

mc/

Hebenstreit - Pierce

Caso 2 - 48.

186258

= 4 DIO



186258

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 195 Broadway, New York 7, NEW YORK

por:

" Aparato de descarga electrónica ".

-----:OOO:-----

M e m o r i a   D e s c r i p t i v a

El presente invento se refiere a la amplificación de ondas eléctricas por medios electrónicos, con fines tales como producir ondas o amplificar ondas que se reciben. El invento tiene aplicación particular al campo de las ondas ultracortas o micro-ondas, pero no se limita al mismo, pues tam-



bién puede usarse para ondas mas largas.

Uno de los principales objetos del invento es conseguir incremento o amplificación en un espacio de descarga electrónica por reacción entre electrones que recorren dicho espacio a velocidades diferentes.

5

Un objeto afín del invento es producir una onda de carga espacial con atenuación negativa. Dicho de otro modo, este objeto del invento es producir ondas de carga espacial que aumentan en amplitud a medida que avanzan en un espacio de descarga.

10

Otro objeto consiste en conseguir amplificación en un trayecto de convección electrónica sin necesidad de reacción entre un raudal de electrones y un conductor, guía o elemento cualquiera portador de corriente.

15

Otro objeto es conseguir amplificación por reacciones entre raudales distintos de electrones con distinta velocidad, o entre partes componentes de una corriente electrónica de diferente velocidad.

20

Son características del invento el nuevo método y los nuevos medios de amplificación por el uso de dos o más raudales o chorros de electrones o de componentes de corriente electrónica con distinta velocidad, como resultado de reacciones que se desarrollan entre dichos chorros o sus componentes mientras recorren un espacio evacuado o en el que se ha hecho el vacío.

25

Otras características del invento comprenden: una mayor ganancia o amplificación en bandas amplias; mejor funcionamiento de amplificadores y osciladores de onda corta, simplificación de aparatos y amplificación efectiva de ondas del orden de centímetro y milímetro.

30

El invento, aunque hace uso de varias caracterís-



5 ticas y componentes de los aparatos modulados en velocidad y de los tubos de onda progresiva, se considera comprensivo de un principio de funcionamiento fundamentalmente nuevo, basado en el descubrimiento de una onda de carga espacial con atenuación negativa, que resulta existir cuando dos corrientes de electrones de suficiente densidad y velocidades algo distintas fluyen adyacentes en un espacio de carga evacuado. Por onda de carga espacial con atenuación negativa se entiende la que crece en amplitud a medida que avanza.

10 En amplificadores que emplean modulación de velocidad para cambiar las relaciones de posición de los electrones en la dirección longitudinal de la corriente, con un espacio de deriva en el que pueden arracimarse, la amplificación se logra colocando un circuito sintonizado (por ejemplo, cavidad resonante) en un punto tal del recorrido que los electrones agrupados se muevan por el campo del circuito en contrafase con la onda electromagnética del circuito. La reacción entre la onda que fluye en el circuito y los electrones agrupados retarda el avance de estos últimos, y absorbe así parte de su energía, con lo que aumenta la amplitud de la onda en el circuito.

25 En tubos ordinarios de onda progresiva, tiene efecto una reacción continua entre un chorro o raudal de electrones y el campo de una corriente que pasa por un trayecto de transmisión paralelo al chorro, siendo tales las relaciones de fase entre la corriente de convección en el chorro y la corriente que pasa por el trayecto adyacente, que ocasionan transporte de energía del chorro a la corriente del trayecto de transmisión, en razón directa con la distancia a lo largo de dicho trayecto. En este proceso se retarda también el movimiento de avance de los electrones.

- 4 186258

= 4 D1



5 En estos dos tipos de amplificadores hay una conversión de la energía cinética de los electrones del chorro en la energía electromagnética de una corriente que circula por un resonador, conductor, guía o elemento análogo. Esta acción participa del carácter de un proceso a la vez mecánico y electromagnético. Tanto si un electrón del chorro aumenta la tensión a través de un intersticio del circuito como si acelera el movimiento de cargas a lo largo de un conducto (es decir, aumenta la corriente), la reacción se produce sobre la 10 energía eléctrica almacenada (capacidad) y la energía magnética almacenada (inductancia) del circuito. En tales sistemas, las energías eléctrica y magnética almacenadas son iguales.

15 En contraste con todos estos tipos de amplificación que suponen una combinación de acciones mecánica y electromagnética, el presente invento consigue amplificar por una acción que puede conceptuarse de naturaleza electromecánica. Se cree que por vez primera se ha producido mediante este invento una onda electromecánica o de carga espacial que se propaga a través de un espacio evacuado o vacío con una amplitud 20 que aumenta con la distancia del recorrido. Se utilizan dos chorros de electrones o componentes de chorro de diferentes velocidades. La amplificación tiene efecto en la onda, dentro de los mismos chorros de electrones por reacciones entre éstos, mientras que no se había logrado amplificar hasta ahora, 25 sino por reacción con un conductor, guía o elemento análogo. En la amplificación que sólo supone acción electromecánica, el lugar de la inductancia o energía magnética acumulada, tan esencial para los citados tipos de amplificadores de ondas con 30 modulación de velocidad y ondas progresivas, está ocupado por la masa de electrones. Hay campos magnéticos, pero la energía



magnética acumulada es mucho menor que la eléctrica, y no desempeña un importante papel.

Desde este último punto de vista, puede decirse que el presente invento comprende un par de chorros de electrones (de velocidad igual o distinta), ambos modulados por la misma señal (ya se module la velocidad de los electrones o la corriente de convección, o ambas; y ya se modulen ambos chorros por separado o uno de ellos por influencia del otro), y acoplados eléctricamente (bien por su proximidad mutua, o de otro modo) en numerosos puntos, de modo que el lapso de tránsito de los electrones de un chorro entre dos puntos de acoplamiento sea diferente de lo que tardan los electrones del otro chorro en pasar de uno de tales puntos al otro. En tales circunstancias, cuando se imprime una señal en uno o en ambos chorros, las corrientes de convección de los dos chorros de electrones no estarán en fase, sino en cierto ángulo de fase entre sí, y este ángulo de fase producirá un transporte de energía cinética de un chorro de electrones al otro, y un aumento en amplitud del componente alterno de la corriente de convección de ambos chorros.

Después de haberse producido amplificación en los chorros de electrones, se necesita algún elemento de circuito para llevar la energía a un circuito o sistema en el que haya de usarse. Por ejemplo, con este objeto puede usarse un resonador. Pero este resonador es simplemente un transductor de una especie de onda (electromecánica) del chorro de electrones a otra (electromagnética) del circuito de salida, y no es un componente esencial para producir amplificación. Esto puede apreciarse por el hecho de que cuando se utiliza el tipo de amplificación del invento para

186258



lograr oscilaciones autoexcitadas, el aparato oscilará por muy pequeña que sea la impedancia del resonador o los resonadores empleados para eliminar las oscilaciones o remodelar los chorros.

5

La amplificación obtenida por el invento puede calificarse, por consiguiente, de acíclica, pues se produce en las ondas de los chorros y sin reacción del raudal de electrones con resonadores, líneas de transmisión o elementos análogos.

10

En aparatos que utilizan un solo chorro de electrones, como sucede en el amplificador modulado en velocidad, hay una onda de carga espacial (electromecánica) que avanza a lo largo del chorro, pero sin mostrar incremento alguno.

15

Análíticamente considerado, hay dos ondas inicialmente fuera de fase para corriente de convección, y en fase para modulación de velocidad. Al avanzar por el raudal de electrones, una de ellas alcanza a la otra, y se ponen en fase para corriente de convección, y fuera de fase para modulación de velocidad. Ninguna de las ondas aumenta con la distancia. Para obtener amplificación son esenciales resonadores de gran impedancia que actúen de consumo con el chorro de electrones.

20

En el tubo amplificador de doble chorro del invento, que en una de sus formas puede comprender un resonador o solenoide corto junto al cátodo, para modular en velocidad el chorro, y otro resonador o solenoide corto junto al otro extremo del tubo para eliminar la potencia, puede conseguirse incremento por muy baja que sea la impedancia de estos resonadores (o solenoides), como se dijo en el caso del oscilador. Basta con hacer bastante largo el espacio entre los resonadores de entrada y salida u otros factores de acoplamiento, puesto que

25

30

la amplificación se produce en las ondas dentro del chorro de

- 4 DIC



186258

5 electrones. Es cierto que con resonadores u otros aparatos de acoplamiento con mayor impedancia puede ser superior la eficacia, lo que permitirá emplearlos en la práctica, pero puede conseguirse incremento a pesar de su impedancia. Cada chorro de electrones reacciona con el otro, y no con la onda electromagnética de un circuito, para producir amplificación.

10 Una peculiaridad del uso de dos chorros para conseguir amplificación es la de que no se obtiene ninguna amplificación a menos que la densidad de corriente en los chorros exceda de un mínimo definido. El motivo no se explica claramente por ahora, pero esto es una prueba de cierta diferencia fundamental entre la clase de reacción electromecánica de que se sirve este invento y la reacción entre un raudal de electrones y una corriente eléctrica que se emplea para  
15 amplificar en los aparatos conocidos, como tubos de onda progresiva y sus análogos. La onda de carga espacial del amplificador de doble chorro del invento, a niveles bajos, aumenta exponencialmente con la distancia a lo largo de los chorros.

20 Hasta ahora se ha tropezado con dificultad el tratar de amplificar con ondas muy cortas, para lograr un buen circuito con escasa pérdida y para acercar el chorro de electrones al circuito hasta obtener un acoplamiento adecuado, sin perder electrones por chocar con el circuito. Estas dificultades se superan en el aparato del invento, pues, en realidad,  
25 uno de los haces funciona como "circuito" respecto al otro, se evitan pérdidas por resistencia, y puede conseguirse un estrecho acoplamiento sin colisión mezclando los chorros de diferente velocidad.

30 En la descripción detallada que sigue se indicará el modo de calcular las dimensiones de amplificadores de acuerdo con este invento, a base de los principios fundamentales ex-



186258

5 puestas antes en general, y se expondrán diseños y estructuras ejemplares de tubos o válvulas para la realización del invento. Como es de esperar que el concepto básico del invento se encuentre adaptado para ejecución y empleo en una amplia variedad de formas constructivas, las estructuras particularmente presentadas aquí no deben considerarse en sentido de limitación, sinó simplemente a título de ejemplos.

En los dibujos adjuntos representan:

10 La fig. 1, una sección longitudinal de un amplificador según el invento, en una forma de realización.

La fig. 2, una sección transversal del aparato de la figura 1, por la línea 2-2.

La fig. 3, una sección longitudinal de otra forma de ejecución del amplificador del invento.

15 La fig. 4, y la 4A, vistas similares de otras formas de realización del invento.

La fig. 4B, un detalle de la estructura de cátodo blindado que se emplea en los aparatos de las figuras 4 y 4A.

20 Las figs. 5 a 7, variantes en la estructura de cátodo conforme al invento.

Las figuras 8 a 12, diversos artificios aplicables para separar el chorro más rápido del más lento, antes de retirar las ondas de salida.

25 La fig. 13, un acoplamiento de salida que puede sustituir al de la figura 3, a la derecha de la línea x-x, y

Las figs. 14 a 16, gráficas a que se alude en la descripción del procedimiento diseñado.

30 En las figuras 1 y 2, se hace el vacío en el recinto cilíndrico alargado -10- y se dispone en su extremo izquierdo un cátodo central -11- y un cátodo anular -12- que rodea al anterior. El cátodo -11- lleva en una de sus caras extre-



186258

mas un tubo metálico -13-, dentro del cual hay un carrete de calefacción -14-. El cátodo -12- está formado en el extremo de un anillo -15- que presenta un borde replegado -16- por fuera, para dejar espacio al carrete de calefacción -17-.

5 Las superficies emisoras puede obtenerse revistiendo de manera adecuada las partes necesarias. Un conductor ordinario del cátodo -12- y un borne del carrete térmico -17- se pasan a través de una gota o cuenta de vidrio -19- al polo positivo de una batería -18-. Entre la gota -19-, el tubo -10- y

10 el conductor se efectúa un cierre hermético. Los otros conductores que se sacan por la base pasan asimismo a través de cierres de gota de vidrio. El borne opuesto del carrete -17- se conecta al otro lado de la batería -18-. Un borne del carrete térmico -14- se conecta a un lado de la batería -21-,

15 mientras el conductor del otro borne del carrete -14- y el cátodo -11- se conectan al lado opuesto de la batería -21-. Un electrodo cilíndrico -22- positivamente polarizado, concéntrico con los cátodos -11- y -12- y situado entre ellos, sirve para acelerar electrones procedentes de ambos cátodos,

20 y vá conectado a un punto -23- de la batería dividida, más positivo que ninguno de los cátodos. El cátodo -11- se hace más positivo que el cátodo -12- por la parte de la batería -30- comprendida entre la toma -24- y -18-.

La envoltura metálica -10- (por ejemplo, de cobre)

25 se conecta a un punto de la batería -30- de potencial aún más positivo que los cátodos, y un carrete -27-, que recibe corriente continua de una batería u otro origen apropiado, no incluido en el plano, ocasiona el enfoque magnético de los dos haces que salen de los dos cátodos. Un ánodo -28-, en

30 el extremo de la derecha, se conecta al punto más positivo de la batería -30-.



186258

Las partes enumeradas hasta aquí constituyen medios para proyectar a lo largo del tubo -10- dos haces concéntricos de electrones a distinta velocidad, siendo más lento el haz central, porque su cátodo -11- está a un potencial más positivo que el cátodo -12- del haz exterior. La tensión de arrastre de la corriente continua es, pues, mayor para el haz de fuera que para el de dentro. Esto proporciona la montura para crear una onda de carga espacial que se mueve de izquierda a derecha y crece en amplitud, siempre que ciertas cantidades alcancen las debidas magnitudes, a saber: 1ª, la diferencia de velocidad entre los dos chorros, y 2ª, la densidad de corriente en los chorros. Asimismo la distancia señalada para el recorrido de éstos debe ser de varias longitudes de onda a la frecuencia de la onda de carga espacial, y la amplitud de esta onda aumentará con la distancia hasta un límite asintótico.

Con objeto de aprovechar la onda de carga espacial para amplificar ondas aplicadas, deben disponerse medios a fin de modular uno de los chorros, o ambos, junto a su origen mediante la onda que ha de amplificarse, y para extraer la energía de la onda aplicada de uno o de los dos chorros junto al final de su recorrido. Estos medios pueden ser de varios tipos diferentes, algunos de los cuales se representan en las diversas figuras que han de describirse.

El órgano modulador ilustrado en la figura 1 comprende un solenoide de alambre -32- montado en varillas de loza -33- o en la cara interna de un cilindro de cerámica, y que abarca ambos chorros en un trecho próximo al comienzo de su recorrido. El conductor de entrada -34- se saca de un punto conveniente del solenoide a través de un condensador de acoplamiento -36- y una línea coaxial -37-, eligiéndose el punto

186258

- 4 D



de toma del solenoide y el tamaño del condensador -36- para  
igualar la impedancia entre el circuito externo de entrada y  
el solenoide. Al otro extremo del solenoide se dispone una  
terminación pareja, incluyendo material amortiguador -35-,  
que puede ser metal o carbón finamente dividido, en las va-  
rillas -33- de cerámica o en su superficie, junto a un extre-  
mo.

Si el solenoide es corto y la velocidad de propa-  
gación a lo largo de los chorros es próxima a la velocidad de  
éstos, por ejemplo, a la media entre ellos, ambos haces que-  
darán modulados en velocidad por las ondas de entrada. Si el  
solenoides es más largo y la velocidad de propagación por el  
mismo es igual a la de uno de los chorros, tal chorro queda-  
rá modulado en velocidad, y el otro no.

Los medios expuestos en la figura 1, para retirar  
la onda amplificada consisten asimismo en un solenoide -39-  
que rodea los chorros de electrones cerca del extremo de su  
recorrido. Está conectado similarmente al circuito externo  
-44-, que en este caso es el de salida, mediante una conexión  
de toma en el solenoide, un condensador de acoplamiento -40-  
y una línea coaxil -41-. El material amortiguador -42- sumi-  
nistra una terminación resistente en el otro extremo del so-  
lenoide.

Puede convenir acoplar el solenoide de salida -39-  
al chorro exterior solamente. Para ello, se hace el ánodo  
-28- en forma de varilla axial que atraviesa el solenoide in-  
terceptando el haz central antes de que entre en aquél. El  
electrodo -28- lleva un resalto -43- para interrumpir el haz  
exterior después de haber atravesado el solenoide.

En la figura 1, como en las siguientes, se han  
acusado los aspectos eléctricos del aparato más bien que los



- 13 186258



a lo largo del tubo -10-, y srea en el solenoide captor -39- una señal amplificada que se retira por la conexión de salida -44-.

5 La figura 3 expone otra forma de amplificador según el invento, en la cual, en este caso, las modulaciones deseñales u otras se imprimen en el chorro central de dos chorros concéntricos. El cátodo para el chorro central se indica en -11-, y en -12- el cátodo anular para el chorro exterior. Un carrete de calefacción -14- sirve al cátodo -11- y recibe corriente de la batería -18-, y un carrete de calefacción -17- calienta el segundo cátodo y recibe corriente térmica de la batería -21-. Parte de la batería dividida -30- se incluye entre las conexiones a los dos cátodos, dispuestas en un terminal del respectivo circuito de calefacción, y esta parte de la batería hace positivo el 10 cátodo -12- con relación al cátodo -11-. El más interno de los dos chorros es, por consiguiente, el más rápido. Como en el caso de la figura 1, hay un arrollamiento convergente o de enfoque -27-.

20 Una rejilla aceleradora -53-, polarizada positivamente con relación al cátodo -11-, sirve para acelerar el chorro interior. Otra rejilla aceleradora -54-, dispuesta al extremo del tubo cilíndrico alargado de metal -50-, sirve para acelerar ambos chorros; el tubo -50- está a una 25 tensión muy positiva, por su conexión con el extremo positivo de la batería -30-. Los dos chorros concéntricos se prolongan así a lo largo del tubo por dentro del cilindro -50-, con dos velocidades distintas.

30 En esta forma de realización, las variaciones de señales u otras de entrada se imprimen en el chorro interior por medio de la rejilla de control -52-, formada en una de

18625



las paredes de la cavidad resonante -45-. La señal modulante de entrada se aplica a la cavidad de resonancia a través del conductor coaxial -34-, -37-. La cavidad -45- se sintoniza a la frecuencia de las ondas incidentes.

5

En el extremo opuesto del tubo, la energía se extrae por medio de otra cavidad resonante -46-, que comprende una estrecha rendija entre la rejilla -55-, formada dentro de una pared de la cavidad, y la cara de la parte cilíndrica reentrante -56-.

10

La envoltura de vidrio -51- se expone como continuada por las dos cavidades resonantes -45- y -46-. Al construir el aparato pueden hacerse tabiques metálicos -47- dentro del tubo, con soldaduras de vidrio con metal, y de modo que sobresalgan un poco por fuera de la envoltura. Entonces pueden deslizarse canales circulares -48- por encima de los extremos del tubo, poniéndolos en contacto con los tabiques -47-, para formar las cámaras de resonancia -45- y -46-.

15

20

El funcionamiento del aparato de la figura 3 es parecido en general al que se ha descrito con relación a la figura 1. La señal de entrada en el conductor -34- se introduce en el resonador de entrada -45- y promueve diferencias de potencial entre el cátodo interior -11- y la rejilla de control -52-, modulando la velocidad y la corriente de convección de electrones del primer chorro. Se aplica un chorro exterior desde el cátodo -12-, y los dos chorros se proyectan a lo largo del tubo con diferentes velocidades. Uno de los chorros, o ambos, pasan por el intersticio -55-, -56-, y originan ondas amplificadas de salida en el resonador de descarga -46-, las cuales se retiran por la línea coaxial -41- -44-. El recorrido de las dos ondas abarca varias longitudes de onda, y la densidad de corriente y la diferencia de

25

30



1 8625 8

5 velocidad entre los dos raudales son suficientes para que se desarrolle una onda de carga espacial dentro del tubo cilíndrico -50-, la cual crece en amplitud con la distancia de recorrido, dando por resultado una amplificación de las ondas de entrada.

10 En la figura 4, la construcción es, en general, semejante a la expuesta en la figura 3, pero en este caso, en vez de haber un chorro interior rodeado por otro exterior, ambos chorros confluyen, mezclándose los electrones de uno con los del otro.

15 El raudal más veloz procedente del cátodo -11- se modula en rapidez mediante las dos rejillas -58- y -59- hechas en paredes opuestas de la cámara resonante de entrada -45-. El segundo chorro se origina en un cátodo de filamento -61-, montado en un escudo -62- provisto de orificio central. El filamento -61- puede formar una curvatura a través de este orificio, en la forma que representa la figura 4B. El escudo -62- se mantiene a potencial positivo con respecto al cátodo -11- y a la cavidad -45-. Este blindaje -62-, por consiguiente, obra como acelerador para los  
20 electrones procedentes del cátodo -11-. Al pasar el chorro del cátodo -11- por el orificio del escudo -62-, se añade al primer raudal el segundo, menos veloz, que sale del cátodo -61- y se introduce en aquél. La rejilla -54- acelera  
25 los dos chorros.

30 La construcción en el extremo de descarga del tubo es en esencia similar a la expuesta en la figura 3, y consiste en una cavidad resonante de salida -46- con una parte reentrante -56- que deja un estrecho intersticio -55-, -56-, en el que se capta la energía de las ondas amplificadas de señales al pasar por allí los electrones de ambos cho-

18625

- 4 DIC



rros.

Al funcionar el aparato, como en las figuras precedentes la densidad de corriente y la diferencia de velocidad se hacen suficientes, así como la longitud de recorrido, para amplificar las ondas de entrada por el desarrollo de una onda de carga espacial atenuada negativamente en el sentido de avance de los electrones.

La figura 4A representa una modificación de la construcción de la figura 4, en la que la cavidad de resonancia -45- está dispuesta para modular en velocidad ambos electrones. En este caso, se interpone la rejilla aceleradora -58'- entre los cátodos -11- y -61-, y se conecta al blindaje -62- para mantenerla a un potencial bastante más positivo que el cátodo -11-. La cavidad resonante está formada en parte por la rejilla -58- y otra rejilla -59- montada en el extremo del tubo de metal -50-, como la rejilla -54- de la figura 4. (La cavidad, según se expone, está polarizada al mismo potencial que el ánodo -56-). En otros aspectos, la construcción puede ajustarse a la figura 4.

Aunque la estructura de la figura 3 se funda más en la modulación de corriente de convección que en la modulación de velocidad, el invento comprende también el empleo de modulación de corriente de convección sin modulación alguna de velocidad. Así, en la estructura de la figura 4, haciendo el intersticio entre las rejillas -58- y -59- de tal longitud que el ángulo de tránsito a través del intersticio sea un número integral de ciclos, el haz recibirá modulación de corriente de convección, sin modulación de velocidad.

Las diversas construcciones del tubo completo que se han descrito exponen formas de ejecución típicas o apropiadas de los detalles fundamentales del invento. Son posi-



bles muchas variantes de construcción, de las cuales solo se mencionarán algunas con referencia a las figuras 5 a 13, que asimismo son mero ejemplo de diferentes tendencias que pueden seguirse, y no significan limitación alguna. Las

5 figuras 5 a 7 exponen la manera de obtener diferentes velocidades; las figuras 8 a 12 muestran diversos modos de separar uno de otro los dos chorros antes de extraer la energía, y la figura 13 representa un tipo de resonador de salida.

10 En las figuras 5 y 11, sale el chorro más veloz del cátodo  $C_1$ , y el más lento del cátodo  $C_2$ .

En las figuras 5 y 5A, el cátodo  $C_2$  se calienta por combardeo de electrones procedentes del cátodo  $C_1$ . La figura 5A representa formas apropiadas de construcción del

15 cátodo  $C_2$ ; por ejemplo, puede consistir en un disco con varios orificios que lo atraviesen, o con un solo orificio grande, o componerse de una serie de conductores paralelos espaciados. Los electrones que salen de  $C_1$  son acelerados por la rejilla -66-, y parte de ellos chocan en el cátodo

20  $C_2$ , mientras otros pasan por sus orificios para formar el primer chorro. El cátodo  $C_2$  se calienta por el bombardeo electrónico, y emite electrones como cátodo para formar el segundo raudal. Ambos chorros son acelerados por la rejilla -67-, mezclándose conforme se proyectan a lo largo del tubo.

25 En la figura 6, el cátodo  $C_2$  se obtiene recubriendo la pared interna de un cilindro hueco -68- para que emita electrones al calentarla el arrollamiento -69- que rodea dicho cilindro -68-. El arrollamiento recibe corriente térmica de una sección de la batería -30-. El cilindro -68-

30 está a una tensión más positiva que  $C_1$ . Los electrones que salen de  $C_1$  se mezclan con los procedentes de  $C_2$ , y ambos cho-

186258



rros son acelerados por las rejillas positivas -58-, -59-, que sirven también para modular la velocidad de ambos chorros, pues están incluidas en las paredes opuestas del resonador de entrada -45-.

5

En la figura 7, la rejilla -70- sirve de acelerador para electrones que salen de  $C_1$ , y también actúa como segundo cátodo  $C_2$ , pues se calienta por bombardeo de electrones procedentes de  $C_1$ . La rejilla -71- acelera ambos chorros. En las figuras 5 y 7, los miembros -12- y -70- pueden revestirse de materiales adecuados para promover la emisión de electrones. En las tres figuras mencionadas, pueden emplearse más rejillas aceleradoras de las expuestas. La construcción presenta en las figuras 5 a 7 puede incorporarse en aparatos similares por lo demás a los indicados en las figuras 1 a 4A inclusive.

10

15

En la figura 8, una rejilla -72-, junto al extremo de salida o descarga del tubo, tiene una polarización positiva que la hace más positiva que el cátodo  $C_1$ , pero menos positiva que el cátodo  $C_2$ . Cuando se disparan a lo largo del tubo -50- los dos chorros de los cátodos, mezclados o en raudales separados, los electrones más lentos del cátodo  $C_2$  son rechazados por la rejilla -72-, relativamente negativa, retrocediendo, mientras que los electrones de  $C_1$ , más rápidos, atraviesan la rejilla -72-, y pasan al elemento extractor de energía de salida, que en este caso es el solenoide -39-.

20

25

En la construcción indicada en la figura 9, se emplea un par de placas de desviación semejantes a las usadas en válvulas de rayos catódicos, para desviar los electrones de marcha más lenta en el chorro de poca velocidad, dejando seguir los electrones más rápidos hasta el colector de energía de salida -46-; con este fin se suministra adecuada tensión

30



186258

de corriente continua a través de las placas -75-, -76-.

5 En el modo de construcción expuesto en la figura 10, las placas de desviación -75-, -76- llevan como complemento de su acción un campo magnético perpendicular al plano del papel, y -77- designa un polo del imán correspondiente. Los campos eléctrico y magnético se ajustan para proporcionar efectos de desviación iguales y opuestos a un chorro, pero estos efectos no serán iguales para un chorro de diferente velocidad, y por ello se desvía uno de ellos hacia un lado, mientras el otro sigue hasta el colector de salida. Si bien en la figura 9 se desviarían los dos chorros de electrones, ha de entenderse que hay una desviación diferencial suficiente para poder separar ambos.

15 En las figuras 11 y 12, el grado de agudeza del foco sirve de base para separar ambos raudales. El colector -81-, representado como un círculo que en la práctica puede ser la rejilla -55- de las figuras 3 y 4 tiene enfrente, a distancia adecuada, un blindaje -80- con un orificio central. En la figura 11, se exponen elementos de enfoque electrostático o de lente -78-, -79- con tensiones adecuadas justamente para enfocar intensamente el chorro veloz de electrones sobre el orificio -80-, a fin de que pase por éste al colector de salida -81-. Estas tensiones en la lente no son de la magnitud justa para llevar los electrones más lentos a un foco exacto en -80-, de suerte que en su mayoría se dispersan y desvían del colector de salida -81-.

20 La figura 12 es semejante a la figura 11, salvo que en este caso se representa una lente magnética -82- que comprende un carrete de alambre que recibe corriente de la batería -83- y está arrollado en torno a un cilindro hueco. La fuerza del campo magnético es apropiada para concentrar

30



los electrones más rápidos sobre el orificio de -80-, haciéndolos chocar con el colector -81-, mientras los electrones más lentos se desvían de dicho colector.

5 Cualquiera de estos órganos de desviación de chorro que se acaban de describir puede sustituir al descrito en la figura 1, o incorporarse a otros tipos distintos de construcción de válvulas. La teoría muestra que cuando se aumenta mucho la densidad de la corriente en la onda creciente de carga espacial, las corrientes de convección en 10 los chorros rápido y lento se desvían de fase casi 180 grados. Como estas corrientes de convección son de diferente magnitud, hay una corriente neta de convección de electrones. Sin embargo, en estas circunstancias, la corriente de convección en cualquiera de los dos chorros es mayor que 15 la neta resultante, y por esto puede convenir a veces separar los dos raudales de electrones antes de extraer la potencia.

La energía puede extraerse de diversos modos en el extremo de descarga o de salida del aparato. En la 20 figura 1 se expone un tipo de circuito de onda progresiva, en forma de solenoide -39-, y en las figuras 3 y 4 se exponen resonadores. En lugar de atravesar un solo resonador, el chorro o los chorros pueden hacerse pasar por una sucesión de resonadores -46-, -46'-, como muestra la figura 8. Tam- 25 bién cabe emplear varios tipos de construcción para onda progresiva, uno de los cuales se representa en la figura 13, que puede aplicarse en sustitución de la parte de la figura 3 a la derecha de la línea x-x-.

30 En la construcción de la figura 13 se expone un guíaondas que comprende una serie de cámaras de resonancia -86- separadas por tabiques -87- en los que hay orificios



5

apropiados en -89- para comunicar las cámaras adyacentes. La estructura se ha trazado de acuerdo con la teoría de conducción de ondas, para obtener una característica de transmisión de banda. Los tabiques -87- tienen orificios centrales con paredes tubulares -88- por los que pueden pasar el chorro o los chorros de electrones al colector o pieza anódica -90-, que se mantiene a una tensión positiva adecuada. La energía de salida se extrae por un guíaondas acoplado a la cámara final -86-.

10

Ahora se expondrá como se calcula el trazado o proyecto de un tubo del tipo representado en la figura 4, en el que los dos chorros de electrones se mezclan y unidos ocupan un espacio a modo de varilla, definido por un diámetro  $2a$  y una longitud total  $l$ , (figura 4).

15

Los chorros tienen densidades de corriente continua de  $J_{01}$  y  $J_{02}$ , y velocidades de corriente continua que corresponden a tensiones  $V_{01}$  y  $V_{02}$ . Los cálculos del trazado se simplifican cuando

20

$$J_{01}/V_{01}^{3/2} = J_{02}/V_{02}^{3/2} \quad (1)$$

Puede demostrarse que para una diferencia de tensión y una corriente total dadas, esta condición es casi óptima desde el punto de vista del incremento o ganancia.

25

Las velocidades de corriente continua asociadas a las tensiones  $V_{01}$  y  $V_{02}$  son  $u_{01}$  y  $u_{02}$ , respectivamente. La diferencia de velocidad fraccional es  $b$ . Así:

30

$$b = 2(u_{01} - u_{02}) / (u_{01} + u_{02}) = (\sqrt{V_{01}} - \sqrt{V_{02}}) / (\sqrt{V_{01}} + \sqrt{V_{02}}) \quad (2)$$



El incremento por longitud de onda depende de la diferencia de velocidad, la densidad de carga espacial con corriente continua, la frecuencia y el diámetro del haz. Para un determinado diámetro de haz y una diferencia de velocidad dadas, hay un valor mínimo de densidad de carga espacial por debajo del cual no habrá incremento. Como la densidad de carga espacial aumenta más allá del punto crítico mínimo, el incremento sube de prisa al principio y se aproxima luego a un valor límite superior asintóticamente. El límite superior depende solo de la diferencia de velocidad:

$$\text{Incremento máximo} = 27,3b \text{ decibels/longitud de onda} \quad (3)$$

Una vez especificadas la diferencia de velocidad, una de las dos tensiones y una de las dos densidades de corriente, puede definirse una densidad media de corriente,  $J_0$ , y una tensión media  $V_0$ , tales que

$$J_0/V_0^{3/2} = J_{01}/V_{01}^{3/2} = J_{02}/V_{02}^{3/2} \quad (4)$$

Así:

$$V_{01} = V_0 / (1-b/2)^2 = V_0(1+b) \quad (5)$$

$$V_{02} = V_0 / (1+b/2)^2 = V_0(1-b) \quad (6)$$

$$J_{01} = J_0 / (1-b/2)^3 = J_0(1+3b/2) \quad (7)$$

$$J_{02} = J_0 / (1+b/2)^3 = J_0(1-3b/2) \quad (8)$$

Las aproximaciones son correctas hasta el orden b.

La longitud de onda  $\lambda_g$ , asociada a la tensión  $V_0$ , resulta de



186258

$$\lambda_g = 1.98 \times 10^{-3} \lambda_0 \sqrt{V_0} \quad (9)$$

5 donde  $\lambda_0$  es la longitud de onda en espacio libre asociada a la frecuencia activa  $f$  y a la frecuencia angular activa,  $w = 2\pi f$ . ( $\lambda_0 = 3 \times 10^4 / f$ , siendo  $f$  la frecuencia medida en megaciclos).

Un parámetro sin dimensiones  $W_0$  se define así:

$$10 \quad W_0^2 = \frac{\omega_{e0}^2}{\omega^2} = \frac{8.52 \times 10^6}{f^2} \frac{J_0}{\sqrt{V_0}} \quad (10)$$

15 donde  $\omega_{e0}$  es la frecuencia angular plasmoelectrónica asociada a la densidad media de carga espacial. La constante en la ecuación (10) está ajustada de modo que  $J_0$  se expresa en amperes por centímetro cuadrado,  $V_0$  en volts, y  $f$ , la frecuencia activa, en megaciclos. La corriente  $J_0$  se expresa por:

$$J_0 = \pi a^2 J_0 \quad (11)$$

20 El valor mínimo de  $W_0$ , que se llamará  $W_M$ , por debajo del cual no hay incremento, es función de la diferencia de velocidad y del radio del haz normalizado por la longitud de onda  $\lambda_g$  del haz. En la figura 14 se expone un gráfico de  $(W_M/b)^2$  como función de  $(a/\lambda_g)$ .

25 La variación de incremento en el intervalo,  $W_M \leq W_0 < \infty$ , se representa en la figura 15, donde se registra "Incremento en decibels/longitud de onda/unidad  $b$ " como función de  $(W_0/W_M)^2$ .

30 En un haz del tipo que aquí se considera, los electrones del centro avanzan más despacio que los de la superficie. Esto obedece al descenso de potencial en el

- 4 D



centro del haz, a causa del efecto protector de la carga espacial de los electrones circundantes. Evidentemente, si los cálculos del trazado han de servir de algo, la diferencia de potencial entre el centro y la superficie exterior del haz debe ser menor que la existente entre los dos chorros. En consecuencia, si  $\Delta V$  es la diferencia de potencial entre el centro y la superficie exterior del haz:

5

$$(\Delta V/V_0) = 2ab \alpha \quad (12)$$

10

donde  $\alpha$  debe ser inferior a la unidad; en que grado, tendrá que determinarse experimentalmente.

15

La restricción de la ecuación (12) fija un límite superior al valor del parámetro  $(I_0/b^2V_0^{3/2})$  que puede usarse. Esta restricción puede señalarse analíticamente sirviéndose de variables ya definidas:

$$(I_0/b^2V_0^{3/2}) = .066 (a/b) \quad (12a)$$

20

donde  $I_0$  se expresa en miliamperes, y  $V_0$  en volts.

25

El uso de las curvas se expondrá ahora asignando ciertos valores efectivos y desarrollando un trazado para un amplificador que funcione a 200 megaciclos y en que la onda creciente logre un incremento de 40 decibels con una anchura de banda considerable. El incremento global del tubo, desde la línea de entrada -34- a la de salida -44- de la figura 1, por ejemplo, es el incremento en decibels de la onda creciente calculado aquí, más un número de decibels que representan aumento o disminución al fijar la onda creciente por medio de la señal aplicada a la línea -34-, y al acoplarla por medio del solenoide de salida a la línea de

30



186258

descarga -44-.

5 El primer paso es elegir una tensión media y un valor para la diferencia de velocidad. Es ventajoso tomar un valor bajo para la tensión, pues cuanto menor sea ésta más incremento habrá por longitud de onda. También el tubo se hace mayor en términos de longitud de onda. Un valor elevado de  $b$  corresponde a un incremento grande por longitud de onda. Los valores elegidos, después de cálculos de prueba preliminares, si hace falta, son:

10

$$V_0 = 50 \text{ volts}$$

$$b = 0.2$$

15 Lo siguiente es decidir sobre el valor de  $\alpha$ . Debe ser inferior a la unidad, y la precisión de las curvas del trazado es mayor a medida que disminuye este valor. También, previos cálculos preliminares de prueba, se elige un valor de

20

$$a = 0.394$$

Luego, de la ecuación (12a),

25

$$I_0/b^2 v_0^{3/2} = 0.13$$

$$I_0 = 1.84 \text{ ma}$$

y de las ecuaciones (5) a (8),

30

$$I_{01} = 2.39 \text{ ma}$$

$$I_{02} = 1.29 \text{ ma}$$

$$V_{01} = 60 \text{ volts}$$

$$V_{02} = 40 \text{ volts}$$

$$V_0 = 50 \text{ volts}$$

186258

~4 D



Es también necesario elegir un valor del radio a del haz. En este caso, se elegirá de modo que  $a/\lambda_g = 0.5$  para  $f = 200$  megaciclos. Esto requiere un radio a = 10.59 mm. Se eligió para el haz una longitud de 285.75 mm.

5

A continuación se computará  $W_0^2$  de (10) para diversas frecuencias. Para estas mismas frecuencias se computa  $\lambda_g$  de (9) y se obtiene luego  $(W_m/b)^2$  de la figura 14. Como se ha elegido b, puede obtenerse así  $W_m^2$  para estas frecuencias, y en consecuencia,  $(W_m/W_0)^2$ . Obtenido esto, se tiene el incremento en decibels/longitud de onda/unidad b a estas frecuencias partiendo de la figura 15. Seguidamente se deduce el incremento total de la onda creciente en cada frecuencia, así:

10

15

Incremento = (ganancia en decibels/longitud de onda/unidad b) (b) ( $l/\lambda_g$ ) decibels.

Empleando los datos y el procedimiento supuestos, se ha calculado el incremento a diversas frecuencias, según la tabla siguiente:

20

25

30

Frecuencia en megaciclos	$a/\lambda_g$	Gan. en decibels por longitud de onda y unidad <u>b</u>	Gan. en decibels por longitud de onda	Nº de longitudes de onda	Total gan. en decibels
100	0.25	21.1	4.22	6.75	28.5
150	.375	18.0	3.60	10.1	36.4
175	.438	16.4	3.28	11.8	38.7
200	.5	14.8	2.96	13.5	40.
225	.563	13.0	2.60	15.2	39.5
250	.625	11.2	2.24	16.9	37.8
300	.75	7.5	1.50	20.2	30.3

Una curva de incremento según frecuencia para esta



5 colección de valores se registra en la figura 16. Esta curva muestra una anchura de banda de unos 100 megaciclos, con centro aproximado en 200 megaciclos; la banda se considera incluida entre los puntos de pérdida de 3 decibels que se producen a unos 158 y 258 megaciclos, respectivamente.

10 Como indicación general de la dependencia de la característica del tubo respecto al valor elegido para  $a/\lambda_g$ , se observa que eligiendo para esta cantidad un valor tan bajo como 0.2, y haciendo los cálculos del mismo modo, pero basándose en este valor de 0.2, la anchura de banda resultará ser de unos 175 megaciclos, con centro en unos 520 megaciclos para un incremento en frecuencia intermedia de 67 decibels, y la longitud del haz sería de 19 cms.

15 De la tabla anterior y de la figura 16 aparece que el incremento tiene un máximo de alrededor de 200 megaciclos. Esto no es casual, pues, mediante ensayos previos, se han elegido  $a/\lambda_g$ ,  $b$  y  $\alpha$  para obtener este resultado. Si el incremento máximo se produce a distinta frecuencia de la deseada, se dispone de dos recursos. Una puede ser ensayar  
20 otros valores de  $a/\lambda_g$ ,  $b$  o  $\alpha$ , hasta obtener el incremento máximo a la frecuencia apetecida, o es posible aplicar una ley escalar. Esta ley dice que si  $I_0$ ,  $V_0$  y  $b$  se mantienen constantes, y todas las dimensiones se multiplican por un factor  $K$ , la frecuencia para el incremento máximo quedará  
25 multiplicada por un factor  $1/K$ , y por otro  $K$  la longitud de onda para incremento máximo. Por consiguiente, este es un método fácil de ajustar la frecuencia a que se produce el incremento máximo.

30 El diseño representado por la curva de la figura 16 se fundaba en un valor supuesto de  $\alpha = 0.394$ . De haberse elegido un valor más bajo, de  $\alpha = 0.1$ , conservando los demás



valores supuestos, se hubiese obtenido una característica muy próxima a la de la figura 16 (anchura de banda de 110 megaciclos, con centro a unos 210 megaciclos, y amplificación total de 40 decibels en la banda intermedia), pero los valores de las corrientes serían entonces:

5

$$I_0 = 0.455 \text{ ma}$$

$$I_{01} = .59$$

$$I_{02} = .32$$

10

El diámetro del haz sería en ese caso de 8.38 mm., y su longitud de 32.06 mm.

Los datos ilustrativos anteriores se refieren al trazado del haz, y no tienen en cuenta las características de frecuencia de los acoplamientos de entrada y salida, pues éstos pueden calcularse por separado de manera conocida para los tipos particulares empleados en cualquier construcción real.

15

Los ejemplos precedentes se basan en el supuesto de raudales mezclados por completo y de un campo de concentración magnética longitudinal de potencia infinita, y como es lógico, estos factores solo pueden alcanzarse de modo aproximado en la realidad. Si los chorros no se mezclan por completo, ha de emplearse un valor más alto de  $I_0$ ,  $I_{01}$  e  $I_{02}$ , para disponer de una mayor densidad de carga espacial y conseguir así el mismo incremento. También deberá emplearse una densidad mayor de carga espacial si ha de compensarse el efecto de un campo de enfoque menor que infinitamente grande.

20

25

La exactitud de las fórmulas de trazado que antes se consignan aumentan a medida que disminuyen  $b$  y  $\alpha$ .

30



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

Se reivindica como objeto de esta patente:

5 1.- Un aparato de descarga electrónica con medios para proyectar un raudal o chorro de electrones dentro de una envoltura o recinto, caracterizado por medios para producir en el chorro de electrones ondas de carga espacial, de amplitud creciente con la distancia, a consecuencia de intercambios de energía entre componentes del chorro dotados de distintas velocidades.

10 2.- Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque se ha hecho el vacío en la envoltura o recinto del aparato.

15 3.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el artificio productor de ondas de carga espacial comprende medios para proyectar a través del recinto un componente de electrones dotados de una velocidad y otro componente de electrones con menor velocidad, y medios para que los electrones de un componente de chorro ganen o pierdan velocidad longitudinal, haciendo así que los electrones del otro componente de chorro pierdan o ganen velocidad longitudinal en igual medida, aumentando la ganancia o pérdida de velocidad con la distancia de recorrido en el chorro.

20 4.- Un aparato según la reivindicación 3, caracterizado por comprender medios para modular en velocidad al menos un chorro junto a su origen, de acuerdo con ondas que han de amplificarse, y medios para retirar la energía de onda amplificada en un punto más avanzado en los chorros, después de un recorrido determinado por la longitud de trayecto necesaria para que una onda de carga espacial alcance una amplitud correspondiente al factor de amplificación re-

25

30



1 86258

querido.

5 5.- Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por comprender medios para proyectar dos chorros de electrones muy juntos, en la misma dirección y a diferentes velocidades, con densidades de corriente superiores a la mínima requerida para producir una onda de carga espacial de amplitud creciente con la distancia de recorrido a lo largo de tales chorros; medios próximos al origen de estos chorros para modular en velocidad al menos uno de los chorros, mediante ondas que han de amplificarse, y medios más avanzados en el sentido de avance del chorro para extraer energía de onda amplificada al menos de uno de los chorros.

15 6.- Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque los componentes del chorro son congruentes y de radio  $a$ , y porque la razón  $a/\lambda_g$  a la frecuencia intermedia de banda es del orden de  $1/2$ , siendo  $\lambda_g$  la longitud de onda de las ondas que se propagan por dicho trayecto.

20 7.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la diferencia de velocidad de los dos componentes del chorro es del orden de  $1/5$  de su velocidad media.

25 8.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la distancia de recorrido de la corriente electrónica es del orden de diez longitudes de onda o más, a la frecuencia intermedia de banda.

30 9.- Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por dos orígenes de producción de electrones, elementos formadores de haz para los electrones de ambos orígenes; un manantial de tensión  $V_{01}$  para llevar electrones de



un origen a lo largo del espacio limitado por el aparato; un manantial de tensión  $V_{02}$  para llevar electrones desde el otro origen por el espacio interior del aparato; siendo el valor de  $V_{01} - V_{02}$  y la densidad de corriente en dichos haces bastante grande para desarrollar en los mismos una onda de carga espacial cuya amplitud crece con la distancia recorrida; y medios para extraer energía de la onda.

5  
10  
15  
10.- Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por medios para modular la velocidad en el órgano proyector del chorro; medios para añadir un segundo chorro al primero; medios para proyectar ambos chorros con diferentes velocidades, con una densidad de corriente superior a la mínima requerida para producir ondas de carga espacial que crecen en amplitud con la distancia de recorrido; y medios para extraer energía de onda de la onda de carga espacial.

11.- Un aparato según la reivindicación 10, en el que se emplean dos cátodos concéntricos para producir los dos chorros, y medios para desviar un cátodo con relación al otro.

20  
25  
30  
12.- Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el recinto comprende un tubo cilíndrico alargado de metal, dos cátodos colocados junto a un extremo del tubo; medios para dar al tubo una polarización muy positiva con relación a ambos cátodos, pero con potencial más elevado con relación a uno de los cátodos que con relación al otro; un colector de electrones junto al otro extremo del tubo; medios de enfoque para que los electrones emitidos por los dos cátodos avancen a lo largo del tubo hacia dicho colector en forma de haz, suministrando los cátodos suficiente corriente electrónica para elevar la densidad de corriente dentro del tubo por encima del mínimo requerido para producir



ondas de carga espacial que aumenten en amplitud con la distancia recorrida.

5 13.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado por un par de rejillas separadas para modular en velocidad la corriente electrónica desde uno de los cátodos.

10 14.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado por un solenoide corto acoplado a la corriente electrónica procedente de un cátodo, para modular la velocidad del chorro.

15 15.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado por un resonador junto al extremo remoto del tubo, para retirar energía de onda del chorro o los chorros de electrones.

15 16.- Un aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque el resonador comprende una sección corta de guíaondas.

20 17.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque el chorro de electrones de un cátodo pasa por un orificio del otro cátodo.

18.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque un cátodo se calienta para convertirle en un emisor eficaz de electrones, por bombardeo electrónico desde el otro cátodo.

25 19.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado por medios adaptados a los cátodos para modular en velocidad los chorros de electrones que salen de ambos cátodos.

30 20.- Un aparato según la reivindicación 12, caracterizado por medios para imprimir modulación de corriente de convección sobre uno de los chorros, por lo menos.

- 33 -

186258



4 DIC

21.- Aparato de descarga electrónica.

Esta memoria consta de treinta y tres páginas,  
escritas por una sola cara.

BARCELONA, - 4 DIC. 1948

P.A.

JOSÉ M. BOLIBAR  
ESP



186258

FIG. 1

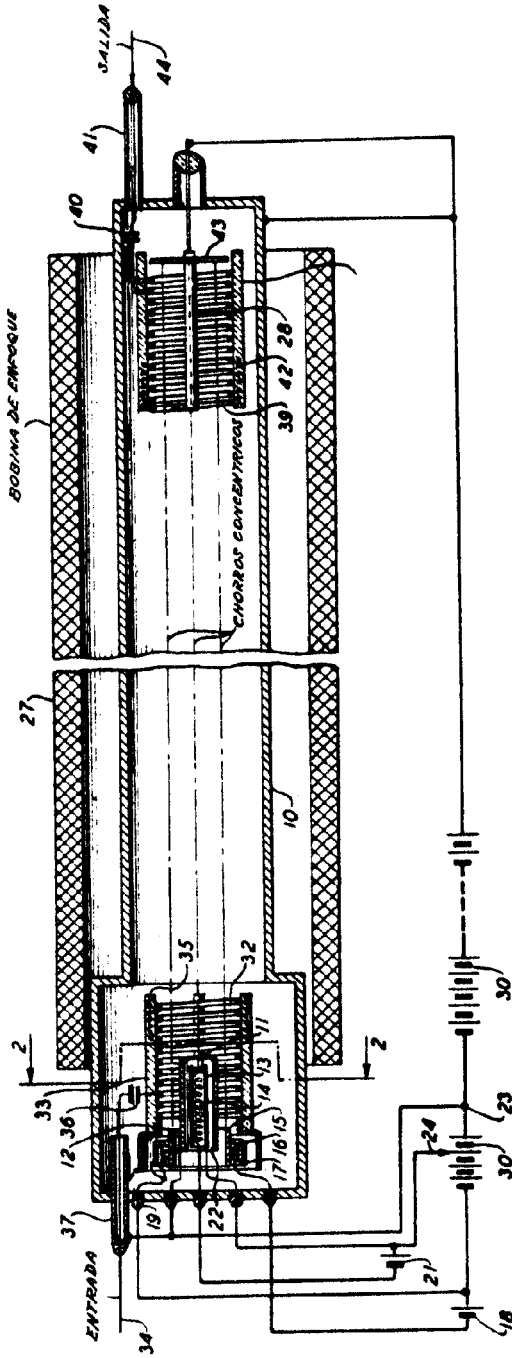
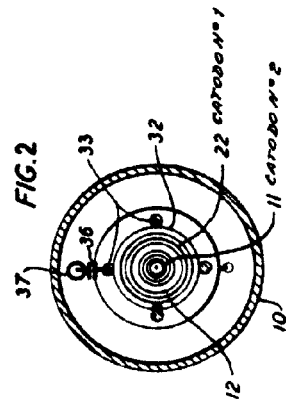
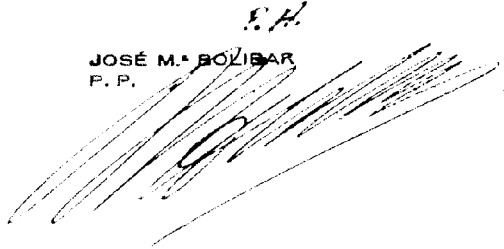


FIG. 2



JOSÉ M. BOZIBAR  
P. P.



SPAIN

WESTERN ELECTRIC Co. Inc.

186258

SHOJASHOJAE



186258

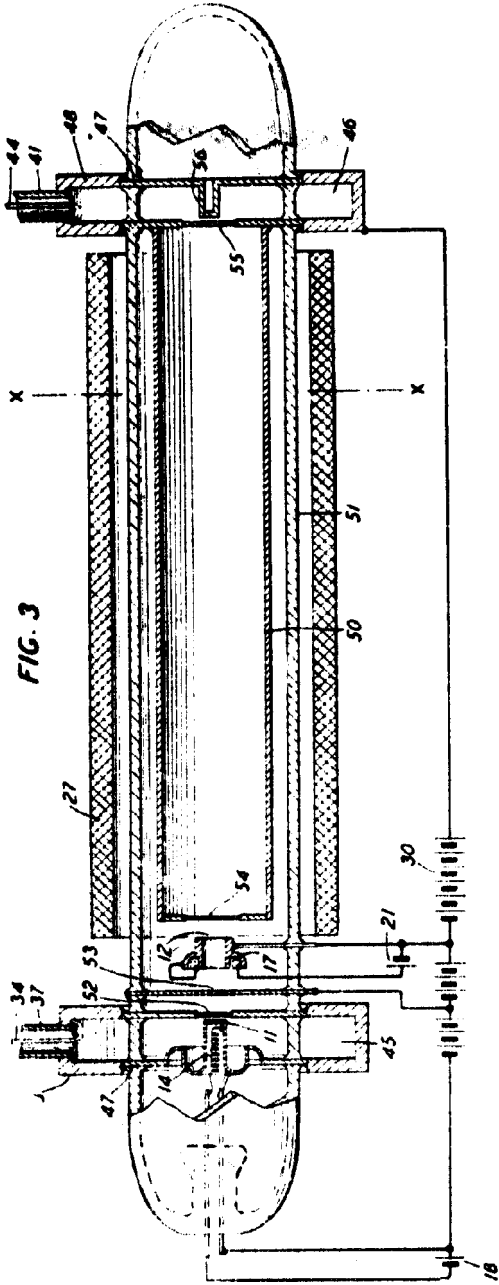


FIG. 3

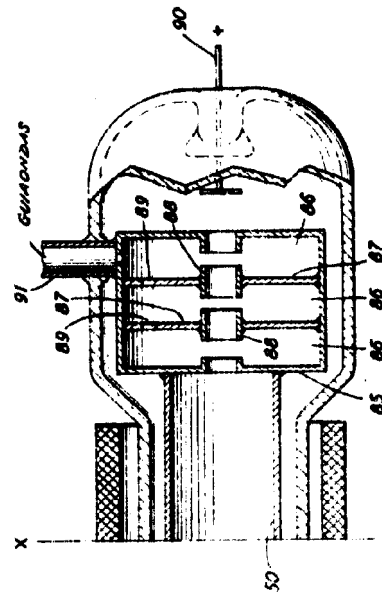
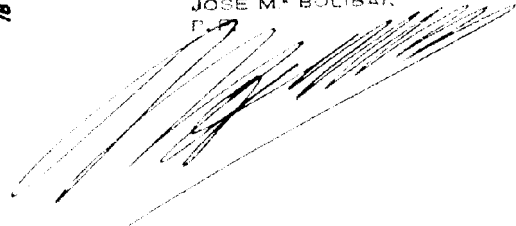


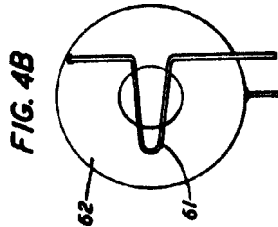
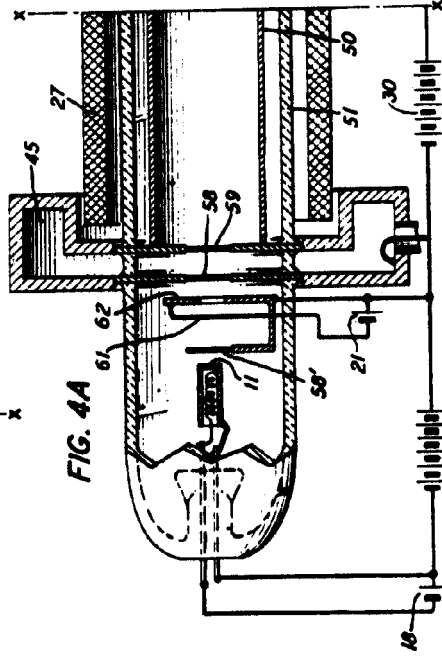
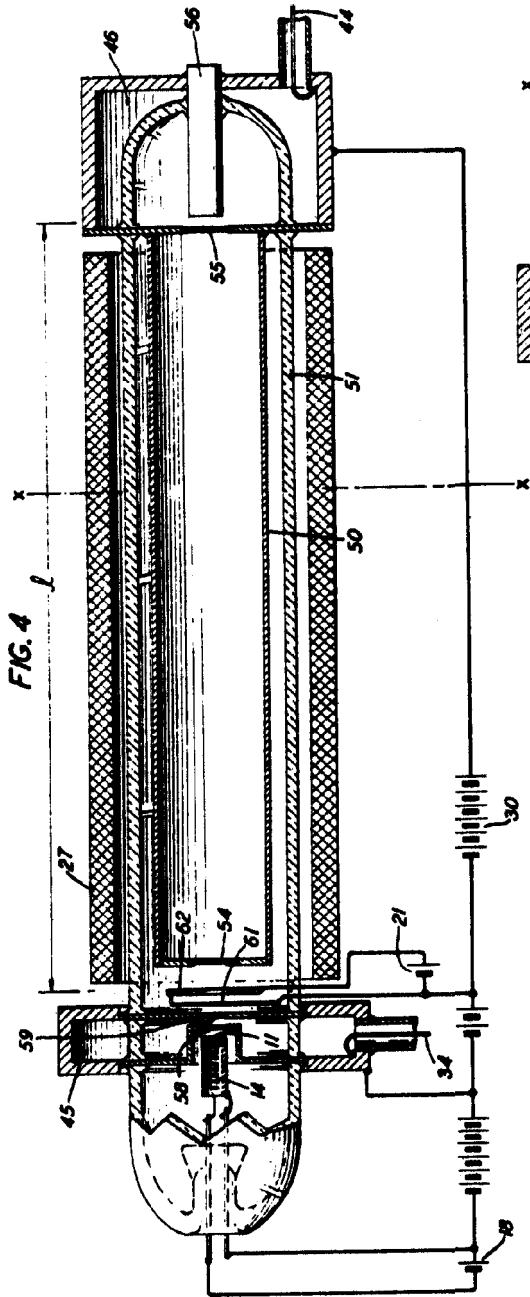
FIG. 13

F. A.  
 JOSÉ M. BOLIBAR  
 P. A.





186259

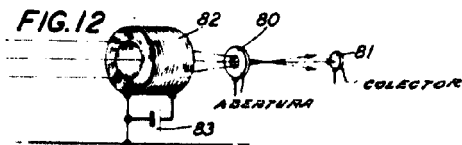
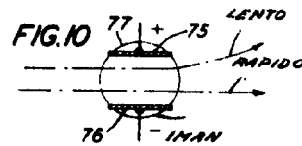
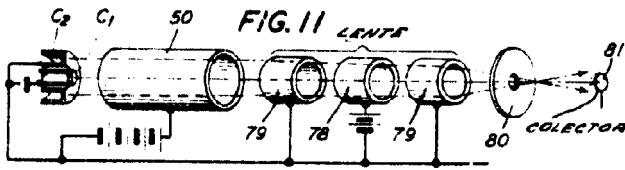
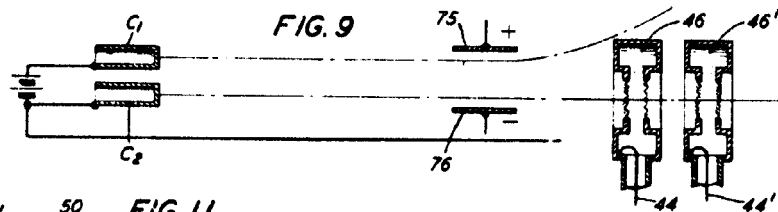
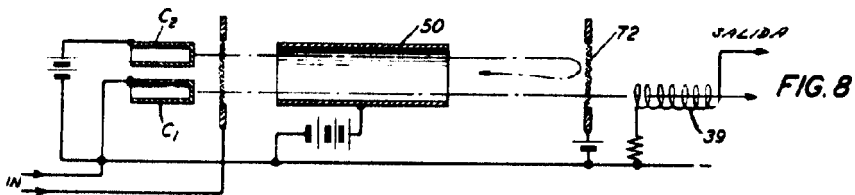
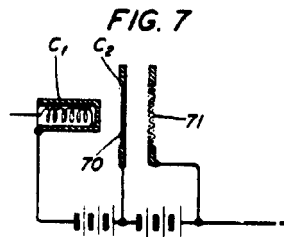
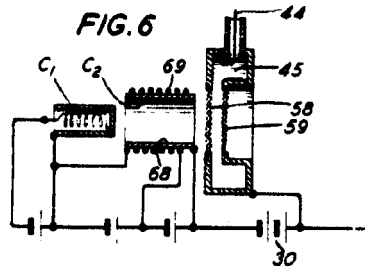
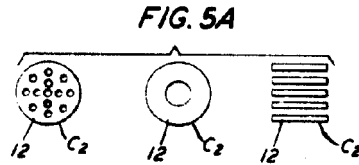
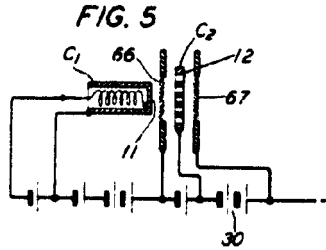


J. H.  
 JOSÉ M. BOLIBAR  
 P. P.





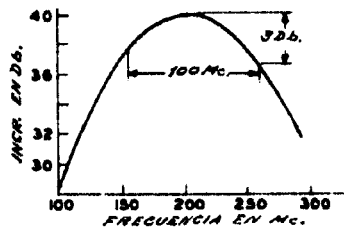
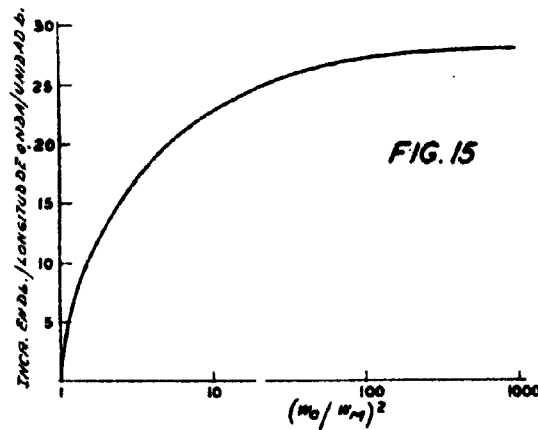
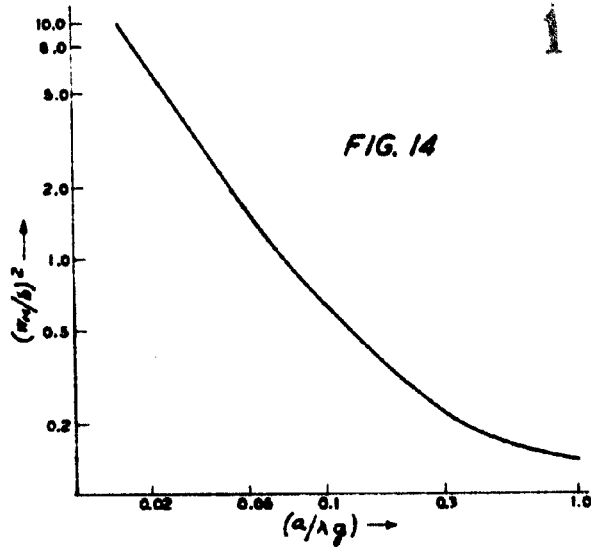
186258



F. H.  
 JOSÉ M. BOLIBAR  
 P. E.



186258



JOSÉ M. SOLÍS

*[Handwritten signature]*