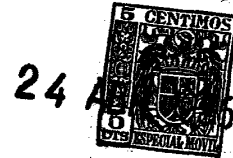


228451



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,

por:

" Aparato aislador de desviación de campo "

====: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 transmisión
no recíproca, para uso en sistemas guiados, y más concre-

228451²⁴AB



tamente a un aparato aislador del tipo de desviación de campo.

5 Un aislador se define como un elemento que se puede utilizar para aislar un aparato electromagnético de otras porciones de un sistema de ondas electromagnéticas, en el sentido de poder transmitir las libremente desde el aparato al sistema a través del aislador, lo que se designa por dirección de avance, mientras que las ondas originadas fuera del aparato y en dirección opuesta, que se designa por dirección inversa, son atenuadas por el aislador en la medida necesaria para evitar una reacción perjudicial del sistema sobre el aparato que interesa aislar.

10 Un aislador de desviación de campo es el que funciona en virtud de una acción no recíproca, por la cual el tipo o forma de campo en un guíaondas se modifica o desvía de manera que resulte materialmente distinto, según la dirección en que se propaga la onda a través del aislador.

15 De conformidad con el invento, se emplean dos elementos de material giromagnético, como ferrita, cada uno de ellos con dos caras planas paralelas que definen un espesor de valor moderadamente crítico con relación a la longitud en espacio libre de una onda determinada que ha de transmitirse. Tales elementos se pueden colocar dentro de un guíaondas de sección transversal rectangular, con las mencionadas caras paralelas a las paredes laterales más estrechas, a una distancia crítica de ellas, con lo que el tipo de campo de transmisión de ondas en una dirección de propagación tiene substancialmente un valor cero del componente del campo eléctrico para una cara de cada uno de los elementos giromagnéticos.

30 Para reducir al mínimo las reflexiones provocadas



228451

5 por la presencia de material giromagnético, este último, con preferencia, no ocupa toda la distancia entre los lados mayores del guiaondas rectangular, es decir, su altura es menor que la dimensión más estrecha del guiaondas. Así, la intensidad de la onda reflejada que vuelve, se hace pequeña en comparación con la onda aplicada al aislador, lo cual se suele designar por pérdida grande de retorno.

10 Para producir pérdida en la dirección inversa, se coloca material resistente en la mencionada cara dentro de la zona del cero, con lo que apenas se atenúa una onda propagada hacia delante. El material giromagnético reacciona de distinto modo para ondas propagadas en las direcciones respectivas, con el resultado de que en el sitio que ocupa el material resistente se desarrolla una gran intensidad del componente de campo eléctrico para una onda propagada en la dirección inversa.

15 Supongamos que δ representa el espesor del elemento giromagnético entre las caras paralelas; γ , el espacio entre una cara y la pared lateral estrecha más próxima de un guiaondas rectangular de dimensión mayor L ; t , el espesor del material resistente (aplicado en forma de lámina o película sobre la segunda cara del material giromagnético), y λ_0 , la longitud de onda en el espacio libre por el centro de una banda prevista de frecuencias. La separación más conveniente resulta determinada por la fórmula

$$\delta + \frac{\gamma}{2} = 2t = \frac{\lambda_0}{9.55}, \quad a)$$

25 para un espesor de lámina resistente de polietileno revestido de carbono comprendido entre 0,0076 y 0,0228 cm., y una frecuencia central de banda de 6175 megaciclos por segundo.

228451

24 AB



Más generalmente se encuentra una relación de $\delta + \frac{\sqrt{\lambda}}{2}$ igual a una constante, suponiendo δ comprendido entre 0,445 y 0,508 cm. Por lo común, el divisor de λ_0 difiere de 9,55 si la capa resistente es una película aplicada por pulverización en vez de una lámina adherida.

Para funcionar con banda ancha, el material resistente debe disponerse conforme a una configuración particular. Si el elemento giromagnético tiene una altura menor que la dimensión más estrecha del guiaondas, y el elemento presenta una superficie rectangular sobre la cual se aplica el material resistente, se ha comprobado que hay ciertas porciones de la superficie en las que la absorción del material resistente es máxima por el lado de menor frecuencia de una banda ancha, y otras porciones donde la máxima absorción corresponde al lado de mayor frecuencia de la banda. Para las frecuencias bajas, la zona de máxima absorción es una faja longitudinal central que mide aproximadamente la mitad que el lado más largo de la cara rectangular. Para las frecuencias altas, hay dos zonas de máxima absorción en ángulos diagonalmente opuestos de la cara rectangular. Todas estas zonas se pueden cubrir lo suficiente en forma adecuada por medio de una tira longitudinal central de material resistente y una tira colocada diagonalmente, de longitud similar a la diagonal de la cara rectangular. Se ha comprobado que no tiene importancia cual de las dos posiciones diagonales posibles ocupa la tira últimamente mencionada.

Un objeto del invento es obtener una relación grande entre las pérdidas inversa y de avance en una banda de frecuencias relativamente ancha, y en particular, una pérdida inversa grande asociada a una pérdida pequeña de avance.

Otro objeto del invento es mantener una pérdida de

228451²⁴ ABR



retorno relativamente grande en toda la banda de frecuencias.

5 Según aquí se define, y de acuerdo con la terminología corriente, la pérdida inversa es la atenuación que experimenta una onda propagada a través del aparato en la dirección de mayor atenuación. La pérdida de avance es la atenuación que sufre una onda propagada en la dirección de atenuación menor. Pérdida de retorno es la relación entre
10 la amplitud de una onda aplicada al aparato en cualquiera de los dos sentidos, y la amplitud de la onda reflejada resultante que el aparato hace volver hacia donde se ha aplicado la onda primitiva. Cada uno de estos valores de pérdida se puede expresar en decibeles, según es notorio.

15 Una característica del invento es el empleo de dos elementos giromagnéticos en lados opuestos del guiaondas, y la aplicación de campos externos de imanación de sentidos opuestos a los respectivos elementos giromagnéticos, de modo que los dos elementos se ayuden mutuamente. Se ha comprobado que la variación de los tipos de campo para propagación de ondas en las direcciones de avance e inversa es
20 aún más favorable para un efecto aislante grande, que en el caso de un solo elemento giromagnético.

En el plano indican:

25 La figura 1, una perspectiva de un aislador de una sola placa, con las partes componentes sueltas en parte y una porción cortada.

La figura 2, una sección transversal por el plano que indica la línea 2-2 en la figura 1.

30 La figura 3, un esquema que muestra las intensidades del campo eléctrico en una sección transversal semejante a la representada en la figura 2.

228451 24 ABR



La figura 4, un esquema que muestra diversas regiones de la superficie de un elemento de ferrita caracterizado por diferentes órdenes de valores de intensidad del campo eléctrico en función de la frecuencia.

5 La figura 5, un diagrama de la configuración de una capa resistente sobre una superficie de ferrita.

La figura 6, una gráfica de valores de la pérdida inversa y la pérdida de retorno medidas dentro de una extensa gama de frecuencias en un aparato como el representado en la figura 1.

10 La figura 7, una gráfica de valores de la pérdida de avance, medida dentro de la misma gama de frecuencias en el mismo aparato que representa la gráfica de la figura 6.

La figura 8, una sección transversal de un ejemplo de realización de dos elementos, expuesta de modo similar a la del ejemplo de un solo elemento según se expone en la figura 2; y

15 La figura 9, un esquema del caso de dos elementos, que corresponde al esquema de la figura 3 para el caso de un solo elemento.

20 En la figura 1 se representa por fuera un aparato de un solo elemento que comprende parte de un guiaondas -10- de tubo hueco y sección transversal rectangular, con rebordes terminales -11- y -12-, dispuestos para conectar el guiaondas -10- en un conjunto; para mayor claridad, se ha dibujado sólo un reborde -11-. Se representa un imán permanente -13-, de sección transversal en U y longitud comparable a la del guiaondas -10-, el cual envuelve una parte del guiaondas y se fija mediante pinzas como la designada por el número -14-.

30 Además, se representa un soporte -15-, por ejemplo,

24 AB 451



de poliestireno espumoso, y un solo elemento o placa de ferrita -16-, con revestimientos resistente -17- y -18- (fig. 5) aplicados por pulverización sobre una de sus caras. El imán -13- lleva piezas polares -19- y -20-. El soporte -15- presenta una cavidad -21- (fig. 2) debidamente situada para sustentar el elemento de ferrita -16- en posición preferida dentro del guiaondas -10-. Ajustando bien el elemento -16- en el hueco -21-, resulta innecesario el empleo de una pieza de cubrimiento o espaciado entre el elemento -16- y la pared lateral adyacente del guiaondas -10-. El imán -13- está colocado de modo que hace pasar un adecuado flujo de polarización por el elemento -16-; éste, en la forma de ejecución representada, presenta revestida de material resistente la cara vuelta hacia la superficie interna de la cavidad -21-.

En la figura 2 se expone una sección transversal del aparato de la figura 1. La dimensión mayor interna de la sección transversal rectangular del guiaondas -10- se designa por L, y por S la dimensión menor interna. El espesor de la sección transversal del elemento -16- es δ , y γ expresa su separación de la pared lateral estrecha más próxima del guiaondas; t denota el espesor de la capa resistente aplicada sobre la cara del elemento -16-.

La presencia del elemento de ferrita influye sobre el tipo de campo de ondas electromagnéticas transmitidas por el guiaondas, y esta influencia se traduce en tipos de campo diferentes para las dos direcciones opuestas de propagación de las ondas. El elemento de ferrita tiene tal espesor y está separado de la pared del guiaondas de manera que para un sentido de propagación de las ondas produce un tipo de onda con un componente eléctrico de intensidad de

228 451

24 ABR



5 campo relativamente muy bajo en todo momento, en un plano
 paralelo al eje longitudinal del guiaondas -10- situado en
 la cara del elemento -16- revestida de material resistente.
 Para la propagación de ondas en sentido opuesto, el compo-
 nente eléctrico de intensidad de campo en este plano resul-
 ta tener un valor relativamente elevado, en particular cuan-
 do el espesor y el espaciado de la ferrita, así como el es-
 pesor de la capa resistente, guardan relación con la longitud
 de onda en el espacio libre, de acuerdo con la fórmula antes
 10 mencionada.

$$\delta + \frac{\gamma}{2} - 2t = \frac{\lambda_0}{9.55} \cdot \quad b)$$

15 Para reducir reflexiones y remolinos de ondas, por
 perturbación de la impedancia habitualmente uniforme del
 guiaondas a causa de la presencia del elemento de ferrita,
 la altura h de la ferrita se hace con preferencia algo me-
 nor de S, que es la altura del guiaondas.

20 El ajuste de impedancia entre una zona de aire y una
 zona de aire-ferrita-aire que contiene el elemento -16-, con
 espacio encima y debajo del mismo, como en la figura 2, es
 generalmente mejor que entre una región de aire y otra de fe-
 rrita sola, en que el elemento se extiende desde el remate a
 la base del guiaondas.

25 La figura 3 muestra en línea llena -60-, para un
 elemento de ferrita de altura plena S, la variación aproxi-
 mada del componente eléctrico de intensidad de campo a lo
 ancho del guiaondas, en presencia del elemento de ferrita,
 para el sentido de propagación de ondas que experimenta la
 30 atenuación mínima. Se representa un elemento de ferrita de
 altura plena por disponer de cálculos del tipo de campo para

228451²⁴ AB16



este caso. Teóricamente no habiendo componente eléctrico de intensidad de campo, en las capas resistentes no se absorbe energía; en la práctica, la intensidad de campo no desaparece por completo ni para el elemento de ferrita de altura incompleta ni para el de altura plena, y se observa en uno y otro caso un mínimo de absorción. La línea de trazos -61- de la figura muestra la variación aproximada del componente eléctrico de intensidad de campo para el sentido inverso de propagación de las ondas. Como en este caso existe un componente eléctrico de intensidad considerable en la superficie de ferrita, las capas resistentes absorben una gran cantidad de energía de la onda, originando así una atenuación substancial de la misma, o sea una gran pérdida inversa.

La sensibilidad del aparato al espesor y la colocación del elemento de ferrita afecta principalmente a la relación mínima que resulta existir entre la pérdida inversa y la pérdida de avance, con una determinada frecuencia.

Para que el aparato funcione en una banda de frecuencias relativamente ancha, puede darse a las capas resistentes una configuración especial, que se ha comprobado como muy favorable.

Diversas porciones de la cara revestida de capas resistentes influyen notoriamente de modo distinto en la absorción de energía a frecuencias mayores o menores que la correspondiente al funcionamiento mejor.

La figura 4 muestra la cara del elemento de ferrita -16- dividida en tres clases de regiones designada por A, B y C, respectivamente. En un guíaondas destinado a operar en una banda de frecuencias entre 5925 y 6425 megaciclos por segundo, los efectos característicos de tales re-

228451²⁴A



giones resultaron ser los siguientes:

La zona A no produjo efecto sobre la pérdida de avance, pero dió una absorción máxima, o sea una gran pérdida inversa, a 5925 megaciclos por segundo, y poco o ningún efecto sobre las pérdidas de avance o inversa a 6425 megaciclos por segundo.

Las zonas B produjeron poco o ningún efecto sobre las pérdidas de avance o inversa a la frecuencia menor, pero dieron una absorción máxima a la frecuencia mayor, sin efecto apreciable sobre la pérdida de avance.

Las zonas C no produjeron efecto apreciable sobre la pérdida de avance, y dieron un ligero aumento de la pérdida inversa a la frecuencia menor, pero aumentaron mucho la pérdida de avance a la frecuencia mayor.

Por consiguiente, es preferible omitir el revestimiento resistente en las zonas C. La presencia de capa resistente en las zonas A y B conduce evidentemente al funcionamiento en banda ancha; en consecuencia, los revestimientos se limitan mejor en lo esencial a las zonas A y B. Se ha comprobado también que es ventajoso tener una resistencia efectiva menor en la región A que en las regiones B. Estas condiciones se aseguran convenientemente aplicando dos capas que se superpongan parcialmente.

Es razonable esperar variaciones del tipo de campo en dirección vertical en la figura 2, que den origen a diversas zonas, como muestra la figura 4, pues el elemento de ferrita no se extiende desde el remate a la base del guíaondas. Así, las propiedades eléctricas y magnéticas varían algo desde la región de aire a la de ferrita, en dirección vertical. Esta es la diferencia con el caso en que el elemento de ferrita se extiende de arriba abajo en el guíaondas,



donde las propiedades eléctricas y magnéticas tienden a ser uniformes en dirección vertical.

La figura 5 muestra un esquema preferido de superposición de revestimientos. Una capa -17- comprende una tira central que se extiende aproximadamente a lo largo de la mitad del elemento -16-. La otra capa -18- comprende una tira situada diagonalmente, y de longitud aproximadamente igual a la diagonal de la cara rectangular del elemento -16-.

La figura 6 muestra la variación de las pérdidas inversa y de retorno, y la figura 7, la variación de la pérdida de avance, siempre en decibeles, sobre la banda de frecuencias de 5925 a 6425 megaciclos por segundo, para la forma de ejecución antes mencionada, construída en lo esencial de acuerdo con las figuras 1 y 5, y que funcionó satisfactoriamente. En estas dos figuras, las ordenadas representan la pérdida en decibeles y las abcisas la frecuencia en megaciclos por segundo. La pérdida de avance -PA- es de 0,15 decibel en la escala de 5925 a 6300 megaciclos por segundo, y llega a un máximo de 0,22 decibel a 6425 megaciclos por segundo. La pérdida inversa -PI- es substancialmente uniforme, de 30 decibeles en toda la escala. La pérdida de retorno -PR- es, por lo menos, de 32,5 decibeles sobre la misma escala.

El valor de la imanación de saturación de la ferrita elegido es importante para el mejor funcionamiento, es decir, con relación máxima entre pérdidas. En la bibliografía, la imanación de saturación se designa generalmente por $4\pi M_s$. En la banda de frecuencias de 5925 a 6425 megaciclos por segundo, ha resultado óptimo un valor de $4\pi M_s$ igual a 1700 gauss. Los valores hasta 1600 gauss hacia



223 451 24 AB

abajo y 1800 gauss hacia arriba dan un resultado ligeramente inferior.

5 Se ha visto que cuando se proyecta un aislador satisfactorio para una sola banda de frecuencias, los parámetros se pueden medir mayores o menores para derivar un aislador apropiado con destino a una banda de frecuencias distinta. En particular, la imanación de saturación de la ferrita debe elegirse de un valor directamente proporcional al cambio en la frecuencia central de banda. Al mismo tiempo, tanto la altura como el espesor del elemento de ferrita deben variarse en razón inversa de las frecuencias centrales de banda. Por ejemplo, un aislador que funcione bien en una banda de frecuencias centrada a 6000 megaciclos por segundo, puede servir de base para diseñar un aislador que funcione lo mismo esencialmente en una banda de frecuencias centrada a 12000 megaciclos por segundo. Para esta última banda, la imanación de saturación debe ser doble que para la primera banda. La altura y el espesor del elemento de ferrita han de ser al mismo tiempo la mitad que en el caso anterior. El nuevo valor de la imanación de saturación puede obtenerse eligiendo una ferrita específicamente distinta entre los muchos materiales análogos disponibles que notoriamente presentan una selección bastante amplia de valores de imanación de saturación.

25 Las capas resistentes -17-, -18- pueden ser tiras de polietileno revestido de carbono, pegadas o sujetas de otro modo a la superficie del material de ferrita. Así mismo es posible pulverizar material resistente, como grafito, sobre partes de la superficie limitadas por una mascarilla de metal. En la forma expuesta en la figura 5 pueden emplearse dos mascarillas, una para la tira longitudinal, y otra para

22845²⁴ ABR



la tira diagonal. Una capa pulverizada conveniente dió una resistividad específica de 96 ohmios por cuadro, y la superposición de ambas capas, en la zona en que están superpuestas, de 72 ohmios por cuadro.

5 La figura 8 muestra una forma de realización de dos elementos, o sea con placa doble, según el presente invento, que comprende una placa de ferrita a cada lado del centro del guiaondas. En la figura, los elementos de ferrita -30- y -31-, ambos de espesor δ , están montados a una distancia γ de la pared más estrecha de dicho guiaondas. Como el vector magnético de la onda móvil gira en sentidos opuestos a los dos lados del guiaondas, para obtener la misma relación entre el campo de imanación aplicado desde fuera y el componente magnético giratorio del campo de la onda móvil a ambos lados del centro, es necesario que la dirección del campo magnetizante aplicado desde fuera sea inversa a través de los elementos de ferrita respectivos; para este fin se disponen imanes -32-, -33- de polaridades opuestas. Cada elemento -30-, -31- tiene una o más tiras de película resistente -34- montadas al lado del mismo más cercano al centro del guiaondas.

15 En una forma de realización del aislador de doble placa, construido y utilizado con éxito satisfactorio, las dimensiones interiores del guiaondas eran:

25

$$L = 2,286 \text{ cm.}$$

$$S = 1,016 \text{ cm.}$$

30 La separación óptima γ de cada elemento de ferrita respecto a la pared lateral contigua resultó ser de 0,0711 cm; el espesor δ de cada elemento de 0,2514 cm.; su altura, de

22845 f⁴ A



0,7696 cm., y su longitud, de 12,75 cm. Las capas re-
 sistentes eran tiras de grafito revestidas a pistola, ca-
 da una de 0,159 cm. de anchura; la longitudinal, de 7 cm.
 de largo, y la diagonal, de 11,4 cm. El espesor teórico
 5 de la capa resistente era de 0,0029 a 0,0058 cm. Las
 proporciones metálicas en la ferrita eran $Ni_{0,8} Cu_{0,1}$
 $Zn_{0,1} Mn_{0,02} Fe_{1,9}$, con una imanación de saturación $4\pi M_s$
 de unos 3600 gauss. El campo de imanación aplicado desde
 10 fuera por cada imán -32-, -33- fué de 1045 gauss aproxi-
 madamente. El aislador había de funcionar en la banda
 de frecuencias de 10.700 a 11.700 megaciclos por segundo.

Se ha comprobado que la pérdida inversa resultan-
 te de la yuxtaposición de dos elementos de ferrita en una
 sola sección del guiaondas es materialmente más de dos
 15 veces la de un aparato idéntico en lo demás, con un solo
 elemento de ferrita, como en la forma de ejecución de las
 figuras 1 a 3. Por ejemplo, cuando el aislador de una
 sola placa daba una pérdida inversa mínima medida, de 26
 decibeles, el aislador correspondiente de doble placa la
 20 daba de 64 decibeles a 10.700 megaciclos por segundo, y de
 más de 69 decibeles entre 10.800 y 11.700 megaciclos por
 segundo. En ambos casos, la pérdida de avance no pasó de 1
 decibel. El valor superior al separado de la pérdida in-
 25 versa se cree efecto de un tipo de onda más favorable, de-
 sarrollado en la disposición simétrica del aislador de
 doble placa. Las distribuciones del campo eléctrico para
 elementos de ferrita de altura plena se estima cualitati-
 vamente del tipo indicado en la figura 9, donde la curva
 30 llena -62- indica la propagación hacia delante, y la curva
 de puntos -63-, la propagación en sentido inverso.

Debe entenderse que las disposiciones descritas

228451

24 ABR



sólo se proponen ilustrar los principios del invento. Los entendidos en la materia pueden idear muchas otras disposiciones sin apartarse del espíritu y alcance del invento.

5

====: N O T A :====

Se reivindica como objeto de esta patente:

10 1.- Aparato aislador de desviación de campo, que comprende: un guiaondas, dos elementos giromagnéticos montados en lados opuestos del guiaondas, provistos cada uno de ellos, de material resistente en una parte de su superficie, y siendo ambos elementos giromagnéticos imanables en sentidos opuestos.

15 2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento o elementos magnetizantes empleados para imanar los elementos giromagnéticos, están situados fuera del guiaondas.

3.- Aparato aislador de desviación de campo.

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

BARCELONA, 24 ABR. 1956

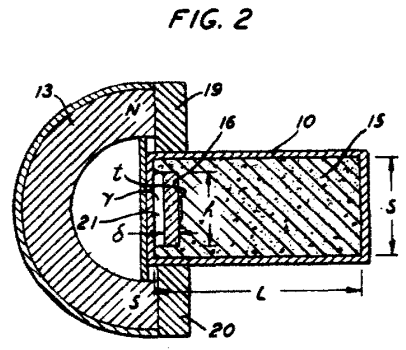
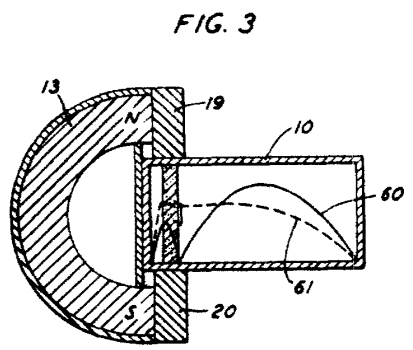
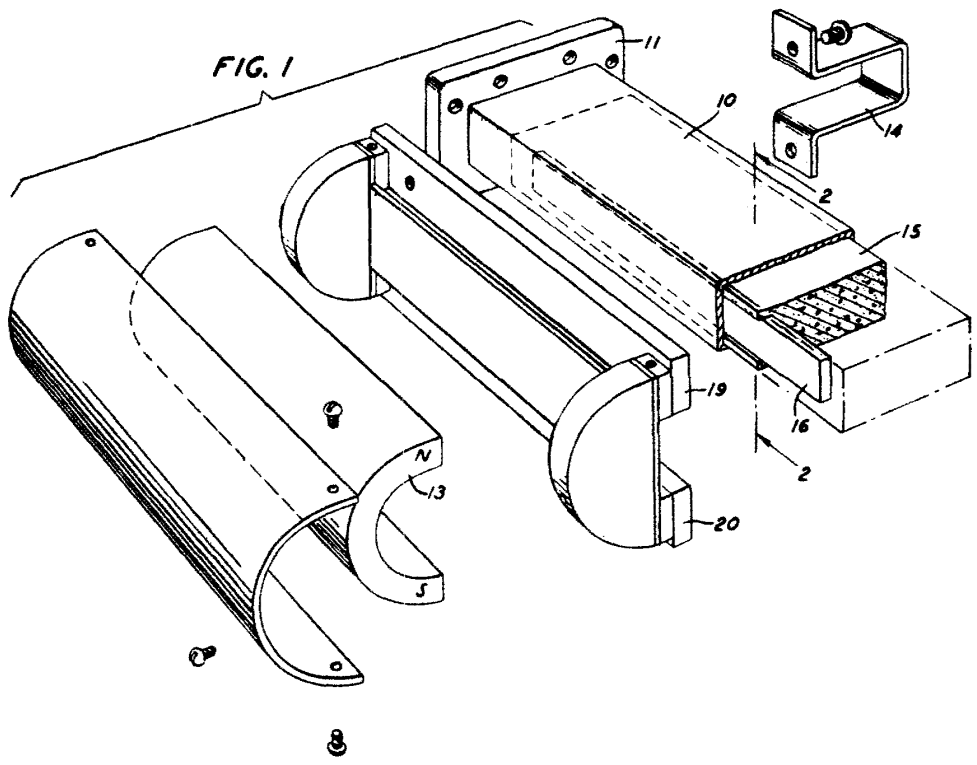
P.A.
JOSE M. BOLIBAR
H.P.

24 ABR



Boyer-Weisbaum - 1-4

228451



21A



228451

FIG. 4

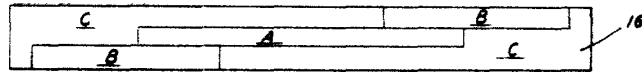


FIG. 5

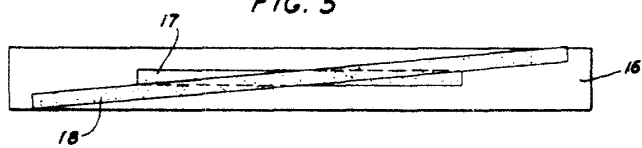


FIG. 6

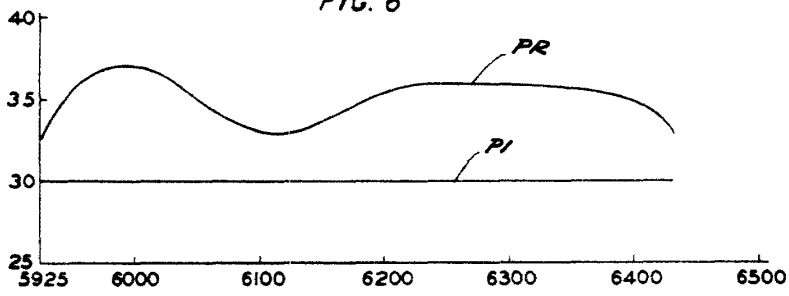
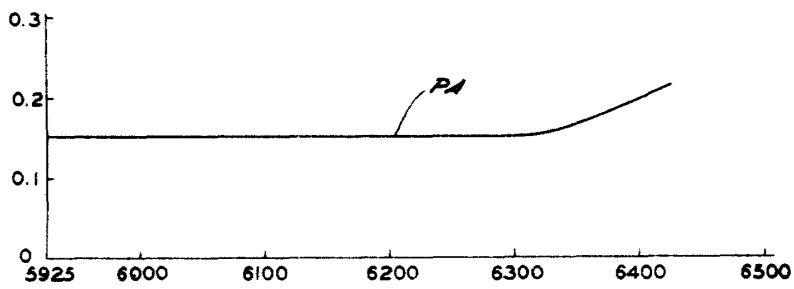


FIG. 7



P.A.
JOSÉ M. BOLIBAR
P. P.

24 APR



Boyer-Weisbaum.-1-d

228451

FIG. 8

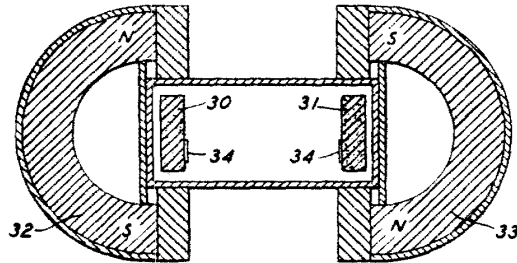
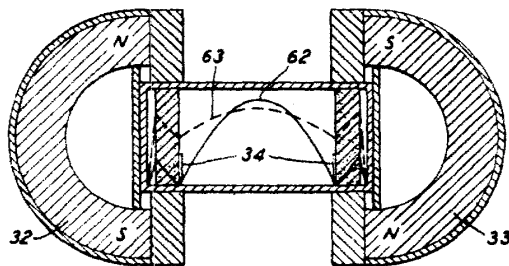


FIG. 9



P.A.
J. S. M. HOLIBAR
R. P.