

mc/

Caso G.L. Hogan 2

205543



205543

205 543

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 para producir una rotación antirreciproca del
plano de polarización de las ondas electromagnéticas ".

====:00o:====

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a instrumentos nuevos y
útiles en los que se emplea el efecto Faraday de rotación
del plano de polarización de las ondas electromagnéticas

205543



polarizadas.

Un fin del invento es el de introducir la utilidad práctica del efecto Faraday en la escala de longitudes de onda del espectro visible, y particularmente en la escala de microondas, sin que se produzca atenuación apreciable de las ondas.

Según el invento se usa, en ciertas formas particulares de aplicación, un bloque de material magnético de, por ejemplo, ferrito de níquel y zinc, cuya forma puede ser la de un cilindro de un centímetro de diámetro y un centímetro de espesor, más o menos, en la escala de micro-ondas, que sirve de "rodador" antirrecíproco (efecto Faraday) para el plano de polarización de las ondas electromagnéticas polarizadas, de modo que se le podrá usar en instrumentos conmutadores, atenuadores, moduladores, polarizadores circulares, etc. y en la clase de instrumentos no gobernados por la ley de reciprocidad, como por ejemplo, los sistemas de transmisión de una vía; y en los cambiadores de fases direccionalmente selectivos, que incluyen ciertos instrumentos que se les distingue con el nombre de "giradores".

El efecto Faraday es conocido desde hace largo tiempo en la escala óptica. Ya se ha tratado de extender su utilidad al efecto de longitudes de onda mayores que las del espectro visible, y más en particular a la escala de microondas, pero el resultado ha sido nulo en la práctica debido a la debilidad general del efecto Faraday sobre las sustancias transparentes a la luz visible, o debido a excesiva atenuación de las ondas de longitudes mayores, como las microondas, sobre ciertas sustancias ferromagnéticas de espesor conveniente, como el hierro, en las que el efecto Faraday de rotación, por unidad de espesor de las láminas muy delgadas



que pueden ser penetradas por la luz, se sabe que es demasiado grande.

La investigación ya divulgada, sobre la teoría de la resonancia ferromagnética, ha suministrado una base teórica sobre la cual se ha podido predecir la presencia de un efecto Faraday muy pronunciado en sustancias que presentan esa clase de resonancia, por ejemplo, los óxidos metálicos ferromagnéticos. Se ha encontrado que los materiales magnéticos, como dichos óxidos metálicos ferromagnéticos, en particular el ferrito de níquel y zinc con espesor del orden de magnitud de una longitud de onda, son capaces de producir una rotación angular del plano de polarización de las ondas polarizadas en un plano, hasta unos 45-90° o más, en presencia de campos magnetizadores fácilmente creados en la práctica, y se ha visto también que dichos materiales, en tales espesores, son capaces de transmitir ondas electromagnéticas, por ejemplo, de la escala de un centímetro, con atenuación prácticamente despreciable. Asimismo se ha visto que el ángulo de rotación de las ondas electromagnéticas polarizadas, en materiales magnéticos que presentan resonancia ferromagnética, es casi directamente proporcional al espesor del material atravesado por las ondas y a la intensidad de magnetización aplicada al mismo material, así es que se podrá regular el grado de rotación variando o escogiendo bien el espesor del material atravesado y la intensidad de la magnetización.

En los planos:

La figura 1, representa en perspectiva una pieza de material magnético que se usa sola o combinada con una forma del invento.

La figura 2, representa, parte en perspectiva y



parte en esquema, un sistema guiador de ondas, para micro-ondas, en el que se usa una pieza de material como el de la figura 1.

5 Las figuras 3, 4 y 5 representan, parte en perspectiva y parte en esquema, otra forma del invento, indicando la figura 3 un sistema contra desvanecimiento, la figura 4 un sistema de producción de onda polarizadas circularmente y la figura 5 una disposición de conmutación no recíproca para cuatro canales.

10 Las figuras 6 y 7 son diagramas que explican la acción de la disposición de la figura 5.

La figura 8, representa, parte en perspectiva y parte en esquema, una forma del invento en un sistema de transmisión de una sola vía.

15 La figura 9, representa, parte en perspectiva y parte en esquema, una combinación de empalmes guiadores de ondas, con rodador de fase de 90° , para formar una disposición de conmutación no recíproca para cuatro canales, cuyas propiedades son semejantes a las del sistema de la figura 5.

20 La figura 10, es un diagrama que explica la acción de la disposición de la figura 9.

25 La figura 11, representa en perspectiva un sistema guiador de ondas según el invento, montado en una abertura cilíndrica de un imán permanente, u otra estructura con núcleo magnético; y

La figura 12, es un diagrama de curvas, que indica la relación entre la fuerza aplicada al campo magnético y el efecto Faraday de rotación de un elemento construido según el invento.

30 La figura 1, representa un bloque o elemento de material magnético, por ejemplo, una pieza de óxido metá-

205543



lico ferromagnético, capaz de transmitir ondas electromagnéticas y cuyo espesor es del orden de magnitud de una longitud de onda, por ejemplo, de un centímetro más o menos, el cual se ha comprobado que trabaja satisfactoriamente, como "rodador" de fases direccionalmente selectivo para ondas electromagnéticas polarizadas. Se preparó un elemento de este tipo que dió muy buen resultado, pulverizando ferrito de níquel y cinc aglutinado, hasta que las partículas mayores pasaban por un tamiz de 40 mallas; mezclando este polvo con esferitas de poliestireno muy finas, capaces de pasar también por un tamiz de 40 mallas, con una proporción de volumen de 75% de ferrito y 25% de poliestireno; humedeciendo ligeramente la mezcla con una solución diluída de poliestireno en benceno para volverla pegajosa, y comprimiendo el material con forma cilíndrica bajo presión de 5 toneladas. Al medir la densidad antes y después de pulverizar, se calculó que el cilindro final compacto contendría 60% de ferrito de níquel y zinc en volumen. Antes de pulverizar el ferrito de níquel y zinc, tenía una saturación de magnetización de unos 2250 gauss y una resistividad de unos 10 millones de ohmio-centímetros, así es que puede esperarse que cada cilindro formado tenga una saturación de magnetización de unos 1350 gauss. La conductividad local, que es importante a tales, frecuencias, probablemente no cambia con la pulverización, pero como la pérdida en el poliestireno es despreciable, la pérdida por centímetro de espesor en el cilindro pulverizado será sólo de 6/10 con respecto al ferrito de níquel y cinc aglutinado original. Como el análisis matemático muestra que la rotación por centímetro es casi proporcional a la saturación de magnetización, la pulverización no produce ninguna ven-

20517-2081



taja aparente en el grado de rotación. Sin embargo, como los miembros de transición adelgazados (2-3, Fig. 2) usados para reducir la reflexión de las caras de los cilindros de ferrito, eran de poliestireno, convenia igualar todo lo posible la constante dieléctrica del cilindro de ferrito con la de los miembros de transición, y esta igualación se facilita mucho con la técnica de pulverización y dilución ya explicada en esta memoria.

Para obtener el efecto de rotación Faraday habrá que transmitir las ondas a través de un medio isotrópico transparente, paralelo a la dirección de las líneas de fuerza del campo magnético. Este efecto se obtiene convenientemente disponiendo dicho medio según el eje de un solenoide. Se designará como positiva la rotación si tiene la dirección de la corriente positiva que produce dicho campo magnético, y negativa si tiene la dirección contraria. Se cree que todas las substancias transparentes presentan la rotación Faraday. Antes se creía que las substancias diamagnéticas presentaban rotación positiva y las ferromagnéticas rotación negativa, pero ahora se sabe que tal teoría era incorrecta. Aunque no está dicho explícitamente, se puede deducir una teoría sobre el efecto Faraday ferromagnético de un artículo de D. Polder, publicado en Philosophical Magazine, vol. 40, páginas 99-115 (1949), que se refiere a un análisis de la resonancia giromagnética en las sustancias ferromagnéticas, que se opone a la precisión de los electrones que giran alrededor de la dirección de un campo magnético.

En dicho artículo dice Polder que una onda electromagnética, propagada en un medio ferromagnético homogéneamente magnetizado en una dirección paralela a la de propagación, se dividirá en dos componentes positiva y negativa polarizadas circularmente, que se propagan en el medio con ve-



locidades diferentes.

Pero al expresar sus ideas, Polder suponía que no se amortiguaban los electrones debido a su precisión alrededor de la dirección del campo. Probablemente esta hipótesis es válida a frecuencias muy apartadas de la frecuencia de absorción de resonancia. Además, Polder suponía tácitamente que no había pérdida dieléctrica durante la propagación de la onda en el medio ferromagnético. En vista de que hay una considerable pérdida dieléctrica cuando se propagan las micro-ondas en el ferrito, habrá que ampliar la teoría de Polder para que incluya este caso. Además, un poco más adelante se hallará ampliada la teoría de Polder con el objeto de explicar el efecto ferromagnético Faraday en la vecindad de una resonancia giromagnética.

Si se aplica un campo magnético efectivo H_0 con una dirección Z , a un medio ferromagnético, y si después se aplica un campo de alta frecuencia en dirección arbitraria, la relación entre las partes periódicas B y H (indicadas por b y h) será hallada por las siguientes ecuaciones:

$$b_x = \mu h_x - j \mu' h_y \tag{1}$$

$$b_y = j \mu' h_x + \mu h_y \tag{2}$$

$$b_z = h_z \tag{3}$$

en la cual:

$$\mu = \frac{\gamma^2 H_0 B_0 - \omega^2}{\gamma^2 H_0^2 - \omega^2}$$

$$\mu' = \frac{4\pi M_0 \gamma \omega}{\gamma^2 H_0^2 - \omega^2}$$

γ = relación giromagnética para los electrones
 = $17,6 \times 10^6$ radianes por segundo por oested



ω = frecuencia angular de la onda incidente en radianes por segundo.

M_0 = magnetización del medio.

5 Si se propaga una onda plana electromagnética por el medio con dirección Z , para describir esa onda será necesario hallar un sistema de soluciones para las ecuaciones de Maxwell que correspondan al anterior sistema de ecuaciones (1), (2) y (3), y en las que b , h , E y D sean proporcionales al $\exp(j\omega t \mp Z)$.

10 Pueden verse que la única solución posible bajo tales condiciones será una onda positiva o negativa polarizada circularmente, cuyas constantes de propagación son:

15
$$\Gamma_+ = \frac{j\omega}{c} \sqrt{\epsilon(\mu + \mu')} = \alpha_+ + j\beta_+ \quad (4)$$

y
$$\Gamma_- = \frac{j\omega}{c} \sqrt{\epsilon(\mu - \mu')} = \alpha_- + j\beta_- \quad (5)$$

20 Si se resuelven estas ecuaciones (4) y (5) por constantes de fase β_+ y β_- se obtendrá el siguiente resultado:

25
$$\beta_{\pm} = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon' + |\epsilon|}{2}} \sqrt{\mu \pm \mu'} \quad (6)$$

en la que

$\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$ = una constante dieléctrica compleja
y $|\epsilon|^2 = (\epsilon')^2 + (\epsilon'')^2$.

30 De esta relación se podrá obtener un índice real de refracción para cada componente, expresado por:

205543



$$n_{\pm} = \frac{c}{\omega} \beta_{\pm} = \sqrt{\frac{\epsilon' + |\epsilon|}{2}} \sqrt{1 + \frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega_0 \mp \omega}} \quad (7)$$

en la que:

$$\omega_0 = \gamma H_0.$$

5

Como esta onda electromagnética se divide en dos componentes polarizadas circularmente que se propagan con diferentes velocidades en el medio ferromagnético, al salir del medio las componentes se unen para formar una onda plana polarizada en la que el plano de polarización ha girado un ángulo θ al pasar a través del medio, siendo:

10

$$\theta = \frac{\ell}{2} \left[\beta_- - \beta_+ \right] \quad (8)$$

en la cual

ℓ = espesor del medio ferromagnético.

15

Mediante dicha ecuación (6) puede expresarse esto así:

$$\frac{\theta}{\ell} = \frac{\omega}{2c} \sqrt{\frac{\epsilon' + |\epsilon|}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega_0 + \omega}} - \sqrt{1 + \frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega_0 - \omega}} \right] \quad (9)$$

20

Si el campo magnético efectivo en el medio ferromagnético es tan bajo que

$$\omega_0 \ll \omega, \quad (10)$$

25

La ecuación (9) puede expresarse así:

$$\frac{\theta}{\ell} = \frac{\omega}{2c} \sqrt{\frac{\epsilon' + |\epsilon|}{2}} \left[\sqrt{1 + \frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega}} - \sqrt{1 - \frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega}} \right] \quad (11)$$

Esto se simplifica aún más cuando

30

$$\frac{4\pi M_0 \gamma}{\omega} \ll 1, \quad (12)$$



205543

a

$$\frac{\theta}{\ell} = \frac{1}{2c} \sqrt{\frac{\epsilon' + i\epsilon''}{2}} (4 \pi M_0 \gamma). \quad (13)$$

5 Si suponemos como razonables los valores típicos de

$$4 \pi M_0 = 1000 \text{ gauss,}$$

$$\epsilon' = 16,$$

$$\epsilon'' = 0,$$

10 la ecuación (13) dará una rotación de

$$\begin{aligned} \frac{\theta}{\ell} &= 1.2 \text{ radianes por centímetro} \\ &= 69 \text{ grados por centímetro.} \end{aligned} \quad (18)$$

15 Un resultado importante de este análisis es el de que esta rotación relativamente grande se presenta en frecuencias muy diferentes de la frecuencia de absorción de resonancia; y si se obtienen las condiciones (10) y (12), la rotación expresada por la ecuación (13) será independiente de la frecuencia de la onda incidente, así es que cualquier

20 instrumento en que se use esta rotación será de banda ancha en cuanto a sus características de transmisión. Además, la rotación es proporcional a la magnetización de la muestra. Por debajo de la saturación magnética, la magnetización depende, por supuesto, del campo magnético aplicado y, por

25 consiguiente, por debajo de la saturación, la rotación es prácticamente proporcional al campo magnético aplicado.

Si se incluyen pérdidas magnéticas en el análisis, la teoría predice también que en la región en que la frecuencia de la onda incidente se acerca a la frecuencia

30 de absorción de resonancia ferromagnética, el componente positivo circularmente polarizado será casi completamente



absorbido, mientras que el componente negativo se propa-
gará con atenuación sólo ligeramente diferente de la que
se debe a las pérdidas dieléctricas usuales. Como resul-
tado, cerca de la frecuencia de absorción de resonancia
5 se polariza circularmente la onda después de haber sido
transmitida por el medio ferromagnético.

La experimentación ha demostrado que esta teo-
ría predice cuantitativamente la conducta de la mayoría de
los ferritos hasta el punto de saturación. Además, hemos
10 obtenido ondas polarizadas circularmente transmitiendo una
onda plana polarizada a través de un bloque de ferrito cuan-
do la frecuencia de la onda era muy próxima a la frecuen-
cia de resonancia. La pérdida por transmisión resultó so-
lo ligeramente mayor de 3 decibels, lo cual indica que la
15 componente negativa se propagaba con muy poca atenuación,
mientras que la componente positiva era casi completamente
absorbida.

Debe notarse que la rotación Faraday depende
para su dirección de la dirección del campo magnético, del
20 mismo modo que la dirección de traslación de un tornillo
se relaciona con su dirección de rotación. Así, cuando
se invierte la dirección del campo magnético, se invierte
también la dirección de la rotación Faraday en el espacio,
reteniendo siempre su relación original con la dirección
25 del campo. La rotación es independiente del sentido de la
propagación en la dirección del eje del elemento ferromag-
nético. Si la onda pasa por el elemento primero en una
dirección y después en otra, experimentará dos rotaciones
de fases sucesivas en un mismo sentido, así es que se do-
30 bla la rotación que experimenta en un solo pasaje. Esto
difiere del caso en que se obtiene una rotación de fase



205543

5 en una guía de onda rectangular y retorcida, porque en este caso cuando pasa la onda, por ejemplo, en determinada dirección, su plano de polarización girará cierto ángulo, pero al pasar en dirección inversa, su plano de polarización volverá a girar en sentido contrario el mismo ángulo hacia su orientación original. Esta misma distinción ocurre con las rotaciones de una onda que pasa por ciertas estructuras cristalinas, pues en este caso, al ir y venir la onda plana polarizada a través de la misma estructura un número de veces, su plano de polarización no experimentará en definitiva ninguna rotación.

15 Según un concepto más simple de este fenómeno, una onda plana polarizada, incidente sobre el material magnético en presencia del campo magnético, producirá dos grupos de ondas secundarias en ese material, estando cada grupo de ondas secundarias polarizado circularmente. Esta polarización circular de los dos grupos de ondas secundarias se efectúa en sentidos opuestos y las ondas atraviesan el medio a velocidades diferentes. Al salir del material, todas las ondas secundarias se combinan como una sola onda plana polarizada, que en general estará polarizada con un ángulo diferente de la onda original.

25 La figura 2, muestra el elemento de la figura 1 dispuesto para ser usado como un atenuador variable o como un modulador. El elemento -1- y los miembros cónicos de transición asociados -2- y -3-, que pueden ser de poliestireno, van montados en sentido longitudinal dentro de una guía circular de onda -4-, la cual, a su vez va montada entre dos guías de onda -5- y -6-, alineadas y orientadas de manera semejante, y que forman una transición de la guía de onda circular a otra rectangular. Orientadas de manera

20 SEP
205543



5 semejante, significa que la mayor dimensión de la sección -5- de la guía rectangular es paralela a la mayor dimensión de la sección -6-, y de igual modo, la menor dimensión de la sección -5- es paralela a la menor dimensión de la sección -6-. Las guías de onda -4-, -5- y -6- pueden unirse por medio de rebordes, de los cuales uno o más podrá ser giratorios; o por cualquier otro medio ya conocido. Al exterior de la sección -4- de guía de ondas se monta un solenoide -7-, y se le provee de una fuente de corriente -8- representada como ejemplo por una pila eléctrica montada en derivación con el potenciómetro -9-, provisto de un cursor -10-. Se dispone también una fuente de potenciales de modulación -11- que se conecta en serie con el solenoide -7-, cuando así se desea, mediante un conmutador de dos posiciones y dos circuitos -12-. Cuando el conmutador -12- está en la posición más baja de la figura 2 se conectará dicha fuente -11- con el solenoide -7- por medio del transformador -13-. Cuando el conmutador -12- está en su posición más alta, se desconecta la fuente -11- y se completa el circuito del solenoide por medio del puente -14-. En una forma del invento que funcionó con éxito, tenía el solenoide -7- unos 30 centímetros de largo, y se puso el elemento -1- en el sitio del campo uniforme, en el centro del arrollamiento.

25 Para que el sistema de la figura 2 trabaje como un atenuador variable se pasa el conmutador -12- a la posición alta. Las partes rectangulares de las secciones de guía de ondas -5- y -6- sirven de polarizadores para las ondas planas, pues solo aceptan el componente del vector eléctrico que es compatible con el modo TE_{10} en la guía rectangular; y por una transición suave de la sección transver-

30



sal, de rectangular a circular, este modo se transforma en el modo TE_{11} en la parte circular de la guía. De preferencia se escogen las dimensiones de las guías de ondas de manera que solo pueda propagarse en cada una de ellas el modo dominante. Cuando está excitado el solenoide -7- origina un campo magnético axial en la dirección del espesor del elemento -1-. Las secciones de guía -5- y -6-, por estar alineadas y con igual orientación, aceptan sólo el componente del vector eléctrico en una sola dirección preferida. Cuando se fija el cursor -10- en el extremo de la derecha del potenciómetro -9- casi no se aplica ningún potencial magnetizador al solenoide -7-, y suponiendo que no haya magnetización remanente, no habrá rotación del plano de polarización en el elemento -1-. Una onda de frecuencia adecuada, recibida de un oscilador e introducida en la sección -5-, pasará por el elemento -1- a la sección -6- sin que se altere su plano de polarización y con muy poca atenuación, que es inherente a la acción del elemento -1-, y que se ha comprobado que es del orden de magnitud de 0.8 de decíbel con longitud de onda de unos 3 centímetros. Puede ajustarse el alineamiento de las secciones -5- y -6- mediante la unión giratoria -60-. Se podrá introducir atenuación en el sistema entre las secciones -5- y -6- moviendo el cursor -10- del potenciómetro a la izquierda, para que suministre una cantidad regulable de corriente magnetizadora al solenoide -7-; y se calibre el potenciómetro -9- en la forma usual para que indique en decíbeles, o su equivalente, la atenuación para cualquier posición del cursor -10-. Aparecerá la atenuación agregada como resultado de la rotación del plano de polarización de las ondas, lo cual se debe al efecto

205543



Faraday en el elemento -1-, que aleja de la dirección preferida en la sección -6- el plano de polarización de las ondas, de suerte que un solo componente de la intensidad plena de la onda será eficaz para producir un potencial de salida en la sección -6-. El componente rechazado es absorbido por las aletas resistivas -46- y -47-, que de preferencia presentan una muesca para que permitan una transición suave y aseguren el máximo de absorción. Cuando el elemento -1- introduce una rotación de 45° , la intensidad de salida de la sección -6- será aproximadamente la mitad del valor que tendría con la polarización preferida, con lo cual se agregan unos 3 decibels de atenuación. Cuando se introduce una rotación de fase de 90° , se polariza la onda en ángulo recto con la dirección preferida en la sección -6-, y casi no se obtiene ninguna salida. El máximo de atenuación que se puede agregar es teóricamente infinito, y podrá ser muy grande en la práctica si se usa un campo magnético moderadamente fuerte por ejemplo de unos 250 gauss. Los miembros de transición -2- y -3- sirven para reducir las reflexiones de las ondas que se producirían por la discontinuidad de la superficie del elemento -1-. La salida de la sección -6- puede alimentar una antena o cualquier otro aparato.

Pasando ahora a la acción del sistema de la figura 2 como un modulador, lo primero será pasar el conmutador -12- a la posición más baja, y en seguida se fija el cursor -10- del potenciómetro permanentemente en una posición intermedia del potenciómetro. En esa posición, y en ausencia de potenciales moduladores, el solenoide -7- introduce en el aparato -1- una cantidad intermedia de rotación de fase, por ejemplo, unos 45° . En este caso la sa-

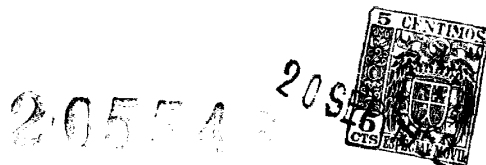
205543



lida normal de la sección -6- se reduce aproximadamente a la mitad. La aplicación de potenciales moduladores de la fuente -11-, variará la corriente magnetizadora del solenoide, y alternadamente aumentará y reducirá la rotación de fase producida y al mismo tiempo la salida de la sección -6-, de acuerdo con la variación de los potenciales moduladores. Así se obtiene una onda modulada, que se podrá aplicar a la antena u otro aparato útil en la forma usual.

En otra forma de regulación y manipulación del sistema de la figura 2 como modulador, primero se orienta la sección -6- en el espacio formando un ángulo con la sección -5-, mediante la unión giratoria -60-, y se fija el cursor -10- en el extremo de la derecha del potenciómetro -9-. El ángulo de la sección -6- respecto a la sección -5- puede determinarse, como ejemplo, en 45° , en cuyo caso la salida será, en ausencia de corriente magnetizadora, la mitad del máximo que puede obtenerse con una polarización óptima. La aplicación de potenciales moduladores mediante el transformador -13- introducirá entonces una corriente alterna magnetizadora en el solenoide -7-, que hará girar el plano de polarización de las ondas alternadamente a la derecha y la izquierda, así es que se aumentará y reducirá alternadamente la salida de la sección -6- de conformidad con las variaciones en los potenciales moduladores.

La figura 3 muestra la aplicación del elemento -1- a un sistema de control automático de volumen, o de anti-desvanecimiento. La disposición de las distintas partes es la misma de la figura 2, excepto que el potenciómetro -9- y el conmutador -12- podrán omitirse debido a que la magnetización es suministrada por una fuente fija de co-



5 rriente constituida por la bateria -8-. En la seccion
-6- se dispone un probador -15-, preferiblemente de modo
que sobresalga muy ligeramente en el interior de la guia
de onda con objeto de que solo entorpezca muy ligeramente
la transmision, y que tiene por fin captar un potencial de
10 prueba de la onda presente en aquel punto. Puede conectar-
se el probador -15- mediante la linea coaxil de transmision
-16- con un detector monitor -17-, cuya salida se conecta
con una resistencia -18- que esta conectada en serie con
el circuito excitador del solenoide -7-. De preferencia,
la resistencia -18- esta shuntada por un condensador -19-,
en la forma empleada usualmente en los sistemas de control
de volumen. Preferiblemente, aunque no necesariamente, las
secciones de guia de ondas -5- y -6-, estan orientadas ana-
logamente.

15
20 Para aplicar la disposicion de la figura 3, se
escoge un potencial de la fuente -8- que produzca una can-
tidad intermedia de rotacion de fase de modo que normalmente
la salida de la seccion -6- sea menor que la salida maxima,
y de preferencia que sea la mitad de dicha salida maxima.
Se agrega un incremento variable al potencial suministrado
por la fuente -8-, en vista de la presencia de la corriente
de control suministrada por el detector monitor -17-, que
pasa por la resistencia -18-. Si se desvanece la onda su-
25 ministrada el sistema por la seccion -5-, al extremo de dis-
minuir la salida de la seccion -6-, disminuiran tambien la
cantidad de energia recogida por el probador -15- y la co-
rriente de retorno que pasa por la resistencia -18-. Se
hacen las conexiones de modo que la caida de potencial
30 creada en la resistencia -18- se oponga al potencial pro-
ducido por la fuente -8-, asi es que cuando se reduce la



205543

corriente de prueba, se reduce también la cantidad de rotación de fase en el elemento -1-, de suerte que el plano de polarización queda más alineado con la dirección del probador -15-, y se aumenta la potencia de salida de la sección -6-, compensando la tendencia de la misma a disminuir debida al desvanecimiento. Si aumentara la entrada de energía en la sección -5-, el efecto de dicho sistema de realimentación será aumentar la rotación de fase en el elemento -1-, con lo cual girará aún más el plano de polarización fuera de la dirección del probador -15- y disminuirá la salida de la sección -6-. Es evidente que el sistema podrá regularse del modo usual para mantener una salida prácticamente constante en la sección -6- mientras la potencia de entrada en la sección -5- varía entre amplios límites. El condensador -19- sirve para suavizar las variaciones más rápidas en la reacción del circuito de realimentación y evitar así reajustes temporales innecesarios en la atenuación durante perturbaciones transitorias.

La figura 4 muestra una disposición en la cual se emplea el elemento de la figura 1 para transformar una onda polarizada en un plano en una onda polarizada circularmente.

Todas estas consideraciones teóricas indican que el efecto de rotación Faraday depende de la existencia de frecuencias resonantes en el material magnético. Al entrar en el material magnético, la onda introducida crea dos ondas secundarias cada una de las cuales está polarizada circularmente y la dirección de la rotación del plano de polarización es opuesta en ambas componentes. Cuando la frecuencia de la onda introducida queda lejos

205543

20 SEP



de la frecuencia de absorción de resonancia, las dos componentes de onda secundaria se propagan a través del material magnético con velocidades diferentes. La diferencia relativa entre estas velocidades aumenta a medida que
5 la frecuencia de la onda introducida se acerca a la frecuencia de resonancia. Además, si la frecuencia introducida está próxima a una frecuencia de resonancia, tiene lugar una absorción en el sentido de que la energía de la componente de la onda resonante o casi resonante se
10 transformará en calor u otra clase de energía dentro del material; y si la resonancia es virtualmente completa, una de las componentes de onda podrá quedar completamente absorbida, y la otra componente atravesará el material y aparecerá a la salida del sistema como una onda polarizada circularmente. En vez de cambiar la frecuencia
15 de la onda introducida para aumentar la absorción, será posible variar la frecuencia de resonancia del material magnético variando el campo magnético. En el caso de microondas, la frecuencia de resonancia magnética es normalmente mucho más baja que la frecuencia de la onda
20 introducida, pero la frecuencia de resonancia podrá elevarse hasta la banda de ondas centimétricas aplicando campos magnetizadores bastante grandes. La eliminación de una de las componentes polarizadas circularmente producirá, desde luego, una pérdida de unos 3 decíbeles, lo
25 cual no es excesivo en vista de las ventajas de obtener una onda polarizada circularmente.

La figura 4, muestra una guía rectangular de onda -20-, que se transforma progresivamente en una sección circular -21- que comprende en su interior el elemento -1-, y que está rodeada por el solenoide -7- conectado
30

20 SEP

205543



a la fuente eléctrica -8-.

Para poner en acción el sistema de la figura 4, habrá que hacer que el potencial de la fuente -8- sea bastante grande para elevar la frecuencia de resonancia magnética del elemento -1- de acuerdo con la frecuencia de la onda introducida en la guía de ondas -20-. Como resultado, la onda que sale de la sección -21- estará polarizada circularmente.

La figura 5, muestra un sistema de conmutación para cuatro ramales; y también indica el modo de usar tres de estos ramales en un sistema de conmutación, como un dispositivo que hace posible emitir y recibir una misma frecuencia simultáneamente, usando una misma antena, como en un sistema de relevadores (relays) de micro-ondas, para fines de comunicación. Habrá que regular el espesor del elemento -1- y el potencial de la fuente -8-, para obtener una rotación del plano de polarización de 45°. La salida de la sección -6- de la guía de ondas presenta permanentemente una rotación con relación a la sección de entrada -5-, de preferencia de un ángulo de 45° y en la misma dirección de la rotación que introduce el elemento -1-. Se usa un probador horizontal sintonizable -30- en el lado de entrada del elemento -1- y se orienta éste de modo que forme ángulo recto con la dirección (vertical) de polarización de la sección de guía de ondas -5-. Se podrá colocar otro probador sintonizable -31- en el lado de salida del elemento -1-, de preferencia orientado a 45° respecto a la vertical en dirección opuesta a la dirección de rotación del elemento -1-. La sección de guía de ondas -6- vá conectada a una antena o bocina -32- mediante una unión adecuada. El probador sintonizable -30- vá conectado al

205543



5 receptor -33-, y el probador sintonizable -31- se conecta con algún sistema o circuito deseado -34-. De preferencia se montan unas aletas muy conductivas -35- y -35'- en la guía de ondas circular para reflejar las ondas que tengan su plano de polarización coincidente con el plano de la aleta. Se regula el espacio entre cada aleta y el probador adyacente de modo que dé el máximo de transferencia de energía a los respectivos circuitos.

10 Se comprenderá mejor la acción del sistema de la figura 5 haciendo referencia al diagrama de la figura 6. Una onda polarizada verticalmente, por ejemplo una onda de un transmisor a, conectada a la guía de ondas -5-, tendrá un efecto insignificante sobre el probador -30-, porque éste forma ángulo recto con la dirección de polarización de la guía de ondas -5-. El elemento -1- hace girar 45° a esta onda polarizada verticalmente, por lo que su plano de polarización pasa a formar ángulo recto con la dirección del probador -31- y en la dirección preferida para la transmisión por la guía de ondas -6- hacia la antena -32-. De este modo se obtiene una transmisión virtualmente libre entre la sección -5- y la antena -32-, como se indica en la figura 6 por las flechas a y b radiales asociadas al círculo -36-, y la flecha -37- que indica en diagrama la progresión en el sentido de a a b. Si la antena -32- recibe del espacio una onda, la polarización de esa onda recibida en la sección -6- queda limitada a la dirección indicada por b, que forma ángulo recto con el probador -31-. El elemento -1- hace girar a esta onda recibida 45°, en la misma dirección del campo magnético indicada por la flecha -38- de la figura 5, de suerte que la onda queda polarizada de acuerdo con la polarización del

15

20

25

30

205543



probador -30-, así es que la onda será conducida hacia el
 receptor -33-. Si una onda de estas llegara a la parte
 rectangular de la sección -5-, sería eliminada por no es-
 5 tar en la dirección preferida, y además podría ser refle-
 jada por la aleta conductiva -35-. Esta aleta se inserta
 en tal posición, que el probador sintonizable -30- quedará
 en un antinodo de la onda patrón de voltaje estable. Evi-
 dentemente, la onda de polarización indicada por b es con-
 10 ducida por el sistema hacia el receptor con la polaridad
 indicada por c. Esta transmisión está indicada por la
 flecha -37-, figura 6, que tiende a hacer girar la flecha
b hasta la dirección de la flecha c. Una onda con la po-
 laridad indicada por c, introducida en el probador -30-,
 no será transmitida al transmisor a, y cuando el elemento
 15 -1- la hace girar 45°, se polarizará en la dirección co-
 rrecta para ser transmitida por el probador -31- al cir-
 cuito -34-, como se indica en la figura 6 por el paso de
c a d. En el ejemplo que precede no se usan el circuito
 -34- ni el probador -31-; pero se les podrá usar cuando
 20 se desee, en otras aplicaciones del sistema general de la
 figura 5. Una onda polarizada en la dirección d, intro-
 ducida en el probador -31-, girará 45°, por la acción del
 elemento -1-, hacia la dirección de polarización a, pero
 tendrá signo opuesto a la que se genera en el transmisor.
 25 Este cambio de signo está indicado por la flecha -a en la
 figura 6.

La figura 7 es otro diagrama de la misma re-
 presentación de la figura 6, pero en una forma algo dife-
 rente. En esta figura 7, las direcciones a, b, c y d for-
 30 man ángulos rectos unas con otras y se las puede conside-
 rar como los cuatro circuitos de la figura 5, sin tener en



cuenta la dirección de polarización de cada uno. La fle-
cha -39- indica la manera de efectuarse la transmisión
cuando se la toma junto con el signo menos indicado por
-40-. La transmisión de las ondas introducidas en a lleva
5 estas ondas al circuito b; la transmisión desde b se diri-
ge al circuito c; la transmisión desde el circuito c se
dirige al circuito d; y la transmisión desde el circuito
d se dirige, con cambio de signo, hacia el circuito a. Es
evidente que los circuitos a y d podrán acoplarse con la
10 guía de onda por otros medios distintos de los probado-
res coaxiales sintonizables representados.

La figura 8 muestra un sistema de transmisión
de una vía según el invento, de una manera semejante a la
del sistema de la figura 5. Los sintonizadores -30- y -31-,
15 el receptor -33- y el circuito -34- se han suprimido, y
la sección -6- de guía de ondas se podrá conectar con cual-
quier circuito de carga que se desee. Las aletas -46- y
-47- substituyen a las aletas de reflexión -35- y -35'-.

Para manejar el sistema de la figura 8 se conec-
20 ta un transmisor con la sección de guía de ondas de entrada
-5-, y la sección de guía de ondas de salida -6- podrá co-
nectarse con una línea de transmisión, que podrá tener al-
guna irregularidad que refleje una parte de la onda su-
ministrada a la línea. El sistema de la figura 8 sirve pa-
25 ra impedir o reducir considerablemente la reacción de la
onda reflejada sobre el transmisor. Para comprender este
resultado puede suponerse una onda polarizada verticalmen-
te, introducida por el transmisor en la sección de guía de
ondas -5-. Cuando esta onda atraviesa el elemento -1- de
30 izquierda a derecha, en plano de polarización gira 45° ha-
cia la derecha, por lo que pasará libremente por la sec-

205543

20



ción de guía de ondas -6- hacia la línea. Una parte re-
 flejada de la onda así introducida en la línea, al regre-
 sar con la misma dirección de polarización, experimenta
 una nueva probación de su plano de polarización al pasar
 5 de derecha a izquierda por el elemento -1-, y de este modo
 cambiará la posición de su plano de polarización a 90° con
 el plano preferido de polarización de la sección de guía
 de ondas -5-. Como resultado, la onda reflejada será re-
 chazada o muy atenuada, y su reacción sobre la onda trans-
 10 mitida se reducirá mucho comparada con lo que sería si no
 se emplearan los dispositivos de este invento.

La figura 9 muestra un sistema de conmutación
 con cuatro ramales y es parecida en su acción resultante
 al sistema representado en la figura 5, salvo que la in-
 versión de fase indicada por el signo menos -40- en el dia-
 15 grama de la figura 7 ha sido eliminada. Las guías de en-
 trada -41- y de salida -42- tienen sus direcciones preferi-
 das en ángulo recto entre sí, y el elemento -1- produce
 una rotación de 90°. Dichas guías de onda -41- y -42-
 20 van cada una a un acoplamiento en forma de "T", -43- y
 -44-, respectivamente. Estos acoplamientos en "T" son
 del tipo representado en la figura 7 de la patente ameri-
 cana Nº 2.445.895 de 27 de Julio de 1948, concedida a W.
 A. Tyrrell, que es un tipo de acoplamiento usualmente lla-
 25 mado "T mágica", y también guía híbrida de ondas. Cada
 uno de los acoplamientos en T -43- y -44- se dirige a
 dos ramales, indicados por a y c los del acoplamiento -43-,
 y por b y d los del acoplamiento -44-. Entre la fuente
 -8- y el solenoide -7- se monta un conmutador inversor
 30 -45- para invertir cuando se desee la magnetización del
 elemento -1-. Las aletas resistivas -46-47- sirven para

205543



absorber las componentes de onda cuya dirección de polarización no se desea. Se inserta una aleta resistiva -48-, regulable o no, en la unión de las guías de onda -49-, entre los componentes -43- y -44-, para igualar la atenuación de los dos ramales de circuito entre estos acoplamientos -43-44-. Estos ramales pasan, uno por el elemento -1- y otro por la guía -49-. Se aplica un retorcido permanente de 90° en el punto -50- de la guía de ondas -41-.

Para explicar la acción del sistema de la figura 9 se hará referencia a la figura 10. La forma de representación de esta figura es igual que la de la figura 6. Una onda del circuito a que entra en el acoplamiento -43- se divide en dos partes, transmitiéndose una de estas partes a través del elemento -1-, mientras que la otra pasa a través de la guía de ondas -49-. La parte de onda que pasa por el elemento -1- gira 90°, lo cual unido al retorcido en la guía de onda en -50- llevará esta parte de la onda hacia el acoplamiento -44- con la misma polarización, y con la misma fase de la onda que viene por la guía de ondas -49-, siempre que se hayan regulado convenientemente las longitudes de los dos canales para obtener esa relación de fases. Estas dos componentes se anulan una a otra en el circuito d pero se combinan en el circuito b en fase igual. Así, como se representa en la figura 10, tenemos transmisión libre de a a b, estando indicado el sentido de la progresión por la flecha de trazo continuo -51-. Las ondas que entran en el acoplamiento -44- desde el circuito b, se dividen en dos componentes polarizadas del mismo signo, y pasan una por la guía de onda -49- y la otra por el elemento -1- con rotación de 90°. Después de pasar esta última componente por la sección retorcida

205543



5 -50- llega al acoplamiento -43- en tal relación de fase con la otra componente, que se transmite libremente al circuito c y se anula en el circuito a. Asimismo, las transmisiones originadas en el circuito c pasan libremente al circuito d, y las transmisiones originadas en el circuito d pasan libremente al circuito a, como se vé en la figura 10. Si se hace que el conmutador inversor -45- invierta la magnetización del elemento -1-, se invertirán las características de transmisión del sistema, como indica la flecha de puntos -52-, figura 10.

10 Cuando el elemento -1- origina una rotación de 90°, como en la figura 9, actuará como un instrumento del tipo llamado "girador" por B.D.H. Tellegen en su artículo "El Girador, nuevo elemento de redes eléctricas", inserto en la revista Philips Research Reports, Vol. 3, Págs. 81-101, de 1948. Tellegen define el nuevo Girador ideal como un elemento pasivo de 4 polos, representado como sigue:

20
$$v_1 = Si_2, \tag{19}$$

$$v_2 = Si_1, \tag{20}$$

siendo v_1 y v_2 los voltajes en los pares de polos de entrada y salida respectivamente del instrumento; y siendo i_1 e i_2 las corrientes correspondientes en los pares de polos de entrada y salida, respectivamente; y siendo S un factor (complejo) de proporcionalidad. Como los coeficientes de i_2 e i_1 tienen signo opuesto en las ecuaciones (19) y (20), el Girador viola el teorema de reciprocidad. En términos simples, esta igualdad de coeficientes con oposición de signos indica la existencia de una diferencia de fases de 180° respecto de la propagación de las ondas por el Girador en dos direcciones. Por esta razón puede decir-

205543



5 se que el Girador es un instrumento "antirrecíproco", que constituye una clase especial de instrumentos que se pueden llamar propiamente "no recíprocos" en vista de que violan el teorema de reciprocidad. El sistema de la figura 9 puede describirse también como un cambiador de fases direccionalmente selectivo. Produce una diferencia de fases de 180° entre transmisiones en direcciones opuestas, así es que una onda que pasa dos veces por el elemento -1- en direcciones opuestas experimentará un cambio de fases total de 180°, esto es, una inversión de fases. En contraste, con este instrumento tenemos un cambiador de fases recíproco, en el cual una onda que lo atraviesa primero en una dirección y después en la opuesta, no producirá ningún cambio neto de fases.

15 La figura 11 muestra una disposición en la que se usa el sistema del invento con piezas polares macizas, o un núcleo magnético macizo, como el indicado por -55-, que puede ser un imán permanente o el núcleo de un electroimán. La guía de ondas que comprende el elemento -1- se inserta en los huecos -56- y -57- de la estructura -55-, siendo los ejes de dichos huecos de preferencia paralelos a la dirección del flujo magnético, y pueden conectarse entre un transmisor y una carga como se desee, con una orientación relativa cualquiera de las partes rectangulares de la guía de ondas, como se vé en la representación de cualquiera de las otras formas de aplicación del invento.

25 Es evidente que los miembros de transición -2- y -3- podrán ser ventajosamente de ferrito de la misma composición que el elemento -1-, para que se acentúe su tendencia a reducir aún más las reflexiones, y entonces contribuirán los mismos miembros de transición a producir el grado deseado

205543



de efecto Faraday. Además, los miembros de transición -2- y -3- y el elemento -1- se podrán combinar para formar un solo miembro.

5 El elemento de ferrito de níquel y zinc, obtenido como se ha explicado con referencia a la figura 1, era de forma cilíndrica, con una longitud de 1,4 centímetros y un diámetro que virtualmente encajaba con exactitud en el interior de la guía circular de ondas cuyo diámetro interno era de 2,25 centímetros. La figura 12 da el resultado de la medición sobre este elemento. Las abscisas representan la fuerza del campo magnético aplicado en oersteds, y las ordenadas representan la rotación Faraday resultante, expresada en grados por centímetro de espesor del material atravesado por las ondas introducidas. Se vé en el diagrama de curvas que para un 10 espesor de 1,4 centímetros de dicho material se obtiene un ángulo de rotación de 45° aplicando un campo magnético de unos 320 oersteds, o un ángulo de 90° aplicando un campo magnético de unos 1040 oersteds. Se llegó a la saturación a unos 96° 15 aplicando un campo de 1350 gauss aproximadamente.

20 En cualquiera de las formas del invento descritas se podrá reemplazar el elemento -1- por un recipiente de gas o de líquido, o por un material sólido que no sea ferrito, pues la selección del material está limitada únicamente por la presencia de una frecuencia de absorción de resonancia co- 25 rrecta para el material, que no se aparte mucho de la frecuencia deseada en las ondas incidentes. Entre los materiales adecuados se encuentran los gases aprisionados en una estructura molecular entrelazada, pues el gas así aprisionado equivale a un gas ordinario bajo enorme presión y de gran densidad, que es capaz de producir grandes rotaciones Faraday en 30 una guía de onda de largo razonable. Como se ha demostrado



205543

que la rotación es proporcional a la magnetización y no al campo magnético aplicado, resulta también evidente que se podrá suprimir el solenoide cuando se use un material ferromagnético adecuado, que pueda magnetizarse permanentemente.

5 Se comprenderá que las disposiciones descritas en la presente memoria son ejemplos de aplicación de los principios del invento. Podrán obtenerse otras aplicaciones por los técnicos en la materia sin apartarse del espíritu y de los límites del invento.

10

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

Se reivindica como objeto de esta patente:

15 1.- Aparato para producir una rotación antirreciproca del plano de polarización de las ondas electromagnéticas, caracterizado por comprender un elemento de un material magnético, cuyo espesor es preferiblemente del orden de magnitud de la longitud de la onda sobre la que actúa, y que sea prácticamente transparente a dicha onda.

20 2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el material de que está hecho el elemento es un óxido metálico ferromagnético.

25 3.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento está constituido por un bloque de ferrita de níquel y cinc.

4.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el bloque es cilíndrico y está comprendido en el interior de una guía de onda cilíndrica hueca, de modo que actúe sobre las ondas introducidas en la guía de onda.

30 5.- Aparato según la reivindicación 4, caracterizado por comprender medios para producir sobre dicho bloque un



campo magnético en la dirección del eje longitudinal de la guía de onda.

5 6.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por comprender medios para aplicar al elemento un campo magnético, medios para variar la fuerza del campo con objeto de hacer girar el plano de polarización de la onda incidente sobre dicho elemento, y medios direccionalmente selectivos, para recibir una componente de la onda después de su rotación, variando la fuerza de dicha
10 componente en función del grado de rotación.

15 7.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por comprender medios para magnetizar dicho elemento, que consisten en un solenoide, un manantial de corriente magnetizadora, un potenciómetro variable para regular la aplicación de la corriente magnetizadora al solenoide, estando el elemento dispuesto entre un par de medios de transmisión de la onda direccionalmente selectivos, de modo que el plano de polarización de las ondas gire en el espacio comprendido entre los medios de transmisión de las
20 ondas, variando así la intensidad de las ondas transmitidas a través del segundo de dichos medios de transmisión de la onda.

25 8.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el elemento está dispuesto en el interior de una guía de ondas tubular de sección transversal circular, sobre la que está dispuesto un solenoide para magnetizar dicho elemento, en combinación con medios para suministrar al solenoide una componente constante de la corriente de magnetización, un manantial de potenciales modulados para introducir en el solenoide una corriente magnetizadora variable, superpuesta a la componente constante, y
30



5 elementos de guía de ondas direccionalmente selectivos conectados a cada extremo de la citada guía de ondas de sección transversal circular, de modo que la transmisión de las ondas pueda variar de acuerdo con las variaciones de los potenciales modulados procedentes de dicho manantial.

10 9.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el elemento está dispuesto entre un par de guías de ondas direccionalmente selectivas acopladas a los extremos opuestos de un tramo de guía de ondas de sección transversal circular, las cuales están montadas de manera que sus direcciones de mayor selectividad difieren entre sí de un cierto ángulo, en combinación con un solenoide para magnetizar el elemento y un manantial de potenciales modulados para suministrar una corriente alterna al solenoide, con lo que la transmisión de las ondas a través de dichas guías de ondas aumenta o disminuye alternativamente en intensidad según las variaciones de los potenciales modulados.

20 10.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el elemento está montado entre unas guías de ondas transmisora y receptora direccionalmente selectivas acopladas a los extremos opuestos de un tramo de guía de ondas de sección transversal circular, en combinación con un solenoide para magnetizar dicho elemento, medios receptores conectados a la guía de ondas receptora, medios detectores conectados a dichos medios receptores para generar una corriente de control que concuerde con la intensidad de las ondas en la guía de ondas receptora, medios para introducir la corriente de control en el solenoide magnetizador con la polaridad apropiada para compensar,

25

30



mediante la rotación del plano de polarización en el elemento productor del efecto Faraday, las variaciones de intensidad de las ondas en la guía de ondas receptora.

5 11.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3,
para transformar ondas polarizadas en un plano en ondas polarizadas circularmente, caracterizado por comprender un elemento productor del efecto Faraday y medios para regular la frecuencia de absorción de resonancia ferromagnética de dicho elemento igualándola a la frecuencia de
10 la onda de que se trate.

 12.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3,
para producir ondas polarizadas circularmente, que comprende un transmisor de ondas polarizadas linealmente y una guía de ondas de sección transversal circular conectada a dicho
15 transmisor, caracterizado por tener el elemento montado en el interior de dicha guía de ondas en combinación con medios magnetizadores de dicho elemento para regular la frecuencia de absorción de resonancia del elemento poniéndola en resonancia con la frecuencia empleada.

20 13.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3 que comprende cuatro canales de transmisión direccionalmente selectivos, caracterizado porque estos canales están conectados entre sí a través del elemento, comprendiendo medios para determinar el ángulo de rotación del elemento
25 en unos 45°, siendo las direcciones selectivas del primero y del segundo par de dichos canales de transmisión direccionalmente selectivos, perpendiculares entre sí, y estando las direcciones selectivas del segundo par inclinadas de un ángulo de unos 45° respecto a las correspondientes direcciones del primer par, entre cuyos primero y segundo par de
30 canales de transmisión vá montado el elemento productor del



2 5543

efecto Faraday.

5 14.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 3,
que comprende cuatro canales de transmisión direccional-
mente selectivos, caracterizado por que estos canales
están conectados respectivamente por pares a dos acopla-
mientos en "T mágica" de guía de ondas de sección trans-
versal rectangular; estando conectados entre sí un par de
canales semejantes de cada uno de estos acoplamiento en
"T mágica" por dos guías de ondas transmisoras que compren-
den cada una un tramo de guía de ondas de sección trans-
versal rectangular, y una de ellas presenta una porción
retorcida para producir una rotación de las ondas de 90°,
comprendiendo además esta guía de ondas un par de miembros
de transición de rectangular a circular conectadas a un
tramo de guía de ondas de sección transversal circular,
en la cual va montado el elemento productor del efecto Fa-
raday; medios para establecer, sensiblemente a 90° el án-
gulo de rotación de dicho elemento y medios atenuadores
de ondas dispuestos en la segunda guía de ondas para igua-
lar las pérdidas de transmisión en las dos ramas.

15 15.- Aparato según la reivindicación 14, carac-
terizado por comprender medios para invertir la dirección
de la rotación en el elemento.

25 16.- Aparato que comprende un girador según las
reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el elemento
está dispuesto para hacer girar el plano de polarización
de las ondas electromagnéticas y por comprender medios pa-
ra determinar en 90° el ángulo de rotación de este elemento.

30 17.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4,
aplicable a un sistema de transmisión de una vía que com-
prende dos canales de transmisión direccionalmente selec-



5 tivos, caracterizado porque estos canales están conec-
tados entre sí a través del elemento productor de la ro-
tación del plano de polarización de las ondas electromag-
néticas y comprende medios para determinar en 45° el án-
gulo de rotación de dicho elemento, mientras los canales
de transmisión direccionalmente selectivos tienen sus di-
recciones selectivas inclinadas una respecto a otra de un
ángulo de 45° .

10 18.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado porque el elemento es de material magneti-
zado permanentemente.

15 19.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado por una red no recíproca de varios canales,
que comprende una sección de guía de ondas, dispuesta para
recibir energía de ondas electromagnéticas en polariza-
ciones ortogonales; un par de conexiones de guía de ondas
de polarización selectiva situadas en un extremo de dicha
guía y dispuesta cada una de ellas para acoplar en ambos
sentidos una de dichas polarizaciones ortogonales de ondas
20 en dicho extremo, un segundo par de conexiones de guía de
ondas de polarización selectiva, situadas en el otro ex-
tre o de dicha guía, y dispuestas para acoplar en ambos
sentidos polarizaciones ortogonales de ondas relacionadas
por un ángulo determinado a las polarizaciones del primer
extremo; produciendo dicho elemento una rotación antirrecí-
25 proca de energía de ondas en el interior de dicha guía y
entre dichos extremos y con un ángulo de rotación igual a
dicho ángulo.

30 20.- Aparato según las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado por la combinación de dos secciones de una
guía de ondas, conectadas entre sí, un par de conexiones

2085



205543

5 de guía de ondas de polarización selectiva para la primera
de dichas secciones, dispuestas cada una de ellas para
acoplar a la misma y en ambos sentidos una de las pola-
rificaciones de un par de polarizaciones ortogonales de ondas
electromagnéticas; una conexión, por lo menos, de guía de
10 ondas de polarización selectiva para la segunda de dichas
secciones, dispuesta para acoplar en ambos sentidos, a
dicha segunda sección, una polarización de energía de
ondas relacionada por un ángulo determinado a la polari-
15 zación de dicha primera sección; produciendo dicho elemen-
to una rotación antirrecíproca de energía de ondas entre
dichas secciones.

21.- Aparato para producir una rotación anti-
rrecíproca del plano de polarización de las ondas electro-
15 magnéticas.

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

BARCELONA, 20 de Mayo de 1932

P.A.

JOSE M. POLIBAR

20 SEP. 1932



205543

FIG. 1

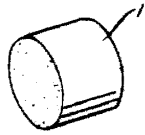


FIG. 2

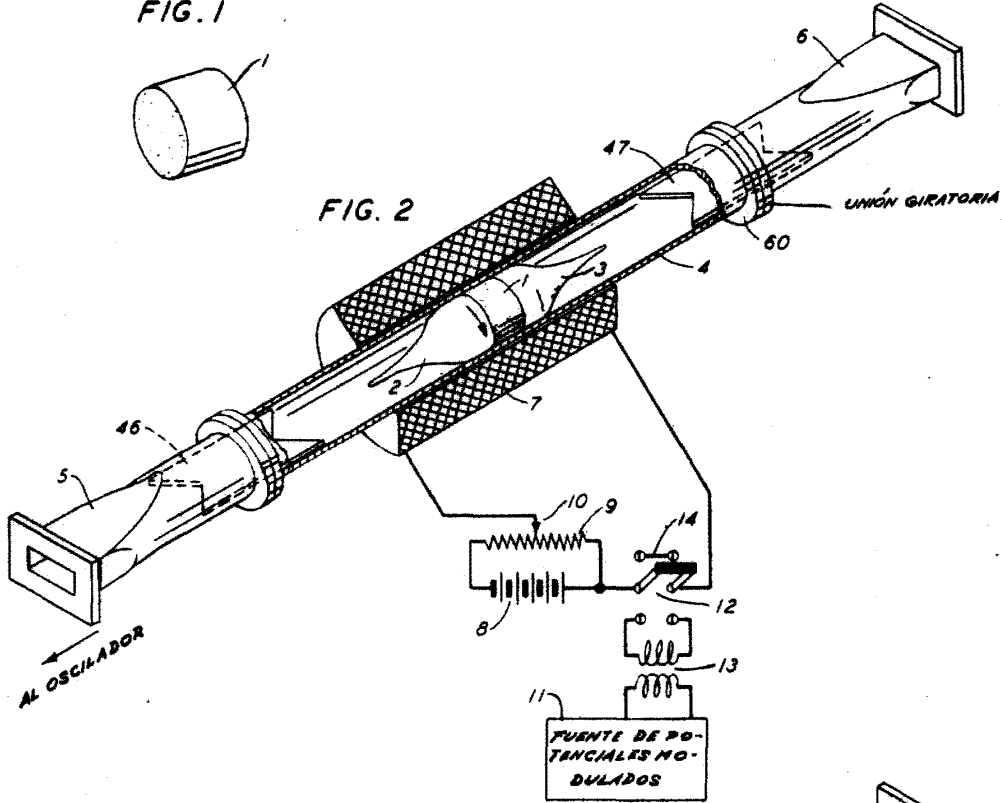
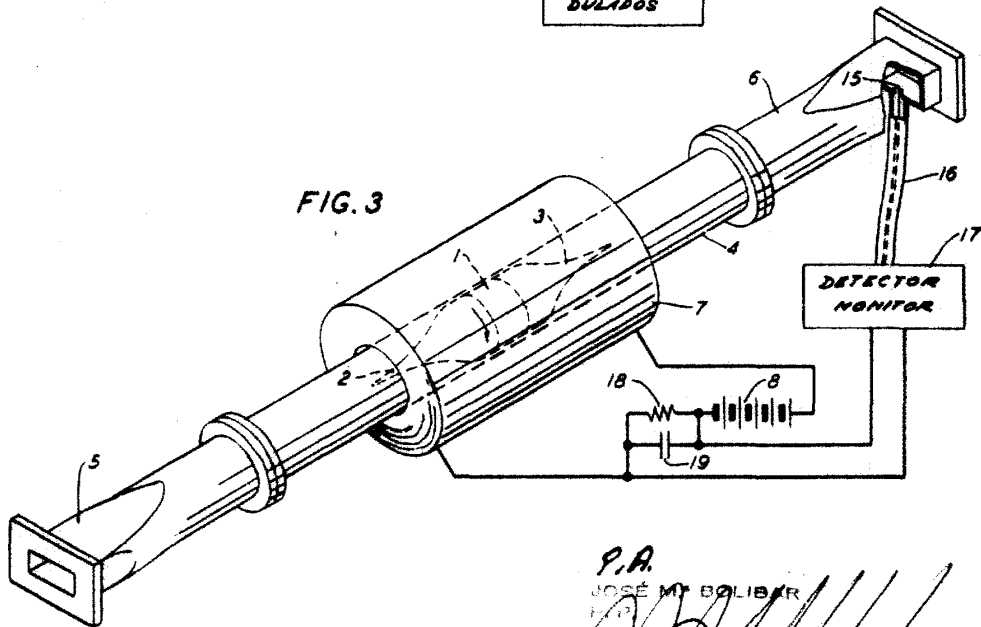
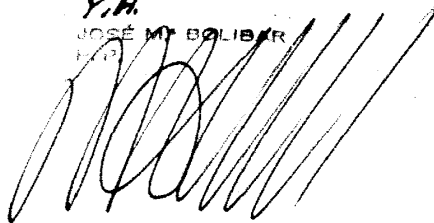


FIG. 3



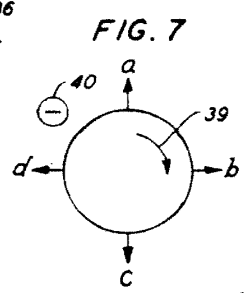
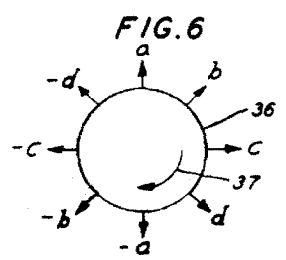
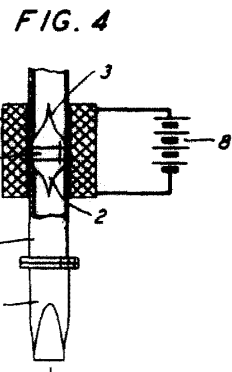
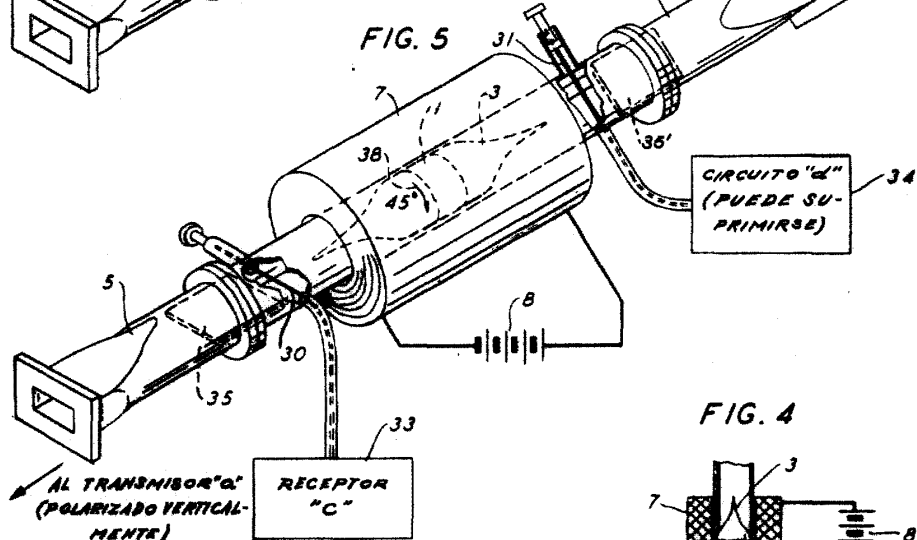
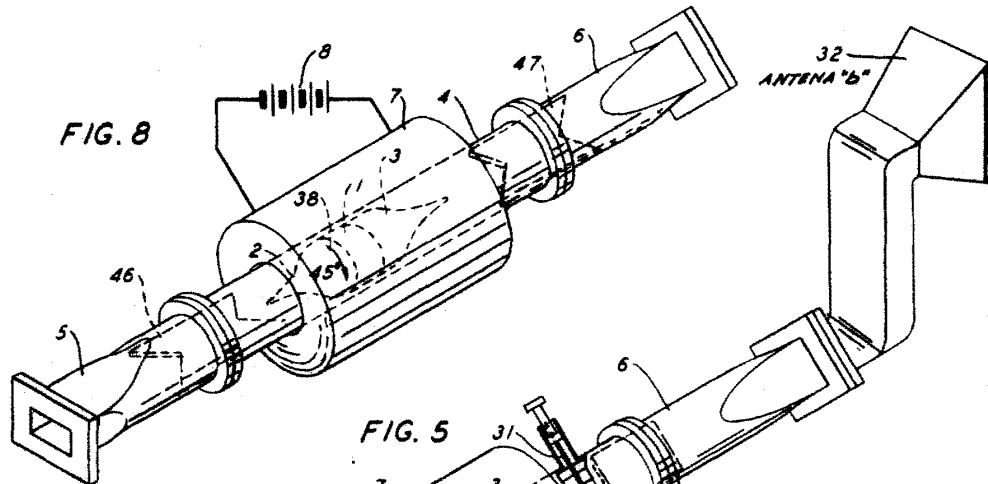
P.A.
JOSÉ M. BOLIBAR
E.P.



20543



205543



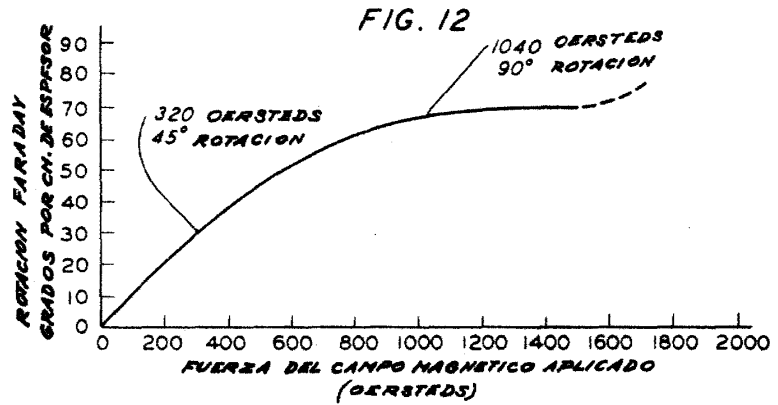
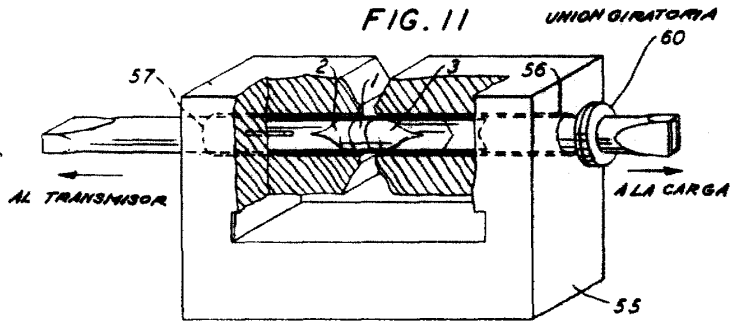
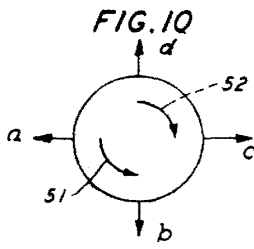
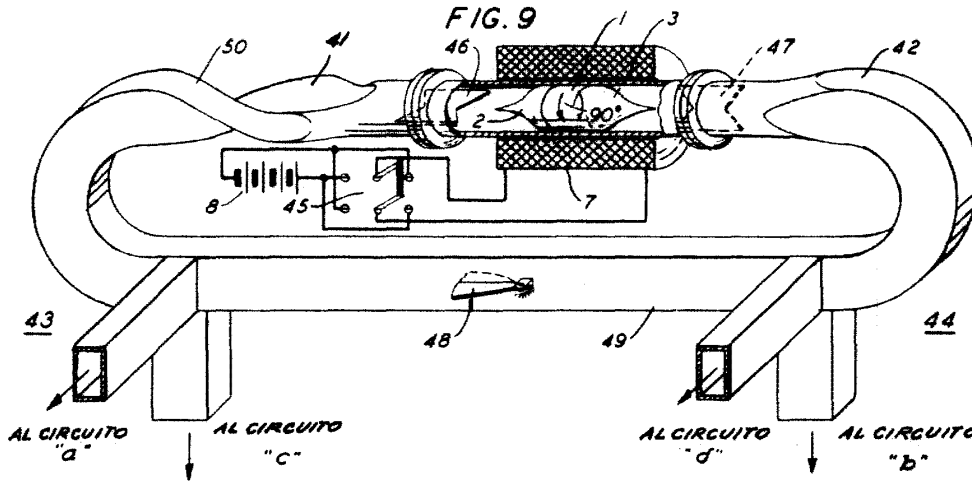
AL GENERADOR DE IMPULSOS

J. A.
 JOSÉ M. BOLÍBAR
 F. P.

20 SEP



205543



P.A.
 JOSÉ M. BOLIBAR
 M. E.