

43 33 55

LE DENVEN 2/3-3/4-1/2

Int Cl. H05B 6/12

Int. Cl. 2:
H05B 9/00, B23K 3/04, H01J 9/00

B. a COPIA

- 4 JUN. 1976

CONCEDIDA

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN
ESPAÑA POR: "UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR INDUCCION CON
RADIOFRECUENCIA PARA FABRICACION EN SERIE", A NOMBRE DE
STANDARD ELECTRICA, S.A.. CON DOMICILIO EN MADRID, CALLE
DE RAMIREZ DE PRADO No. 5.

El presente invento se refiere a los sistemas de ca-
lentamiento por inducción con radiofrecuencia que son parti-
cularmente adecuados en la fabricación en serie de piezas o
componentes, para la aplicación reiterativa de procesos tér-
micos.

5

El calentamiento por inducción se usa habitualmente
en la aplicación, a cuerpos conductores de la electricidad,
de procesos térmicos diversos. El cuerpo se calienta por las
corrientes inducidas en las partes conductoras del mismo por
un campo magnético que le rodea. Las corrientes eléctricas
producidas tienden a circular a lo largo de la superficie
externa del cuerpo que se somete al proceso y el calor en el

10

mismo es propiamente causado por la resistencia que ofrece al
 flujo inducido o incluso, por la incapacidad de circulación
 de dicho flujo. Como resultado de ello, el calentamiento ma-
 yor se produce en aquellas zonas que están más próximas a la
 5 fuente del flujo inductor, o como se le denomina simplemente,
 inductor. Dicho inductor es generalmente una bobina (que pue-
 de ser de solo una espira) que se proyecta fuera del genera-
 dor de AF y que está hecha con un tubo de material conductor
 por cuyo interior circula un líquido refrigerante. El cuer-
 10 po que se somete al calentamiento por inducción puede ser de
 una forma cualquiera. En la mayoría de las aplicaciones, las
 corrientes de inducción son de valores muy altos y la potencia
 inducida en el cuerpo conductor, que constituye la carga, al
 ser causada por el efecto Joule varía en función de la resis-
 15 tencia de la carga y del cuadro de la corriente. Así se tie-
 ne que, en el caso de una superficie plana situada frente a
 un inductor-conductor recto, la potencia de calentamiento por
 metro de carga paralela al inductor-conductor viene dada teo-
 ricamente por la fórmula

$$P = \frac{0,16 p I^2}{e h^2 - r^2}$$

en la que:

e es el espesor (en metros) de la capa externa,

25 h es la distancia (en metros) del inductor a la carga,

I es la corriente inductora (en amperios),

r es el radio (en metros) del inductor-conductor y

p es la resistividad (en ohms/metro) de la carga.

En los casos de procesos térmicos en los que se re-
 30 quiera un calentamiento considerable, es preferible el uso de

corrientes eléctricas de cientos e incluso de miles de amperios. De ello resulta que la bobina inductora tiene que ser atravesada por unas corrientes muy grandes, necesitando un gran enfriamiento; en estas condiciones no resulta nada ventajoso tener que mover el inductor-conductor y, en la mayoría de los casos, efectivamente, no puede ser sustancialmente movido. Como consecuencia de esto se tienen dificultades en la aplicación del calentamiento por inducción cuando tampoco la carga puede ser movida con facilidad o bien cuando el acoplamiento entre el inductor y la carga exige el desplazamiento en las dos partes que se acoplan o cuando la forma de la carga la hace impropia para un acoplamiento eficiente; esto último ocurre concretamente cuando las piezas que han de ser calentadas son pequeños cuerpos redondos de difícil acoplamiento por su localización a una bobina inductora hecha con un tubo conductor interiormente refrigerado. Cuando el calentamiento por inducción se aplica a la producción en serie de piezas, la necesidad de tener que restablecer, cada vez que pasa una pieza de la serie y en condiciones muy críticas, la pequeña distancia entre inductor y carga, sin cuya condición no se puede lograr una buena eficiencia en la operación, llevaría a la necesidad de que, por cada pieza, después de cortada la corriente y antes de volver a restablecerla, habría que subir o bajar bien el inductor o bien la pieza. Con ello se perdería, por una parte, la mayor parte de la ventaja que en el calentamiento por inducción supone la velocidad y se tendría además que tener un complicado artilugio, para colocar en posición las piezas, que lo encarecería. De ello ha venido el abandonar el calentamiento por inducción para toda una gama de casos particulares a pesar de que, no obstante, teóricamente se tendrían que beneficiar

de ello.

Al objeto de solventar las antedichas dificultades prácticas y para extender el uso del calentamiento por inducción a la producción en serie se provee, de acuerdo con el presente invento, un sistema de calentamiento por inducción con radiofrecuencia, para someter al calentamiento pieza a pieza a un número de éstas constituidas, al menos parcialmente, por un material conductor, y en el cual la energía suministrada por un primer inductor conectado al generador de radiofrecuencia es transferida a la pieza o conjunto que se somete al calentamiento por intermedio de un circuito denominado circuito de transferencia en serie, el cual comprende un acoplador por lo menos, que está acoplado al primer inductor para recibir la energía de éste y un segundo inductor capaz de ser acoplado a la pieza que se somete a calentamiento y en cuyo sistema, si bien pueden variar las posiciones relativas del primer inductor respecto al conjunto del acoplador y segundo inductor, la distancia entre el primer inductor y la posición de trabajo del segundo inductor permanece constante.

De acuerdo con otra característica de este invento hay tantos segundos inductores independientes como piezas son sometidas al calentamiento, siendo cada segundo inductor y cada pieza o conjunto rigidamente asociados entre sí de un modo predeterminado, para asegurar la óptima eficiencia en su acoplamiento mutuo al ser pasada al segundo inductor asociado la energía proveniente del acoplador electricamente inregal que corresponda al grado de eficiencia en la utilización del primer inductor.

Otra finalidad de este invento es la de obtener un sistema de calentamiento por inducción por alta frecuencia

con el que se pueda, más concretamente, hacer cierres herméticos en tubos de vacío y en tubos con relleno de gas.

En la industria de la iluminación y en la industria electrónica se hace uso de un gran número de tipos de tubos en cuyo interior se mantiene una atmósfera controlada de gas o bien un vacío más o menos alto. Estos tipos de tubos tienen por lo general una estructura en la que existe una envolvente que hace una total separación de la atmósfera ambiente. Dichos tubos se hacen usualmente de materiales que comprenden cristal y uno o varios metales. El sellado hermético del tubo se hace frecuentemente cerrando un tetón de bombeo que hay en el cristal de la envolvente. Este tetón de bombeo se usa para unir la envolvente a un dispositivo de bombeo que hace el vacío en el tubo que se fabrica o bien a una fuente de atmósfera controlada para rellenar con gas dicho tubo.

Cuando en un tubo hay sellados de cristal con metal y, además ha de hacerse un relleno con gas, se tienen generalmente tres operaciones independientes para el sellado, el relleno y el cierre del tetón de bombeo.

Si bien el tetón de bombeo es de una gran utilidad en la fabricación del tubo, tiene el gran inconveniente de afectar la forma del conjunto constituyendo una proyección muchas veces quebradiza.

Con el objeto de reducir el número de operaciones en la fabricación de los tubos o lámparas puede ser utilizado el equipo de calentamiento por inducción con alta frecuencia en la fabricación de los tubos eléctricos y en particular en la de aquellos que tienen envolventes de material vítreo y metal.

También puede ser utilizado el equipo de este invento

para hacer posible el sellado y cierre del tubo en una sola operación, en aquellos casos en los que el sellado sea de cris tal con metal.

5 De acuerdo con otra característica del invento, para el cierre o sellado de tubos eléctricos el segundo inductor del sistema de calentamiento por inducción con RF, tal como ha sido mencionado, va junto con la pieza o tubo que se some- te al calentamiento, en el interior de un recinto hermético.

10 Con la descripción que sigue de unas realizaciones del presente invento se harán notar con más claridad otras características, descripción ésta que se hace en relación con los dibujos que se acompañan, en los que:

- la Fig. 1 es una vista en perspectiva esquemática de una pri- mera realización de acuerdo con este invento;
- 15 - la Fig. 2a es una vista en sección parcial de una pieza que se somete al calentamiento;
- la Fig. 2b es una perspectiva esquemática de una segunda realización de acuerdo con este invento;
- la Fig. 3 es una vista de costado de un ejemplo de tubo de descarga relleno de gas y
- 20 - la Fig. 4 es una perspectiva de una tercera realización, de acuerdo con este invento y diseñada concretamente para someter al proceso de calentamiento un tubo como el que se muestra en la Fig. 3.

25 En la Fig. 1 vemos que el generador de inducción tie- ne una salida unida al primer inductor 1. El circuito de trans- ferencia comprende un acoplador 3 electricamente conectado a un segundo inductor 2. El acoplador 3 está constituido por una bobina cilíndrica que tiene el mismo eje que la bobina del primer inductor 1. La energía que el generador de inducción 10

le entrega al primer inductor 1 es transferida, como en un transformador eléctrico, al acoplador 3, el cual está galvánicamente conectado al segundo inductor 2. Este segundo inductor 2 se puede mover junto a un par de piezas 6 y 7 que van a ser sometidas al proceso de calentamiento. Dichas piezas 6 y 7 forman parte de una serie de pares de piezas 6, 7, 6', 7', 6'', 7'', ... 6ⁿ, 7ⁿ. La mesa 8 soporta esta serie de pares de piezas 6 y 7, que están fijadas a ella de modo que no se muevan. Supongamos que la finalidad del proceso térmico sea soldar las piezas 6 y 7 una con otra. La serie de piezas se encuentra dispuesta en circunferencia sobre la mesa 8 alrededor de un eje A'A que es común tanto a la bobina del primer inductor como a la bobina del acoplador. Por un medio que no se muestra, y que puede ser un motor situado debajo de la mesa 8, se hace que el circuito de transferencia 2-3 gire alrededor del eje A'A. Con esta rotación, el segundo inductor 2 va pasando junto a cada par de piezas 6-7. Por supuesto que la distancia entre el primer inductor 1 y el segundo inductor 2 se mantiene constante durante el giro de este segundo inductor 2. No existe la necesidad, para que en cada operación de calentamiento se tenga un segundo inductor alineado con un par de piezas 6-7, de hacer que el giro sea paso a paso. La energía que es suministrada por el inductor 1 puede en todo caso ser interrumpida. En el caso que nos ocupa, cuando el segundo inductor 2 va girando, la energía suministrada por el inductor 1 pierde su eficacia en cuanto acaba de dejarse atrás un par de piezas 6-7, influenciando únicamente al siguiente par de piezas. De este modo tenemos que la energía irradiada es utilizada permanentemente si, aún existiendo una separación entre cada par de piezas, ésta está de tal modo determinada

que se produzca un trabajo adecuado a la naturaleza de las piezas y al tipo de proceso que se lleva a cabo.

5 La realización que acaba de describirse adolece, sin embargo, de ciertas limitaciones en relación con el tamaño de las piezas. En efecto, como la rotación del circuito de trans-
ferencia tiene lugar en un plano paralelo a la mesa portadora, esta primera realización es perfectamente válida para el caso en que el plano de rotación coincida o, al menos, quede
10 muy próximo al plano en el que ha de hacerse el calentamiento, como cuando se trate de calentamiento de láminas, de soldadura de cubiertas de pequeño espesor, etc. Pero esta primera
realización es harto difícil de utilizar cuando alguna parte de la pieza que se somete al calentamiento sobresale notable-
mente por encima del nivel de la zona en que se hace el proce-
15 so. En teoría, para producir el calentamiento en la zona correspondiente el inductor tendría que ser llevado al nivel correcto por cada una de las piezas, lo cual supondría la pérdida de una parte de las ventajas de la utilización del siste-
ma. Se tendrían que disponer medios para hacer que el inductor descendiera sobre la pieza, para mantenerle así durante un
20 tiempo determinado y, una vez que se hubiera calentado la pieza, levantar el inductor hasta una altura mayor que la altura máxima de la pieza, para que el inductor pudiera girar en un plano de rotación. La necesidad de ajustar individualmente
25 la posición del inductor trae como consecuencia una gran complejidad de medios y pérdida del ritmo de la operación.

Por ello se ha provisto, en una segunda realización, un sistema que permite mantener todas las ventajas que resultan de este invento, adaptándole a las formas más complejas de los
30 cuerpos que se someten al proceso. En la Fig. 2a se tiene una

sección transversal de la zona que se somete al proceso en una pieza. Sea, por ejemplo, un vástago 7 que ha de soldarse en un orificio de una pieza 6. El vástago 7 deberá sobresalir por encima de la zona de soldadura hasta una altura "h", lo cual impide el uso de la primera realización. Supongamos que la posición correcta del inductor para llevar a cabo el proceso térmico de la soldadura sea la señalada 21. Para evitar tener que subir y bajar el segundo inductor así como llevar la pieza a cada posición de calentamiento y después quitarla del mismo, el segundo inductor, que forma parte del circuito de transferencia, es unido mecánicamente a la pieza; además, la pieza se sitúa perfectamente centrada para el calentamiento. Pero para ello se necesitan tantos segundos inductores como piezas haya. La posición relativa de cada segundo inductor con cada pieza se ajusta al tiempo que se hace el desplazamiento de la pareja constituida por la pieza y el segundo inductor haciendo que el acoplador 23 gire en la proximidad del primer inductor. De este modo, al girar, el acoplador 23 recibe por acoplamiento la energía del primer inductor.

La Fig. 2b es una vista en perspectiva de la segunda realización. Cada uno de los circuitos de transferencia 20, 20' ... 20ⁿ comprende un segundo inductor 21, 21' ... 21ⁿ y un acoplador 23, 23' ... 23ⁿ. Todos los circuitos de transferencia se fijan a la mesa 8 por medio de un apoyo aislante 22. La posición del segundo inductor se puede ajustar con exactitud antes de la operación de calentamiento. Para ello los apoyos 22 se pueden ajustar en altura y longitud. El primer inductor 11 está fijo; como se puede ver en la Fig. 2b, está sujeto a través de la mesa 8. Dicha mesa 8 comprende una parte central fija 8' y una pista periférica móvil en la que están fijados

los apoyos 22 y las piezas 6. Todos los acopladores 23, 23', ... 23ⁿ van pasando uno a uno frente a la bobina del primer inductor 11. Dicho primer inductor 11 puede ser suministrado con energía de un modo permanente. Como se efectúa un acoplamiento secuencial del acoplador 23, los segundos inductores 22, 22', ... 22ⁿ van siendo suministrados con energía secuencialmente. Para esta utilización no hay límite de velocidad, no hay limitación alguna impuesta por el uso de interruptores ni tampoco hay riesgo de rechazos debido a defectos de posición. La distancia entre el primer inductor y el segundo inductor en la posición de calentamiento se mantiene constante como en la primera realización.

A continuación se describe una tercera realización de acuerdo con este invento, en relación con las Figs. 3 y 4, respecto a la fabricación de un tubo eléctrico de descarga. Dicho tubo se muestra en la Fig. 3 y cuenta con un manguito cilíndrico 26 de cristal o de otro material, que puede ser cerámica, que tiene cada uno de sus extremos provistos respectivamente de unos electrodos externos 27₁ y 27₂. Estos electrodos son de un metal que puede ser soldado al cristal, como puede ser el "Dilver", que contiene hierro, níquel y cobalto: Cada uno de dichos electrodos o terminales externos va unido a un electrodo interno, siendo los dos electrodos internos de una longitud diferente. La descarga se produce, en la atmósfera controlada del tubo, entre los dos extremos libres de los electrodos internos 24 y 24'. Cada uno de los terminales metálicos 27 puede estar provisto de una base de conexión con un saliente plano 29, como se describe en la patente francesa 2 172 475.

Con la tecnología habitual, el tubo tiene que ser lle

nado con un gas a través de un tetón de bombeo que se deja en el manguito de gas 26. A continuación sigue una serie de operaciones que son necesarias: un primer sellado de cristal con metal entre el manguito 26 y el terminal 27₁, un segundo sellado de cristal con metal entre el manguito 26 y el terminal 27₂, vaciado, relleno del tubo por el tetón de bombeo y, finalmente, cerrado del mismo. El tetón de bombeo no se muestra en la Fig. 3.

La Fig. 4 muestra la tercera realización utilizada para la fabricación de una serie de tubos como el que se ve en la Fig. 3 pero sin estar provistos de tetones de bombeo. En el interior de un recinto 31 ha sido montado previamente un manguito 26 de un tubo en proceso de fabricación, así como el segundo inductor 2 que va unido al acoplador exterior 3 a través de un sellado hermético 30. El segundo inductor 2 se mantiene en una posición fija respecto a la zona del terminal 27 que es acoplada al inductor 2 y que ha de soldarse al manguito de cristal 26. El acoplador 3 puede desplazarse y, al pasar frente al primer inductor 1, es acoplado con éste, siendo este inductor 1 fijo y proyectándose fuera del generador 10.

En la representación de la Fig. 4 se supone que ya fué hecho el primer sellado del tubo que se muestra en la Fig. 3. Ahora va a hacerse el segundo sellado junto con el cierre del tubo de descarga desprovisto de tetón de bombeo. El recinto 31 se encuentra conectado por el tubo 32.33 a una bomba de vacío o a un depósito de gas.

La operación se hace como sigue. La mesa 28, en la que está montada toda la serie de recintos 31, 31'. ... 31ⁿ,

es puesta en movimiento. Frente al inductor 1, que está unido al generador de RF 10, van pasando para su acoplamiento los acopladores 3, 3', ... 3ⁿ. Cuando el acoplador 3 se encuentra acoplado al inductor 1 la energía de RF es transferida, a través del inductor 2, al terminal Dilver 27₁ que ha de ser soldado al manguito de gas 26. Con el calentamiento se efectúa la soldadura del Dilver con el cristal. Este segundo sellado del tubo se hace al mismo tiempo que el relleno con gas y cierre del mismo, ya que toda la operación se efectúa en una atmósfera de relleno controlada, produciéndose el cierre con la soldadura.

La misma operación se puede efectuar con series de piezas similares sin interrupción de la energía suministrada y reajustando las posiciones relativas de los segundos inductores y las piezas. El tetón de bombeo no es ya requerido.

Por supuesto que cualquier otra realización en la que las posiciones relativas del inductor de calentamiento y la pieza que ha de ser calentada sean previamente establecidas puede ser considerada por los concededores de esta técnica como no al margen del alcance de este invento. En el establecimiento de los apoyos de los conductores, en la fijación de las piezas a la mesa móvil y en el diseño y la forma de los inductores pueden disponerse muy diversos medios; el invento puede así ser aplicado a cualquier forma del cuerpo que se somete al proceso y a cualquier tipo de calentamiento térmico. El invento es de particular utilidad cuando se aplica al proceso de piezas que, por su pequeño tamaño, requieran un posicionado y centrado exacto de cada una de ellas. Este invento hace posible, por una parte, evitar rechazos debidos a los defectos en el contrado que tienen lugar durante la operación y, por

otra parte, economizar mucho tiempo al tenerse el primer inductor en funcionamiento permanente. Incluso puede ser adaptado para la aplicación de procesos térmicos en piezas que presentan un difícil acceso, como es el caso en que el mismo ha de hacerse en piezas situadas en recintos de atmósfera controlada. La relación existente entre la separación de las piezas en la mesa móvil y la velocidad de giro de dicha mesa deberá ser establecida de modo que, cuando se termine la operación en una pieza fijada en la mesa, comience ya a influir el acoplador sobre la pieza que le corresponda a continuación; de este modo se le saca al generador de inducción el máximo de eficiencia. Por supuesto que, por razones de seguridad en la operación, puede hacerse que la salida del primer inductor sea a frecuencia media o baja.

Si bien los principios del presente invento han sido descritos en relación con unas realizaciones específicas del mismo, deberá ser entendido que dicha descripción ha sido hecha a modo de ejemplo y sin que limite el alcance del invento.

El presente invento corresponde a dos solicitudes de patente formuladas en Francia, los días 28 de Diciembre de 1973 y 3 de Enero de 1974, señaladas con los Nos. 73 46734 y 74 00133 y se acogen, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

- - - - - NOTA - - - - -

Los puntos de invención propia y nueva que se presenten para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

5 1.- Un sistema de calentamiento por inducción por radio frecuencia para fabricación en serie de piezas o conjuntos que sean, al menos parcialmente, de un material conductor y en el cual la energía suministrada por un primer inductor conectado al generador de radio frecuencia es transferida a la
10 pieza o conjunto que se somete al calentamiento, por intermedio de un circuito denominado circuito de transferencia, el cual comprende de por lo menos un acoplador que está acoplado al primer inductor para recibir la energía de éste y un segundo inductor capaz de ser acoplado a la pieza que se somete a
15 calentamiento y en cuyo sistema, si bien pueden variar las posiciones relativas del primer inductor respecto al conjunto del acoplador y segundo inductor, la distancia entre el primer inductor y la posición de trabajo del segundo inductor permanece constante.

20 2.- Un sistema de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 1, el cual comprende tantos segundos inductores independientes como piezas son sometidas al calentamiento, estando cada segundo inductor y cada pieza o conjunto rigidamente asociados entre sí de un modo predeterminado
25 para asegurar la óptima eficiencia en su acoplamiento mutuo al ser pasada al segundo inductor asociado la energía proveniente del acoplador electricamente integral que corresponda al grado de eficiencia en la utilización del primer inductor.

30 3.- Un sistema de calentamiento por inducción de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el acoplamiento del

segundo inductor, con la pieza o conjunto que se somete al calentamiento se hace, en una atmósfera controlada, en el interior de un recinto individual, con un previo establecimiento de la posición relativa de dicho segundo inductor respecto a la pieza o conjunto.

5

4.- Un sistema de calentamiento por inducción con radio frecuencia para fabricación en serie.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

10

Esta Memoria consta de quince hojas escritas por una sola cara.

Madrid,

14 MAR. 1975



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General

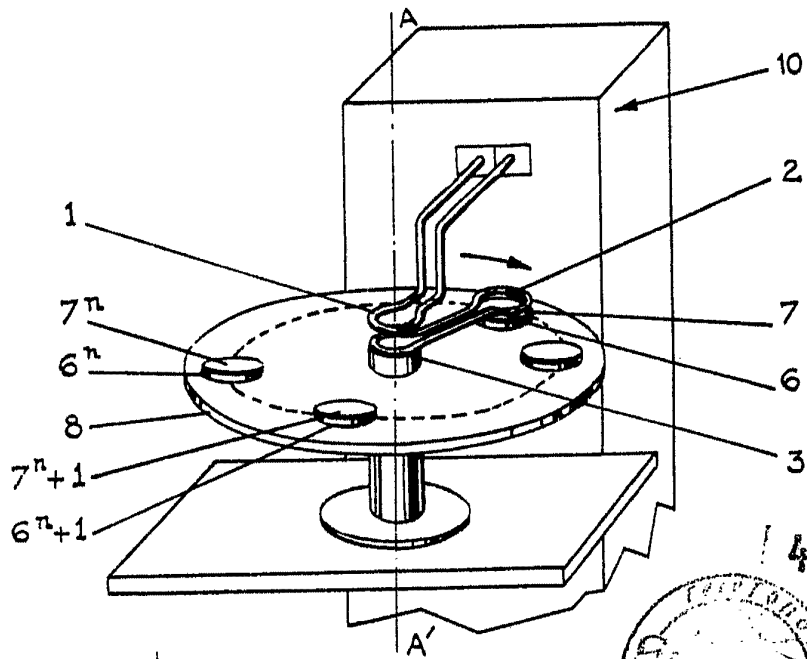


Fig. 1

4 MAR. 1975

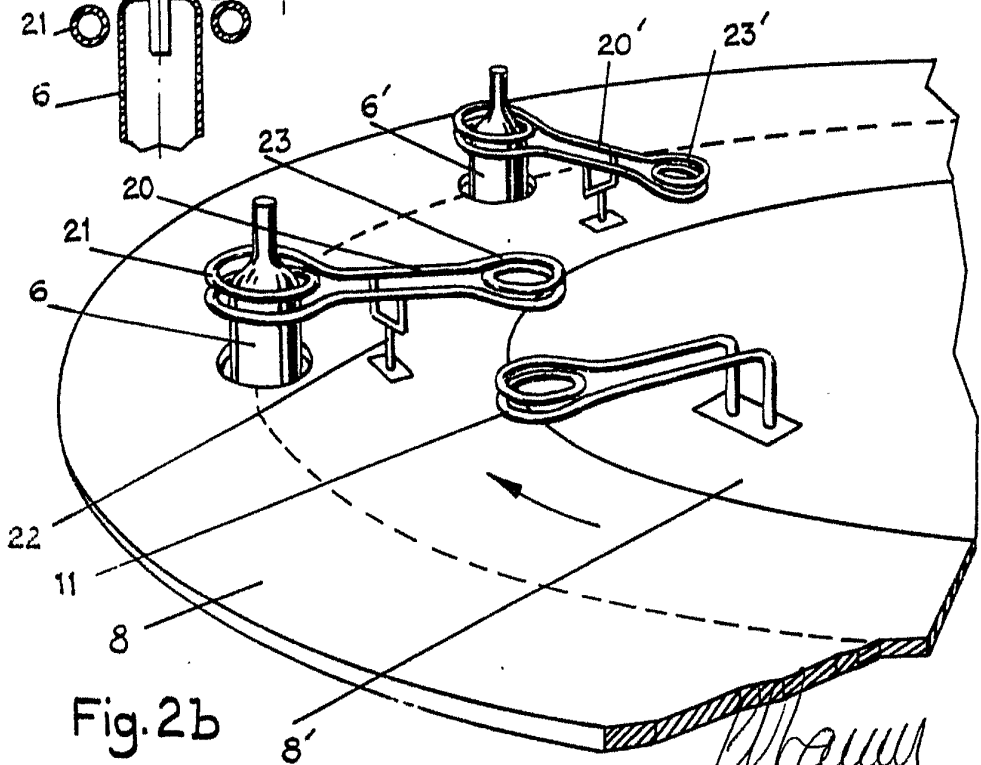
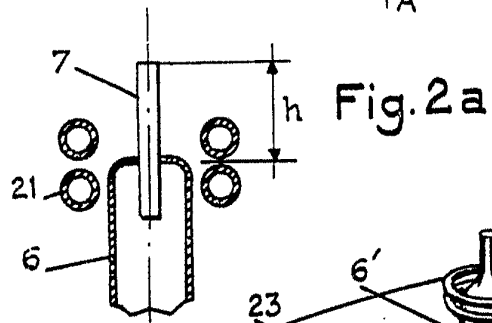


Fig. 2b

Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
 Secretario General

2/1

STANDARD ELECTRICA, S. A.

