

mc/

W.E. Kock Caso 16

181316



1201

181316

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.)

por:

" Aparato para modificar la velocidad de fase de ondas
electromagnéticas ".

-----:oO:-----

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

El presente invento se refiere a aparatos o artificios pasivos para modificar la velocidad de fase de ondas electromagnéticas y en particular a aparatos reirrectores de radio, apropiados para usarlos en sistemas de ante-



181310

nas directivas y no directivas.

Ya se ha propuesto el empleo de estructuras metálicas-dieléctricas formadas por alambres de hierro sumergidos en una substancia dieléctrica sólida, para producir ondas cortas de radio (10 a 185 metros) y también se ha propuesto el empleo de una guarnición formada por alambres pasivos o de dirección dispuestos de punta y espaciados en el medio dieléctrico para propagar con orientación ondas cortas de radio. Asimismo se han propuesto para variar la dirección en que se propagan las ondas, unos refractores dilatorios o reductores de velocidad, con material dieléctrico sólido, de los tipos con foco o sin foco. También se han utilizado variadores o modificadores de onda, del tipo metálico de avance o incrementadores de velocidad, para alterar la polaridad de las ondas, lentes para enfocar las ondas y prismas para desviar la dirección en que se propagan, tanto en sistemas de antena de ondas muy cortas, (1 a 10 metros), como en los de ondas ultracortas (10 a 100 centímetros) y de microondas (1 a 10 centímetros). El índice de refracción de una lente dilatoria es, naturalmente, superior a la unidad, mientras que el de la lente metálica aceleratriz no llega a la unidad.

En general, una lente retardatriz o dilatoria de material sólido dieléctrico tendrá una gran anchura de banda, cuando se utilice para bandas de frecuencia en las que la variación, debida a la frecuencia de la constante dieléctrica, y, por tanto, del índice de refracción, sea cero o insignificante. En cambio, un montaje o guarnición en punta es sensible a la frecuencia, porque los alambres directores apenas son más cortos que media longitud de la onda utilizada. Además, la lente metálica aceleratriz ten-



drá una anchura de banda bastante escasa, pues el índice de refracción depende en primer lugar de la distancia entre placas, esto es, de la anchura del canal medida en longitudes de onda, y dicha distancia entre placas varía rápidamente con la frecuencia. Pero la lente metálica aceleratriz presenta claras ventajas, que no se encuentran en el generador metálico-dieléctrico de ondas ni en la lente de material dieléctrico sólido. En efecto, las estructuras conocidas metálicas-dieléctricas, o dieléctricas sólidas, son relativamente pesadas y engorrosas, y las ondas que las atraviesan se atenúan mucho, siendo muy considerable la pérdida total de energía. Por el contrario, las mencionadas lentes metálicas aceleratrices son de poco peso y no originan apenas pérdida. Además, la ganancia en dirección de la lente retardatriz de material dieléctrico sólido es relativamente pequeña, y grande en cambio la que se obtiene con la lente aceleratriz metálica.

En consecuencia, parece conveniente obtener variadores o modificadores metálicos de onda, incluyendo en ellos polarizadores, prismas y lentes, que poseen las ventajas y no tengan los inconvenientes propios de las estructuras antiguas ya citadas. En particular, parece conveniente obtener una lente metálica que no ocasione pérdidas, pese poco y sea unipolarizada o de banda ancha anisótropa.

Uno de los objetos de este invento es retardar en forma eficaz y casi sin pérdidas, ondas de radio, muy cortas, ultracortas y supercortas (microondas).

Otro objeto del presente invento es cambiar una característica de una onda electromagnética, tal como la dirección o el tipo de polarización, el sentido de propa-

1201



181310

5

gación o la velocidad de fase, de un modo más eficaz y satisfactorio que hasta ahora, y refractar, con foco fijo o sin él y sin pérdida apreciable, ondas magnéticas comprendidas en una banda sumamente ancha de longitudes de onda.

Un tercer objeto del invento es eliminar, en un modificador de ondas en forma de lente o prisma, la pérdidas de reflexión, de un modo más sencillo y satisfactorio que hasta ahora.

10

Otro objeto más del presente invento es obtener en un refractor metálico una constante dieléctrica efectiva mayor que la unidad e independiente en lo esencial de la permeabilidad de los elementos metálicos, y producir un refractor unipolarizado de banda ancha que, en comparación con las estructuras unipolarizadas de banda ancha empleadas hasta ahora, sea más ligero, sencillo y de menos coste.

15

20

De conformidad con el invento, una estructura metálica retardatriz unipolarizada, comprende un medio dieléctrico, como aire o espuma de poliestireno, y una batería o guarnición de elementos conductores lineales y planos, que se extienden paralelamente a la polarización magnética o vector H de una onda electromagnética incidente, y, por tanto, a la dimensión X de la estructura. Los elementos se hallan espaciados en el medio a lo largo de las direcciones perpendiculares Y y Z, que son respectivamente paralelas al vector eléctrico vertical (E) y a la dirección horizontal en que se propaga la onda. Los elementos lineales son del tipo de cinta, esto es, cada uno presenta una superficie continua o integral, y están nechos, por ejemplo, de chapa metálica de 0,0127 cm. de espesor. Las caras

25

30



de las cintas son paralelas al vector E o altura Y . La anchura W , esto es, la dimensión de cada cinta medida paralelamente al vector E , y la distancia de centro a centro de las cintas a lo largo de las dimensiones Y y Z son mucho menores que la mitad de la mínima longitud de onda comprendida en la banda operante, y la anchura se prefiere de un cuarto de dicha longitud de onda o menos aún.

La constante dieléctrica del medio es la unidad, y la constante dieléctrica efectiva de la guarnición conductora, para el vector E supuesto, es mayor que la unidad. Como aquí se explica, la constante dieléctrica efectiva de la estructura es función de la polarizabilidad eléctrica de un elemento y del número de elementos dispersos en la unidad de superficie, tomada en el plano YZ de la guarnición. Por consiguiente, el índice de refracción de esta última es mayor que la unidad, y la guarnición o estructura sirve para disminuir la velocidad de fase de una onda o componente de onda que la atraviesa y tenga la polarización vertical E supuesta. Un vector horizontal E resulta completamente reflejado por las cintas horizontales y los huecos que quedan entre las cintas adyacentes. En consecuencia, se retardan sólo las ondas que tengan la polarización E supuesta, y, como ya se ha indicado, la estructura es unipolarizada. Asimismo, conforme al invento, la pérdida derivada de la reflexión, si la hay, del vector vertical E en el anverso y el reverso de la guarnición, se elimina en substancia desplazando su mitad inferior, respecto a la superior, un cuarto de longitud de onda en el sentido de propagación. Los contornos de las caras frontal y dorsal de la guarnición, o de la estructura que componen la guarnición y el medio, son ta-



les que hacen de ella un refractor con foco fijo o sin él. En una forma de realización, la estructura tiene el aspecto de una lente hiperbólica plana; en otra semeja un prisma.

5 Los elementos lineales horizontales mencionados pueden ser del tipo de rejilla en vez del de cinta, esto es, cada elemento puede constar de alambres verticales espaciados en sentido horizontal menos de media longitud de onda, y de longitud igual al ancho W del elemento. Suponiendo que se utilicen elementos de rejilla, los vectores

10 verticales E se propagan a través de la guarnición, como queda dicho, pues el elemento de este tipo funciona, en realidad, como el de cinta para esta orientación de la polarización E , y la velocidad de fase disminuye. Sin embargo, los vectores horizontales E no se reflejan, sino que pasan

15 a través de los elementos de rejilla horizontales y por los huecos o espacios entre los elementos de rejilla adyacentes sin cambiar de velocidad de fase. Como en la guarnición o estructura de cintas, la de rejilla tiene en una forma de realización aspecto de lente planoconvexa, y en

20 otra de prisma. En una tercera variante, la guarnición presenta una profundidad crítica o dimensión Z constante, y si el vector E es oblicuo, constituye un polarizador circular o giratorio de cuadratura.

25 El invento se describe más detenidamente en la siguiente exposición, en combinación con los planos, en los que los mismos números de referencia denotan elementos de función análoga, indicando:

30 La fig. 1, una perspectiva de un conmutador o variador de velocidad de fase, construido conforme al invento y compuesto de elementos lineales de cinta;

La fig. 2, un diagrama explicativo de la ante-



rior;

La fig. 3, una perspectiva de otro conmutador de velocidad de fase construido de conformidad con el invento y compuesto de elementos lineales de rejilla;

5 La fig. 4, un diagrama explicativo de la anterior;

La fig. 5, una perspectiva de un polarizador giratorio o circular construido de acuerdo con el invento y compuesto de varias hileras;

10 La fig. 6, una perspectiva parcial de una de las hileras de que consta la estructura de la anterior;

Las figs. 7 y 8, respectivamente, una perspectiva y un alzado por el extremo de un prisma de cintas construido de conformidad con el invento;

15 Las figs. 9 y 10, respectivamente, alzados frontal y extremo de un prisma de rejilla construido conforme al invento;

La fig. 11, una perspectiva de un sistema de antena de haz puntiforme compuesto de una lente de cintas planoconvexa, circularmente simétrica, construida de conformidad con el invento;

20 Las figs. 12, 13 y 14, respectivamente, vistas por encima, de lado y de frente de la lente comprendida en el sistema de la figura 11;

25 Las figs. 15 y 16, diagramas explicativos de la forma o contorno de la lente de la figura 11;

La fig. 17, una serie de curvas correspondientes a las características directivas de anchura de banda del sistema de la figura 11.

30 La fig. 18, una perspectiva de un sistema de antena de haz en abanico que comprende una lente de cintas

1813



planoconvexas, con simetría cilíndrica, construída conforme al invento;

5 La fig. 19, una perspectiva de un sistema de antena de haz puntiforme que comprende una lente de cintas distinta, planoconvexa y de simetría circular, construída según el invento;

La fig. 20, la lente de la figura anterior, vista de frente o por detrás;

10 La fig. 21, una sección lateral de un sistema de antena de haz puntiforme que comprende una antena de rejilla planoconvexa, de simetría circular, construída de acuerdo con el invento;

Las figs. 22 y 23, respectivamente, perspectivas frontal y abierta de la lente de la figura 21;

15 La fig. 24, una perspectiva de un sistema de antena de haz puntiforme que comprende un cuerno piramidal provisto de una lente de rejilla escalonada planoconvexa, de simetría circular, construída de acuerdo con el invento;

20 Las figs. 25, 26, 27, 28, 29 y 30, respectivamente, una perspectiva, una vista de frente, una sección vertical, una sección oblicua, una proyección horizontal y un alzado parcial por un extremo de la lente escalonada que forma parte del sistema de la figura 24;

25 Las figs. 31 y 32, curvas directivas de la lente de la figura 24, trazadas, respectivamente, con los lados o paredes protectoras del cuerno desmontados o en su sitio;

30 Las figs. 33 y 34, la característica de directividad de la anchura de banda; y

La fig. 35, la característica de reflexión-fre-

10132

72010



cuencia del sistema de la figura 24.

En la figura 1, la cifra -1- denota una estructura retardatriz de onda que comprende un medio dieléctrico -2-, como aire, y nueve elementos conductores lineales de cinta -3-, que pueden ser tiras de chapa metálica, espaciadas a lo largo de las dimensiones Y y Z del volumen supuesto X, Y, Z del medio. Los nueve elementos de cinta -3- forman una guarnición o estructura metálica -4-, que puede llamarse un material dieléctrico artificial, que, como se explicará mejor más adelante, sirve para retardar la velocidad de fase de las ondas electromagnéticas. Los números -5- y -6- designan flechas que representan, respectivamente, la polarización eléctrica E y el sentido de propagación de la onda incidente; y los números -7- y -8- indican, respectivamente, el plano del frente de onda incidente y el plano vertical de su propagación. La anchura W, paralela al vector E, -5-, de cada cinta -9-, se hace pequeña con relación a la mitad de la longitud mínima de onda operante, por ejemplo, un cuarto de longitud de onda, para evitar efectos de resonancia que pueden producirse cuando la anchura se aproxima a media longitud de onda. Los espacios de centro a centro S_y y S_z , según las dimensiones Y y Z, son cada uno menor de una longitud de onda, y mejor de menos de media longitud de onda. Como se explicará, los espacios dependen del número N de cintas por unidad de superficie, observando por el extremo de la guarnición, esto es, el número de cintas por unidad de superficie que cortan el plano YZ de la guarnición. Los espacios entre cintas adyacentes, que en realidad constituyen dipolos eléctricos, deben ser superiores al llamado valor de ruptura, o, en



5 otras palabras, suficientemente grande para prevenir cortocircuitos entre las cintas. Las nueve cintas se disponen en tres fajas verticales -9-, -10-, -11- de tres cintas cada una, o, consideradas de otro modo, en tres hileras horizontales -12-, -13- y -14-. Como se aprecia en el dibujo, las cintas correspondientes de las tres fajas están alineadas en sentido horizontal. Los números -15- y -16- denotan respectivamente el anverso y el reverso de la estructura -1-.

10 Suponiendo que se aplique a la guarnición -4- un campo eléctrico E con una polarización -5- y un sentido de propagación -6-, el campo origina una nueva distribución de las cargas sobre las cintas conductoras -3-. Cada cinta comprende, en realidad, un número infinito de elementos lineales verticales -17- de espesor infinitesimal, y el campo aplicado hace que estos elementos actúen como pequeños dipolos eléctricos. Cada uno de estos dipolos posee un momento electro-dipolar que guarda relación con el vector eléctrico -5- aplicado y la polarizabilidad eléctrica del elemento, y por ello de la cinta, según la ecuación

$$\bar{M} = \alpha \bar{E}, \quad (1)$$

25 donde \bar{M} es el momento electro-dipolar; α , la polarizabilidad de la cinta individual -3-, y \bar{E} el vector eléctrico aplicado.

Suponiendo que haya N cintas por unidad de superficie, tomada en el plano YZ , del medio dieléctrico, se tiene

$$\bar{P} = N \alpha \bar{E} \quad (2)$$

30 donde \bar{P} es la polarización total de todas las cintas -3-, esto es, de la guarnición -4- sumergida en el medio dieléctrico.



trico -2-.

Pero

$$n = \frac{v_0}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda} \quad (3) \quad n^2 = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_r \quad (4)$$

y

5

$$n^2 = 1 + \frac{N\alpha}{\epsilon_0} \quad (5)$$

donde n es el índice de refracción de la guarnición -4-;

ϵ , la constante dieléctrica efectiva de la misma; ϵ_0 , la constante dieléctrica del espacio libre; ϵ_r , la constante dieléctrica relativa; v , la velocidad de fase de las ondas en la guarnición -4-; v_0 , la velocidad de fase de las ondas en el espacio libre; λ , la longitud de onda medida en la guarnición -4-, y λ_0 , la longitud de onda en el espacio libre. Por consiguiente, si se conoce la polarizabilidad eléctrica α_m de la cinta típica -3-, puede hallarse el índice de refracción n de la guarnición -4-. Como la constante dieléctrica del medio aéreo -2- es la unidad, el índice de refracción de la estructura -1- es el mismo, esencialmente, que el de la guarnición -4-. Como se expone más adelante, la polarizabilidad de la cinta es directamente proporcional al cuadrado de la anchura W de la cinta. También, como se explica luego, la polarizabilidad eléctrica de las cintas -3- es positiva, de modo que de la ecuación (5) resulta

25

$$n > 1 \quad (6),$$

o sea, que el índice de refracción de la guarnición -4- o de la estructura -1- es superior a la unidad. Por consiguiente, v_0 y λ_0 son respectivamente mayores que v y λ ; y el conjunto -1- constituye un convertidor retardador metálico de ondas y sirve para disminuir la velocidad de fase de ondas que tengan la polarización E , -5-.

30

181310

- 12 -



Vistas desde un punto diferente, las cintas, o más concretamente los segmentos infinitesimales -17-, pueden considerarse como conductores de capacidad con espacio libre de carga. De manera análoga, los condensadores en derivación a lo largo de una línea de transmisión sirven para reducir la velocidad de las ondas. Prosiguiendo la analogía, en el caso de un condensador aéreo cargado de placas paralelas, la capacidad puede aumentarse insertando entre las placas material dieléctrico sólido u objetos conductores aislados, siempre que cada objeto o elemento tenga una longitud apreciable en el sentido de las líneas electrostáticas de fuerza, esto es, en dirección perpendicular a las placas. En el supuesto de que se inserte material dieléctrico sólido, el aumento de capacidad proviene de la desviación, producida por el campo magnético, de las partículas de carga opuesta que comprenden las moléculas del material sólido. Si se supone que se insertan entre las placas cintas conductoras -3- espaciadas, con la dimensión w en anchura perpendicular a las placas, las cintas -3- o los segmentos -17- determinan un reajuste de las líneas de fuerza y un aumento consiguiente de su número, análogo al ocasionado por la desviación antes mencionada de las partículas de carga opuesta. Por consiguiente, las cintas -3- o los segmentos -17-, figura 1, pueden considerarse como segmentos de condensadores individuales o como objetos que, por la acción del campo aplicado, funcionan como dipolos eléctricos y producen una polarización dieléctrica comparable a la que resulta del reajuste de las partículas cargadas que comprenden un dieléctrico no polar. Tanto la teoría de la polarizabilidad como la de carga de capacidad explican satisfactoriamente la característica de retardo del convertidor metálico de ondas de la figura 1, y de los

181810

120



prismas y lentes retardadores de metal.

La polarizabilidad eléctrica de la cinta -3- puede deducirse de la ecuación (15), página 97, del tratado "Static and Dinamic Electricity", de Smythe, 1939, McGrau-Hill Book Co., Londres, y es

$$\alpha = \frac{\pi \epsilon_0 W^2}{4} \quad (7)$$

Así, pues, introduciendo la ecuación (7) en la ecuación (5), tenemos para el índice de refracción n de la guarnición -4-,

$$n = \sqrt{1 + \pi \frac{W^2 N}{4}} \quad (8).$$

De las ecuaciones (7) y (8) resulta evidente que la polarizabilidad eléctrica α y el índice de refracción n son directamente proporcionales cada uno al cuadrado de la anchura W de la cinta. El índice de refracción n es también directamente proporcional al número N de cintas por unidades de superficie en el plano YZ . El número N depende del espacio vertical S_y y del horizontal S_z de centro a centro de las cintas; y estos espacios pueden ser o no iguales, según se quiera. Con el índice n apetecido, y por ello con el cambio conveniente de velocidad de fase $v_0 = v$ elegido, dado W , puede determinarse el número N de cintas, y en su consecuencia los espacios S_y y S_z . A la inversa, elegidos W y N , es posible hallar el valor teórico del índice de refracción, por ejemplo, 1,36.

Las ecuaciones (5) y (8) se basan en los supuestos de que la anchura W de la cinta es pequeña con relación a la mitad de la longitud de la onda, y de que los espacios S_y y S_z entre las cintas son bastante anchos para evitar un acoplamiento mutuo apreciable. Para un óptimo



funcionamiento, W , como queda dicho, debe ser menor de un cuarto de longitud de onda.

5 Hasta ahora sólo se ha hablado del campo eléctrico (E) de la onda incidente. El campo magnético (H) de la onda puede desdeseñarse, esto es, puede suponerse que la permeabilidad relativa μ_r de la guarnición, es igual a la del aire o sea la unidad, ya que las cintas -3- son de espesor o dimensión Z insignificante. Precizando más, en virtud del mínimo espesor de las cintas, el campo H 10 atenuado no produce en ellas corriente parásitas, y, por consiguiente, el campo H no se perturba, y así no afecta al índice de refracción.

Si, en lugar de aire -2- se utiliza como relleno una substancia como la ebonita, con una constante dieléctrica ϵ_m muy distinta de la unidad, la constante dieléctrica efectiva ϵ_o de la estructura modificada -1- puede deducirse de la siguiente ecuación: 15

$$\log \epsilon_o = k_s \log \epsilon + k_m \log \epsilon_m \quad (9),$$

20 donde k_s y k_m son las proporciones en volumen por ciento ocupado por las cintas conductoras y el medio, respectivamente, en una unidad de volumen de la estructura. Sustituyendo ϵ , en la ecuación (4), por ϵ_o , valor determinado mediante la ecuación (9), puede averiguarse el índice de refracción de la estructura modificada. 25

En el funcionamiento del aparato de las figuras 1 y 2, las ondas de polarización E , -5- y sentido de propagación -6- atraviesan la estructura -1-, y, como se deja explicado, la velocidad de fase de las ondas disminuye de 30 v_o a v . Como la dimensión W de las cintas, en una dirección paralela al vector eléctrico, es pequeña con relación



a media longitud de onda, el vector E no queda en corto-
circuito, y la reflexión del vector E, -5- es desprecia-
ble. Según una teoría plausible, las cintas horizontales
-3-, verticalmente espaciadas en cada plano o faja verti-
cal, dividen efectivamente el vector E en componentes co-
lineales, y fuerzan a estos componentes al pasar por los
huecos -18- situados entre cintas adyacentes. El compo-
nente horizontal, del vector eléctrico de la onda inci-
dente, en caso de que exista, se refleja en parte median-
te las cintas -3- y en parte por los espacios dieléctricos
de guía -a- comprendidos entre cintas adyacentes, siendo
el espacio -a- o anchura de los huecos -18- menor que me-
dia longitud de onda. Así, pues, suponiendo que la onda
tenga un vector E inclinado u oblicuo -19-, figura 1, el
componente E horizontal -20- es reflejado por las cintas
-3- y los huecos -18-, como muestra la figura 2 mediante
flechas de trazos -22-, y el componente E vertical -21-
pasa por la guarnición, como indican en la figura 2 las
flechas de trazo y punto -23-, y se retarda, como queda
expuesto. En consecuencia, la guarnición -4- o la estruc-
tura -1- es unipolarizada.

En la figura 3, el número -24- denota un varia-
dor o modificador de onda que comprende un medio dieléct-
rico aéreo -2- y una guarnición metálica -25- sumergida
en él. Esta guarnición -25- es la misma -4- de la figura
1, salvo que los nueve elementos conductores lineales -26-
son de tipo de rejilla, y no de cinta. Cada rejilla ho-
rizontal comprende varios miembros verticales -27-, alam-
bres o varillas, espaciadas una distancia S_x , más pequeña
que la mitad de la longitud de onda mínima operante, y cada
una de longitud igual a la anchura W del elemento. Como en

181318

12 D 10



la guarnición -4- de la figura 1, los espacios S_y y S_z de centro a centro de los elementos -2b-, a lo largo de las dimensiones Y y Z, son menores que la longitud mínima de onda, y mejor de menos de la mitad de la citada longitud de onda. Asimismo, como en la estructura -4- mencionada, los nueve elementos lineales -2b- se hallan dispuestos en tres fajas o planos verticales -9-, -10-, -11-, de tres rejillas cada uno, o, considerados de diferente modo, en tres filas horizontales -12-, -13- y -14-. Las rejillas correspondientes de los tres planos están alineadas en sentido horizontal. La polarizabilidad α de la pieza típica de rejilla -2b-, figura 3, es la misma de la pieza típica de cinta -3-, figura 1. Elegidos N, y por lo tanto S_y y S_z , y dado W, puede determinarse el índice de refracción n, de la guarnición -25- o convertidor -24- que es mayor que la unidad. Suponiendo que el convertidor haya de emplearse como polarizador circular, la dimensión Z o espesor de aquél, medida en longitudes de onda en la guarnición, es un cuarto de longitud de onda, o un múltiplo impar de él, mayor que la misma dimensión Z medida en el espacio libre. Si ha de utilizarse como polarizador giratorio de 90 grados, el espesor Z, medido en longitudes de onda en la guarnición, es media longitud de onda o un múltiplo de ella mayor que el mismo espesor Z medido en el aire.

En el funcionamiento del aparato de la figura 3, suponiendo un vector E oblicuo -19- con 45 grados de inclinación respecto a las varillas -27- y de longitud de onda apropiada, que llega al convertidor -24- por el trayecto -6-, y en el caso de que el convertidor de ondas se emplee como polarizador circular, el componente E horizontal -20-



del vector -19- pasa por las rejillas -26-, como muestran las flechas de trazos -29-, figura 4, puesto que este componente es perpendicular a las varillas. La guarnición -25- no disminuye la velocidad de fase del componente horizontal -20-, pero la del componente vertical -21- del vector se demora 90 grados con relación a la del horizontal. Como el espacio S_x entre las varillas adyacentes -27- de cada rejilla -26- es menor de media longitud de onda, el componente E vertical -21- de la onda -19- no pasa entre las varillas, y, en consecuencia, para este componente funciona cada elemento -26- de la varilla como si fuese de cinta. Según indican las flechas de trazo y punto -28-, figura 4, el componente vertical se propaga por los huecos -18- situados entre las rejillas -26- de cada plano, y sufre poca reflexión, o ninguna. Por lo tanto, después de salir del convertidor, los dos componentes -20- y -21- están en cuadratura de tiempo, y como lo están en la de espacio, la onda emergente resulta polarizada circularmente.

Suponiendo ahora que el convertidor de ondas -24- se utilice como polarizador giratorio, el componente horizontal -20- se retarda 180 grados con relación al componente vertical -21-, y la polarización del vector de salida -30- resultante es perpendicular a la del vector de entrada -19-. En otras palabras, la polarización del vector -19- gira 90 grados.

En las figuras 5 y 6, el convertidor de ondas -31- es esencialmente el mismo -24-, salvo que el medio dieléctrico -32- es poliestireno espumoso en vez de aire. Este medio artificial tiene una constante dieléctrica de 1,014 y un índice de refracción de 1,007, y, en este respecto, viene a ser lo mismo que el medio aéreo de constante die-



eléctrica igual a la unidad e índice de refracción asímis-
 mo igual a la unidad. Más concretamente, el convertidor
 de onda -31- comprende una guarnición de 960 varillas me-
 tálicas dispuestas en diez fajas o planos vertioales -33-
 5 -42-, cada uno con ocho hileras horizontales de varillas -27-
 espaciadas a menos de media longitud de onda. Dicho de
 otro modo, las 960 varillas forman ocho hileras -43- a -50-
 cada una de diez elementos lineales horizontales de rejilla
 -26-, y éstos, a su vez, constan de doce varillas ver-
 10 -ticales -27- cada uno. Como muestra la figura 6, los diez
 elementos de rejilla de cada hilera van montados o embuti-
 dos en una placa norizontal de espuma de poliestireno -51-.
 Las ocho placas -51- de las ocho hileras están apiladas
 verticalmente, de modo que los elementos de rejilla -26-
 15 quedan espaciados a lo largo de la dimensión Y y Z de la
 estructura. El funcionamiento del convertidor de ondas
 -31- como polarizador circular o giratorio es igual que
 el convertidor de ondas -24-, figura 3.

En las figuras 7 y 8, el número -52- designa
 20 un prisma metálico retardador que comprende una guarni-
 ción -53- sumergida en un medio de espuma de poliestireno,
 la cual comprende -21- elementos conductores de cinta dis-
 puestos en seis hileras horizontales -54- a -59-, de -1-,
 -2-, -3-, -4-, -5- y -6- cintas, respectivamente. Las
 25 seis hileras ván montadas en placas separadas de polies-
 tireno espumoso -51-, y cada cinta se encaja en una ranura
 lineal abierta en la espuma; la dimensión Z de las placas
 está escalonada, según se representa, para formar el pris-
 ma. Las cintas correspondientes de cada hilera están ali-
 30 neadas en sentido norizontal. Como en la estructura de la
 figura 1, la polarizabiilidad eléctrica y el índice de re-



fracción del prisma -52- pueden determinarse a partir de las ecuaciones (7) y (8), respectivamente.

5 En el funcionamiento de este aparato, suponiendo que la onda que llega al prisma sigue un trayecto -6- y tiene un vector E paralelo a la anchura W de las cintas, la parte frontal de la onda que pasa por la sección más gruesa o inferior del prisma se demora más que la que atraviesa la sección más delgada o superior. Por consiguiente, la dirección -6- de la onda se desvía o refracta como indica la flecha -60-, y la magnitud de esta rerracción depende del índice de rerracción n del prisma. En cada una de las figuras 7 y 8, la flecha de puntos -61- designa el sentido de propagación que las ondas llevarían al salir, de no ser rerractadas por el prisma. Como sólo se retardan las ondas que tengan vector E o un componente de éste paralelo a la anchura W de las cintas, el prisma constituye una estructura retardatriz unipolarizada.

10

15

En las figuras 9 y 10, el prisma metálico dilatatorio -62- comprende una guarnición -63- sumergida en un medio de espuma de poliestireno, la cual consta, como en la figura 8, de veintidós elementos de rejilla -27- dispuestos en seis hileras horizontales -64- a -69-, de -1-, -2-, -3-, -4-, -5- y -6- rejillas, respectivamente, montadas en placas individuales de espuma -51-. Las rejillas de hileras adyacentes están alternadas, de modo que, en comparación con la estructura -53-, figura 8, la guarnición -63- contiene más elementos metálicos -26- por unidad de superficie en el plano YZ. Por consiguiente, suponiendo que la polarizabilidad de los elementos de rejilla -26-, figura 10, sea la misma que la de sus similares -3-, figura 3, el índice de rerracción de la guarnición -62-, figu-

20

25

30

1817-0



ra 10, será mayor que el de la guarnición -53-, figura 8. El montaje alternado permite una construcción más recogida o compacta. Lo mismo que el prisma -52- de las figuras 7 y 8, y según indica la flecha -60-, en actividad, el prisma -62- es unipolarizado, y sirve para rerractar ondas de vector E, -5- y sentido de propagación -6-.

En las figuras 11, 12, 13 y 14, el número -70- designa una lente metálica dilatatoria que comprende una guarnición -71- unipolarizada y de simetría circular, con cuarenta y nueve elementos conductores de cinta -3- espaciados a una distancia S_y a lo largo de la dimensión Y, y a una distancia S_z a lo largo de la dimensión Z, en un medio -32- de espuma de poliestireno. Las cuarenta y nueve cintas -3- se disponen en siete fajas o planos verticales -72- a -78-, o bien en ocho hileras horizontales -79- a -86-. El medio espumoso -32- comprende ocho placas -87- a -94- apiladas verticalmente, con ranuras verticales para retener las cintas -3- y sostener, respectivamente, las ocho hileras -79- a -86-. Los números -95-, -96-, -97- y -98- indican, respectivamente, el anverso plano, el reverso convexo, el eje óptico y el foco puntiforme de la lente -70-. Como muestra el dibujo, las longitudes de las ranuras y las cintas -3-, las profundidades de ciertas ranuras exteriores y las anchuras de las cintas correspondientes de fuera se eligen de modo que se adapten al contorno convexo de la cara dorsal -96- de la lente. En consecuencia, aunque el número N de cintas por unidad de superficie de la sección YZ es constante en toda la guarnición -71-, ésta comprende cintas fraccionarias, además de las enteras. El número -99- denota un cuerno cónico de tipo puntiforme, con su orificio de paso colocado en el punto focal -98- y conectado por



la guía dieléctrica -100- a un translator -101-.

5 Como en el polarizador circular, el polarizador giratorio y los prismas ya descritos, elegidos W y N y, por consiguiente, S_y y S_z , pueden hallarse la polarizabilidad α y el índice de refracción n , mayor que la unidad. Inversamente, elegidos n y W, es posible hallar el valor de N y en consecuencia los valores de S_y y S_z .

10 Con referencia a la figura 15, se determinará ahora la ecuación del contorno de la cara convexa -96-, que mira hacia el foco -98- y el cuerno -99-. En esta figura, la letra A denota la longitud del camino recorrido por un elemento de onda o rayo emitido en el foco -98- y propagado a través de la parte gruesa de la lente, a lo largo del eje -97-, a la cara frontal plana -95-. La letra B denota la longitud de la trayectoria de un rayo emanante del foco -98- y propagado a la periferia, para llegar a la cara frontal -95- sin atravesar la lente. Para convertir el frente esférico de onda -102- originado en el foco -98- en frente de onda plano -103- por la cara frontal -95-, el tiempo T_A empleado en recorrer la distancia A debe ser igual al tiempo T_B que se tarda en cubrir la distancia B.

$$T_A = \frac{f}{v_0} + \frac{x}{v} \quad (10),$$

25 y

$$T_B = \frac{(f+x)^2 + y^2}{v_0} \quad (11),$$

30 donde f es la longitud focal de la lente; x , el espesor de la lente a lo largo del eje -97-; y , el radio o semiabertura de la lente -70-; v , la velocidad de fase en la lente, y v_0 , la velocidad de fase en el espacio libre. Por tanto.



$$\frac{f}{v_0} + \frac{x}{v} = \frac{(f+x)^2 + y^2}{v_0} \quad (12),$$

o, como

$$n = \frac{v_0}{v} \quad (13),$$

5 donde n es el índice de refracción, tenemos

$$(n^2 - 1) x^2 + 2 fx (n - 1) - y^2 = 0 \quad (14),$$

que es la ecuación de una hipérbola, cuyo origen 0,0 está en el vértice de la cara curva o convexa -96-.

10 En actividad, figura 11, suponiendo que el aparato -101- sea un transmisor, éste expide energía por la guía -100- al cuerno -99-, y se propaga hacia la lente -70- una onda de polarización vertical -21- y frente esférico -102-.

15 La velocidad de fase de los elementos de onda que pasan por la parte gruesa central o vértice de la lente se retarda más que la de los elementos que se propagan por la porción exterior más delgada de la lente, y los que llegan a la cara frontal plana -95- coinciden en fase. Dicho de otro modo, el frente esférico de onda saliente -102- es

20 transformado por la lente -70- en frente plano -103- perpendicular al eje -97-. En la recepción sucede lo contrario, y un frente plano de onda incidente -103-, de sentido de propagación paralelo al eje -97-, se convierte por obra de la lente planoconvexa positiva -70- en un frente esférico -102- que converge en el foco -98-.

25 En otras palabras, los rayos paralelos incidentes -104- y -105- se desvían o refractan por la lente, como indican los rayos -106- y -107- y se enfocan sobre la antena primaria -99-. Como la lente -70- tiene simetría circular, el enfoque se efectúa en todos los planos que contienen el eje -97-.

30 Lo mismo que en el prisma de la figura 7, sólo se refractan ondas o sus



elementos polarizados eléctricamente paralelos a la dimensión en anchura W de las cintas, reflejándose las ondas polarizadas perpendicularmente a dicha dimensión.

Si se quiere, la superficie plana de la lente -70-, figura 11, puede dar frente al foco -98- y al cuerno cónico -99-, en vez de hacerlo la convexa. En esta disposición alternativa, ilustrada en la figura 16, la curvatura de la cara convexa difiere de la similar representada en las figuras 11 y 15. Más concretamente, cuando la superficie plana -96- de la lente mira hacia el cuerno, puede obtenerse la curvatura de la superficie convexa -95- de las siguientes ecuaciones, en forma paramétrica.

15
$$d = \frac{D(n-1) + f - \sqrt{f^2 + r^2}}{n - \sqrt{1 - \frac{r^2}{n^2(f^2 + r^2)}}} \left(\sqrt{1 - \frac{r^2}{n^2(f^2 + r^2)}} \right) \quad (15)$$

$$D = \frac{\sqrt{f^2 + (R_{max})^2} - f}{n - 1} \quad (16)$$

20
$$R = r \left(1 + \frac{d}{\sqrt{n^2(f^2 + r^2) - r^2}} \right) \quad (17)$$

donde n es el índice de refracción, r un parámetro, y los términos R_{max}, R, D, d, r y f representan las distancias indicadas en la figura 16.

25 En la figura 17, los números -110-, -111- y -112- designan respectivamente los trazados de curvas directivas de plano E tomados sobre una banda de 12 por 100, y más concretamente a 3860, 4120 y 4360 megaciclos, que corresponden a longitudes de onda de 7,76, 7,28 y 6,89 centímetros, para
30 un sistema similar al representado en las figuras 11 y 15. En el sistema ensayado se utilizó una lente -70- de tres

1813-8

120



pies de diámetro o abertura, con cintas de chapa metálica conductoras de 0,005 de pulgada de espesor. La anchura W de la cinta y los espacios S_x y S_y eran, respectivamente 1,9 cm., 0,95 cm. y 3,8 cm. Como muestra la figura 17, las anchuras de energía media -113- de los lóbulos mayores -114- de las tres curvas -110-, -111- y -112- son iguales, esto es, de 4,5 grados, de modo que la acción directiva es uniforme en una banda de frecuencias muy amplia. Además, los lóbulos menores -115- de las tres curvas quedan por debajo de la cresta del lóbulo mayor aproximadamente a igual distancia, o sea a unos 15 decibels. Puede añadirse que, para longitudes de onda de 7 y 8 cm., los índices medidos de refracción de la lente ensayada fueron de 1,42 y 1,41 poco más o menos, respectivamente, y de 1,45 el índice n calculado de acuerdo con la ecuación (8). Por tanto, los valores medido y calculado de n son esencialmente iguales, o comparables por lo menos.

En la figura 18, el número -120- designa una lente dilatoria metálica unipolarizada semejante a la lente -70- de la figura 11, si bien difiere sobre todo en que la lente -120- es de simetría cilíndrica, y tiene un foco lineal -121-, mientras que la lente -70- es de simetría circular, con foco puntiforme -98-. Además, la lente -120- tiene un plano axial óptico -122-, y la lente -70- un eje óptico -97-. El anverso -123- de la lente -120- es plano, y el reverso cilíndricamente convexo, de curvatura determinada según la ecuación (14). La lente -120- comprende una guarnición -125- de cintas conductoras -3- espaciadas en el medio -32- a lo largo de las dimensiones Y y Z y dispuestas en tiras -79- a -86- que se sostienen o sujetan en ranuras abiertas en placas separadas de espuma -87- a -94-. Las

1318



5 cintas -3- son de igual longitud, y van montadas en ranuras de longitud asimismo igual. El número -126- denota un cuerno en sector, con su orificio de apertura -126- alineado con la focal -121- y provisto de ensanches -127-. El cuerno comunica por la guía -100- con el transmisor -101-. La polarizabilidad α y el índice de refracción n de la lente -120-, para ondas con vector E, -21-, paralelo a la anchura de la cinta -3-, son los mismos de la lente -70-, figura 11, respectivamente.

10 En actividad, figura 18, suponiendo que el vector E -21-, sea vertical y la línea focal -121- horizontal, las ondas expedidas desde el aparato -101- por la guía -100- al cuerno -126- se proyectan hacia la lente -120- en forma de haz vertical en abanico, ancho en el plano vertical y estrecho en el horizontal. La lente -120- enfoca las ondas en el plano vertical, pero no en el plano horizontal, esto es, la lente -120- tiene una característica de haz en abanico horizontal. Por consiguiente, el haz que sale del sistema que comprende el cuerno o antena primaria -126- y la lente o antena secundaria -120- es estrecho en ambos planos vertical y magnético, o sea que el sistema tiene una característica de haz puntiforme.

20 En las figuras 19 y 20, el número -130- designa una lente de cinta unipolarizada, de simetría circular y construcción sencilla y ligera, que comprende seis láminas de rajadas de celofán -131-, -133-, -135-, -137-, -139- y -141-, y cinco láminas intermedias de material dieléctrico sólido, celofán o poliestireno espumoso, -132-, -134-, -136- -138- y -140-, situadas separando las rajadas adyacentes. Cada lámina de rajadas contiene una raja de lente circular -142- que consta de varias cintas de noja conductora de estaño -3- sujetas a la superficie delantera de la lámina de raja. Las



fajas tienen diámetros escalonados, y, por consiguiente, cintas en número variable, de acuerdo con la cara dorsal óptica convexa de la lente -130-. Como en el prisma de rejilla de la figura 10, las cintas correspondientes de fajas contiguas no están alineadas, sino alternadas. Así, las ocho cintas -3- de la lámina de faja -133- están alternadas con relación a las nueve cintas -3- de la lámina de faja -131-, y, por tanto, frente a los ocho espacios -103- de la lámina de faja -131-. Asimismo, el eje -97- de la lente pasa por la cinta central -3- de la lámina -131- y por el espacio -143- que queda entre las dos cintas del centro -3- de la lámina -133-. Las láminas de faja y de espacio se mantienen unidas por medio de los aros de madera -144- y -145- y las uniones -146- de tornillo y tuerca; y la lente descansa en el soporte -147-. Como en las estructuras antes descritas, el índice de refracción n es mayor que la unidad para ondas con vector E , -21-, y depende de los valores elegidos para los factores W y N . La lente -130- tiene un foco puntiforme -98-, y la cara convexa vuelta hacia el cuerno -99-.

El sistema -130-, -99-, figura 19, funciona lo mismo que el sistema -70-, -99-, figura 11. Así, para ondas eléctricamente polarizadas paralelas a la anchura W de la cinta, la lente enfoca las ondas en todos los planos que contengan el eje óptico -97-, y el sistema -130-, -99- tiene una característica de haz puntiforme.

En las figuras 21, 22, y 23, el número -150- designa una lente de rejilla unipolarizada, de simetría circular y construcción sencilla y ligera. La lente -150- comprende una guarnición -151- de -39- elementos de rejilla horizontales -26-, cada uno con varias varillas metálicas ver-

81318



5 ticales -27-. Estas estan espaciadas a una distancia S_x inferior a media longitud de onda, y su longitud corresponde a la anchura W de la rejilla. Las rejillas -26- se disponen en siete rajadas verticales circulares -152- a -158- paralelamente al plano XY. Las rajadas -152- a -158- tienen diámetros escalonados conforme a la cara convexa de la lente -150-. Consideradas de otro modo, las rejillas se disponen en once cortinas verticales plano convexas -159- a -169-, paralelamente al plano YZ. En el plano XY, las rejillas están alternadas y dispuestas en 15 hileras horizontales -170-. Más concretamente, las rajadas -152- a -158- tienen respectivamente ocho, siete, seis, siete, seis, cinco y dos hileras, y las rejillas de hileras o fajas adyacentes quedan alternadas. Las varillas -27- van montadas en placas verticales de espuma de poliestireno -171-, una para cada cortina -159- a -169-, y las placas se colocan paralelas al plano YZ, espaciadas a la misma distancia horizontal S_x que las varillas. Los espacios S_y y S_z de las rejillas -26- son más estrechos que una longitud de onda, y, como en las estructuras de las figuras 3 y 5, con preferencia menores de media longitud de onda. Las placas -171- se retienen en su sitio mediante el sencillo aro de madera -144-. Como antes, el índice de refracción n de la lente -150- es mayor que la unidad para ondas que tengan vector E vertical -21-, y depende de los valores elegidos para W , N y los espacios. La lente -150- tiene un foco puntiforme -98-, y es unipolarizada; su cara convexa -96- mira hacia el cuerno -99-.

20 El sistema de la figura 21, que comprende la
25 lente -150- y el cuerno o antena principal -99-, funciona lo mismo, para ondas con vector E , -21-, que los sistemas

1318



5 -130-, -99- de la figura 19, y -70-, -99-, de la figura 11. En cuanto afecta a los componentes de vector H, si los hay, éstos pasan por la lente de rejilla -150-, figura 21, mientras que son refractados por la lente -70- y la -130-. Si se quiere, pueden utilizarse secciones parejas de constante dieléctrica decreciente por cada lado de las lentes -130- y -150-, para reducir al mínimo las pérdidas por reflexión, si las hay.

10 El tipo de construcción utilizado en las lentes de rejilla -130-, figura 19, y -150-, figura 21, consiente una separación S_z relativamente pequeña. En su virtud, y por obra de la disposición alternada, pueden conseguirse una elevada constante dieléctrica efectiva y una considerable demora. Las constantes dieléctricas efectivas medidas de una guarnición de cinta y otra de rejilla, construídas según las figuras 19 y 21, fueron -225- y -20-, respectivamente. El material artificial de tipo de cinta, con constante dieléctrica de -225-, sirve sobre todo para tubos de onda móvil, pues el índice de refracción correspondiente es de -15-, y un tubo lleno del mencionado material tendría una velocidad de fase v de $\frac{v_0}{15}$, esto es, 1/15 de la velocidad en el espacio libre.

15

20

25 En las figuras 24 a 30, el número -180- designa una gran lente de rejilla, unipolarizada y de simetría circular, con periferia cuadrada -181-, y situada en el orificio de abertura -182- de una antena primaria piramidal cuadrada -183-. La lente tiene un eje óptico -97-, un punto focal -98- y, como se explica después, una sección central o interior de zona múltiple no escalonada -184-,

30 una sección exterior de zona múltiple no escalonada -185-,



un anverso plano desplazado -186- y un reverso convexo desplazado y escalonado -187-. El centro del orificio de paso -188- del cuerno coincide con el punto focal -98- de la lente, y dicho orificio comunica por la guía rectangular -189- con un traductor -101-, que puede ser un transmisor o receptor de microondas. Los ángulos de ensanche de los lados del cuerno, en los planos E y H, son tales que si estos lados se prolongaran hasta la cara frontal -186-, como indican las líneas de puntos -190-, figura 27, los cuatro lados de la antena rozarían la periferia circular de la zona interior o central -184-. Para poder utilizar la lente -180- y el cuerno -183- con ondas de cinco, seis o siete centímetros correspondientes a guías -189- y orificios de paso -183- de diferente tamaño, la sección angosta -191- de la antena primaria se hace desmontable. Así puede quitarse una sección de paso -191- con orificio -188- de cierto tamaño y poner otra de orificio distinto en su lugar.

La lente -180- comprende una guarnición que consta de elementos horizontales de cinta metálica -3-, en crecido número, por ejemplo, -1200-, suponiendo que la lente sea de 1,83 metros en cuadro, separadas a una distancia S_x a lo largo de la dimensión X, y a una distancia S_z a lo largo de la dimensión Z de la lente. Las cintas se disponen en gran número de ranuras verticales -192- (plano XY), figura 30, por ejemplo -40-, o, dicho de otro modo, en un gran número de hileras horizontales -193- (plano XZ), por ejemplo -60-. Como en la lente de la figura 11, las hileras van montadas en placas horizontales rectangulares -194- de poliuretano espumoso, una para cada hilera, y los elementos de cintas se alojan en unas ranuras correspondientes de las placas. Estas placas -194-, apiladas verticalmente, se su-



jetan por medio de la armadura cuadrada de madera -195-.

5 El diámetro o abertura de la sección circular central -184- suele ser, aunque no es condición precisa, suficientemente grande, esto es, el número f es de ordinario tal que la sección central no escalonada -184- comprende varias zonas o grados de longitud de onda, de manera que esta sección puede hacerse escalonada, si se quiere, para reducir el espesor o dimensión Z de la misma. De manera análoga, la dimensión diagonal de la lente cuadrada es habitualmente de bastante longitud, esto es, el número f de la sección exterior -185- suele ser tal que esta sección no escalonada comprende varias zonas de longitud de onda que permiten escalonarla también, si se quiere, para reducir su espesor. Si bien, como se indica, la sección exterior está escalonada con relación a la central, cada una de ellas por separado no lo está, pues escalonando una lente de índice de refracción independiente de la frecuencia, como la lente -180-, se reduce la anchura de banda, como en el caso de un reflector parabólico. Por contraste, si se escalona una lente tal como una lente metálica aceleratriz, con un índice que varíe rápidamente con la frecuencia, aumenta la anchura de banda. El escalonado -196- entre las dos secciones es de tipo intermedio. Si se quiere, no obstante, este escalonado -196- puede ser de tipo horizontal o focal. Como se explicará ahora, la curvatura convexa de la sección exterior -185- difiere de la correspondiente a la sección central -184-.

30 En la figura 30 se supone que el rayo -197-, procedente del foco -98-, recorre una distancia T por el espacio libre y llega al anverso -186- de la lente -180-, mientras que el rayo -198- del mismo foco -98- cubre la misma



distancia T por el material artificial dilatatorio o guarnición metálica, y llega a la cara frontal -186-.

Ahora bien,

$$t_1 = \frac{T}{v_0} \quad (18)$$

5

y

$$t_2 = \frac{T}{v} \quad (19)$$

10

donde t_1 es el tiempo que el rayo -197- emplea en recorrer la distancia T en el espacio libre; t_2 , el tiempo que tarda el rayo -198- en cubrir la distancia T en la guarnición metálica retardatriz; v_0 , la velocidad de fase en el espacio libre, y v , la velocidad de fase en la lente -180-.

Como

$$v_0 > v \quad (20)$$

15

tenemos que

$$t_2 > t_1 \quad (21)$$

20

Pero, para que los rayos -197- y -198- lleguen en fase a la cara -186- de la lente, $t_2 - t_1$ ha de ser igual a $\frac{K \lambda_0}{v}$, donde K es un número entero cualquiera y λ_0 la longitud de onda del centro de la banda en el espacio libre. Es decir,

$$t_2 - t_1 = \frac{K \lambda_0}{v} \quad (22),$$

o

$$t_1 = t_2 - \frac{K \lambda_0}{v}$$

25

sustituyendo,

$$\frac{T}{v_0} = \frac{T}{v} - \frac{K \lambda_0}{v} \quad (23)$$

30

$$-\frac{T}{v_0} + \frac{T}{v} = \frac{K \lambda_0}{v} \quad (24)$$



$$-T + T \frac{v_0}{v} = K \lambda_0 \quad (25)$$

$$T (n - 1) = K \lambda_0 \quad (26)$$

$$T = \frac{K \lambda_0}{n - 1} \quad (27)$$

5 Como ya se ha indicado con referencia a la fig. 15, la ecuación (14) define el contorno convexo -199- de la sección central -186-, tomando el origen 0,0 en el vértice de la curva. Por tanto, añadiendo T, según resulta de la ecuación (27), al valor de x, y deduciéndolo de f, ecuación (14), obtenemos la
10 siguiente ecuación para el contorno convexo del dorso de la sección exterior -185-.

$$(n^2 - 1) \left(x + \frac{K \lambda_0}{n - 1} \right)^2 + 2 \left(f - \frac{K \lambda_0}{n - 1} \right) \left(x + \frac{K \lambda_0}{n - 1} \right) (n - 1) - y^2 = 0 \quad (28)$$

15 En la práctica, se utiliza el valor particular de K, que dá el contorno convexo de la sección exterior más contigua a los ángulos del cuerno o antena primaria.

20 Para eliminar la reflexión de energía, si existe, del anverso y el reverso de la lente a la guía -189-, la mitad superior de la lente se desplaza horizontalmente en una distancia D igual a un cuarto de la longitud de onda en medio de la banda, o un múltiplo impar de ella, con relación a la mitad inferior.

25 La lente -180- funciona en lo esencial lo mismo que la lente de la fig. 11. Así, las ondas con vector E vertical -21- paralelo a la dimensión en anchura de las cintas se demoran y refractan, obteniéndose enfoque en todos los planos que contienen el eje -97-. Las ondas con vector E horizontal se reflejan en las caras de la lente. Los lados de la
30 antena primaria sirven para resguardar la lente, con lo que,



según luego se explica mejor, los lóbulos menores se reducen, obteniéndose una característica directiva muy satisfactoria. En virtud del desplazamiento D de un cuarto de onda, los elementos de onda reflejados desde la mitad superior de la lente se desplazan 180 grados en fase de tiempo con relación a los reflejados por la mitad inferior, y en consecuencia, apenas entra energía reflejada en la guía -189-.

Un sistema de lente protegida, construido de acuerdo con las figuras 24 a 30, se ensayó a frecuencias incluidas en la banda de 3900 a 4300 megaciclos. En el sistema probado, las dimensiones X e Y de la lente eran de 1,83 m., el espesor o dimensión Z de 41,3 cm., y la longitud focal f de 1,5 m. próximamente. La anchura W de las cintas -3-, y los espacios S_x y S_z eran, respectivamente, de 1,9, 2,3 y 0,95 cm. poco más o menos, que corresponden a 0,25, 0,46 y 0,13 de la longitud de onda intermedia o del centro de la banda, de 7,2 cm.; y el espesor de la cinta era de 0,127 cm. El índice de refracción n de la lente, medido con la anchura y los espacios antes mencionados, fué de alrededor de 1,50. Como se expone más adelante, las figuras 31 a 33 ilustran las características medidas del sistema ensayado -180-, -183- que acaba de describirse.

En las figuras 31 y 32, los números -200- y -201- designan los trazados de curvas directivas en el plano H u horizontal, ambos medidos a una longitud de onda de unos 7,2 cm., para la lente -180-, sola, esto es, sin los escudos o lados del cuerno, y para la misma con los escudos, respectivamente. Los números -202- y -203- indican los lóbulos mayores, y los números -204- y -205- los menores, de las curvas -200- y -201-, respectivamente. Cada curva, según se observará, es sumamente simétrica con relación al eje -97-. La simetría indica un elevado grado de homogeneidad del material dieléctrico artificial,

18131



o de la guarnición, cualidad que no siempre se encuentra en
substancias dieléctricas sólidas, como el poliestireno. En
la figura 31, la anchura de media energía -206- del lóbulo
mayor -202-, es de unos 2,6 grados, y la similar -207- del
5 lóbulo mayor -203- viene a ser de 2,68 grados. La anchura
de haz o de media energía es, naturalmente, función de la
abertura de la lente, y para una apertura mayor, por ejemplo,
3 metros, el haz será mucho más estrecho. Los lóbulos meno-
res son sumamente bajos, y generalmente más pequeños, que los
10 correspondientes de las curvas de estructuras comparables de
tipo antiguo. Así, aún en la curva -200-, para una lente de
1,8 metros no protegida, los lóbulos menores -204- quedan a
unos 28 decibels menos, estos es, por debajo de la cresta del
lóbulo mayor -200-. En la curva -201- para una lente prote-
15 gida de 1,8 metros, los lóbulos menores -205- quedan más de
35 y cerca de 40 decibels por debajo. Indudablemente, si la
abertura de la lente fuese de 3 metros, los lóbulos menores
aún bajarían más. Aunque las curvas -200- y -201- son de
plano horizontal, cada una representa con bastante exactitud
20 la de cualquier otro plano que contenga el eje -97-. En la
práctica, el lóbulo mayor de la curva de plano vertical suele
ser algo más estrecho que el lóbulo mayor -202- o -203-, y los
lóbulos menores son más pronunciados, puesto que las ondas
están polarizadas en el plano vertical y, en consecuencia, la
25 iluminación de la lente por el orificio de paso, es menos de-
creciente en este plano que en el horizontal.

En las figuras 33 y 34, la curva -210- denota el
incremento o "ganancia" absoluta de un cuerno normal dentro
de la amplia banda de frecuencia de 3920 a 4300 megaciclos,
y el número -211- designa la ganancia media, con el cuerno
30 normal, de la lente protegida -180-, -183-. Como, durante los



ensayos, la energía de campo varió a lo largo del orificio de entrada de la antena primaria o de la abertura de la lente, pero no en el orificio del cuerno normal, se aplica una corrección a la curva -211-. El número -212- indica la curva de ganancia rectificadora correspondiente a la lente protegida -180-. La ganancia para la antena isótropa ideal u óptima, con una superficie correspondiente a la de la lente -180-, se representa mediante la curva -213-. La diferencia entre las curvas de ganancia -212- y -213- mide la eficacia de la lente protegida; y la curva -214-, figura 34, representa esta diferencia medida. A fines de comparación, se expone en la figura 34, la curva de eficacia -215- obtenida con una lente metálica aceleratriz de canal, protegida. La ganancia o incremento en la mitad de la banda, tomada a 4220 megaciclos, de la lente dilatoria metálica protegida del invento, aventaja aproximadamente en un decibel a la de la lente metálica aceleratriz. Además, como el índice de rerracción n de la lente del invento, es constante con la frecuencia, la curva de ganancia -214- es aplanada, esto es, el incremento es uniforme, dentro de la banda de -500- (4420 menos 3920) megaciclos. En cambio, el índice n de rerracción de la lente metálica aceleratriz varía con la frecuencia, y la ganancia no es uniforme en toda la banda.

En la figura 35, el número -216- denota la característica de igualación de frecuencia medida con la antena primaria -183-, de la figura 24, y el número -217- señala la curva de igualación de frecuencia de la lente -180- asociada al cuerno -183-. Como indican las curvas, las relaciones constantes de onda o características -216- y -217-, medidas en la guía -189-, no varían en lo esencial dentro de la banda, según se pretende. Así, la relación o curva



-216- para el cuerno, varía menos de 0,4 decibels, y la relación -217- para la lente protegida varía alrededor de 0,3 decibels.

5 Aunque el invento se ha descrito con referencia a ciertas formas de realización, debe entenderse que no se ha de limitar a las descritas, pues es posible emplear con éxito otros aparatos al poner en práctica el invento.

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

10

Se reivindica como objeto de esta patente:

15 1.- Aparato para modificar la velocidad de fase de ondas electromagnéticas, con una guarnición conductora para retardar la velocidad de fase de las ondas, caracterizado por que esta guarnición está formada por elementos conductores dispuestos con su longitud paralela al vector magnético de las ondas.

20 2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que la guarnición tiene un índice de refracción mayor que la unidad.

3.- Aparato según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que los elementos conductores de la guarnición se disponen en el seno de un medio dieléctrico.

25 4.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado por que la constante dieléctrica del medio es mayor que la unidad.

30 5.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los elementos conductores de la guarnición están espaciados en direcciones paralelas a la trayectoria de propagación de las ondas y al vector eléctrico de las mismas, siendo el ancho de dichos



elementos paralelo al vector eléctrico de las ondas y su espesor paralelo a la trayectoria y menor que cualquiera de las otras dimensiones.

5 6.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la guarnición es unipolarizada.

10 7.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los elementos conductores de la guarnición comprenden cintas lineales metálicas planas.

8.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que cada uno de los elementos conductores de la guarnición comprende una rejilla metálica.

15 9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado por que las rejillas metálicas de la guarnición comprenden elementos conductores dispuestos en direcciones paralelas al campo eléctrico y espaciados menos de media longitud de onda en sentido de la longitud de la rejilla.

20 10.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los elementos conductores están espaciados conforme a su polarizabilidad.

25 11.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las dimensiones en anchura de los elementos conductores son menores de media longitud de onda.

30 12.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la guarnición comprende varias rajadas o planos, dispuestos perpendicularmente a la dirección de la onda incidente y espaciados a lo largo de ella, estando cada plano compuesto de un número



ro determinado de elementos conductores.

13.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la guarnición tiene la forma de un refractor.

5 14.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la guarnición tiene la forma de un prisma.

10 15.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la guarnición tiene la forma de una lente.

16.- Aparato según las reivindicaciones 12 y 14, caracterizado por que los elementos de la guarnición situados en fajas o planos adyacentes están alternados, unos con relación a otros.

15 17.- Aparato según las reivindicaciones 3 y 15, caracterizado por que la lente es de tipo planoconvexo, y rerracta ondas electromagnéticas, y el medio dieléctrico se compone de espuma de poliestireno.

20 18.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado por que la lente es de simetría circular, con foco puntiforme.

19.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado por que la lente es de simetría cilíndrica, con foco lineal.

25 20.- Aparato según las reivindicaciones 12 y 18, caracterizado por que los planos o fajas de la guarnición son circulares y de diferentes diámetros, estando montados en sendas placas dieléctricas sólidas paralelas que integran el medio dieléctrico, y la distancia entre los planos o fajas adyacentes es menor que la longitud de la onda incidente.

30



21.- Aparato según la reivindicación 20, caracterizado por que los elementos conductores situados en planos adyacentes están alternados entre sí.

5 22.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado por que la guarnición en forma de lente, refracta ondas magnéticas en una banda dada de longitudes de onda, y tiene una de sus mitades desplazada respecto a la otra, a lo largo del eje óptico, un cuarto de la longitud de onda del centro de la banda, o un múltiplo impar de ella.

10 23.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que la guarnición comprende una lente planoconvexa hiperbólica, de simetría circular, para refractar una microonda de radio comprendida en una banda dada y que consta de una zona interior y una
15 zona exterior escalonada, comprendiendo cada zona un número determinado de elementos conductores dispuestos en hileras paralelas al eje óptico de la lente y montadas cada una en una placa de poliestireno espumoso, siendo tanto el espacio entre las hileras como el espacio entre los elementos
20 adyacentes de cada hilera, inferiores a una longitud de onda.

24.- Aparato según la reivindicación 23, caracterizado por que el punto focal de una mitad de la lente está situado en el eje óptico, un múltiplo impar de un cuarto
25 de la longitud de onda del centro de la banda más lejos de la lente que el punto focal de la otra mitad de ésta.

25.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por comprender una lente
30 cuadrada planoconvexa escalonada, en combinación con un cuerno piramidal que tiene el cuello y los orificios de



5 abertura cuadrados, y con un translator conectado al orificio de paso del cuerno, estando dicha lente dispuesta en el orificio de abertura del cuerno con su cara convexa dando frente al orificio de paso, con un eje óptico en coincidencia con el eje del cuerno o antena primaria, y un punto focal que coincide con el centro del orificio de paso.

10 26.- Aparato para modificar la velocidad de fase de ondas electromagnéticas caracterizado por un polarizador circular metálico que comprende elementos conductores planos de rejilla dispuestos a 45 grados con relación a la polarización eléctrica de una onda incidente, siendo el espesor de dicho polarizador circular, en la dirección de la trayectoria de propagación de dichas ondas, un cuarto de longitud de onda o un múltiplo impar del mismo mayor, medido en longitudes de onda en el polarizador circular, que
15 el mismo espesor medido en longitudes de onda en el espacio libre.

20 27.- Aparato para modificar la velocidad de fase de ondas electromagnéticas, caracterizado por un desviador metálico de polarización que comprende elementos conductores planos de rejilla dispuestos a 45 grados con relación a la polarización eléctrica de una onda incidente, siendo el espesor de dicho desviador en la dirección de la trayectoria de propagación de dichas ondas, media longitud
25 de onda o un múltiplo impar de la misma, mayor medido en longitudes de onda en el desviador, que medido en longitudes de onda en el espacio libre.

30 28.- Aparato para modificar la velocidad de fase de ondas electromagnéticas.

Esta memoria consta de cuarenta y una página, escritas por una sola cara.



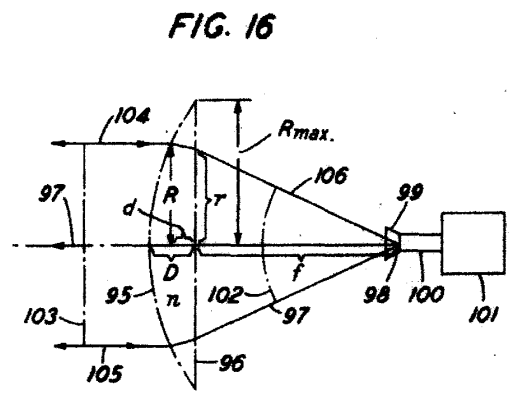
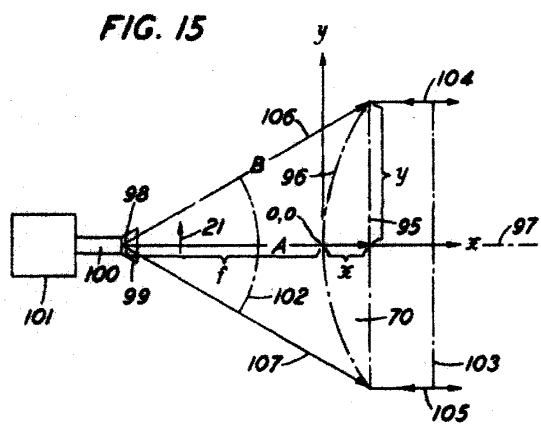
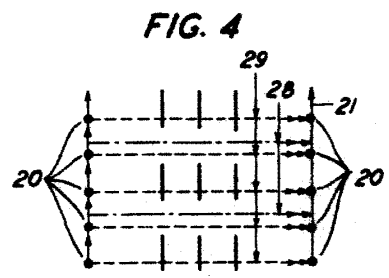
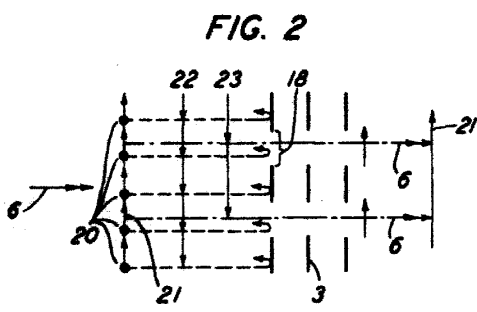
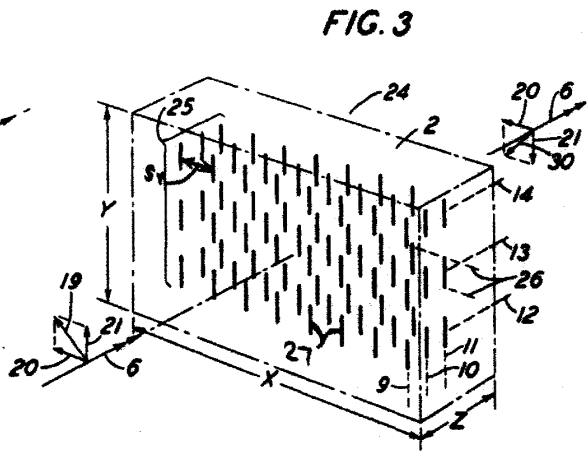
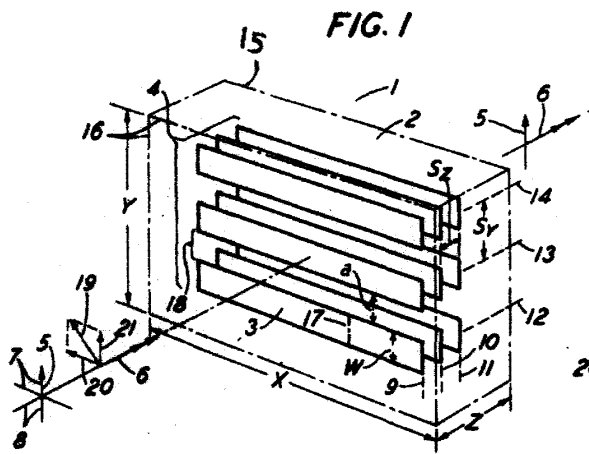
LONA, a doce de Diciembre de mil novecientos cuarenta y siete.

P. A.

120



181378

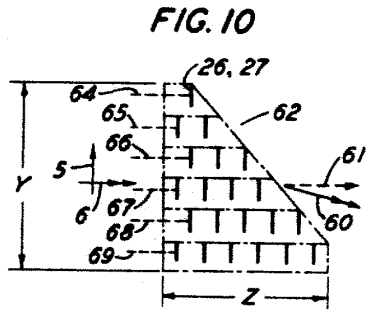
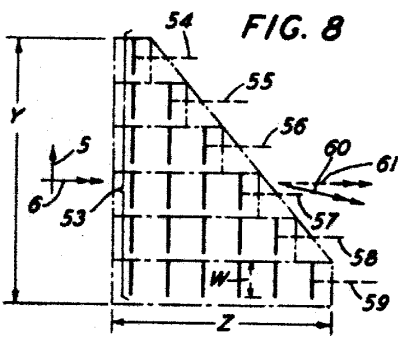
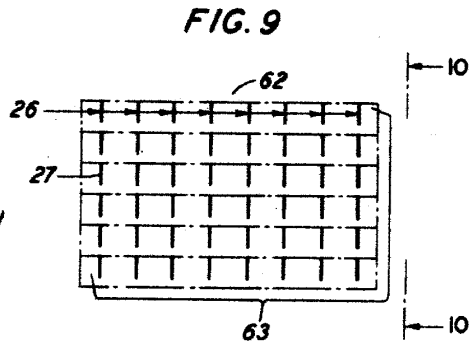
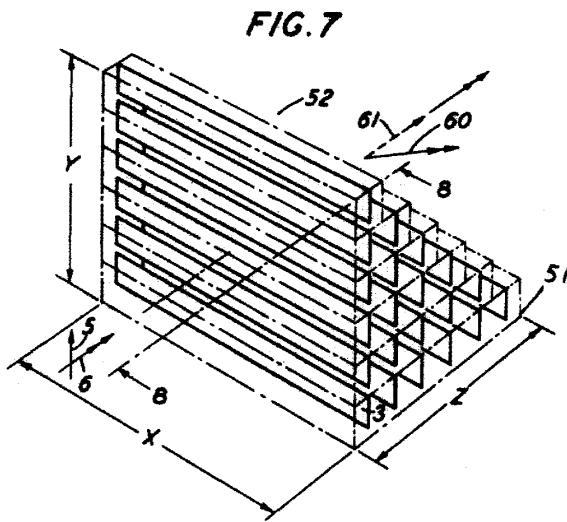
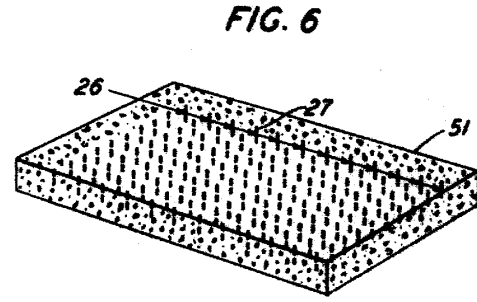
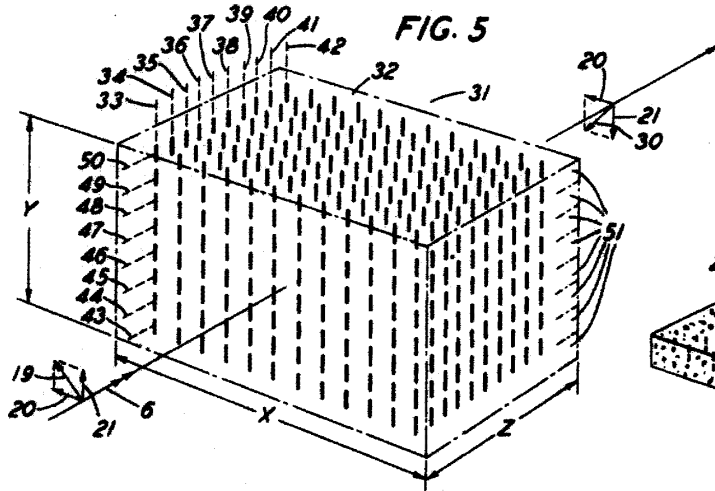


P. A.
[Handwritten signature]

12010



104320



P. A.
[Handwritten signature]

120



191318

FIG. 11

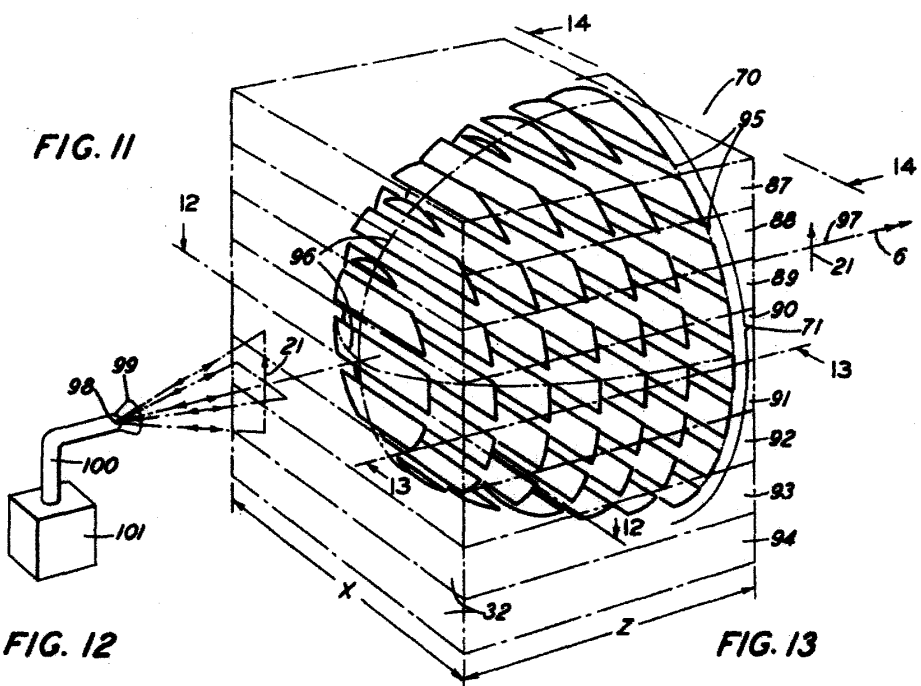


FIG. 12

FIG. 13

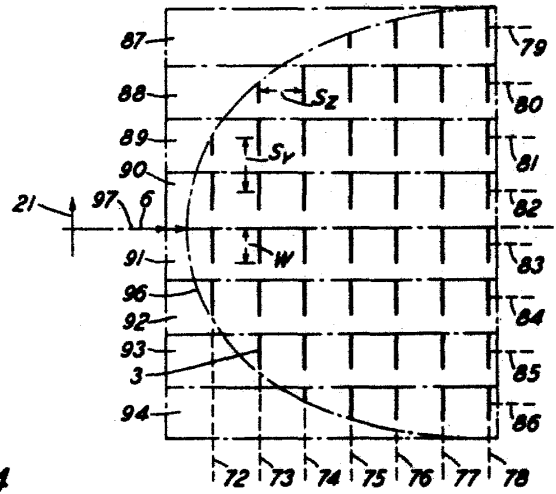
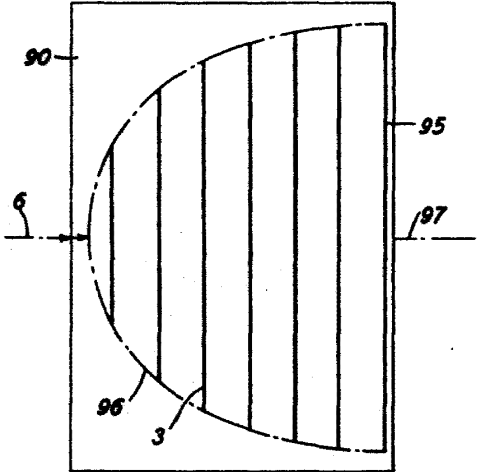
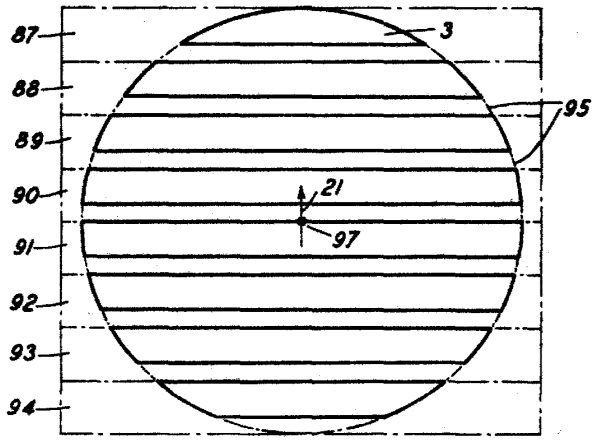


FIG. 14



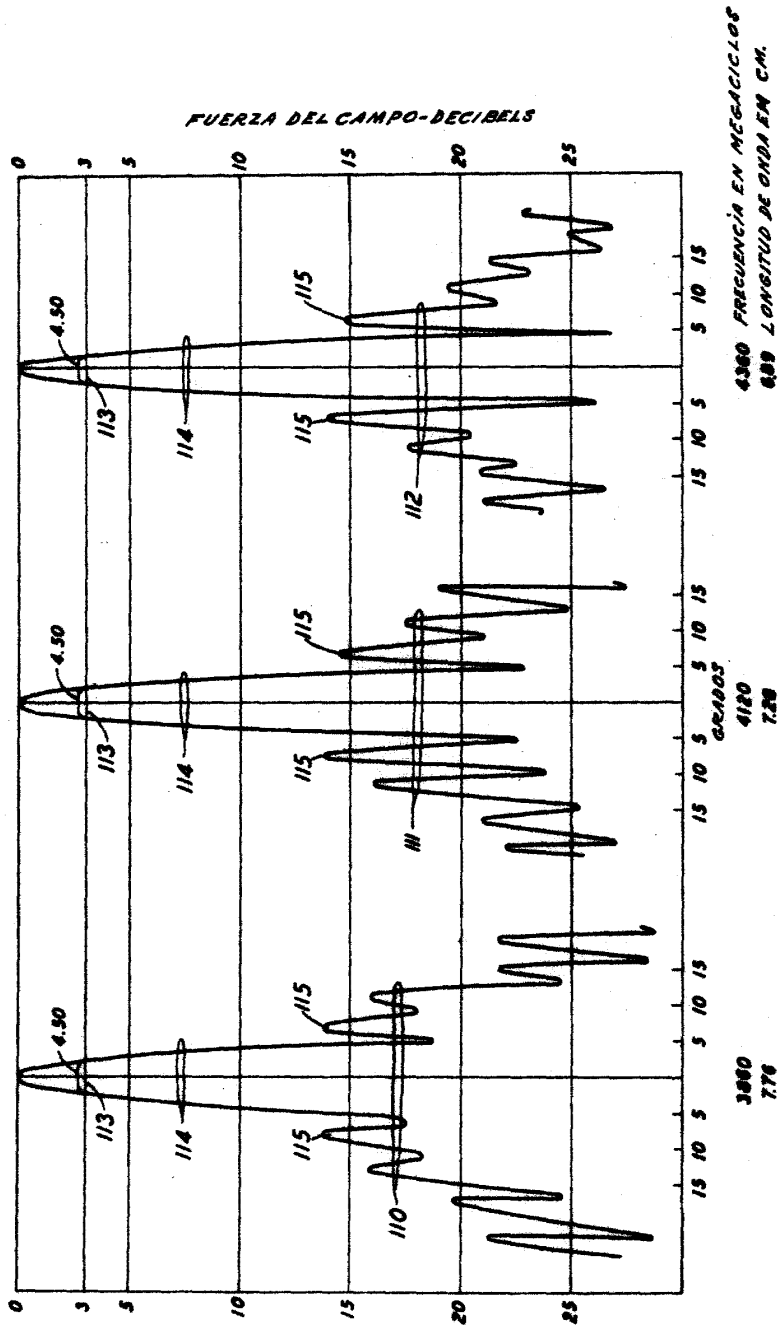
T. A. M. ...

1201

181318



FIG. 17
CURVAS DIRECTIVAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA
FIS11 SOBRE BANDA DE TR POR 100



P.A.
[Handwritten Signature]

182313

12010

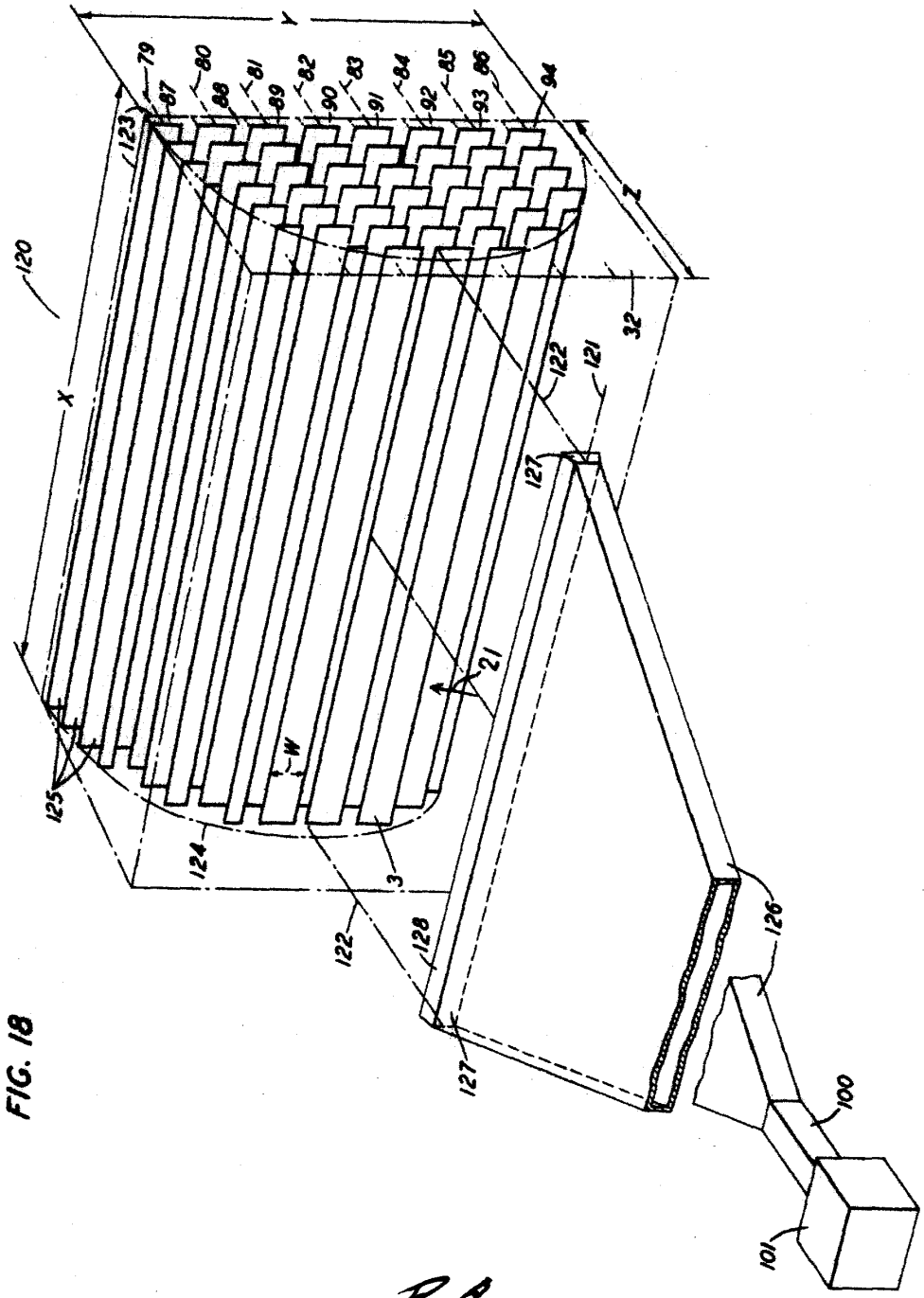


FIG. 18

R. R.
[Handwritten signature]

1201

181348



FIG. 24

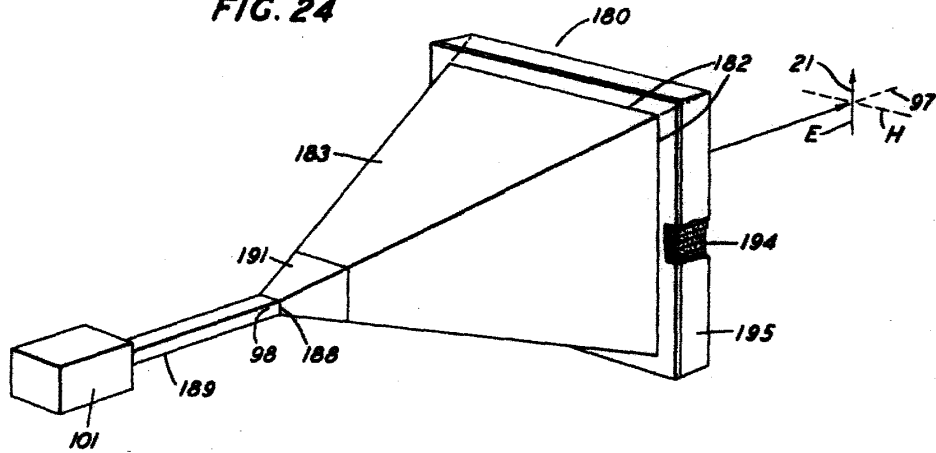


FIG. 26

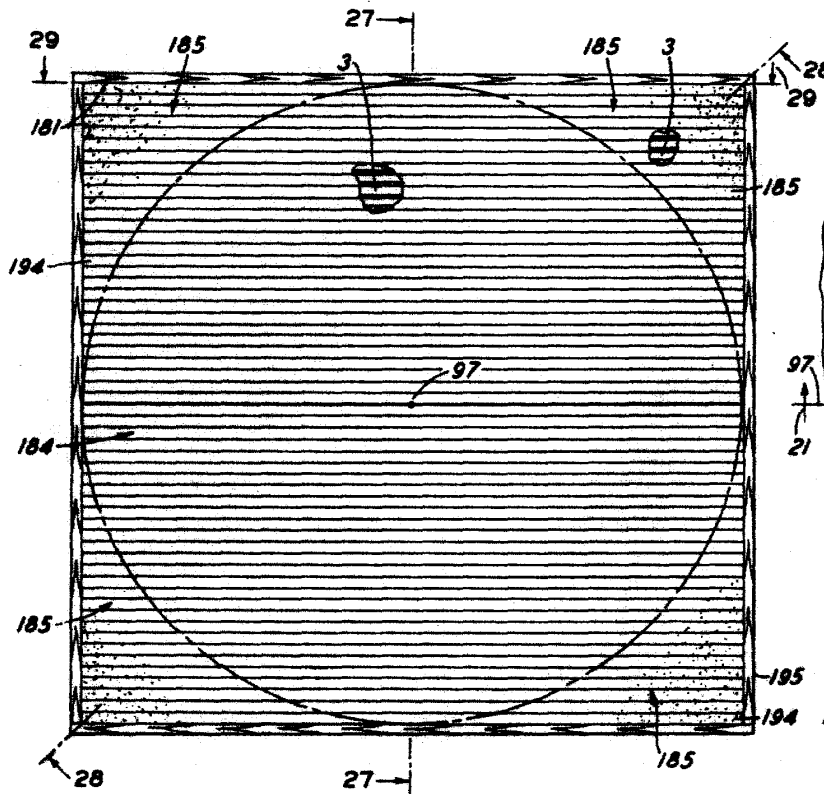
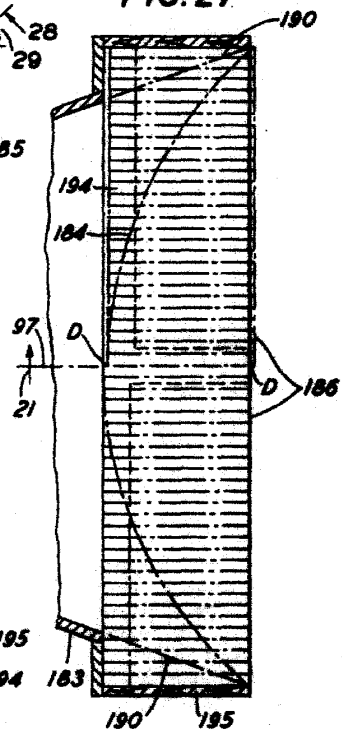


FIG. 27



P. A.
[Signature]

72010



FIG. 25

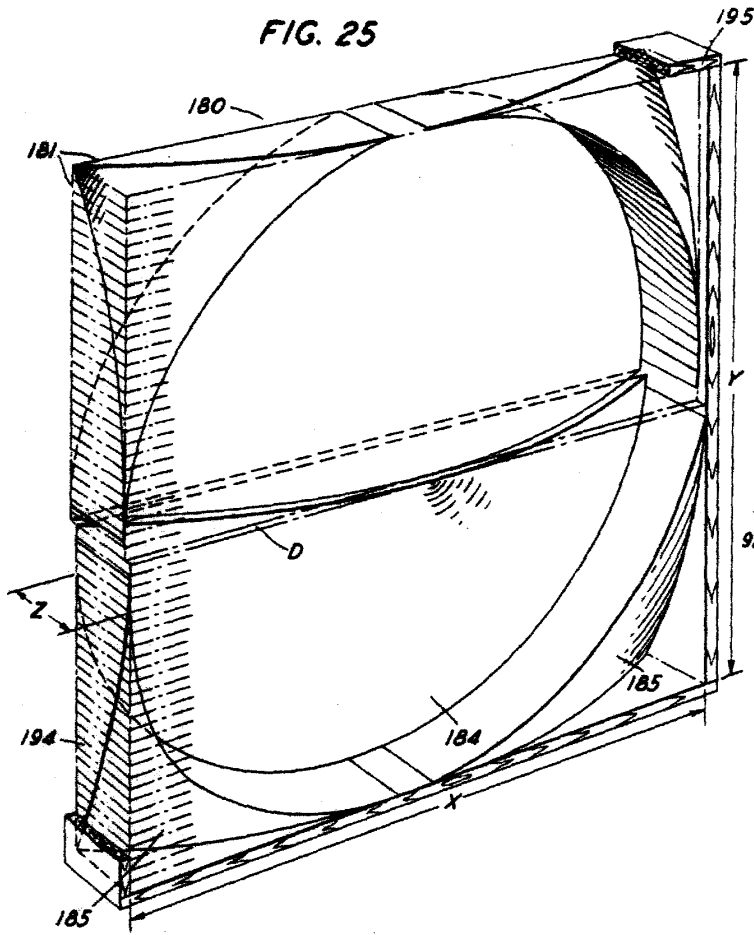


FIG. 28

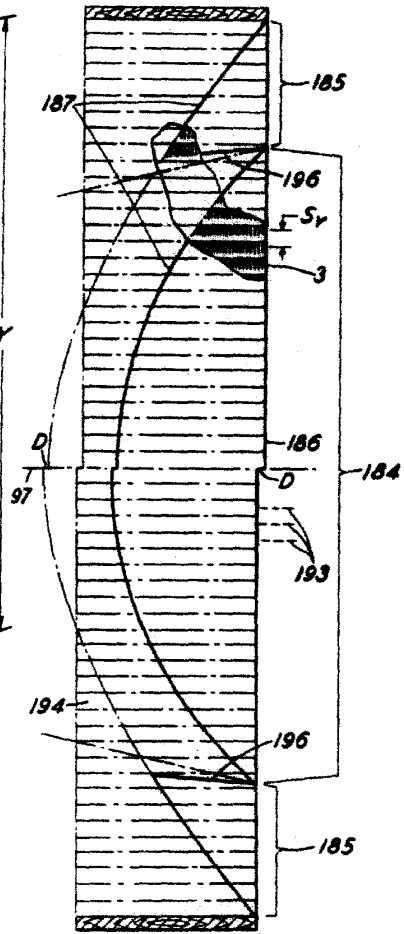


FIG. 29

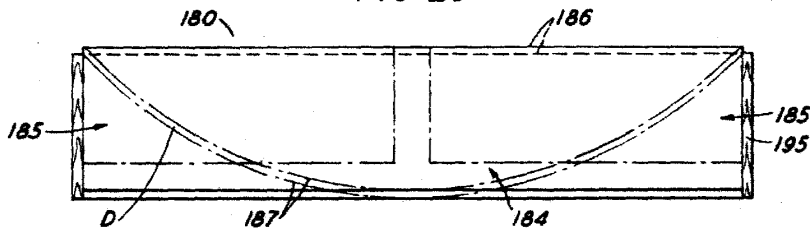
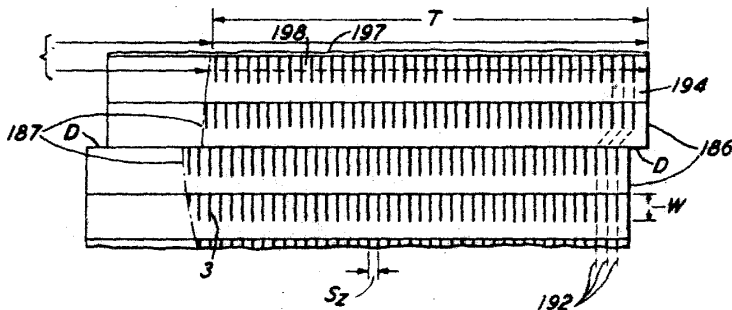


FIG. 30



P. A. *[Signature]*

120



101318

FIG. 32

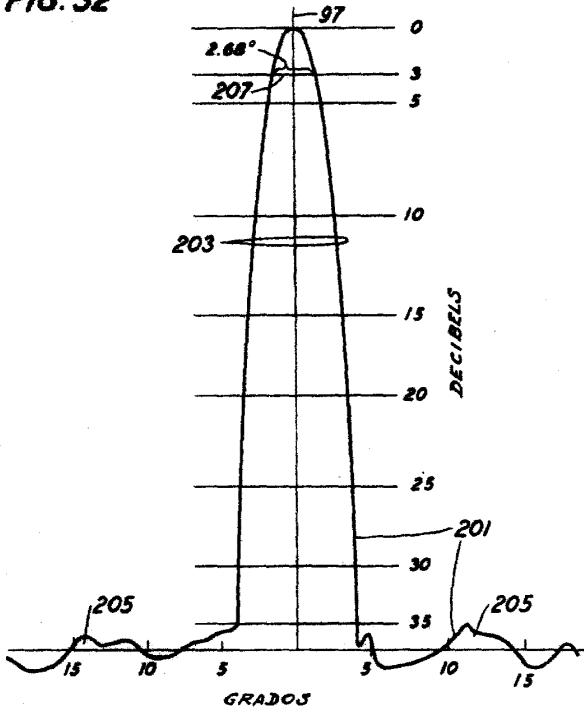


FIG. 31

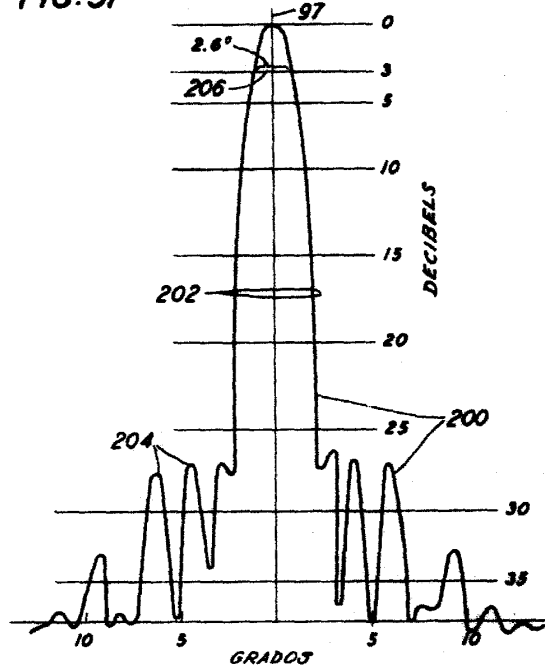


FIG. 33

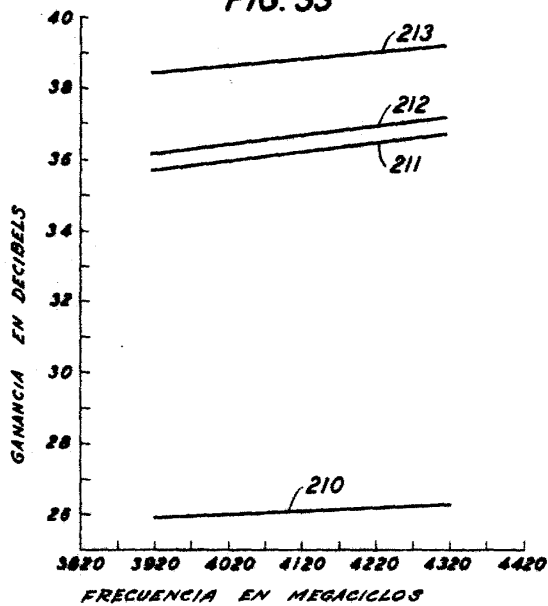


FIG. 34

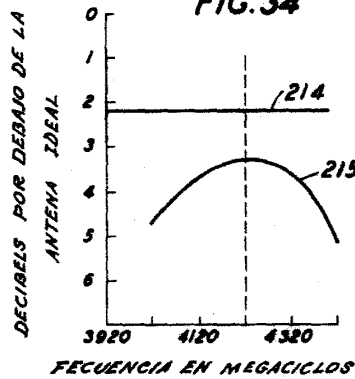
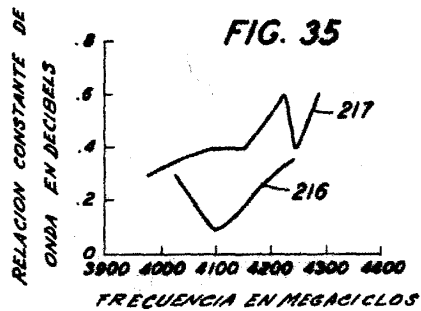


FIG. 35



P.A.
[Handwritten Signature]