

EXTRACTO:

#### IV. APARATO PARA LA TRANSFORMACIÓN POR DESCARGAS DE CONDENSADOR. ONDAS REGULADAS.

Conferencia ante el Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos en el Columbia College, 20 de mayo de 1891, dónde se predijo que este aparato tenía muchas posibilidades de jugar un importante papel en el futuro. Ilustrado y descrito en el libro de T.C.Martin, figs. 126 y 127, páginas 191-194.

### Tesla

Este trabajo (Fig.31) comenzó ya en 1889. Este tipo de aparato se identifica con mi nombre tan seguro como que la ley de gravitación se identifica con el de Newton. Se que algunos dicen que el profesor Thomson también inventó el aparato denominado Bobina de Tesla (Tesla coil)

Pero esos débiles gorjeos nunca pasaron de Swampscott. El profesor Thomson es una persona singular, muy ingeniosa, pero nunca fue un experto en transmisión sin cable, nunca lo podría ser. Aún más, es importante darse cuenta de que este principio se utiliza en todas partes. El más grande hombre de la ciencia me dijo que este fue mi mejor logro y , en relación con este aparato (refiriéndome al esquema de la figura 31) debo decir que se han tomado una gran cantidad de libertades. Por ejemplo, alguien llena este espacio (hueco D) con.

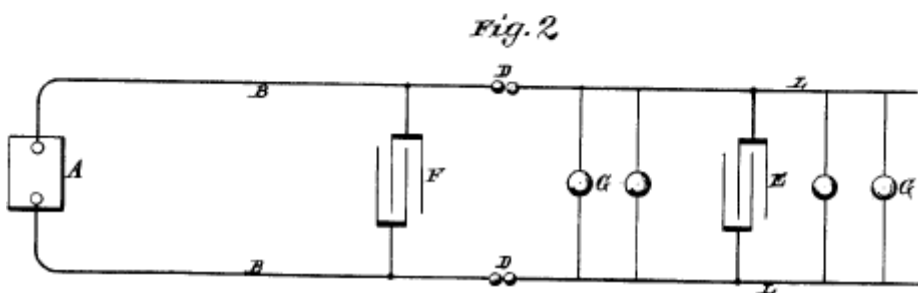
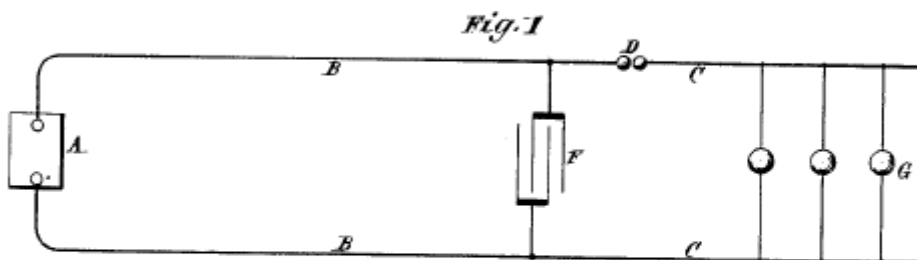
(No Model.)

N. TESLA.

METHOD OF AND APPARATUS FOR ELECTRICAL CONVERSION AND DISTRIBUTION.

No. 462,418.

Patented Nov. 3, 1891.



Hidrógeno, utilizando todas mis técnicas, todo lo que es necesario, pero lo llama un nuevo sistema sin cables (el arco de Pulsen). Yo no puedo pararlo. Otra persona pone aquí (señalando el espacio entre las líneas auto inductivas L L) una especie de hueco y gana el premio Nobel por hacerlo. Mi nombre no se menciona. Todavía otro inserta aquí (conductor B) un arco rectificador de mercurio. Se trata de mi amigo Cooper Hewitt. Pero, es un hecho, esos aparatos no tienen nada que ver con esta realización.

Si esas personas supieran lo que he hecho, no tocarían mis instalaciones; deberían dejar mis aparatos tal como son. Marconi puso aquí (hueco D) dos piñones. Yo muestro sólo un piñón, él muestra dos. Y dice "Mira lo que pasa cuando las ruedas giran, algo maravilloso ocurre". ¿Que es lo maravilloso? :que cuando los dientes de los piñones pasan uno tras otro las corrientes se interrumpen. ¿Esto es lo maravilloso?. El Señor mismo no podría

hacer ocurrir nada si él mismo no rompe sus propias leyes. Así, de esta manera, la invención ha sido rebajada, degradada, prostituida, más en relación con mi aparato que con ninguna otra cosa. Ni un rastro de invención o esfuerzo creativo existe en los miles de montajes que se pueden ver bajo el nombre de otra gente, ni rastro de invento. Es exactamente lo mismo que ocurre con los acoplamientos de automóviles, de los cuales se han obtenido 6000 patentes y todas funcionan de la misma manera. El esfuerzo inventivo involucrado es el mismo que aquél del que es capaz una mula de 30 años. Es un hecho.

Es uno de los más bellos logros producidos entre todos los aparatos: tomo un generador de cualquier clase y con él cargo un condensador. Después descargo el condensador en condiciones de producir una oscilación. Es conocido desde Lord Kelvin que la descarga del condensador va a producir esta oscilación, pero he perfeccionado mi aparato hasta tal punto que se convierte en un instrumento útil en estas artes, de una forma mucho más amplia que la que Lord Kelvin contempló como posible. De hecho hace años, cuando Lord Kelvin me honró presentando a la Asociación Británica uno de mis osciladores perfeccionado, él dijo que era “un maravilloso desarrollo destinado a tener gran importancia”

(Volviendo a la explicación de la figura 31) F se supone que es un condensador. A es el generador. Supongamos que es un generador de gran firmeza, yo puedo obtener oscilaciones de cualquier frecuencia. Puedo hacerlas controladas o incontroladas. Puedo hacerlas en una dirección o alternarlas, como quiera. En G hay aparatos receptores, lámparas u otra cosa. Algunos experimentadores que han llegado después de mi han tenido dificultades. Dicen “No, nosotros no podemos producir un tren constante de oscilaciones”. No es culpa mía. Yo nunca he tenido la menor dificultad. Produzco oscilaciones constantes y he descrito como producirlas. Cualquiera con la misma habilidad que yo puede hacerlo.

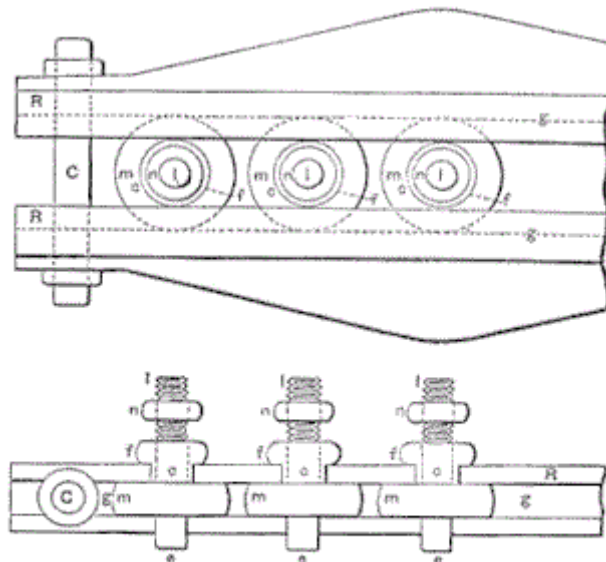


Figura 32

**Chispa apagada (En aquellos momentos Tesla señalaba el futuro del apagado y mostraba que se pueden mantener oscilaciones entre los terminales sin que la chispa sea visible) Ilustración del libro de T.C.Martin pig 135 by 136, página 211.**

Esta (Fig. 32) es otra mejora en este aparato en cuestión, que fue su punto débil y que yo traté de eliminar. Este mecanismo incorpora muchos huecos para chispas en serie. Tiene una hechura peculiar, debido al gran número de huecos he podido, como he apuntado en mis escritos, producir oscilaciones sin que la chispa sea visible entre los terminales. Este aparato se conoce en el gremio como “huevo de chispa apagado”. El profesor Wein ha formulado una hermosa teoría acerca de él, que comprendo que haya orientado hacia él el premio Nobel. Las teorías de Wein son admirables. El único inconveniente es que ha pasado por alto un problema importante, esto es: si el aparato está correctamente diseñado y manejado, no hay lugar para el huevo apagado, porque las oscilaciones están siempre. Los hombres de la radio que me siguen tienen un problema ante ellos que es el de hacer sonar una campana, y la sumergieron en mercurio. Pero ustedes saben que el mercurio es pesado. Cuando golpean su campana, el mercurio no permite vibrar la campana mucho porque absorbe toda la energía. Puse mi campana en el vacío y la hice sonar durante horas. He diseñado circuitos en relación con una empresa en 1898 para la transmisión de energía que, una vez arrancados, pueden vibrar tres años, e incluso después las oscilaciones pueden ser detectadas. La teoría del profesor Wein es muy hermosa, pero realmente no tiene significado práctico. Se convertirá en inútil tan pronto como los ineficientes aparatos actuales, con antenas que radian energía rápidamente, sean reemplazadas por osciladores científicamente diseñados que no emitan

energía salvo que se vean sometidos a un tremendo esfuerzo electromagnético.

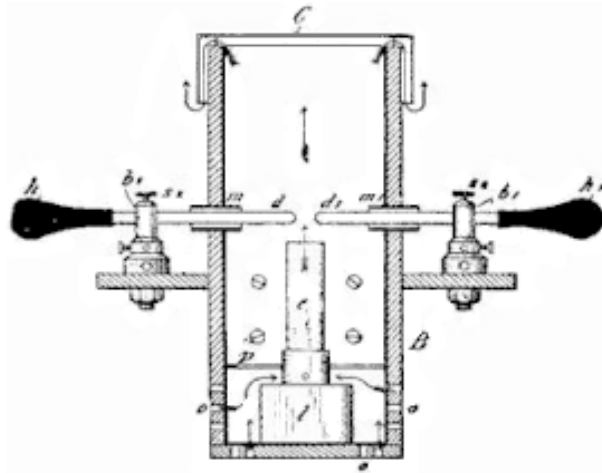


Figura 33.

**El descargador trabajando en una atmósfera, consistente principalmente de hidrógeno, aun más debilitado por el calor. El uso del hidrógeno en relación con esto ha sido descubierto y patentado. Fue presentado en la conferencia ante el Instituto Franklin y la Asociación Nacional de la Luz Eléctrica. Libro de T.C.Martin, Fig. 167, páginas 307 y 308.**

En esta forma de ruptura (Fig. 33) cambié la atmósfera en la que el arco funcionaba. La atmósfera era principalmente de hidrógeno, y con este mecanismo llevé a cabo mis experimentos ante el instituto Franklin de Filadelfia y la Asociación Nacional de la Luz Eléctrica en San Luis. Ha sido usado por Poulsen, y se llama actualmente el "Arco de Poulsen" o "sistema Poulsen". Por supuesto no hay invención en ello. He dejado constancia con publicaciones anteriores y, además, el hidrógeno no cumple otra función que rebajar al tensión bajo la cual el aparato puede funcionar. Tiene la desventaja de producir ondas distorsionadas o asimétricas y los impulsos obtenidos no son adecuados para sintonizar.

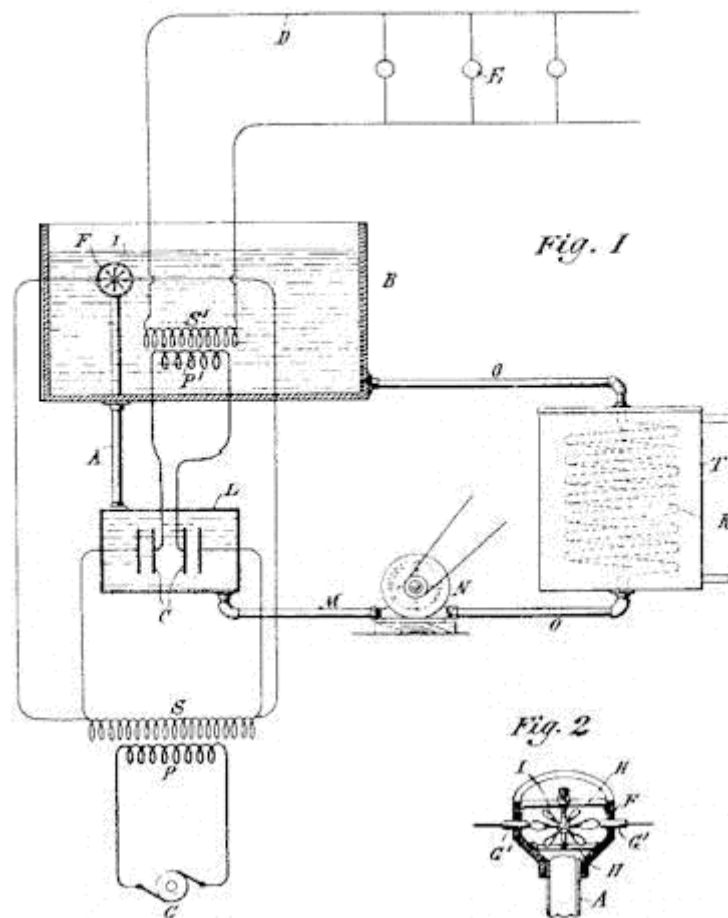


Figura 34.

**Oscilador con interruptor en aceite. Exhibido en la Exposición de Chicago de 1893 ante Helmholtz. Descrita en la patente USA número 514.168 del 6 de febrero de 1894. Registrada el 2 de agosto de 1893.**

Este (Fig. 34) es el aparato utilizado en la exposición de Chicago de 1893, en cuyo momento expliqué por primera vez al profesor Helmholtz mi plan para transmitir energía. Después de mi demostración ante el profesor Helmholtz y otros hombres de ciencia de algunos fenómenos, él me preguntó: "¿Qué trata de hacer?". Le expliqué que estaba tratando de desarrollar un aparato para transmitir energía sin cables, para telegrafía, telefonía y otros usos. Cuando le hube explicado al profesor Helmholtz toda la idea, le dije: Excelencia, ¿Cree usted que mi plan es realizable? Él respondió "Ciertamente es posible, pero antes debe usted producir el aparato". Comencé entonces a construir el aparato.

**Abogado.** ¿Tuvo lugar esa conversación en la exposición de Chicago?

**Tesla.** Si Tuvo lugar en el pabellón construido especialmente para exhibir mis inventos y descubrimientos. Creo que estaban allí el profesor Wedding y algunos otros científicos que no puedo recordar ahora. Mostré al Sr Helmholtz mis tubos de vacío e hice muchos otros experimentos.

**Abogado.** - ¿Puede usted describir este aparato con un poco más de detalle?

**Tesla.** - El aparato (Fig. 34) consiste en una bobina primaria y otra secundaria sumergidas en un gran tanque de aceite. La ruptura se hace por medio de una turbina. El aceite circula gracias a una bomba, y la corriente fuerza a la turbina que afecta al salto y a la ruptura. Debido al hecho de que el aceite usado es muy buen aislante, que fluye rápidamente y que tiene mucha capacidad dieléctrica, el momento de salto y el de ruptura estaban muy próximos y los arcos eran sumamente cortos. De acuerdo con eso los efectos eran más intensos. Aquí (T en la Fig. 1 de la figura 34) hay un enfriador a través del cual circulaba el aceite. Aceite que era impulsada a través de los huecos a gran velocidad, y que conforme salía era repuesto de nuevo hacia el tanque y hacia la corriente que arrastraba la turbina.

**Abogado.**- ¿Usted llama turbina a este mecanismo? (Fig. 2 de Fig. 34)

**Tesla.**- Si. Tiene álabes como los de una hélice y constituye un punto de ruptura en el circuito.

**Abogado.**- ¿Cuál es su fuente primaria de energía?

**Tesla.**- La fuente `primaria es un alternador con una frecuencia de 133 ciclos y, si recuerdo correctamente, cuya tensión es de 20.000 voltios. Podría ser de 10.000 voltios, no estoy seguro, pero ciertamente debía de estar en la franja entre los 10.000 y los 20.000 voltios

**Abogado.**- Noto que tiene dos grupos de transformadores marcados S y S' .¿No es así?

**Tesla.**- Este (S`) es mi circuito oscilador. Este (S) es mi transformador desde el cual se carga el condensador. Aquí (En S) tenemos 20.000 voltios, o lo que fuera, del transformador comercial y aquí (En S`) está el secundario que genera las corrientes de alta frecuencia. El cuerpo giratorio se muestra en detalle en la Fig.2 de la figura 34. Tengo una razón muy especial para mostrar esto. Renirme con esta gran persona Helmholtz y otros científicos, y traer ante ellos por primera vez los resultados de años de trabajo previo, fue un momento importante en mi vida. Especialmente porque el profesor Helmholtz mismo me dio la seguridad de que lo que explicaba era realizable si yo podía construir el aparato. Eso me animó mucho.

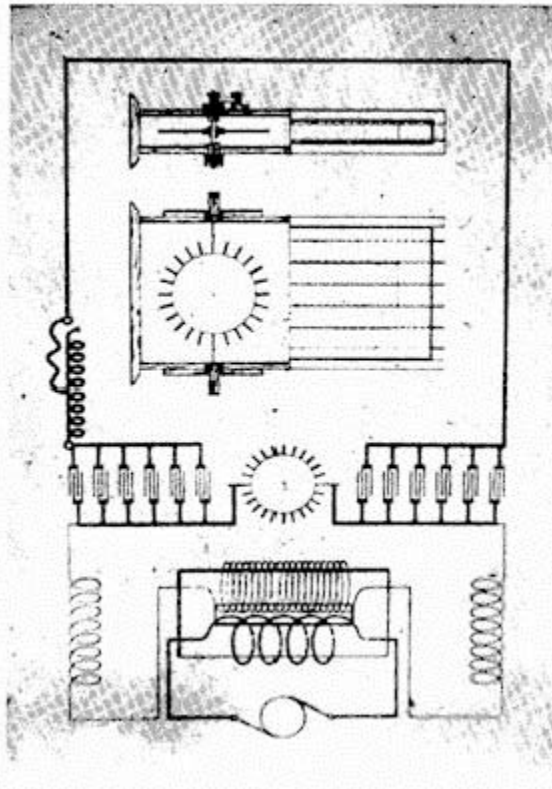


Figura 35.

**Aparato con interruptor mecánico como los instalados a gran escala en el laboratorio en la Quinta Avenida Sur y después en el número 46 de la calle Houston Este. Descrito en la patente USA número 645.576 del 20 de marzo de 1900. Registrada el 2 de setiembre de de 1897.**

Este (Figura 35) es el aparato que tengo en el número 35 de la Quinta Avenida Sur y también Calle Houston. Muestra todo el montaje como la tengo para la demostración de los efectos que investigo (\*). Pueden ver (forma cuadrada en la mitad superior de la figura 35) que está extendido en todo el hall. Son mis condensadores. Aquí está el interruptor mecánico, y esto es un transformador alimentado desde el generador. Esta es la forma que tengo para la producción de efectos normales principalmente reguladas debido a que, durante este tiempo, usé circuitos de gran actividad que radiaban rápidamente. En el laboratorio de la calle Houston, pude tomar en mis manos una bobina conectada a mi cuerpo y recibir tres cuartos de caballo en cualquier lugar de la habitación sin conexión tangible, a menudo desilusioné a mis visitantes con respecto a estos maravillosos efectos. Algunas veces produje llamas saliendo de mi cabeza o hice girar un motor en mis manos o encendí seis u ocho lámparas. Ellos no podían comprender estas manifestaciones de energía y creían que eran auténticas transmisiones de

potencia. Yo les decía que ese fenómeno era maravilloso, pero que un sistema de transmisión, basado en el mismo principio, no valía absolutamente nada. Era un sistema de transmisión por ondas electromagnéticas. La solución se halla en una dirección diferente. Les muestro este diagrama simplemente como una forma típica de aparato de este tiempo, y, si ustedes buscan en la literatura del presente, encontrarán que los nuevos montajes no tienen nada mejor que ofrecer.

**Abogado.**- ¿Cuál fue la frecuencia de ruptura que consiguió con este aparato?

**Tesla.**- Fue cinco mil, seis mil y a veces más. Tenía dos discos rotando en sentido contrario que les voy a mostrar y con los cuales puedo haber alcanzado probablemente 15.000 o 18.000.

**Abogado.**- ¿Que frecuencias desarrolló?

**Tesla.**- Desde unos pocos miles hasta por encima de un millón por segundo, si quería.

**Abogado.**- ¿Que frecuencias usa realmente?.

**Tesla.** En esas demostraciones, donde mostré esos efectos, los más poderosos efectos que se vieron en Nueva York en aquel tiempo, trabajé con frecuencias desde 30.000 hasta 80.000. En aquel tiempo podía tomar un alambre, bobinarla, y decir cual era la frecuencia, sin ningún test, porque estaba experimentando día y noche.

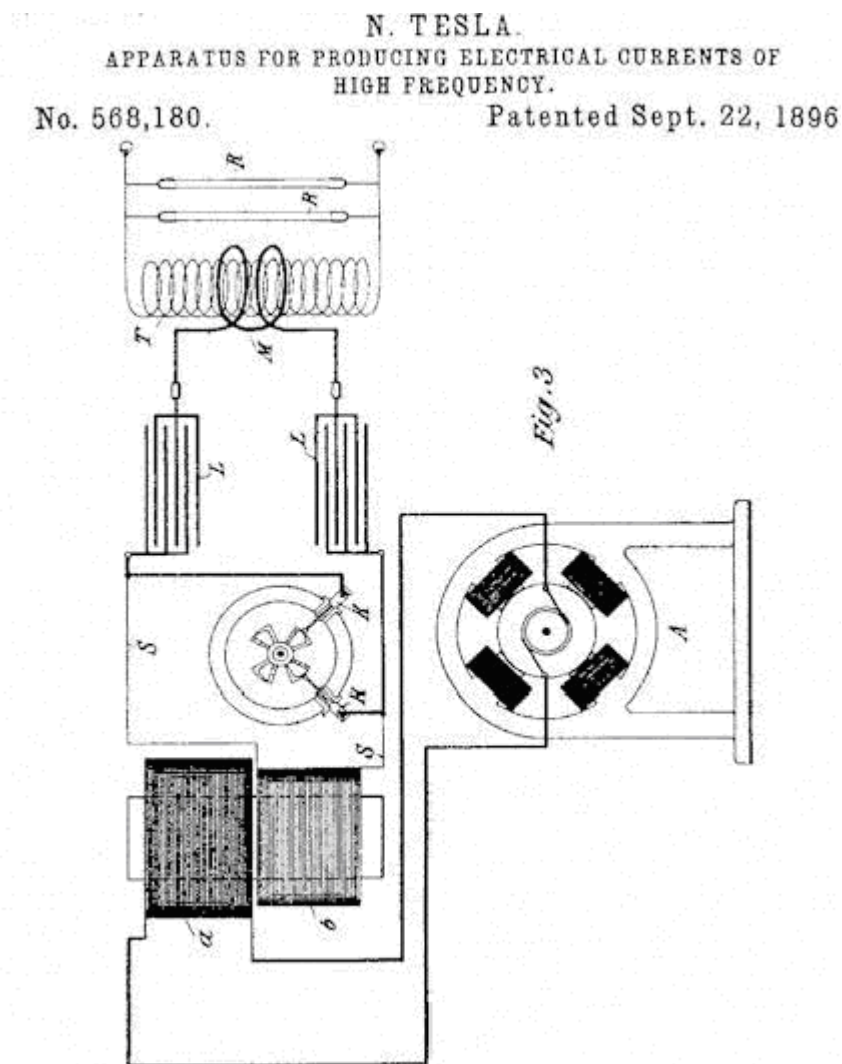


Figura 36.

**Interruptor mecánico sincro usado en el laboratorio en la Quinta Avenida Sur número 35. Descrito en las patentes USA números 568.179 y 568.180 del día 22 de setiembre de 1896. Registradas los días 6 y 9 de julio de 1896. (Diagrama tomado de la patente 568.180)**

Esta (Fig. 36) es una forma de interruptor que desarrollé trabajando con alternadores. Reconocí que es una gran



ventaja romper en el pico de la onda, Si uso un interruptor normal conectará y desconectará la corriente tanto en puntos altos como bajos de la onda. En este aparato tengo dos opciones, en una de las cuales produzco la ruptura desde el eje de la dinamo y en la otra la produzco con un motor síncrono. Con un movimiento de estas manillas (K K) voy a hacer los ajustes para que la conexión se produzca exactamente en lo alto de la onda. Es una forma de interruptor incluido en cientos de patentes y cuyo uso está muy extendido ahora.

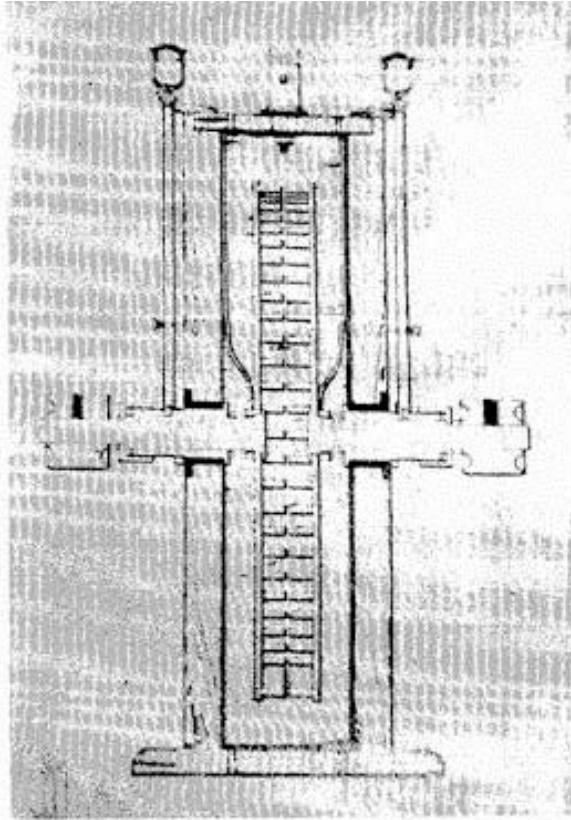


Figura 37.

**Interruptor mecánico con dos discos girando en sentidos contrarios con el propósito de incrementar el número de rupturas y oscilaciones alternas prácticamente desconocido (Más tarde patentado por otros)**

Aquí ( Fig. 37) se muestra un aparato que fue instalado en el laboratorio de Houston Street anteriormente al otro interruptor porque yo quería conseguir un número de impulsos lo más grande posible. El dibujo data de la primavera de 1896. Es un interruptor con el que puedo alcanzar entre 15.000 y 18.000 interrupciones por segundo. Lo usé mucho hasta que más tarde hallé que no era necesario. Este es el inocente mecanismo que Marconi creyó que era un gran invento.

**Abogado.**- ¿Es también de hueco giratorio?

**Tesla.**- Si, y consiste en dos discos de aluminio, con dientes de aluminio en el lateral. Giran gracias a dos motores en direcciones opuestas, y mientras giran abren y cierran alternativamente el circuito. En algunos casos uso un número impar en uno y un número par en el otro, con lo que puedo producir el número de cortes deseado. Les mostraré más tarde un aparato más perfecto que este, y de diferente clase, en el cual tengo 24 contactos fijos y 25 contactos rotativos que establecen y rompen el contacto, con lo que obtengo 24 por 25 interrupciones, o sea 600 interrupciones por cada vuelta.

**Abogado.**- Cuando usted dice cortes ¿quiere decir "spark gap"? (1)

**Tesla.**- Si, de otra manera prefiero usar controlador de circuito.

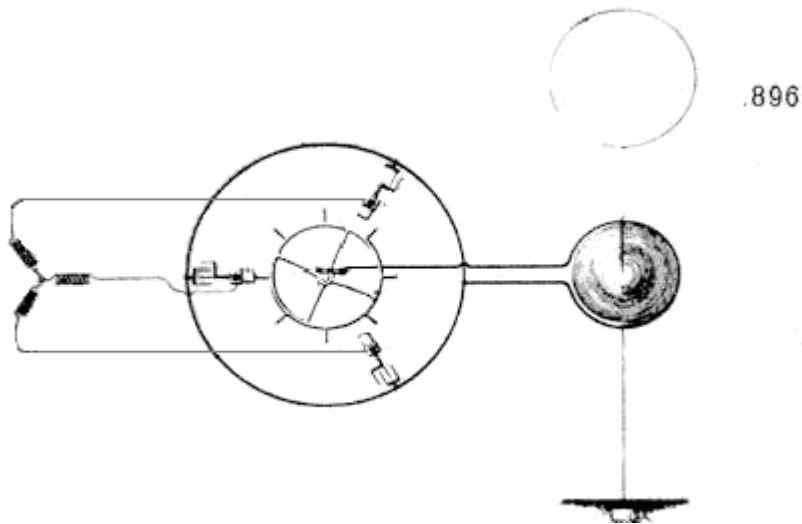


Figura 38.

**Uso de un generador multifase con interruptor mecánico. Experimentos en el laboratorio de la Quinta Avenida número 35 y después.**

Esto (Fig. 38) ilustra otro desarrollo en una dirección diferente. A fin de conseguir el número de cortes utilizo corrientes con diferente fase. Tengo siempre en mi laboratorio una dinamo de dos fases y de dos fases desfasadas 90 grados puedo conseguir cuatro fases desfasadas 45 grados. Aquí esta el montaje mostrado como lo tengo trabajando con tres fases desfasadas 60 grados puedo conseguir seis fases desfasadas 30 grados. Y con una dínamo con cuatro fases desfasadas 45 grados puedo obtener ocho fases desfasadas 22,5 grados. Puede ver que según multiplico el número de fases incremento el número de descargas fundamentales.

(1) Dos electrodos separados entre los que salta una chispa.

**Abogado.**- ¿De que fecha es este aparato?

**Tesla.**- Lo empleé en el laboratorio de la Quinta Avenida Número 35, porque recuerdo que allí hice exhibiciones para varias sociedades científicas. Se que en una ocasión fue la Sociedad de Arquitectos y en otra la Sociedad Electroterapéutica, y después tuve gente ilustre como Mark Twain y Joseph Jefferson. Les hice una demostración que fue publicada en un artículo de Martin en la revista Century de abril de 1895, y se que en esas ocasiones usé un montaje de dos fases. Más tarde lo hice con cuatro fases. Este aparato existía antes de la destrucción de mi laboratorio en 1895.

**Abogado.**- ¿Recuerda alguna publicación en la cual se mostrase su diagrama?

**Tesla.**- No hice ninguna publicación, y recuerdo vívidamente que cuando instalé mi aparato en Long Island, tenía un montaje con cuatro transformadores y cuatro fases desfasadas 45 grados. Después de haber estado usando este aparato durante varios años caí sobre una patente, creo que Propiedad de la General Electric Company, describiendo precisamente el mismo montaje. Fue una experiencia similar a la patente de Fessenden con el condensador de aire comprimido. Cada vez que necesito esas mejoras todo lo que necesito hacer es manufacturar mis apuntes y eso resolverá las patentes.

**Abogado.**- ¿De cuando es este dibujo? (Fig 38)

**Tesla.**- Es un dibujo de una vieja patente hecho por el Sr. Netter.

**Abogado.**- ¿Pero no llegó a patentarlo?

**Tesla.** – No. Tenía cientos de inventos que fueron patentados por otros. El gasto era muy grande yo no podía hacerlo. Esta forma de aparato con dos y cuatro fases fue usada antes de la destrucción de mi laboratorio en 1895, y se instaló a gran escala con cuatro fases en mi laboratorio de Long Island con los que iba a telefonar a todo el mundo, pero esa es una larga historia.

**Abogado.**- En ese uso hecho en su laboratorio ¿estaba conectado a una antena como se muestra aquí (Fig. 38)?

**Tesla.**- Si, usé el aparato en conexión con una antena también, pero este dibujo es de una patente en la que se



muestra una antena; quiero decir que la usé en cada conexión. La Fig.38 ilustra una antena con mi circuito transmisor, pero el aparato se usó en todo mi trabajo, en todas mis investigaciones.

**Abogado.-** Y cuando estaba conectado y usado como una antena ¿Usó esto como en otras ocasiones ....ir fuera y escuchar las notas que usted recibía?

**Tesla.-** Ciertamente. Pero recuerdo que, además de este, tuve diferentes clases de aparatos. Entonces tuve una onda sensiblemente regulada porque en aquél tiempo yo todavía estaba trabajando bajo las mismas condiciones que algunos lo hacen hoy día. No había aprendido a producir un circuito que me diese, con muy pocos impulsos fundamentales, una onda perfectamente continua. Eso llegó con el perfeccionamiento de los aparatos. Cuando llegué a mis experimentos de Colorado, pude tomar mis aparatos y conseguir una onda continua no amortiguada, casi sin excepción, entre descargas individuales.

**Abogado.-** Hablando de que usted no conseguía ondas perfectamente no moduladas en aquel tiempo ¿Se refiere Usted a este tipo de circuito?

**Tesla.-** Si, pero yo podía con otra clase de circuito, por supuesto. La ventaja de este aparato fue que dando energía a cortos intervalos, con lo cual se puede aumentar la actividad, y con este esquema fui capaz de realizar todos esos maravillosos experimentos que han sido impresos de vez en cuando en las publicaciones técnicas. Yo podía sacar energía de un circuito en cantidades de cientos o miles de caballos. En Colorado alcancé 18 millones de caballos y fue siempre con este mecanismo: energía almacenada en un condensador y descargada en un lapso de tiempo inconcebiblemente pequeño. No se puede conseguir esta potencia con una onda no amortiguada. La onda amortiguada es ventajosa porque puede dar con un generador de 1 Kw, una potencia de 2.000, 3.000 o 5.000 Kw. Mientras que si tienes una onda continua no amortiguada 1 Kw te da una onda de energía de 1 Kw y nada más. Esta es la razón por la cual el sistema con un hueco amortiguado se ha popularizado.

He refinado esto hasta el punto de que he podido obtener energía del momento de las máquinas. Por ejemplo, si la máquina tiene 200 caballos tomo su energía por un momento a una tasa de 5.000 o 6.000 caballos, después la almaceno en un condensador y la descargo a una tasa de varios millones de caballos. Así es como se producen estos maravillosos efectos. El condensador es el más maravilloso instrumento, como he dejado dicho en mis escritos, porque nos permite alcanzar enormes potencias que son alcanzables sólo con explosivos. No hay límite para la energía que se puede desarrollar con un explosivo.

Un experimento normal, por ejemplo en mi laboratorio de Houston Street, fue el de hacer pasar a través de una bobina de energía una potencia de varios miles de caballos, poner un trozo de papel de estaño en un palo y aproximarlos a la bobina. El estaño se fundirá, pero no sólo se fundirá, sino que mientras aún estaba en esa forma, se evaporará y el proceso completo tiene lugar en un espacio de tiempo tan corto como un cañonazo. En el momento en que lo puse allí hubo una explosión. Esto simplemente muestra el poder de un condensador, entonces yo era tan temerario que, para demostrar a mis visitantes que mis teorías eran correctas, metía mi cabeza en esa bobina y no resultaba herido, pero no haría eso ahora.

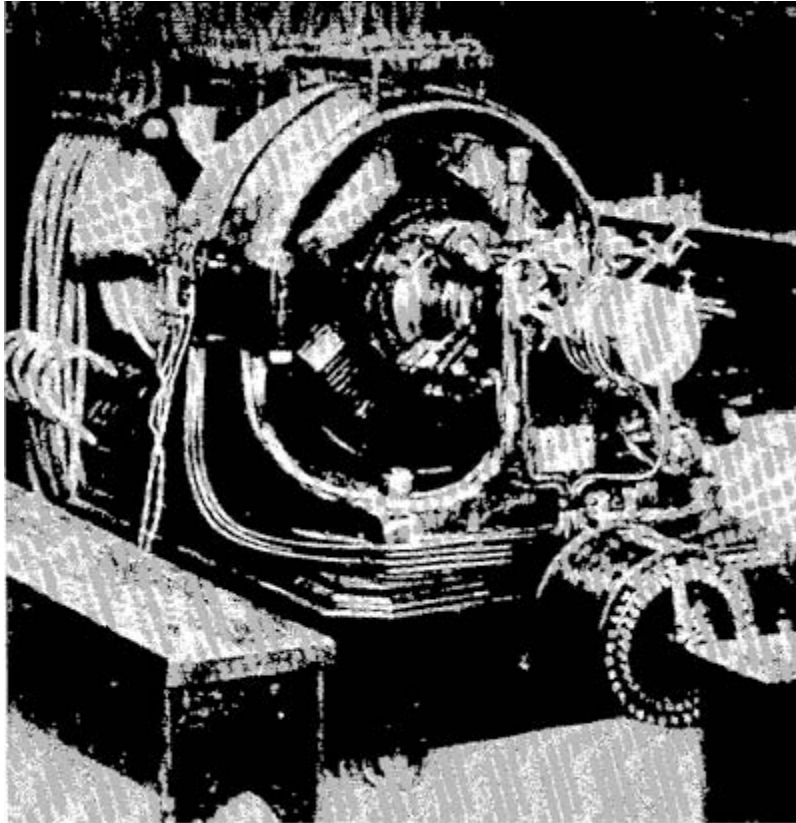


Figura 39.

**Aparato que da corrientes continuas de alta tensión, produciendo oscilaciones eléctricas no amortiguadas de alta frecuencia (También mostrada en Fig. 27).aparato construido en 1895.**

La figura 39 muestra una máquina de cuatro fases que me fue suministrada por Westinghouse Electric Company cerca de 1895. Mi laboratorio quemó en mayo, y yo urgí a mi amigo Sr. Albert Schmidt, que era el superintendente, a darme ese alternador tan pronto como fuera posible. El trabajó día y noche, hasta que lo consiguió, hizo un trabajo muy bueno puesto que la máquina fue proyectada para 30 caballos y yo la hice funcionar a 150.

Por supuesto, es una penosa reflexión, fuimos Schmidt y yo quienes desarrollamos este tipo de montaje y disposición generalmente adoptada: una base, con los imanes encastrados encima y colocada en el eje y la correspondiente parte superior. Eso se usa ahora en todas partes. Recuerdo cuando hace años alguno de mis amigos Krocke y Wheeler, comenzaron con esos largos imanes y yo les dije "Cuanto antes los arrojéis y adoptéis esta construcción, mejor será á para vosotros". Ya lo han hecho, ahora es correcto.

**Abogado.-** ¿Cómo está conectada esta máquina (Fig. 39.) con esto?

**Tesla.-** Esta dinamo (Fig. 39) es una máquina de dos fases, o sea desarrolla corrientes de dos fases. También hay cuatro transformadores. Usted los puede ver aquí (Parte baja izquierda de la figura 39) eso da la energía primaria. De esas dos fases yo extraigo cuatro, lo que incluye algo que mencioné anteriormente, un montaje que me permite obtener de esas corrientes alternas otras corrientes continuas no amortiguadas, absolutamente no amortiguadas, oscilaciones isócronas de cualquier período que yo desee.

Esto se consigue de la siguiente manera. Los secundarios de los cuatro transformadores desarrollan cada uno 44.000 voltios. Fueron especialmente contruidos para mí por Westinghouse Company. Pueden, sin embargo, ser conectados de tal manera que den 11.000 voltios, y yo tomo esos 11.000 voltios y esas cuatro fases y los conmuta con un conmutador consistente en chapas o segmentos de aluminio que giran en sincronismo con el alternador. Yo obtengo una corriente continua de una tensión de 44.000 voltios, con la que cargo mis condensadores. Después, descargando los condensadores ya sea a través de un hueco estacionario o de un hueco con un interruptor mecánico, obtengo la frecuencia que necesito y ondas perfectamente no amortiguadas. Este montaje fue instalado en 1901 en mi planta sin cables en Long Island, con la cual yo iba a telefonar alrededor del mundo.

**Abogado.-** ¿Quién construyó esa máquina?

**Tesla.-** La Westinghouse Company bajo la dirección del Superintendente Sr. Albert Schmidt. Fue especialmente

construida para mí y servida a mi laboratorio en Houston Street. Mientras estuve en la Westinghouse Company hice dos cosas, además de darles mis motores. Descubrí que el acero Bessemer era mucho mejor material para los transformadores y motores que el la fundición dulce usada hasta entonces. Cuando llegué a Pittsburg, mis motores daban resultados que los suyos al principio no podían dar, les dije que yo había usado acero Bessemer. Descubrí, siguiendo los análisis de los aceros que estaban siendo utilizados, que el Bessemer no era acero sino realmente fundición dulce. El equipo de Westinghouse entonces aceptó mi sugerencia. Al principio el Sr. Shallenberg y otros electricistas objetaron mucho, pero les persuadí y cuando se construyeron los transformadores encontramos que podíamos alcanzar dos veces y media la potencia de salida que conseguíamos antes.

El equipo de Westinghouse mantuvo eso secreto durante mucho tiempo y nadie entendió como ellos podían hacer transformadores tan eficaces, lo único que ellos hicieron fue, según mi sugerencia, usar el acero Bessemer en lugar de la fundición dulce que General Electric y otras gentes usaban. El Sr. Westinghouse especialmente me insistió en unir mis esfuerzos con el Sr. Schmidt y mejorar el diseño de sus máquinas, y así lo hicimos. Mejoramos el diseño, introdujimos las bobinas ya hechas, que se prensan en la armadura, y otras mejoras. Tomé un par de patentes con el Sr. Schmidt y el Sr. Westinghouse fue muy gentil acerca de eso. Creo que me compensó con 10.000 dólares, o algo así, por mis sugerencias.

**Abogado.**- Usted ha hablado del uso de esa máquina en Houston Street ¿De que manera la usó?

**Tesla.**- Usé esa máquina, como ya dije, o para producir corrientes alternas y después cortarlas con un interruptor mecánico en los picos altos de la onda, o usé corrientes alternas y la corté con un interruptor mecánico independiente y rotativo con un gran número de dientes. O generé corrientes continuas conmutando las corrientes alternas del transformador. En aquel momento yo tenía dos transformadores con los cuales obtenía una tensión constante, cargaba el condensador y producía ondas no amortiguadas de la frecuencia que quería. Como en la máquina presente (Fig. 39) esta es la forma en la que estaba montado. Fue para la generación de fuerza electromotriz continua y producción de ondas no amortiguadas desde 1895 en adelante.

**Abogado.**- ¿Qué clase de aparato se conectó para absorber esas ondas?

**Tesla.**- El mismo que se muestra aquí (Fig. 38). Se conectó a los condensadores, y esos condensadores se descargaron a través del primario que excitó al secundario, la antena se incluyó en el secundario. Otras veces se descargó el condensador directamente y de ese modo pude usar la antena sin el secundario.

**Abogado.**- ¿En la misma forma que usted observó el funcionamiento de esas ondas?

**Tesla.**- Lo hicimos, por supuesto, en muchos casos el instrumento de recepción fue diferente. Cuando trabajé con ondas continuas o no amortiguadas generadas de ese modo, normalmente fui a altas frecuencias. Trabajé con unos pocos miles, pero eso me dio una pequeña salida. Con esta máquina usted tiene que trabajar con altas frecuencias para conseguir potencia.

**Abogado.**- ¿Qué quiere usted decir con altas frecuencias?

**Tesla.** Quiero decir frecuencias de 30.000, 40.000 o 50.000 o algo así.

**Abogado.**- ¿Y por medio de esta máquina usted puso ondas amortiguadas de una frecuencia de aproximadamente 50.000 en la antena de Houston Street en 1895?

**Tesla.**- No en 1895. La máquina fue suministrada a final de 1895 y comencé a trabajar al principio de 1896. Entonces fue cuando comencé a trabajar.

**Abogado.**- ¿Entonces usted hizo esto de lo que hablé en 1896?

**Tesla.**- Si, desde 1896 hasta 1899, correcto.

**Abogado.**- Cuando usted usó frecuencias como esas en su antena ¿Estaba esta conectada o desconectada?

**Tesla.**- No la puedo usar desconectada, eso sería absurdo.

**Abogado.**- ¿Qué forma de mecanismo usó y dónde lo usó, para observar la generación de esas oscilaciones u ondas en la antena?

**Tesla.**- Supongo que tengo cientos de mecanismos, pero el primer mecanismo que usé, y fue muy exitoso, fue una mejora del bolómetro. Encontré al Profesor Langley en 1892 en la Royal Institution. Después de una

conferencia él me dijo que todos ellos estaban orgullosos de mí. Le hablé del bolómetro, y le hice notar que era un bello instrumento. Entonces yo dije “Profesor Langley, tengo una sugerencia para hacer una mejora en el bolómetro, si usted la incorpora en el principio”

Le expliqué como se podía mejorar el bolómetro. El profesor Langley se interesó mucho y escribió en su libro de notas lo que yo le había sugerido. Usé lo que he bautizado como una pequeña masa resistente, pero de mucha menos masa que en bolómetro de Langley, y mucha menor masa que en ninguno de los mecanismos que aparecen en las patentes pasadas desde entonces. Esas son burdas. Usé masas que no eran ni siquiera una millonésima parte de las más pequeñas masas descritas en ninguna de las patentes o de las publicaciones. Con tal instrumento trabajé, por ejemplo, en West Point. Ahí recibí señales de mi laboratorio en Houston Street

**Abogado.**- ¿Esa fue la máquina que usó mientras trabajaba en West Point?

**Tesla.**- Trabajé una o dos veces con ella a esta distancia, pero normalmente cuando estaba investigando en la ciudad. Mi trabajo en aquel tiempo era para preparar el desarrollo de una planta comercial, y la cuestión para mí no era transmitir señales, si no ver que intensidad puedo obtener para ponerme en situación de calcular mi aparato, sus dimensiones y sus formas antes de encarar su construcción. No fue más que trabajo preparatorio para la construcción de una planta comercial, y demostraba su viabilidad a través de mis experimentos, una planta que iba a ser mucho más útil que todas las demás.

**Abogado.**- ¿Cuál fue la potencia en los circuitos oscilantes cuando usó esa máquina?

**Tesla.**- Normalmente algo así como unos 50 caballos, y podía obtener digamos unos 30 caballos en la antena, podía obtener 30 caballos en el circuito oscilante.

**Abogado.**- Hace un rato comprendí, cuando usted hizo la afirmación de que usando varios miles de caballos en un condensador, que podía extraer del condensador un millón de caballos. Me pregunto si usted consiguió lo mismo con esta maquina.

**Tesla.**- Si; cargué el condensador son 40.000 voltios. Cuando estuvo plenamente cargado, lo descargué repentinamente sobre un cortocircuito, lo que me dio una tasa de oscilación muy rápida. Supongamos que almacené en el condensador 10 vatios. Entonces, para esa onda tenemos un flujo de energía de  $(4 \times 10^4)^2$  y si esto se multiplica por la frecuencia de 100.000 usted ve que se pueden alcanzar miles o millones de caballos.

**Abogado.**- Lo que quiero saber es: ¿Depende de lo repentino de la descarga?

**Tesla.**- Si . Es simplemente la analogía con un martillo. Usted acumula energía a través de una larga distancia y usted la libera con una tremenda rapidez. La distancia a través de la que se mueve la masa es pequeña, la presión inmensa.

**Abogado.**- ¿Encontró usted que esta era la mejor manera de transmitir energía si usar cables?

**Tesla.**- No, yo no usé ese método cuando estaba transmitiendo energía. Lo usé sólo en la producción de esos fenómenos por los que he sido llamado mago. Si hubiese usado sólo ondas no mitigadas, habría sido un electricista como otro cualquiera.

**Abogado.**-Usted se ha referido a unos delicados instrumentos de recepción. ¿Tiene usted algún problema por quemarse éstos a causa de la estática?

**Tesla.**- Querido señor, ¿He quemado tantos instrumentos antes de descubrir que ocurría! Quemaban instantáneamente hasta que aprendí como hacerlos de tal manera que no se pudieran quemar. Si, fue un gran inconveniente al principio.

**Abogado.**- ¿Tuvo usted éxito haciéndolos de manera que no se quemasen?

**Tesla.**- Si. Si un rayo cayese cerca, no quemaría mis instrumentos que tienen una millonésima de la masa usada en los instrumentos de otros

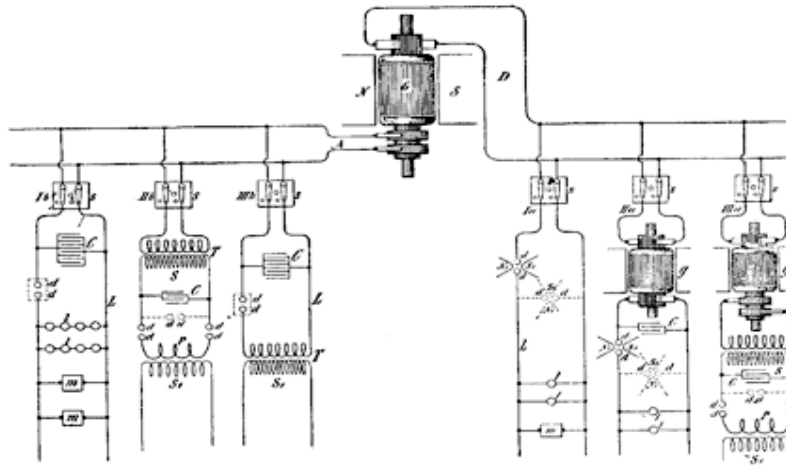


FIG. 165.  
Figura 40.

**Aparato y método de conversión por descarga de condensadores aplicable para corrientes alternas y continuas. Descrito en conferencias ante el Instituto Franklin y la Asociación Nacional de la Luz Eléctrica en 1893. Ilustrada en el libro de T.C. Martin, fig 165, páginas 302 -317.**

Esto (Fig. 40) es una representación sistemática de las varias maneras que presenté en mi conferencia ante el Instituto Franklin y la Asociación Nacional de la Luz Eléctrica, que comprende los montajes generales para la obtención de ondas continuas, ondas amortiguadas y sin amortiguar, para alimentación con corriente continua o alterna. En un lado (derecha) tenemos alimentación en corriente continua, en el otro, alterna. Algunos electricistas tienen dificultades en el manejo de algunos de estos aparatos. Yo no tengo ninguna. Puedo tomar un circuito normal de 50 voltios y obtener de él oscilaciones absolutamente no amortiguadas y no tener la mínima dificultad.

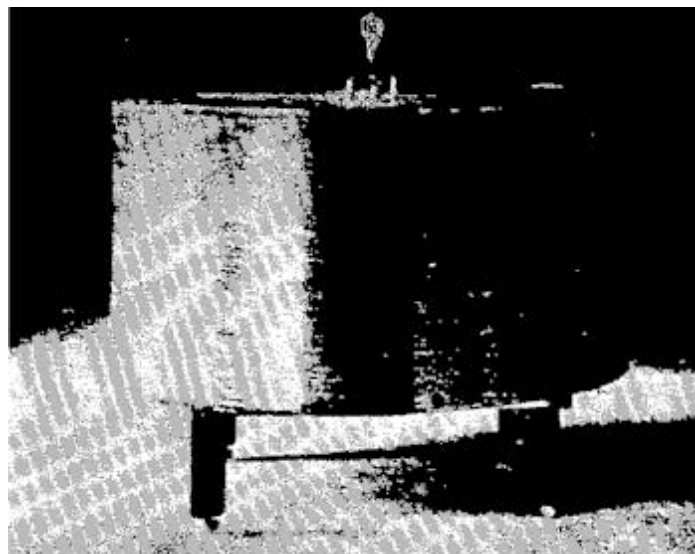


Figura 41.

**Se ilustra uno de los primitivos experimentos con un transformador asintonizado en el laboratorio de la South Fifth Avenue.**

Ahora llegamos a unos pocos ejemplares de apratos que usé en el laboratorio de Houston Street y el el de South Fifth Avenue . Aquí tengo (Fig. 41) lo que podríamos llamar una bobina sintonizada. Normalmente uso otro secundario y tengo mis condensadores sobre la mesa. Se puede ver una de las bobinas en acción.

Es un circuito sintonizado que responde a ondas electromagnéticas que se envían a través del local.

**Abogado.**- ¿Está siendo usado como un receptor de ondas?

**Tesla.**- Si.



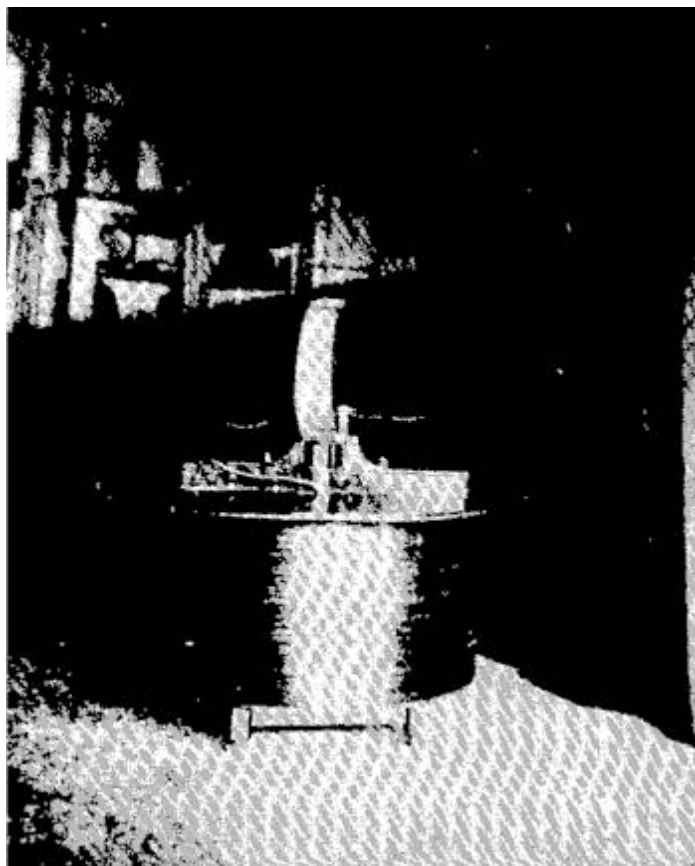


Figura 42.

**Otra ilustración de uno de los experimentos primitivos con un transformador sintonizado en el laboratorio de South Fifth Avenue (Artículo de T.C. Martin (Osciladores de Tesla y otros inventos), Century Magazine, abril 1895. figura 9, página 926)**

El instrumento mostrado en la Fig. 42 se usó en el laboratorio de la South Fifth Avenue. Aquí (gran disco circular colocado en lo alto de la bobina) está la mesa de sintonía con los condensadores, un grueso primario, y otro cable secundario. Algunas veces trabajé con dos oscilaciones y sintonicé el primer circuito a una y el segundo a la otra. Aquí (refiriéndose a las cabinas en el fondo del local) se pueden ver algunos de mis aparatos históricos. El Profesor Fairfield Osborn vino una vez a mi laboratorio y me dijo: "¿Porqué diablos guarda esto en su laboratorio?".Tengo todos esos aparatos, 400, absolutamente sin valor, y él se ofreció a llevarlos al museo. Pero yo no hice caso, y se fue.

**Abogado.**- ¿Desde donde se enviaron las ondas?

**Tesla.** Todo el local estaba energizado por ondas electromagnéticas y el receptor respondió en cualquier lugar del hall. El hall era mayor que esta habitación (mostrado en la figura 42), dos veces más larga y en cualquier sitio la intensidad fue la misma. Estos discos (vertical, en lo alto de la tabla de sintonía) tenían , creo, cerca de 14 o 15 pulgadas de diámetro, y se podían ver las corrientes(Mostrado en color blanco entre los discos) en toda la habitación. En un hall dos veces más largo que este, dondequiera que colocase el instrumento, él respondía las ondas electromagnéticas.

**Abogado.**- en este caso particular del que usted está hablando ¿Se generaron las ondas exactamente aquí en 35 South Fifth Avenue?

**Tesla.**- Si.

**Abogado.**- ¿Fue este el aparato en el cual usted tuvo los primarios funcionado perfectamente en toda la habitación?

**Tesla.**- Si. Eso se mostró a mucha gente y sociedades. Este (Fig. 43) muestra el primer paso hecho en la evolución de un aparato en el cual, dadas unas oscilaciones en el primario, las va a transformar en oscilaciones capaces de penetrar el medio. Este experimento, que fue maravilloso en el tiempo en el que fue realizado, se



mostró por primera vez en 1894. Recuerdo el asunto perfectamente. Llamé al Sr. Edward Adam, el banquero, para que viniese a ver, y el fue el primer hombre en observarlo y oír mi explicación acerca de su significado.



Figura 43.

**Aparato en funcionamiento mostrando el primer paso en la evolución del amplificador transmisor en el laboratorio en el número 35 de la South Fifth Avenue. (Artículo de T.C.Martin "Oscilador de Tesla y otros inventos" Century Magazine, Abril 1895, Fig. 15, página 932.)**

Esta bobina, que he mostrado posteriormente en mis patentes número 645.576 y 649.621, en forma de espiral fue al principio, como pueden ver, en forma de cono. La idea fue poner la bobina, con respecto al primario, en una conexión inductiva que no estaba cerrada (nosotros lo llamamos ahora acoplamiento abierto) pero libre para permitir una gran subida de la resonancia. Este fue el primer paso, como ya he dicho, hacia la evolución de un invento que yo he llamado mi transmisor amplificador (magnifying transmitter). Eso quiere decir un circuito conectado a tierra y a una antena, con un tremendo momento electromagnético y un pequeño factor de amortiguamiento, con todas las condiciones para que tenga lugar una inmensa acumulación de energía.

Fue en esta línea en la que finalmente llegué a los resultados descritos en mi artículo en el Century Magazine de junio de 1900. La figura 43 muestra un alternador, no el alternador que fue suministrado a mi laboratorio en Houston Street (Ese fue otro) sino a la South Fifth Avenue y conectado bajo el mismo principio. Aquí abajo a la derecha están los condensadores, primario y todo lo demás. La descarga aquí fue 5 o 6 pies, comparativamente pequeña para lo que se obtuvo más tarde. He producido descargas de 100 pies, y podría producir 1000 pies con gran facilidad si fuese necesario.

**Abogado.**- Señor Tesla, en este punto ¿qué es lo que usted quiere decir con momento electromagnético?

**Tesla.**- Quiero decir que usted tiene que tener inercia en el circuito. Tiene que tener una gran auto-inducción para poder cumplir dos condiciones. Primero una relativa pequeña frecuencia, que va a reducir la radiación de las ondas electromagnéticas a un valor relativamente pequeño y segundo : un gran efecto resonante. Eso no es posible en una antena, por ejemplo, de gran capacidad y pequeña auto-inducción. Una gran capacidad y una pequeña autoinducción es la peor clase de circuito que se pueda construir, da un pequeñísimo efecto resonante. Esa fue la razón para que en mis experimentos en Colorado la energía fuesen 1000 veces más grande que en la antena presente.

**Abogado.**- Usted dice que la energía era 1000 veces más grande  
¿Quiere usted decir que el voltaje se incremento, o la corriente, o ambos?

**Tesla.**- Si, ambos. Para ser más explícito, tomo una gran autoinductancia y una capacidad comparativamente pequeña, que he construido de una cierta manera para evitar fugas de corriente. Así obtengo una baja frecuencia, pero, como usted sabe, la radiación electromagnética es proporcional a la raíz cuadrada de la capacidad dividida por la autoinducción. No permito a la energía escapar, acumulo en el circuito una tremenda energía. Cuando se alcanza el alto potencial, si quiero enviar ondas electromagnéticas, lo hago, pero prefiero reducir la cantidad de esas ondas y pasar una corriente a la tierra, porque la energía de la onda electromagnética no se puede recuperar, mientras que la de la tierra es enteramente recuperable, siendo una energía acumulada en un sistema elástico-.

**Abogado.**- ¿A qué sistema elástico se refiere?

**Tesla.**- Quiero decir esto: si tu envías una corriente a un circuito con una gran auto-inducción y no existe radiación, y tienes una resistencia pequeña, no hay posibilidad de que esa energía escape al espacio, los sucesivos impulsos se acumulan.

**Abogado.**- Veamos si entiendo esto correctamente. Si tenemos radiación u ondas de energía electromagnética saliendo de sus sistema ¿La energía se desperdicia?

**Tesla.**- Absolutamente desperdiciada. De mi circuito usted puede conseguir ondas electromagnéticas, 90 por ciento de ondas electromagnéticas si usted quiere y 10 por ciento de corriente eléctrica que pasa a la tierra. O usted puede invertir ese proceso y obtener 10 por ciento de energía en ondas electromagnéticas y 90 por ciento en la energía de la corriente que pasa a través de la tierra.

Es exactamente como esto: he inventado un cuchillo. El cuchillo puede cortar con el filo. Le digo al hombre que aplica mi invención, usted debe cortar con el filo. Sé perfectamente que usted puede cortar mantequilla con el otro lado, pero mi cuchillo no es para esto. Usted no debe hacer que la antena de un 90 por ciento de ondas electromagnéticas y 10 por ciento en ondas de corriente, porque las ondas electromagnéticas se pierden con el tiempo en que usted tiene unos pocos arcos alrededor del planeta, mientras que la corriente viaja a la distancia más lejana del globo y puede ser recuperada.

Este punto de vista, por supuesto, no está confirmado. Tenga en cuenta, por ejemplo, el tratado matemático de Sommerfeld, que muestra que mi teoría es correcta, que mis explicaciones del fenómeno eran correctas, y que los profesionales estaban completamente errados. Esta es la razón por la cual mis seguidores en la alta frecuencia han cometido un error. Ellos querían construir alternadores de 200.000 ciclos con la idea de que iban a producir ondas electromagnéticas, 90 por ciento ondas electromagnéticas y el resto en corriente. Yo solamente uso bajas frecuencias y obtengo 90 por ciento en corriente y sólo 10 por ciento en ondas electromagnéticas, por eso obtengo mis resultados....

Veán, el aparato que he diseñado es un aparato que nos permite producir tremendas diferencias de potencial y corrientes en un circuito de antena. Esos requerimientos deben ser satisfechos tanto si usted transmite corrientes, como si usted transmite ondas electromagnéticas. Usted necesita corrientes con alto potencial, usted necesita gran cantidad de energía vibratoria, pero usted puede graduarla. Con un adecuado diseño y elección de las longitudes de onda, usted puede arreglárselas para conseguir, por ejemplo, 5 por ciento de ondas electromagnéticas y 95 por ciento de corriente que va a través de la tierra. Eso es lo que estoy haciendo. O usted puede obtener, como ese hombre de la radio, 95 por ciento de ondas electromagnéticas y sólo 5 por ciento de corriente. El aparato sirve para uno u otro método. Yo no estoy produciendo radiación con mi sistema, yo estoy suprimiendo las ondas electromagnéticas. En mi sistema usted debe librarse de la idea de que hay radiación.