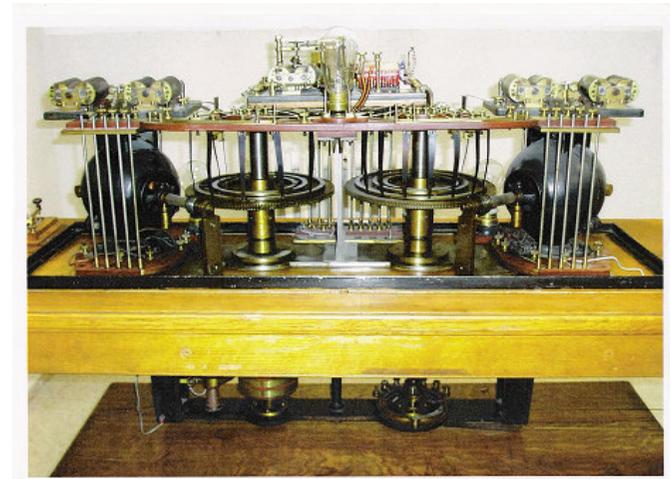


# **El Telekino de Leonardo Torres Quevedo**



**María Elena Andrés Hernández  
ETS. De Ingenieros de Telecomunicación  
Universidad de Valladolid**

*El presente estudio, “El Telekino de Leonardo Torres Quevedo”, describe el telemando que desarrollase el ingeniero español en los albores del siglo XX. Para entender mejor el contexto en que dicho ingenio fue concebido, se introducen las secciones “Inventos e Inventores”, “La introducción de las radiocomunicaciones” y “Leonardo Torres Quevedo: vida y obra”. A partir de un repaso de la situación, tanto nacional como internacional, y de la propia biografía del inventor se puede atisbar en líneas generales el contexto de una época muy prolífica para la técnica y que sentaría las bases del enorme desarrollo técnico que trajo consigo el siglo XX. Tras este breve repaso histórico, se pasa a profundizar en el Telekino desde un punto de vista técnico. “El Telekino: descripción física y funcional” recoge la información extraída de la patente de invención española y su certificado de adición correspondientes al telemando localizadas en el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas. Así mismo, también se describe el sistema de señales empleado en el aparato, la auténtica aportación novedosa de Torres Quevedo, y las aplicaciones para el que fue concebido.*

*La sección “Experiencias con el Telekino” repasa los experimentos públicos que el ingeniero hizo con su Telekino a través de los artículos originales de las revistas especializadas de la época. En “El Telekino y los derechos de prioridad de Torres Quevedo” se explican los problemas que el español tuvo con inventores franceses que pretendieron utilizar como pioneros dispositivos prácticamente idénticos al Telekino. Incluye la traducción de la correspondencia que Torres Quevedo mantuvo con revistas francesas para hacer constar sus derechos de prioridad.*

*Por último, “Leonardo Torres Quevedo y el Telekino, hoy” presenta brevemente la actualidad de invento e inventor: desde*

*la reciente concesión de un Milestone por parte del IEEE este presente año 2006 hasta las honras póstumas a Torres Quevedo.*

*La documentación empleada para la elaboración de textos y la inclusión de imágenes pueden encontrarse en la sección “Referencias”. Gran parte de dicha documentación ha sido extraída directamente de la Biblioteca Nacional de España, en Madrid, al no existir publicaciones especializadas en el Telekino hasta la fecha. Como fuente de información destacada he de citar las aportaciones de material realizadas por Don Jesús Sánchez Miñana y Don Antonio Pérez Yuste, a los cuales expreso mi agradecimiento desde estas líneas.*

*En los Anexos I y II pueden encontrarse respectivamente una copia de los originales de la patente de invención española y su certificado de adición, manuscritos por el propio Torres Quevedo y que han sido facilitados por la Oficina Española de Patentes y Marcas (Madrid).*

*En el Anexo III se recoge toda la documentación que originariamente fue escrita en el idioma francés debido a la constante actividad de Torres Quevedo en el país y a los problemas surgidos con inventores franceses.*

*Mis agradecimientos a Rafael Mompó por su apoyo, a los citados Jesús Sánchez Miñana y Antonio Pérez Yuste por su colaboración, a mi compañero Antonio Bueno Vázquez, a mi familia, a mis amigas y amigos, y en definitiva, a todos los que han hecho de este documento una realidad.*

*María Elena Andrés Hernández  
Valladolid, Octubre de 2006*

# ÍNDICE

## 1.- Los inicios de la telegrafía sin hilos: inventos e inventores.

- 1.1-Las ecuaciones de Maxwell.
- 1.2-Las ondas hertzianas.
- 1.3-El código Morse.
- 1.4-El cohesor de Branly.
- 1.5.-La antena de Popov.
- 1.6-La radio de Marconi.
- 1.7-El audión de Forest.

## 2.- La introducción de las radiocomunicaciones en España.

## 3.- Leonardo Torres Quevedo: vida y obra.

- 3.1-Breve biografía de Leonardo Torres Quevedo (1852-1936).
- 3.2-Cargos y distinciones.
- 3.3-Resumen de su obra.

## 4.- El Telekino: descripción física y funcional.

- 4.1-Patente nº 31918: *“un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”*.

- 4.1.1-El servomotor.
- 4.1.2.-Los aparatos transmisor y receptor.
- 4.1.3-El distribuidor.
- 4.1.5-Sistema de orientación automática.
- 4.1.6-Aparato avanzado de recepción.
- 4.1.7-El conmutador.
- 4.1.8-Maniobra automática del conmutador.
- 4.1.9-Funcionamiento del interruptor.

4.2-Certificado de Adición de Patente nº 33041. *“Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”*.

## 4.3- Sistema de señales del Telekino.

## 4.4-Aplicaciones del Telekino.

## 5.-Experiencias con el Telekino.

- 5.1-Los precursores del Telekino.
- 5.2-Las pruebas del Telekino en España.

## 6.-El Telekino y los derechos de prioridad de Torres Quevedo.

- 6.1-Las experiencias en Antibes.
  - 6.1.1-Nota de Devaux
  - 6.1.2-Semejanzas y diferencias con el Telekino de Torres Quevedo.

6.1.3-Una reclamación de prioridad: correspondencia cruzada.

## **6.2-Un nuevo Telekino francés: el dispositivo de Gabet.**

6.2.1-Nota de Gabet.

6.2.2-Nota de Torres Quevedo.

## **7.-Leonardo Torres Quevedo y el Telekino, hoy.**

7.1-El Telekino: hito histórico.

7.2-Torres Quevedo: prestigio imperecedero.

## **8.-Referencias.**

8.1-Textos.

8.2-Imágenes.

**Anexo I: Original de la Patente nº 31918.** *“Un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”.*

**Anexo II: Original del Certificado de Adición de Patente nº33041.** *“Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”.*

**Anexo III: Documentos en el idioma original francés.**

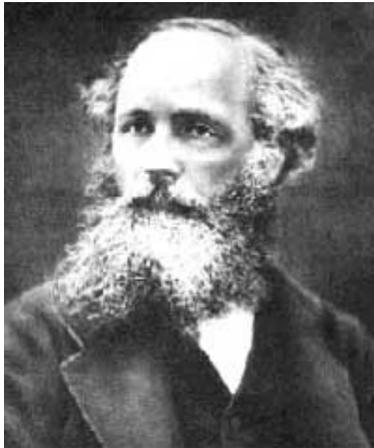
## **1.- Los inicios de la telegrafía sin hilos: inventos e inventores.**

El siglo XIX y los primeros años del siglo XX constituyeron una época muy prolífica en cuanto a invención e innovación se refiere. Las ecuaciones de Maxwell, los trabajos de Hertz, el telégrafo de Morse y su lenguaje asociado, el cohesor de Branly, la antena de Popov, la radio de Marconi, el audión de Forest...sentaron las bases para el inicio y desarrollo de las radiocomunicaciones en el mundo.

En los siguientes epígrafes se recoge de forma breve los inventos e inventores antes citados por considerarlos figuras destacadas en relación al eje fundamental del tema aquí tratado. El invento de que es objeto el presente estudio, el Telekino del ingeniero español Leonardo Torres Quevedo, se nutrió y benefició de los avances técnicos en materia de *telegrafía sin hilos*, como se denominaba en la época a las versiones existentes de lo que actualmente conocemos como *radio*.

### **1.1-Las ecuaciones de Maxwell.**

A James Clerk Maxwell (1831-1879), notable físico británico del siglo XIX, se le debe la sintetización en un conjunto de ecuaciones conocidas como *Ecuaciones de Maxwell* de los trabajos experimentales atribuidos a Coulomb, Gauss, Ampère y Faraday, entre otros, unificando los campos eléctrico y magnético en un solo concepto: el campo electromagnético.



**James Clerk Maxwell [I1]**

Maxwell demostró a partir de sus *Ecuaciones* que la luz es una onda electromagnética consistente en oscilaciones del campo electromagnético, permitiendo ver de forma clara que la electricidad y el magnetismo son dos manifestaciones del mismo fenómeno físico, y no fenómenos aislados. En 1864 presentó a la *Royal Society* británica su *Teoría dinámica del campo electromagnético*, obra que recogía los resultados de su trabajo entre 1861 y 1865 [1].

## **1.2-Las ondas hertzianas.**

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), físico alemán, fue el primero en validar experimentalmente entre 1886 y 1888 la teoría de Maxwell.

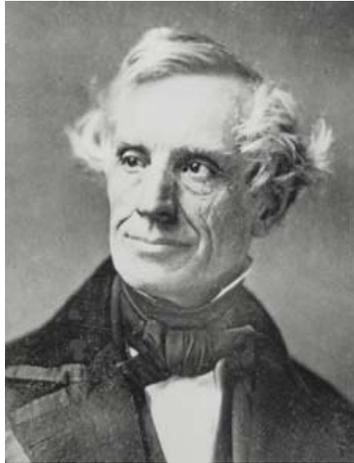


**Heinrich Rudolf Hertz [I2]**

A partir de las bases teóricas establecidas por el británico, demostró la existencia de radiación electromagnética construyendo un aparato para producir ondas de radio. En sus experimentos produjo ondas electromagnéticas generadas al saltar una chispa de alto voltaje entre dos electrodos, comprobando que las ondas poseían las propiedades de la luz, como la de propagarse en el aire a una velocidad similar. Hertz también reformuló las ecuaciones electromagnéticas de Maxwell en una ecuación diferencial parcial denominada *Ecuación de Onda*. Las ondas electromagnéticas u ondas hertzianas constituirían la piedra angular de la telegrafía sin hilos [2].

Maxwell y Hertz establecieron la base técnica de lo que sería en el siglo XX uno de los grandes medios de comunicación: la radio.

### 1.3-El código Morse.



Samuel Morse [I3]

El *código Morse* fue desarrollado y patentado por el estadounidense Samuel Morse (1791-1872) en 1838 y mejorado por Alfred Vail mientras ambos colaboraban en la invención del telégrafo eléctrico. En dicho código, cada carácter alfanumérico o signo era transmitido individualmente mediante una serie de rayas y puntos, entendiéndose como raya una señal telegráfica de larga duración y como punto una señal telegráfica de corta duración. Tomando como unidad la duración de un punto, una raya equivale a tres unidades aproximadamente, entre cada par de caracteres existe una ausencia de señal de una unidad y entre palabras dicha ausencia se extiende a siete unidades [3], [4].

En el siglo XX el *código Morse* fue utilizado como lenguaje internacional para la comunicación a distancia mediante telegrafía inalámbrica.

### 1.4-El cohesor de Branly.



Edouard Branly [I4]

En 1890, el físico francés Edouard Branly (1846-1940) desarrolló un modelo de receptor de ondas electromagnéticas: *el cohesor*. Éste consistía en un tubo de vidrio cerrado al vacío que contenía dos varillas de plata entre las que se colocaban limaduras metálicas de plata y níquel. En presencia de una chispa procedente de una máquina eléctrica o una bobina de

inducción se producía una diferencia de potencial en el cohesor y éste variaba bruscamente su resistencia [5]. Oliver Lodge demostró en 1893 que el cohesor de Branly respondía no sólo a las chispas eléctricas sino también a ondas inalámbricas. Utilizando un circuito receptor con un timbre o un aparato Morse consiguió registrar la llegada de ondas electromagnéticas. La sensibilidad de este receptor fue mejorada ostensiblemente por Popov en su antena. La principal limitación del cohesor estribaba en que funcionaba satisfactoriamente con señales del tipo *on/off*, pero no respondía correctamente con ondas de mayor complejidad.

## 1.5-La antena de Popov.



Alexander S. Popov [I5]

Aleksandr Stepánovich Popov (1859-1906), físico e ingeniero ruso, trabajó desde 1890 en una serie de experimentos que darían como resultado la primera antena. Utilizando un cohesor de Branly conectado a tierra y un cable metálico unido al cohesor por uno de sus extremos y dejando al aire el otro se propuso pronosticar la formación de tormentas, gracias a la detección de las chispas eléctricas de la atmósfera. Sus trabajos evolucionaron y Popov se planteó utilizar su antena para detectar las ondas de Hertz, construyendo un *receptor de alambre exterior* en 1894 capaz de captar perturbaciones eléctricas, incluidas las de carácter atmosférico [6]. Dicho receptor fue presentado ante la *Sociedad Rusa de Física y Química* el 7 de Mayo de 1895, transmitiendo señales entre un barco y tierra a cinco kilómetros de distancia. En Marzo de 1896 también realizó una comunicación entre dos edificios de la Universidad de San Petersburgo, situados a 250 metros de distancia, transmitiendo con éxito las palabras “*Heinrich Hertz*” en código Morse. Algunos científicos y la Unión Soviética consideran a Popov como el verdadero inventor de la radio, pese a que fue Marconi quien obtuvo la patente industrial a nivel mundial.

## 1.6-La radio de Marconi.

Fue el italiano Guglielmo Marconi (1874-1937) quien en 1897 sintetizó en su famosa radio, en su tiempo denominada *telegrafía sin hilos*, todos los conceptos e inventos anteriormente descritos: el *carrete de Ruhmkorff* (bobina de inducción creada por el alemán Heinrich Daniel Ruhmkorff en

1851), el excitador de Hertz, la antena de Popov y el cohesor de Branly.

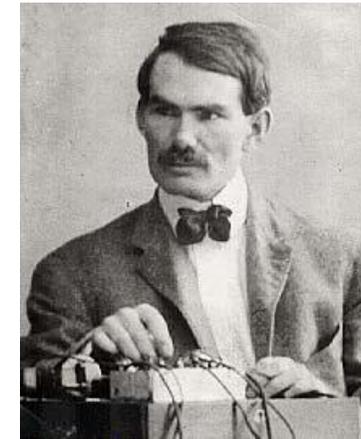


**Guglielmo Marconi [I6]**

En mayo de 1896 realizaba una transmisión de señales a pequeña distancia en el patio de su propia casa, experimento que realizó con éxito en otros escenarios y a distancias de hasta 1,6 kilómetros. Ese mismo año Marconi presentó su invento en Gran Bretaña, recibiendo ayudas oficiales para su perfeccionamiento, y creó la compañía "*The Marconi Wireless Telegraph Signal Co.*" para su comercialización [7]. A partir de ese momento se sucedieron una serie de notables éxitos que supusieron toda una revolución para la época: en 1899 un radiograma cruzaba el Canal de la Mancha, en 1900 dos barcos franceses se comunicaban en plena navegación y en 1901 se produjo un acontecimiento de gran relevancia histórica: un mensaje cruzó el Atlántico desde Cornwall (Gran Bretaña) hasta Terranova (Estados Unidos) [8]. Sin embargo, Marconi

no consiguió retransmitir la reproducción de la voz humana y el sonido y fue Lee de Forest quien resolvió este problema crucial.

## 1.7-El audión de Forest.



**Lee de Forest [I7]**

El norteamericano Lee de Forest (1873-1961) fue otro de los grandes inventores relacionados con el fenómeno radiofónico, con su importantísima contribución que vio la luz en 1906: el *triode* o *audión*. Los diferentes sonidos de cada letra requerían dotar a las ondas de radio de características diferenciadoras que permitieran su distinción, jugando con la amplitud y la frecuencia. En pocas palabras: la invención de un aparato que permitiese la modulación se hacía imprescindible. Forest estudió a fondo el cohesor de Branly con el fin de resolver sus limitaciones y propuso, en oposición a éste, el

*detector electrolítico*. Utilizando una válvula diodo inventada tres años antes por el ingeniero eléctrico inglés Fleming, intercaló entre sus dos electrodos (ánodo y cátodo) un tercero, al que denominó *rejilla de control*. Con un voltaje relativamente pequeño aplicado a la rejilla de control podía conseguir grandes variaciones en la corriente que circulaba entre el ánodo y el cátodo. Posteriormente, en 1907, descubrió que su triodo podía utilizarse, además de como detector, como amplificador y oscilador. Cubrió su sistema con una bombilla de vidrio, inventando el *tubo de radio*, cuya aplicación permitió la modulación de las señales de radio y supuso un paso de gigante en el desarrollo de las técnicas de radiodifusión [9].

## **2.-La introducción de las radiocomunicaciones en España.**

Durante el breve período temporal que abarca el presente estudio, localizado en la primera década del siglo XX, las radiocomunicaciones en España se limitan casi exclusivamente a la denominada *telegrafía sin hilos* o *radiotelegrafía*. Se utilizaban transmisores *de chispa*, que producían ondas hertzianas armónicas amortiguadas de longitudes hectométricas y kilométricas y se empleaba el código Morse como lenguaje de comunicación.

El resumen del panorama español en los inicios de la telegrafía sin hilos aquí recogido está basado íntegramente en el libro “*La introducción de las radiocomunicaciones en España (1896-1914)*”, del Doctor Ingeniero de Telecomunicación y profesor de la Universidad Politécnica de Madrid Jesús Sánchez Miñana [10].

A finales del siglo XIX, la introducción de los últimos avances en materia radiotelegráfica en España se inicia cuando Marconi, representado por Diego Mitchell, solicita el 1 de Diciembre 1896 su primera patente española, registrada formalmente el 22 de Enero de 1897 con el número 20041. El 30 de Noviembre de 1898 Marconi solicitó otra segunda patente en nuestro país, a la que seguirían muchas otras a lo largo de los años.

En Abril de 1899 viajó a España Alfred Cahen, delegado de *The Wireless*, con el fin de realizar demostraciones públicas de aparatos de telegrafía sin hilos en las ciudades de Sevilla y Madrid. Marconi, paralelamente, acrecentaba su fama fuera de

nuestras fronteras y despertaba el interés de gobiernos e inversores en todo el mundo. El 27 de Marzo de 1899, el inventor de la radio consiguió enlazar a través de dos estaciones de telegrafía sin hilos la ciudad francesa de Wimereux y la anglosajona de South Foreland, éxito de una enorme repercusión internacional. Las autoridades militares españolas se hicieron eco de este acontecimiento y enviaron como observador al Comandante del Cuerpo de Ingenieros: Julio Cervera Baviera.



**Julio Cervera Baviera [18]**

A su regreso a la Península, Cervera convenció a las autoridades de que era factible construir equipos propios de telegrafía sin hilos en España y en Julio de 1899 fue destinado a Madrid para que comenzase los trabajos. El 31 de Agosto solicitó su primera patente en España, registrada con el número 24717, y unos meses después, dos certificados de adición. El 6 de Diciembre del mismo año Cervera realizaba experiencias con carácter oficial en el Cuartel de la Montaña de Madrid, en

presencia de la Reina Regente María Cristina, el Rey Alfonso XIII y diversas autoridades militares.

Otros inventores pronto se interesaron también por las nuevas técnicas y el 13 de Noviembre de 1899 el Ingeniero de Minas Domingo de Orueta Duarte patentó “*un procedimiento mecánico para la aplicación de la telegrafía sin hilos a evitar los choques de trenes en los caminos de hierro y a poder comunicar los trenes en marcha*”. También Jesús Ferrari Bueno registra el 17 de Noviembre la patente nº 25052 “*por el perfeccionamiento de la telegrafía sin alambres de tal manera que sólo tome la corriente el receptor cuando uno desee*”. Pese a ello, fue Cervera quien siguió a atrayendo con sus actividades la atención del país.

El Gobierno, mientras tanto, hacía caso omiso de los progresos en radiotelegrafía, llegando a publicar Eduardo Dato, máximo responsable del Cuerpo de Telégrafos, en *La Energía Eléctrica* en 1899 la siguiente apreciación:

*Contestando a una pregunta de nuestro inestimado amigo el diputado por Canarias señor marqués de Villasegura, el Ministro de la Gobernación, ha manifestado en el Congreso que no sólo hacen ensayos de telegrafía sin alambres los telegrafistas militares, sin también los civiles.*

*Como es la primera noticia que tenemos del asunto, nos congratulamos en darla a conocer; pero nos parece que dichos ensayos son puramente imaginativos por lo que al elemento civil se refiere, pues que sabemos, ni hay nadie ocupado en su realización, ni existen medios para efectuarlos.*

Hasta Enero de 1901 no se tiene noticias de los primeros planes del Cuerpo de Telégrafos para incluir la telegrafía sin hilos en sus actividades. Una Real Orden del Ministerio de Guerra de 24 de Febrero de 1901 dispuso que se llevaran a cabo ensayos de los aparatos de Cervera en Ceuta y Tarifa y a los pocos meses de realizarse estas pruebas comienza a funcionar en España, en Octubre de 1901, el primer enlace regular telegráfico sin hilos que comunicaba la delegación en Cádiz de la *Compañía Transatlántica* con el dique de Matagorda, a unos cinco kilómetros de distancia.

En Marzo de 1902 se constituyó en Madrid la sociedad anónima *Telegrafía y Telefonía sin Hilos*, con un capital de quinientas mil pesetas y un Consejo de Administración de cinco miembros, presidido por Antonio López Muñoz y del que formaba parte Julio Cervera. Cervera continuó trabajando un tiempo en la construcción de nuevos enlaces de telegrafía sin hilos hasta que el 1 de Mayo de 1903 inició viajes a Málaga y Londres, tras obtener licencia del Ejército por enfermedad. El viaje se prolongó por Estados Unidos y a su regreso a España Cervera abandonó su carrera militar para ocuparse de la enseñanza técnica por correspondencia. Esto supuso un duro golpe para la telegrafía sin hilos en cuanto a ensayos civiles se refiere, pues *Telegrafía y Telefonía sin Hilos* abandonó los trabajos de forma más o menos inmediata.

Ante la falta de interés en el desarrollo de tecnología propia en España, las empresas extranjeras trataron de comercializar sus productos en nuestro país. Fue Alemania quien se hizo finalmente con el mercado español, pese a las tentativas francesa y anglosajona, e introdujo sus aparatos de radiotelegrafía bajo la marca *Telefunken*, compañía fundada tras

la primera *Conferencia de Telegrafía Sin Hilos* en Berlín en 1903. Ramón Estrada, cronista de la época, apunta en la publicación *Industria e Invenciones* los que a su juicio cree son los verdaderos motivos del interés en la introducción de las nuevas técnicas y aparatos desarrollados fuera de nuestro país:

*Las tentativas para introducir la telegrafía sin hilos en España han procedido más bien por parte de las casas constructoras o explotadoras de estos aparatos, influyendo sobre los elementos oficiales de la nación, que por la acción de estos elementos para lograr el nuevo medio de comunicarse a distancia. En otros términos: la telegrafía sin hilos viene a nosotros por el natural deseo del lucro antes que por afán nuestro de modernizarnos. Esto debe confesarse, lamentarse y procurar la enmienda.*

La suerte corrida por la telegrafía sin hilos en materia civil no tuvo su igual en el Ejército, mucho más comprometido con la nueva técnica. En 1904 se efectúan numerosas pruebas con dos estaciones *Telefunken* y a principios de 1905 se comienza a organizar una escuela de formación de personal. La Armada también realizó experimentos con equipos de la misma marca montados en buques, instalando su primera estación de telegrafía sin hilos a bordo de un buque en 1903 en el yate real *Giralda* a cargo de la *Société Française des Télégraphes et Téléphones sans Fil*, empresa francesa asociada con la de Cervera.

La necesidad de reglamentación de las nuevas actividades condujo a la promulgación del Real Decreto 21 de Mayo de 1905 por iniciativa del Ministerio de Guerra, debido a “la necesidad de que se atienda con la preferencia debida a

*asegurar las comunicaciones telegráficas de la Península con las posesiones españolas del Norte de África y con las Islas Baleares y Canarias, y la conveniencia de estudiar con el mismo fin nuevas comunicaciones mediante estaciones de telegrafía eléctrica sin conductor, y de dictar las reglas que se consideren oportunas para el establecimiento, régimen y servicio de las de esta clase que se instalen en España, tanto para el uso exclusivo del Estado como para el servicio público”, según palabras del Jefe del Estado Mayor Central del Ejército. Este Real Decreto marcó el nacimiento oficial de las radiocomunicaciones en España.*

En este marco de progreso constante a nivel internacional, inventos extranjeros adoptados en nuestro país y poco apoyo por parte del Gobierno español a la innovación se encuadran Torres Quevedo y su Telekino, presentado por primera vez en 1903 en París. La vida y milagros del Telekino que se describe en el presente documento refleja a la perfección los entresijos y circunstancias de toda una época en la que las patentes de invención, la consecución de prestigio por parte de los inventores, la falta de apoyo a las nuevas tecnologías en la mayoría de los casos y los plagios por parte de otros supuestos inventores que deseaban lucrarse y conseguir la fama aparejada a los inventos estaban a la orden del día.

### **3.- Leonardo Torres Quevedo: vida y obra.**

#### **3.1-Breve biografía de Leonardo Torres Quevedo (1852-1936).**

A grandes rasgos, la figura de Torres Quevedo puede resumirse como la de un Ingeniero de Caminos español de reconocido prestigio científico y técnico debido a su prolífica carrera como inventor, traducida en numerosas y diversas patentes internacionales (dirigibles, transbordadores, automática...). Sus trabajos alcanzaron resonancia internacional y son citados como precursores de la Cibernética, del Cálculo Analógico y de la Informática.



**Casa donde nació Leonardo Torres Quevedo [I9]**

Leonardo Torres Quevedo nació en Santa Cruz de Iguña (Molledo, Santander) el 28 de Diciembre de 1852. Su padre, don Luis Torres Vildósola, era un notable Ingeniero de Caminos que proyectó la línea ferroviaria Bilbao-Irún en 1853 y a partir de 1857 desempeñó la cátedra de Caminos de Hierro en la Escuela de Caminos de Madrid [11].



**Leonardo Torres Quevedo en su juventud [I10]**

La familia Torres-Quevedo residía en Bilbao, y pasaba grandes temporadas en verano en Santa Cruz de Iguña. En 1868 Leonardo concluye los estudios de Bachillerato en Bilbao y se desplaza a París para proseguir estudios durante otros dos años en el colegio de los hermanos de la Doctrina Cristiana. Por esta época, el matrimonio Torres-Quevedo se traslada a Andalucía debido a los trabajos de Don Luis Torres en la empresa del ferrocarril Sevilla-Cádiz. Concluidas las obras, la familia se traslada a Madrid en 1870, año de regreso de Leonardo a España. Al año siguiente, el joven ingresa en la Escuela Oficial

del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, finalizando sus estudios en 1876 en cuarta posición en una promoción de siete, encabezada por su primo José Luis Torres Vildósola Cortázar. Ejerce brevemente la profesión en los ferrocarriles y viaja por Europa, impregnándose del progreso científico y de los nuevos adelantos de la técnica en una época en que comenzaban las aplicaciones de la electricidad [11].

A su regreso de Europa se instala en Cantabria, donde se casa con Luz Polanco en 1885 y fijan su residencia durante los ocho primeros años tras la boda en el pueblo de Portolín. Ocho hijos serán el fruto de este matrimonio; uno de ellos, Gonzalo Torres Quevedo, también sería Ingeniero, y colaboraría con su padre en diversos trabajos como el segundo *Jugador Ajedrecista*. Leonardo dedica estos años al estudio y a la experimentación por cuenta propia. En 1893, a los 41 años, presenta su primer trabajo científico, iniciándose un período de frenética actividad de unos 30 años de duración. Hay que destacar que hasta que empezó a ser conocido por sus inventos él mismo sufragó sus proyectos, lo cual se lo permitía su holgada economía, y esto constituyó una pieza clave para que el ingeniero pudiera dedicar prácticamente la totalidad de su vida a la investigación [11].



**El matrimonio**

**Leonardo Torres Quevedo y Luz Polanco [I11]**

En 1899 se traslada a Madrid, donde participa, aunque no activamente, en la vida cultural de la capital. Desde hacía unos años disfrutaba de considerable fama y prestigio. En 1901 es nombrado Director del recién creado *Laboratorio de Mecánica Aplicada* (después, de Automática), cargo en el que desarrollaría gran parte de su producción científica posterior. Dicho Laboratorio se había creado a raíz de una campaña en este sentido promovida por el Ateneo de Madrid, y sería pionero en nuestro país en la fabricación de material de calidad para la experimentación científica.

Torres Quevedo falleció el 18 de diciembre de 1936 en Madrid a punto de cumplir 84 años de edad, “*cargado de años y de gloria*” [12] como dijo su amigo Maurice D’Ocagne en la conferencia que dedicó en su honor en la *Société Scientifique* de Bruselas en 1938. En plena Guerra Civil, el acontecimiento pasó prácticamente inadvertido en España, alcanzando la noticia de su muerte cierta resonancia en el extranjero. Sólo Pedro González Quijano le dedicó una necrología en la *Revista Matemática Hispano-Americana*, unos meses después de su muerte. El mismo González Quijano publicó en 1940 un artículo en la *Revista de Obras Públicas* lamentando la pérdida del ingeniero y su poca repercusión dada la situación del país [13], aunque sentenciando “*si su muerte pasó inadvertida, su memoria será eterna*”.

### **3.2-Cargos y distinciones.**



**Leonardo Torres Quevedo [I12]**

Don Leonardo Torres Quevedo gozó, como ya se ha apuntado en la sección anterior, de gran prestigio en su época y prueba de ello son los importantes cargos que ostentó y las numerosas condecoraciones que recibió durante su dilatada trayectoria profesional. A continuación se presenta una relación de dichos cargos y distinciones y su localización espacial y temporal [11], [14]:

a) Pertenencia a sociedades científicas:

- Académico de Número de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid (19/5/1901).
- Miembro correspondiente de la *Sociedad Científica Argentina* (2/8/1910).
- Miembro correspondiente de la *Academia Hispano Americana* de Cádiz (4/12/1910).
- Miembro correspondiente del *Centro Nacional de Ingenieros* de Buenos Aires (3/8/1916).
- Miembro correspondiente de la *Academia de Ciencias* de Buenos Aires (3/12/1917).
- Miembro correspondiente de la *Academia de Ciencias* de Zaragoza (12/4/1919).
- Académico correspondiente de la *Sección de Mecánica de la Academia de Ciencias* de París (21/6/1920).
- Académico de número de la *Real Academia Española de la Lengua*, Sillón N (31/10/1920).
- Académico Honorario de la *Société de Physique et D'Histoire Naturelle*, de Ginebra (17/ 5/1923).

- Miembro correspondiente de la *Hispanic Society of America* (12/12/1925).
- Académico asociado extranjero de la *Academia de Ciencias* de París (27/6/1927, sólo eran doce los académicos asociados).

b) Cargos en sociedades científicas:

- Secretario de la Sección de Ciencias Exactas de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid (26/6/1901).
- Vocal de la *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas* (1907).
- Vicepresidente de la *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* (1908).
- Vicepresidente de la *Sociedad Matemática Española* (12/10/1914).
- Presidente de la *Sociedad Española de Física y Química* (1/12/1919).
- Presidente de la *Sociedad Matemática Española* (4/12/1920).
- Presidente de la *Sección Española del Comité Internacional de Pesas y Medidas* de París (9/2/1921).
- Presidente de la *Unión Internacional Hispano Americana de Bibliografía y Tecnología Científicas* (19/ 4/1921).
- Presidente de la Sección de Ciencias Exactas de la *Academia de Ciencias* de Madrid (4/6/ 1924).
- Vicepresidente de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid (16/3/1927).

- Presidente de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid (2/2/1928).

c) Honores y condecoraciones:

- Gran Cruz de Alfonso XII (15/10/1906).
- Socio Honorario del Instituto de Ingenieros Civiles (3/7/1907).
- Premio-medalla “*Echegaray*” de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid, impuesta por el Rey Alfonso XIII (12/ 3/1916).
- Premio Parville de la *Academia de Ciencias* de París (7/11/1916).
- Rechaza el cargo de Ministro de Fomento en 1918.
- Gran Cruz de Carlos III (18/12/1919).
- Académico honorario de la *Real Academia Hispano Americana de Ciencias y Artes* de Madrid (2/2/1920).
- Gran Cruz de S. Tiago da Espada, Portugal (24/10/1921).
- Comendador de la Legión de Honor, Francia (20/3/1922).
- Doctor “*Honoris Causa*” por la Universidad de París (1923).
- Presidente honorario de la *Sociedad Matemática Española* (2/2/1924).
- Doctor “*Honoris Causa*” por la Universidad de Coimbra (10/5/1925).
- Inspector General Honorario del *Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos* (19/11/1926).
- Miembro honorario del *Comité Internacional de Pesas y Medidas* de París (20/6/1929).

- Banda de la Orden de la República (14/4/1934).
- Presidente de Honor de la *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid (31/10/1934).
- Presidente Honorario de la *Junta Nacional de Tecnología y Bibliografía Científicas Hispano-Americana* (29/5/1935).

### 3.3-Resumen de su obra.

En los siguientes epígrafes se hará un breve resumen la extensa obra de Leonardo Torres Quevedo, tomando como referencias para ello [11], [15]. Desde los dirigibles hasta la Automática, la obra del ingeniero español está plagada de inventos pioneros en su tiempo y precursores en muchas ocasiones de otros que posteriormente se habrían de desarrollar a lo largo del siglo XX.

#### 3.3.1-Dirigibles.

Los trabajos de Torres Quevedo en materia de dirigibles (o *aerostación*, término utilizado en la época) deriva del interés en este tipo de embarcaciones por parte del Ejército desde finales del siglo XVIII. En 1902 presenta en la Academia de Ciencias de Madrid y en la de París el proyecto de un nuevo tipo de dirigible, que incluía en su diseño un armazón interior de cables flexibles que conseguía las ventajas de utilizar uno rígido.



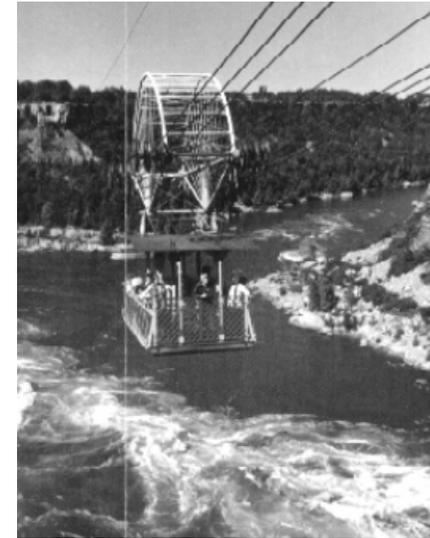
**El dirigible *España* [I13]**

Durante 1905 Torres Quevedo dirige la construcción del primer dirigible español, el “*España*”, con la ayuda de Alfredo Kindelán. Los trabajos se desarrollaron en el Servicio de Aerostación Militar del Ejército, creado en 1896 y situado en Guadalajara. Unos años después, Torres Quevedo pasó a colaborar con la casa francesa *Astra*, que compró la patente de su dirigible español y en 1911 inició la fabricación de los dirigibles denominados “*Astra-Torres*”, utilizados por los ejércitos francés e inglés durante la I Guerra Mundial (1914-1918) e incluso adquiridos por Japón en 1924 para incorporarlos a su Armada.

Durante 1918, con vistas a realizar la primera travesía aérea del Atlántico, Torres Quevedo proyectó en colaboración con el ingeniero Emilio Herrera Linares, el dirigible “*Hispania*”. Al no recibir el apoyo financiero suficiente, el proyecto se demoró y fueron aparatos construidos en Gran Bretaña y Alemania los que realizaron el primer vuelo transatlántico.

A partir de la segunda década del siglo XX, se abandonó el uso militar de dirigibles para relegarlos a su uso civil.

### 3.3.2-Transbordadores.



**Transbordador de Torres Quevedo en San Sebastián [I14]**

Torres Quevedo inició en 1887, cuando aún residía en Molledo, sus trabajos en el campo de los *transbordadores* (hoy conocidos como funiculares o teleféricos). Para sus primeros experimentos construyó en su propia casa un transbordador de 200 metros de longitud preparado para salvar un desnivel de 40 metros, utilizando una pareja de vacas como fuerza tractora. Posteriormente construyó el «*transbordador del río León*», que utilizaba ya un motor y tenía como finalidad el transporte de mercancías. En 1890 lo presentó en Suiza, pero su proyecto fue rechazado.

En 1907 Torres Quevedo construyó el primer transbordador apto para el transporte público de personas en el Monte Ulía en

San Sebastián a cargo de la «*Sociedad de Estudios y Obras de Ingeniería*» de Bilbao. Su proyecto solucionaba el problema de seguridad de los transbordadores de la época. El transbordador ideado por el ingeniero era de gran robustez y soportaba fallos y roturas de piezas en el sistema sin poner en peligro las vidas de sus ocupantes.

### 3.3.3-Radiocontrol.

Los trabajos de Torres Quevedo en radiocontrol fructificaron en 1903 con el Telekino, invento del que se ocupa el presente estudio y que será estudiado en profundidad en las siguientes secciones.

El Telekino fue presentado en la Academia de Ciencias de París en 1903. A partir de ese momento comenzaron las demostraciones públicas de sus virtudes, considerado el precursor del mando a distancia actual y el primer aparato de radiodirección del mundo.

El Telekino, a grandes rasgos, es un autómatas capaz de ejecutar órdenes transmitidas mediante telegrafía sin hilos.

Torres Quevedo obtuvo patentes de su telemando en Francia, España, Gran Bretaña y Estados Unidos<sup>1</sup>. En dos ocasiones tuvo que reclamar sus derechos de prioridad ante dos inventores franceses, que presentaron como originales inventos prácticamente idénticos al del español.

Sus aplicaciones se restringieron a la dirección de buques a distancia, pese que la idea inicial era aplicarlo a globos

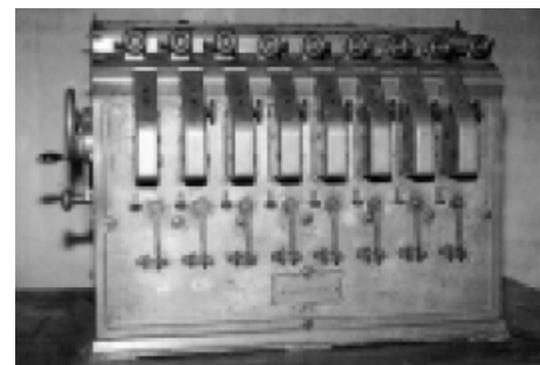
---

<sup>1</sup> Se han conseguido localizar todas las patentes excepto la estadounidense, que viene citada en el libro de Santesmases [11].

aerostáticos, con el fin de no poner en riesgo la vida de los pilotos, y también se barajó su aplicación a torpedos teledirigidos, frustrada por falta de financiación.

### 3.3.4-Máquinas analógicas de cálculo.

Las máquinas analógicas de cálculo son dispositivos que buscan la solución de ecuaciones matemáticas mediante el estudio de magnitudes físicas, las cuales conducen a un determinado resultado físico equivalente a la solución matemática buscada. Desde mediados del siglo XIX existían aparatos mecánicos que realizaban operaciones como la multiplicación y la integración. Torres Quevedo inicia sus publicaciones sobre la materia en 1893 con la presentación en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid de una Memoria *Sobre las máquinas algebraicas*. En 1895 presenta en Burdeos (Francia) la versión en francés *Sur les machines algébriques*.

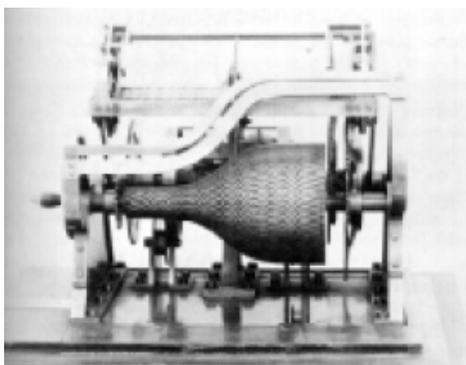


Máquina analógica de cálculo [115]

Posteriormente, en 1900, presentará la Memoria *Machines á calculer* en la Academia de Ciencias de París. En ellas, examina las analogías matemáticas y físicas en las que se basa el cálculo analógico y cómo establecer mecánicamente las relaciones entre ellas expresadas en fórmulas matemáticas. Su estudio incluye variables complejas, y utiliza la escala logarítmica.

A nivel práctico, Torres Quevedo construyó una serie de máquinas analógicas de las que se podrían destacar algunas de las piezas que las componía como el *aritmóforo*. Este aparato servía para representar los números mediante una escala logarítmica en una rueda graduada de 1 a 10, para obtener todas las mantisas posibles, y otra rueda contadora de vueltas para representar las características crecientes o decrecientes de los logaritmos.

Otra de las piezas más complicadas e importantes que Torres Quevedo inventó fue el *husillo sin fin*, sistema mecánico que permitía calcular la relación  $y = \log(10x+1)$  expresando el logaritmo de una suma como suma de logaritmos.



*Husillo sin fin* [I16]

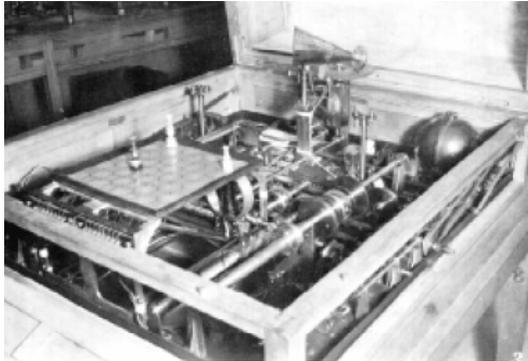
Utilizando estos y otros elementos construyó una máquina para resolver ecuaciones algebraicas de ocho términos, obteniendo sus raíces (incluso las complejas) con precisión de milésimas; una máquina para resolver ecuaciones de segundo grado con coeficientes complejos y un integrador.

Los inventos de Torres Quevedo en el campo de las máquinas de cálculo también supusieron auténticas novedades en la época. A mediados del siglo XX se desarrollaron técnicas electrónicas que permitieron construir máquinas más avanzadas en sustitución de las electromecánicas que se empleaban en tiempos del ingeniero español.

### 3.3.5-Jugadores Ajedrecistas.

Torres Quevedo construyó dos versiones del *Jugador Ajedrecista*, su invento más curioso y considerado precursor de la Inteligencia Artificial. La primera versión data de 1912 y fue presentada en la Feria de París en 1914, generando una gran expectación. El ingenio era capaz de jugar finales sencillos de partidas de ajedrez contra una persona: rey y torre blancos por parte de la máquina contra el rey negro del jugador humano. El *Jugador* disponía de un brazo mecánico para realizar los movimientos y un conjunto de sensores eléctricos para conocer la posición de las piezas en el tablero.

El segundo *Jugador Ajedrecista* fue construido en 1920 y Torres Quevedo contó con la colaboración de su hijo Gonzalo. El movimiento de las piezas se conseguía mediante imanes colocados bajo el tablero.



**El Jugador Ajedrecista [I17]**

Torres Quevedo materializó con el *Jugador Ajedrecista* los deseos de construir, desde el siglo XVIII, un autómeta capaz de desenvolverse en un juego humano.

### **3.3.6-Automática.**

La Automática constituye uno de los aspectos más importantes de la obra de Torres Quevedo y puede considerarse precursor de la Automática actual, término que él mismo fue el primero en utilizar en España. Sobre este aspecto, el francés M.Raymond, experto en la materia, señaló en 1954 [11]:

*“Si Farcot y Watt pueden considerarse como inventores de los servomecanismos, Torres Quevedo es quien a tocado con el dedo el verdadero problema de la Automática. Es singular que sus trabajos con tantos conceptos precursores hayan pasado inadvertidos para tantos ingenieros.”*

En 1914, el ingeniero español publicó en España y Francia una memoria titulada *“Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones”*, su obra cumbre. En ella enuncia los fundamentos teóricos de la Automática, expone proyectos de sistemas para realizar operaciones aritméticas por procesos digitales y rescata los trabajos del inglés Charles Babbage (1791-1871) y su *Máquina Analítica*, considerada la precursora de los computadores digitales modernos.

En *“Ensayos sobre Automática”*, Torres Quevedo recoge un diseño de máquina capaz de calcular el valor de  $ax(y-z)^2$ . Incluye dispositivos electromagnéticos para almacenar dígitos decimales, realizar operaciones binarias, y comparar cantidades. La memoria, además, contiene la primera formulación conocida de la aritmética de punto flotante.

Como primera versión de una máquina digital electromecánica, Torres Quevedo construyó el *Aritmómetro Electromecánico*, presentado en París en 1920. Consistía en una máquina calculadora conectada a una máquina de escribir en la que se tecleaban los números y las operaciones, en el orden en que iban a ser ejecutadas sin intervención humana. Al finalizar, la máquina de escribir anotaba automáticamente el resultado. El *Aritmómetro Electromecánico* es la primera versión existente conocida de una calculadora digital.

## 4.- El Telekino: descripción física y funcional.

Torres Quevedo patentó entre 1902 y 1903 su Telekino en España, Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos. No se ha conseguido localizar la fecha exacta de expedición de la patente inglesa ni demostrar la existencia de la estadounidense, que cita Santesmases en *Obra e inventos de Torres Quevedo* [11]. La documentación sobre las patentes francesa y española, por el contrario, es extensa. La cronología de las mismas puede resumirse de la manera siguiente:

- 10 de diciembre de 1902 - Solicitud de patente francesa por “*Système dit Télékine pour commander à distance un mouvement mécanique*”, registrada con el número 327.218.
- 10 de junio de 1903 - Solicitud de patente en el Registro de la Propiedad Industrial de España, con fecha 10 de junio de 1903, por “*Un sistema denominado ‘Telekine’ para gobernar a distancia un movimiento mecánico*”, registrada con el número 31.918.
- 19 de septiembre de 1903 – Expedición de la patente española.
- 9 de diciembre de 1903 - Solicitud de adición a la patente española bajo el título “*Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico*”. Paralelamente, Torres Quevedo también solicita en Francia una “*Première addition*” a su patente francesa.

- 12 de febrero de 1904 - Expedición de los certificados de adhesión relativos tanto a su patente española como a su patente francesa.

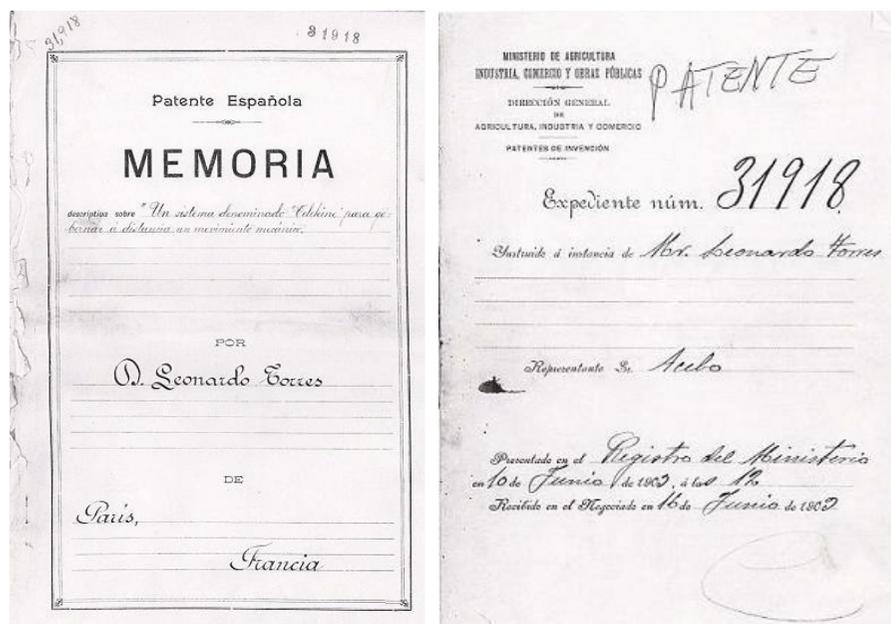
En los siguientes epígrafes se analizará en detalle la patente de invención española y su correspondiente certificado de adhesión.

### 4.1-Patente nº 31918: “*un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico*”.

La patente solicitada por Torres Quevedo en Madrid el 10 de Junio de 1903 recayó en “*un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico*”. El documento original está recogido en el expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, con sede en Madrid. Dicho expediente comprende un conjunto de dibujos que representan las piezas de las que se compone el Telekino y su descripción funcional, manuscrito por el propio Torres Quevedo. A continuación se reproducen los dibujos de las piezas extraídos de la patente original, acompañados de tablas con su correspondiente explicación basada en el contenido de ésta. Se ha respetado la notación empleada por Torres Quevedo, aún en el caso en que pueda resultar algo confusa, teniendo en cuenta que ideó un sistema simbólico que trataba de ser universal para la notación de máquinas sobre el que la *Revista de Obras Públicas* en 1906, en su sección *Noticias*, apuntó : «*Del estilo de las modernas fórmulas químicas, de las del álgebra, de la lógica, etc., tiene todas las*

condiciones para servir de esperanto mecánico y a tal objeto ha sido propuesto a todas las naciones» [16]. Pese a estas optimistas previsiones, el sistema de notación de Torres Quevedo fracasó, sin empañar su notable carrera sembrada de éxitos.

El invento detallado “*comprende en principio una transmisión telegráfica con o sin hilos determinando la posición de una aguja que gobierna un servomotor reaccionando un mecanismo cualquiera*”, según las notas de Torres Quevedo [17].



Portada y primera página de la patente española nº 31918 del Telekino. [118]

#### 4.1.1-El servomotor.

En las figuras 1-5 se presentan las piezas correspondientes a un servomotor caracterizado por el montaje sobre un mismo árbol de una aguja y de un disco que giran independientemente bajo el punto de vista mecánico. La aguja contacta con una serie de tacos, determinando el funcionamiento del servomotor eléctrico que gobierna el disco y le hace seguir todos los movimientos de la aguja, sin que ésta realice ningún esfuerzo para arrastrarlo. Las figuras 1 y 2, y sus respectivas tablas y descripciones, se refieren a la parte que corresponde al giro del motor, mientras que las figuras 3 y 4, más específicas, indican el mecanismo de avance de diente de uno de los engranajes fundamentales del aparato. La figura 5, siguiendo la misma línea que las figuras 3 y 4, explica el mecanismo biela-manivela que permite el giro de un disco, también pieza fundamental.

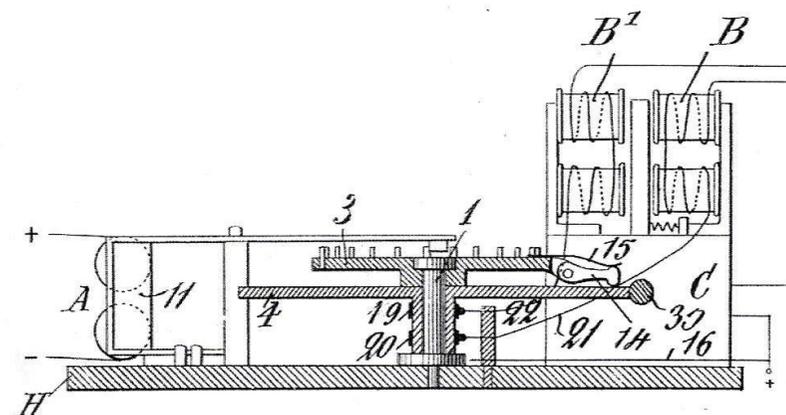


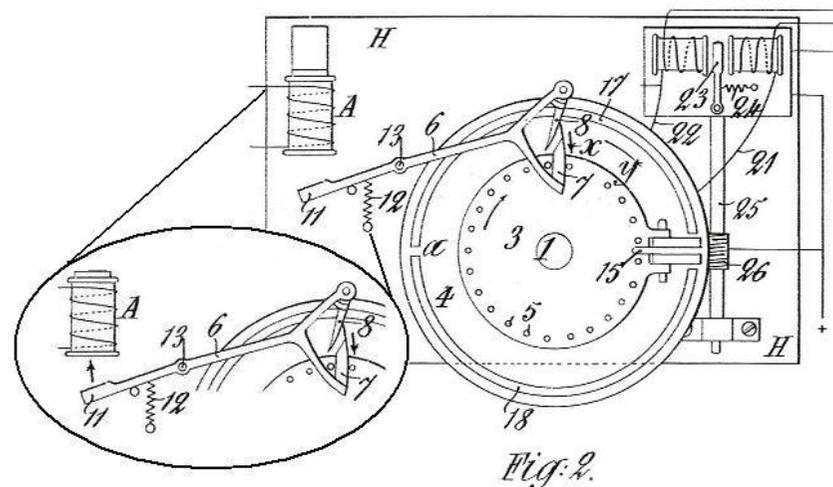
Fig. 1.

Montaje del servomotor (1) [119]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
A	Electro	Atrae la armadura 11 cerrando el circuito que permite el avance de dientes de la rueda 3.
B, B'	Electros	Electros que atraen la armadura 23 dependiendo de la posición de la escobilla 14.
C	Caja	Su misión es alojar un posible motor.
H	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas.
1	Árbol	Barra cilíndrica que sostiene a la rueda 3 y al disco 4.
3	Rueda	Rueda con clavillos accionada por la palanca 6.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
11	Armadura	Armadura atraída por el electro A cuando por él circula corriente.
14	Escobilla	Escobilla de la rueda 3, comunica con el árbol 1 y el hilo 16 que conduce al polo positivo de un generador de electricidad.
15	Resorte	Pone en contacto el disco 4 y la escobilla 14.
16	Hilo	Hilo que conecta con el polo positivo del generador.
19-20	Anillos	Anillos fijos al cubo del disco 4.
21-22	Hilos	Hilos que atraviesan los electros B y B' y que van al polo negativo del generador.

30	Aguja	Aguja que gira alrededor del eje 31 y comunica con una serie de tacos.
----	-------	--

Tabla I. Descripción de piezas de la Figura 1.



Montaje del servomotor (2) [I20]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
A	Electro	Atrae la armadura 11, cerrando el circuito que permite el avance de dientes de la rueda 3.
H	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas.

$x$	Ninguno	Dirección de giro en sentido horario.
$y$	Ninguno	Dirección de giro en sentido horario.
1	Árbol	Barra cilíndrica que sostiene a la rueda 3 y al disco 4.
3	Rueda	Rueda con clavillos accionada por la palanca 6.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
5	Clavillos	Clavillos de la rueda 3.
6	Palanca	Palanca con dos brazos, uno solidario y otro articulado.
7	Brazo	Brazo solidario de la palanca 6.
8	Brazo	Brazo articulado de la palanca 6.
11	Armadura	Armadura atraída por el electro A cuando por él circula corriente.
12	Resorte	Controla el movimiento de la palanca 6 y la armadura 11.
13	Eje	Eje sobre el que gira la palanca 6.
17-18	Arcos metálicos	Arcos aislados que comunican los anillos 19-20 con los hilos 21-22.
21-22	Hilos	Hilos que atraviesan los electros B y B' y que van al polo negativo del generador.
23	Armadura	Palanca cuya misión es gobernar el cambio de marcha de un posible motor colocado en la caja C.
24	Resorte	Resorte que controla el

		movimiento de la armadura 23.
25	Árbol	Árbol de la caja C.
26	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco 4.

**Tabla II. Descripción de piezas de la Figura 2.**

Sobre un árbol 1 (figura 1) montando en un zócalo  $H$  están colados la rueda 3 y el disco 4, independientes el uno del otro. La rueda 3 está accionada por una palanca 6 que obra sobre los clavillos 5 de esta rueda de la manera que se explicará en las figuras 3 y 4. En la figura 2 se observa una palanca 23 que tiene como misión gobernar el cambio de marcha de un posible motor colocado dentro de la caja  $C$  y cuyo árbol es 25. La figura 2 se refiere a la posición de reposo, en la que la escobilla 14 no toca ni al arco metálico 17 y ni al arco metálico 18. Ambos arcos están aislados entre sí y dependiendo de por cuál de ellos circule la corriente el motor girará en un sentido o en otro. En el caso de que la escobilla 14 esté en contacto con el arco 17, la corriente pasará por el electro  $B$  y atraerá a la palanca-armadura 23, girando el sistema en la dirección indicada por  $y$ . Si la escobilla 14 está en contacto con el arco 18, será el electro  $B'$  el que atraiga dicha armadura y provocará el giro en sentido inverso.

### **Mecanismo de avance de un diente.**

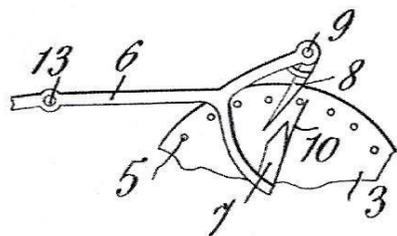


Fig: 3.

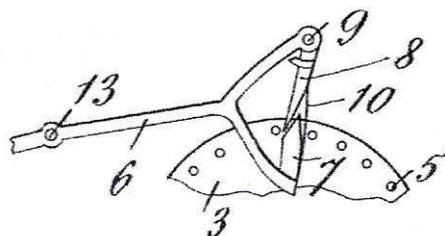


Fig: 4.

**Avance de un diente [I21]**

Código	Tipo de Pieza	Descripción
A	Electro	Atrae la armadura 11 cerrando el circuito que permite el avance de dientes de la rueda 3.
3	Rueda	Rueda con clavillos accionada por la palanca 6.
5	Clavillos	Clavillos de la rueda 3.
6	Palanca	Palanca con dos brazos, uno solidario y otro articulado.
7	Brazo	Brazo solidario de la palanca 6
8	Brazo	Brazo articulado de la palanca 6
9	Articulación	Articulación del brazo 8 de la palanca 6
10	Resorte	Controla el movimiento de los brazos de la palanca 6.
12	Resorte	Controla el movimiento de la palanca 6.

13	Eje	Eje sobre el que gira la palanca 6.
----	-----	-------------------------------------

**Tabla III. Descripción de piezas de las Figuras 3 y 4.**

Mediante el mecanismo que se describe a continuación la rueda 3 avanza el valor de un diente en sentido horario. La palanca 6 lleva un brazo 7 solidario y un brazo 8 articulado en 9 y puede oscilar de la posición de la figura 4 a la de la figura 3 gracias al resorte 10. Partiendo de la posición inicial de la figura 2, al enviar una corriente al electro A, éste atrae la armadura solidaria de la palanca 6, como puede verse en el detalle de dicha figura. La palanca gira entonces sobre el eje 13 en sentido horario. De este modo llega a la posición representada en la figura 3, en la que el diente o clavillo se sitúa entre el brazo articulado 8 y el resorte 10.

La palanca sigue girando hasta que el diente sobrepasa el resorte 10 (figura 4), momento en que éste vuelve hacia el brazo 8. Al cesar la corriente, la palanca 6 vuelve a su posición inicial (figura 2) gracias al resorte 12.

**Mecanismo biela-manivela.**

El disco 4 tiene un movimiento circular, pero en ocasiones se debe obrar sobre una palanca, por ejemplo, la barra de un timón que oscila entre dos posiciones determinadas. Es preciso por tanto transformar el movimiento circular del disco en movimiento rectilíneo, para lo cuál resulta adecuado emplear una transmisión biela-manivela como la que se observa en la figura 5.

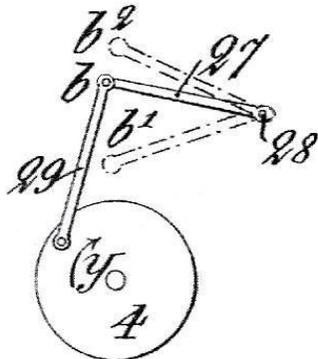


Fig. 5.

Mecanismo biela-manivela [I22]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
$b, b^1, b^2$	Ninguno	Posibles posiciones de la palanca 27.
$y$	Ninguno	Dirección de giro en sentido horario.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
27	Biela	Biela del mecanismo biela-manivela que hace girar al disco 4.
28	Pie de biela	Extremo de la biela 27 unido a una pieza que realiza un movimiento rectilíneo para conseguir la rotación de la manivela.
29	Manivela	Manivela del mecanismo biela-

		manivela que hace girar al disco 4.
--	--	-------------------------------------

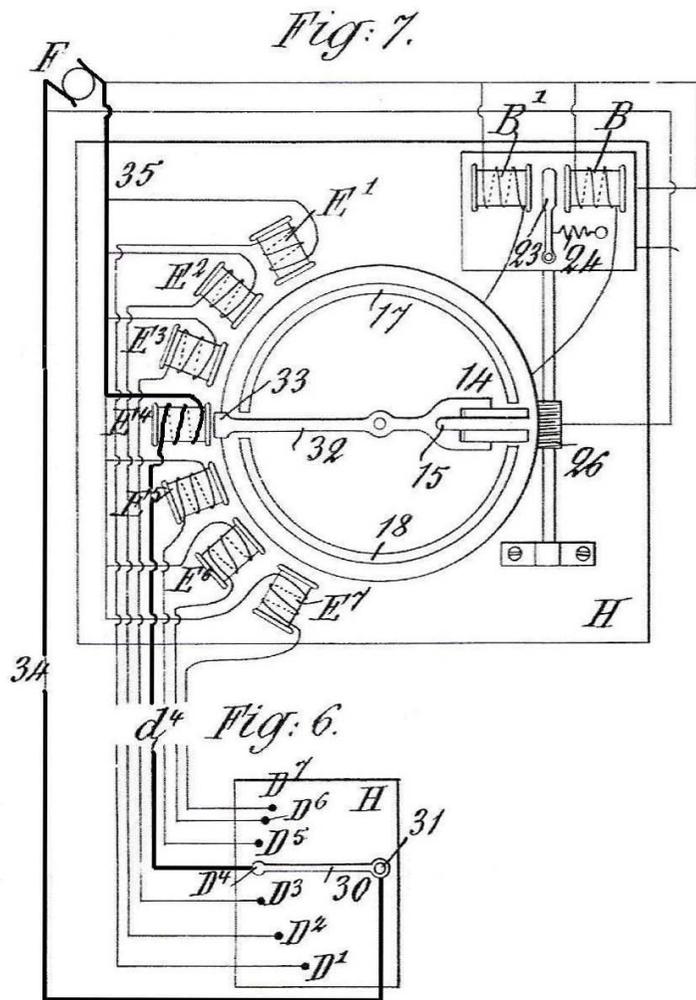
Tabla IV. Descripción de piezas de la Figura 5.

En la figura 5, el disco 4 gira siempre en el mismo sentido y está unido a la palanca 27 por la biela montada en 28 y gira según  $y$ . Con esta disposición, para pasar de la posición  $b$  a  $b^1$  se debe pasar por  $b^2$ . Esto puede resultar conveniente en algunas ocasiones, pero la solución ideal consistiría en hacer girar el disco en ambos sentidos, problema que se resolverá en las secciones siguientes.

#### 4.1.2.-Los aparatos transmisor y receptor.

En las figuras 6 y 7 se muestran un aparato transmisor, cuya misión es cerrar un circuito determinado a voluntad, y un aparato receptor, que responde a la orden indicada por la señal enviada por el transmisor. El sistema utiliza transmisión con hilos.

En la explicación se describe la manera de hacer arrastrar una aguja por mediación de varios electro-imanés colocados en arco circular, de modo que un manipulador girando toca sucesivamente varios tacos dispuestos también en arco circular, cerrando cada contacto un circuito y haciendo activo un electro en el receptor, atrayendo el electro activo la armadura de la aguja que gira sobre el eje central del aparato.



Transmisor y receptor [I23]

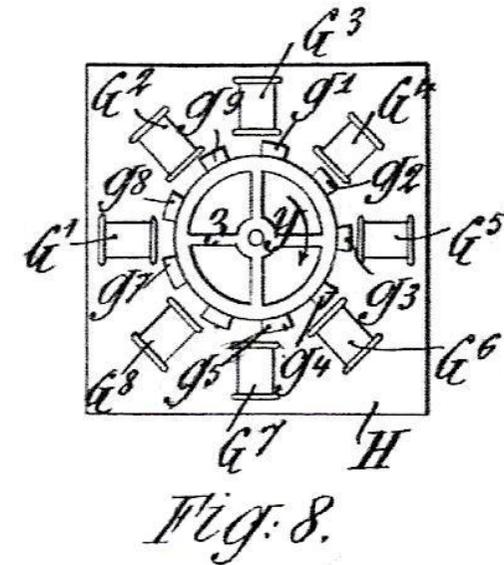
Código	Tipo de Pieza	Descripción
$B, B'$	Electro	Electros que atraen la armadura 23 dependiendo de la posición de la escobilla 14.
$D^1 - D^7$	Tacos	Tacos donde acometen los hilos que van al receptor
$d^4$	Hilo	Hilo por el que pasa la corriente en el ejemplo de las figuras 6 y 7.
$E^1 - E^7$	Electros	Electros del receptor
$F$	Dinamo	Generador eléctrico: transforma la energía mecánica en eléctrica.
15	Resorte	Pone en contacto el disco 4 y la escobilla 14.
17-18	Arcos metálicos	Arcos aislados que comunican los anillos 19-20 con los hilos 21-22.
26	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco 4.
30	Aguja	Aguja que gira alrededor del eje 31 y comunica con los tacos $D^1 - D^7$ .
31	Eje	Eje alrededor del cuál gira la aguja 30.
32	Palanca	Avanza la misma cantidad de pasos que se haga avanzar la aguja 30.
33	Armadura	Armadura de la palanca 32 sometida a los electros $E^1 - E^7$ .
34,35	Hilos	Hilos que interconectan las diferentes piezas del circuito y por los que pasa la corriente en el ejemplo.

**Tabla V. Descripción de piezas de las Figuras 6 y 7.**

El transmisor, que corresponde a la figura 6, cuenta con una aguja 30 que se hace girar alrededor del eje 31 con el fin de hacer comunicar ésta con alguna de las bornas o tacos  $D^1 - D^7$ , de donde parten los hilos que van al receptor. Cuando se produce la comunicación con un taco, se cierra un circuito que hace que la corriente circule por uno de los electros del receptor  $E^1 - E^7$ . El receptor, representado en la figura 7, cuenta con una palanca 32 con su armadura 33 sometida a estos electros. Al hacer avanzar la aguja 30 del transmisor en un sentido y número de pasos cualquiera, la palanca 32 avanza una cantidad correspondiente y hace que el disco 4 siga su movimiento. En la posición representada la corriente pasa por el circuito  $F-34-31-30-D^4-d^4-E^4-35-F$ , marcado en negrita en las figuras 6 y 7.

**Minimización del número de electros en el receptor.**

En la figura 8 se explica la manera de hacer ejecutar a la aguja del aparato receptor de la figura 7 movimientos de pequeña amplitud con un número reducido de electros, siendo a tal efecto arrastrada la aguja por una rueda que tiene sobre su contorno  $n+1$  armaduras y que gira en una corona de  $n$  electros.



**Montaje para la minimización del nº de electros [I24]**

Código	Tipo de Pieza	Descripción
$G^1 - G^8$	Electros	Electros formando una corona sobre el zócalo H
$g^1 - g^9$	Armaduras	Armaduras en la rueda 3 formando una corona
H	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas.
y	Ninguno	Dirección de giro en sentido horario de la rueda 3.
3	Rueda	Rueda con clavillos.

**Tabla VI. Descripción de piezas de la Figura 8.**

En la figura 8 se observan una serie de electros  $G^1 - G^8$  fijos sobre el zócalo  $H$  formando una corona. La rueda 3, por su parte, también lleva una serie de armaduras  $g^1 - g^9$  formando otra corona. El objetivo de esta disposición es conseguir una exactitud aceptable en el sistema minimizando el número de recursos, como se explicará a continuación. A cada paso que se hace avanzar la aguja 30 (figuras 6 y 7) la corriente va pasando de un electro a su consecutivo. En la figura 8 del ejemplo, la corriente circula por el electro  $G^5$  y al avanzar la aguja un paso hará lo propio por  $G^6$ . Entonces la armadura  $g^4$  se sentirá atraída por  $G^6$ , girando la rueda 3 en la dirección correspondiente hasta que  $g^4$  se sitúe justo enfrente de ese electro. Se observa que los pasos de la rueda 3 son siempre iguales, aunque los de la aguja 30 pueden ser arbitrarios. La relación entre los espacios angulares recorridos simultáneamente por la rueda y la aguja, siendo  $n$  el número de electros y  $n+1$  el número de armaduras, es  $\frac{2\pi}{n(n+1)}$ , lo que permite con un pequeño número de electros obtener una precisión suficiente.

### Mecanismo de avance de un diente en transmisiones sin hilos.

Las disposiciones de las figuras 6, 7 y 8 que exigen muchas líneas telegráficas no son válidas con transmisiones sin hilo. Para hacer girar en este tipo de transmisiones la rueda 3 se

pueden emplear numerosas soluciones. Aquí se describe una útil en el caso en que dicha rueda deba tener pocos dientes.

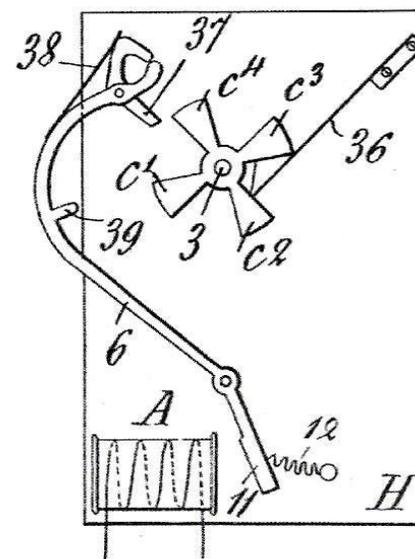


Fig. 9.

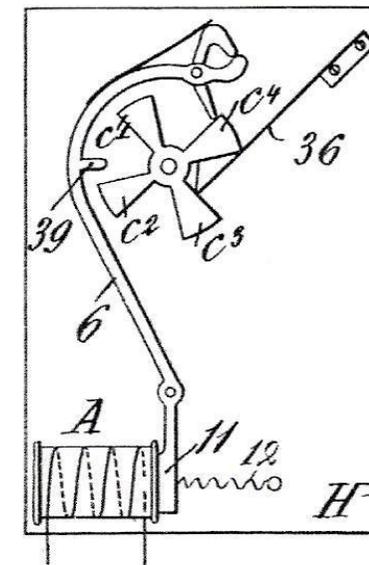


Fig. 10.

Mecanismo de avance de rueda en transmisiones sin hilo [I25]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
A	Electro	Electro que atrae la armadura 11 permitiendo el movimiento de la palanca 6.
$c^1 - c^4$	Dientes	Dientes o brazos de la rueda 3.

<i>H</i>	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas.
3	Rueda	Rueda en forma de cruz con cuatro brazos.
6	Palanca	Palanca con dos brazos, uno solidario y otro articulado.
11	Armadura	Armadura de la palanca 6.
12	Resorte	Resorte que controla el movimiento de la palanca 6 y la armadura 11.
36	Resorte	Controla el movimiento de la cruz.
37	Dedo	Apoya sobre el diente que corresponda al cesar la corriente.
38	Resorte	Resorte que se dobla al cesar la corriente.
39	Detección	Impide que la cruz avance más de un paso.

**Tabla VII. Descripción de piezas de la Figuras 9 y 10.**

En el aparato representado en la figura 9 la rueda 3 forma una cruz de cuatro brazos  $c^1 - c^4$ . Cuando el electro *A* atrae la armadura 11, la extremidad de la palanca 6 empuja el diente  $c^4$ , haciendo que el resorte 36 haga avanzar un paso la cruz, situándose entonces en la posición de la figura 10. Al cesar la corriente la armadura 11 vuelve, atraída por el resorte 12, a su posición inicial. Gracias a la pieza 39 se impide que la cruz avance por inercia más de un paso.

### 4.1.3-El distribuidor.

Se plantea ahora el problema de gobernar varios aparatos como el descrito anteriormente en las figuras 1-10. Varias ruedas 3 deben ser puestas en funcionamiento utilizando un solo transmisor y un solo receptor, en especial si se quiere aplicar la telegrafía sin hilos. La solución se encuentra en la disposición de piezas mostrada en las figuras 11 y 12 y se convino en llamar *distribuidor*. El *distribuidor* consiste en un relevador o relé que controla el estado de un interruptor. El circuito que cierra este interruptor no es siempre el mismo: existen varios tacos correspondientes a circuitos diferentes y una pieza que se desplaza un cierto ángulo, cerrando uno u otro circuito en función tanto de la duración de la corriente como de la duración de sus interrupciones.

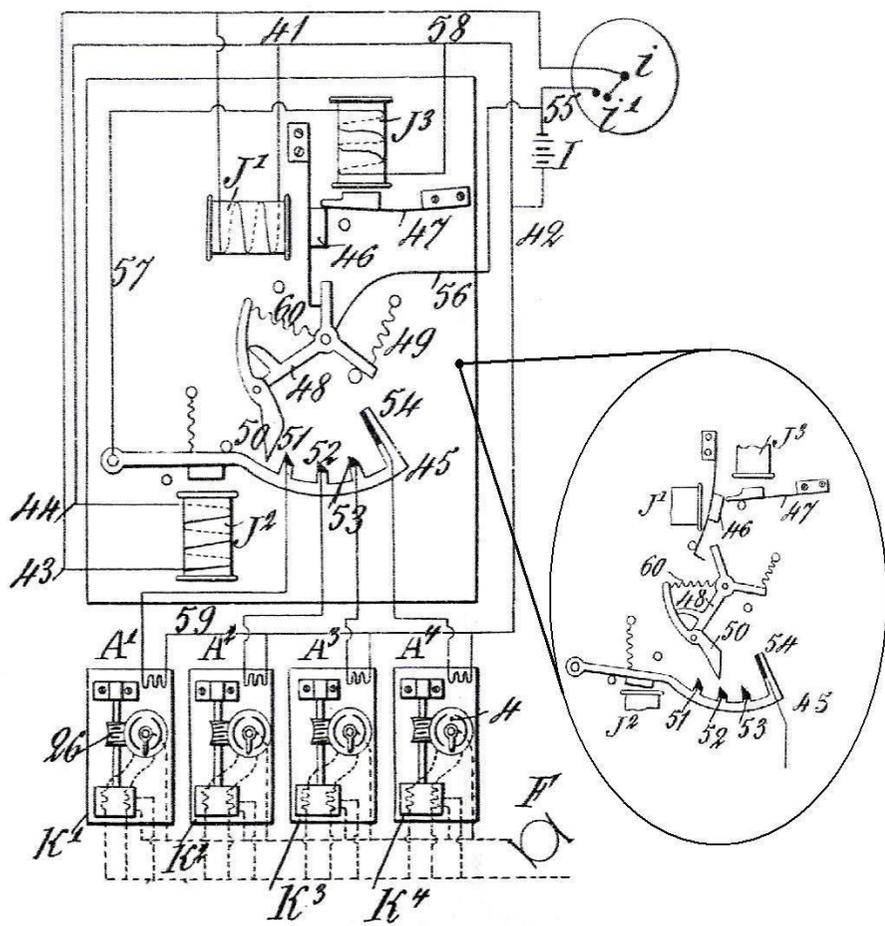


Fig. 11.

Fig. 12.

El distribuidor [I26]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
$A^1 - A^4$	Electro	Gobierna una palanca y hace avanzar un paso la cruz 3 del aparato $K^1 - K^4$ correspondiente.
$F$	Dinamo	Generador eléctrico: transforma la energía mecánica en eléctrica.
$I$	Pila	Alimentación del circuito.
$i$	Interruptor	Interruptor que conecta/interrumpe la alimentación del circuito.
$i'$	Ninguno	Posición en la que el interruptor $i$ cierra el circuito.
$J^1, J^2, J^3$	Electros	Electros que atraen respectivamente las piezas 46-45-47.
$K^1 - K^4$	Aparatos	Serie de aparatos como el descrito en las figuras 1-10.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
26	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco 4.
41-44	Hilos	Hilos que interconectan las diferentes piezas del circuito.
45	Palanca	Palanca dentada atraída por el electro $J^2$ .
46	Pieza flexible	Pieza flexible atraída por el electro $J^1$ .
47	Armadura	Armadura flexible atraída por el

		electro $J^3$ .
48	Palanca	Palanca de tres brazos de velocidad débil.
49	Resorte	Resorte que controla el movimiento de la palanca 48.
50	Palanca	Palanca recubierta de aislante que recorre los dientes 51-54.
51-54	Dientes	Dientes de la palanca 45.
55-59	Hilos	Hilos que interconectan las diferentes piezas del circuito.
60	Resorte	Al alargarse permite el paso de los dientes 51-53.

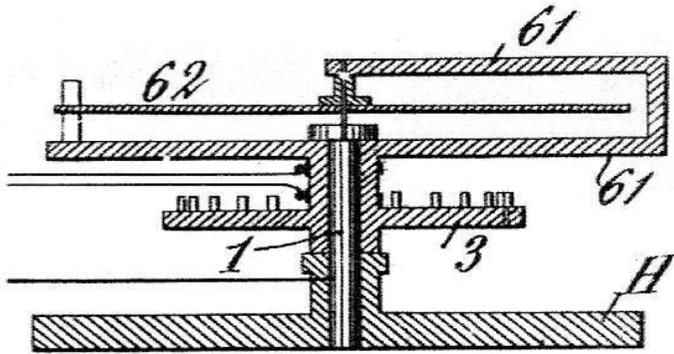
**Tabla VIII. Descripción de piezas de las Figuras 11 y 12.**

En el estado de la figura 11 ningún circuito está cerrado y la pila  $I$  no está en circuito. Cuando el interruptor  $i$  establece el contacto en  $i^1$  se cierran los circuitos  $I-i^1-40-J^1-41-42-I$  y  $I-i^1-43-J^2-44-42-I$ . Esta disposición permite la colocación de las piezas 45, 46 y 47 en la posición de la figura 12 y el movimiento de la palanca de tres brazos 48. La velocidad de esta palanca es relativamente lenta debido a que su masa es considerable en relación al resorte 49 que la solicita. Al cesar la corriente se inactivan los electros  $J^1$  y  $J^2$ , la palanca 45 vuelve de su posición en la figura 12 a su posición en la figura 11 pero la pieza flexible 46 queda detenida por la armadura flexible 47. La palanca 48 continúa su movimiento y la palanca 50 recorre los dientes 51-52-53-54. Los circuitos  $I-55-56-48-50-57-J^3-58-42-I$  y  $I-55-56-48-50-51-A^1-59-42-I$  estarán eléctricamente cerrados.

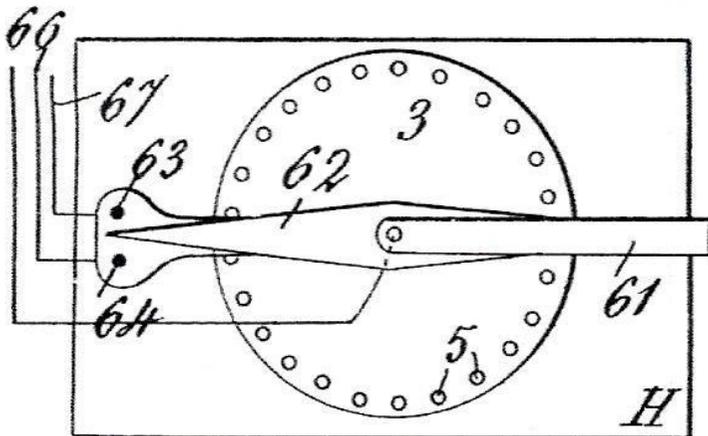
La corriente que pasa por el electro  $A^1$  hace avanzar un paso la rueda 3 del aparato  $K^1$  (semejante al descrito en las figuras 1-10, como ya se ha mencionado) y al mismo tiempo, al pasar por el electro  $J^3$ , las piezas 47,46 y 48 vuelven a su posición primitiva; en su camino de vuelta la pieza 50 puede tocar los dientes 51,52 y 53, el resorte 60 se alarga y dejándolos pasar y la corriente no circula, teniendo en cuenta que la superficie exterior de la pieza 50 está recubierta con aislante.

#### **4.1.5-Sistema de orientación automática.**

Dependiendo de si se desea realizar ciertas maniobras, habrá que incluir elementos exteriores en el sistema que lo permitan. Se presenta aquí el caso en que el objetivo es medir el rumbo o la altura a la cuál debe navegar un barco o un globo, utilizando por ejemplo una brújula o aguja de un barómetro. La solución se muestra en las figuras 13,14 y 15, que describen un sistema de orientación automática mediante brújula. Éste comprende esencialmente un platillo sobre el cual está montada la brújula que contiene dos tacos entre los cuáles se desplaza una de las puntas de la aguja de la brújula. Los contactos obran sobre un servomotor que gobierna el timón de la embarcación, de modo que el diámetro del platillo que pasa por el centro de los dos tacos se oriente en la dirección Norte-Sur magnética, pudiendo ser efectuada la orientación del platillo por el aparato descrito en las figuras 1 y 2. Este dispositivo puede emplearse en otras aplicaciones como, por ejemplo, la aguja de un barómetro.



*Fig: 13.*

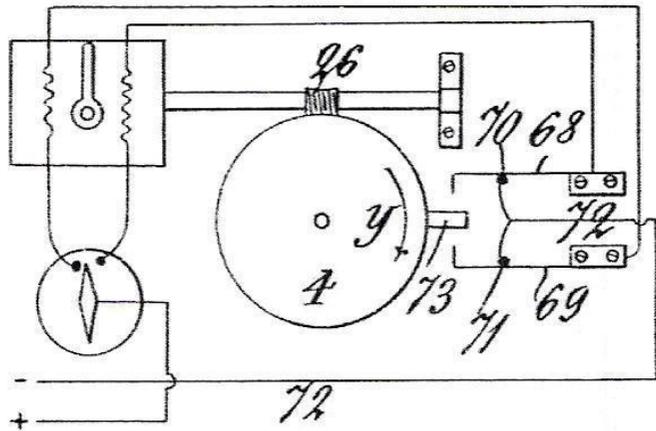


*Fig: 14.*

Disposición para brújula (1) [I27]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
H	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas
1	Árbol	Barra cilíndrica que sostiene a la rueda 3 y al disco 4.
3	Rueda	Rueda con clavillos accionada por una palanca.
5	Clavillos	Clavillos de la rueda 3.
61	Sin determinar	Pieza montada sobre el manguito de la rueda 3 y sobre la que gira la aguja imantada 62.
62	Aguja	Aguja imantada, uno de cuyos extremos se desplaza entre dos topes.
63,64	Topes	Topes entre los que se desplaza el extremo de la aguja 62.
66,67	Hilos	Hilos que proporcionan la corriente en el circuito de la figura.

Tabla IX. Descripción de piezas de las Figuras 13 y 14 .



*Fig: 15.*

Disposición para brújula (2) [I28]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
H	Zócalo	Superficie sobre la que se colocan y ordenan el resto de piezas.
y	Ninguno	Dirección de giro en sentido horario.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
26	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco 4.
68,69	Resortes	Resortes sobre los que apoya el dedo 73.
70,71	Topes	Conducen la corriente hacia el hilo 72, cerrando el circuito hacia el

		polo negativo del generador.
72	Hilo	Hilo que conecta con el polo negativo del generador.
73	Dedo	Empuja el resorte sobre en el que ese momento se encuentre apoyado

Tabla X. Descripción de piezas de la Figura 15.

La rueda 3, montada sobre el árbol 1, está movida por un dispositivo análogo al descrito en la figura 1 y aquí suprimido para simplificar. Sobre el manguito de la rueda 3 está montada una pieza 61 que lleva el eje de una aguja imantada 62, una de cuyas puntas puede desplazarse entre dos topes 63 y 64, dejando girar libremente estas piezas. Este aparato para que mantenga el navío o globo en un rumbo determinado debe obrar sobre el timón, no fijándolo en una posición determinada como lo haría el aparato de la figura 1, sino inclinándolo para conducir el navío o globo al rumbo deseado.

Mientras la aguja 62 no toque a ninguna de las piezas 63-64 el disco 4 de la figura 15 quedará inmóvil. Si la aguja toca a la pieza 63 girará en un sentido, y en el contrario cuando toque a 64. La corriente realizará uno de los dos siguientes caminos para ir del polo positivo al negativo: *resorte 68-tope 70-hilo 72* o *resorte 69-tope 71-hilo 72*. Al cortarse, el disco 4 quedará inmóvil porque el dedo 73 empujará el resorte de la parada sobre el cuál estaba apoyado.

Con este sistema se consigue que el disco 4 maniobre el timón de un navío o globo. Cualquiera de ambos tomará el rumbo deseado, pero sobrepasándolo un poco. Se corrige dado que tan pronto toca la aguja el otro tope hace cambiar la inclinación del

timón. Se puede por tanto, obrando así sobre la pieza 61, determinar el rumbo que debe seguir el navío o globo.

Este dispositivo también podría ser aplicado para obrar sobre la llave que dirige las bolsas de aire en un globo con el fin de que éste mantenga una altura determinada.

#### 4.1.6-Aparato avanzado de recepción.

La figura 16 representa esquemáticamente el aparato de recepción que podría establecerse en el barco o globo para el control de su navegación. Aunque en apariencia es más complicado que el presentado en la figura 11, es bajo muchos puntos de vista preferible a éste. Con este nuevo aparato es posible gobernar el timón de una embarcación directamente o por medio de una brújula, a voluntad, gracias a un dispositivo formado por dos conmutadores con sus piezas relacionadas. Este dispositivo permite el gobierno del timón a través de un aparato denominado  $K^3$  (gobierno directo) o a través de otro aparato denominado  $K^4$  (orientación por medio de la brújula).

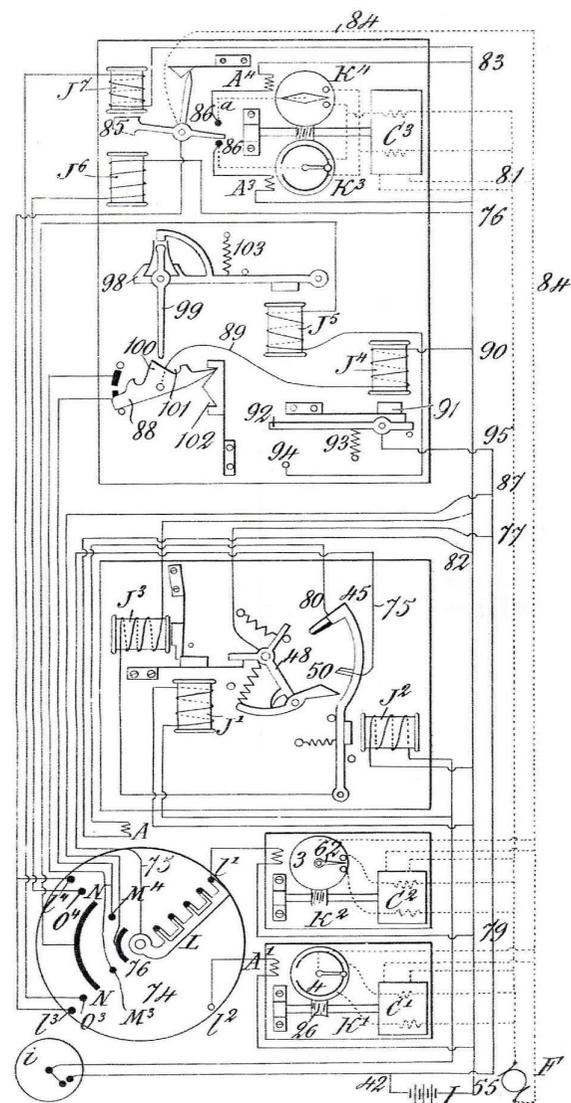


Fig. 16.

Aparato avanzado de recepción [I29]

<b>Código</b>	<b>Tipo de Pieza</b>	<b>Descripción</b>
<i>A</i>	Electro	Gobierna una palanca y hace avanzar un paso la rueda 3.
$A^1 - A^4$	Electros	Electros que corresponden respectivamente a los aparatos $K^1 - K^4$ .
$C^1, C^2, C^3$ .	Cajas	Cajas que alojan servomotores.
<i>F</i>	Dinamo	Generador eléctrico: transforma la energía mecánica en eléctrica.
<i>I</i>	Pila	Alimentación del circuito.
<i>i</i>	Interruptor	Interruptor que conecta/interrumpe la alimentación del circuito.
$J^1, J^2, J^3$	Electros	Electros que atraen las piezas 45-47.
$J^4$	Electro	Electro que atrae la armadura 91 y controla el movimiento de la aguja 92.
$J^5$	Electro	Electro que atrae la palanca 98.
$J^6, J^7$	Electros	Electros que atraen la armadura 85.
$K^1, K^2$	Aparato	Aparatos como el descrito en las figuras 1-10.
$K^3$	Aparato	Aparatos como el descrito en las figuras 1-10 que gobierna un timón de manera directa.
$K^4$	Aparato	Aparatos como el descrito en las figuras 1-10 que gobierna un timón por medio de brújula.

<i>L</i>	Palanca	Palanca que gira sobre el disco 74, solidaria de una cruz no representada en el dibujo.
$l^1, l^2, l^3, l^4$ .	Ninguno	Posiciones principales de la palanca <i>L</i> .
$M^3, M^4$	Ninguno	Puntos que interconecta la pieza 76 cuando la palanca <i>L</i> se encuentra en la posición $l^3$ .
<i>N</i>	Arco metálico	Arco metálico que establece la conexión entre los puntos $O^3$ y $O^4$ cuando la palanca <i>L</i> se encuentra en la posición $l^4$ .
$O^3, O^4$	Ninguno	Puntos que interconecta la pieza <i>N</i> cuando la palanca <i>L</i> se encuentra en la posición $l^4$ .
3	Rueda	Rueda con clavillos accionada por la palanca 6.
4	Disco	Disco, independiente de la rueda 3.
26	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco 4.
42	Hilo	Hilo que interconecta las diferentes piezas del circuito.
45	Palanca	Palanca dentada atraída por el electro $J^2$ .
48	Palanca	Palanca de tres brazos de velocidad débil.
50	Palanca	Palanca recubierta de aislante.
55	Hilo	Hilo que interconecta las diferentes piezas del circuito.

62	Aguja	Aguja imantada, uno de cuyos extremos se desplaza entre dos topes.
73	Dedo	Empuja el resorte sobre en el que ese momento se encuentre apoyado.
74	Disco	Disco sobre el que gira la palanca $L$ .
75	Hilo	Hilo que comunica con los hilos que parten de las posiciones $l^1, l^2, l^3, l^4$ .
76	Arco metálico	Arco metálico que establece la conexión entre los puntos $M^3$ y $M^4$ cuando la palanca $L$ se encuentra en la posición $l^3$ .
77-83	Hilos	Hilos que interconectan las diferentes piezas del circuito.
84	Hilo	Hilo que transporta la corriente de la dinamo F.
85	Armadura	Palanca/armadura atraída por los electros $J^6$ y $J^7$ .
86	Tope	Tope inferior de la armadura/palanca 85.
86 <sup>a</sup>	Tope	Tope superior de la armadura/palanca 85.
87	Hilo	Hilo que interconecta las diferentes piezas del circuito.
88	Palanca	Palanca dentada que actúa como conmutador.
89	Hilo	Interconecta la palanca 88 con el

		electro $J^4$ .
90	Hilo	Hilo que interconecta las diferentes piezas del circuito.
91	Armadura	Armadura atraída por el electro $J^4$ .
92	Aguja	Aguja/palanca de velocidad de giro débil.
93	Resorte	Resorte que controla el movimiento de la aguja 92.
94	Tope	Contacto de parada de la aguja 92.
95	Hilo	Hilo que interconecta las diferentes piezas del circuito.
98	Palanca	Palanca atraída por el electro $J^5$ .
99	Aguja	Actúa sobre los dientes de la palanca 88.
100	Diente	Diente de la palanca 88.
101	Ninguno	Espacio entre dientes en la palanca 88.
102	Ninguno	Ángulo máximo de desplazamiento de la extremidad de la palanca 88.
103	Resorte	Resorte que controla el movimiento de la palanca 98.

**Tabla XI. Descripción de piezas de la Figura 16.**

La palanca  $L$  que gira sobre el disco 74 es solidaria de una cruz (no representada en el dibujo) gobernada por el mecanismo de la figura 9 y puede ocupar cuatro posiciones principales

$l^1, l^2, l^3, l^4$ . Cuando esta palanca se encuentra en una posición  $l^n$  hace comunicar el hilo 75 con el hilo que finaliza en punto. En el caso  $n=3$  la palanca establece una además una comunicación entre 76,  $M^3$  y  $M^4$ ; en el caso  $n=4$  la comunicación extra se produce entre  $N$ ,  $O^3$  y  $O^4$ .

En la figura 16 la pila  $I$  no está en circuito y el interruptor  $i$  está abierto. El mecanismo de funcionamiento es similar al empleado en el receptor de la figura 11: un contacto corto en el interruptor  $i$  cierra el circuito  $I-42-55-77-48-50-45-78-L-l^1-A^2$  (aparato  $K^2$ )-  $I$ , lo que hace avanzar un paso el disco 4, mientras que un contacto largo cierra el circuito  $I-42-55-77-48-50-45-80-A-82-I$ , que hará avanzar un paso la palanca  $L$ .

El electro  $A$ , como en el caso descrito en la figura 9, gobierna la palanca 6 y hace cada vez avanzar un paso la cruz 3 y por consiguiente la palanca  $L$ , que se supone solidaria de una cruz análoga a ésta. Al realizar un nuevo contacto largo en el interruptor  $i$  se conduce la palanca  $L$  a la posición  $l^3$ . Un contacto corto cerrará el circuito  $I-42-55-77-48-50-45-78-L-l^3-85-86-A^3-81-I$  y hará avanzar un paso el aparato  $K^3$ . La corriente de la dinamo  $F$  se transporta a través del hilo 84, la palanca 85 y, a través del tope 86, alcanza el aparato  $K^3$ . La rueda 3 de este aparato arrastra el disco 4 y éste maniobra el timón. El disco 4 del aparato adyacente  $K^4$  gira necesariamente al mismo tiempo, puesto que también engrana con el tornillo sin fin 26. Sin embargo, su rueda 3 permanece al margen de este movimiento dado que el aparato  $K^4$  no se encuentra en ese momento en circuito, de modo que el disco 4 puede girar libremente. Para hacer entrar en juego el aparato  $K^4$  es preciso cambiar la posición de los conmutadores 85 y 88, de la manera que se explica a continuación.

Si la palanca  $L$  se encuentra en la posición  $l^4$  cierra el circuito  $I-42-55-87-76-M^4-88-89-J^4-90-I$ , el electro  $J^4$  atrae la armadura 91 y deja girar la palanca 92 controlada por el resorte 93, siendo su velocidad de giro relativamente pequeña. Si la palanca  $L$  cambia de posición antes que haya habido contacto entre 92 y 94, la armadura 91 lleva la aguja 92 a su posición normal, sin que se produzca el cambio en la posición de los conmutadores 85 y 88. Sin embargo, si la palanca  $L$  permanece un tiempo largo en la posición  $l^4$ , la palanca 92 toca la detención 94 y cierra el circuito  $I-42-55-95-92-94-J^5-N-O^4-J^6-76-I$ . Entonces el electro  $J^6$  atrae la armadura 85 hasta que la prolongación del brazo que la sostiene toca a  $86^a$  y se produce la conexión del aparato  $K^4$ , pasando este aparato a controlar el timón de la embarcación. Esta posición se conserva gracias al resorte 97 hasta que empieza a circular corriente por el electro  $J^7$ . Durante el tiempo que dura esta operación, la palanca 98 está atraída por el electro  $J^5$  y la extremidad de la palanca 99 bajo el diente 100. Este diente 100 hace girar la palanca 88 hasta que su punta inferior se coloca en el ángulo 102. Mientras se realiza este recorrido, la palanca 88 cesa de estar en contacto con el conductor que parte de  $M^4$  y rompe el circuito  $I-42-55-87-76-M^4-88-89-J^4-90-I$ . Desde que es cortado, el resorte 91 conduce la palanca 92 a su posición normal y se abre el circuito  $I-42-55-95-92-94-J^5-N-O^4-J^6-76-I$ , volviendo la palanca 98 a la posición de la figura 16, pero permaneciendo los conmutadores 85 y 88 en posición contraria a la mostrada, debido a los eventos explicados anteriormente. Si la palanca  $L$  vuelve a la posición  $l^3$  y permanece en ella bastante tiempo, los conmutadores 88 y 85 cambiarán nuevamente de posición y será de nuevo el aparato  $K^3$  el que gobernará el timón.

Los conductores que obran sobre los servomotores destinados a hacer seguir a cada disco 4 los movimientos de su rueda 3 correspondiente están indicados en esta figura y también en la figura 11 de puntos. Se supone además que la corriente que circula entre ellos proviene de un generador dinamo *F*, diferente de la pila *I* cuya corriente acciona las ruedas 3.

Con estas disposiciones se pueden maniobrar todos los aparatos con el interruptor *i*, cuyos movimientos pueden ser determinados a distancia por los procedimientos de la telegrafía sin hilos. Pero para no estar obligado a medir la duración de cada contacto y recuperación de posición del conmutador *L* y de cada uno de los aparatos *K*, el manipulador empleado generalmente en telegrafía sin hilos se reemplazará por un conmutador y varios manipuladores, como se explicará en las figuras 17, 18 Y 19.

#### 4.1.7-El conmutador.

En esta sección se explica la manera de sustituir el manipulador generalmente empleado en telegrafía sin hilos por un sistema formado por un conmutador y varios manipuladores. Uno de estos manipuladores está representado en detalle en las figuras 17 y 18. Mediante esta disposición se puede medir el número y la duración de los contactos que se han llevado a cabo en el aparato de transmisión. Comprende un aparato de relojería que arrastra por frotamiento una aguja con una escobilla y una palanca con un dedo que detiene la aguja cuando se hace avanzar esta palanca un número de pasos a voluntad. La aguja se mueve el mismo número de pasos, estableciendo otros tantos contactos, todos de igual duración.

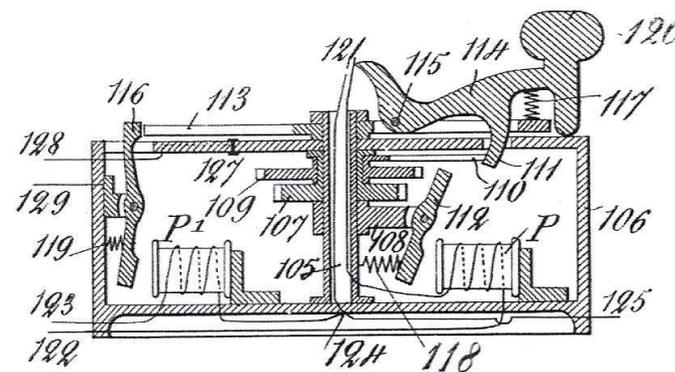


Fig: 17.

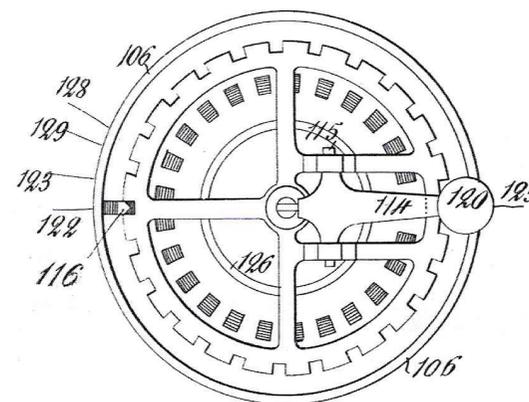


Fig: 18.

El conmutador [I30]

<b>Código</b>	<b>Tipo de Pieza</b>	<b>Descripción</b>
<i>P</i>	Electro	Electro que atrae la palanca 112 al circular corriente a través de él.
<i>P'</i>	Electro	Electro que atrae la palanca 116 al circular corriente a través de él.
105	Árbol	Árbol hueco fijo en el centro de la caja 106.
106	Caja	Caja cuya cubierta impide el movimiento longitudinal del piñón 107
107	Piñón	Piñón que puede girar libremente pero no resbalar longitudinalmente.
108	Sin determinar	Pieza fija al árbol 105 y que impide el movimiento longitudinal del piñón 107
109	Rueda	Rueda dentada.
110	Aguja	Aguja ordinariamente apoyada sobre el diente 111.
111	Diente	Diente de la palanca 114.
112	Palanca	Palanca atraída por el electro <i>P</i> .
113	Rueda	Rueda con entalladuras equidistantes.
114	Palanca	Palanca acordada de la rueda 113.
115	Eje	Eje de giro de la palanca 114.
116	Palanca	Palanca atraída por el electro <i>P'</i> .
117	Resorte	Controla el movimiento de la palanca 114.
118	Resorte	Controla el movimiento de la palanca 112.

119	Resorte	Controla el movimiento de la palanca 116.
120	Botón	Al tirar de él, levanta la palanca 114.
121-125	Hilos	Hilos aislados del resto del aparato que transportan la corriente a través de los electros <i>P</i> , <i>P'</i> .
126	Corona	Corona metálica aislada.
127	Pasadores	Pasadores aislados con los que comunica la corona 126.
128	Hilo	Hilo con el que comunica la palanca 126.
129	Hilo	Hilo que comunica con la aguja 110.

**Tabla XII. Descripción de piezas de las Figuras 17 y 18.**

Sobre el árbol hueco 105, fijo en el centro de la caja 106, está montado un manguito, sobre el que está montado el piñón 107, que puede girar libremente, pero no resbalar longitudinalmente, lo que es impedido por la cubierta de la caja y por la pieza 108, fija al árbol 105. El piñón 107 es movido por un movimiento de relojería (no representado en la figura) que hace girar el manguito a una velocidad uniforme. Sobre el manguito citado está montado un segundo manguito unido a la rueda dentada 109 y a la aguja 110, aguja que normalmente se encuentra en contacto con el diente 111 como puede verse en la figura 17. En otras ocasiones, es la palanca 112 la que oscila y se coloca entre dos dientes del engranaje 109. Estas dos disposiciones, contacto de la aguja 110 o de la palanca 112 con los dientes de la rueda 109, impiden el libre giro del segundo manguito citado. Cuando

no se producen, este segundo manguito es arrastrado por el primero y gira a la misma velocidad que él.

Sobre el árbol 105 también está montada, por encima de la cubierta de la caja, la rueda 113 que tiene un contorno en el que se han realizado varias entalladuras equidistantes y está provista de una palanca acordada 114 que puede oscilar alrededor del eje 115 y cuyo diente 111 puede penetrar en una cualquiera de las ventanas practicadas en la cubierta. Cuando la palanca 116 está separada de la rueda 113 y el diente 111 está suficientemente levantado, dicha rueda 113 puede girar libremente.

Las palancas 114-112-116 están mantenidas en la posición indicada en la figura por los resortes 117-118-119 respectivamente. La palanca 114 puede levantarse tirando del botón 120; las palancas 112 y 116 están gobernadas por los electros  $P$  y  $P'$ , que las atraen al recibir corriente a través de los circuitos  $121-P-122$  y  $123-P'-124$  según corresponda.

Sobre la cubierta de la caja 106 está embutida una corona metálica aislada 126 que comunica con varios pasadores aislados 127, cada uno de los cuáles perteneciente a una ventana. Dicha corona comunica con el hilo 128 y éste con el hilo 129, que a su vez está unido a la aguja 110. Cuando la aguja 110 gira a una velocidad uniforme, su escobilla toca todos los pasadores 127 y establece contactos sucesivos iguales entre los hilos 128 y 129. El frotamiento de la escobilla sobre la cubierta y los pasadores se considera insignificante.

#### 4.1.8-Maniobra automática del conmutador.

La figura 19 presenta una disposición para la maniobra automática del conmutador del aparato de recepción mediante

la cuál el conmutador se desplaza por sí mismo a la posición deseada desde que el aparato que se quiere gobernar a distancia recibe la señal completa correspondiente a una maniobra. También se impide mediante la configuración interferir en la maniobra antes de que finalice.

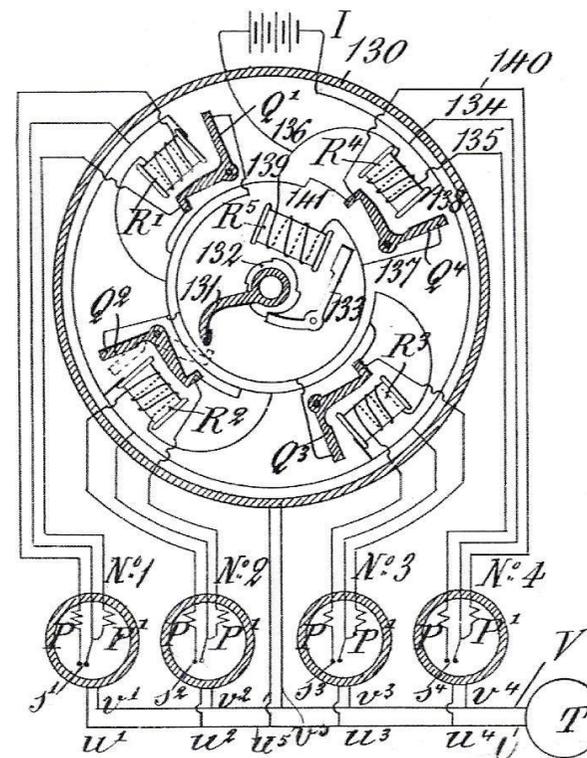


Fig.19.

Disposición para la maniobra automática del conmutador [I31]

Código	Tipo de Pieza	Descripción
<i>I</i>	Pila	Alimentación del circuito.
<i>Nº1-Nº4</i>	Manipuladores	Representación simplificada de los aparatos como el descrito en las figuras 17 y 18.
<i>P, P'</i>	Electros	Representación esquemática de los electros de las figuras 17 y 18.
$Q^1 - Q^4$	Palancas	Palancas acodadas (con sus resortes correspondientes no representados).
$R^1 - R^5$	Electros	Atraen las palancas $Q^1 - Q^4$ y 133 respectivamente.
$s^1 - s^4$	Hilos	Hilos que interconectan los conductores U y V con los electros $R^1 - R^4$ .
<i>T</i>	Estación	Estación de transmisión de un telégrafo sin hilos.
<i>U, V</i>	Hilos	Cuando se produce el contacto metálico entre ellos, la estación transmisora emite ondas que obran sobre el interruptor <i>i</i> del aparato receptor (figura 16).
$u^1v^1 - u^5v^5$	Hilos	Hilos que conducen la chispa eléctrica hacia los manipuladores <i>Nº1-Nº4</i> .
130	Caja	Caja cilíndrica donde está colocado el conmutador.
131	Palanca	Palanca acodada que gira alrededor del eje central de la caja

		130.
132	Rueda	Rueda dentada que gira alrededor del eje central de la caja 130.
133	Palanca	Palanca/armadura atraída por el electro $R^5$ que detiene el movimiento de la rueda 132.
134-141	Hilos	Hilos que interconectan las diferentes piezas del circuito.

**Tabla XIII. Descripción de piezas de la Figura 19.**

El conmutador está colocado en una caja cilíndrica que tiene un eje central fijo, alrededor del cuál giran la palanca acodada 131 y la rueda 132. Ambas giran a una velocidad uniforme cuando lo permite la palanca 133. En la figura 19 se observan, además de la palanca 131, otras cuatro palancas acodadas  $Q^1 - Q^4$ . Cada una de estas cinco palancas acodadas se mantiene normalmente en la posición indicada en la figura 19 gracias a un resorte, no incluidos en el esquema para simplificar, que oscila sobre su eje cada vez que se envía una corriente al electro correspondiente.

Cuando la rueda 132 es detenida por la palanca 133, la palanca 131 se sitúa enfrente de una de las palancas  $Q$ . En el ejemplo de la figura, cuando el electro  $R^2$  atrae la palanca  $Q^2$ , ésta llega a la posición indicada por puntos y continúa su rotación hasta que se produzca el contacto con el electro, mientras su extremo se apoya sobre la palanca 131 y la desplaza un poco. Al cesar la corriente, las dos palancas,  $Q^2$  y 131, vuelven a su posición primitiva.

La cubierta de la caja 130 del conmutador lleva una corona y cuatro pasadores según la misma disposición que la corona 126 en las figuras 17 y 18. La palanca 131 toca un pasador cada vez que la rueda 132 avanza un paso, siendo estos contactos establecidos por el conmutador más largos que los establecidos por los manipuladores. Los primeros deben obrar sobre el conmutador  $L$  (estación receptora, figura 16) y los segundos sobre el de los aparatos  $K$  que estén en circuito (estación receptora, figura 16).

$T$  es una estación de transmisión de un telégrafo sin hilos: envía ondas que cierran el circuito del interruptor  $i$  (estación receptora, figura 16) cuando hay contacto metálico entre los conductores  $U$  y  $V$ . El conjunto de los aparatos de las figuras 17, 18 y 19 constituye en suma un interruptor destinado a establecer o interrumpir la comunicación entre estos dos hilos, como se explica en la siguiente sección.

#### 4.1.9-Funcionamiento del interruptor.

A continuación se explica el funcionamiento del interruptor del aparato receptor en base a las descripciones realizadas y piezas indicadas en las figuras 16 a 19. Los aparatos de las figuras 17, 18 y 19 constituyen, básicamente, un interruptor destinado a establecer o interrumpir la comunicación entre los hilos  $U$  y  $V$  (figura 19) en función de las ondas emitidas por la estación transmisora. Estas ondas constituyen una orden de maniobra para el receptor, que ejecutará obrando sobre las piezas correspondientes. Tras finalizar la maniobra, el sistema volverá a una *posición inicial*, a la espera de una nueva orden por parte del transmisor.

Supongamos que se quiere accionar un disco cualquiera, por ejemplo el disco 3 del aparato  $K^4$  y que todos los órganos de las figuras 16 a 19 están en la posición indicada por éstas, salvo la palanca  $L$  (figura 16) que debe estar en la posición  $l^2$  para afectar a la palanca 131 (figura 19). En esta disposición, se levanta el botón 120 del aparato  $N^o 4$  (figura 19). Al iniciar el movimiento, la palanca establece la comunicación en 121 y cierra el circuito  $I-134-121(N^o 4)-P(N^o 4)-135-R^4-126-I$ . El electro  $P$  del aparato  $N^o 4$  atrae la palanca 112, lo que impide el movimiento de la aguja 110, mientras que el electro  $R^4$  atrae la palanca  $Q^4$  y establece el contacto entre el hilo flexible 137 y el hilo 138, cerrando así el circuito  $I-138-137-R^5-139-136-I$ . El electro  $R^5$  atrae la palanca 133 y la palanca 131 se pone en movimiento, deteniéndose en el momento que entra en contacto con el diente de  $Q^4$ . La rueda 132 avanza dos pasos, el conmutador establece dos contactos largos entre los hilos  $U$  y  $V$  (o lo que viene a ser lo mismo, entre  $u^5$  y  $v^5$ ), y la palanca  $L$  toma la posición  $l^4$ . Cuando la palanca 131 se apoya sobre el diente de la palanca  $Q^2$ , pone en contacto los dos conductores que parten de dicho diente sin perjudicar los movimientos de la palanca. En este punto, el circuito  $I-134-P^1(N^o 4)-140-141-139-136-I$  está cerrado, el electro  $P^1$  del aparato 4 obrando sobre la palanca 116 y la rueda 113 pudiendo girar libremente. La palanca 116 del aparato 4 impide que no se accione el manipulador antes que los conmutadores 131 y  $L$  (figura 16) estén situados correctamente. La rueda 113 que ha sido desprendida obliga a conducir el botón 120 a la posición deseada y se introduce el diente 111 en la ventana correspondiente. El resorte 117 mantiene la palanca 114 en esta posición, el contacto en 121 cesa y el circuito  $I-134-121(N^o 4)-$

$P$  ( $N^{\circ} 4$ )-135- $R^4$ -126- $I$  se rompe. La acción del electro  $P$  (figuras 16 y 17) finaliza, la palanca 112 abandona la rueda 109 y la aguja 110 comienza a girar y se detiene al entrar en contacto con el diente 111. Durante este movimiento, la aguja 110 establece una serie de contactos cortos entre los hilos  $U$  y  $V$  (o  $u^4$  y  $v^4$ ) y obra sobre el aparato receptor de la figura 16 de la manera que a continuación se explica.

La palanca 92 comienza su movimiento desde que la palanca  $L$  llega a la posición  $l^4$ . La atracción de la palanca 116 por el electro  $P^1$  y el desprendimiento de la rueda 113 que resulta en la operación tienen lugar un poco después, pues el operador requiere un cierto tiempo para maniobrar el manipulador para conducirlo y fijarlo en la posición deseada. Durante este tiempo la palanca 113 llega al contacto de la detención 94 y hace variar la posición de los conmutadores 85 y 88, introduciendo en circuito el aparato  $K^4$ . Si la palanca 131 pasa sin detenerse por  $l^4$ , la palanca  $L$  no se detiene en esa posición el tiempo suficiente para que la palanca 92 termine su recorrido y la posición de los conmutadores 88 y 85 queda inservible. Este procedimiento es necesario para impedir un mal funcionamiento, por ejemplo, en el caso en que la palanca  $L$  pase por  $l^4$  para ir de  $l^3$  a  $l^1$ . Desde que el circuito  $I$ -134-121( $N^{\circ} 4$ )- $P$  ( $N^{\circ} 4$ )-135- $R^4$ -126- $I$  está cortado, la acción del electro  $R^4$  cesa y la palanca  $Q^4$ , al separarse de él, corta los circuitos  $I$ -138-137- $R^5$ -139-136- $I$  y  $I$ -134- $P^1$  ( $N^{\circ} 4$ )-140-141-139-136- $I$ . La palanca 133 vuelve a su posición normal antes de que el diente de  $Q^4$  haya abandonado la palanca 131 y la palanca 115 vuelve al mismo tiempo a la posición indicada en las figuras 17 y 18.

En suma, el aparato recobra su *posición inicial* con la diferencia de que las palancas  $L$  y 131 han hecho cada una dos pasos y la palanca 114 y el disco 4 (aparato  $K^4$ , figura 16) han hecho un mismo número de pasos. Se puede volver a empezar y a través del manipulador correspondiente maniobrar uno cualquiera de los aparatos  $K$ .

En resumen, para cada posición del manipulador corresponde una posición determinada del receptor  $K$ . Basta obrar sobre el primero sin ocuparse del conmutador, el cuál funciona automáticamente, para que el segundo haga el movimiento correspondiente.

#### **4.2- Certificado de Adición de Patente n<sup>o</sup> 33041. “Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”.**

Leonardo Torres Quevedo solicitó un certificado de adición a su patente número 31918, concedida el 19 de Septiembre de 1903, y que está recogido en el expediente número 33041 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas bajo el título “*Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico*”. El certificado de adicción se refiere al conjunto de mejoras incluidas en el perfeccionamiento del sistema de gobierno a distancia descrito en la citada patente 31918.



<b>Código</b>	<b>Tipo de Pieza</b>	<b>Descripción</b>
<i>a, b</i>	Ninguno	Puntos que al ponerse en contacto hacen circular corriente por el electro <i>K</i> .
<i>d, d'</i>	Arcos metálicos	Arcos metálicos de los discos <i>T</i> y <i>H</i> .
<i>e</i>	Ninguno	Punto por el que retorna la corriente a la pila.
<i>m, n, p, q</i>	Hilos	Unen una serie de contactos sobre los que apoyan las palancas <i>N, N'</i> .
<i>t</i>	Taco	Contacta con el polo positivo y controla el sentido de giro del disco <i>T</i> .
<i>B</i>	Electro	Electro que, al recibir corriente, atrae la palanca <i>S</i> .
<i>D, E</i>	Hilos	Hilos entre los que se establece contacto de forma manual o mediante un aparato de telegrafía.
<i>F</i>	Masas	Representan la inercia de la palanca <i>J</i> .
<i>G</i>	Tope	Tope sobre el que descansa la palanca <i>J</i> .
<i>H</i>	Disco	Gobierna la hélice de un globo dirigible.
<i>I</i>	Palanca/armadura	Armadura que al ser atraída por el electro <i>K</i> que hace girar un diente la rueda <i>L</i> .
<i>J</i>	Palanca	Palanca que pivota sobre la palanca <i>I</i> .

<i>K</i>	Electro	Electro que, al recibir corriente, atrae la armadura <i>I</i> .
<i>L</i>	Rueda	Rueda dentada.
<i>M</i>	Palanca	Palanca que se mueve sobre una corona de tacos.
<i>N, N'</i>	Palancas	Palancas atraídas respectivamente por los electros <i>P, P'</i> .
<i>O, O'</i>	Piezas metálicas	Piezas aisladas que apoyan sobre las bornas de los hilos <i>m, n, p, q</i> .
<i>P, P'</i>	Electros	Electros que atraen las palancas <i>N</i> y <i>N'</i> respectivamente
<i>Q</i>	Electromotor	Pone en movimiento el disco <i>T</i> .
<i>R</i>	Resorte	Resorte que atrae la palanca <i>J</i> .
<i>S</i>	Palanca	Ejecuta una operación cualquiera pero siempre la misma cuando circula corriente por <i>B</i> .
<i>T</i>	Disco	Gobierna el timón de un globo dirigible.
<i>U</i>	Tornillo	Tornillo sin fin que engrana con el disco <i>T</i> .

**Tabla XIV. Descripción de piezas de la Figura 1 del Certificado de Adición de Patente.**

La configuración propuesta en figura 1 se ha desarrollado teniendo en mente una aplicación concreta: la dirección de un globo dirigible. A continuación se detalla el funcionamiento de las piezas allí dispuestas.

Cuando se establece el contacto entre los hilos  $D$  y  $E$ , bien manualmente, bien por medio de un aparato telegráfico con o sin hilos, la corriente va de  $a$  a  $b$  pasando por un electro  $K$ . Éste atrae una palanca-armadura  $I$ , la cuál gobierna una rueda dentada  $L$  que acciona una palanca  $M$  que se mueve sobre una corona de tacos. Como consecuencia, a cada emisión de corriente, la palanca  $I$  hace girar un diente la rueda  $L$  y hace avanzar la palanca  $M$ . Al mismo tiempo, esta misma palanca  $I$  actúa sobre una palanca  $J$  que pivota sobre ella y la hace abandonar un tope  $G$  sobre el cuál  $J$  descansa normalmente. El contacto entre la palanca  $J$  y su tope  $G$  queda interrumpido por tanto desde que comienza el movimiento de la palanca  $M$  y hasta que ésta vuelve a su propia posición de reposo. Esto es debido a que mientras  $M$  pasa de una posición a otra, la palanca  $I$  oscila muy rápidamente y el tiempo transcurrido entre dos emisiones de corriente sucesivas en el electro  $K$  no es suficiente para que la palanca  $J$  pueda regresar al tope  $G$ . La palanca  $J$ , finalizada la acción de la palanca  $I$ , vuelve a la posición de reposo representada en la figura 1, pero de forma muy lenta debido o bien a que su inercia, representada por dos masas  $F$ , es muy grande en relación al resorte  $R$  que la atrae, o bien porque se amortigua su movimiento mediante un freno.

Los dos discos, según el ejemplo de aplicación que se ha considerado, tienen las siguientes funciones: el disco  $H$  tiene como misión gobernar la hélice del globo dirigible, el disco  $T$  gobierna el timón y  $S$  es una palanca que, al ser atraída por el electro  $B$ , ejecuta una operación cualquiera, siempre la misma, como el gobierno de un timbre eléctrico. Cada uno de estos

discos  $T$  y  $H$  lleva dos piezas metálicas  $d$  y  $d'$  en contacto con tacos fijos. En la posición representada en la figura 1, la corriente que parte del polo positivo pasa por el tope  $G$ , la palanca  $J$ , la palanca  $M$ , el disco  $T$  (por la pieza metálica  $d$ ), el electro  $P$  y retorna a la pila por  $e$ . El electro  $P$  atrae la palanca  $N$  que lleva dos piezas metálicas aisladas  $O$  y  $O'$ , la primera de las cuáles se apoya sobre las bornas superiores de los cuatro hilos  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $q$ , mientras que la segunda hace lo propio con las inferiores. Al establecerse estos contactos el electromotor  $Q$  se pone en movimiento y arrastra el tornillo sin fin  $U$  y el disco  $T$  que engrana con él. Al pasar la corriente por el electro  $P$ , el disco  $T$  girará en sentido horario mientras el taco  $t$  se encuentre en contacto con el polo positivo y continuará rotando debido a la velocidad adquirida aún después de haberse roto el contacto. Entonces la palanca  $N$  volverá a su posición normal y será la palanca  $N'$  la que, atraída por el electro  $P'$ , entrará en contacto con las bornas de los hilos  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $q$ , poniendo en marcha el motor en sentido contrario. El disco  $T$  se coloca de manera que el taco que recibe la corriente se encuentre en el intervalo que queda libre entre las piezas  $d$  y  $d'$ . Se puede obrar así sobre tantos discos como se quiera, pudiendo cada uno de ellos gobernar un servomotor mediante las disposiciones aquí descritas u otras equivalentes.

Las nuevas disposiciones y piezas que incorpora esta versión mejorada del Telekino permiten introducir importantes cambios en el funcionamiento del aparato. Los más importantes se resumen a continuación [19]:

1º) En el aparato original, cuando se acababa de emitir una señal quedaba el distribuidor  $D$  sobre el taco que cierra el circuito que ejecuta el movimiento ordenado. Esta circunstancia

obligaba al encargado de emitir las señales a retener en la memoria la posición que el distribuidor ocupaba y a tenerla en cuenta cuando quisiera hacer una nueva señal para saber el número de series de ondas que debe emitir. Esto expone a confusiones e impide que las mismas maniobras se ordenen siempre mediante las mismas señales. En el nuevo Telekino a cada maniobra corresponde siempre una señal determinada debido a que después de ejecutar una orden el aparato vuelve siempre a una posición de reposo. Se consigue además que las maniobras de uso más frecuente o aquellas cuya ejecución conviene que sea rápida sean las más cortas.

2º) El nuevo Telekino ha sido dotado además de un aparato de seguridad que facilita el que pueda ser detenido en caso de mal funcionamiento. Si pasa un número determinado de segundos sin que el Telekino reciba ninguna señal, interviene el aparato de seguridad y automáticamente para el motor de la propulsión. Esto obliga a que intervalos regulares vaya repitiéndose la última señal o la más corta de las que están en ejecución hasta que quiera hacerse una nueva, pero evita que la embarcación continúe funcionando y se exponga a un accidente en caso de que el Telekino no reciba órdenes o las reciba mal.

### 4.3- Sistema de señales del Telekino.

El Telekino, colocado en el vehículo que se pretende dirigir a distancia, recibe las señales emitidas por una estación emisora de ondas hertzianas. La estación transmisora emite señales análogas a las del alfabeto Morse de telegrafía ordinaria: puntos de corta duración y rayas de duración más larga. Las señales,

enviadas sucesivamente, se agrupan dando lugar a trenes de ondas que constituyen órdenes que, interpretadas por el Telekino, ejecutan distintas maniobras. El aparato fue construido de manera que pudieran realizarse 19 movimientos distintos correspondientes a 19 grupos de señales diferentes. A continuación se reproduce la clasificación de los grupos de señales según su objetivo [11]:

#### A) Maniobras de cambio de dirección:

<b>Maniobra</b>	<b>Código</b>
Dirección rectilínea	3 señales
Viraje máximo a la derecha	4 señales
Viraje máximo a la izquierda	5 señales
Viraje pequeño a la derecha	6 señales
Viraje pequeño a la izquierda	7 señales
Viraje mediano a la derecha	8 señales
Viraje mediano a la izquierda	9 señales

**Tabla XV. Maniobras de cambio de dirección.**

#### B) Maniobras de cambio de velocidad:

<b>Maniobra</b>	<b>Código</b>
Marcha adelante a baja velocidad	1 señales
Marcha atrás a baja velocidad	2 señales
Parada y freno del vehículo	10 señales

Marcha adelante a alta velocidad	11 señales
Marcha atrás a alta velocidad	12 señales

**Tabla XVI. Maniobras de cambio de velocidad.**

C) Maniobras de saludo de bandera:

Maniobra	Código
Iniciar movimientos de saludo y cortesía	Primer grupo de 13 señales
Cesar movimientos de saludo y cortesía	Segundo grupo de 13 señales

**Tabla XVII. Maniobras de saludo de bandera.**

El Telekino, tras ejecutar una maniobra (giro del timón de una embarcación, encendido de un faro, aumento de la velocidad del motor eléctrico...) retornaba a una posición inicial en la que estaba preparado para recibir nuevas órdenes. La maniobra que lleva al Telekino a esta posición inicial se convino en denominar *maniobra cero*. Al principio los grupos de señales se verificaban enviando cada una de las señales que los componían. Posteriormente, se modificó el Telekino para que simplemente pulsando un botón se emitiese el grupo de señales correspondiente a un determinado código [11]. La creación de este código binario asíncrono que podía ser interpretado por un dispositivo electromecánico para la realización de un conjunto finito de maniobras, pero en número ilimitado, fue la auténtica aportación de Torres Quevedo a los trabajos en telegrafía sin

hilos de la época. Hasta entonces, los dispositivos existentes respondían sólo a señales de tipo *on/off*. Esta misma idea fue empleada, a partir de 1950, en los primeros mandos a distancia desarrollados en Estados Unidos [20].

#### 4.4.-Aplicaciones del Telekino.

Las aplicaciones de los sistemas descritos, según el propio Torres Quevedo [17], podrían ser las siguientes:

- Servomotores tales como el de la figura 1 pueden sustituir a los servomotores conocidos y pueden ser empleados aún en casos en que estos no son aplicables. Se podría, por ejemplo, establecer un automóvil sin volante de dirección ni palancas de maniobra y que no exigiría ningún esfuerzo del conductor.
- El aparato de la figura 7 puede servir para establecer una transmisión de movimiento en condiciones especiales a las cuales se prestan difícilmente o de ningún modo las trasmisiones mecánicas. Este aparato completa el servomotor y permite hacer funcionar a distancia y sin esfuerzo una palanca o mecanismo cualquiera con la misma presión de movimiento que se podría obtener maniobrándola directamente.
- El aparato de las figuras 13 y 14 es aplicable a un gran número de casos. Como ya se ha citado en la descripción de invento, puede ser empleado para mantener un globo o un navío en un rumbo constante. Puede servir también para controlar la presión o la temperatura de una cámara, según las indicaciones de un barómetro o de un termómetro metálico, para arreglar

la velocidad de una máquina según un regulador de fuerza centrífuga, para arreglar la posición de un móvil en función del tiempo, es decir, en función de la posición de las agujas de un péndulo. De una manera general, el aparato puede servir para realizar la tarea de una persona que esté encargada de controlar la posición de un cierto móvil según los valores que ella leerá en un indicador dado.

- El aparato de la figura 16 podría ser empleado para los siguientes cometidos:
  - Lanzamiento de torpedos submarinos.
  - Envío de un cable de salvamento a un barco próximo a naufragar sin que sea precisa una tripulación.
  - Dirección de buques, maniobrando a este efecto el Telekino sobre el timón.
  - Dirección de globos aerostáticos

La última aplicación citada, la dirección de globos aerostáticos o dirigibles, fue la idea que impulsó a Torres Quevedo a construir el Telekino. En los ensayos de la época con aeronaves eran muy frecuentes los accidentes que, en muchas ocasiones, se cobraban la vida de los pilotos. La dirección desde tierra mediante el mando a distancia de una embarcación aérea, pensó el ingeniero, permitiría efectuar pruebas sin riesgo ni coste de vidas humanas [11].

## **5.-Experiencias con el Telekino.**

### **5.1-Los precursores del Telekino.**

Desde que en 1896 Guillermo Marconi, aprovechando los descubrimientos de Maxwell, Hertz, y Branly, entre otros, consiguió dotar a la telegrafía sin conductores de una dimensión industrial numerosos profesionales centraron sus esfuerzos y estudios en el nuevo campo, buscando en especial la dirección a distancia de torpedos submarinos. Hasta entonces todos los torpedos automáticos tenían un limitado radio de acción eficaz (aproximadamente un kilómetro) y presentaban la dificultad de dirigirlos en línea recta [21].

Sir Cecil Varicas, en 1898, consiguió que en el estanque de natación de los baños públicos de Gewil un pequeño modelo de torpedo de 1,20 metros de eslora respondiera con exactitud matemática a cuantas maniobras se ordenaban desde la estación transmisora en tierra, idéntica a las empleadas por Marconi para la telegrafía sin hilos. Varicas realizó nuevas pruebas, ya en mar libre, en Weymouth en 1900. En dicha ocasión, por medio de ondas eléctricas dirigió exitosamente las maniobras de un torpedo que hizo navegar bajo la superficie de las aguas y al que proveyó de un receptor ordinario de telegrafía sin hilos para recibir las ondas hertzianas. Dicho receptor estaba constituido por una antena que recibía las ondas y conducía a un circuito en el que se intercalan un cohesor y un revelador. Éstos a su vez forman parte del circuito auxiliar en el que están montados una batería de acumuladores y un electroimán cuya armadura, al ser atraída, actúa sobre el motor del timón, haciéndole tomar

gracias a un resorte una posición determinada, simétrica a la posición de reposo. Al cesar la influencia de las ondas eléctricas se produce la decohesión de las limaduras en el cohesor y se abren los circuitos principal y auxiliar. No obstante, el torpedo Varicas sólo funcionó correctamente y con total precisión hasta pequeñas distancias de 200 metros, debido probablemente a la escasa sensibilidad de los aparatos. El invento Varicas, por este motivo, no resolvió eficazmente el problema de la dirección a distancia de torpedos que, como ya se ha mencionado, tanto preocupaba en la época [21].

En España, el ingeniero militar Sr. Rojas, hijo de D. Francisco de Paula Rojas (considerado el padre de la electrotecnia española), ideó un aparato para la maniobra a distancia de embarcaciones, también empleando ondas hertzianas, mediante el sincronismo de una estación transmisora y una estación receptora. Pese a recibir informes favorables de la Academia de Ciencias de Madrid, el ingenio no fue finalmente construido. También el ingeniero y electrotécnico D. Julio Cervera proyectó un aparato para la dirección de torpedos marítimos o la explosión a distancia de torpedos terrestres, cuya descripción envió en 1901 al entonces Ministro de Guerra, General Polavieja, pero tampoco se realizaron ensayos con los sistemas Cervera citados [21].

Otros inventores de gran prestigio internacional, como Nikola Tesla, también se ocuparon del mismo problema sin llegar a resultados prácticos. Eduoard Branly, el propio inventor del cohesor, es posible que también estudiase el asunto aunque finalmente sus esfuerzos se centraron en la transmisión de la energía eléctrica a distancia sin hilos conductores, problema trascendental para la electrotecnia de la época desde los trabajos

de Marconi. Branly mostró los resultados de sus ensayos de gabinete en el salón de fiestas del Trocadero en París en 1903.

La prensa americana anunció en 1900 que el célebre Edison presentaría en la Exposición Internacional de París de ese mismo año un barco que se movería en el Sena, siendo accionado por el inventor desde Menlo-Park. Tal hecho nunca ocurrió. También se anunció en la Exposición Universal Americana de San Luis, en 1904, la concesión de un premio de 15.000 francos a una transmisión de fuerza eléctrica sin hilos para accionar el motor de un aerostato, premio que a juzgar por el silencio de la prensa americana, debió de quedar desierto [21].

En el mes de Julio de 1903, el ingeniero español D. Leonardo Torres Quevedo presentaba a la Academia de Ciencias de París una nota acompañada de los aparatos de demostración de un sistema que había ideado:

*“Los aparatos de demostración que tengo el honor de presentar a la Academia (una caja con una hélice y un timón dirigidos a distancia por medio de la telegrafía sin hilos) constituyen un sistema al cuál denomino Telekine destinado a dirigir desde lejos la maniobra de una máquina por medio del telégrafo con o sin conductores [22]”.*

El invento recibió el nombre de Telekino, término compuesto de las palabras de origen griego *teles* y *kinos*, que significan a lo lejos, a distancia, la primera y *fuerza, movimiento*, la segunda, o en conjunto, *movimiento a distancia* [21].

Torres Quevedo construyó su primer Telekino con la ayuda de su amigo el Profesor Koenig, que le prestó el Laboratorio de Mecánica de la Soborna para tal fin. También contó con aparatos de telegrafía sin hilos prestados por la conocida casa de París de Octavio Rocherfort [11].

La prensa española no ignoró el éxito cosechado por el inventor español en sus demostraciones en tierra francesa. *Electrón publica*, en la sección Noticias, una breve reseña de la presentación del Telekino en París [23]:

*Se ha presentado a la Academia de las Ciencias de París un aparato eléctrico inventado por el ingeniero español Sr. Torres, con el que se puede dirigir la marcha de un navío, de un automóvil o de un globo.*

*Las experiencias consistieron en hacer maniobrar un barquito en una vasija llena de agua y colocada en el anfiteatro de la Academia. El pequeño navío se movió en todas direcciones. El éxito fue completo.*

París fue la primera ciudad pero no la única que tuvo el honor de presenciar las experiencias con el Telekino. Al éxito obtenido en aquel Julio de 1903 se sumaron otros en los años sucesivos que acrecentaron el prestigio de Torres Quevedo e hicieron del Telekino una novedad mundial.

## **5.2-Las pruebas del Telekino en España.**

Tras la presentación en sociedad del aparato en París comenzaron las pruebas y demostraciones, públicas y privadas,

de sus habilidades. Pronto llegaron las noticias a España del éxito obtenido por Torres Quevedo en la Academia de Ciencias francesa y la Sociedad Ateneo de Madrid inició las gestiones oportunas para que el Gobierno español concediera a Torres Quevedo una subvención que le permitiera continuar con sus ensayos. A tal efecto, se nombró una comisión compuesta por los Sres. Echegaray, Azcárate y Urzáiz, que consiguió que el Sr. Gasset, Ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, y el Sr. Villaverde, presidente del Consejo de Ministros, se comprometieran a incluir la subvención solicitada entre los presupuestos para 1904.

La prensa también manifestó su apoyo al ingeniero español, destacando la inclusión de dos artículos en el diario *El imparcial* bajo la firma del famoso Echegaray que impresionaron muy favorablemente a la opinión pública.

Gasset y Villaverde cumplieron su promesa y en *La Gaceta* de Madrid de 9 de enero de 1904 apareció una Real Orden del Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas en la que se incluía en la Ley de Presupuestos para el año 1904 un crédito de 200000 pesetas destinado a la financiación de las prácticas necesarias para el perfeccionamiento del Telekino. La Real Orden informaba de la creación del *Centro de Ensayos de Aeronáutica* y su *Laboratorio* bajo la dirección de Torres Quevedo. Las disposiciones que contenía la Real Orden fueron las siguientes [24]:

*Primero. Se crea en Madrid un Centro de Ensayos de Aeronáutica y un Laboratorio anejo, dependiente de la dirección general de obras públicas, destinado al estudio técnico y experimental del problema de la navegación aérea y de la dirección de la maniobra de los motores a distancia.*

*Segundo. El expresado centro estará bajo la dirección inmediata del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Don Leonardo Torres Quevedo, cuya dirección desempeñará gratuitamente, mas percibiendo las indemnizaciones que correspondan a los gastos que le imponga el ejercicio de su cargo y las de los viajes en España o en el extranjero que exijan los estudios y trabajos necesarios para la realización de su cometido.*

*Tercero. Las atribuciones del director del Centro de Ensayos de Aeronáutica serán las siguientes:*

*a) Proponer el arrendamiento del local o locales necesarios para la instalación de dicho Centro y de su Laboratorio, con todos los servicios de su dependencia, sometiendo a la Dirección general de Obras Públicas el contrato de dicho arrendamiento para su debida aprobación.*

*b) Nombrar y separar el personal que necesite, que habrá de depender del expresado director, con los sueldos, jornales y gratificaciones que les señale, dando cuenta de ello a la Dirección General de Obras Públicas.*

*c) Proponer la adquisición de material necesario para la instalación del Laboratorio y para los ensayos, así como todo lo que estime conveniente, previo presupuesto que deberá someterse a la aprobación del Ministerio.*

*d) Presentar al comienzo de cada año el presupuesto general comprensivo de todos los gastos permanentes y eventuales para el Centro de su dirección.*

*e) Disponer libremente la forma y condiciones en que hayan de realizarse los ensayos y trabajos propios de su cargo.*

*f) Disponer los estudios y prácticas que deban realizarse en España o en el extranjero para que pueda oportunamente autorizársele para emprender los viajes consiguientes.*

*g) Noticiar cada tres meses a la Dirección General de Obras Públicas el estado y marcha de las experiencias, estudios y trabajos dependientes del servicio de su dirección.*

*h) Rendir cuenta trimestral justificada de todos los gastos del expresado Centro en el indicado período para la oportuna aprobación de las mismas.*

*Cuarto. La dirección general juzgará acerca de la conveniencia y dispondrá en su caso la publicación en la Gaceta de Madrid de la marcha de las experiencias o estudios que se realicen en dicho centro, previa la oportuna consulta con el director del mismo.*

Unos meses después, en Mayo de 1904, *El Electricista* informaba de que el telegrafista Miguel Pérez Santano, posterior inventor del sistema dúplex, había sido designado como ayudante de Torres Quevedo en su Centro de Ensayos [25]:

*El ilustrado Oficial del Cuerpo don Miguel Pérez Santano ha sido designado para auxiliar a un distinguido Ingeniero en los ensayos de un invento subvencionado por el Gobierno con 200.000 pesetas.*

A comienzos de 1905 se empieza a madurar la idea de la realización de pruebas con carácter oficial. Para ello, *Electrón* en Enero de 1905 apunta la posible formación de una Sociedad para costear dichas pruebas [26]. Esta posibilidad desembocaría en la creación de la *Junta del Telekino* unos meses más tarde.

*Tenemos noticia de que varios capitalistas se proponen formar una Sociedad para costear las pruebas del Telekino, aplicadas a los salvamentos marítimos. Las pruebas se verificarán en el Abra de Bilbao el verano próximo, a las que asistirá su inventor, el ilustre ingeniero Sr. Torres Quevedo, y varias Comisiones, tanto nacionales como extranjeras, que serán invitadas.*

En Marzo de 1905, en la cancha del frontón de Beti-Jai en Bilbao, Leonardo Torres Quevedo realizó los primeros ensayos públicos, utilizando un triciclo para tal fin. La crónica fue recogida por *Boletín Industrial* [27], que realizó las siguientes apreciaciones:

*Ya tienen noticia nuestros lectores de este curiosísimo invento, que está llamado a ser un éxito universal para su autor, tan pronto como experiencias y perfeccionamientos próximos lo hagan absolutamente práctico.*

*Durante una de las últimas tardes de Marzo pasado, el Sr. Torres Quevedo tuvo la amabilidad de verificar unas interesantes pruebas de su invento ante los profesores de la Escuela de Ingenieros Industriales y la mayor parte de los alumnos que cursan la misma en los últimos años de carrera.*

*No podemos por hoy dar detallada noticia a nuestros lectores de lo que es el invento, pero la muchísima amabilidad con que el ilustrado inventor se nos ha ofrecido nos hace concebir la esperanza de que muy pronto podremos ampliar nuestra información y hacerla más técnica que ahora.*

*Aún a riesgo de decir algo ya sabido, indicaremos que esta invención tiene por objeto transmitir órdenes a distancia y hacer que esas órdenes sean ejecutadas por un aparato capaz de imprimir el movimiento dispuesto a un vehículo, un tren, un buque, etc.*

*(...) Repetimos que hemos de procurarnos los antecedentes y, a ser posible, dibujos, que el Sr. Torres Quevedo tenga a bien proporcionarnos para que el Boletín Industrial honre con su publicación y nuestros compañeros formen cabal concepto de tan utilísimo invento.*

*Lo que sí podemos añadir es que los que tuvimos la satisfacción de presenciar las pruebas del Beti-Jai quedamos admirados de la inconsciente y puntual obediencia del aparato, que retrocedía, adelantaba, paraba o se ponía en marcha a derecha o izquierda según las órdenes que previamente nos anunciaba su inventor.*

*Y no sólo somos nosotros los admirados, sino que los sabios miembros del laboratorio de la Soborna han admirado también la utilísima y muy curiosa aplicación que ha hecho el Sr. Torres Quevedo de las ondas hertzianas. Mucho agradecemos al distinguidísimo Ingeniero sus atenciones para con nosotros y mucho le deseamos que el éxito corone sus esfuerzos y que a nuestro modesto aplauso y nuestra simpatía por su obra se unan las simpatías y los aplausos del mundo entero.*

Tras la experiencia exitosa en el frontón de Beti-Jai, en Marzo de 1905 la Comisión Organizadora de Festejos en Bilbao se puso en contacto con Torres Quevedo para negociar la realización de unas pruebas semificiales del Telekino en tierras bilbaínas, previstas para Septiembre de ese mismo año,

pero que finalmente se retrasarían hasta Noviembre. La noticia también informa de la formalización de la *Junta del Telekino* [28], [29]:

*La comisión organizadora de festejos en Bilbao para el próximo verano se ha dirigido al Sr. Torres Quevedo rogándole que realizase en aquella población algunas pruebas con su notable aparato Telekino.*

*El Sr. Torres Quevedo, que siente un gran cariño hacia su país, se ha brindado con entusiasmo a realizar diferentes pruebas de su aparato proponiendo que una de ellas sea hacer navegar desde tierra un bote sin tripulantes, que se acercará a un buque y le arrojará automáticamente un cabo salvavidas, regresando después a tierra con la tripulación del buque.*

*Para organizar estas pruebas y disponer cuanto para ellas sea necesario, se constituirá en Bilbao una Junta especial que se propone abrir una suscripción privada para sufragar los gastos que estas pruebas ocasionen.*

Finalizado el verano de 1905, que Torres Quevedo y Santano pasaron en el Centro de Ensayos de Aeronautica poniendo a punto el Telekino, tuvieron lugar las primeras experiencias en Madrid en el estanque de la Real Casa de Campo, con vistas a las pruebas semioficiales que se realizarían pocas semanas después en Bilbao. *El Electricista* publicó una breve nota el 10 de Octubre de 1905 haciéndose eco de ello. Si bien la reseña no menciona el tipo de aparato dirigido por el Telekino es de suponer, a tenor del lugar y las experiencias posteriores, que se trataba de una pequeña embarcación [30]:

*Según nos comunican, estos últimos días se han hecho en la Casa de Campo pruebas de transmisión de energía eléctrica a distancia, sin hilos, por el Sr. Torres Quevedo, auxiliado por nuestro compañero y amigo el Oficial Primero Sr. Santano. Parece ser que los inventos del Sr. Torres Quevedo van dando el resultado propuesto y que el problema llegará a tener satisfactoria y práctica resolución.*

Poco después, la misma publicación, *El Electricista*, en su número 161 de Noviembre de 1905 [31] amplía la información con respecto al Telekino, si bien el artículo fue extraído íntegramente de *El Noticiero de Bilbao*, como la propia revista referenció. Concluidos los experimentos en Madrid, la *Junta del Telekino*, presidida por Don Adolfo G. de Urquijo, comenzó a efectuar ensayos teniendo en mente las pruebas oficiales que se celebrarían al año siguiente en presencia del Rey Alfonso XIII. Para la realización de las pruebas semioficiales, celebradas el 7 de Noviembre de 1905 en aguas vascas, la Junta adquirió un bote en Alemania donde se instaló el aparato.

*Hace ya algún tiempo circuló la noticia de que un distinguido ingeniero español, D. Leonardo Torres Quevedo, practicaba pruebas en un triciclo con un aparato de su invención y que el resultado había sido satisfecho al inventor, que se proponía aplicar su invento a las embarcaciones. El sabio matemático D. José Echegaray publicó acerca del invento notabilísimos artículos, que llamaron la atención pública, y el Gobierno se decidió a prestar su apoyo al inventor, concediéndole la cantidad de 200.000 pesetas para que construyera el aparato y realizara las pruebas necesarias. El Sr. Torres Quevedo se fijó desde*

*luego en el puerto de Bilbao para realizarlas porque aquí tiene muchos y buenos amigos.*

*Estos, a su vez, se dispusieron a prestar ayuda al inventor, constituyendo una comisión de pruebas del Telekino, que preside el Sr. Don Adolfo G. de Urquijo, y de la que forman parte ingenieros y personas respetabilísimas por sus conocimientos y posición social. El Sr. Torres Quevedo ha construido en Madrid el aparato de su invención, con material español y aprovechando las aptitudes y trabajos de españoles, militares los unos y telegrafistas los otros. La comisión de pruebas del Telekino adquirió en Alemania un bote eléctrico para instalar el aparato y se pensó en celebrar las pruebas oficiales en la última quincena del mes de septiembre, dando al acto la importancia que merece.*

*Algún retraso han sufrido los trabajos pero desde hace algunas semanas se están practicando pruebas parciales y últimamente algunas generales con magnífico resultado, lo que le animó a preparar pruebas completas pero que tendrían un carácter particular.*

*El Sr. Urquijo invitó a los representantes de la prensa para que las presenciaran y al saberlo muchas personas entre ellos un buen número de ingenieros, sacerdotes y la colonia bilbaína de Las Arenas y Algorta se congregaron ayer tarde en el muelle de Las Arenas, ansiosas de conocer el resultado del Telekino.*

*Las pruebas dieron un resultado brillantísimo. En la terraza del Club Marítimo del Abra se había instalado un aparato de telegrafía sin hilos que constituía la estación de transmisión y en ella se instalaron el Sr. Torres Quevedo acompañado de los Sres. Urquijo, Marqués de Villamayor, Corbí de Arellana, Molina, Hortsmams, Camiña, Gil, Valle y algunos representantes de la prensa. Otros periodistas nos*

*embarcamos en el bote eléctrico que se llamó “Tudor” y ahora se llama “Vizcaya”. En la proa tiene este bote instalada una estación receptora de la telegrafía sin hilos y en la popa el aparato Telekino.*

*Un aparato receptor de telégrafos sistema Morse, transformado hábilmente, pone en comunicación a la estación receptora con dos termo-motores, uno de los cuáles hace mover la hélice y el otro hace mover el timón. Según los contactos que da la estación transmisora, se hacen las ondas hertzianas, llegan a la estación receptora, actúan sobre los termo-motores y funcionan la hélice y el timón en todos los sentidos.*

*El Sr. Torres Quevedo, desde la terraza, marcaba por medio de contactos lo que el bote debía hacer. Y nosotros, a bordo de la embarcación, oíamos primero la señal y veíamos después que el buque obedecía a ésta de una manera completa, virando a babor o estribor, parándose, marchando hacia atrás, tomando vía...En el mar estuvimos largo rato viendo asombrados cómo la embarcación obedecía con toda regularidad y perfección las órdenes que por el telégrafo sin hilos comunicaba desde la terraza del Club Marítimo del Abra el Sr. Torres Quevedo directamente a su notabilísimo aparato.*

*Terminada la prueba, el Sr. Torres Quevedo y las personas que le acompañaban vinieron a la lancha eléctrica para examinar el aparato y todos ellos felicitaron con entusiasmo al notable inventor, a cuyas felicitaciones unimos la nuestra. Se habló, a bordo del “Vizcaya”, de la fecha en que pudieran realizarse las pruebas oficiales. El Sr. Urquijo manifestó que la comisión de ensayos se hallaba a disposición del inventor para realizarlas pues su misión se había reducido a prestarle su concurso para que pudieran*

*celebrarse en Bilbao, como era el deseo de Torres Quevedo. Éste, por su parte, indicó que se proponía realizar nuevas pruebas privadas con objeto de perfeccionar los detalles para que pueda preverse todo. Como se trata de un invento que ha de llamar la atención a pesar de la modestia del inventor, se quiere que el acto revista de la importancia que merece y lo más probable es que no se verifiquen hasta después de pasar el invierno.*

*Terminadas las pruebas, fueron obsequiados los señores que las presenciaron con un espléndido lunch, en el Club Marítimo del Abra, y se habló largo y tendido del Telekino y aplicaciones que podrá tener, desde luego altruistas.*

*Repetimos nuestra entusiasta felicitación al ilustre Ingeniero D. Leonardo Torres Quevedo por el éxito brillante de las pruebas que ayer realizó de su notable invento y cuando se practiquen las pruebas oficiales tenemos la seguridad de que han de felicitarle también lo mismo los profanos que los hombres de ciencia que estudian cuidadosamente las aplicaciones de ésta.*

Bajo el título “*Un viaje sin rumbo*”, Antonio Buada realizó también su crónica particular de las pruebas del Telekino del 7 de Noviembre para el diario *El Porvenir Vasco*. Dicha crónica fue reproducida posteriormente en la *Revista General de Marina* en Diciembre de 1905 por Ramón Estrada [32]. Junto a la habitual descripción del aparato en este tipo de artículos relativos a los ensayos (que al no aportar nuevas informaciones se ha considerado oportuno suprimir), se recogen las impresiones del Sr. Buada, que tuvo la excepcional oportunidad de presenciar las pruebas a bordo del propio bote comandado desde tierra por Torres Quevedo.

*Atraídos por el interés que nos ofrecía el anuncio de las pruebas que del Telekino iban a verificarse en el Abra, el martes por la tarde nos encontrábamos en el muelle de Las Arenas, cuando tuve el honor de ser invitado a presenciarlas por el señor director de este periódico (El Porvenir Vasco) desde el mismo bote que había de realizarlas, invitación que acepté gustoso dada mi afición a esta clase de estudios.*

*Durante nuestra permanencia a bordo, no pude menos de experimentar la emoción tan singular que producía el verse en un barco dirigido por un piloto (Torres Quevedo) que al dejarnos embarcados nos dijo amigablemente: “Señores, yo me quedo en tierra; luego volveré a darles algunos detalles de mi aparato, el Telekino, que es quien les guiará en la excursión, obedeciendo a mis órdenes, que transmitiré desde el Club”. Quedé sorprendido y con verdadera curiosidad científica dispuesto a observar la realización de aquellas maniobras.*

*A los pocos momentos y dada la señal convenida emprendió el bote su marcha vertiginosa, encontrándonos desde entonces a merced de las señales que partían de la terraza del Real Club Marítimo del Abra, y que percibía por el tic tac de la telegrafía sin hilos.*

*Aunque el rumbo era variable y para mi desconocido, pude ir comprobando que las órdenes transmitidas por la telegrafía eran interpretadas por el bote realizando éste fielmente todas las maniobras. El vehículo parecía sugestionado por la voluntad del Sr. Torres Quevedo.*

*(...) El invento es un verdadero derroche de trabajo, talento, ingenio, habilidad y perseverancia, que acredita la sagaz*

*inteligencia del Sr. Torres Quevedo y revela sus profundos conocimientos de Mecánica.*

*El resultado de las pruebas fue muy satisfactorio, según ya dijimos, y consideramos resuelto prácticamente el problema de dirigir un barco desde la costa.*

*En la agradable conversación con que me honró el Sr. Torres Quevedo, hubimos de preguntarle algo sobre aplicaciones de su aparato, y su modestia es tan excesiva, que oyéndole hablar, parece que no tiene ninguna, pues es el primero en presentar inconvenientes y dificultades. No estamos conformes con este escepticismo, digno de elogio en el inventor, y creemos firmemente que el Telekino podrá ser aplicado en plazo breve al salvamento de náufragos y tal vez al ataque o defensa de una plaza marítima, sin riesgo de vidas humanas.*

*Es más, para la realización de ensayos en la navegación aérea o submarina, ha de encontrar una aplicación que producirá economía en el peso de los vehículos, y por consiguiente, de gastos, y lo que es más importante, economía de sangre humana, pues esos medios de locomoción podrán ensayarse y hasta resolverse por los hombres de ciencia sin necesidad de que éstos expongan su vida tan en peligro en el período de pruebas. ¿Es esto una aplicación?*

*De todos modos, la ciencia aplicada cuenta ya con otro problema fundamental prácticamente resuelto y del que puede disponer la fecunda inteligencia humana para ulteriores aplicaciones, resolución que se debe al ilustre vizcaíno, gloria de España, Sr. Torres Quevedo, cuyo nombre cita con orgullo toda la prensa y al que felicitamos efusivamente” - Antonio Buada*

Finalizadas con éxito las pruebas semioficiales, la Junta del Telekino celebró una reunión en la diputación de Bilbao presidida por D. Adolfo de Urquijo y en la que participaron D. Leonardo Torres Quevedo, D. Evaristo de Churrua, D. Enrique Gadea, don Luis de Urrutia y D. José L. Torres Vildósola. La Junta publicó un comunicado en Diciembre de 1905 que recogieron varias revistas de la época. Los miembros de la Junta del Telekino acordaron hacer constar, como consecuencia del examen y pruebas efectuadas con el aparato Telekino de la invención de D. Leonardo Torres Quevedo [33], [34], [35]:

- 1) *Que han visto con gran satisfacción que con dicho aparato se haya resuelto el problema de la dirección y maniobra de embarcaciones a distancia, utilizando como medio transmisor de “señales- órdenes” la telegrafía sin hilos.*
- 2) *Que dicho aparato responde por completo al fin perseguido por el inventor, proyectando aún, sin embargo, este señor completar aquél con modificaciones de detalle que simplifiquen y aseguren sus maniobras, sin que afecten para nada a la esencia del problema, el cual debe considerarse definitivamente resuelto.*
- 3) *Por indicación del inventor, en atención a lo avanzado del otoño y para dar lugar a la ejecución de los detalles indicados, la suspensión de los ensayos hasta la primavera del año próximo.*

De forma paralela a los exitosos ensayos con embarcaciones, Torres Quevedo solicitó al Ministerio de Marina la ayuda necesaria para llevar a cabo experiencias de dirección de torpedos a distancia que el inventor consideraba podrían

resultar útiles a la Marina de Guerra. La resolución, desfavorable para el ingeniero, se publicó en el *Boletín Oficial del Ministerio de Marina* mediante una Real Orden de 13 de Marzo de 1906 y fue reproducida por la prensa, que mostró su apoyo al inventor sin encontrar explicación convincente a la negativa del Ministerio. Aquí se transcribe la Real Orden, extraída de *La Energía Eléctrica* [36]:

*“Excelentísimo señor: examinada la solicitud presentada en este Ministerio por don Leonardo Torres Quevedo acerca de la dirección de los torpedos automóviles por medio de aparatos por él proyectados y ofrecidos mediante determinadas condiciones y pago de su invención y oído el parecer del Centro Consultivo de la Armada, S. M. el Rey (que Dios guarde) se ha dignado resolver:*

*1) Que no siendo lógico negar hoy la posibilidad de ninguna invención por extraordinaria que parezca a primera vista, este Ministerio no puede dar opinión sobre lo que se pide, puesto que el proyecto no viene acompañado de planos, disposiciones o descripción, ni menos con atestado de experiencias llevadas a cabo con dichos aparatos.*

*2) Prevista en el artículo 18 de la Ley de Propiedad Industrial de 16 de Mayo de 1902 la forma de obtener patente de invención de instalaciones secretas de interés para el Estado, este Ministerio no ve inconveniente en declarar dicho interés si el Sr. Torres Quevedo así lo solicitase.*

*3) Considerando que es práctica en todas las naciones, como consecuencia del gran número de inventos e inventores, que el Estado se desentienda de unos y otros,*

*incluso de los de sus oficiales e ingenieros, y que permita que éstos se asocien a capitalistas para llevar los inventos a la práctica y que, una vez obtenido el éxito, compran los Gobiernos a un precio que, aunque parezca elevado, es mucho menor de lo que pedirían con igual derecho otros inventores de los que son ejemplo Whitehead, Schwartzkopfs, Pietrowsky, Bustamante y otros muchos.*

*4) Considerando que las condiciones económicas pedidas por el Sr. Torres Quevedo son onerosas en demasía para el Estado y no le reportan ventaja alguna positiva por ahora, dada la duda respecto del éxito que pudiera obtenerse.*

*Considerando que los inventores ven pocas veces satisfechas sus aspiraciones y que trabajando a costa del Estado apellidan obstáculos los que sólo son trámites inevitables de la Administración, y dificultades ajenas lo que suelen ser dificultades y obstáculos de todo aquello que en un principio se experimenta, este Ministerio manifiesta que si el inventor solicita una subvención sin intervención alguna de la industria oficial, teniendo en cuenta que el invento se considera realizable, tanto más cuanto que en Francia se hacen experiencias semejantes, apoyará la petición si el inventor presenta los datos suficientes para formar juicio y presentarlos al Consejo de señores ministros.*

*De Real Orden lo digo a V.E, para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V.E. por muchos años. Madrid 13 de Marzo de 1906.- Víctor M. Concas. Señor presidente del Centro Consultivo de la Armada.”*

En la Real Orden anterior ya se citan experiencias en Francia con aparatos similares que harían que Torres Quevedo tuviese

que reclamar los derechos de prioridad sobre su invento, como se comentará en la siguiente sección del presente documento.

La revista *La Energía Eléctrica*, a través de Eduardo Gallego, se puso en contacto vía postal con Torres Quevedo para recoger sus apreciaciones acerca de la denegación de su solicitud, recibiendo en Abril de 1906 la siguiente carta como respuesta [36]:

*“Señor don Eduardo Gallego:*

*Mi estimado amigo: con mucho gusto y agradecido, como siempre, a la buena amistad que me muestra, contestaré brevemente a sus preguntas acerca de la Real Orden de Marina, limitándome a poner en claro algunos hechos que aparecen confusos en la misma.*

*No he enviado-diga lo que quiera la real Orden-proyecto ninguno al Ministerio de Marina. Basta para convencerse de ello, leer el primer párrafo de mi solicitud que dice así:*

*“Excelentísimo señor ministro de Marina: El que suscribe, Leonardo Torres y Quevedo, ingeniero director del Centro de Ensayos de Aeronáutica, a V.E. respetuosamente expone: que cree posible realizar la dirección de los torpedos automóviles, desde lejos, por medio de aparatos proyectados por él, que son totalmente distintos, en sus principios y en sus caracteres esenciales, de los que, por cuenta del Estado se han construido en este Centro. Y creyendo que sus trabajos pueden ser útiles a la Marina de Guerra, tiene el honor de dirigirse a V.E. para indicarle los resultados que espera de su proyecto y las condiciones en que podría comunicarle a ese Ministerio.”*

*Siguen algunos párrafos encaminados a indicar los referidos resultados que podrían obtenerse con mis aparatos sin dar la menor descripción de ellos, ni la más remota idea de cómo han de estar constituidos, explicando después las condiciones a que se refiere el párrafo primero.*

*Redúcese éstas a lo siguiente: yo me ofrecía a entregar, sin retribución ninguna, mi proyecto a una Comisión nombrada por el Ministerio de Marina, que se obligaría a guardar en secreto acerca de mis trabajos. Esta Comisión habría de examinar el proyecto y llevar a cabo los ensayos necesarios para aquilatar su valor práctico.*

*Si la Comisión opinaba que “los aparatos propuestos y ensayados sirven para construir torpedos dirigibles, en condiciones prácticas y económicas aceptables para el servicio de la marina de guerra”, el Ministerio de Marina adquiriría la propiedad exclusiva de mi invento.*

*La última condición decía textualmente:*

*“Si el dictamen de la Comisión es desfavorable, el señor Torres Quevedo no tendrá derecho a protestar ni reclamar indemnización alguna.*

*En este caso el Ministerio queda obligado a no divulgar ni utilizar los trabajos del Sr. Torres Quevedo y este señor podrá disponer libremente de ellos, para ofrecérselos a los países extranjeros.”*

*Como parece desprenderse de la Real Orden que la forma en que he formulado mi proposición no es la que corresponde a este caso, me interesa hacer constar que esta es la forma que me aconsejó emplearse, por mediación de un distinguido oficial de la Marina, el señor ministro de este*

*Departamento, a quien yo pensaba haberme dirigido por medio de una carta particular.-L.Torres-Madrid 5-4-1906”*

La negativa no desanimó al inventor a continuar con sus trabajos y no todas las ayudas le fueron denegadas. Lejos de ello, contó en la mayor parte de las ocasiones con el apoyo tanto de la comunidad científica como de la prensa.

Las pruebas realizadas por Torres Quevedo se efectuaron sobre buques y no sobre globos y dirigibles, como había sido su idea inicial. No obstante, el número 320 de *Electrón* de 20 de Mayo de 1906 informa de la construcción de un globo para tal fin [37]. La noticia también recoge los nombres de los integrantes de la Comisión supervisora de las pruebas del Telekino: Echegaray, Marvá y Madariaga, todos hombres de gran prestigio en su tiempo.

*Terminado por el Centro de ensayos de Aerostación, que dirige el Ingeniero de caminos D. Leonardo Torres Quevedo, la instalación del Telekino de su invención en el bote en que en la actualidad se efectúan pruebas y próxima a terminarse la construcción de un globo de 600 metros cúbicos de capacidad para verificar las experiencias, el Ministro de Fomento ha nombrado la Comisión que ha de informar oficialmente sobre el estado de dichos trabajos. Formarán la comisión los Sres. Echegaray, Marvá y Madariaga.*

Entretanto Torres Quevedo y Santano continuaban en el Centro de Ensayos de Aeronáutica su labor en Madrid. Ramón Estrada, cronista de la época, tuvo la ocasión de presenciar en más de una ocasión las actividades del Centro invitado por Torres Quevedo. En Mayo de 1906 tuvo lugar una de estas visitas y

Estrada publicó sus impresiones en la *Revista General de Marina*, bajo el título “Algo de crónica” [38]. Al final del artículo realiza interesantes apreciaciones sobre las limitaciones del Telekino y su discusión con Torres Quevedo acerca de su posible resolución.

*Y ya que hablamos de radio-telegrafía y del poco caso que a ella le presta nuestra patria, algo nos conforta lo que vamos a tener el gusto de comunicar a nuestros lectores.*

*Si nuestros gobernantes, quizá por la abrumadora tarea que la política activa les impone, no dedican a éste y a otros asuntos la atención que sería necesaria para el bien del país, no faltan en él inteligencias dedicadas a la labor científica y a sus provechosas aplicaciones prácticas. Buena prueba de ello es lo que vimos hace algunas tardes gracias a la cortés invitación que nos dirigió el ingeniero Sr. Torres Quevedo.*

*Ya habíamos visto hace tiempo y habíamos admirado el prodigioso invento de este ilustre e infatigable trabajador en otra visita que hicimos al Centro de Ensayos de Aeronáutica; pero esta vez hemos tenido la satisfacción de verlo todo mejorado y dispuesto ya para las pruebas que se han de verificar en Bilbao el próximo verano.*

*(...) Una verdadera novedad hemos visto, que nos sorprendió porque no teníamos de ella conocimiento, y es el aparato electro-mecánico que podríamos llamar de seguridad. Ideado por el Sr. Torres Quevedo para detener el movimiento principal del bote, cuando no logren hacerlo las señales hertzianas, por un entorpecimiento accidental de la comunicación radio-telegráfica.*

*Reconoció el Sr. Torres lo necesario de este aparato de seguridad durante las últimas experiencias en Bilbao, en las cuáles hubo momentos de correr la embarcación verdadero peligro de estrellarse, por no parar su hélice cuando se ordenaba desde tierra.*

*(...) Terminada nuestra visita al centro de ensayos, nos llevó el Sr. Torres Quevedo a la Real Casa de Campo, en cuyo estanque funciona otro Telekino en un bote de muy pequeñas dimensiones y allí pudimos ver el manejo práctico y efectivo de cuanto habíamos visto antes en el Centro de ensayos aunque en escala más reducida.*

*(...) Sacamos de allí la impresión de que el problema del gobierno a distancia está resuelto y que los perfeccionamientos sucesivos lo harán cada día más práctico y viable. Claro es que se trataba de un pequeño bote y de un estanque pero, dadas las circunstancias, todo funcionó de maravilla.*

*Nos pareció también que su principal aplicación, por lo menos, la que primero habrá de dársele, es la del torpedo dirigitivo; pero habrá que resolver antes dos problemas importantísimos que son: la desaparición o, al menos, la disminución de la altura de la antena, y la inmunidad a la acción de otros aparatos radio-telegráficos, que bien pueden ser los que a propósito lleve todo buque para librarse de los ataques del torpedo radio-dirigitivo.*

*Respecto al primer problema, algo nos dijo el Sr. Torres Quevedo, y algo le manifestamos por si pudiera servir. Desde luego tuvimos ocasión de ver que se podía suprimir la antena transmisora porque desconectándola de la estación funcionaba, sin embargo, el receptor, como cuando estaba*

*la antena conectada. En cambio nos dijeron que era imposible suprimir la antena receptora, precisamente la que lleva el bote, y la que es importante hacer que desaparezca. Se nos ocurrió que multiplicando las antenas podrían hacerse, en cambio, menos elevadas, a lo que respondió el Sr. Torres que experimentaría en tal sentido, pero creemos que aun cuando se lograra disminuir la altura de las antenas y por tanto su visibilidad, habría un aumento de resistencia a la marcha del torpedo casi sumergido.*

*En cuanto al problema de la inmunidad radio-telegráfica, nada podemos decir. Difícil creemos su solución, pero ignoramos los trabajos del Sr. Torres en este terreno.*

*Resumiendo: la amabilidad del Sr. Torres nos ha permitido ver todo lo que él ha alcanzado, que es mucho, en el problema del gobierno a distancia. Cuanto hemos descrito es la verdad y nos parece que por lo menos no se ha llegado a más por ningún otro inventor.*

*Nuestra más sincera y entusiasta felicitación al sabio ingeniero y nuestro agradecimiento por las atenciones que nos ha dispensado.*

*Electrón*, en su número 325 de 10 de Junio de 1906, publicó también una pequeña crónica de los experimentos en el estanque de la Real Casa de Campo de Madrid. Como ya se ha mencionado en el artículo de Ramón Estrada, estos ensayos se realizaron nuevamente con embarcaciones, aunque en la nota de *Electrón* continúa la expectación en cuanto a su aplicación a la aerostática [39]:

*En el estanque de la Real Casa de Campo se han verificado, con éxito completo, nuevas pruebas del ingenioso aparato el*

*Telekino, invento del sabio Ingeniero español D. Leonardo Torres Quevedo.*

*El invento tiene por objeto, como es sabido, dirigir a distancia la maniobra de un buque. En efecto, en las pruebas últimamente verificadas se vio perfectamente cómo desde la orilla del estanque se imprimía movimiento a una barquilla que a lo lejos flotaba sobre las aguas. Cual si la barquilla obedeciese misteriosamente a la voluntad del inventor, viraba a babor y a estribor, avanzaba a grande o pequeña velocidad, se detenía, volvía a marchar; todo automáticamente y con gran precisión. Después que la barquilla ejecutó varias maniobras sin llevar tripulante alguno se la hizo atracar a la orilla. El resultado de los ensayos fue excelente y cuantas personas los presenciaron felicitaron con entusiasmo al señor Torres-Quevedo. Parece que éste se propone aplicar su invento a los globos, lo cuál producirá grandes progresos en la navegación aérea.*

Finalmente, el 25 de Septiembre de 1906 tuvieron lugar en el Club Marítimo del Abra de Bilbao, en presencia del Rey Alfonso XIII, las pruebas oficiales del Telekino. Leonardo Torres Quevedo alcanzó el éxito esperado y fue felicitado calurosamente tanto por las personalidades de la época asistentes al acto como por la prensa. Para la celebración de las pruebas se instaló una estación transmisora de ondas hertzianas en la terraza del Club Marítimo y una estación receptora, compuesta por una antena y el Telekino propiamente dicho, en un bote dirigido desde el Muelle de las Arenas por el propio Torres Quevedo. Un buen resumen de los hechos se publicó en primera página en el número 334 de *Electrón* de Octubre de 1906 [40]:

*El martes 25 de septiembre tuvieron lugar conforme estaba anunciado las pruebas oficiales del aparato Telekino de que es inventor el ilustre Ingeniero D. Leonardo Torres Quevedo. El acto tuvo lugar en el puerto exterior de Bilbao, asistiendo, además del autor, representaciones de S.M. el Rey (Alfonso XIII), del Gobierno, Academia de Ciencias, Ateneo de Madrid, y otras, entre las que se contaban el Ingeniero de Obras públicas Sr. Landecho, Director de la Escuela de Ingenieros Industriales, y varios profesores de la misma, Jefe de la estación telegráfica y numerosos grupo de señores Ingenieros.*

*La estación transmisora fue instalada en la terraza del Club Marítimo del Abra. La prueba se componía de dos partes:*

- 1) Instalación de un telégrafo sin hilos*
- 2) El Telekino*

*Para la primera se instaló en la terraza una estación trenzada de ondas, compuesta de un manantial de corriente (acumuladores), bobina de inducción, batería de condensadores, con interruptor para la producción de chispas eléctricas condensadas, y una verga con antena, de cinco metros de altura, desde cuyo extremo superior parten las ondas hertzianas producidas por las chispas.*

*Al bordo del bote Vizcaya habíase instalado una estación receptora por medio de una antena larga que recoge la onda transmitida, dejando pasar la corriente, y produciendo cada chispazo una oscilación.*

*Estas oscilaciones fueron aprovechadas combinando su dirección y número para transmitir letras, previo el establecimiento de un alfabeto convencional.*

*Para las pruebas del Telekino había sido instalado un aparato receptor en el bote Vizcaya, que iba sin tripulación*

*y que obedecía la dirección que por letras iba señalando en la estación transmisora el señor Torres Quevedo.*

*Dicha embarcación evolucionó en todas direcciones, salvando con maravillosa precisión los encuentros con una infinidad de embarcaciones de todas clases que se hallaban fondeadas en el muelle, frente al Club, y acercándose a veces al costado de los barcos para simular el salvamento, y a una indicación del señor Torres Quevedo, el bote saludó con la bandera, la que puede ser parada a voluntad de quien maneja el aparato en la estación principal.*

*El bote motor tiene un andar mínimo de 6 a 7 millas, logra tres viradas a estribor, tres a babor, dos hacia delante y otras dos hacia atrás, pudiendo andar a toda, a media y a cuarto de marcha siendo la parada a voluntad.*

*El éxito de las pruebas ha sido, como se ve, completamente favorable y felicidísimo por su triunfo el Sr. Torres Quevedo el cual ha sido con tal motivo aclamado calurosamente. Por hoy no podemos ser más extensos en esta información. A las numerosas enhorabuenas que ha recibido el sabio maestro, únense las nuestras muy entusiastas por más que este triunfo le tuviéramos desde luego descontado.*

*La Energía Eléctrica, fiel seguidora de los trabajos de Torres Quevedo, también publicó una nota [41] informando a sus lectores del éxito cosechado en las pruebas oficiales en aguas bilbaínas:*

*Con la concisión obligada de una noticia informativa, vamos a tratar, a reserva de ser más extensos en otra*

*oportunidad, de las pruebas oficiales del notable invento del Sr. Torres Quevedo.*

*El pasado 25 de septiembre y ante representaciones de S. M. el Rey, Gobierno, corporaciones oficiales y científicas, se verificaron las interesantes pruebas del Telekino, comenzando a las cuatro y quince minutos de la tarde, haciendo maniobrar con maravillosa precisión el buque Vizcaya que llevaba instalados los aparatos receptores, desde la terraza del Club Marítimo del Abra donde estaba la estación de transmisión.*

*El eminente ingeniero de caminos D. Leonardo<sup>2</sup> Torres Quevedo, con la cooperación del oficial de Cuerpo de Telégrafos D. Lorenzo Rodrigo, ayudante del inventor y peritísimo electricista que honra al Cuerpo al que pertenece, hicieron funcionar el aparato transmisor y el bote que, sin más tripulación a su bordo que el sorprendente invento de Torres Quevedo, comenzó su marcha evolucionando con gran precisión, haciendo difíciles maniobras y sorteando multitud de embarcaciones obedeciendo dócilmente a las emisiones de ondas de la estación transmisora.*

*Frente al Club, y a una indicación del inventor, una bandera con los colores nacionales se izó y arrió varias veces a lo largo del asta que llevaba el bote colocada en la popa.*

*El bote Vizcaya tiene un andar de 6 a 7 millas, logra tres viradas a estribor, tres a babor, dos hacia delante y otras dos hacia atrás, pudiendo andar a toda, a media y a cuarto de marcha, siendo estas maniobras y la parada, verificadas a voluntad y desde la estación de transmisión.*

---

<sup>2</sup> En el original *Eduardo*, confusión del autor.

*El éxito de las pruebas que se dieron por terminadas a las cinco menos cuarto, ha sido concluyente y como desde luego esperábamos los que admiramos la sabia y concienzuda labor del señor Torres Quevedo, y al consignar esta noticia que debemos a nuestro querido amigo el ilustrado Ingeniero Industrial Sr. Malo de Molina, redactor de La Energía que ha asistido a las pruebas oficiales, felicitamos calurosamente al inventor y consignamos con muchísimo gusto el nombre modesto pero de valía, del ayudante D. Lorenzo Rodrigo, que con tanto entusiasmo e inteligencia ha colaborado en el indiscutible éxito del Telekino.*

## **6.-El Telekino y los derechos de prioridad de Torres Quevedo.**

Los progresos en telegrafía sin hilos propios de la época, y quizás la poca ética de algunos inventores, conducían con frecuencia a la aparición de copias casi exactas de ingenios anteriormente presentados y patentados por otros compañeros de profesión. Tal fue el caso de Torres Quevedo, que tuvo que hacer constar sus derechos de prioridad sobre el Telekino hasta en dos ocasiones frente los científicos franceses Monsieur Devaux y Monsieur Gabet. En esta sección se recogen la descripción de los inventos franceses y la crónica de las respectivas experiencias, así como la traducción al español de las cartas publicadas por Torres Quevedo en la *Revista de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid* correspondientes al intercambio de epístolas con la prensa francesa para aclarar la antigüedad de su Telekino respecto a los aparatos de M. Devaux y M. Gabet. Los documentos en el idioma francés original pueden consultarse en el Anexo III.

### **6.1-Las experiencias en Antibes.**

Entre Enero y Marzo de 1906 tuvieron lugar en el puerto de Antibes, localidad francesa situada en los Alpes-Marítimos, una serie de experiencias con “*un nuevo tipo de aparato de dirección eléctrica a distancia, sin hilos, el cual también puede funcionar con hilos*” [42]. Las experiencias consistieron en la dirección a distancia de un submarino torpedero mediante un aparato presentado como invención de M. Devaux, muy similar al Telekino de Leonardo Torres Quevedo.

La nueva invención llamó la atención de la prensa francesa y en Junio de 1906 el *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens* publicó la “Nota de M. Devaux” que comprendía un comentario de las experiencias y la descripción de los aparatos empleados en Antibes. A raíz de esta publicación Torres Quevedo, apreciando la gran similitud del nuevo invento francés con su Telekino, se puso en contacto con el director del *Bulletin* y, por mediación del Sr. De Madariaga, español miembro de la *Société*, solicitó que se le permitiera hacer constar sus derechos de prioridad en el mismo *Bulletin*. La correspondencia sostenida entre el *Bulletin*, el Sr. De Madariaga y Torres Quevedo fue publicada por Don Leonardo en la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* bajo el título “Une réclamation de priorité   propos du telekine et des experiences d’Antibes”. El artículo incluía además una descripción de la adición de patente francesa fechada en 1 de Diciembre de 1903. La Revista madrileña publicó, por expreso deseo de Torres Quevedo, las cartas en el francés original “*para que puedan llegar más fácilmente a conocimiento de los lectores del Bulletin de la Société*”, según el inventor español [43].

### 6.1.1-Nota de Devaux

A continuación se reproduce la traducción de la “Nota de M. Devaux”, publicada en el *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens* en Junio de 1906 [42], [44], [45].

### **“Maniobra eléctrica a distancia por las ondas hertzianas. Aplicación a la dirección de un submarino torpedero. M. Devaux.”**

*“Vamos a exponer una nueva aplicación de los descubrimientos relativos a ondas hertzianas y a la vez un nuevo tipo de aparato de dirección eléctrica a distancia, sin hilos, el cual también puede funcionar con hilos.*

*Las ondas hertzianas se han utilizado generalmente hasta hoy para accionar a distancia un electroimán cuya armadura escribe en una cinta las señales Morse; esto es lo que constituye la telegrafía sin hilos. Pero es indudable que la misma armadura puede utilizarse para poner en función un mecanismo cualquiera con fuerza propia.*

*Las instalaciones actuales no permitirían, en rigor, más que el gobierno alternativo de dos mecanismos, utilizando las dos posiciones – en reposo o atraída – de la armadura. Para efectuar una serie de maniobras independientes unas de otras sería necesario disponer de tantos electros como movimientos quisieran efectuarse; esto, aunque complicado, sería posible tratándose de transmisiones con conductores; pero desde que se trata de la telegrafía sin hilos esto ya no es posible, puesto que no se ha encontrado aún prácticamente la manera de accionar uno solo de varios cohesores que concurran en un mismo punto pertenecientes a otros tantos circuitos.*

*Por lo tanto, habiéndonos propuesto el problema de funcionar a distancia sin conductores una serie de fuerzas cualesquiera actuando en un orden siempre variable y permaneciendo independientes las unas de las otras, hemos tenido que estudiar una nueva disposición de los aparatos*

de gobierno. Estos aparatos de gobierno entrarán en acción al verificarse el cierre en el cohesor en la transmisión sin conductores y es evidente que podrán funcionar también con una transmisión ordinaria por conductores presentando en este último caso la ventaja de no necesitar más que un conductor, cerrándose el circuito por la tierra para un aparato capaz de servir a  $n$  circuitos, pudiendo entrar en acción cada uno de éstos sin causar la menor perturbación a los demás. Este sistema consiste esencialmente en lo siguiente:

- 1) Un distribuidor que recorre todos los botones y contactos, de donde parten los circuitos correspondientes a las distintas maniobras que quieran ejecutarse.
- 2) Un conmutador que no lanza la corriente más que cuando el precedente distribuidor ha llegado al circuito que exclusivamente se desee cerrar.

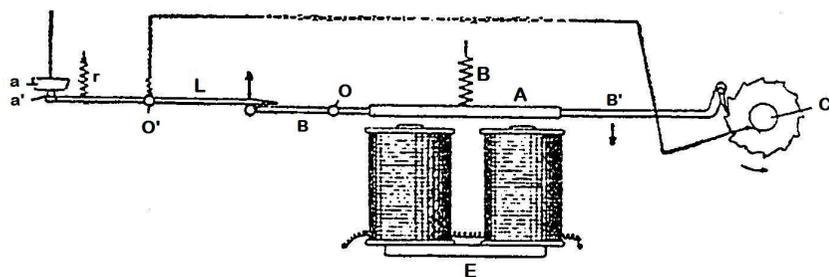


Fig. 1.ª

Figura 1 de la Nota de Devaux [I34]

Para obtener este doble resultado, un electro E (figura 1) puede atraer una armadura A giratoria alrededor del pivote O y mantenida por el resorte antagonista r. Esta armadura se prolonga a cada lado en dos brazos B y B'. El brazo B' va provisto de una lengüeta que ataca a la rueda de escape C, cuyo eje es el del distribuidor, y le hace avanzar un diente a cada excitación del electro. En cuanto al otro brazo B, éste choca a cada excitación con la extremidad de la palanca L, que gira alrededor de O' y obra como conmutador en aa'.

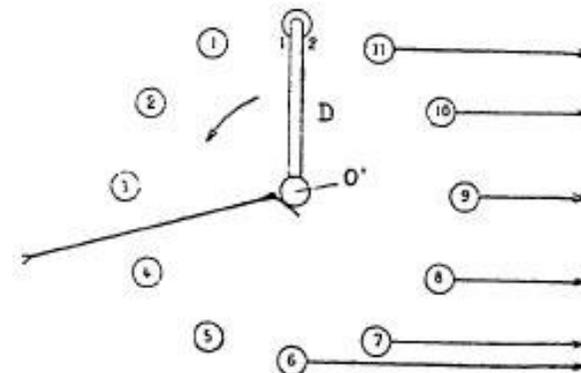


Fig. 2.ª

Figura 2 de la Nota de Devaux [I35]

En la prolongación del eje O' se encuentra un brazo D (figura 2) cuya extremidad frota sobre la serie de botones 1,2,3...12 y permite distribuir la corriente que llega por el eje O' a cada uno de los circuitos que de ellos parten. El

avance del distribuidor es de un botón a cada excitación del electro E.

Las excitaciones de este electro dependen directamente de la estación emisora, bien sea el conductor un cable ordinario o una serie de ondas hertzianas actuando sobre un revelador. En cuanto al manipulador, puede arreglarse de suerte que las emisiones sean regulares y que conserven un ritmo  $1/t$ .

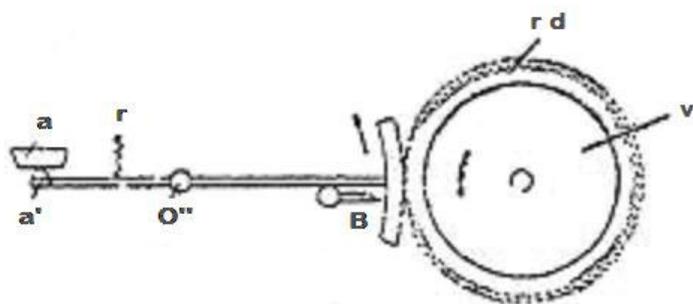


Fig. 3.ª

Figura 3 de la Nota de Devaux [I36]

La segunda función del aparato se ejerce, según hemos dicho, por conmutador especial. Al efecto, el brazo B a cada tracción de la armadura A separa la palanca L (figura 3) de su posición de reposo e interrumpe el contacto en aa'. Mientras duran los batidos de la armadura, la palanca L se ve constantemente empujada fuera de la posición en que cierra el circuito y tiende a volver a la misma por la tensión del pequeño resorte r. Pudiera ocurrir que este segundo movimiento lo hiciera en un tiempo muy corto y es lo que pretendemos evitar; al efecto, conseguiremos retrasarlo

considerablemente por el siguiente artificio. La extremidad opuesta al contacto aa' está provista de una pequeña cremallera que resbala ante la rueda dentada rd, pero que engrana con ella cuando la palanca L se separa de su posición de reposo; durante el retorno de esta palanca la cremallera arrastra a la rueda dentada, pero esta rueda provista de un volante r puede adquirir una inercia regulable y por consiguiente exigir un tiempo apreciable para la caída de la palanca L. En la práctica bastará que este tiempo  $t'$  sea bastante mayor que el término  $t$  del ritmo con que se mueve la armadura A,  $2t$  por ejemplo.

Durante una serie de movimientos de la armadura y del avance consiguiente del distribuidor el conmutador permanece por lo tanto a circuito abierto; solo cuando la armadura se detiene por haber llegado el distribuidor a la posición conveniente, tiene tiempo el conmutador para llegar a establecer el contacto.

El funcionamiento se comprende entonces fácilmente:

Estando el aparato inactivo, el brazo D toca en el botón 12 que es un botón muerto que constituye la posición de reposo o el del aparato. La palanca L cierra el circuito en aa'. Pretendemos cerrar el circuito 7 sin afectar a ninguno de los demás.

Basta que la estación transmisora envíe siete corrientes o siete series de ondas con el ritmo  $1/t$ ; el electro E atraerá otras tantas veces a su armadura con los mismos intervalos y hará avanzar siete dientes a la rueda de escape, la cual a su vez colocará el brazo D sobre el botón 7. Pero al mismo tiempo, según hemos explicado anteriormente, el funcionamiento del electro ha mantenido abierto el conmutador. Este conmutador no vuelve a su posición hasta que permanece inactivo el electro E, es decir, que no

cerrará el circuito más que cuando el distribuidor llegue al botón 7, que es el que nos habíamos propuesto y permanece abierto mientras el distribuidor recorre los contactos precedentes. Se ha conseguido, por tanto, poner en acción el circuito 7 permaneciendo indiferentes todos los demás.

En el caso de que se pretenda poner en acción varios circuitos simultáneamente, entonces es preciso que el distribuidor pueda trasladarse de uno a otro botón sin interrumpir ninguno de los circuitos que estén trabajando; basta para esto que los circuitos 1, 2, 3...12 no gobiernen directamente el movimiento del órgano o mecanismos que les está encomendado, haciéndolo por el intermedio de relevadores que entren en acción al hacer la señal, y que permanezcan cerrados aún cuando cese la corriente que los puso en función, su apertura dependerá de otra señal correspondiente a otro botón.

La figura 4 representa el esquema de un aparato para maniobrar a distancia, eléctricamente, sin conductores, ocupando el lugar de un aparato Morse en una estación de telegrafía sin hilos.

Esta disposición la hemos aplicado para hacer maniobrar a distancia un torpedero submarino en el cual teníamos que ejecutar los siguientes movimientos:

- 1) Marcha avante
- 2) Marcha atrás
- 3) Parar el motor propulsor
- 4) Timón a babor
- 5) Timón a estribor
- 6) Parar el motor del timón
- 7) Encender las señales hacia proa
- 8) Encender las señales hacia popa

## 9) Lanzamiento del torpedo

Nuestro aparato era capaz de realizar doce movimientos o maniobras distintas; presentaba, por lo tanto, tres puntos de reposo repartidos entre la serie de botones. La rapidez con que los aparatos ejecutan los movimientos permite dar una vuelta completa al distribuidor en dos segundos (figura 4).

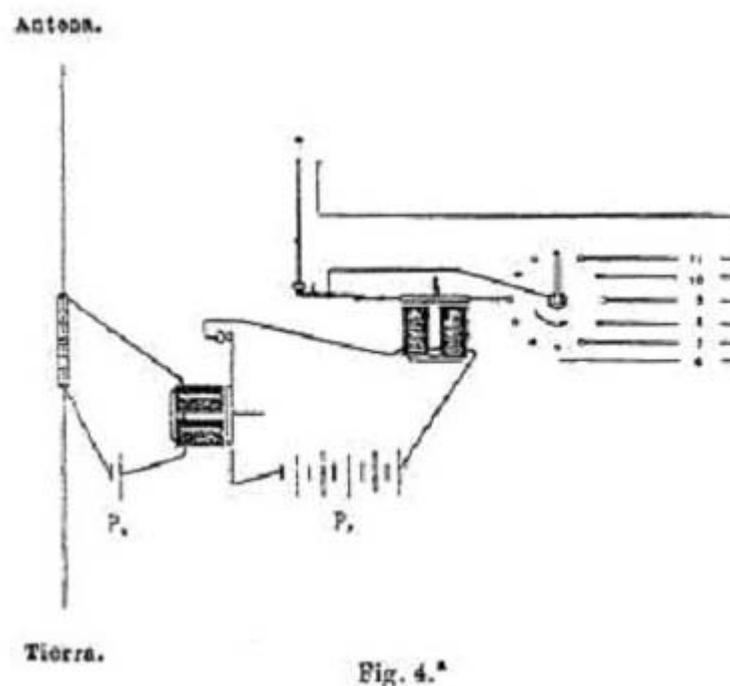


Figura 4 de la Nota de Devaux [I37]

Los nueve circuitos de maniobra se cerraban sobre siete relevadores, los cuales a su vez accionaban los motores

*para la propulsión y la dirección, las lámparas de señales y el aparato para lanzar el torpedo. La energía local la proporcionaba una batería Fulmen de 450 amperes-horas, la cual con un gasto de 100 amperes como máximo representaba cuatro horas de marcha al aparato. Éste desplazaba 6700 kilogramos y estaba constituido por dos cilindros de palastro, cónicos en sus extremidades y unidos entre sí por un rígido entramado. El cilindro superior (de 9 metros de longitud por 45 centímetros de diámetro) servía de flotador al conjunto y soportaba además dos pequeños mástiles a los cuáles venía a fijarse: 1º una antena receptora de cinco cabos de tres metros de altura, y 2º unas lámparas para las salidas nocturnas. Tanto los palos como las lámparas servían para determinar desde la estación la distancia y dirección del aparato.*

*El cilindro inferior (longitud 11 metros, diámetro 1 metro) contenía el tubo de lanzar provisto de un torpedo Whitehead de 450 milímetros, la batería de acumuladores, los motores para la dirección y la propulsión y sus accesorios.*

*El aparato, para maniobrar debía encerrarse en el cilindro inferior para quedar protegido contra el fuego del enemigo por un espesor de dos metros de agua, pero durante las experiencias, con objeto de facilitar el examen y acceso, iba encerrado en una caja metálica sobre el flotador.*

*La antena de la estación transmisora, situada en tierra, tenía 15 metros de altura y estaba formada por 5 conductores.*

*Las experiencias se han verificado dentro de la zona comprendida entre los 400 a 1800 metros de distancia; distancia que no nos atrevimos a rebasar para no comprometer los resultados de las pruebas que simultáneamente se practicaban de un nuevo sistema de*

*tonización, el cual ha dado hasta ahora excelentes resultados; pero es aún demasiado reciente para que nos ocupemos ahora de él.*

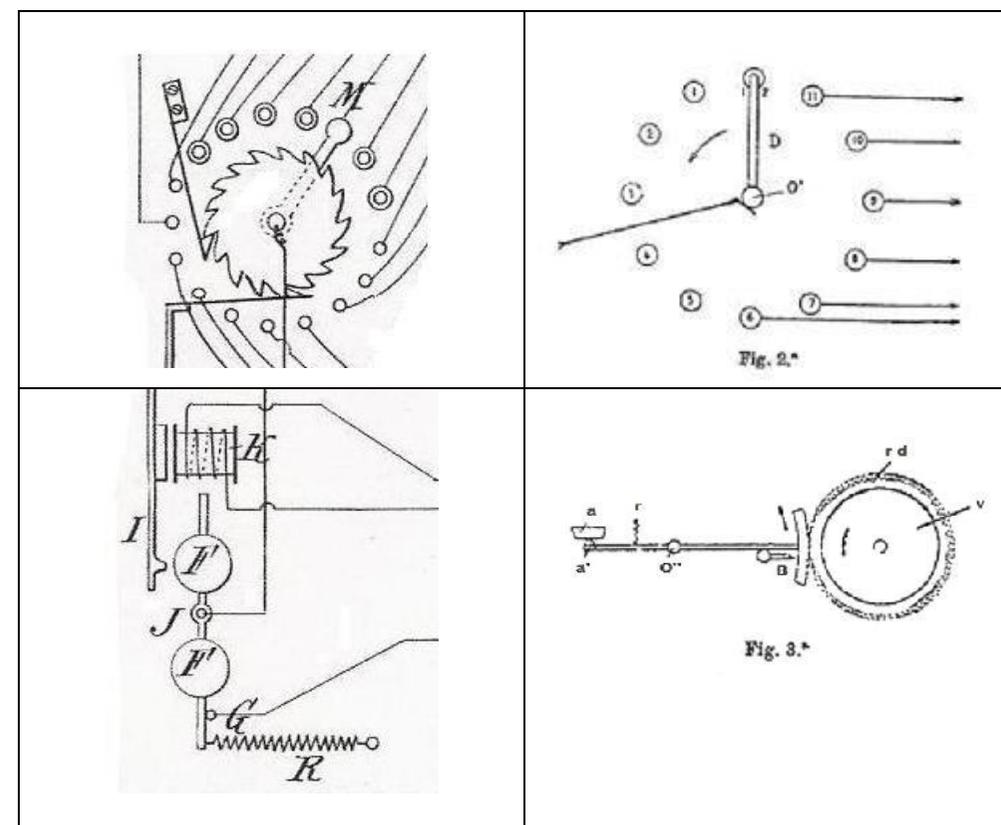
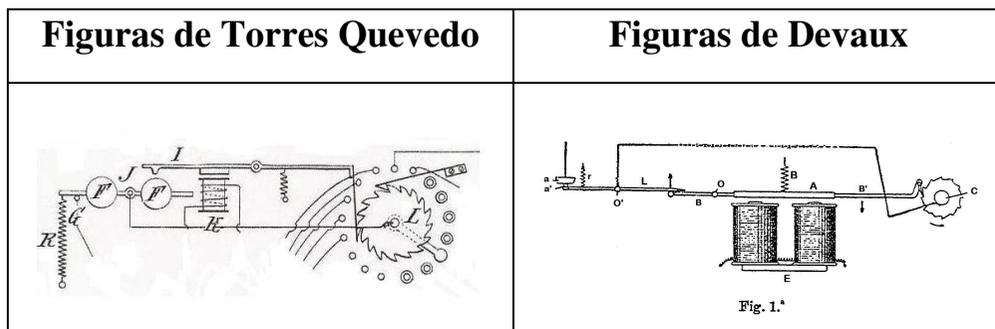
*Las experiencias tuvieron lugar de Enero a Marzo de 1906 en aguas de Antibes (Alpes-Marítimos) con buen éxito, tanto desde el punto de vista náutico como al de comunicación sin conductores. Podremos por lo tanto asegurar que desde hoy es fácil la instalación de estaciones para maniobrar a distancia eléctricamente y sin conductores con la misma seguridad y sin más complicaciones que las estaciones de telegrafía usuales.*

*Hemos conseguido además la aplicación de este principio al gobierno de un submarino sin tripulación, lo cuál, militarmente considerado, puede presentar múltiples ventajas.”*

### **6.1.2-Semejanzas y diferencias con el Telekino de Torres Quevedo.**

Algunas de las semejanzas más notables del invento de M. Devaux con el Telekino de Torres Quevedo son, por ejemplo el empleo de la misma rueda de escape, la cual lleva sobre su eje un brazo similar en los dos inventos, el empleo de la misma corona de contactos recorrida por el citado brazo y una palanca para cortar el circuito durante la maniobra de la rueda de escape. La disposición del circuito eléctrico es también la misma: la corriente del polo positivo pasa por un tope a la palanca antes citada y de ahí al brazo y a los servomotores para volver al polo negativo [44].

La diferencia entre ambos inventos estriba en la manera de retardar la vuelta de la palanca a su posición normal: el invento de M. Devaux emplea un volante. El volante lo usó, no obstante, Torres Quevedo en su primer Telekino, el construido en 1903 en el laboratorio de Mecánica de la Soborna bajo la dirección de M. Koenings. El mismo Torres Quevedo apuntó en su patente que este era un detalle que podía resolverse de muchas maneras [46]. Las diferencias de notación en las figuras descriptivas de los ingenios se adjuntan en la Tabla XVIII, así como dichas figuras para que pueda apreciarse la similitud entre ambos. Se observa cómo la rueda dentada *L* en el invento del Sr. Torres es la *C* en el de Devaux, el electro *K* es el electro *E* (figura 1 de Devaux) y el distribuidor *M* que va recorriendo los distintos contactos es el *D* (figura 2 de Devaux). La palanca *J* y las masas *F* desempeñan el mismo papel que la palanca *o''* y el volante *v* (figura 3 de Devaux) y el resorte *R* es el *r* (figura 3 de Devaux) [47].



Cuadro de semejanzas y diferencias entre el Telekino de Torres Quevedo y el dispositivo de Devaux [138]

Elemento	Notación invento Sr. Torres	Notación invento M. Devaux
Rueda de escape	<i>L</i>	<i>C</i> (figura 1)
Palanca	<i>J</i>	<i>L</i> (figura 1)
Tope	<i>G</i>	<i>A</i> (figura 1)
Electro	<i>K</i>	<i>E</i> (figura 1)

Palanca	$I$	$BAB'$ con su resorte antagonista
Brazo	$M$	$D$ (figura 2)
Palanca	$J$	$o''$ (figura 3)
Masas	$F$	Papel equivalente al volante $v$ (figura 3)
Resorte	$R$	$r$ (figura 3)

**Tabla XVIII. Correspondencias de notación entre el Telekino de Torres Quevedo y el dispositivo de Devaux.**

Como bien sugirió *Madrid Científico*, “una diferencia tan pequeña (la utilización del volante) no da carácter de originalidad a un invento por más que vaya unida a un cambio de letras general y a un desglose de figuras. Los méritos contraídos en las experiencias de Antibes corresponden, en justicia, al Sr. Torres Quevedo” [44].

### 6.1.3-Una reclamación de prioridad: correspondencia cruzada.

Leonardo Torres Quevedo a raíz de las experiencias de Antibes publicó, como ya se ha mencionado anteriormente, en la *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* de Madrid un folleto titulado *Une réclamation de priorité à propos du telekine et des expériences d'Antibes*. Dicho folleto se compone de la correspondencia sostenida en 1906 con el director del *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens* y con el Sr. De Madariaga, supuesto mediador

y miembro de la *Société*, con el fin de conseguir la publicación en el *Bulletin* de una rectificación a la nota de M. Devaux. La primera carta dirigida a través de De Madariaga por el inventor español al director del *Bulletin* corresponde a Julio de 1906. Torres Quevedo olvidó anotar su fecha exacta, aunque indica que muy probablemente data del día 10 de dicho mes [48]. De Madariaga recibe una respuesta del *Bulletin* el 26 de Julio, que redirigió a Torres Quevedo, en la que la revista se mostraba dispuesta a insertar una nota “*muy breve*” relativa al invento del español “*siempre que dicha nota no tenga el carácter de una reclamación de prioridad*” [49]. El 9 de Agosto Torres Quevedo se pone en contacto con De Madariaga para que interceda por él ante la *Société des Électriciens* parisina, apuntando que “*no comprende muy bien las razones por las que el Bulletin se opone a la publicación su reclamación*” y exponiendo las razones que apoyan la originalidad de su Telekino [50]. Recibe una nueva respuesta procedente de París el 22 de Octubre, en la que el *Bulletin* califica la situación como “*una cuestión de patentes*” y Don Leonardo obtiene una nueva negativa a la publicación de su reclamación tras considerar la revista que provocaría un cruce de notas entre los inventores en discordia que daría lugar a “*una polémica en la que nuestros Estatutos nos prohíben entrar*” [51]. Finalmente, el 28 de Octubre de 1906 Torres Quevedo envía una última carta a Francia en la que dice no comprender los motivos del *Bulletin* para rechazar su petición y en la que informa de que “*lamentablemente se ve obligado*” a sacar a la luz la verdad sobre el tema mediante “*la publicación de su patente y la nota de M. Devaux, acompañada de la correspondencia*” mantenida con el *Bulletin* y con el Sr. De Madariaga [52] y que aquí se reproduce en su versión en castellano.

**Carta del Sr. Torres al Sr. Director el “*Bulletin de la Société Internationale des Eléctriciens*” [48]**

**(Torres Quevedo olvidó anotar la fecha exacta de esta carta, aunque indica que muy probablemente corresponde al 10 de Julio de 1906)**

Monsieur: habiendo leído en el Bulletin del mes pasado una descripción de los aparatos empleados en las experiencias de Antibes, que son en sus partes esenciales y características, una reproducción exacta – no digo que voluntaria – del Telekino descrito y patentado por mí, os pido publicar esta carta en vuestra revista para establecer mis derechos de prioridad.

Encontraréis la descripción de este Telekino en mi adición de patente de 1 de Diciembre de 1903, de la cuál os envío una copia. Os ruego que la publicuéis, o al menos publicuéis la figura y las partes que he subrayado en el texto. En ellas se encontrarán todos los aparatos descritos por M. Devaux: la misma rueda de escape L (que él denomina C), con su brazo M (él lo llama D), la misma corona de contactos recorrida por dicho brazo y la misma palanca J (él la llama L), para cortar la corriente durante de la maniobra de la rueda de escape. También se encontrará la misma disposición en el circuito eléctrico: la corriente parte del polo positivo, pasa por el tope G (a en la figura de M. Devaux) a la palanca J, de allí al brazo M y de los brazos (pasando por los servomotores) al polo negativo. La figura 3 de la Nota de M. Devaux indica la manera de reducir la velocidad por medio de un volante del retorno de

la palanca L a su posición normal. Esta es una cuestión de detalle que puede resolverse de mil maneras. Yo llegué a ella mediante el empleo de un volante en el primer Telekino construido por mí en el Laboratorio de Mecánica de la Soborna, dirigido por M. Koenigs, y que fue presentado por M. Appell a la Academia de Ciencias<sup>3</sup> (de París); más tarde, en los Telekinos construidos en el Centro de Ensayos de Aeronáutica en Madrid empleé diferentes maneras de frenar, cuya descripción le enviaría gustoso si le interesase. Los aparatos antes mencionados fueron ensayados con éxito en diferentes momentos: a finales del año 1904 y durante los primeros meses de 1905 dirigí a distancia en el Frontón Beti-Jai (un antiguo juego de pelota) un triciclo de manera satisfactoria delante de un gran número de personas, particularmente delante de profesores y alumnos del Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid, que hicieron un resumen de su visita al Frontón<sup>4</sup>:

« Lo que sí podemos añadir es que los que tuvimos la satisfacción de presenciar las pruebas del Beti-Jai quedamos admirados de la inconsciente y puntual obediencia del aparato, que retrocedía, adelantaba, paraba o se ponía en marcha a derecha o izquierda según las órdenes que previamente nos anunciaba su inventor.» [27]

---

<sup>3</sup> Comptes rendus, sesión del 3 de Agosto de 1903

<sup>4</sup> Boletín Industrial, órgano oficial de la Asociación de Ingenieros Industriales, 5 de Abril de 1905, Madrid.

*Durante el mes de Septiembre y Octubre de 1905 realicé experiencias en el puerto de Bilbao, a distancias entre 300 y 2000 metros aproximadamente, de las que los periódicos han hablado en todas partes, de manera que las experiencias de Bilbao y el Telekino eran ya muy conocidas en la época de las experiencias de Antibes. El Illustrated London News, haciéndose eco de ellas <sup>5</sup>(y creo ahora que tenían razón), piensa que han sido realizadas con mi Telekino.*

*Yo realizo ensayos actualmente en Madrid casi todos los días, en el estanque de la Real Casa de Campo. La Revista de Marina<sup>6</sup> ha rendido cuenta de estas experiencias que, por cierto, han sido objeto de un estudio muy completo por parte de una Comisión nombrada a tal efecto por el Ministerio de Obras Públicas. El informe de dicha Comisión no ha sido aún publicado<sup>7</sup>.*

*Espero el acuse de recibo de esta carta y que aceptéis, Monsieur, mis más distinguidos saludos. – L. Torres*

### **Carta del Sr. Secretario de la *Société Internationale des Électriciens* al Sr. De Madariaga [49]**

**París, 26 de Julio de 1906**

---

<sup>5</sup> *The Illustrated London News*, 24 de Marzo de 1906, Londres.

<sup>6</sup> *Revista General de Marina*, Junio de 1906.

<sup>7</sup> Se publicó después en la revista *Ateneo* en Septiembre de 1906.

*Señor: hemos recibido su carta de 10 de Julio relativa a una reclamación del Sr. Torres.*

*Como está formalmente indicado en cada número del Bulletin, la Société no se hace responsable de las opiniones publicadas por sus miembros y no se ocupa de cuestiones de patentes, es a los interesados mismos a quienes les corresponde tomar disposiciones en este asunto.*

*No conozco la fecha de las patentes de M. Devaux, le hecho saber de vuestra reclamación, a título oficial, y espero la respuesta.*

*El despacho de la Société, teniendo en cuenta vuestra demanda, está dispuesto a autorizar la publicación en el boletín de una nota muy corta sobre el dispositivo del Sr. Torres, siempre que ésta no tenga el carácter de una reclamación de prioridad. Los hechos hablarán por sí mismos si el Sr. Torres tiene el cuidado de mencionar la fecha de sus experiencias.*

*Es en consideración de vuestra demanda que el despacho acepta esta derogación a las reglas de la Société. Dado que M. Torres no forma parte de la Société des Electriciens, nosotros podríamos no haber tenido en cuenta su reclamación. ¿No será esta una ocasión para animar al Sr. Torres a unirse a nosotros? Sus trabajos son de sobra conocidos y estimados por nosotros y podríais quizá intentar hacerle entrar en nuestra Sociedad.*

*Aceptad, Señor, mis consideraciones más distinguidas -El Secretario General, Armagnat.*

## Carta del Sr. Torres al Sr. de Madariaga [50]

**Bilbao 9 de Agosto de 1906**

Sr. José de Madariaga :

*Mi querido amigo: Os escribo en francés (o algo parecido), para que os sea posible enviar, si os parece bien, mi carta a París, lo que os evitaría el trabajo de escribirla usted mismo.*

*No comprendo muy bien las razones que se oponen a la publicación en el Bulletin de mi reclamación. Ella no tiende – como parece creer el Secretariado – a provocar una cuestión de patentes; la mía es aquí citada para apoyar mis afirmaciones sobre la descripción del Telekino, con el mismo título que podría citar un artículo de periódico que contiene dicha descripción. No compromete la responsabilidad de la Société des Electriciens, al menos no más que la que supone la responsabilidad contraída por el comunicado de M. Devaux. Del resto, no está de más que se recuerde a propósito que la Société no es responsable de las opiniones emitidas por sus miembros; aquí se discute un hecho muy simple que resumiré en pocas palabras: M. Devaux afirma que ha imaginado “un nuevo tipo de aparato de dirección a distancia” y va más lejos para dejar clara la novedad de su invento:*

*“Los esquemas actuales permiten efectuar con un solo electro como máximo dos órdenes alternativas”*

*.....*

*“También...hemos de estudiar un dispositivo nuevo”*

*Los hechos afirmados por M. Devaux son completamente inexactos:*

*1º) Existe a partir de 1903 un aparato (el primer Telekino construido por mí) que permite efectuar con un solo electro varias acciones a distancia. Presentado a la Academia de Ciencias de París el 3 de Agosto de 1903, ha sido descrito en los Comptes Rendus de dicha corporación.*

*2º) El sistema descrito por M. Devaux no es del todo nuevo, puesto que fue descrito por mí en una patente de 1 de Diciembre de 1903.*

*El error- no digo voluntario- cometido por M. Devaux en estos dos puntos es innegable, como espero que él mismo reconozca.*

*Entonces, la cosa está clara. El Bulletin publicó, sin tener cuidado, afirmaciones desfavorables para mí y completamente contrarias a la realidad de los hechos. Está por tanto en el deber de publicar mi rectificación para reestablecer la verdad sobre este asunto.*

*Los Estatutos de la Société no tienen nada ver con todo esto. Serán muy útiles sin duda para reglamentar los informes de sus miembros, pero es mi calidad de persona externa a la Société la que me niega insertar en el Bulletin una nota suficiente para establecer clara y bien explícitamente mis derechos de prioridad, con la que se podría probablemente arreglar todo. Yo encontraría, quizás, un miembro de la Société que quisiera hacerse cargo de redactar una nota aceptable para mí. Pero no puedo aceptar intervenir si no me dejan hablar libremente. Estoy muy emocionado con la*

*bondad del Gabinete, que quiere autorizar una derogación del reglamento para permitirme publicar una nota muy corta con la condición de ser moderada y no contener más que las cosas insignificantes que están dispuestos a dejarme decir pero, mientras esta condición se mantenga, me veo forzado a renunciar al honor de colaborar con el Bulletin.*

*Perdone, querido Sr. Madariaga, la molestia de esta carta y recibid mis amigables y muy distinguidos saludos. – L. Torres.*

### **Carta del Sr. Secretario General de la Sociéte des Électriciens al Sr. Torres [51]**

**París, 22 de Octubre de 1906**

Sr. Torres Calle de Santa Engracia 20, Madrid (España)

*Señor: El Gabinete de la Sociéte des Electriciens, después de haber tenido conocimiento de vuestras cartas del 9 y 21 de Julio<sup>8</sup>, de 10 de Agosto, y del comunicado de M. Devaux, no ha considerado poder permitir una derogación del reglamento de la Sociéte autorizando la publicación de vuestra reclamación.*

*En efecto, en tanto que vuestro nombre no haya sido citado por M. Devaux, el problema se convierte en una cuestión de patentes que nosotros no tenemos la potestad de juzgar. La*

---

<sup>8</sup> Nota de Torres Quevedo: *No escribí nada el 21 de Julio -L. T.*

*inserción de vuestra reclamación provocaría forzosamente una respuesta por parte de M. Devaux, usted estaríais obligado a refutar los argumentos que el opondría y nosotros entraríamos así en una polémica en la cual nuestros estatutos nos prohíben entrar.*

*Creed bien, Señor, que es con el más sentido pesar que el Gabinete se ve obligado a rechazar vuestra demanda.*

*Aceptad, Señor, mis más distinguidas consideraciones - El Secretario General (Firma ilegible)*

### **Carta del Sr. Torres al Sr. Secretario General de la Sociéte des Électriciens [52]**

**Madrid 28 de Octubre de 1906**

M. el Secretario General de la *Sociéte des Électriciens*:

*Monsieur: Lamento no poder aceptar los puntos de vista del Gabinete de vuestra Sociéte. No se trata de una cuestión de patentes, puesto que yo no reclamo en mis cartas los derechos legales de mi patente: la he citado- como he citado los Comptes Rendus de la Academia de Ciencias (de París) y otras publicaciones- solamente para establecer una fecha. Se trata más bien de una cuestión de prioridad únicamente. El resto no tiene importancia. Lo que no puedo comprender es el motivo dado por el Gabinete para justificar su rechazo. No es el miedo al reglamento quien les detiene puesto que – según su carta al Sr. De Madariaga – se puede fácilmente derogar para contentar a un miembro de la Sociéte. No es que haya dudas sobre la exactitud de mis afirmaciones; se ve, al contrario, con toda evidencia en sus cartas, que mis*

*afirmaciones han sido confirmadas – implícita o explícitamente – por el mismo M. Devaux.*

*La cosa está clara: ustedes le han comunicado mi reclamación, a título oficial, y el 16 de Julio esperaron su respuesta. En el caso en que M. Devaux hubiese contestado a la prioridad que yo reclamo, se hubiesen sentido, sin duda, obligados a comunicarme su carta como le han comunicado a él la mía; por tanto él ha respondido mostrándose de acuerdo conmigo, o simplemente no ha respondido, que viene a ser lo mismo.*

*Entonces, ¿por qué ese rechazo a publicar la verdad? El deseo de evitar una discusión, que sería a buen seguro cortés, no parece una razón suficiente.*

*Renuncio a comprender las razones del Gabinete, pero no puedo renunciar a aclarar este asunto. Haré publicar mi patente y la Nota de M. Devaux acompañadas de esta correspondencia. Lamento mucho tener que publicar mi reclamación de esta manera, pero espero que ustedes reconozcan que es el rechazo inexplicable del Gabinete el que me obliga.*

*Aceptad, Monsieur, mis más distinguidas consideraciones -  
Leonardo Torres.*

## **6.2-Un nuevo Telekino francés: el dispositivo de Gabet.**

Aparte de la polémica suscitada en torno a las experiencias de Antibes, con fecha 14 de enero de 1907 M. L. Cailletet presentó

a la Academia de Ciencias de París una nota de M. Gabet con el título “Nouvel appareil de telemecanique sans fil”. La respuesta de Torres Quevedo no se hizo esperar y el 25 de marzo del mismo año dirigió a la Academia parisina una nueva reclamación de prioridad relativa a dicha nota, nombrándose a raíz de ello una Comisión informadora en la que figuraron como comisarios Mm. D’Arsonval y el propio Cailletet. Al cabo de dos meses se publicó una rectificación de la nota de M. Gabet a favor de Torres Quevedo. Los *Comptes rendus de l’Academie des Sciences* (de París), en su número del 6 de Mayo de 1907, insertan la nota de Torres Quevedo “*Le telekine et la telemécanique*” en la que compara las soluciones de M. Gabet con las suyas y trata de demostrar que las soluciones indicadas por M. Gabet en su nota son en principio “*exactamente las mismas que las aplicadas por mí* (Torres Quevedo) *en mi Telekino*” [46]. A continuación se reproduce en castellano la “Nota de Gabet”, en la que describe su aparato, y el artículo en respuesta de Torres Quevedo “El Telekino y la telemecánica”, traducción directa del original de los *Comptes rendus* que puede encontrarse en el Anexo III.

### **6.2.1-Nota de Gabet.**

#### **Nuevo aparato de telemecánica sin hilos Nota de M. G. Gabet<sup>9</sup>, presentada por M. L. Cailletet [53]**

---

<sup>9</sup> Presentada en la sesión del 7 de Enero de 1907.

*Los aparatos de telemecánica actuales se componen en principio de un eje sobre el que se localizan unos contactos cada uno de los cuales corresponde a una orden determinada. Este eje tiene un movimiento de rotación relativamente lento (alrededor de una vuelta por minuto), de manera que es necesario esperar, para enviar la orden, a que el contacto correspondiente esté enfrente del taco por el que llega la corriente.*

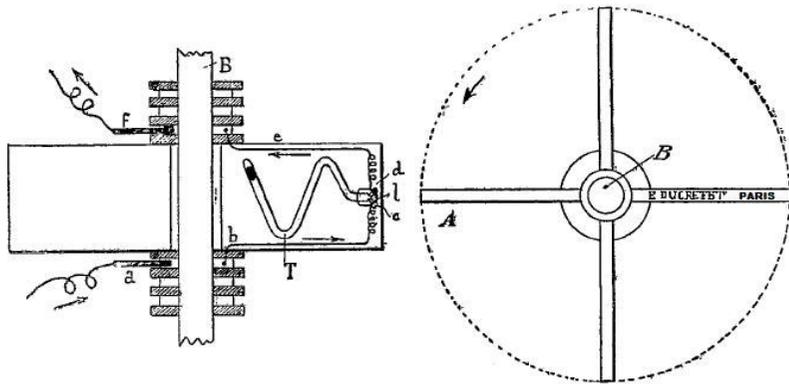
*Nosotros hemos combinado un aparato que permite directamente, y podríamos decir instantáneamente, la selección de la acción que el operador desea desencadenar. Además, un principio electromecánico nuevo, que llamaremos principio de retardo del contacto, permite un control a priori de las órdenes percibidas, al mismo tiempo que dota al operador de la facultad de anular antes de que se produzca el comienzo de su ejecución toda orden extraña perturbadora. Este último punto tiene una importancia crucial en la telemecánica mediante ondas hertzianas. Con nuestro aparato se convierten en una realidad las aspiraciones realizadas hasta la fecha.*

*El aparato se compone de una sola rueda A, móvil sobre un eje horizontal B y portador de un número cualquiera de dientes, correspondientes cada uno a una orden especial. Esta rueda, solicitada por un resorte comandado por el circuito de relés, avanza diente a diente a cada emisión de aparato transmisor. De esta manera el operador puede llevar al diente correspondiente al comando que se quiere ejecutar a una posición especial que llamaremos posición de contacto (definida más adelante) emitiendo simplemente trenes de ondas cortas correspondientes a los puntos del alfabeto Morse.*

*Aquí se explica cómo el diente escogido puede ser llevado a la posición de contacto sin que ningún diente intermedio origine el comienzo de una orden a su paso por esa misma posición: cada diente tiene un tubo sinuoso de vidrio T en el que se ha hecho el vacío después de introducir en él una gota de mercurio. Sobre todos los dientes situados por encima del plano horizontal las gotas de mercurio, atraídas por la gravedad, se sitúan en la extremidad del tubo lo más cerca posible de la rueda dentada. Sucede al contrario con los tubos situados por encima del plano horizontal, que tienen sus gotas de mercurio en la extremidad periférica. Hay en particular una posición para cada diente en la que su gota de mercurio abandona el centro para dirigirse a la periferia: es la posición de contacto, aquella en la que el diente justo atraviesa el plano horizontal.*

*Cada extremidad periférica de los tubos tiene una cavidad donde las gotas de mercurio cierran el circuito de una orden especial haciendo un puente entre dos electrodos sumergidos en aislante y separados un intervalo de algunos milímetros. Cuando un diente llega a la posición de contacto, su gota de mercurio no alcanza inmediatamente después su cavidad (l), sino con un retardo regulable, puesto que es función de la pendiente y las sinuosidades del tubo; y es precisamente este retardo en el contacto el que permite la selección de la paleta, ya que es siempre posible para el operador enviar trenes de ondas lo bastante seguidos para que las gotas no tengan tiempo de alcanzar su cavidad durante el instante en el que la paleta está en la posición de contacto.*

*Cuando el mercurio alcanza en efecto su cavidad después de esta posición, el circuito está interrumpido por el desfase del anillo colector.*



**Dispositivo de Gabet [I39]**

Las letras *a, b, c, d, e, f* indican en el esquema el circuito del diente número 1, por ejemplo. Este mismo principio del retardo del contacto permite el control a priori de las órdenes y proporciona el medio para anular efectos perturbadores.

Una señal de control previene en efecto al operador en el momento preciso en el que cada diente llega a la posición de contacto. En telemecánica sin hilos, esta señal quizá sea un repetidor enviando una onda hertziana sintonizada, o una señal luminosa, por ejemplo, visible para el operador. La velocidad de propagación de las ondas eléctricas o luminosas es prácticamente instantánea para las distancias prácticas de aplicación, ello asegura que el operador sepa antes de que ocurra qué orden se va a ejecutar.

Si se desea anular la orden así anunciada, el operador no tiene más que enviar con su aparato un tren de ondas suplementario que hace avanzar la rueda un diente antes

que la gota de mercurio haya tenido tiempo de alcanzar su cavidad.

Los trenes de ondas extraños, al contrario, no son sintonizados, disponiendo de un tiempo  $t$  apreciable para cargar el cohesor; se sabe, en efecto, que su carga es igual al producto  $CVt$ , siendo  $C$  la capacidad,  $V$  el potencial y  $t$  el tiempo expresado en segundos.  $C$  y  $V$  son débiles a consecuencia de la falta de sintonía, el factor  $t$  aumenta y alcanza siempre en la práctica un valor superior a la duración del retardo del contacto.

Expresamos nuestros agradecimientos al excelente constructor M. E. Ducretet, así como a su ingeniero M. Roger, encargado especial de este estudio.

Nuestro dispositivo diseñado con vistas al problema particularmente delicado de la telemecánica sin hilos es, en consecuencia, apropiado para resolver problemas propios del sector (industria, señalización de ferrocarril, etc.), cada día más numerosos. Permitirá efectuar con un solo hilo las operaciones que actualmente necesitan hasta 10 o 15 conductores diferentes.

### 6.2.2-Nota de Torres Quevedo.

#### El telekino y la telemecánica. Nota del Sr. L. Torres<sup>10</sup>. [54]

<sup>10</sup> Recibido en la sesión del 4 de Marzo de 1907.

*La Nota de M. Gabet<sup>11</sup> sobre un “nuevo aparato de telemecánica sin hilos” contiene dos errores que creo necesario rectificar.*

*1º) Se lee en dicha Nota:*

*“Los aparatos de telemecánica actuales se componen en principio de un eje sobre el que se localizan unos contactos cada uno de los cuales corresponde a una orden determinada. Este eje tiene un movimiento de rotación relativamente lento (alrededor de una vuelta por minuto), de manera que es necesario esperar, para enviar la orden, a que el contacto correspondiente esté enfrente del taco por el que llega la corriente. Nosotros hemos combinado un aparato que permite directamente, y podríamos decir instantáneamente, la selección de la acción que el operador desea desencadenar.”*

*Para llegar a este resultado, M. Gabet emplea una rueda dentada que avanza un diente a cada emisión del aparato trasmisor.*

*Yo tuve el honor de presentar a la Academia en 1903 un aparato de mi invención, el Telekino, que permite escoger la acción deseada tan directamente y tan instantáneamente como la rueda dentada de M. Gabet puesto que, tanto en un caso como en otro, es suficiente con que un electroimán actúe sobre una rueda y la haga avanzar un paso a cada señal recibida.*

---

<sup>11</sup> *Comptes rendus*, 14 de Enero de 1907.

*El Telekino simple, decía en mi Nota<sup>12</sup>, está constituido por un aparato que, “a cada señal transmitida hace avanzar un paso una aguja”.*

*2º) M. Gabet piensa haber descubierto un principio electromecánico nuevo que él llama “principio de retardo del contacto”, gracias al cuál “el diente escogido puede ser conducido a su posición de contacto, sin que el resto de dientes intermedios induzcan el comienzo de una maniobra a su paso por esa posición”.*

*Pero ese principio no es nuevo en absoluto, ya que está claramente establecido en una de mis patentes fechada en 1903. La misma que he tomado con el objeto de resumirla:*

*“Esta adición a la patente nº 327218 se refiere a:  
La disposición general de aparatos que permiten dirigir varios servomotores con una sola aguja y la disposición para evitar que los servomotores sean dirigidos a contratiempo durante el paso de la palanca M de una posición a otra, tal y como se expone aquí debajo.”*

*En suma, las soluciones indicadas por M. Gabet en su Nota son, en principio, exactamente las mismas que yo he aplicado en mi Telekino. Los detalles de construcción son muy diferentes, pero no tienen mucha importancia, dado que se tratan de cuestiones mecánicas muy simples que pueden resolverse de mil maneras. No creo necesario hablar aquí de las soluciones que yo adopté y que están*

---

<sup>12</sup> *Comptes rendus*, 3 de Agosto de 1903.

*esquemáticamente descritas en las publicaciones citadas anteriormente, pero tengo que decir que no presentaron ningún problema y funcionaron de una manera totalmente satisfactoria en las experiencias públicas verificadas en Madrid y Bilbao.*

*Por último remarco que la identidad funcional de ambos dispositivos se corresponde también con la identidad de sus nombres. Yo nombré al mío “contacto retrasado”.*

## **7.-Leonardo Torres Quevedo y el Telekino, hoy.**

Leonardo Torres Quevedo y el Telekino, un siglo después, siguen despertando el interés y admiración de la comunidad científica y técnica. Prueba de ello son las recientes condecoraciones que se han concedido a los trabajos de Don Leonardo y los numerosos premios, fundaciones...que, bajo su nombre, se encuentran al servicio de la investigación. Incluso la prensa, aún hoy, sigue encontrando un hueco entre sus titulares para nuestro ilustre ingeniero español.

### **7.1-El Telekino: hito histórico.**

El Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) es una asociación internacional sin ánimo de lucro implantada en más de 150 países y que cuenta en la actualidad con más de 365.000 miembros en todo el mundo relacionados con la Ingeniería Eléctrica, la Ingeniería Electrónica y la Computación. Recientemente, en el presente año 2006 en que se publica este estudio, ha concedido un *Milestone* (hito), dentro de su “*Programa Milestones*”, al Telekino de Leonardo Torres Quevedo. Creado en 1983, dicho programa tiene como objetivo destacar los hitos más relevantes dentro del ámbito de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica: aquellos avances, inventos o descubrimientos que marcaron un antes y un después en la Historia de estas ramas de la Ciencia y la Técnica. En 2000 se consideró oportuno incluir también

aquellos hitos relacionados con la Computación. Como otros *Milestones* destacados podemos citar, por orden cronológico, la batería de Volta (1799), la primera alarma eléctrica contra incendios (1852), el telégrafo transcontinental de la *Western Union* (1861), los primeros experimentos de Marconi (1895), la válvula de Fleming, (1904), el transmisor de arco voltaico de Poulsen (1902), la estación de radio KDKA de la *Westinghouse* (1920), el radiotelescopio de Arecibo (1963) o el algoritmo de comprensión de datos de Lempel-Ziv (1977). Ahora, el Telekino de Torres Quevedo se une a la prestigiosa lista de *Milestones* como único hito español hasta la fecha [55]. Los trabajos de Don Leonardo acerca del control remoto realizados entre 1901 y 1903 que dieron lugar al prototipo que conocemos como Telekino han merecido tal distinción gracias, en buena parte, a la importante labor de documentación e investigación de Don Antonio Pérez Yuste, Doctor Ingeniero de Telecomunicación y profesor de la Universidad Politécnica de Madrid.



**Prototipo del Telekino del Museo Torres Quevedo [I40]**

Un prototipo de Telekino puede verse en la actualidad en el Museo Torres Quevedo localizado en el segundo sótano de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Este museo guarda una importante colección de prototipos de los ingenios electromecánicos del autor que nos ocupa junto con diversos planos y esquemas originales explicativos de su funcionamiento. También puede encontrarse parte del material utilizado por Torres Quevedo en sus investigaciones y desarrollos técnicos.



**Vista general del Museo Torres Quevedo [I41]**

El Museo reviste un gran interés, aunque si se desea una profundización en la obra de Leonardo Torres Quevedo se debe recurrir a la consulta de archivos y publicaciones especializadas como las citadas en las Referencias de este documento, la mayoría de las cuáles pueden encontrarse en la Biblioteca Nacional de España en Madrid.

## **7.2-Torres Quevedo: prestigio imperecedero.**

Setenta años después de la muerte del ingeniero, en 1936, aún perdura y deja sentir sus repercusiones la obra de Torres Quevedo. Como se ha apuntado en la sección anterior, la más reciente distinción ha procedido del IEEE, que en su reconocimiento oficial establece que «en 1901, el ingeniero

*español Leonardo Torres Quevedo comenzó el desarrollo de un sistema capaz de hacer movimientos mecánicos a distancia» [56]. Según un comunicado de la Universidad Politécnica de Madrid, promotora de esta distinción internacional a su trayectoria profesional, ésta «viene a reconocer, formalmente, la primicia de Torres Quevedo en el establecimiento de los principios de funcionamiento modernos de los sistemas de control remoto y de los mandos a distancia» [55].*



**Busto de Torres Quevedo [I42]**

Ésta ha sido sólo la última de las distinciones póstumas con que se honra la figura de Leonardo Torres Quevedo. En España, el Ministerio de Educación y Ciencia concede el premio nacional “Leonardo Torres Quevedo” de Investigación Técnica a “*aquel investigador de nacionalidad española cuya labor investigadora, independientemente del país donde se haya*

*llevado a cabo, constituya una contribución eminente al progreso de la ciencia, la tecnología o la transferencia de tecnología*” [57], [58]. Del Ministerio de Educación y Ciencia también depende el “*Programa Torres Quevedo*”, que financia mediante subvenciones la contratación de investigadores por empresas, asociaciones empresariales y centros tecnológicos. También en la Universidad Politécnica de Madrid, la asociación “*Amigos de la Cultura Científica*” rendía homenaje a Don Leonardo celebrando cuatrienalmente su Simposio “*Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra*”. Hasta la fecha se han celebrado tres Simposios en 1987, 1991 y 1995 y un cuarto en 2004 bajo el título “*Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo*”. Los trabajos presentados, relacionados con la automática, transbordadores, dirigibles y similares, se han publicado en cuatro interesantes actas correspondientes a cada uno de ellos. También la Asociación ha participado en la celebración de eventos y exposiciones dedicadas a la obra de Torres Quevedo como “*75 años de transbordador sobre el Niágara*” en 1991 y “*Los comienzos de la aerostación en España*” en 1995.



**Estatua de Leonardo Torres Quevedo en Cantabria [I43]**

En la tierra natal de Don Leonardo, Cantabria, en 1978 la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se planteó la creación de la “*Fundación Torres Quevedo*” con el objetivo primordial de promover y difundir la investigación científica y técnica en la Universidad de Cantabria. Entre los años 1980 y 1981 se aprobaron los Estatutos y Carta Fundacional de la Fundación por la Junta de Fundadores, y en 1982 se reconoció y clasificó la Fundación por el Ministerio de Educación y Ciencia y se inscribió en el Registro Mercantil. En 1998 se modificaron los Estatutos y pasó a tener un mayor peso dentro de la Universidad de Cantabria. Mediante sus “*Convenios de Investigación y Desarrollo*”, “*Programa de*

*Becas Propias de la Fundación a los Jóvenes Investigadores*”, congresos, jornadas científico-tecnológicas, cursos y otros, la Fundación desarrolla satisfactoriamente su actividad cumpliendo con los objetivos originales que propiciaron su creación [59].

Lejos de caer en el olvido, la figura de Don Leonardo Torres Quevedo sigue inspirando a muchos investigadores en la actualidad como un modelo a seguir o espoleando su curiosidad por su genial y prolífica obra. Este ingeniero nacido dentro de nuestras fronteras fue en su tiempo el perfecto ejemplo de innovación y creatividad y constituye un referente aún hoy en nuestros días.

## 8.- Referencias.

### 8.1-Textos<sup>13</sup>.

- [1] “James Clerk Maxwell”. Enciclopedia online *Wikipedia*: [es.wikipedia.org/wiki/James\\_Clerk\\_Maxwell](http://es.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell)
- [2] “Los nombres de la Historia Radiofónica: Heinrich Rudolf Hertz”. Portal web: <http://www.portalmundos.com/mundoradio/nombres/hertz.htm>
- [3] “Empleo de códigos a través de la Historia”. Portal web sobre ciencia y tecnología: [http://www.asifunciona.com/informatica/af\\_bits/af\\_bits\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/informatica/af_bits/af_bits_1.htm)
- [4] “Alfabetos de ayer y hoy: Morse”. Página web de PROEL, Promotora Española de Lingüística: <http://www.proel.org/alfabetos/morse.htm>
- [5] “Eugène Édouard Désiré Branly”. Página web del Instituto de Química de la Universidad de Jerusalén: <http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/branly.html>
- [6] “Alejandro Stepánovich Popov” Enciclopedia online *Wikipedia*: [es.wikipedia.org/wiki/Alejandro\\_Stepánovich\\_Popov](http://es.wikipedia.org/wiki/Alejandro_Stepánovich_Popov)
- [7] “Marconi, Guglielmo”. *Protagonistas de la Historia*, portal sobre Arte e Historia: <http://www.artehistoria.com/frames.htm?http://www.artehistoria.com/historia/personajes/6980.htm>

---

<sup>13</sup> Incluidas las referencias correspondientes a los Anexos I, II y III.

- [8] Kimberlin, D.: “Jurassic Telecommunications. Part II”. Portal web relativo a la radio: [www.olderadio.com](http://www.olderadio.com)
- [9] “Lee de Forest”. *Galería de Personajes* del portal web: <http://www.exordio.com/1939-1945/personajes/deforest.html>
- [10] Sánchez Miñana, J.: “La introducción de las radiocomunicaciones en España (1986-1914)”. *Cuadernos de Historia de las Telecomunicaciones*, nº 3, ETSI de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 2004, Madrid.
- [11] García Santesmases, J.: *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Instituto de España, Madrid, 1980.
- [12] Saénz Ridruejo, F.: “Leonardo Torres Quevedo. (1852-1936)”. *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, sección *Galería de Retratos*, pp. 353-359, Editorial AC, D. L., 1990, Madrid.
- [13] González Quijano, P. M.: “Torres Quevedo”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, tomo I, nº 2697, pp. 7, 1940, Madrid.
- [14] González de Posada, F. y González Redondo, F. A.: “Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)”. 1ª Parte. Las máquinas algebraicas”. *La Gaceta de la RSME*, vol. 7.3, pp.787-810, 2004, Madrid.
- [15] Perera Domínguez, M.: “Ingenieros ilustres: Leonardo Torres Quevedo”. *Ingenio*, boletín informativo de la asociación de antiguos alumnos de ingenieros industriales de Sevilla, nº 3, Febrero 1997, Sevilla.
- [16] González de Posada, F. y González Redondo, F. A.: “Leonardo Torres Quevedo (1852-1936)”. 2ª Parte. Automática, máquinas analíticas”. *La Gaceta de la RSME*, vol. 8.1, pp.267-293, 2005, Madrid.
- [17] Torres Quevedo, L.: “Patente nº 31918. Un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”. Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, 10 de Junio de 1903, Madrid.
- [18] Torres Quevedo, L.: “Certificado de adición de patente nº 33041. “Mejoras introducidas en un sistema denominado Telekine para gobernar a distancia un movimiento mecánico”. Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas, 9 de Diciembre de 1903, Madrid.
- [19] De Magaz, M.: “Las experiencias de Antibes y el telequino”. *Revista General de Marina*, tomo LIX, Septiembre de 1906, Madrid.
- [20] Pérez Yuste, A.: “Torres Quevedo, inventor del mando a distancia. (2ª Parte)”. *Revista Antena de Telecomunicación*, nº 160, EUIT de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 2006, Madrid.
- [21] Gallego, E.: “El telekino y la telegrafía sin hilos”. *La Energía Eléctrica*, año VII, nº 22, 25 de Noviembre de 1905, Imprenta de Antonio, Madrid.
- [22] Rizzo, J.: “El telekino”. *Electrón*, año VIII, nº233, 20 de Diciembre de 1903, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [23] “Telekine, invento del ingeniero Sr. Torres”. *Electrón*, año VIII, nº 225, 30 de Septiembre de 1903, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [24] “Los inventos de Torres Quevedo”, sección “Información” de “Industrias Eléctricas”. *Electrón*, año IX, nº 236, 20 de Enero de 1904, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [25] “Noticias”. *El Electricista*, año IV, nº 108, 25 de Mayo de 1904, Madrid.
- [26] “Noticias”. *Electrón*, año X, nº 277, 20 de Enero de 1905, Imprenta de Quinta, Madrid.

- [27] “El Telekino del Sr. Torres Quevedo”. *Boletín industrial*, órgano oficial de la Asociación de Ingenieros Industriales, 5 de Abril de 1905, Madrid.
- [28] “Pruebas del telekino en Bilbao”. *Industria e Invenciones*, tomo 43, nº 12, 24 de Marzo de 1905.
- [29] “Noticias”. *Electrón*, año X, nº 280, 10 de Abril de 1905, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [30] “Noticias”. *El Electricista*, año V, nº 158, 15 de Octubre de 1905, Madrid.
- [31] “Un invento español. Las pruebas del Telekino”. *El Electricista*, año V, nº 161, 5 de Noviembre de 1905, Madrid.
- [32] Estrada, R.: “El telekino”, reproducción del artículo de Antonio Buada en el periódico *El Porvenir Vasco*. *Revista General de Marina*, tomo LVII, pp. 644-47, Diciembre de 1905, Madrid.
- [33] “Noticias”, “Acuerdos de la Junta del Telekino”. *Electrón*, año X, nº 305, 20 de Diciembre de 1905, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [34] “Noticias”, “El Telekino”. *Electrón*, año X, nº 303, 30 de Noviembre de 1905, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [35] “Acuerdos de la Junta de El Telekine”. *Industria e Invenciones*, tomo 44, nº 24, 9 de Diciembre de 1905, Madrid.
- [36] Gallego, E.: “Sobre un invento. Real Orden Comentada”. *La Energía Eléctrica*, año VIII, nº 8, 25 de Abril de 1906, Imprenta de Antonio, Madrid.
- [37] “Noticias”, “El Telekino”. *Electrón*, nº 320, año XI, 20 de Mayo de 1906, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [38] Estrada, R.: “Algo de crónica”. *Revista General de Marina*, tomo LVIII, Junio de 1906, Madrid.

- [39] “Noticias”, “El Telekino”. *Electrón*, nº 325, año XI, 10 de Junio de 1906, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [40] “Las pruebas del Telekino del señor Torres Quevedo”. *Electrón*, año XI. nº 334, 10 de Octubre de 1906, Imprenta de Quinta, Madrid.
- [41] Gallego, E.: “Pruebas del telekino”. *La Energía Eléctrica*, año VIII, nº 19, 10 de Octubre de 1906, Imprenta de Antonio, Madrid.
- [42] “Une reclamation de priorité a propos du télékine et des experiences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [43] “Nota de M. Devaux”. *La Energía Eléctrica*, año IX, nº 13, 5 de Julio de 1907, Imprenta de Antonio, Madrid.
- [44] “El telekino del Sr. Torres Quevedo y las experiencias de Antibes”. *Madrid Científico*, año XIV, nº 547, 1907, Madrid.
- [45] “El Telekino”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, año LV, nº 1653, 30 de Mayo de 1907, Madrid.
- [46] “Una reclamación de prioridad a propósito del Telekino y de las experiencias de Antibes”. *La Energía Eléctrica*, año IX, nº 12, 25 de Junio de 1907, Imprenta de Antonio, Madrid.
- [47] De Magaz, M.: “Las experiencias de Antibes y el telequino”. *Revista General de Marina*, tomo LIX, Septiembre de 1907, Madrid.
- [48] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de «Lettre de M. Torres à M le Directeur du Bulletin de la Société Internacionele des Eléctriciens», extracto de “Une reclamation de priorité a propos du télékine et des experiences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la*

*Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.

- [49] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de «Lettre de M. Le Secrétaire de la Société Internationale des Électriciens a M. De Madariaga», extracto de “Une réclamation de priorité a propos du télékine et des expériences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [50] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de “Lettre de M. Torres a M. de Madariaga”, extracto de “Une réclamation de priorité a propos du télékine et des expériences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [51] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de «Lettre de M. Le Secrétaire Général de la Société des électriciens a M. Torres», extracto de “Une réclamation de priorité a propos du télékine et des expériences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, nº 7, nº 8, nº 9, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [52] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de “Lettre de M. Torres a M. Le Secrétaire Général de la Société des Électriciens», extracto de “Une réclamation de priorité a propos du télékine et des expériences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [53] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de «Nouvel appareil de télémechanique sans fil. Note de M. G. Gabet présentée par M. L. Cailletet», nota presentada en la

sesión del 7 de Enero y publicada el 14 de Enero de 1907. *Comptes rendus de l’Académie de Sciences*, CXLIV, pp. 73-75, 1907, París.

- [54] Andrés Hernández, M.E.: traducción al castellano de «Le télékine et la télémechanique. Note de M. L. Torres», nota recibida en la sesión del 4 de Marzo de 1907. *Comptes rendus de l’Académie de Sciences*, CXLIV, pp. 972-973, 1907, París.
- [55] “Notas prensa de la Universidad Politécnica de Madrid”, 19 de Junio de 2006, Madrid.
- [56] «El Telekino, un hito». *El País*, 21 de Junio de 2006, Madrid.
- [57] “ORDEN ECI/1386/2005, de 9 de mayo”. *Boletín Oficial del Estado*, nº 118, 18 de Mayo de 2005, Madrid.
- [58] Del Moral, O.: “Leonardo Torres Quevedo: el más prodigioso inventor de nuestro tiempo”. *Revista Polivalencia*, nº 32, 4 de Mayo de 2005, Valencia.
- [59] “Investigación”. *Página web de la Universidad de Cantabria*: [www.unican.es](http://www.unican.es).
- [60] “Une réclamation de priorité a propos du télékine et des expériences d’Antibes par Leonardo Torres”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. V, Julio/Agosto/Septiembre, 1907, Madrid.
- [61] “Note de M. Devaux. Commande électrique a distance par les ondes hertziennes. Application à la commande d’un sous-marin torpilleur». *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, Junio de 1906, París.
- [62] «Nouvel appareil de télémechanique sans fil. Note de M. G. Gabet présentée par M. L. Cailletet», nota presentada en la sesión del 7 de Enero y publicada el 14 de Enero de 1907. *Comptes rendus de l’Académie de Sciences*, CXLIV, pp. 73-75, 1907, París.

- [63] «Le télékine et la télémécanique. Note de M. L. Torres », nota recibida en la sesión del 4 de Marzo de 1907. *Comptes rendus de l'Académie de Sciences*, CXLIV, pp. 972-973, 1907, París.
- [64] “Notas de prensa de la Universidad Politécnica de Madrid”, 19 de Junio de 2006, Madrid.
- [65] «El Telekino, un hito ». *El País*, 21 de Junio de 2006, Madrid.
- [66] “ORDEN ECI/1386/2005, de 9 de mayo”. *Boletín Oficial del Estado*, nº 118, 18 de Mayo de 2005, Madrid.
- [67] Del Moral, O.: “Leonardo Torres Quevedo: el más prodigioso inventor de nuestro tiempo”. *Revista Polivalencia*, nº 32, 4 de Mayo de 2005, Valencia.
- [68] “Investigación”. *Página web de la Universidad de Cantabria*: [www.unican.es](http://www.unican.es).

## 8.2-Imágenes.

Foto de portada: “El Telekino”. Fotografía cedida por D. Antonio Pérez Yuste.

- [I1] “James Clerk Maxwell”. *Museo Virtual* de la página web del IEEE: [www.ieee-virtual-museum.org](http://www.ieee-virtual-museum.org).
- [I2] “Heinrich Rudolf Hertz”. *Museo Virtual* de la página web del IEEE: [www.ieee-virtual-museum.org](http://www.ieee-virtual-museum.org).
- [I3] “Samuel Morse”. *Museo Virtual* de la página web del IEEE: [www.ieee-virtual-museum.org](http://www.ieee-virtual-museum.org).
- [I4] “Edouard Branly”. *Les grandes inventions*: [ressources2.techno.free.fr](http://ressources2.techno.free.fr)

- [I5] “Alexander Popov”. Artículo “*Alexander Stepanovich Popov*”, Enciclopedia Wikipedia: [en.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Popov\\_\(physicist\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Popov_(physicist)).
- [I6] “Guglielmo Marconi”. *Galería de Premios Nobel en Física*: [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1909/marconi-bio.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1909/marconi-bio.html)
- [I7] “Lee de Forest”. Página web de la Universidad de Wisconsin (Washington, EEUU): [http://washington.uwc.edu/about/faculty/johnson\\_mech4gen/firstgen.html](http://washington.uwc.edu/about/faculty/johnson_mech4gen/firstgen.html)
- [I8] “Julio Cervera Baviera”. Sánchez Miñana, J.: “La introducción de las radiocomunicaciones en España (1986-1914)”. *Cuadernos de Historia de las Telecomunicaciones*, nº 3 pp. 166, ETSI de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 2004, Madrid.
- [I9] “Casa donde nació Leonardo Torres Quevedo”. Imagen cedida por D. Antonio Pérez Yuste.
- [I10] “Leonardo Torres Quevedo en su juventud”. Imagen cedida por D. Antonio Pérez Yuste.
- [I11] “El matrimonio Leonardo Torres Quevedo y Luz Polanco”. *Obra e inventos de Torres Quevedo*, J. García Santesmases. Ed. Instituto España, Madrid, 1980.
- [I12] “Leonardo Torres Quevedo”. *Obra e inventos de Torres Quevedo*, J. García Santesmases. Ed. Instituto España, Madrid, 1980.
- [I13] “El dirigible *España*”. Imagen extraída del artículo de Perera Domínguez “Ingenieros ilustres: Leonardo Torres Quevedo”. *Ingenio*, boletín informativo de la asociación de antiguos alumnos de ingenieros industriales de Sevilla, nº 3, Febrero 1997, Sevilla.

- [I14] “Transbordador de Torres Quevedo en San Sebastián”.  
”. Imagen extraída del artículo de Perera Domínguez  
“Ingenieros ilustres: Leonardo Torres Quevedo”. *Ingenio*,  
boletín informativo de la asociación de antiguos alumnos de  
ingenieros industriales de Sevilla, nº 3, Febrero 1997,  
Sevilla.
- [I15] “Máquina analógica de cálculo”. ”. Imagen extraída del  
artículo de Perera Domínguez “Ingenieros ilustres:  
Leonardo Torres Quevedo”. *Ingenio*, boletín informativo de  
la asociación de antiguos alumnos de ingenieros industriales  
de Sevilla, nº 3, Febrero 1997, Sevilla.
- [I16] “*Husillo sin fin*”. ”. Imagen extraída del artículo de  
Perera Domínguez “Ingenieros ilustres: Leonardo Torres  
Quevedo”. *Ingenio*, boletín informativo de la asociación de  
antiguos alumnos de ingenieros industriales de Sevilla, nº 3,  
Febrero 1997, Sevilla.
- [I17] “*El Jugador Ajedrecista*”. ”. Imagen extraída del  
artículo de Perera Domínguez “Ingenieros ilustres:  
Leonardo Torres Quevedo”. *Ingenio*, boletín informativo de  
la asociación de antiguos alumnos de ingenieros industriales  
de Sevilla, nº 3, Febrero 1997, Sevilla.
- [I18] “Portada y primera página de la patente española nº  
31918 del Telekino.” Expediente nº 31918 del Archivo  
Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I19] “Montaje del servomotor (1)”. Figura 1 del expediente  
nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de  
Patentes y Marcas.
- [I20] “Montaje del servomotor (2)”. Modificación de la  
Figura 2 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de  
la Oficina Española de Patentes y Marcas por M. E. Andrés  
Hernández.
- [I21] “Avance de un diente”. Figuras 3 y 4 del expediente nº  
31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de  
Patentes y Marcas.
- [I22] “Mecanismo biela-manivela”. Figura 5 del expediente nº  
31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de  
Patentes y Marcas.
- [I23] “Transmisor y receptor”. Modificación de las figuras 6 y  
7 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la  
Oficina Española de Patentes y Marcas por M. E. Andrés  
Hernández.
- [I24] “Montaje para la minimización del nº de electros”.  
Figura 8 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de  
la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I25] “Mecanismo de avance de rueda en transmisiones sin  
hilo”. Figuras 9 y 10 del expediente nº 31918 del Archivo  
Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I26] “El distribuidor”. Modificación de las figuras 11 y 12  
del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina  
Española de Patentes y Marcas por M. E. Andrés  
Hernández.
- [I27] “Disposición para brújula”. Figuras 13 y 14 del  
expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina  
Española de Patentes y Marcas.
- [I28] “Disposición para brújula”. Figura 15 del expediente nº  
31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de  
Patentes y Marcas.
- [I29] “Aparato avanzado de recepción”. Modificación de la  
figura 16 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de  
la Oficina Española de Patentes y Marcas por M. E. Andrés  
Hernández.

- [I30] “El conmutador”. Figuras 17 y 18 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I31] “Disposición para la maniobra automática del conmutador”. Figura 19 del expediente nº 31918 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I32] “Portada y primera página del certificado de adición nº 33041 a la patente española nº 31918 del Telekino”. Expediente nº 33041 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I33] “Nuevas disposiciones en el Telekino”. Expediente nº 33041 del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.
- [I34] “Figura 1 de la Nota de Devaux”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, año LV, nº 1653, 30 de Mayo de 1907, Madrid.
- [I35] “Figura 2 de la Nota de Devaux”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, año LV, nº 1653, 30 de Mayo de 1907, Madrid.
- [I36] “Figura 3 de la Nota de Devaux”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, año LV, nº 1653, 30 de Mayo de 1907, Madrid.
- [I37] “Figura 4 de la Nota de Devaux”. *Revista de Obras Públicas*, publicación técnica del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, año LV, nº 1653, 30 de Mayo de 1907, Madrid.
- [I38] “Cuadro de semejanzas y diferencias entre el Telekino de Torres Quevedo y el dispositivo de Gabet”.

- Modificaciones de las imágenes referenciadas [I33], [I34], [I35], [36] y [I37] por M. E. Andrés Hernández.
- [I39] “Dispositivo de Gabet”. «Nouvel appareil de télémécanique sans fil. Note de M. G. Gabet présentée par M. L. Cailletet», nota presentada en la sesión del 7 de Enero y publicada el 14 de Enero de 1907. *Comptes rendus de l'Académie de Sciences*, CXLIV, pp. 73-75, 1907, París.
- [I40] “Prototipo del Telekino del Museo Torres Quevedo”. Fotografía cedida por D. Antonio Pérez Yuste.
- [I41] “Vista General del Museo Torres Quevedo”. Página web de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Madrid: [www.caminos.upm.es](http://www.caminos.upm.es)
- [I42] “Busto de Torres Quevedo”. Fotografía cedida por D. Antonio Pérez Yuste.
- [I43] “Estatua de Leonardo Torres Quevedo en Cantabria”. Fotografía cedida por D. Antonio Pérez Yuste.