volumen se pueda almacenar una cantidad algo considerable de energía eléctrica, parécenos evidente que la navegación por la electricidad quedará limitada á las embarcaciones menores y será cuestión de lujo y de curiosidad.

Lo mismo puede presumirse, aunque sólo en parte, por lo que respecta á la navegación aérea eléctrica. En efecto, la gran ventaja de un motor eléctrico sobre uno de vapor consiste en que no tiene fuego ni produce humo, ventaja de importancia capital cuando el aparato es un globo lleno de hidrógeno, es decir, de un gas esencialmente inflamable. Así pues, en este caso toda la cuestión quedará reducida á la invención de un acumulador de peso muy reducido con relación á la fuerza almacenada. Otra ven-

taja del motor eléctrico está en conservar un peso constante, sin necesidad de abandonar al aire los productos de la combustión que, deslastrando de continuo el globo, tienden á remontarlo por la atmósfera.

Los motores eléctricos que acabamos de describir no pueden en modo alguno luchar en potencia con los motores ordinarios, como las máquinas de vapor, ni casi se ha logrado construir algunos cuya fuerza equivalga á más de un caballo de vapor. La razón de esto nos la dan los principios de la teoría mecánica del calor; el trabajo de las máquinas electromotoras es otra de las formas de la potencia calorífica que desarrollan las acciones químicas de la pila; mas como este modo de producción del calor es mucho más costoso que el que consiste en quemar el carbón necesario para producir vapor, resulta necesariamente de aquí que la fuerza electromotriz es mucho menos económica que la del vapor de agua. Por lo demás, así lo ha confirmado plenamente la experiencia.

Pero si los motores eléctricos ligeros no pueden luchar por tal concepto con la máquina de vapor ó con los demás motores industriales, si por espacio de largo tiempo ha parecido imposible utilizarlos en la grande industria, hay otra clase de servicios que pueden prestar siempre que se trata de obtener una fuerza poco considerable, pero que requiere regularidad, rapidez suma y acción á gran distancia. En tales condiciones, tienen una superioridad aumentada por la facilidad en el modo de hacerlos funcionar y de interrumpir el trabajo, por la carencia de todo peligro y por el poco espacio que necesitan. Acabamos de presentar algunos ejemplos de las varias aplicaciones de que se les ha reconocido susceptibles: pero desde las primeras pruebas se comprendió la clase de servicios que estaban llamados á prestar. Por esto M. Froment, el hábil y malogrado inventor de la máquina de rotación directa que hemos descrito anteriormente, se valía de esta clase de máquinas para las delicadas operaciones de mecánica científica á que se dedicaba. Las aprovechaba para mover tornos, máquinas de dividir, esos artefactos de tanta precisión que trazaban en un tubo de vidrio divisiones sumamente finas, hasta 1,000 trazos en el espacio de un milímetro. La precisión, la delicadeza infinita de esta máquina hacían de ella una maravilla mecánica.

## CAPITULO XI

### TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE LA FUERZA

#### I

##### TRANSMISIÓN DE LA FUERZA

Anteriormente hemos visto que el principio de la reversibilidad, aplicado á las máquinas eléctricas, había sido el punto de partida de importantes progresos en la construcción de los motores que sacan de la electricidad toda su potencia. Mientras el generador de la electricidad ha sido la pila, mientras el fluido se ha sacado de una combinación química como la combustión del zinc, operación costosa y molesta, ha habido necesidad de limitarse á los pequeños motores, á los que dejamos descritos en el capítulo precedente. Pero la cuestión ha variado de aspecto cuando se ha pensado en emplear

como máquinas generadoras las grandes máquinas de Gramme, en las cuales el manantial de la electricidad es la fuerza mecánica de un motor cualquiera. Y en efecto, si se hace mover una máquina Gramme por medio del vapor ó de un salto de agua, y en seguida se la pone en comunicación eléctrica con otra máquina idéntica á la primera, ésta se pondrá en movimiento á su vez, transformando así en trabajo mecánico la energía eléctrica producida también por un trabajo mecánico. Por otra parte, se entiende que en esta transformación quedaría absorbida una parte del trabajo de la máquina generadora, en forma de calefacción de las máquinas y del circuito, y por tanto la utilidad de la transformación de la electricidad en trabajo por este sistema de transmisión sería nula y hasta negativa, si no permitiera resolver un problema que hasta el presente no había tenido solución: nos referimos al de la transmisión de la fuerza á larga distancia.

En la actualidad, la transmisión de la fuerza del motor, sea rueda hidráulica ó máquina de vapor, está necesariamente limitada á cortas distancias, haciéndose por medio de correas y poleas y de cables teledinámicos. Cuando se hace uso de motores de gas ó se utilizan saltos de agua, se puede transmitir la potencia del motor por una canalización ó emplearla en comprimir el aire que circula en seguida por los tubos, de lo cual hemos visto ejemplos en los grandes trabajos de perforación de los túneles de los Alpes, en el collado de Frejus ó en el San Gotardo. Pero en todos estos casos la distancia es forzosamente limitada y además la transmisión exige obras de instalación costosas. En cambio la electricidad pasa instantáneamente, por decirlo así, de la máquina generadora á la receptora ó motora, sin más intermediario que un alambre conductor aislado convenientemente.

Más de un interesante ejemplo de la posibilidad de dicha transmisión ha sancionado ya esta nueva aplicación de la electricidad á los trabajos industriales. Antes de describir algunos de ellos, séanos permitido insistir sobre un punto muy importante, cual es el de saber la influencia que la distancia puede ejercer en el rendimiento de las máquinas y la medida en que debe crecer el diámetro de los hilos con la fuerza que se haya de transmitir. M. Deprez, que ha hecho un estudio muy completo de este asunto, dice que el rendimiento en cuestión es igual á la relación de la fuerza contra-electromotora desarrollada por la rotación de la segunda máquina, con la fuerza electromotora de la primera, y que siendo esta relación independiente de la resistencia del circuito, el rendimiento es á su vez independiente de la distancia. Teóricamente, un hilo de un diámetro tan pequeño como se quiera podría transmitir una cantidad de energía ilimitada, pero con la condición de que la tensión eléctrica sea tanto mayor cuanto menos considerable la sección del hilo. Esta última condición es la que impone un límite á la pequeñez de las dimensiones del hilo, á causa de las dificultades de aislamiento para una tensión considerable.

Aplicando los principios teóricos expuestos al cálculo del rendimiento que darían dos máquinas Gramme idénticas, enlazadas con un alambre de cobre de 4 milímetros de diámetro, M. Deprez ha visto que sería el 65 por 100. "Es posible, dice, transmitir con dos máquinas idénticas del tipo C un trabajo útil de 10 caballos á 50 kilómetros de distancia, por medio de un alambre telegráfico ordinario, siendo de unos 16 caballos la fuerza motora inicial."

Fácil es darse cuenta de la inmensa trascendencia que semejante aplicación tendrá en lo futuro, si llegan á resolverse todas las dificultades que pueden presentarse en la práctica. De este modo, no tan sólo se podrá transmitir y distribuir en puntos remotos