

227701



P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED - de nacionalidad  
norteamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.), 195

Broadway,

per:

"Aparato de descarga en atmósfera gaseosa"

-----:oOo:-----

M e m o r i a   D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a aparatos de descarga en  
atmósfera gaseosa, y más concretamente a los aparatos de  
este tipo especialmente adecuados para uso en redes de con-

227701<sup>13</sup>



mutación.

En redes de conmutación de descarga gaseosa, del tipo descrito en la patente de los Estados Unidos de Bruce-Straube 2.684.495, de 20 Julio 1954, dos características convenientes son una elevada tensión de ruptura, para que el margen entre una ruptura del aparato y las tensiones de sosten sea amplio, y la estabilidad de la tensión de ruptura. Para conseguir una tensión constante de ruptura, a pesar de variaciones de distancia entre diferentes aparatos de la red y variaciones de la tensión gaseosa en un aparato a causa del funcionamiento de éste, se ha propuesto hacer funcionar tales aparatos al mínimo Paschen de tensión de ruptura: presión por curva de distancia; el mínimo Paschen, o mínimo pd de la curva de Paschen, como se denomina algunas veces, es la tensión mínima de ruptura aplicable para efectuar una descarga en el aparato. En el mínimo Paschen, la curva pd tiene un declive pequeño, de modo que ligeras variaciones de la presión gaseosa en el intersticio ánodo-cátodo no afectan al valor de la tensión de ruptura. La estabilidad de esta tensión se puede obtener fácilmente dentro de límites satisfactorios.

Sin embargo, como queda indicado, esta es la tensión mínima de ruptura aplicable al aparato, y, por tanto, la estabilidad de tensión de ruptura se ha obtenido sacrificando otra característica conveniente para el funcionamiento de redes de conmutación con aparatos de descarga gaseosa, a saber, una tensión elevada de ruptura. En consecuencia, se ha propuesto también hacer funcionar el aparato con un pd mayor, y concretamente con un intersticio principal mayor, a fin de aumentar la tensión de ruptura; pero en esos otros puntos de la curva pd, ligeras variaciones de separación en-



tre aparatos o en la presión dentro de un aparato determi-  
nado, por efecto de una anterior descarga en el mismo, dan  
ocasión a grandes variaciones en el potencial de ruptura re-  
querido para encender la válvula, por ser grande el declive  
5 de la curva en tales puntos.

Es posible determinar la distancia inicial entre ánodo  
y cátodo con gran exactitud para una tensión de ruptura  
dada conveniente. Esto puede lograrse utilizando un ánodo de  
alambre colocado con su punta o extremo opuesto y frontero al  
10 cátodo hueco, y bombardeando iónicamente el extremo del ánodo  
para corroerlo mientras se mantiene una descarga considerable  
entre el cátodo y un ánodo auxiliar de envejecimiento dispues-  
to en el aparato. Esta corrosión se interrumpe periódicamen-  
te para medir la tensión de ruptura del intersticio principal,  
15 a fin de comprobar si la distancia entre ánodo y cátodo se ha  
reducido a la proporción adecuada.

La distancia entre ánodo y cátodo puede determinarse  
también al principio durante la fabricación del aparato en  
distinta forma, conocida en la especialidad, por ejemplo, me-  
20 diante calibrado mecánico y mediciones ópticas. Es conve-  
niente elegir la distancia entre ánodo y cátodo, el tamaño  
del cátodo y la presión gaseosa de modo que se obtenga una  
característica de resistencia negativa estable dentro de los  
límites de corriente y de frecuencia a que se intenta emplear  
25 el aparato en la red de conmutación.

Sin embargo, aunque las distancias iniciales entre  
el ánodo y el cátodo principales de los distintos aparatos  
de la red se determinen con gran precisión para obtener la  
misma tensión de ruptura en todos los aparatos, diversos apa-  
30 ratos de la red pueden tener en un momento dado una tensión  
de ruptura más baja que la de otros. Esto ocurre por el ca-



5 lentamiento localizado del cátodo del aparato a causa de la  
descarga. El calentamiento del cátodo, a su vez, calienta  
el gas más próximo, y por lo tanto el gas del intersticio  
ánodo-cátodo, reduciendo así la densidad del gas y la pre-  
sión gaseosa en el intersticio. Como la tensión de ruptura  
del aparato viene determinada por el producto de la presión  
por la distancia, una variación de presión en el intersti-  
cio principal puede afectar a la tensión de ruptura tan se-  
riamente como una variación de la distancia entre cátodo y  
10 ánodo en el intersticio.

Especialmente el calentamiento del gas en el inters-  
ticio por obra de la descarga, reduce la tensión de ruptura  
requerida para el aparato. Como este calentamiento se pro-  
duce mientras en el aparato se desarrolla una descarga, no  
15 se ha considerado grave en general. Sin embargo, en redes  
de conmutación con aparatos de descarga gaseosa, puede uti-  
lizarse un aparato en una conexión o línea subsiguiente de  
la red inmediatamente después de extinguirse una descarga  
precedente en el aparato, y antes de que el gas haya podido  
20 enfriarse y volver la tensión de ruptura de la válvula a su  
valor primitivo más alto.

Si hay que establecer una nueva conexión a través  
de una red de conmutación después de interrumpir una con-  
exión anterior, pero antes de que los aparatos empleados en  
25 esa conexión hayan podido enfriarse, esta conexión se esta-  
blecerá preferentemente por estos aparatos, dotados de ten-  
siones más bajas de ruptura. Entonces se producirá en la  
red un "sureco" ya que las conexiones preferirán siempre pasar  
por unos pocos aparatos de la red, a causa de sus menores  
30 potenciales de ruptura, en lugar de pasar equitativamente  
por todos los aparatos sobre una base estadística. Esto hace



que los aparatos de la red no se utilicen por igual, con el resultado de que algunos aparatos se quemarán pronto, mientras que los demás no se emplean.

5 Otra dificultad que en este caso se produce cuando la tensión de ruptura de los aparatos empleados inmediatamente antes en otras conexiones o líneas es menor, es la posibilidad de que se establezcan líneas o trayectos falsos por efecto de los márgenes degradados en la red. Para asegurarse contra estas falsas líneas, todos los componentes y tensiones utilizados en la red se mantienen con escasas tolerancias, de modo que el máximo apilamiento no haga aparecer 10 tensiones impropias en los aparatos, cuyas tensiones se aproximen a la tensión de ruptura de un aparato que no debe funcionar al establecer una conexión, por ejemplo, un aparato 15 que tenga un borne conectado a una conexión existente ya en la red. Sin embargo, si la tensión de ruptura de un aparato disminuye, como se ha descrito antes, y se produce una culminación adversa máxima de tolerancias, pueden formarse líneas o trayectos falsos. Esto se puede evitar ampliando 20 los márgenes, reduciendo las tolerancias admisibles, y disminuyendo el número de grados o pasos; pero, como se comprende fácilmente, cada uno de éstos medios se traduciría en un sacrificio considerable de economía y eficacia en el funcionamiento de la red.

25 Un objeto de este invento es proporcionar un aparato perfeccionado de descarga en atmósfera gaseosa, y concretamente un aparato de estas condiciones para funcionar a un mínimo distinto del de Paschen.

30 Otro objeto de este invento es mantener constante la tensión de ruptura de un aparato de descarga gaseosa, con independencia del funcionamiento anterior del aparato.



Otro objeto más de este invento es evitar que uno o varios aparatos de descarga empleados en una red de conmutación se utilicen con exceso en conexiones establecidas dentro de la red. Así, el invento se propone hacer posible, en una red de conmutación con aparatos de descarga gaseosa, establecer conexiones que utilicen por igual los diversos aparatos disponibles con cualquier línea o trayecto entre dos puntos de la red.

Otro objeto más de este invento es proporcionar un aparato de descarga gaseosa en el que la tensión de ruptura es independiente del estado anterior de conducción o no conducción del aparato.

Estos y otros objetos del invento se consiguen, en un ejemplo específico de realización, en el que un aparato de descarga gaseosa comprende un cátodo hueco y un ánodo dispuesto frente al mismo y que define un entrehierro o intersticio, y el cátodo, el intersticio y la presión son tales que el aparato presenta una característica de resistencia negativa estable y útil. El cátodo va montado sobre un soporte bimetálico, construido de manera que, cuando la descarga calienta el cátodo, las variaciones de densidad del gas en el intersticio ánodo-cátodo serán compensadas por apartarse el cátodo del ánodo, aumentando así la anchura del intersticio. De este modo, la tensión de ruptura se mantiene constante, por seguir siendo constante el producto  $pd$ .

El calentamiento del cátodo, y por tanto, la disminución de la presión gaseosa en el cátodo, pueden determinarse para una corriente dada de descarga, y calcularse entonces el aumento del intersticio. En consecuencia, el elemento térmicamente reactivo que soporta el cátodo puede construirse fácilmente para una característica térmica, de modo



que proporcione justamente la cantidad de separación entre cátodo y ánodo adecuada para esta disminución de la presión gaseosa en el cátodo, o, si se quiere, para compensarla ligeramente en exceso.

5 Una característica de este invento consiste en que el cátodo de un aparato de descarga gaseosa vá montado en un elemento térmicamente reactivo, construído de modo que el apartamiento del cátodo compense directamente la variación de presión gaseosa junto al cátodo, a fin de evitar que disminuya la tensión de ruptura del aparato por obra de una reducción de la presión gaseosa junto al cátodo.

10 Otra característica de este invento es que la tensión de ruptura de un aparato de descarga eléctrica que funciona a un mínimo distinto del  $p_d$  de la curva de Paschen se mantiene constante al variar la presión en el intersticio ánodo-cátodo por calentarse el cátodo a causa de la descarga, montando para ello el cátodo sobre un soporte bimetalico con una característica tal que el movimiento del cátodo con relación al ánodo compense exactamente el cambio de presión en el intersticio ánodo-cátodo.

20 Se comprenderá bien este invento y las citadas u otras características del mismo examinando la siguiente descripción detallada, con referencia a los planos adjuntos, en los cuales:

25 La figura 1 es una gráfica que representa, para un aparato determinado que se ha tomado como ejemplo, una curva de Paschen de tensión de ruptura en función del producto presión por distancia. En esta figura, las ordenadas representan la tensión de ruptura  $V_{BD}$  en voltios y las abscisas representan el producto  $p_d$  de la presión en mm. por la distancia en mils.

30



La figura 2, es una perspectiva de un ejemplo de realización de este invento, con parte de la cubierta o envolvente suprimida para exponer claramente los elementos del interior.

5 La figura 1 es una gráfica típica de ruptura por tensión  $V_{BD}$  en función del producto presión por distancia  $pd$ . La parte continua -10- de la curva puede determinarse experimentalmente con gran facilidad manteniendo constante la presión gaseosa y variando la distancia entre cátodo y  
10 ánodo. A cierta presión y distancia correspondientes al punto -15- en la figura 1, se produce ruptura cuando la tensión aplicada es bastante alta para que cada electrón que cruza el intersticio produzca suficientes ionizaciones y excitación en el mismo para dejar libre otro electrón en el  
15 cátodo.

Quando el ánodo se acerca más al cátodo, una tensión dada que se aplique produce un campo eléctrico mayor, y aumenta el efecto útil de la ionización; por tanto, disminuye la tensión necesaria para producir ruptura. Al disminuir  
20 más la distancia, se obtiene una tensión mínima de ruptura en el punto -11-, que se designa a menudo por mínimo Paschen o  $pd$ ; en este punto, la distancia entre electrodos es todavía bastante grande para permitir un número suficiente de colisiones o impactos en el intersticio, y el campo eléctrico es elevado en el cátodo.  
25

Si se reduce aún más la distancia, el número de impactos que un electrón puede ocasionar al pasar del cátodo al ánodo disminuye suficientemente para compensar la ayuda de la mayor fuerza de campo en el cátodo, con lo que aumenta la  
30 tensión de ruptura. Así lo indica la porción discontinua -12- de la curva. Este segmento de la curva es difícil de

227701

13 MAR



encontrar experimentalmente, pues los electrones prefieren  
atravesar un espacio mayor del cátodo al dorso del ánodo o  
al alambre que lo soporta, de modo que no es definida la  
distancia efectiva  $d$ ; sin embargo, se puede medir empleando  
5 líneas geométricas que limiten esos trayectos mayores. Con  
elementos geométricos usuales, la tensión efectiva de ruptu-  
ra con estos valores bajos de  $pd$  se indica mediante la por-  
ción punteada -13- de la curva, y no sube tanto como sugie-  
re la teoría, a causa de esos trayectos mayores en torno al  
10 ánodo.

La tensión de ruptura depende asimismo del gas utili-  
zado y del material del cátodo, así como del producto pre-  
sión por distancia. En los aparatos para los cuales se tra-  
zó esta curva, como se describe más ampliamente después, se  
15 hizo uso de un cátodo de molibdeno, y el aparato se llenó de  
neón.

En la figura 1 se puede apreciar fácilmente que un  
método de conseguir una tensión de ruptura bastante estable  
es hacer funcionar el aparato al punto de mínimo  $pd$  -11-,  
20 pues el descenso de presión a causa del calentamiento del  
cátodo hará seguir a la tensión de ruptura el segmento de  
puntos -13- de la curva. Sin embargo, este modo de abordar  
el problema de mantener constante la tensión de ruptura re-  
quiere que ésta sea mínima, lo cual puede resultar muy incon-  
25 veniente. Por tanto, es preferible que el aparato funcione  
en un punto a la derecha del mínimo  $pd$ , que puede ser el pun-  
to -15-, con una tensión de ruptura bastante mayor que la del  
mínimo Paschen; en las formas de realización a que corres-  
ponde esta gráfica, la tensión de ruptura con el mínimo Pas-  
30 chen es de 190 voltios, y la conveniente en el punto -15- es  
de 220 voltios, lo que supone un aumento de 30 voltios.



5 Sin embargo, una reducción de la presión gaseosa junto al cátodo hará disminuir el producto  $pd$ , de modo que la tensión de ruptura puede estar en un punto más bajo de la curva -10-, como el punto -16-, donde la tensión de ruptura es sólo de 200 voltios, lo cual constituye un descenso de 20 voltios con relación a la de la válvula en frío.

10 De conformidad con este invento, se obtiene un aparato de descarga gaseosa que mantiene constante el producto presión por distancia, de modo que el punto de ruptura del aparato se halla siempre en el punto -15- del dibujo, tanto si el aparato ha funcionado antes como si no lo ha hecho. Un ejemplo particular de este invento se expone en la figura 2, y comprende un ánodo de alambre -20- montado dentro de una envoltura de vidrio sobre un conductor de soporte  
15 -22-. El ánodo se dispone con su punta o extremo hacia un cátodo hueco -24-, que puede estar arrollado en hélice, según la figura, si bien pueden emplearse con ventaja otros tipos de cátodo hueco. Las dimensiones del cátodo -24-, la distancia entre cátodo y ánodo, y el gas y su presión, pueden ser ventajosamente tales que el aparato tenga una característica de resistencia negativa estable dentro de un margen útil de corriente y de frecuencia. Como pueden emplearse diversos tipos de cátodos, este invento no debe considerarse limitado por ninguna configuración particular de los  
20 mismos.  
25

30 La base del cátodo se fija, por ejemplo, mediante soldadura, junto a un extremo de una tira bimetalica compuesta de placas -26- y -27-. Si se quiere, uno de los extremos de la espiral del cátodo puede estar dirigido hacia abajo y fijarse a la tira bimetalica; sin embargo, la conducción térmica desde el cátodo a la tira resulta mejor es-



5 tableciendo un buen trayecto térmico entre ambos. La tira  
bimetálica se fija cerca de su extremo opuesto, por ejem-  
plo, mediante soldadura, a un conductor de soporte -28- del  
cátodo. El cátodo -24- y el conductor de soporte -28- se  
se pueden sujetar al mismo lado o a lados opuestos de la  
tira bimetálica. De conformidad con un aspecto de este in-  
vento, las dos placas -26- y -27- que comprende la tira  
o elemento bimetálico se disponen de modo que el calenta-  
miento de las placas al calentarse el cátodo -24- las fle-  
10 xionará, apartando más el cátodo -24- del ánodo -20-. En  
un ejemplo particular de realización, la placa -26- era de  
molibdeno, aproximadamente de 0,25 x 1,25 x 0,46 mm., y la  
placa -27-, de níquel, y de iguales dimensiones.

15 El funcionamiento del soporte bimetálico para com-  
pensar el cambio de presión se puede apreciar fácilmente  
examinando el ejemplo específico. En éste, el ánodo era un  
alambre de molibdeno de 0,125 mm., con su punta al princi-  
pio, o sea en frío, a 0,3 mm. o 12 milésimas de pulgada (mils.)  
del cátodo hueco -24-, que era de molibdeno. La envoltura  
20 estaba llena de neón, a 100 mm. de presión. Por consiguien-  
te, el producto  $p_d$  en frío era de 1200 milímetros-mils, lo  
que corresponde al punto -15- de la curva -10-, con una ten-  
sión de ruptura de 220 voltios. En estado frío, la tempe-  
ratura del cátodo -24- y de la cubierta -21- era de 25°C.

25 En un aparato de descarga gaseosa de este tipo, se-  
gún los métodos antiguos, y sin un montaje compensatorio del  
cátodo, inmediatamente después de funcionar con una corrien-  
te de descarga de 0,010 amperios las características serían  
las siguientes: temperatura del cátodo, 250°C; temperatura  
30 media de la cubierta, 75°C, con disminución de la presión  
en el cátodo. Esta presión se puede calcular por la expre-

1.3 M



227701

sión:

$$P_{\text{cat.}} = \frac{\text{Temperatura de la cubierta } (^{\circ}\text{K})}{\text{Temperatura del cátodo } (^{\circ}\text{K})} = P_{\text{relleno}} \quad (1)$$

En este caso específico, la expresión (1) es:

5

$$P_{\text{cat.}} = \frac{348}{525} \times 100 = 67 \text{ mm.} \quad (2)$$

En consecuencia, el producto pd es 67 x 12 o sólo 800 mm-mils. Esto corresponde al punto -15- de la curva -10-, y a una presión de ruptura de 200 voltios.

10

En aparatos de descarga gaseosa conforme a este invento, con montaje compensatorio del cátodo, éste se dispone, sin embargo, de modo que se aparte del ánodo a fin de aumentar la distancia intermedia d justamente lo necesario para mantener constante el producto pd. En consecuencia, en este ejemplo, el pd de la válvula fría es:

15

$$\underline{pd} = 100 \times 12 = 1200 \text{ mm-mils.} \quad (3)$$

y, por tanto, el intersticio d en caliente debe ser:

20

$$d = 1200/67 = 18 \text{ mils.} \quad (4)$$

donde la presión gaseosa en el cátodo es de 67 mm., según se ha calculado antes. Es decir, que el soporte bimetalico debe dar un movimiento de 6 mils. cuando la válvula ha funcionado a 0,010 amperios.

25

Este ejemplo se puede resumir como sigue:

30

	En frío		En caliente
		Método anterior	Montaje compensatorio del cátodo.
Espacio ánodo-cátodo = <u>d</u>	12 mils	12 mils	18 mils
Presión de relleno	100 mm.	100 mm.	100 mm.
Presión del cátodo	100 mm.	67 mm.	67 mm.

227701

13 M



Tensión de ruptura	220 v.	200 v.	220 v.
Temperatura del cátodo	25°C.	250°C.	250°C.
Temperatura de la cubierta	25°C.	75°C.	75°C.
Corriente de descarga	0 amp.	0,010 amp.	0,010 amp.

5

Aunque se ha expuesto y descrito un tipo particular de soporte térmicamente compensatorio a base de metales determinados, debe entenderse que es posible utilizar diversos otros tipos de tales soportes. Además, la cantidad de movimiento exactamente necesario para compensar el cambio de presión en el intersticio ánodo-cátodo dependerá, como es natural, del aparato particular, la corriente de régimen, la presión gaseosa primitiva y el aumento de temperatura en el cátodo por efecto de la descarga.

10

15

En la forma de realización descrita, el elemento bimetalico se ha dispuesto exactamente para compensar el cambio de presión, con objeto de que la tensión de ruptura se mantenga constante. En ciertas aplicaciones puede convenir, no obstante, compensar algo en exceso, dando así una preferencia inicial en la red al empleo de aparatos no utilizados inmediatamente antes en una conexión a través de la red. Además, disponiendo los diversos aparatos de modo que estén ligeramente compensados en exceso, el trazado podrá ser menos riguroso. A la inversa, en ciertos montajes puede ser satisfactorio que la compensación proporcionada por la disposición térmica del cátodo sea algo menor de la necesaria exactamente.

20

25

30

En ciertas aplicaciones pueden encontrarse condiciones de temperatura muy adversas. Si la temperatura ambiente aumenta de modo apreciable, se moverá el cátodo, a causa de su soporte reactivo al calor, lo cual obedece a este aumento de la temperatura ambiente y no a una variación de la



temperatura local por la descarga luminiscente en el cátodo. Sin embargo, las variaciones de la temperatura ambiente no afectan a la densidad del gas, ni, por tanto, a la tensión de ruptura. Por consiguiente, si se encuentran variaciones grandes de la temperatura ambiente, el ánodo puede montarse también en un elemento térmicamente sensible, idéntico al que sustenta el cátodo, de modo que aquél se mueva siguiendo al cátodo, evitándose así cambios de la temperatura ambiente que afecten a la característica de tensión de ruptura apetecida.

-----: N O T A :-----

Se reivindica como objeto de esta patente:

1.- Aparato de descarga en atmósfera gaseosa apropiado para funcionar en condiciones en que la tensión de ruptura entre el ánodo y el cátodo varía substancialmente al cambiar la presión, caracterizado por comprender un elemento termosensible que soporta el cátodo y lo mueve apartándolo del ánodo o acercándolo a él, cuyo elemento tiene una característica térmica tal que el cambio de distancia entre el cátodo y el ánodo compensa la tendencia a cambiar la tensión de ruptura, por efecto de una variación de presión en el intersticio ánodo-cátodo al calentarse el cátodo por efecto de la descarga luminiscente.

2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento termosensible comprende un montaje bimetalico para el cátodo.

3.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque el montaje bimetalico comprende una pieza de molibdeno y otra de níquel.

4.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque el cátodo es de molibdeno, y la pieza de molibdeno del



montaje bimetalico, está fijada al cátodo.

5 5.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el cátodo comprende un elemento hueco que proporciona una luminiscencia notable frente al cátodo.

6.- Aparato según la reivindicación 5, caracterizado por un ánodo de alambre colocado con su extremo frente a la cavidad del cátodo hueco, y dirigido hacia la misma.

10 7.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las características térmicas del elemento termosensible son tales que el producto de la presión gaseosa por la distancia entre ánodo y cátodo permanece constante al cambiar la presión gaseosa.

15 8.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las características térmicas del elemento termosensible son tales que el producto de la presión gaseosa por la distancia aumenta a medida que disminuye la presión gaseosa.

9.- Aparato de descarga en atmósfera gaseosa.

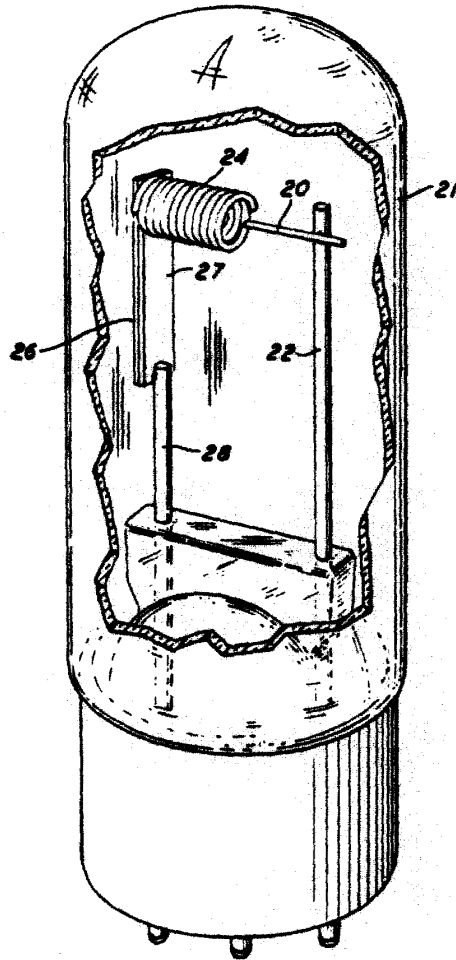
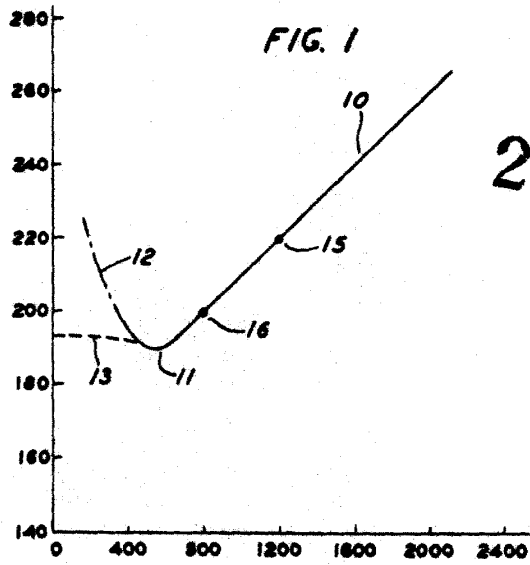
20 Esta memoria consta de quince páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 13 MAR. 1956

JOSÉ M. BOUÏER  
P. P.



227701



P.A.  
JOSE M. BOURBON  
P. E.