



Un soñador para un pueblo: Rayos X y Mónico Sánchez

JOSÉ LUIS ORANTES DE LA FUENTE
BENITO CENTENO CEA
I.E.S. ZORRILLA (VALLADOLID)

INTRODUCCIÓN:

No vamos a hablar aquí de la famosa novela de Buero Vallejo y el motín de Esquilache. Creemos que este título viene de perlas para comprender mejor, y apreciar en todo su significado, la presencia en buena parte de nuestros Institutos de un artilugio conocido como ‘Aparato de M. Sánchez’. Don Mónico (nombre hoy extraño, pero no menos que el de muchos de nuestros alumnos y alumnas) puede desempeñar el papel de ‘soñador’, mientras que el pueblo es indudablemente el de Piedrabuena (Ciudad Real).



Fig.1

La figura del longevo Mónico Sánchez Moreno (1880-1961), ha sido objeto varios trabajos e investigaciones en los últimos años. Así, por ejemplo, tenemos el libro de Manuel Lozano Leyva (Ed. Debate, 2013) y varios artículos aparecidos en medios de comunicación, entre los que destacan los de la Revista Española de Física (27-2 y 27-3) del 2013. A parte de esto, hay trabajos como “Off/On”, realizado por el MUNCYT (2011), y documentales emitidos en radio y televisión. Así por ejemplo, el titulado “Mónico Sánchez, la tenacidad de un inventor español”, emitido el 18/3/2017 en RNE (<http://www.rtve.es/alacarta/audios/documentos-rne/documentos-rne-monico-sanchez-tenacidad-inventor-espanol-18-03-17/3947643/> consultado 15/5/2017).

DATOS BIOGRÁFICOS

En un lugar de la Mancha de cuyo nombre, Piedrabuena, nadie suele acordarse, nace el 4 de mayo de 1880, en el seno de una humilde familia. Comienza a trabajar a los 14 años, a los 19 tenía su propio negocio que vende 2 años después. Con ese dinero se prepara para ir a Madrid a estudiar ingeniería industrial. Estamos en 1901 y su pasión por el mundo de la electricidad va a marcar cada paso que da en su vida.

Al estar cerrada la universidad por movilizaciones estudiantiles, se matricula en un curso a distancia de electrotecnia ¡en inglés!, lengua que desconocía por completo. Demuestra tal talento y tesón en el aprendizaje de idioma y artes ingenieriles, que, tras los tres años del curso, su profesor le propone para un puesto de trabajo en Nueva York.

EL INICIO DE LA AVENTURA

Allí, en el escaparate de los avances de la electricidad, en plena guerra de patentes y modelos de conducción eléctrica entre Tesla y Edison, obtiene el título Ingeniero Electricista y realiza un



curso de electrotecnia en la Universidad de Columbia. Comienza a trabajar en una empresa de equipos telegráficos y patenta su primer invento: el puente de Wheatstone-Sánchez.



Fig.2

Pronto consigue el puesto de ingeniero jefe en la Van Houten and Ten Broeck Company (1908), una empresa dedicada a la instalación de aparatos eléctricos diseñados para la

atención médica en hospitales. Allí desarrolla su aparato de Rayos X portátil (1909), que protege con patentes en España, Francia y Gran Bretaña. Ese año, la *Collins Wireless Telephone Co* (que pasaría a llamarse *Continental Wireless Telephone and Telegraph Co*), compra por medio millón de dólares la máquina de Sánchez y le nombra ingeniero jefe. El aparato fue presentado con gran éxito en la III Exposición de la Electricidad de Nueva York (1909) y en el V Congreso de Electromedicina y Electroterapia de Barcelona (1910).

En 1911 se independiza, fundando la *Electrical Sanchez Co.* en Nueva York, donde le llueven pedidos del Aparato Sánchez desde cualquier rincón del planeta, gran parte de ellos desde Europa. A partir de esta fecha se van suceder algunos hechos importantes para la vida de Mónico. Por un lado dispone de una considerable fortuna que le hace mirar el futuro con tranquilidad. Pero por otro, casi le salpica el escándalo y fraude en el que se ve implicado su ex-socio Frederick Collins. Es el asunto de la *Telefonía sin hilos* (Wireless Telephone). A resultas de ello se abre investigación y juicio en 1911 que concluirá con el encarcelamiento de varios directivos, entre ellos el propio Collins (1913), nada menos que por cuatro años. Quizás, el sentir tan próximo el aliento de la justicia americana, le decidiera a Mónico Sánchez para dar el salto de regreso a España.



Fig.3



VUELTA A CASA: LA AVENTURA CONTINUÍA

En 1912, vuelve a España, funda en Barcelona la *European Electric Sánchez Company* y comienza a construir el *Laboratorio Eléctrico Sánchez* en Piedrabuena donde fabricar y comercializar los equipos radiológicos portátiles. Su intención es también la de llevar el progreso a su pueblo natal, pues instala una central eléctrica que da servicio al laboratorio y al pueblo, al igual que la acometida de agua corriente que instala. Todo ello da trabajo a todo el pueblo, además de a técnicos alemanes. Muchas universidades hacen sus pedidos para incorporarlos a la enseñanza de la medicina.

La lista de premios y reconocimientos es demasiado extensa para estas breves líneas, pero hubiera seguido creciendo si no llega a ser por la guerra fratricida que lo trunca todo.

INNOVACIÓN MODESTA: EL PUENTE DE WHEATSTONE Y SÁNCHEZ

El llamado ‘Puente de Wheatstone’ es un conocido montaje eléctrico que desde 1829, año en que lo patentó su mentor, se venía utilizando para la medida de resistencias eléctricas. El sentido práctico de Sánchez le lleva a configurar dicho ‘puente’ en un esquema práctico que permite medir resistencias eléctricas con mucha más precisión.



Fig. 4

Para comprender la importancia y necesidad de tales medidas debemos situarnos en la época en la que están eclosionando todas las tecnologías eléctricas y de comunicación basadas en la transmisión de energía eléctrica por cables. La electrificación que empiezan a tener los núcleos urbanos y los tendidos eléctricos van generando una telaraña que se extiende por todos los territorios. Las averías en forma de cortes en la línea, derivaciones a tierra o cortocircuitos estaban (y siguen estando) a la orden del día. Para determinar el punto exacto de tal problema se necesitaba medir con precisión la resistencia de la red. De ahí el interés por la innovación del viejo puente.

En la revista ‘La Energía Eléctrica’ de 1908 aparece una amplia descripción de este puente y anuncia la solicitud de la patente en España que se hará desde efectiva en 1907 con el número 41887.

RAYOS X: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL APARATO

Durante su etapa americana Mónico Sánchez inventó y patentó un generador de alta tensión que usaba corrientes de muy alta frecuencia (aparato de Sánchez). Ese aparato sustituía satisfactoriamente, y a mucho menor precio, a los pesados carretes de Ruhmkorff como fuente de alimentación en los primeros tubos de rayos X. El dispositivo tiene la



Fig.5



ventaja de poder funcionar tanto en corriente continua como alterna.

El aparato que posee el I.E.S. Zorrilla pertenece muy probablemente a los de primera generación. Aunque no hemos conseguido obtener información del momento de adquisición, pensamos que pudiera datar de los años 30, siendo Director del Instituto D. Narciso Alonso Cortés y Secretario D. Miguel Hoyos y Juliá.

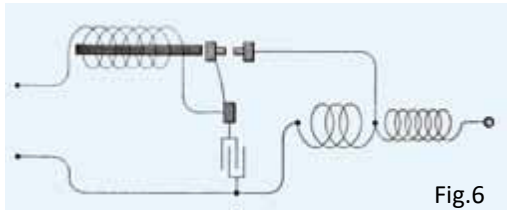


Fig.6

Para sacar en claro el por qué el aparato de Sánchez mejoraba los precedentes debemos analizar en profundidad su diseño. Lo primero que sorprende es la dificultad de acceso a su interior, dando la sensación de que se trataba de ocultar al máximo posible su estructura. Es verdad que los materiales utilizados (madera y cobre) no soportan

el asalto violento pero impiden la visión diáfana del interior.

El esquema del aparato que se muestra normalmente es el que aparece en la figura (6). Podemos apreciar lo que correspondería al 50 % de un carrete Ruhmkorff, caracterizado por una bobina con su núcleo ferromagnético, que acciona el interruptor mecánico de lengüeta. A diferencia de los Ruhmkorff, aquí no existe la bobina del secundario encargada de amplificar la tensión inductiva generada por el corte de corriente en el primario. A cambio, disponemos de un condensador de capacidad C , conectado en serie con el primario que, al desconectarse el circuito, cierra un segundo circuito que permite la descarga del condensador en una bobina externa de baja autoinducción L . Esta descarga permite la oscilación del circuito en una frecuencia de resonancia dada por la expresión:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Esta es una oscilación amortiguada debido a la pérdida de energía que tiene lugar, entre otras cosas, por la propagación de una onda electromagnética a lo largo de una tercera bobina (esta de gran autoinducción). Esta última, a modo de *bobina de Tesla*, obtiene por resonancia en su extremo libre una altísima tensión que es la que se aprovecha para alimentar los tubos de descarga y de rayos X del aparato de Sánchez.

Hemos medido la capacidad del voluminoso condensador oculto en una hermética caja de madera y hemos encontrado un valor próximo a un microfaradio (μF). La bibliografía y la información dada por el propio Sánchez nos hablan de una frecuencia de resonancia de la corriente del orden de 7 MHz, lo cual arroja un valor teórico de la autoinducción $L = 5 \cdot 10^{-10}$ H.

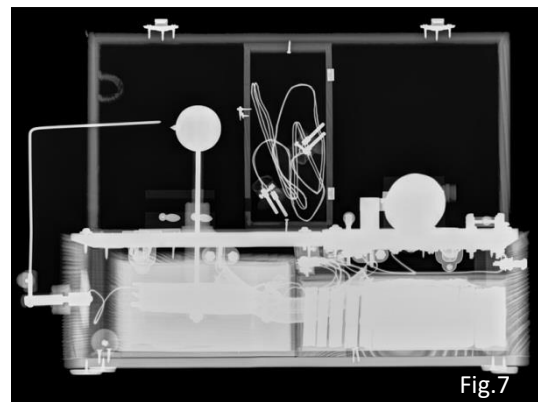


Fig.7

Las imágenes de las radiografías hechas al equipo de Rayos X (curioso el asunto) en el Laboratorio de Rayos X de la Universidad Politécnica de Valencia, nos permiten escudriñar sus entresijos. Mediante ellas podemos ver que la bobina resonante en cuestión está formada por muy pocas espiras. Por el contrario, la bobina tipo Tesla que se conecta en serie presenta un volumen considerable. También podemos observar que se utiliza el modelo de bobinas planas (pancake) frente al modelo habitual de bobinas

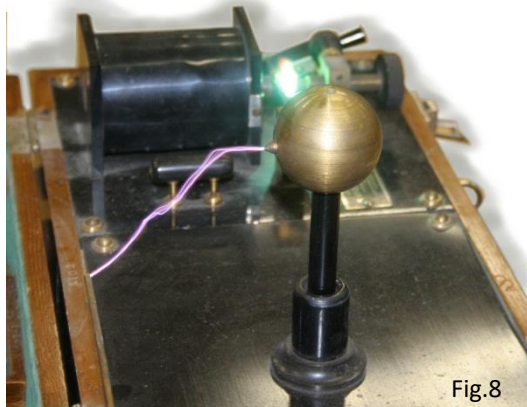


Fig.8



longitudinales. La radiografía muestra también que el condensador está formado por la unión en paralelo de muchos condensadores más pequeños.

ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Tubos de Crookes

Para la fabricación de estos tubos, Mónico Sánchez tuvo que buscar un soplador de vidrio especialista que solamente encontró en Alemania. Estos tubos ponen de manifiesto las diferentes propiedades de los rayos catódicos (electrones) y anódicos (iones de carga positiva). Las diversas propiedades



Fig.10

luminiscentes, tanto en los propios gases del interior de los tubos



Fig.9

como sobre sustancias fluorescentes, caloríficas o mecánicas (paletas girando por el impacto de las partículas) pueden verse y estudiarse en una gran variedad de artilugios.

Tubos de Rayos X

Mención especial requieren los tubos de Rayos X. Descubiertos por Röntgen en 1895, rápidamente se incorporaron a la práctica médica, con consecuencias bastante dramáticas para los primeros radiólogos que los utilizaron sin las debidas medidas de seguridad.

Los primeros rayos X se generaron en tubos de Crookes con una estructura peculiar. Es el caso de los utilizados por Sánchez. Los electrones necesarios para generar rayos X se liberaban mediante la ionización de aire residual presente en el tubo tras hacerse un vacío parcial hasta

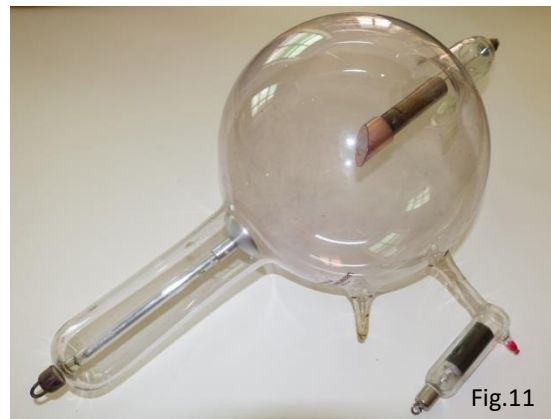


Fig.11

alcanzar presiones de algo menos de una millonésima de atmósfera. El cátodo, consistente en una placa de aluminio de forma cóncava, creaba un haz de electrones. El exceso de estos provocaba el rápido deterioro del tubo, problema que se solucionó mediante un tercer electrodo, el anticátodo. Normalmente el anticátodo era de platino, posicionado oblicuamente. Gracias a la curvatura del cátodo, los electrones se enfocaban en una área del ánodo de alrededor de 1 mm de diámetro, para producir imágenes más nítidas.



Fig.12

Los tubos funcionaban mediante la aplicación de un voltaje de corriente continua de hasta unos 100 kilovoltios entre los ánodos y el cátodo. Este voltaje ionizaba el gas del interior generando iones con carga positiva que chocaban contra el cátodo, del



que se desprendían electrones. Estos electrones, junto a los emitidos por el gas, se aceleraban hasta chocar contra el ánodo, originando los rayos X.

Los tubos de Crookes eran inestables. Con el paso del tiempo, el gas residual en su interior era absorbido por las paredes del tubo; como consecuencia, la presión se reducía (se suele hablar de ‘endurecimiento del vacío’), el voltaje aumentaba y se producían rayos X de mayor energía, hasta que el tubo dejaba de funcionar. Para prevenir este proceso, se acoplaba al tubo un pequeño conducto con mica u otro material que desprendía gas al calentarse, restaurando así la presión inicial. Con el tiempo, las paredes de vidrio del tubo se ennegrecían tras un uso continuado del tubo.

Radiología y Electrología

Es de todos sabido la rápida integración de los rayos X en la práctica médica y sus consecuencias para los primeros radiólogos. Cuando estalla la Gran Guerra (Primera Guerra Mundial), esta tecnología ya es bastante conocida y está en uso. En Francia, un personaje con dos premios Nobel en la cartera, se embarca en la proeza de montar un servicio de ambulancias con equipos de rayos X que atienda a los heridos en las propias trincheras: es Maria Skłodowska, más conocida como Madame Curie. Para esa empresa necesita aparatos portátiles y se los va a proporcionar una empresa de Piedrabuena, en el corazón de la Mancha. El gobierno francés compra a Mónico Sánchez sesenta equipos portátiles de rayos X.



Fig.13

Mónico Sánchez tomando una radiografía

Otro campo de aplicación de las corrientes de alta frecuencia es el de la ‘electrología’. Curiosamente, si hoy consultamos en internet sobre el tema, saltarán rápidamente un montón de referencias a ¡clínicas dermoestéticas!

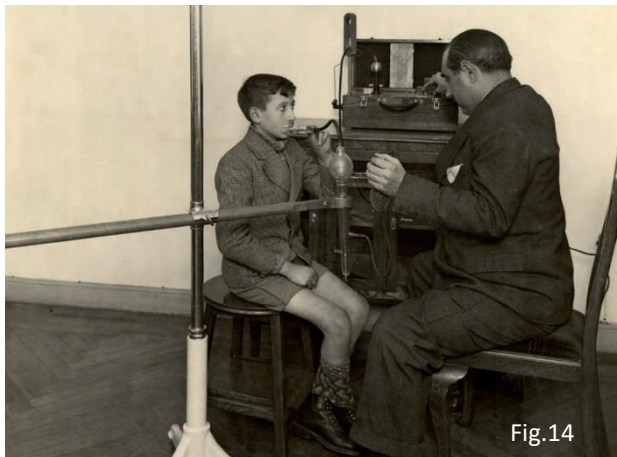


Fig.14

Es conocido por los más viejos el término de ‘ir a darse corrientes’. Las clínicas de rehabilitación y fisioterapia están al día de todas estas técnicas. Incluso en gimnasios y en nuestra propia casa podemos tener electro-estimuladores musculares. Los aparatos de Sánchez se utilizaban para muchas de estas funciones: cauterización, estimulación, terapia del dolor, etc. Además se utilizaba como ozonificador. Son muchas las fotografías en las que se ve al propio Sánchez practicando sobre pacientes...

EL FINAL DE LOS SUEÑOS: LA GUERRA Y LA POSTGUERRA

Es de lamentar que el gran impulso inicial, que permitió crear de la nada una potente industria en un pueblo perdido de la Mancha, quedara en poco tiempo muy rezagado respecto a las innovaciones tecnológicas que se van a ir sucediendo a lo largo de los años 20 del pasado siglo. Varias son las causas que se apuntan a este hecho.



FABRICACION NACIONAL DE APARATOS ELECTROFISICOS

Instalación completa para producir RAYOS X en todas sus aplicaciones, generando el mismo aparato otras varias modalidades de corriente para la enseñanza electrofísica.



SIMPLIFICACION DE LA TECNICA RADIOGRAFICA

La producción de Rayos X con el Aparato Generador de Rayos X Sánchez y Corrientes de Alta Frecuencia, se realiza equisitamente con la técnica más sencilla y simplificada que puede practicarse con ninguna otra clase de aparatos generadores de Rayos X, y esta circunstancia facilita su estudio práctico, cuya necesidad se manifiesta en todos nuestros centros de Física.



DESVIACION MAGNETICA DE LOS RAYOS CATORICOS

Los rayos catódicos tienen la propiedad de ser desviados por la acción magnética, lo que se ocurre con los Rayos X, y para demostrar esta desviación, se aproxima un imán al tubo vacío colocado en posición horizontal y así podrá observarse que el haz de rayos catódicos se desvía en la dirección que convenga, porque su desviación depende de la potencia del imán que se aproxima.



Aparato Generador de Rayos X Sánchez y Corrientes de Alto Potencial y Alta Frecuencia para trabajos electrofísicos.

Es el Aparato ideal por su gran utilidad para todos los Centros de Enseñanza y Gabinetes de Física.



ACCION MECANICA DE LOS RAYOS CATORICOS

Si colocamos en el centro de un tubo vacío provisto de dos terminales catódicos en sus extremos, un alfilerito formado por un eje de alfilerito con sus arcos de arco, la proyección visible de los rayos catódicos sobre los arcos del alfilerito le obligará a girar con una velocidad enorme, cuya dirección puede ser gobernada por la influencia de un imán, y por tanto puede hacerse marchar en el sentido que se desea.



ROTULOS LUMINOSOS

Este sistema de publicidad se ha generalizado mucho, utilizando tubos vacíos de gas Neón, pero como su técnica de fabricación y mantenimiento ofrece bastantes dificultades, los constructores también sin gas especial alguno, ya que la iluminación de tubos vacíos contenidos sólo aire enrarecido permite construirlos en tubo de vidrio multicolor, haciéndolos más atractivos por la fluorescencia del vidrio.

CONSTRUIDO POR EL LABORATORIO ELECTRICO SANCHEZ PIEDRABUENA

Fig.15

En primer lugar, por muy intuitivo y hábil que fuera D. Mónico, su deficiente formación científica le impediría seguramente atisbar las nuevas posibilidades tecnológicas que se encontraban en las más recientes investigaciones de la física. Las circunstancias sociales y políticas de la España de ese momento tampoco favorecían mucho. Incluso, es posible, cierta reticencia a compartir con extraños alguna de sus patentes o ‘trucos’ de fabricación. A todo ello debemos apuntar la tragedia de la Guerra Civil Española. La incautación de su fábrica y todas sus pertenencias por las milicias republicanas, el secuestro y seguro asesinato de su sobrino Juan Mota (probable sucesor como director técnico de la empresa) en los primeros días del conflicto, y otros avatares, van a asestar un golpe casi definitivo a la empresa de Sánchez. En esta situación se traslada a Valencia. Tras la guerra, regresa a Piedrabuena, con la intención de relanzar la empresa, pero la autarquía del régimen le impide en gran medida importar materiales y llegar a acuerdos de exportación. Eso mismo le dificulta desarrollar nuevos ingenios más avanzados que tiene diseñados, por lo que sus aparatos son superados por los desarrollos de la competencia en otros países.

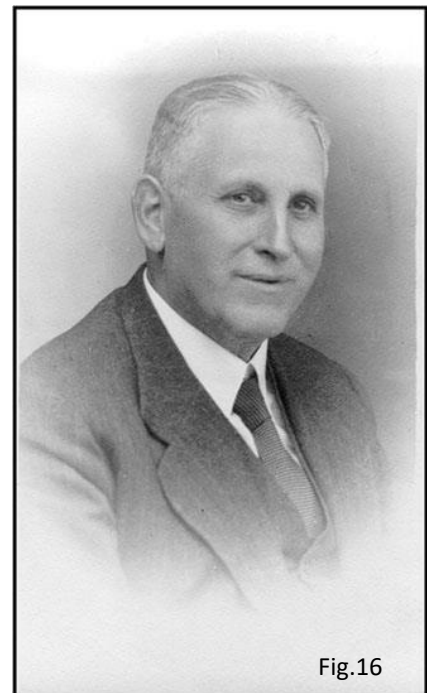


Fig.16



AGOTAMIENTO Y FIN DEL PROYECTO

Recuperado parcialmente su patrimonio, trata de resucitar, cual ave Fénix, su querida empresa. Además de la situación internacional, absorbida en la Segunda Guerra Mundial, tiene que afrontar el fallecimiento de su esposa y casi todos sus hijos (incluyendo al primogénito, único varón). Lo obsoleto de su tecnología de Rayos X le lleva a volcarse (ya lo venía haciendo desde los años 30) en las aplicaciones didácticas y educativas de sus equipos. De este modo y en estos momentos llegan a los Institutos la mayor parte de los aparatos Sánchez de los que disponemos todavía y en perfecto estado de funcionamiento.

Así, el laboratorio Eléctrico Sánchez, poco a poco va cayendo en el olvido hasta su cierre final tras la muerte de Mónico Sánchez Moreno, “el gran Mónico”, el 6 de noviembre de 1961.

CONCLUSIÓN FINAL

El aparato de Rayos X que se encuentra en muchos de nuestros Institutos, no solamente es un dispositivo capaz de generar espectaculares chispas y descargas, sino que encierra una interesantísima historia enlazada con la de la España del primer tercio del S. XX. Su conocimiento técnico debe ir acompañado de una valoración histórica, social e incluso económica por lo que supuso en sus días para los protagonistas en cuestión. Esperamos y deseamos que estas breves líneas sirvan para realzar más ese valor patrimonial que estos aparatos poseen.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- “El aparato de Sánchez del colegio de San Francisco de Paula de Sevilla”, V.M. Jiménez Suárez, Revista Española de Física, Vol.27-2, Abril-Junio 2013
- “El gran Mónico”, M. Lozano Leyva, Ed. Debate, 2013
- “Off-On”, Publicación del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)
- “Disposición práctica del puente de Wheatstone”, La Energía Eléctrica, 1908, revista digitalizada en los fondos de la Biblioteca Nacional de España.
- “A. Frederick Collins ... Tragic Genius?”, <http://www.sparkmuseum.com/COLLINS.HTM> (consultado 29-5-2017)
- “El orgullo de un pueblo homenajeado en una modesta vía de la capital: Mónico Sánchez, inventor”, M. Cabezas Velasco, 2016, en <http://www.miciudadreal.es> (consultado 29-5-2017)
- Laboratorio de Rayos X. Universidad Politécnica de Valencia. Radiografías del Aparato de M. Sánchez: <http://jmadrid.webs.upv.es/otras.html> (consultado 29-5-2017)
- Sobre bobinas de Tesla y ‘Pancakes’: https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_coil, y <http://www.electrotherapymuseum.com/2010/30Dec09/Coils.htm>