

## LOS INVENTOS DE JOSÉ SANTIAGO CAMACHO (1846-1878): NOTICIA DE UN *ELECTRICISTA* OLVIDADO

Jesús Sánchez Miñana  
[jminana@telefonica.net](mailto:jminana@telefonica.net)

### 1.- Introducción.

El origen de la mayor parte de los motores eléctricos hoy en uso se remonta a 1873, cuando se constató la reversibilidad de los generadores de inducción rotatorios, es decir que la misma máquina que proporcionaba corriente y potencia eléctrica al hacerla girar, podía funcionar al revés, girando y produciendo potencia motriz si se le suministraba corriente. Este hallazgo supuso el abandono en pocos años del enfoque seguido hasta entonces en el desarrollo de motores, consistente en aprovechar la fuerza magnética ejercida por una corriente sobre un imán, una pieza de hierro u otra corriente, para mover elementos de cuya combinación mecánica resultara la rotación de un eje. Un artefacto de este tipo fue experimentado por primera vez a escala considerable por Moritz Jacobi en Rusia y 1839, y otros muchos continuaron apareciendo a lo largo de los años en Europa y América, pero todos tenían limitaciones entonces insuperables, de modo que los escasos resultados conseguidos –parece que nunca se llegó a obtener un caballo de vapor de potencia<sup>1</sup>– no guardaron proporción con el ingenio y la dedicación empleados durante décadas<sup>2</sup>.

Lo que sigue relata lo hecho en este campo en fechas ya muy tardías por un inventor cubano, José Santiago Camacho, que le llevó a ser uno de los pocos *electricistas* españoles del siglo XIX en alcanzar, aunque fuera fugazmente, cierta notoriedad internacional. El trabajo repasa también los escasos

---

1 746 vatios.

2 Una excelente historia de los primeros motores eléctricos puede leerse en FIGUIER, L. (1884) *Les nouvelles conquêtes de la science: L'électricité*, París, capítulos VII a X. El breve capítulo VIII repasa los problemas presentados por los motores basados en la atracción magnética. Véase también DU MONCEL, Th. (1878) *Exposé des applications de l'électricité*, 3ª edición, tomo 5º, *Applications industrielles de l'électricité*, París, capítulo III.

datos biográficos conocidos de este personaje y termina con un apéndice que recoge la información encontrada sobre otros motores de atracción magnética construidos en España.

## 2.- En Cuba.

Las primeras noticias de inventos de Camacho las proporcionan dos patentes suyas obtenidas en Estados Unidos en julio de 1872, una el día 2 por “Mejora en los vagones de ferrocarril”, “para asegurar la adecuada posición de las ruedas de los coches en las curvas”, y otra el 16 por “Mejora en los motores electromagnéticos”, “relativa a un nuevo electromotor de aplicación a la propulsión de vehículos tales como vagones de ferrocarril y pequeños o grandes barcos, al funcionamiento de maquinaria y otros fines útiles”. Ambas debió de solicitarlas en el consulado de La Habana, pues funcionarios del mismo figuran como testigos<sup>3</sup>.

El motor se basaba en la propiedad de los imanes –en este caso electroimanes– de atraerse por los polos de signo opuesto y repelerse por los del mismo, y se componía esencialmente de una rueda y de una estructura fija que la flanqueaba por ambos lados y soportaba su eje. En la periferia de la rueda y con los ejes paralelos al suyo se disponían electroimanes equidistantes. Otros tantos igualmente orientados se colocaban en la estructura fija a cada lado de la rueda, de modo que al girar ésta fueran sucesivamente quedando enfrentados con los móviles (figura 1). Los electroimanes de cada uno de estos tres conjuntos alternaban el sentido de sus arrollamientos y se conectaban en serie a una pila. Aparecía así en cada lado de la rueda una corona de polos magnéticos alternados, que estaba flanqueada por otra en la estructura fija. La rueda giraba hasta que quedaban enfrentados sus polos opuestos móviles con los fijos. Si se cambiaba entonces el sentido de la corriente en estos últimos, donde había un polo N pasaba a haber un S y viceversa, de modo que la rueda giraba un ángulo igual al que separaba los electroimanes, hasta que de nuevo quedaran enfrentados los polos opuestos. Un conmutador accionado por la propia rueda cambiaba el sentido de la corriente de los electroimanes fijos cada vez que se producía uno de estos pequeños giros, de modo que tuviera lugar el siguiente,

---

3 “Improvement in Railway-Car Trucks” e “Improvement in electric magnetic motors”, patentes nos. 128.533 y 129.000, respectivamente. En la documentación impresa que proporciona la United States Patent Office no figuran las fechas de solicitud.

y así sucesivamente, produciendo la rotación continua.

Camacho reivindicó expresamente en la patente, además de la disposición general del motor y el conmutador, su forma de construir los electroimanes fijos (figura 1) “con el fin de obtener un mayor cociente potencia obtenida a longitud de la bobina, del que puede lograrse con los núcleos sencillos de los electroimanes ordinarios”:

*“Encuentro que mucha potencia de los arrollamientos externos del hilo se pierde en los electroimanes ordinarios en proporción a su distancia al núcleo, y que se gana mucha potencia cuando cada arrollamiento o, al menos, el menor número posible de ellos, está en contacto directo con el núcleo. Este último objetivo se logra subdividiendo el núcleo en tantos cilindros, uno dentro de otro, como arrollamientos o subdivisiones de ellos, siendo los cilindros interiores más largos que los que les rodean en una proporción tal que las longitudes de hilo de los diversos arrollamientos sean iguales”.*

A los pocos meses de obtener esta patente, el 26 de octubre de 1872, Camacho solicitó otra, también desde La Habana, por “Mejora en las bobinas de inducción electromagnética”, que le fue otorgada con fecha 29 de abril del año siguiente<sup>4</sup>. El objeto del “nuevo y mejorado inductor electromagnético automático” era “producir corrientes eléctricas de gran intensidad aplicables a la producción de luz en los faros y de magnetismo para motores electromagnéticos, y a cualquiera otra finalidad”. Se trataba de un aparato parecido al muy difundido *carrete de Ruhmkorff* pero con sus elementos dispuestos de una manera distinta y empleando electroimanes como los de la patente anterior.

Todos estos inventos respondían a un mismo interés de Camacho, pues, según un artículo de *El Diario de la Marina*, de La Habana, de 1873<sup>5</sup>, venía ocupándose desde hacía mucho tiempo “en la invención de un motor electromagnético aplicable a los ferro-carriles urbanos”, para sustituir a la tracción animal. Este periódico informa de los ensayos realizados en la fundición de Lambden de la ciudad para averiguar la fuerza de atracción de sus electro-

4 “Improvement in electro-magnetic induction-coils”, patente nº 138.316.

5 “Nuevo motor electro-magnético”, copiado, sin especificar la fecha del *Diario*, por la *Revista de Telégrafos*, 1-VII-1873, 157.

imanes, con vistas a “hacer funcionar la nueva máquina destinada a mover los coches del ferro-carril urbano”, y asegura que con una pila de cinco elementos *Bunsen*, el inventor había conseguido levantar un peso de 500 libras. Este resultado, que él consideraba mucho mejor de lo necesario, le permitía, además, prescindir del inductor de la segunda patente para *reforzar* la pila, y debió de moverle a patentar sus electroimanes en Inglaterra y Francia, 24 y 31 de octubre, respectivamente<sup>6</sup>.

Al año siguiente, 1874, el motor estaba construido, se había expuesto al público “en el paradero del Carmelo del ferro-carril urbano”, y el último ensayo para aplicarlo a la tracción de éste no había tenido “tan satisfactorio resultado como era de esperar”. El número del *Diario de la Marina* que proporciona estas noticias<sup>7</sup> da también una descripción de la máquina, que ya no era la patentada por Camacho sino otra, que parece similar a una de las ideadas por el francés Gustave Froment:

*“se compone de 21 electro-imanes colocados en una corona circular fija, equidistantes entre sí y con sus ejes dirigidos hacia el centro en el sentido de los radios. A la corona está adherida una rueda en cuya circunferencia aparecen fijadas de plano 14 planchas de hierro dulce, también equidistantes, que, siendo sucesivamente atraídas por los imanes, producen el movimiento de rotación de la rueda, que se transforma después en movimiento rectilíneo.*

*A beneficio de cierta combinación, los 21 electro-imanes que están divididos en 3 series, se ponen alternativamente en comunicación con una pila por medio de un conmutador”.*

6 *The Commissioners of Patents' Journal*, 2º semestre de 1880, 1024, entre las patentes caducadas por impago del sello de 100 libras antes de expirar el plazo de siete años desde su concesión: “3461. William Edward Newton, of the Office for Patents, 66 Chancery Lane, in the county of Middlesex, Civil Engineer, for an invention of ‘Improvements in the construction of electro-magnets’.- A communication to him from abroad by Jose Santiago Camacho, of the city of Havana, in the island of Cuba.- Dated 24th October, 1873”. *Bulletin des lois de la République Française*, tomo 10 (1er. semestre de 1875), 215, entre las patentes libradas en los dos primeros trimestres de 1874: “100.997. Brevet de quinze ans, 31 octobre 1873; Camacho, représenté par Thirion, à Paris, boulevard Beaumarchais, n° 95.- Perfectionnements dans la construction des électro-aimants”.

7 Publicadas, sin especificar la fecha del *Diario* de procedencia, por la *Revista de Telégrafos*, 15-VI-1874, 142-143.

El 24 de julio se firmó en La Habana un “Dictamen facultativo acerca de los electro-imanés del sistema *Camacho*, y de su aplicación como fuerza motriz a los carruajes en los ferro-carriles urbanos”<sup>8</sup>, un escrito que llama la atención por la notable competencia en materia de electricidad que denota en sus autores. Éstos reconocían con datos la gran fuerza atractiva de los electroimanés de Camacho en comparación con los convencionales de parecidas dimensiones, y revelaban que el inventor había hecho construir un carro de ferrocarril, que consideraban “excesivamente pesado” (casi seis toneladas), equipado con el motor tipo *Froment* que se acaba de mencionar<sup>9</sup>, de modo que transmitiera el movimiento a uno de sus ejes. La velocidad conseguida había sido “insignificante”, hecho atribuido a que los nuevos electroimanés, por su especial configuración, requerían un tiempo mayor que los habituales para imantarse y desimantarse. Reduciendo el número de electroimanés a 12 y el de planchas a 9, la situación había mejorado algo, quizá lo preciso para “convencer a los profanos de que el problema estaba resuelto con aplicación al ferro-carril urbano de La Habana”. Pero eran necesarios más cambios, siempre según el dictamen, que terminaba aconsejando a la empresa:

*“que dé orden al inventor Sr. Camacho para que inmediatamente dibuje el modelo definitivo con las modificaciones que se indican en este escrito; y que una vez aceptado por aquella, convenientemente asesorada, se pase a la ejecución de los motores; no aquí donde faltan hoy los medios para ello, sino en un gran centro industrial a la par que científico, como París, New-York o Londres, donde en dos o tres meses a lo sumo, se hará seguramente lo que en esta población exigiría años”.*

8 *Revista de Telégrafos*, 15-IX-1874, 218-222. Lo realizaron, a petición de la empresa del ferrocarril urbano de La Habana, Francisco Clerch, profesor de Física y Química en la Escuela Pía de Guanabacoa; Enrique Arantave, del Cuerpo de Telégrafos, inspector general de los de Cuba, quien seguramente lo proporcionó a la *Revista*; Antonio Molina, del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, encargado del Departamento de Obras Públicas en el Gobierno de la isla, y Alberto de Castro, ingeniero civil. Un resumen en inglés de lo publicado por la *Revista* apareció en *The Telegraphic Journal and Electrical Review* de Londres, 15-X-1874, 342.

9 Tras su descripción del motor, similar a la del *Diario* de meses antes, con la precisión de que los electroimanés se imantaban sucesivamente de siete en siete, los firmantes del dictamen añadieron: “Como se ve, el Sr. Camacho trató de aprovechar la fuerza tangencial de los electro-imanés, siguiendo el sistema del aparatito bien conocido de Mr. Froment”.

### 3.- En Francia.

Enviado de Cuba o viajero por su cuenta, Camacho se presentó al poco tiempo en Europa.

El 5 de febrero de 1875 la revista científica semanal de París *Les Mondes* dio noticia de su electroimán de tubos concéntricos, indicando que había hecho construir uno para la casa de instrumentos *Prud'homme*, de la ciudad<sup>10</sup>. Tres días más tarde, la Académie des Sciences conoció una memoria del propio autor sobre el dispositivo<sup>11</sup>, en la que, por cierto, recogía alguna de las sugerencias del dictamen de La Habana para reducir el tiempo de imantación. La memoria fue traducida inmediatamente por *The Philosophical Magazine*, que la publicó en su número de marzo<sup>12</sup>.

Théodore du Moncel, recibido como académico hacía poco<sup>13</sup>, y que ya el 1 de marzo recordaba en una nota sus experiencias sobre electroimanes tubulares realizadas en 1862<sup>14</sup>, se interesó por el invento e inició una investigación para explicar sus propiedades, cuyos resultados expuso en sendas notas en las sesiones de 28 de junio y 5 de julio<sup>15</sup>.

El 9 de abril Du Moncel llevó al cubano a una reunión de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, a la que pertenecía, para que hiciera una demostración de su electroimán, dando lugar a un informe muy favorable del Comité des Arts Économiques, que él mismo se encargó de redactar. La revista de la Sociedad publicó una descripción del aparato, con figuras, que muestran que estaba construido con tubos coaxiales de igual longitud y

10 Páginas 185-186. El redactor, Émile Girouard, se refiere a "M. Camacho, ingénieur civil à l'île de Cuba". El artículo de *Les Mondes* fue referenciado por *The Chemical News and Journal of Industrial Science*, de Londres, 12-III-1875, 119.

11 "Physique.— Sur un nouvel électro-aimant, formé de tubes de fer concentriques, séparés par des couches de fil conducteur. Mémoire de M. J. Camacho. (Extrait) / Commissaires: MM. Edm. Becquerel, Jamin, Bréguet", *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, tomo 80, enero-junio 1875, pp. 382-384. Estas actas distinguen entre *mémoires présentés* y *mémoires lus*, e incluyen la de Camacho entre las primeras. Las segundas serían las comunicadas en persona por los académicos o sus invitados. Tanto el artículo de *Les Mondes* como el acta fueron referenciados por *The Telegraphic Journal*, respectivamente el 1-III, p. 60 y el 1-IV-1875, p. 84, en ambos casos remitiendo a la descripción que habían publicado el año anterior a partir de la *Revista de Telégrafos*.

12 "On a new electromagnet, formed of concentric tubes of iron separated by layers of conducting wire, by J. Camacho", *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, vol. 49, 4ª serie, enero-junio 1875, 244-246.

13 El 4 de enero de 1875. V. *Comptes rendus...*, 19.

14 *Comptes rendus...*, 532-538.

15 *Comptes rendus...*, 1572-1578 y tomo 81, 17-22.

que el inventor había abandonado, por tanto, su primitiva idea de hacerlos progresivamente más cortos, del eje a la periferia<sup>16</sup> (figura. 2). Camacho presentó también el electroimán a la Société Française de Physique el 16 de abril, siendo recogida su intervención en las actas<sup>17</sup> y en el *Journal de Physique Théorique et Appliquée*<sup>18</sup>.

Se sabe que en el mismo año 1875 Camacho concurrió con sus aparatos a una exposición celebrada en París. Probablemente fuera la “Exposition internationale des industries maritimes et fluviales (avec section française d’exportation)”, celebrada en el desaparecido Palais de l’Industrie, en los Campos Elíseos, entre el 10 de julio y el 24 de noviembre, que, no obstante su nombre, acogió toda clase de productos, siendo calificada por una publicación de la época como “mucho más *universal* que marítima”<sup>19</sup>.

La noticia la proporciona Du Moncel en uno de sus libros<sup>20</sup> al tratar del motor del inventor, del que dice utilizaba la configuración de Froment con cuatro electroimanes –¡cada vez menos!–, pero éstos eran de núcleos múltiples tubulares cuadrados, y sus armaduras, es decir las placas fijas a la rueda, eran igualmente múltiples, compuestas de numerosas chapas de hierro, aisladas magnéticamente entre sí mediante láminas de cartón<sup>21</sup> (figura 3). Después de elogiar el conmutador utilizado, añade:

*“Estos aparatos, como ya hemos dicho<sup>22</sup>, han dado buenos resultados; han podido hacer funcionar máquinas de coser y pianos mecánicos de forma satisfactoria en la Exposición de los Campos Elíseos de 1875”.*

16 Todas estas noticias en el *Bulletin de la Société d’Encouragement pour l’Industrie Nationale*, 3ª serie, tomo II, 1875, sucesivamente 372, 496-498, y 658-659.

17 *Séances de la Société Française de Physique, année 1875*, París, 1875, 74-75.

18 “Nouvelle forme d’électro-aimant; par M. A. [sic] Camacho”, vol. 4, 238-240. Este texto, parafraseado y sin mención de fuente, apareció bajo el título “Électro-aimants de M. Camacho [sic]”, *La Nature*, 27-XI-1875, 410-411, “Revue d’électricité”.

19 “Beaucoup plûtôt universelle que maritime”. V. *Portefeuille économique des machines, de l’outillage et du matériel...*, 1875, agosto, columna 112. Contiene datos sobre esta exposición el artículo «Le koumys, hier et aujourd’hui. Addendum», *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 2000, 139, 163-166.

20 DU MONCEL (1878), 391-392, “Moteur de M. Camacho”, dentro del apartado “Moteurs à mouvement de rotation direct”.

21 Previamente, en el mismo libro, p. 347, apartado “Améliorations nouvelles apportées aux organes électriques des électromoteurs”, Du Moncel atribuye a Camacho haber empleado ya en 1872 sus electroimanes de núcleos múltiples coaxiales con este tipo de armaduras.

22 Página 350: “Grâce à l’emploi de ces électro-aimants et des armatures multiples [...], un électro-moteur d’assez petite dimension a pu, avec six éléments Bunsen de moyen modèle, faire fonctionner un piano mécanique de Debain et des machines à coudre”.

Por último, relata que Camacho, en lugar de las pilas de Bunsen, caras de mantener y que desprendían emanaciones desagradables, empleaba las de dicromato potásico, pero con circulación continua (“à écoulement continu”), colocando los elementos en escalera, de tal manera que el líquido fuera pasando de uno a otro mediante tubos de caucho, con lo que podía hacer funcionar el motor durante mucho tiempo (figura 4). El inventor mostró esta disposición a la Société Française de Physique el 6 de abril de 1877, y el 15 de junio Alfred Niaudet, sobrino del célebre constructor de instrumentos Louis Bréguet, presentó una comunicación sobre ella<sup>23</sup>.

La Société d’Encouragement, que había admitido por votación a Camacho el 13 de agosto de 1875, figurando en la lista de nuevos socios como “ingénieur-électricien, à Paris”, le distinguió al año siguiente por su electroimán con una medalla de bronce, entre las otorgadas a “invenciones útiles o perfeccionamientos en las artes industriales”. El ponente fue, de nuevo, Du Moncel<sup>24</sup>.

Camacho, que, como se ha dicho, había patentado en Inglaterra su electroimán desde Cuba, hizo lo mismo con el motor el 1 de octubre de 1875, ya desde París<sup>25</sup>, y con la disposición de las pilas de dicromato potásico el 5 de enero de 1876<sup>26</sup>, esto último a través de un agente llamado Frank Darkin, que

---

23 *Séances de la Société Française de Physique, année 1877*, París, 1877, 67 y 94-95. Estas actas recogen que la demostración la hicieron “MM. Mors et Camacho”. Quizá el primero era el socio de ese nombre que figura en la relación que trae la misma publicación (p. 168): “Mors, Ingénieur, fabricant d’appareils électriques, 4 bis, rue Saint.Martin”. Hay una referencia a la comunicación de Niaudet, con la fecha aparentemente equivocada, en *La Nature*, 21-VII-1877, 122. Niaudet incluyó la pila de Camacho en su libro *Traité Élémentaire de la pile électrique*, publicado por primera vez por entregas en *La Revue Industrielle* en 1878 (ver la 3ª edición, París y Lieja, 1884, “avant-propos” y 254-255; y la 2ª, en las mismas ciudades, 1880, 219-221).

24 *Bulletin de la Société d’Encouragement...*, 715 y 739. Lo relativo a la medalla, acordada en junta del 9 de junio de 1876, en 3ª serie, tomo III, 1876, 380 y 393. En esta última viene la justificación de la concesión: “Les électro-aimants sont les organes les plus essentiels de la télégraphie électrique et de toutes les applications mécaniques de l’électricité. Conséquemment tout perfectionnement à ces appareils doit être encouragé. C’est à ce titre que la Société décerne une médaille de bronze à M. Camacho pour son électro-aimant tubulaire à noyaux multiples qui a une force considérable eu égard à son volume”.

25 “3416. John Henry Johnson, of 47, Lincoln’s Inn Fields, in the county of Middlesex, Gentleman, for an invention of ‘Improvements in electromagnetic engines’.— A communication to him from abroad by José Santiago Camacho, of Paris, in the Republic of France.— Dated 1st October, 1875”. La patente aparece así en *The Commissioners of Patents’ Journal*, 2º semestre de 1878, 843, entre las que han pagado el sello de 50 libras para prorrogar su vigencia.

26 “52. F. Darkin.—‘Improved electric battery.’—5th January. (A communication.)”. La patente aparece así en la lista de enero y febrero de 1876 que publica *The Telegraphic Journal*, 1-II-1877, 36.



parece actuó también como concesionario. Las patentes francesas del motor y de la pila llevan fecha del 3 de agosto y 20 de setiembre de 1875, respectivamente. Un certificado de adición a la segunda fue pedido el 3 de julio del año siguiente<sup>27</sup>.

#### 4.- Más difusión.

Además de en las revistas, actas de sociedades científicas y libros que se han citado, los inventos de Camacho se dieron a conocer durante algunos años en otras muchas publicaciones de Europa y Estados Unidos. Así, por ejemplo, en 1875 John T. Sprague alcanzó a reseñar el electroimán en su libro<sup>28</sup>. Al año siguiente, *English Mechanic and World of Science* describió el motor y la pila, patentados hacía poco<sup>29</sup>. En 1879 el *Scientific American Supplement* incluyó los datos del *Journal* en un tutorial sobre electroimanes<sup>30</sup>.

En la metrópoli española Camacho pasó más desapercibido. La revista del Cuerpo de Telégrafos, que, como se ha visto, había dado cuenta de sus trabajos en Cuba, no volvió, sin embargo a ocuparse de él. Sí lo hizo la de los ingenieros militares, que informó sobre el electroimán, siguiendo a *La Nature*, así como sobre la pila, en relación a la cual copió unos párrafos de *The Engineer*. También dió a conocer la descripción del motor hecha por su inventor en alguna publicación que no se ha localizado<sup>31</sup>.

Lo tomado de *The Engineer* es particularmente interesante porque menciona que Camacho además de la medalla de bronce otorgada “por la sociedad de Fomento de París”, había obtenido otra de oro “en la exposición

27 *Bulletin des lois...*, tomo 13 (2º semestre de 1876), p. 644, entre las patentes libradas en el 4º trimestre de 1875: “109.077. Brevet de quinze ans, 3 août 1875; Camacho, représenté par Dumas, à Paris, boulevard Beaumarchais, n° 95.- Genre de moteur électro-magnétique”. Id., 670: “109.638. Brevet de quinze ans, 20 septembre 1875; Camacho, représenté par Thirion, à Paris, boulevard Beaumarchais, n° 95.- Genre de pile perfectionnée au bichromate de potasse”. Id., tomo 15 (2º semestre de 1877), 978, entre los “certificats d’addition” expedidos el cuarto trimestre de 1876: “Camacho, 3 juillet 1876, brevet 109.638 (pile au bichromate de potasse)”.

28 SPRAGUE, John T. (1875) *Electricity: its Theory, Sources and Applications*, Londres y Nueva York, 342-343.

29 “The Comacho [sic] Electric Machine”, “The Camacho electro-magnetic engine”, y “New electric battery”, tomo 23, sucesivamente 19-V, 257; 30-VI, 398-399, y 1-IX-1876, 653.

30 “Electro-magnets”, 28-VI-1879, 2897-2900.

31 *Memorial de Ingenieros y Revista Científico-militar*, sucesivamente 1-I-1876, 8; 1-X-1876, 150-151, y 1-III-1877, 39. En el primer artículo se identifica al inventor como “Monsieur Camaccho”, igual que en el citado de *La Nature*. El segundo procede de *The Engineer*, 22-IX-1876, 203.

internacional”<sup>32</sup> (¿la de las industrias marítimas y fluviales?), y además da cuenta de “experiencias verificadas recientemente por fabricantes de Londres” con seis elementos de su pila aplicados a un motor. Éstas fueron seguramente las que, según otra revista, podían verse en las oficinas de *Ulrich, Plambeck and Darkin*, donde se hacían funcionar “tres o cuatro máquinas de coser”<sup>33</sup>.

Antonino Suárez Saavedra dio razón del electroimán de Camacho en el primer tomo de su *Tratado de telegrafía*, mencionando el dictamen de La Habana y las actas de la Académie des Sciences. También se refirió a la pila en el tomo segundo, entre las modificaciones de la de Bunsen<sup>34</sup>. Unos años después, Joaquín Bustamante y Quevedo, siguiendo a Sprague, incluyó el electroimán en su texto para la enseñanza en la Marina<sup>35</sup>.

## 5.- El caso del electroimán del centennial telephone de Bell.

Una cuestión surgida en torno a la invención de un elemento usado por Alexander Graham Bell en sus primeros teléfonos, puede servir para ilustrar la difusión lograda por los trabajos de Camacho.

El 25 de junio de 1876, en la Exposición Internacional de Filadelfia, uno de los acontecimientos con que se celebraba el centenario de la independencia de los Estados Unidos, Bell mostró a un jurado del certamen cómo disponiendo en un mismo circuito a distancia considerable una pila y dos electroimanes, provistos de sendas laminas de hierro frente a sus polos, las vibraciones producidas por la voz en una de ellas inducían variaciones en la corriente del circuito, que, a su vez, hacían vibrar la otra lámina lejana, reproduciendo la voz. Este *teléfono parlante (speaking telephone)*, utilizaba aparatos distintos en

32 En el original: “The battery took the gold medal in the International Exposition of Paris, 1875, and also a bronze medal from the Society of Encouragement, Paris”.

33 *The Telegraphic Journal*, 1-IV-1876, 104. *The Engineer* da los resultados obtenidos por “Messrs. Blambeck [sic] and Darkin, of Queen Victoria-street, the manufactures of the battery”.

34 SUÁREZ SAAVEDRA, Antonino (1880) Tomo I, *Historia universal de la telegrafía*, Barcelona, 276-277. SUÁREZ SAAVEDRA, Antonino (1882) Tomo II, *Estudio de la electricidad, del magnetismo y del electromagnetismo*, Barcelona, 392. Suárez menciona en el tomo I la reclamación que un tal Perrin dirigió a la Academia sobre prioridad en el invento del electroimán, la primera de las varias que, con mayor o menor fundamento, iban a producirse y recogería la literatura de aquellos años, donde también se encuentran dispositivos supuestamente novedosos, posteriores al de Camacho, en el que podrían estar inspirados. El estudio de todo ello sale fuera de los límites de este trabajo.

35 BUSTAMANTE Y QUEVEDO, Joaquín (1886) *Curso de electricidad teórico y práctico, explicado [sic] en la Escuela de Torpedos*, 1ª parte, Cartagena, 287.

el extremo transmisor y en el receptor. Del primero había dos modelos, uno con electroimán convencional, de herradura, y otro de forma tubular, Éste lo llevaba también el único modelo de receptor, que Sir William Thomson, que era uno de los jueces, describió así en su informe:

*“Este [...] electroimán tiene por núcleo una sólida barra de hierro que se conecta por un extremo mediante un grueso disco de hierro a un tubo de hierro que rodea la bobina y la barra. El extremo circular libre del tubo constituye un polo del electroimán y el extremo libre adyacente de la barra, el otro”.*

George B. Prescott, que proporcionó este texto unos años después, lo acompañó de cortes del receptor y del transmisor (figura 5)<sup>36</sup>.

Thomson regresó a Inglaterra llevando consigo algunos de los aparatos que Bell había expuesto en Filadelfia y le había regalado, y los mostró en su intervención ante la British Association en Glasgow, el 7 de setiembre, con palabras muy elogiosas<sup>37</sup>. Diversas publicaciones recogieron la descripción que hizo allí y alguna otra más completa. La de *Engineering*, de Londres, incluyó por primera vez dibujos del transmisor de electroimán convencional y del receptor, que tendrían amplia difusión. Refiriéndose al receptor la revista escribió:

*“Este instrumento no es más que uno de los electroimanes tubulares inventados por M. Nicles [sic] en el año 1852, pero que desde entonces ha sido reinventado varias veces con diversos nombres fantásticos<sup>38</sup>. Consiste en un electroimán de barra vertical encerrada en un tubo de hierro dulce por medio del cual su campo magnético se condensa y su poder atractivo aumenta dentro de esa superficie<sup>39</sup>”.*

Curiosamente, una de las revistas que reprodujeron la información de *Engineering* fue, en febrero de 1877, el *Scientific American*<sup>40</sup>, lo que hace pensar

36 PRESCOTT, G. B. (1884) *Bell's Electric Speaking Telephone: its Invention, Construction, Application and History*, New York, 92, 93, 429 y 430.

37 El texto completo puede verse en *Report of the forty-sixth meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Glasgow in September 1876*, London, 1877.

38 “Fancy names” en el original.

39 “Bell's articulating telephone”, *Engineering*, 22-XII-1876, 518-519.

40 “The speaking electric telegraph”, *Scientific American Supplement*, 10-II-1877, 912.

que ninguna otra en Estados Unidos habría dado hasta entonces tantos detalles del teléfono del centenario. Sin embargo, pese a la referencia al científico Jérôme Nicklès<sup>41</sup>, en aquel país alguien debía de haber adjudicado la paternidad del electroimán tubular a Camacho, pues el *New York Times* del 4 de marzo, en un artículo titulado “El teléfono”, se expresaba así:

*“No debe entenderse que el Prof. Bell usa en su instrumento imanes telegráficos ordinarios. Su éxito práctico es debido en gran medida al empleo de una peculiar, compacta y muy potente forma de imán, inventada por Camacho hace unos dos años”.*

De este modo, cuando, tras las primeras pruebas del teléfono en La Habana en octubre del mismo año<sup>42</sup>, el periódico *La Voz de Cuba* consideró oportuno publicar un artículo describiendo el aparato, lo hizo inspirándose en el del *New York Times*, y añadiendo precisiones locales, como en este párrafo:

*“Es de advertir, empero, que el profesor Bell no empleó en su aparato los electro-ímanes ordinarios del telégrafo; su éxito práctico depende del empleo de una clase de electro-imán muy poderoso, inventado por el Sr. Camacho hace dos años en la Habana, y los cuales en grande modelo se trató de emplear en el Ferrocarril Urbano para sustituir a los caballos como fuerza motriz”<sup>43</sup>.*

Pero como el lector habrá ya observado, el electroimán utilizado por Bell y descrito por Thomson no era el de Camacho. En éste la barra y todos los tubos coaxiales con ella, incluido el más exterior, estaban rodeados por devanados de alambre aislado, de forma que al pasar la corriente se generara un polo magnético en el extremo abierto de la estructura, mientras que en el de Bell el extremo libre de la barra era un polo y el del único cilindro envolvente, el otro.

Bell tampoco utilizó un diseño de Nicklès sino, conscientemente o no, el

41 Nicklès (1820-1869) fue titular de la cátedra de Química de la Universidad de Nancy, desde su creación en 1854. V. biografía con retrato en *Pays Lorrain*, jul.-set. 2002, 203-204.

42 SÁNCHEZ MIÑANA, J. (en prensa) “Cuba, vanguardia de las telecomunicaciones españolas en el siglo XIX”, Simposio Historia de las Telecomunicaciones, X Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Badajoz, 10-13 de setiembre de 2008. Próxima publicación en las actas.

43 “El teléfono”, *La Voz de Cuba*, 26-XI-1877.

de un tal John Faulkner, que había presentado como novedad en Inglaterra un año antes sus electroimanes con el nombre *fantástico* de imanes “altandae” o “altandi”. Al tener conocimiento de ellos, Du Moncel los atribuyó a su compatriota Nicklès en una carta que se publicó en *The Telegraphic Journal*<sup>44</sup>, y de aquí, seguramente, que *Engineering* hiciera lo mismo con el de Bell. Sin embargo, parece que el gran electricista francés se equivocaba en su reivindicación. Nicklès había estudiado a mediados del siglo la posibilidad de valerse de la atracción magnética para mejorar la adherencia de las ruedas de las locomotoras sin tener que recurrir a aumentar su peso, así como para sustituir a los engranajes de las máquinas, y desarrolló con este objeto unos electroimanes que llamó circulares, pero que poco o nada tienen que ver con los de Faulkner<sup>45</sup>.

## 6.- ¿Quién fue José Santiago Camacho?

En el *Diccionario biográfico cubano* que Francisco Calcagno publicó en Nueva York en 1878, declarando explícitamente que comprendía hasta ese año, aparece la siguiente entrada:

*“Camacho (José Santiago) – Inventor de un electro-imán, aparato para impulsar carros. Nació en La Habana, de padres gaditanos, pobres, en 1846. No recibió educación escolar, y solo muy escasa doméstica; en contratos y comisiones viajó a China y otros países. Es opinión de un hábil mecánico que Camacho ha inventado el agente motor, y solo le faltó perfeccionar el modo de aplicarlo”*<sup>46</sup>.

44 Faulkner, que ya había mostrado sus electroimanes en la Society of Telegraph Engineers de Londres el 21 de diciembre de 1875, experimentó con ellos en la reunión del 12 de abril de 1876, después de que su presidente, Charles V. Walker, leyera un trabajo titulado “The work-value of electro-magnets enclosed in iron”. Siguió un debate entre los asistentes, que continuó en la siguiente sesión, el 26 del mismo mes, y, por cierto, tomó parte entonces Darkin como representante de Camacho y quedó aparentemente claro que los aparatos de éste y de Faulkner eran de distinto tipo (V. *Journal of the Society of Telegraph Engineers*, tomo V (1876) 153-180). Con el mismo título de su comunicación a la Sociedad, Walker publicó un pequeño artículo en *The Telegraphic Journal*, 15-V-1876, 143-144, al que por alusiones contestó Du Moncel con la carta en cuestión, aparecida en la misma revista, 1-VII-1876, 164.

45 Los trabajos de Nicklès sobre adherencia por medios magnéticos pueden verse en *Bulletin de la Société d'Encouragement...*, 1852, 434-435, 835-836 y lámina 1242, y 1853, 252-265, 312-325 y lámina 1257. También en *Comptes rendus...*, 1851, primer semestre, 682-683, y 1854, primer semestre, 266-269 y 397-401.

46 Página 152.

Tan breve reseña se complementa con el relato que acaba de hacerse de su peripecia de inventor en La Habana y París entre 1872 y 1876, y con la noticia que ha podido encontrarse de su fallecimiento, acaecido en setiembre de 1878, si es que a él y no a otra persona homónima se refirió en un discurso el presidente de la Society of Engineers de Londres, entidad de la que habría sido miembro desde el año anterior<sup>47</sup>.

Nada se sabe de las circunstancias de su prematura muerte, quizá precedida de una larga enfermedad, que podría explicar su eclipse en las publicaciones tras un periodo de tanta notoriedad. Y bien poco se sabe de su vida. Las palabras de Calcagno hacen pensar en un comerciante acomodado que aprovechara estancias de negocios en Francia e Inglaterra para dar a conocer sus inventos. Pero también Camacho podría haber estado al servicio de la empresa del tranvía de La Habana y ser enviado por ella a París, quedándose después en esta ciudad trabajando como técnico eléctrico. Por otra parte, Calcagno no deja lugar a dudas sobre la carencia de estudios formales del personaje, pero por lo que a sus conocimientos de electricidad se refiere y aun suponiéndole autodidacta, resulta difícil descartar influencias o motivaciones que, como todo lo demás, seguirá siendo imposible concretar mientras no se aborde un estudio que aporte luz sobre su biografía.

## 7.- Apéndice. Motores primitivos en España.

Las referencias más antiguas provienen del entorno académico de Barcelona, y se ha dado cuenta de ellas en otro trabajo<sup>48</sup>. En resumen, Joan Agell i Torrent, tras obtener en 1838 un modelo en miniatura de un motor inglés y construir una réplica a gran escala, continuó interesado en el asunto y produjo aparatos propios que exhibió públicamente en 1842 y 1844. Otro profesor, Antoni Rave i Bergnes, construyó para su clase de 1845-46 pequeños motores. No ha aparecido ninguna descripción de estos artefactos. Tan solo se sabe que el demostrado por Agell en 1842 daba entre 60 y 80 revoluciones por minuto.

47 En su discurso inaugural ante la Sociedad, el 3 de febrero de 1879, tras lamentar la muerte de un miembro honorario en setiembre del año anterior, continuó: "In the same month there died also one of our foreign members, M. José Santiago Camacho, who was only elected the year previously" (*Society of Engineers: Transactions for 1879*, Londres, 1880, 3). Consultado el *Bulletin de la Société d'Encouragement...* de los años 1878 y 1879, no aparece ninguna mención de Camacho entre los socios fallecidos.

48 SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2006 a) "Las primeras aplicaciones de la electricidad en Barcelona en torno a 1850", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, volum VII, 115-195.

La siguiente noticia encontrada es de relojeros, nada extraño dada la competencia mecánica de estos artífices. Los valencianos Sebastián Alonso Just y Diego Báguena obtuvieron medalla de bronce en la Exposición de la Industria Española celebrada en Madrid en 1850 por “un pequeño movimiento de rotación movido por la fuerza electro-magnética”<sup>49</sup>.

En 1858 se solicitaron desde Barcelona dos privilegios de invención de motores con un día de diferencia –¿casualidad?–, el 26 y 27 de setiembre. La primera petición fue del constructor de instrumentos Ramon Rosselló i Maspons, entonces asociado con el conocido óptico Francesc Dalmau i Faura, por un “modo de utilizar convenientemente la fuerza atractiva de los electroimanes para obtener por medio de ellos un motor aplicable a varios usos”. La segunda la hizo un muy joven José María Cornet i Mas, futuro ingeniero de La Maquinista, juntamente con otra persona llamada Pedro Torres Izquierdo, por una “máquina para aplicar la electricidad como a motor en grande escala”. La documentación conservada en la Oficina Española de Patentes y Marcas lamentablemente no incluye la memoria y planos de estos inventos, y nada permite saber tampoco sobre el resultado de la solicitud de Cornet y Torres, mientras que parece indicar que Rosselló se desentendió de la suya<sup>50</sup>. Sea como fuere, éste debió de llevar a la práctica su idea, ya que en diciembre del mismo año anunciaba con Dalmau en su “gabinete de física y óptica”, entre otros aparatos, “un motor eléctrico a hélice”.

Otro relojero establecido en Valencia, Francisco Rosa Carim, concurrió a una Exposición General organizada en la ciudad por la Sociedad Económica de Amigos del País, y abierta del 4 al 10 de octubre de 1860. Entre los varios aparatos eléctricos presentados figuró un motor, del que por fortuna nos ha llegado la descripción de un periódico local:

*“En primer lugar se encuentra un modelo de un motor eléctrico que funciona por medio del fluido desprendido de un elemento de Bunsen; los hilos que ponen en comunicación a dicho aparato van a parar a dos pequeñas columnas de latón, las cuales comunican la electricidad, la una de ellas al eje del volante y la otra establece la comunicación a cuatro electroimanes. Delante de los imanes hay dos palancas de hierro dulce sostenidas*

49 SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2006 b) “Nuevos datos sobre los telégrafos eléctricos de los relojeros valencianos (1849)”. En: PÉREZ-BUSTAMANTE, J. A. et al., coords., *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, tomo I, Cádiz, 563-577.

50 Expedientes PR 1779 y PR 1780.

*por dos columnas cada una con unos tornillos que terminan en punta y van a parar a dos pequeños agujeros que tiene cada palanca. El volante está puesto entre dos montantes de hierro sostenidos por dos columnas de latón. En la parte superior del eje del volante hay un excéntrico puesto en comunicación con las palancas por medio de dos manivelas. Antes de llegar al punto en que el eje del volante concluye en punta (que va a parar a un centro de acero templado con la forma de cono) lleva colocado un excéntrico de acero templado que establece o interrumpe el círculo-eléctrico [sic], tocando o no a dos pequeños rodillos de latón que están en comunicación cada uno de ellos, con dos electro-ímanes. Al momento que el excéntrico ha tocado un rodillo, establece la comunicación y los electro-ímanes atraen la palanca que está delante. Este mecanismo sirve como fuerza motriz, pudiéndose aplicar con feliz éxito a los aparatos industriales”<sup>51</sup>.*

Al año siguiente, un hijo de Rosa, Federico, que ya había tenido que encargarse de la participación de su casa en la Exposición de 1860 porque su padre había muerto un mes antes de celebrarse, organizó por su cuenta otra particular para presentar sus artículos, entre ellos varios motores, según la reseña de otro periódico:

*“Motores eléctricos: los hay de diferentes clases y construcciones; pero todos ellos se basan sobre la fuerza atractiva de los electro-ímanes, que atraen unas palancas de hierro, a las que van unidas varias manivelas y excéntricos que ponen en movimiento a un volante”<sup>52</sup>.*

En 1868 concurrió a la Exposición Aragonesa de Zaragoza y fue premiada con medalla de cobre por sus “modelos de motores e indicadores eléctricos”, la razón social de la ciudad *Federico Durán y Compañía*. El antiguo telegrafista y constructor de instrumentos de Madrid Ildelfonso Sierra Alonso obtuvo medalla de plata por el conjunto de artículos presentados, entre los que había “un modelo de motor eléctrico”.

51 “Exposición valenciana”, *Diario Mercantil de Valencia*, 10-X-1860. Las cursivas son del original.

52 “Exposición físico-médico-artístico-industrial. Aparatos construidos por Don Federico La Rosa”, *La Opinión*, Valencia, 6-X-1861.



2 Sheets--Sheet 2.

J. S. CAMACHO.  
 Improvement in Electric Magnetic Motors.  
 No. 129,000. Patented July 16, 1872.

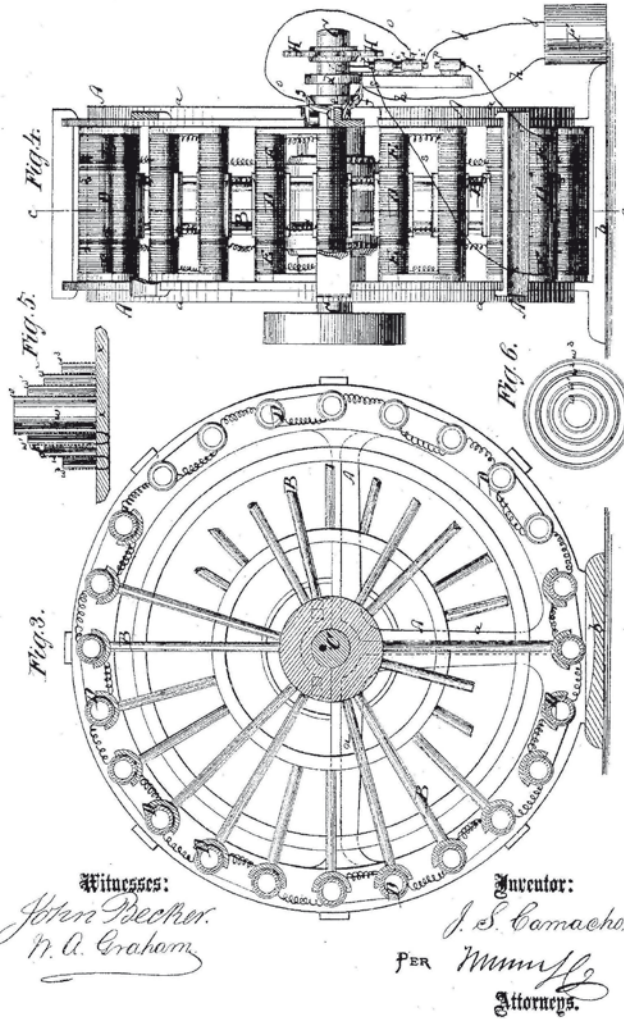


Figura 1

3. Sección vertical del motor por el plano de la línea c-c. 4. Vista lateral del mismo, parcialmente en sección. 5. Sección central longitudinal del electroimán. 6. Vista de éste desde su extremo abierto.

United States Patent Office, patente nº 129.000.

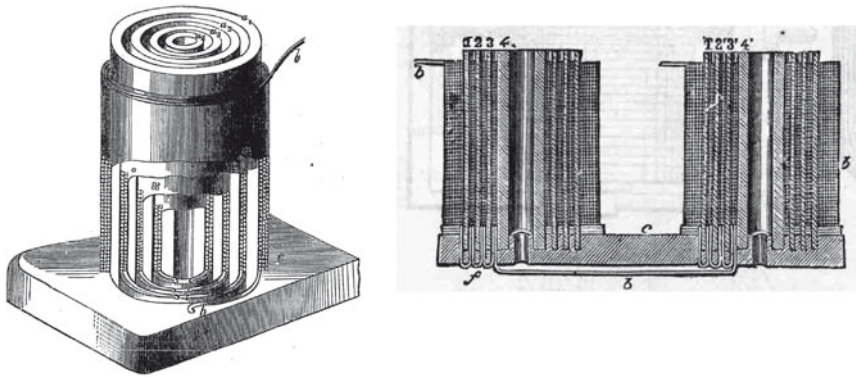


Figura 2

Izquierda: vista de un brazo del electroimán Camacho. Derecha: Corte del electroimán completo por un plano que contiene a los ejes de los dos brazos.  
*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, diciembre 1875, 659 (izquierda) y *Scientific American Supplement*, 28-VI-1879, 2900.

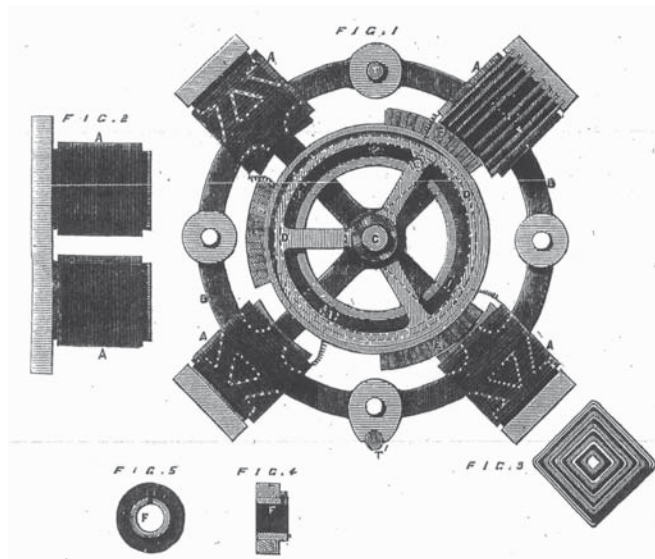


Figura 3

Motor Camacho y algunas de sus partes.  
*English Mechanic and World of Science*, 30-VI-1876, 399.

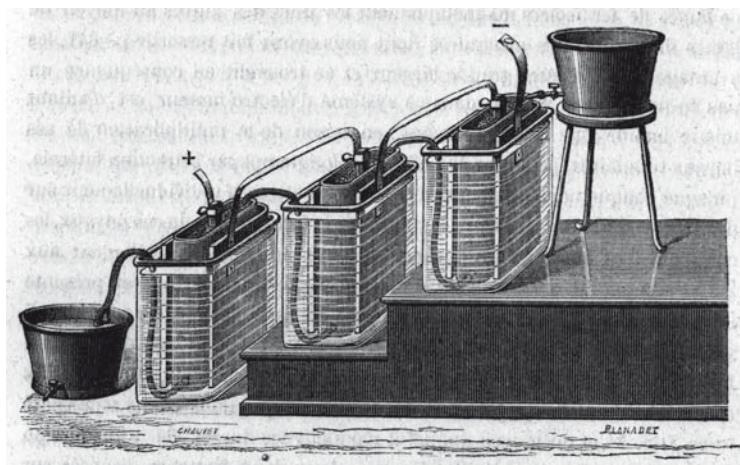


Figura 4

Pila de Camacho de dicromato potásico con circulación continua.  
DU MONCEL, Th. (1878) *Exposé des applications de l'électricité*, tomo V, París, 392.

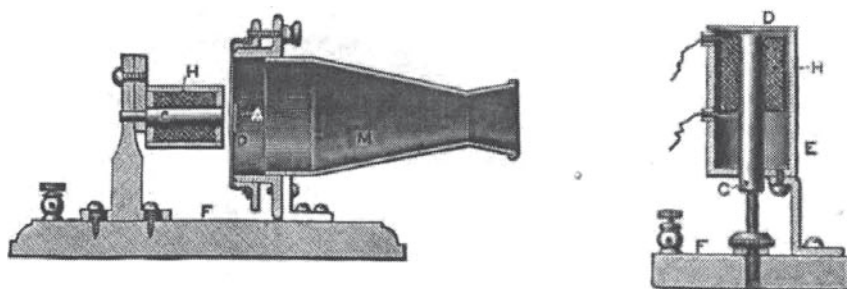


Figura 5

Teléfono de Bell del centenario: cortes del transmisor (izquierda) y receptor con electroimán tubular.

PRESCOTT, G. B. (1884) *Bell's Electric Speaking Telephone: its Invention, Construction, Application, Modification and History*, Nueva York, 429-430.