

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 909**

51 Int. Cl.:
H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05823715 .7**
96 Fecha de presentación: **23.12.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1964212**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **RED DE ANTENAS CON EXPLORACIÓN REFORZADA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
Telefonaktiebolaget L- M Ericsson (publ)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
HÖÖK, Anders;
JOHANSSON, Joakim y
GUSTAFSSON, Mats

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 909 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Red de antenas con exploración reforzada

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con una red de antenas para transmitir y recibir radiación electromagnética y, más en particular, con una red de antenas con capacidad reforzada para dirigir el lóbulo de la antena, especialmente la dirección del lóbulo de la antena.

Antecedentes de la invención

10 Las redes de antenas, y particularmente las redes de antenas controladas en fase, se han hecho cada vez más atractivas no solamente para aplicaciones militares, sino también para aplicaciones civiles y comerciales. Las redes de antenas pueden ser utilizadas ventajosamente en sistemas de radas, en radio-telescopios o en las denominadas estaciones base de una red de telecomunicaciones inalámbricas, etc. Una de las propiedades más favorables de una red de antenas, y particularmente de una red de antenas controlada en fase, es el aumento de capacidad de dar forma y/o direccionamiento al lóbulo de la antena.

15 En particular, esto puede utilizarse para transmitir y/o recibir señales de interferencia hacia y desde transmisores y/o receptores vecinos. En muchos casos, el lóbulo de la antena puede formarse y/o dirigirse para evitar recibir y/o transmitir tales perturbaciones. En los sistemas de radar, esta capacidad puede ser utilizada, por ejemplo, para evitar fuentes de interferencias hostiles. En un sistema celular de telecomunicaciones o similar, esta capacidad puede utilizarse, por ejemplo, para reforzar la utilización del espectro de frecuencias disponible, por ejemplo, el espectro de frecuencias de un sistema GSM, un sistema CDMA, un sistema WCDMA u otros sistemas similares de comunicaciones por radio. Estos son solamente unos ejemplos de aplicaciones. Existe un vasto espectro de aplicaciones diferentes, como es bien sabido.

20 La capacidad de dar forma y/o direccionamiento al lóbulo de la antena dinámicamente y muy rápidamente es también ventajosa en cuanto que el lóbulo de la antena puede ser dirigido para transmitir y/o recibir radiación electromagnética hacia y/o desde una pequeña zona geográfica, lo cual aumenta la eficiencia de la energía del sistema de antenas. Estas y otras ventajas proporcionadas por una red de antenas, y particularmente una red de antenas controladas en fase, son bien conocidas en la técnica de las redes de antenas y no necesitan explicación adicional.

25 Una red de antenas es básicamente una colección extendida espacialmente de varios elementos de antena sustancialmente similares. La expresión "espacialmente extendidas" implica que cada elemento tiene al menos un elemento vecino que está colocado a una distancia cercana para evitar la emisión de radiación electromagnética en direcciones ambiguas. La expresión "similar" implica que, preferiblemente, todos los elementos tienen los mismos diagramas polares de radiación, orientados en la misma dirección de un espacio tridimensional. Sin embargo, los elementos no tienen que estar espaciados en una cuadrícula regular, ni tienen que tener las mismas tensiones en sus terminales, sino que se supone que todos son alimentados con la misma frecuencia y que se puede definir una amplitud y ángulo de fase fijos para la señal de excitación de cada elemento.

30 Ajustando las fases relativas de las respectivas señales que alimentan los elementos de antena de una red de antenas, el diagrama de radiación efectivo (el lóbulo de la antena) se puede reforzar en una dirección deseada y suprimirse en direcciones no deseadas. Las amplitudes relativas y los efectos de interferencias constructivos y destructivos entre las señales radiadas por los elementos individuales de antena, determinan el diagrama eficaz de radiación de la red de antenas. Se puede utilizar una red de antenas normal para conseguir un diagrama de radiación fijo (lóbulo de antena fijo), mientras que se puede utilizar una red de antenas más sofisticada controlada en fase para explorar rápidamente el diagrama de radiación (el lóbulo de la antena) en azimut y/o elevación.

35 Sin embargo, dependiendo de los elementos individuales de antena elegidos para la red de antenas en cuestión, existe formalmente al menos una dirección en la cual el lóbulo de la antena no puede ser fácilmente dirigido, es decir, hay al menos un punto nulo.

40 Los elementos de antena individuales de una red de antenas pueden ser, por ejemplo, el muy conocido dipolo 10 o similar, como se ilustra esquemáticamente en las figuras 1A - 1D. El dipolo 10 del ejemplo de la figura 1A comprende dos elemento radiantes opuestos 11a, 11b. Los elementos radiantes 11a, 11b tienen preferiblemente una forma de hilos, cilindros o rectángulos alargados, para extenderse en $\frac{1}{4}$ ($\lambda/4$) de la longitud de onda utilizada a lo largo del eje horizontal DP1. Cada elemento radiante 11a, 11b está individualmente conectado a una línea 12a, 12b de alimentación de una manera bien conocida, para comunicar señales de alta frecuencia hacia y desde el dipolo 10. Por tanto, el dipolo 10 comprende formalmente dos puertos.

45 Se considera normalmente que la corriente equilibrada (o modo diferencial) $I_{diff} = (I_1 - I_2) / 2$ es la corriente que excita el dipolo, donde la potencia transportada por I_{diff} se supone que se convierte en potencia electromagnética transmitida. El modo diferencial está ilustrado en la figura 1A por una primera corriente I_+ alimentada en la primera línea 12a de alimentación (el primer puerto) y una segunda corriente I_- alimentada en la segunda línea 12b de

alimentación (el segundo puerto). Las dos corrientes I_+ , I_- son sustancialmente de igual magnitud pero provistas de sufijos opuestos para indicar que están desfasadas en 180° , es decir, para indicar que el dipolo 10 está funcionando de acuerdo con un modo equilibrado o diferencial de una manera muy conocida. Las antenas de dipolo de doble puerto equilibradas como ésta han sido estudiadas extensivamente y pueden estar hechas también para banda ancha y también pueden explorar en una cierta medida.

La figura 1B ilustra una sección transversal de un diagrama esquemático de radiación del dipolo 10, cortado a lo largo del eje DP1, y la figura 1C ilustra una vista superior de dicho diagrama esquemático de radiación, mientras que la figura 1D ilustra una vista esquemática en perspectiva del diagrama de radiación de las figuras 1B - 1C. Como puede verse, no hay sustancialmente radiación emanando a lo largo del eje DP1, es decir, no hay sustancialmente radiación desde los extremos cortos de los elementos radiantes 11a, 11b. Esto implica que una red de antenas que comprende una colección espacialmente extendida de dipolos 10, tendrá una capacidad reducida de transmitir la radiación electromagnética a lo largo del eje DP1 de los dipolos 10, como será descrito con más detalle a continuación. Naturalmente, el diagrama de radiación como se describe ahora es igualmente válido para la recepción.

Los elementos de antena individuales de la red de antenas puede ser también el muy conocido monopolo 20 o similar, como se ilustra esquemáticamente en las figuras 2A - 2D. El monopolo 20 del ejemplo de la figura 2A tiene un solo elemento radiante 21 que se extiende en $\frac{1}{4}$ ($\lambda/4$) de la longitud de onda utilizada desde un plano de tierra 23 sustancialmente horizontal y a lo largo de un eje MP sustancialmente vertical. En otras palabras, el monopolo 20 es una antena de un cuarto de onda o también denominada antena de Marconi. El elemento radiante 21 está conectado a una línea de alimentación (no ilustrada en las figuras 2a - 2d) de una manera muy conocida, para comunicar señales de alta frecuencia hacia y desde el monopolo 20, y el elemento radiante 21 es alimentado por una sola corriente no equilibrada I_+ (no ilustrada en las figuras 2a - 2d) como es bien sabido en la técnica. Las antenas monopolo de un solo puerto no equilibradas como ésta han sido estudiadas también extensivamente.

La figura 2B ilustra una sección transversal de un diagrama esquemático de radiación del monopolo 20, cortado a lo largo del eje MP, y la figura 2C ilustra una vista superior de dicho diagrama esquemático de radiación, mientras que la figura 2D ilustra una vista esquemática en perspectiva del diagrama de radiación de las figuras 2B - 2C. Como puede verse, no hay sustancialmente radiación emanando desde el elemento radiante 21 a lo largo de la normal al plano 23 de tierra. Esto implica que una red de antenas que comprende una colección espacialmente extendida de monopolos 20, tendrá una capacidad reducida de transmitir la radiación electromagnética a lo largo del eje MP del monopolo, como será descrito con más detalle a continuación. Naturalmente, el diagrama de radiación como se describe ahora es igualmente válido para la recepción.

Se dirige ahora la atención a un primer ejemplo de disposición de una red de antenas, ilustrada en las figuras 3A y 3B.

La figura 3A es una vista superior esquemática de un ejemplo de red 30 de antenas que comprende una red de tres dipolos 30a, 30b, 30c, por ejemplo el dipolo 10 ilustrado en las figuras 1A - 1D. Los dipolos 30a - 30c de la figura 3A están dispuestos colinealmente a lo largo de un eje DP2 sobre la superficie de un substrato 33 sustancialmente plano. Como es bien sabido, el primer dipolo 30a tiene dos elementos radiantes 31aa, 31ab, cada uno de ellos conectado a una línea 32aa, 32ab de alimentación, mientras que el segundo dipolo 30b tiene dos elementos radiantes 31ba, 31bb, conectados cada uno de ellos a una línea 32ba, 32bb de alimentación y el tercer dipolo 30c tiene dos elementos radiantes 31ca, 31cb, cada uno de ellos conectado a una línea 32ca, 32cb de alimentación.

La figura 3B es una vista lateral esquemática del ejemplo de red 30 de antenas de la figura 3A. Como puede verse, los elementos radiantes colineales 31aa - 31cb y las líneas 32aa - 32cb de alimentación están dispuestas sobre la superficie del substrato 33, de manera que se extienden en el mismo plano o en un plano contiguo. Como es bien sabido, la dirección de radiación máxima (el lóbulo principal) de una antena como la red 30 de antenas de las figuras 3A - 3B es perpendicular al plano horizontal en el cual se extienden los elementos radiantes 31aa - 31cb. Esto ha sido indicado en la figura 3B con una primera flecha 35 que se extiende perpendicularmente hacia arriba desde el substrato 33, y una segunda flecha 35' que se extiende perpendicularmente hacia abajo desde la superficie del substrato 33. La segunda flecha 35' ha sido dibujada en línea de puntos para indicar que la radiación en esta dirección puede ser atenuada, detenida o reflejada por el substrato 33, entre otras cosas, dependiendo de la composición del material del substrato 33.

El tipo de red de antenas ilustrada esquemáticamente en las figuras 3A - 3B se denomina generalmente antena de "red de radiación transversal", ya que la radiación se origina predominantemente desde el lado ancho de la red más que desde el lado del extremo. La exploración del lóbulo principal 35 de la antena 30 de radiación transversal se consigue de una manera bien conocida prefijando un cierto incremento ψ de fase entre los elementos 30a, 30b, 30c de antena en la dirección Φ de exploración. Consecuentemente, una primera señal I_+ , I_- con un primer ángulo de fase θ es alimentada en el primer elemento 30a de antena; una segunda señal I_+ , I_- con un segundo ángulo de fase $\theta+\psi$ es alimentada en el segundo elemento 30b de antena y una tercera señal I_+ , I_- con un tercer ángulo de fase $\theta+2\psi$ es alimentada en el tercer elemento 30c de antena. La propia exploración se consigue variando el incremento de fase ψ , como es bien sabido en la técnica de redes de antenas controladas en fase. Las señales I_+ , I_-

mencionadas anteriormente han sido provistas de sufijos opuestos para indicar que están desfasadas en 180° , es decir, para indicar que los dipolos 30a - 30c funcionan de acuerdo con un modo equilibrado o diferencial, de una manera muy conocida.

5 Sin embargo, a medida que el incremento de fase ψ aumenta, de manera que la dirección Φ de exploración del lóbulo principal 35 se aproxima a 0° , es decir, se aproxima a la dirección horizontal en la cual se extienden los elementos radiantes 31aa - 31cb, la impedancia de los dipolos 30a - 30c de la red 30 de antenas cambia de tal manera que se deteriora la adaptación. Esto implica que una red 30 de antenas que comprenda una colección espacialmente extendida de dipolos 30a - 30c o similares, tiene una capacidad reducida de transmitir radiación electromagnética en direcciones que se aproximen a la dirección en la cual se extienden los elementos radiantes 31aa - 31cb. En otras palabras, no hay sustancialmente radiación a lo largo del eje DP2, es decir, desde los extremos cortos de los elementos radiantes 31aa - 31cb, que es consistente con las averiguaciones con respecto al dipolo simple 10 descrito anteriormente. Naturalmente, el diagrama de radiación como se ha descrito ahora es válido también para la recepción.

15 Se dirige ahora la atención a un segundo ejemplo de disposición de una red de antenas, ilustrada en las figuras 4A y 4B.

20 La figura 4A es una vista superior esquemática de un ejemplo de red 40 de antena que comprende una red de seis monopolos 40a, 40b, 40c, 40d, 40e, 40f, por ejemplo como el monopolo 20 ilustrado en las figuras 2A - 2D. Cada monopolo 40a - 40f tiene un elemento radiante 41a - 41f. Los elementos radiantes 41a - 41f están dispuestos en una línea recta L1 sobre la superficie de un plano 43 de tierra aplanado. Cada elemento radiante 41a - 41f está conectado además a una línea 41a - 41f de alimentación de una manera bien conocida.

25 La figura 4B es una vista lateral esquemática del ejemplo de la red 40 de antenas de la figura 4A. Los elementos radiantes 41a - 41f se extienden desde la superficie del plano 43 de tierra a lo largo de los ejes verticales MPa - MPf, mientras que las líneas 42a - 42f de alimentación están dispuestas en el plano 43 de tierra o contiguamente a él. Como es bien sabido, las posibles direcciones de radiación máxima (los lóbulos principales) de una antena tal como la red 40 de antenas, se extienden a lo largo de la línea L1, (es decir, a lo largo de la línea de los elementos radiantes 41a - 41f y en paralelo) al plano 43 de tierra. Esto está indicado en la figura 4B con una primera flecha 45 a la derecha y una segunda flecha 45' a la izquierda.

30 El tipo de red 40 de antenas ilustrada esquemáticamente en las figuras 4A - 4B se denomina generalmente "antena de radiación longitudinal", ya que la radiación se origina predominantemente en el extremo de la red y no predominantemente en el lado ancho de la red, como en la antena 30 de radiación transversal de las figuras 3A - 3B. Se puede conseguir una cierta exploración del lóbulo principal 45, 45' de la antena 40 de radiación longitudinal de una manera muy conocida, prefijando un cierto incremento de fase ψ entre los elementos 40a - 40f de antena en la dirección Φ de exploración. Consecuentemente, se puede alimentar una primera señal I_+ con un primer ángulo de fase θ al primer elemento 40a de antena; se puede alimentar una segunda señal I_+ con un segundo ángulo de fase $\Phi + \psi$ al segundo elemento 40b de antena; se puede alimentar una tercera señal I_+ con un tercer ángulo de fase $\Phi + 2\psi$ al segundo elemento 40c de antena, y así sucesivamente hasta una sexta señal I_+ con un sexto ángulo de fase $\Phi + 5\psi$ que es alimentada al sexto elemento 40f de antena. La exploración se consigue después variando el incremento de fase ψ , como es bien sabido en la técnica de las redes de antenas controladas en fase. La señal I_+ ha sido provista de un sufijo positivo para indicar que las señales alimentadas al monopolo tienen la misma fase original θ , es decir, para indicar que los monopolos 40a - 40f funcionan de acuerdo con un modo no equilibrado o modo suma, de una manera muy conocida.

35 Sin embargo, cuando el incremento de fase ψ aumenta de manera que la dirección Φ de exploración del lóbulo principal 45 o 45' se aproxima a 90° , es decir, se aproxima a la dirección vertical en la cual se extienden los elementos radiantes 41a - 41f, la impedancia de los elementos 40a - 40f de la red 40 de antenas cambia de tal manera que se deteriora la adaptación. Esto implica que una red 40 de antenas que comprenda una colección espacialmente extendida de monopolos 40a - 40f o similares, tiene una capacidad reducida de transmitir radiación electromagnética en direcciones que se aproximen a la dirección vertical en la cual se extienden los elementos radiantes 41a - 41f. En otras palabras, no hay sustancialmente radiación a lo largo de los ejes MPa - MPf de los elementos radiantes 41a - 41f, es decir, a lo largo de la normal al plano de tierra, que es consistente con las averiguaciones con respecto al monopolo simple 20 descrito anteriormente. Naturalmente, el diagrama de radiación como se ha descrito ahora es válido también para la recepción.

45 Para resumir, el muy conocido dipolo 10 y el muy conocido monopolo 20 y variaciones de los mismos, se utilizan frecuentemente como elementos de antena individuales en las redes de antenas, por ejemplo, como en la antena 30 de radiación transversal de las figuras 3a - 3B y en la antena 40 de radiación longitudinal de las figuras 4A - 4B. Sin embargo, casi sin excepción, el lóbulo de antena de estos elementos individuales de antena tiene formalmente al menos un punto nulo, es decir, al menos una dirección en la cual el elemento de antena no puede transmitir y recibir fácilmente la radiación electromagnética. Se deduce que una red de antenas que comprenda una colección espacialmente extendida de varios elementos de antena como esos, muestra típicamente al menos una dirección en la cual el lóbulo de antena de la red de antenas no puede ser dirigido fácilmente, es decir, hay al menos un punto nulo en el diagrama de antena de la red de antenas que comprende tales elementos de antena.

El documento EP 0 884 798 A1 divulga el preámbulo de la reivindicación 1.

Consecuentemente, existe la necesidad de una red de antenas mejorada y, particularmente, de una red de antenas con capacidad mejorada de dirigir el lóbulo de la antena, especialmente para reducir los posibles puntos nulos.

Sumario de la invención

- 5 La invención proporcionar una red de antenas mejorada, un sistema de redes de antenas y un método mejorado para la utilización de un red de antenas mejorada y de un sistema de redes de antenas.

Esto se consigue por medio del sistema de antenas de acuerdo con la reivindicación 1.

- 10 La configuración de la alimentación, conectada al primer y segundo puertos de cada elemento de antena, está configurada para variar la diferencia de fase φ entre una primera señal comunicada entre el primer puerto y la configuración de alimentación, y una segunda señal comunicada entre el segundo puerto y la configuración de alimentación, para proporcionar una conmutación continua entre una alimentación no equilibrada y una alimentación equilibrada de los elementos de antena, permitiendo a la antena transmitir o recibir la radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende sustancialmente perpendicular desde dicho plano de tierra en un plano que está definido por el eje y la línea.

- 15 Un modo de realización de la invención comprende un sistema de antenas en el que dicha configuración radiante comprende un tercer elemento radiante conectado a dicho primer elemento radiante y un cuarto elemento radiante conectado a dicho segundo elemento radiante.

Otro modo de realización de la invención comprende un elemento radiante sustancialmente continuo conectado a dicho primer elemento radiante y a dicho segundo elemento radiante.

- 20 Un modo de realización adicional de la invención comprende un sistema de antenas en el que dicho tercer y cuarto elementos radiantes se eligen entre un grupo de elementos que comprende: elementos de hilo sustancialmente recto o con forma cilíndrica; elementos curvados con forma sustancialmente de bucle; elementos de placa sustancialmente plana. La expresión "elementos de placa plana" pretende comprender también elementos de placa que sean ligeramente curvados.

- 25 Un modo de realización de la invención comprende una configuración de alimentación que comprende un dispositivo, por ejemplo, un balún (equilibrado-no equilibrado). El dispositivo está dispuesto de manera que una señal I_0 (por ejemplo, $I_0 e^{j(\psi_n)}$) comunicada con un primer terminal SUM del dispositivo, se divide con una primera diferencia de fase φ_1 (por ejemplo, sustancialmente 0°) entre una primera señal I_1 y una segunda señal I_2 comunicadas entre la configuración de alimentación y el elemento de antena. El dispositivo está configurado además de manera que una señal (por ejemplo, $I_0 e^{j(\psi_n)}$) comunicada con un segundo terminal DIFF de dicho dispositivo se divide con una segunda diferencia de fase φ_2 (por ejemplo, sustancialmente 180°) entre una primera señal I_1 y una segunda señal I_2 comunicadas entre la configuración de alimentación y el elemento de antena.

- 30 Dicho dispositivo puede tener, en un modo de realización adicional, el primer terminal SUM del dispositivo y el segundo terminal DIFF del dispositivo conectados a un interruptor, el cual permite, en una primera posición, que se comunique una señal I_0 con el primer terminal SUM del dispositivo, y en una segunda posición, que permite que se comunique una señal I_0 con el segundo terminal DIFF del dispositivo.

- 35 Otro modo de realización de la invención comprende una configuración de alimentación que comprende una disposición de distribución (por ejemplo, un combinador/divisor) conectado a dicho primer y segundo puertos y a una línea de alimentación. La disposición de distribución se dispone de manera que combina las señales I_1 , I_2 recibidas desde dichos puertos en dicha línea de alimentación, y divide una señal I_0 (por ejemplo, $I_0 e^{j(\psi_n)}$) recibida desde dicha línea de alimentación entre dichos puertos. La configuración de alimentación comprende también al menos un cambiador de fase conectado entre al menos uno de dichos puertos y dicha disposición de distribución, para variar la fase φ de una señal comunicada entre ese puerto y la disposición de distribución.

- 45 La invención se materializa además por un método para transmitir o recibir por medio de una red de antenas, de acuerdo con la reivindicación 8.

- 50 El método incluye los pasos de transmitir o recibir la radiación electromagnética en direcciones variables, variando la diferencia de fase φ entre una primera señal I_1 comunicada con el primer puerto y una segunda señal I_2 comunicada con el segundo puerto del elemento de antena, para proporcionar una conmutación continua entre una alimentación no equilibrada y una alimentación equilibrada de los elementos de antena, permitiendo a la antena transmitir o recibir radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende sustancialmente perpendicular desde dicha región, en un plano que está definido por el eje y la línea.

Un método de acuerdo con un modo de realización de la invención, en el que la red de antenas comprende una configuración de alimentación conectada al primer y segundo puertos de cada elemento de antena. La configuración de alimentación actúa variando la diferencia de fase φ entre: una primera señal I_1 comunicada entre dicho primer

puerto y dicha configuración de alimentación; y una segunda señal I_2 comunicada entre dicho segundo puerto y dicha configuración de alimentación.

5 Un modo de realización del método utiliza una configuración de alimentación que comprende un dispositivo de alimentación del balún. El dispositivo de alimentación del balún actúa de manera que la señal I_0 (por ejemplo, $I_0 e^{i(\psi_n)}$) comunicada con un primer terminal SUM del dispositivo se divide con una diferencia de fase fija φ (por ejemplo, sustancialmente 0°) entre dicha primera señal I_1 y dicha segunda señal I_2 . El dispositivo de alimentación actúa además de manera que la señal I_0 (por ejemplo, $I_0 e^{i(\psi_n)}$) comunicada con un segundo terminal DIFF del dispositivo se divide con una segunda diferencia de fase sustancialmente fija φ (por ejemplo, sustancialmente 180°) entre dicha primera señal I_1 y dicha segunda señal I_2 .

10 Dicho dispositivo puede tener, en un modo de realización, el primer terminal SUM del dispositivo y el segundo terminal DIFF del dispositivo conectados a un interruptor, que es accionado de manera que en una primera posición la señal I_0 se comunica con el primer terminal SUM del dispositivo, y de manera que en la segunda posición la señal I_0 se comunica con el segundo terminal DIFF del dispositivo.

15 Otro modo de realización del método utiliza una configuración de alimentación que comprende una disposición de distribución (por ejemplo un combinador/divisor) conectado a dicho primer y segundo puertos y a una línea de alimentación; y se dispone de manera que combina las señales I_1 , I_2 recibidas desde dichos puertos en dicha línea de alimentación, y divide una señal I_0 (por ejemplo, $I_0 e^{i(\psi_n)}$) recibida desde dicha línea de alimentación entre dichos puertos. La configuración de alimentación comprende también al menos un cambiador de fase conectado entre al menos uno de dichos puertos y dicha disposición de distribución, para variar la fase φ de una señal comunicada
20 entre ese puerto y la disposición de distribución. En este caso, el método utiliza la configuración de alimentación para combinar las señales recibidas desde dichos puertos en dicha línea de alimentación, y para dividir una señal recibida desde dicha línea de alimentación entre dichos puertos. El método utiliza también el cambiador de fase para variar la fase φ de la señal comunicada entre ese puerto y la disposición de distribución.

25 Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción del (de los) modo(s) de realización de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1a es una ilustración esquemática de una vista lateral de un muy conocido dipolo 10.

La figura 1b es una ilustración esquemática de una sección transversal de un diagrama de radiación del dipolo 10 de la figura 1a.

30 La figura 1c es una ilustración esquemática de una vista superior del diagrama de radiación de la figura 1b.

La figura 1d es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva del diagrama de radiación de las figuras 1b - 1c.

La figura 2a es una ilustración esquemática de una vista lateral de un muy conocido monopolo 20.

35 La figura 2b es una ilustración esquemática de una sección transversal del diagrama de radiación del monopolo 20 de la figura 2a.

La figura 2c es una ilustración esquemática de una vista superior del diagrama de radiación de la figura 2b.

La figura 2d es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva del diagrama de radiación de las figuras 2b - 2c.

40 La figura 3a es una ilustración esquemática de una vista superior de un ejemplo de red 30 de antenas de radiación transversal.

La figura 3b es una ilustración esquemática de una vista lateral de la red 30 de antenas de la figura 3a.

La figura 4a es una ilustración esquemática de una vista superior de un ejemplo de red 40 de antenas de radiación longitudinal.

La figura 4b es una ilustración esquemática de una vista lateral de la red 40 de antenas de la figura 4a.

45 La figura 5a es una ilustración esquemática de una vista superior de una red 50 de antenas, de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención.

La figura 5b es una ilustración esquemática de una vista lateral de la red 50 de antenas de la figura 5a.

La figura 6a es una ilustración esquemática de la red 50 de antenas de las figuras 5a - 5b, provista de una configuración de alimentación de acuerdo con un primer modo de realización.

La figura 6b es una ilustración esquemática de la red 50 de antenas de la figura 5a, provista de una configuración de alimentación de acuerdo con un segundo modo de realización.

La figura 7a es una ilustración esquemática de un elemento de antena en bucle.

La figura 7b es una ilustración esquemática de un dipolo que tiene un elemento parásito o resonante.

- 5 La figura 7c es una ilustración esquemática de un dipolo que tiene brazos de dipolo inclinados.

La figura 7d es una ilustración esquemática de un elemento de antena en forma de oreja de conejo, alimentada con doble sonda.

La figura 7e es una ilustración esquemática de un elemento de antena de elementos de chapa alimentada con doble sonda, que tiene un elemento parásito o resonante.

- 10 La figura 7f es una ilustración esquemática de un modo de realización de doble polarización de un elemento de antena dipolo.

La figura 7g es una ilustración esquemática de un modo de realización de doble polarización de un elemento de antena dipolo, conocido como elemento de antena de cuatro cuadrados.

- 15 La figura 7h es una ilustración esquemática de una red de antenas de chapa con una disposición de alimentación en las esquinas.

Descripción detallada de los modos de realización preferidos de la invención

La red de antenas

Las figuras 5A y 5B es una ilustración esquemática de una red 50 de antenas de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención.

- 20 La figura 5A es una vista superior esquemática de la red 50 de antenas que comprende un red de tres dipolos 50a, 50b, 50c, sustancialmente colineales, dispuestos a lo largo de un eje DP3.

En particular:

- el primer dipolo 50a tiene dos elementos radiantes opuestos e independientes 51aa, 51ab, conectados cada uno de ellos directamente o al menos indirectamente con una línea 52aa, 52ab de alimentación;

- 25 - el segundo dipolo 50b tiene dos elementos radiantes opuestos e independientes 51ba, 51bb, conectados cada uno de ellos directamente o al menos indirectamente con una línea 52ba, 52bb de alimentación;

- el tercer dipolo 50c tiene dos elementos radiantes opuestos e independientes 51ca, 51cb, conectados cada uno de ellos directamente o al menos indirectamente con una línea 52ca, 52cb de alimentación;

- 30 Los elementos radiantes 51aa - 51cb de los dipolos 50a - 50c, tienen preferiblemente una forma de hilos, cilindros o rectángulos alargados, que se extienden a una distancia E1 de aproximadamente $\frac{1}{4}$ ($\lambda/4$) de la longitud de onda utilizada a lo largo del eje DP3. En otras palabras, los dipolos 50a - 50c están dispuestos de una manera similar a los dipolos 30a - 30c de la red 30 de antenas descritas anteriormente con referencia a las figuras 3A - 3B. Sin embargo, se pueden concebir claramente otras longitudes y formas de los elementos radiantes 51aa - 51cb, dado que se puede preservar sustancialmente la función de los elementos radiantes en la red de antenas de radiación
- 35 transversal. La longitud puede asumir, por ejemplo, otros múltiplos de la longitud de onda utilizada o incluso separarse ligeramente de los múltiplos de la longitud de onda utilizada, mientras que la forma del elemento radiante puede ser, por ejemplo, curvada y/o extenderse con ángulos diversos, etc.

- 40 La figura 5B es una vista lateral de una red 50 de antenas de la figura 5A, que ilustra que cada elemento radiante 51aa - 51cb está sustancialmente dispuesto horizontalmente sobre un elemento vertical 54aa - 54cb, de manera que se extiende a una cierta distancia por encima de un plano 53 de tierra. Un elemento radiante horizontal 51aa - 51cb y un elemento vertical 54aa - 54cb forman una estructura en forma de L (estando la L boca abajo y posiblemente girada), mientras que dos elementos verticales contiguos 54aa - 54cb, cada uno de ellos provisto de un elemento radiante horizontal 51aa - 51cb, forman una estructura en forma de T.

- 45 Es preferible que el plano 53 de tierra antes mencionado sea sustancialmente plano y que los elementos horizontales 51aa - 51cb se extiendan sustancialmente en paralelo al plano 53 de tierra, es decir, es preferible que el plano 53 de tierra sea sustancialmente paralelo al eje DP3, a lo largo del cual se extienden los elementos horizontales 51aa - 51cb. Sin embargo, otros modos de realización de la invención pueden tener un plano 53 de tierra o una región de potencial de tierra que sea curvada o asuma otras formas que se apartan total o parcialmente de una forma plana. En algunos modos de realización, el plano 53 de tierra o región de potencial de tierra pueden
- 50 estar formados, por ejemplo, por una cuadrícula de conductores o similares o incluso por una cuadrícula de regiones

de tierra en forma de puntos.

Respecto a los elementos verticales 54aa - 54cb ilustrados en la figura 5B, es preferible que estén eléctricamente dispuestos de manera que:

- 5 - el extremo superior 56aa de distribución del elemento vertical 54aa esté conectado al extremo derecho del elemento horizontal 51aa;
- el extremo superior 56ab de distribución del elemento vertical 54ab esté conectado al extremo izquierdo del elemento horizontal 51ab;
- el extremo superior 56ba de distribución del elemento vertical 54ba esté conectado al extremo derecho del elemento horizontal 51ba;
- 10 - el extremo superior 56bb de distribución del elemento vertical 54bb esté conectado al extremo izquierdo del elemento horizontal 51bb;
- el extremo superior 56ca de distribución del elemento vertical 54cb esté conectado al extremo derecho del elemento horizontal 51ca;
- 15 - el extremo superior 56cb de distribución del elemento vertical 54cb esté conectado al extremo izquierdo del elemento horizontal 51cb;
- el extremo inferior 57aa de alimentación del elemento vertical 54aa esté conectado a la línea 52aa de alimentación;
- el extremo inferior 57ab de alimentación del elemento 54ab esté conectado a la línea 52ab de alimentación;
- el extremo inferior 57ba de alimentación del elemento 54ba esté conectado a la línea 52ba de alimentación;
- el extremo inferior 57bb de alimentación del elemento 54bb esté conectado a la línea 52bb de alimentación;
- 20 - el extremo inferior 57ca de alimentación del elemento 54ca esté conectado a la línea 52ca de alimentación;
- el extremo inferior 57cb de alimentación del elemento 54cb esté conectado a la línea 52cb de alimentación;

Las líneas 52aa, 52ab de alimentación conectadas a los extremos 57aa, 57ab de alimentación, respectivamente, forman dos puertos, y las líneas 52ba, 52bb conectadas a los extremos 57ba, 57bb de alimentación, respectivamente, forman otros dos puertos, mientras que las líneas 52ca, 52cb de alimentación conectadas a los extremos 57ca, 57cb de alimentación, respectivamente, forman otros dos puertos más.

Además, los elementos verticales 54aa - 54cb de la figura 5B se extienden preferiblemente a una distancia E2 de aproximadamente $\frac{1}{4} (\lambda/4)$ de la longitud de onda utilizada desde el plano horizontal 53 de tierra a lo largo de los ejes verticales y sustancialmente paralelos MPaa - MPcb, es decir, los elementos verticales 54aa - 54cb son sustancialmente perpendiculares al eje DP3 y al plano 53 de tierra de la figura 5B. Sin embargo, se pueden concebir claramente otras longitudes y formas de los elementos verticales 54aa - 54cb, dado que se puede preservar sustancialmente la función de los elementos radiantes en la red de antenas de radiación longitudinal, como se explicará con más detalle más adelante. La longitud puede asumir, por ejemplo, otros múltiplos de la longitud de onda utilizada o incluso separarse ligeramente de los múltiplos de la longitud de onda utilizada, mientras que la forma del elemento radiante puede ser curvada y/o extenderse con ángulos diversos, etc.

Como puede verse por las figuras 5A - 5B, los elementos verticales 54aa - 54cb están organizados en parejas 54aa, 54ab; 54ba, 54bb; 54ca, 54cb sobre la superficie del plano 53 de tierra y a lo largo de una línea sustancialmente recta L2, siendo esta línea L2 preferiblemente paralela o sustancialmente paralela al eje DP3. En otras palabras, los elementos verticales 54aa - 54cb de las figuras 5A - 5B están organizados de una manera similar a la de los monopolos 40a - 40f de las figuras 4A - 4B, excepto que los monopolos 40a - 40f de las figuras 4A - 4B son elementos espaciados uniformemente, mientras que los elementos verticales 54aa - 54cb de las figuras 5A - 5B están organizados contiguamente en parejas separadas sustancialmente de manera uniforme.

Es preferible que las líneas 52aa - 52cb de alimentación esquemáticamente ilustradas en las figuras 5A - 5B estén organizadas de manera que se extiendan en un plano contiguo al plano preferido 53 de tierra, es decir, por encima o por debajo del plano 53 de tierra. Esta configuración de las líneas 52aa - 52cb de alimentación implica que los elementos horizontales 51aa - 51cb de las figuras 5A - 5B no están directamente conectados a las líneas 52aa - 52cb de alimentación, sino conectados a través de los elementos verticales 54aa - 54cb. Por tanto, los elementos horizontales 51aa - 51cb pueden ser considerados como indirectamente conectados a las líneas 52aa - 52cb de alimentación. Por otra parte, se puede considerar a los elementos verticales 54aa - 54cb como extensiones de las líneas 52aa - 52cb de alimentación, es decir, como formando parte de las líneas 52aa - 52cb de alimentación.

A partir de lo anterior, se puede concluir que los elementos radiantes sustancialmente horizontales 51aa - 51cb de la red 50 de antenas de las figuras 5A - 5B, son similares a los elementos radiantes horizontales 31aa - 31cb de la red

30 de antenas de radiación transversal de las figuras 3A - 3B. Se deduce que los elementos radiantes 51aa - 51cb se pueden utilizar de la misma manera, o al menos de una manera similar, que los elementos radiantes 31aa - 31cb de la red 30 de antenas de radiación transversal.

5 También se puede concluir a partir de lo anterior, que los elementos sustancialmente verticales 54aa - 54cb de la red 50 de antenas de las figuras 5A - 5B se asemejan a los elementos radiantes verticales 41a - 41f de la antena 40 de radiación longitudinal de las figuras 4A - 4B. Esta semejanza no es accidental. En realidad, los elementos verticales 54aa - 54cb de la red 50 de antenas se puede utilizar de la misma manera, o al menos de una manera similar, que los elementos radiantes 41aa - 41cb de la red 40 de antenas de radiación longitudinal, como se describirá con más detalle a continuación.

10 Sin embargo, antes de continuar, debe enfatizarse que la invención no está en modo alguno limitada a una sola fila de tres dipolos colineales 50a - 50c, como los ilustrados en las figuras 5A - 5B. Por el contrario, una red de antenas de acuerdo con la presente invención puede comprender cualquier número entre dos elementos de antena hasta una pluralidad de elementos de antena organizados en una o varias filas. Además, los elementos de antena no deben ser necesariamente dipolos y los elementos de antena no deben estar necesariamente organizados en una línea o en una fila. Por el contrario, los elementos de antena, o al menos un subconjunto de los elementos de antena, puede estar organizado en diferentes alturas y de acuerdo con otros diseños distintos a las filas, por ejemplo, separándose ligeramente de una fila, de manera que formen un diseño en zigzag o similar, o dispuesto en grupos de varios elementos de antena donde los grupos (pero no necesariamente los elementos individuales de antena de un grupo) están organizados sustancialmente en una fila o similar. Debe enfatizarse que la descripción de los elementos radiantes horizontales 51aa - 51cb y de los elementos verticales 54aa - 54cb no debe entenderse como limitada a la transmisión de radiación electromagnética. Por el contrario, la descripción es igualmente válida para la recepción de radiación electromagnética.

Exploración del lóbulo principal

25 Como se ha explicado anteriormente con respecto a un solo dipolo 10 en las figuras 1A - 1B, se considera usualmente que la corriente equilibrada o de modo diferencial $I_{diff} = (I_1 - I_2)/2$ es la corriente que excita el dipolo, y la potencia transportada por I_{diff} se supone que se convierte en potencia electromagnética radiada.

30 De acuerdo con ello, el modo diferencial para los tres elementos 30a, 30b, 30c de antena dipolo de la red 30 de antenas (como se ha descrito con referencia a las figuras 3A - 3B) ha sido ilustrado por una primera corriente I_+ alimentada a una primera línea 32aa, 32ba, 32ca de alimentación de los dipolos 30a, 30b, 30c, y una segunda corriente I_- alimentada en una segunda línea 32ba, 32bb, 32cb de alimentación de los dipolos 30a, 30b, 30c. Las corrientes I_+ , I_- tienen sufijos opuestos para indicar que están desfasadas en 180°, es decir, que los dipolos 30a, 30b, 30c funcionan de acuerdo con un modo diferencial de una manera muy conocida.

35 Como se ha establecido anteriormente, los tres dipolos 30a, 30b, 30c de la red 30 de antenas de las figuras 3A - 3B, son similares a los tres dipolos 50a, 50b, 50c de la red 50 de antenas de las figuras 5A - 5B. Los dipolos 50a - 50c de la red 50 de antenas pueden ser excitados por tanto en un modo equilibrado o diferencial de la misma manera, o al menos de una manera similar, que los dipolos 30a - 30c, o para esa cuestión de la misma manera, o al menos de una manera similar, que el dipolo 10 de las figuras 1A - 1D.

Por tanto, los dipolos 50a - 50c pueden ser excitados alimentando a los dipolos 50a, 50b, 50c con:

- una corriente I_+ a la primera línea 52aa de alimentación y una corriente I_- a la segunda línea 52ab de alimentación;
- 40 - una corriente I_+ a la primera línea 52ba de alimentación y una corriente I_- a la segunda línea 52bb de alimentación;
- una corriente I_+ a la primera línea 52ca de alimentación y una corriente I_- a la segunda línea 52cb de alimentación.

45 La dirección de la radiación máxima (el lóbulo principal) de los dipolos 50a - 50c en un modo equilibrado o diferencial, es sustancialmente perpendicular al eje DP3 a lo largo del cual se extienden los elementos radiantes 51aa - 51cb. Por ello, el lóbulo principal es por tanto también sustancialmente perpendicular al plano 53 de tierra, como se ha explicado anteriormente. El lóbulo principal ha sido indicado en la figura 5B con una flecha 55 que se extiende verticalmente y sustancialmente perpendicular hacia arriba desde el plano 53 de tierra. Como puede verse, el lóbulo principal 55, que se origina en los dipolos 50a - 50c de la red 50 de antenas de las figuras 5A - 5B, es esencialmente el mismo que el lóbulo principal 35 que se origina en los dipolos 30a - 30c en la red 30 de antenas de radiación transversal de las figuras 3A - 3B.

50 Como se ha explicado anteriormente con respecto a la red 30 de antenas, el lóbulo principal 55 de la antena 50 puede ser explorado prefijando un incremento de fase ψ entre los elementos 50a - 50c de la antena 50. Sin embargo, si el incremento de fase ψ aumenta de manera que la dirección Φ del lóbulo principal se aproxima a la dirección en la cual se extienden los elementos radiantes horizontales 51aa - 51cb de las figuras 5A - 5B, la impedancia de los elementos 50a - 50c de antena cambia de tal manera que se deteriora la adaptación. Los elementos radiantes 51aa - 51cb de los dipolos 50a - 50c de la red 50 de antenas, mostrarán por tanto una capacidad reducida de transmitir la radiación electromagnética en la dirección horizontal, es decir, a lo largo de la

línea DP3 o, en otras palabras, sustancialmente perpendicular a la normal del plano 53 de tierra de las figuras 5A - 5B. Consecuentemente, puede no haber sustancialmente radicación desde los dipolos 50a - 50c de la red 50 de antenas a lo largo del eje DP3 que se extiende a lo largo de los elementos radiantes 51aa - 51cb y sustancialmente en paralelo con el plano horizontal 53 de tierra de la figura 5B.

5 Como contraste, la antena 40 de radiación longitudinal descrita anteriormente con referencia a las figuras 4A - 4B, tiene su(s) lóbulo(s) principal(es) 45, 45' extendiéndose a lo largo de la línea L1 y a lo largo del plano horizontal 43 de tierra de las figuras 4A - 4B. Sin embargo, la red 40 de antenas de radiación longitudinal tiene una capacidad reducida para transmitir la radiación electromagnética en direcciones que se aproximan a la dirección vertical, en la cual se extienden los elementos radiantes 41a - 41f en la figura 4B, es decir, en una dirección sustancialmente perpendicular al plano 43 de tierra.

10 Por tanto, sería ventajoso que la capacidad de la red 30 de antenas para transmitir radiación electromagnética en un plano vertical, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 3A - 3B, pudiera ser combinada con la capacidad de la antena 40 de radiación longitudinal en un plano horizontal, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4A - 4B. Esto conllevaría una mejora considerable de la posibilidad de dirigir el lóbulo de la red de antenas; especialmente en direcciones que son inaccesibles en otro caso, es decir, en la dirección de los denominados puntos nulos.

15 Con este fin, en la red 50 de antenas se puede conseguir una función similar a la de los monopolos de la antena 40 de radiación longitudinal descrita anteriormente. En particular, esto puede conseguirse utilizando parejas agrupadas de elementos 54aa, 54ab; 54ba, 54bb; 54ca, 54cb, dispuestos horizontalmente a lo largo de la línea L2 y extendiéndose en una dirección sustancialmente vertical desde el plano 53 de tierra.

20 Por tanto, los elementos verticales 54aa - 54cb de los dipolos 50a - 50c de las figuras 5A - 5B, son excitados en un modo-suma (no ilustrado en las figuras 5a - 5b) suministrando a los dipolos 50a, 50b, 50c:

- una corriente I_+ a la primera línea 52aa de alimentación y una corriente I_+ a la segunda línea 52ab de alimentación;
- una corriente I_+ a la primera línea 52ba de alimentación y una corriente I_+ a la segunda línea 52bb de alimentación;
- 25 - una corriente I_+ a la primera línea 52ca de alimentación y una corriente I_+ a la segunda línea 52cb de alimentación.

30 En el modo-suma, la radiación desde parejas opuestas de elementos horizontales 51aa, 51ab; 51ba, 51bb; 51ca, 51cb se cancelarán sustancialmente entre sí, mientras que cada pareja de elementos verticales dispuestos contiguamente 54aa, 54ab; 54ba, 54bb; 54ca, 54cb funcionará esencialmente como un solo monopolo de cuarto de onda, es decir, los elementos 51aa, 51ab funcionarán como un primer monopolo, los elementos 51ba, 51bb funcionarán como un segundo monopolo y los elementos 51ca, 51cb funcionarán como un tercer monopolo en el modo-suma. Naturalmente, esto presupone que los elementos verticales 54aa, 54ab; 54ba, 54bb; 54ca, 54cb de una pareja están dispuestos suficientemente cerca para ser capaces de cooperar como un solo monopolo o similar, y para permitir que los elementos horizontales 51aa, 51ab; 51ba, 51bb; 51ca, 51cb de la pareja cooperen como un dipolo o similar.

35 Además, la radiación desde los elementos verticales 54aa, 54ab; 54ba, 54bb; 54ca, 54cb se cancelan esencialmente entre sí cuando los dipolos 50a - 50c están excitados en modo diferencial, ya que las corrientes en los elementos de una pareja tienen direcciones opuestas en el modo diferencial.

40 A partir de lo anterior, se deduce que una excitación de los elementos verticales 52aa - 52cb de los elementos 50a - 50c de antena en el modo-suma, permite apuntar el lóbulo principal 55 de la red 50 de antenas en una dirección Φ que se aproxima o incluso coincide con la dirección horizontal en la cual se extienden los elementos radiantes 51aa - 51cb de los dipolos 50a - 50c, es decir, sustancialmente como en la antena 40 de radiación longitudinal descrita anteriormente con referencia a las figuras 3A - 3B. Esto está ilustrado en la figura 5B con dos flechas opuestas 55' y 55'' que representan las posibles direcciones longitudinales del lóbulo 55 de la red 50 de antenas.

45 En otras palabras, los elementos sustancialmente horizontales 51aa - 51cb de la red 50 de antenas pueden ser alimentados en modo diferencial y utilizados para radiar la radiación electromagnética de una manera similar a la red de antenas de dipolos de radiación transversal (por ejemplo, la red 30 de antenas de radiación transversal de las figuras 3A - 3B), mientras que los elementos sustancialmente verticales 54aa - 54cb de la red 50 de antenas pueden ser alimentados en modo-suma y utilizados para radiar la radiación electromagnética de una manera similar a la antena de radiación longitudinal (por ejemplo, la red 40 de antenas de radiación longitudinal de las figuras 4A - 4B).

50 El punto de conmutación óptima entre el modo diferencial y el modo-suma dependen, entre otras cosas, del diseño del plano E cortado para un solo elemento polarizado de antena.

55 La conmutación puede ser sustancialmente continua, por ejemplo, con una disminución continua de la diferencia de fase de 180° entre las dos corrientes I_+ , I_- alimentadas en los dipolos 50a - 50c de un modo diferencial, para aproximarse y/o apuntar a la diferencia de fase de 0° entre las corrientes I_+ , I_+ alimentadas a los dipolos 50a - 50c en un modo-suma y volver de nuevo atrás.

La conmutación puede ser también una conmutación más o menos de dos vías, por ejemplo, una conmutación que simplemente bascula o conmuta entre la diferencia de fase de 180° entre las corrientes I_+ , I_- alimentadas en los dipolos 50a - 50c en un modo diferencial, y la diferencia de fase de 0° entre las corrientes I_+ , I_- alimentadas en los dipolos 50a - 50c en un modo-suma.

5 En particular, una conmutación sustancialmente continua o sin saltos entre un diferencial alimentado (I_+ , I_-) y una suma alimentada (I_+ , I_-) permite a la red 50 de antenas transmitir la radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende sustancialmente perpendicular desde el plano 53 de tierra, en un plano que está definido por el eje DP3 y la línea L2, es decir, en la dirección de la flecha 55 de las figuras 5A - 5B.

10 El punto de máxima conmutación entre el modo diferencial y el modo-suma, o la combinación óptima de un modo diferencial y un modo-suma, es decir, la diferencia de fase óptima entre las dos corrientes alimentadas a un dipolo 50a - 50c, puede determinarse por ejemplo empíricamente midiendo el diagrama de la antena, como es bien sabido en la técnica. Una medición puede conseguirse, por ejemplo, excitando los dipolos 50a - 50c como se ha descrito anteriormente, y prefijando una diferencia de fase ϕ entre las dos corrientes de alimentación que varían por pasos en una pluralidad de pequeños pasos desde 0° a 180° (es decir, alterando la excitación desde un modo-suma 0° a un modo diferencial de 180° en varios pasos pequeños) y midiendo continuamente la radiación electromagnética transmitida en diferentes direcciones por la red 50 de antenas.

Naturalmente, la capacidad de radiación (transmisión) como se ha descrito ahora es igualmente válida para la recepción, es decir, una conmutación adecuada entre una recepción diferencial (I_+ , I_-) y una recepción suma (I_+ , I_-) permite a la red 50 de antenas recibir la radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende sustancialmente perpendicular desde el plano 53 de tierra en el plano que está definido por el eje DP3 y la línea L2, es decir, en la dirección de la flecha 55 de las figuras 5A - 5B. El punto de conmutación óptima entre el modo diferencial y el modo-suma, o incluso la combinación óptima de un modo diferencial y un modo-suma, puede ser medido por tanto alternativamente transmitiendo la radiación electromagnética hacia la red 50 de antenas, desde una dirección a otra y midiendo continuamente la fase y la magnitud de las dos corrientes recibidas desde cada dipolo 50a - 50c de una manera muy conocida.

Para conseguir una conmutación adecuada entre un modo diferencial (I_+ , I_-) y un modo suma (I_+ , I_-), es preferible que los dipolos 50a - 50c de la red 50 de antenas estén conectados a un dispositivo que alimenta los elementos 50a - 50c de la antena de dipolos con una $I_{diff} = (I_1 - I_2)/2$ y una $I_{sum} = (I_1 + I_2)/2$, en una proporción que refuerza o maximiza la conversión de potencia hacia y desde los elementos 50a - 50c de antena de dipolos de la red 50 de antenas. Se describirá ahora el modo de realización preferido de tales dispositivos de alimentación, con referencia a las figuras 6A - 6C.

Las figuras 6A - 6B comprenden ilustraciones esquemáticas de la red 50 de antenas de las figuras 5A - 5B. Como puede verse, solamente están ilustrados el primer dipolo 50a y el tercer dipolo 50c. Se describirá ahora la conexión y alimentación de un solo elemento 50a de la antena de dipolos, con referencia a las figuras 6A - 6B. Debe enfatizarse que lo mismo es válido mutatis mutandis para los demás elementos 50b y 50c de dipolo de la red 50 de antenas, y otros elementos 50n de dipolo que puedan estar dispuestos en una red de antenas, de acuerdo con diversos modos de realización de la presente invención.

El dipolo 50a es el mismo que el ilustrado en las figuras 5A - 5B. Consecuentemente, el dipolo 50a de las figuras 6A - 6C tiene elementos horizontales 51aa, 51ab, elementos verticales 54aa, 54ab y líneas de alimentación 52aa, 52ab, de la misma manera que se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 5A - 5B.

Como puede verse en la figura 6A, una configuración 600a de alimentación comprende un dispositivo 60a de alimentación y un conmutador 64a de dos vías. El dispositivo 60a de alimentación está conectado a las líneas 52aa, 52ab de alimentación del elemento 52a de la antena de dipolos, de manera que transmite y recibe: una primera corriente I_1 hacia y desde la primera línea 52aa de alimentación, y una segunda corriente I_2 hacia y desde la segunda línea 52ab de alimentación. Dicho dispositivo 60a de alimentación está provisto de un primer terminal SUM y un segundo terminal DIFF, estando dispuestos estos terminales para conectarse alternativamente a una tercera línea 62a de alimentación a través del conmutador 64a de dos vías. La tercera línea 62a de alimentación de la configuración 600a de alimentación está conectada a su vez a un cambiador 66a de fase o similar, para sumar un posible incremento de fase ψ al elemento 50a de antena, lo cual permite una exploración convencional del lóbulo de antena de una manera muy conocida, como se ha descrito con brevedad anteriormente.

El dispositivo 60a de alimentación de la configuración 600a de alimentación se implementa preferiblemente por medio de un balún o similar. Un balún es un dispositivo que está particularmente diseñado para convertir señales entre un modo equilibrado (diferencial) y un modo no equilibrado (modo-suma), como es bien conocido en la técnica. El balún 60a se implementa típicamente por medio de un pequeño transformador de aislamiento, con el cable de tierra o la tierra del chasis flotante o sin conectar en el lado equilibrado, de una manera bien conocida. El balún 60a puede ser implementado también por medio, por ejemplo, de la denominada T-mágica o Unión-T, que es un componente común bien conocido en la técnica. Sin embargo, la invención no está limitada a disponer un de balún 60a implementado por medio de un transformador de aislamiento, una T-mágica o una Unión-T. Por el contrario, el

balún puede ser implementado por medio de cualquier otro dispositivo adecuado con la misma función o similar que dicho transformador, T-mágica o Unión-T.

La función del dispositivo 60a de alimentación del balún de la figura 6A es tal que una corriente suministrada al primer terminal SUM del dispositivo 60a es sustancialmente dividida por igual en dos corrientes $I_1 = I_{sum\angle 0^\circ}/2$ y $I_2 = I_{sum\angle 0^\circ}/2$, estando suministradas estas corrientes desde el dispositivo 60a al elemento 50a de antena, con una diferencia de fase de 0° , es decir, las dos corrientes I_1 e I_2 están en fase, y el elemento 50a de antena está por tanto excitado en modo-suma, compárese con las corrientes I_+ , I_+ estudiadas anteriormente. De manera similar, una corriente suministrada al segundo terminal DIFF del dispositivo 60a es dividida por igual en dos corrientes $I_1 = I_{diff\angle 180^\circ}/2$ y $I_2 = I_{diff\angle 0^\circ}/2$. Sin embargo, estas dos corrientes se suministran desde el dispositivo 60a al elemento 50a de antena con una diferencia de fase de 180° , es decir, las dos corrientes I_1 e I_2 están ahora desfasadas, y el elemento 50a de antena está por tanto excitado en modo diferencial, compárese con las corrientes I_+ , I_- estudiadas anteriormente.

Se deduce que el elemento 50a de antena puede transmitir la radiación electromagnética en un modo-suma (no equilibrado o modo longitudinal) o en modo diferencial (equilibrado o modo transversal) como se requiera conmutando el conmutador 64aa de dos vías, dependiendo de la dirección Φ en la cual se pretende que radie el lóbulo 55 de antena de la red 50 de antenas.

Las expresiones siguientes pueden clarificar la función de un dispositivo (60a, 60b, 60c, ... 60n) de alimentación.

Si la señal de entrada al terminal DIFF es cero y la señal de entrada al terminal SUM es $I_{SUM} = I_0 e^{i(\psi_n)}$, donde ψ_n representa el incremento de fase del elemento de antena en cuestión, por tanto:

$$I_n^1 = I_0' e^{i(\psi_n)} \quad [1]$$

$$I_n^2 = I_0' e^{i(\psi_n)} \quad [2]$$

donde I_0' es la corriente I_0 ajustada para posibles pérdidas, etc., en el dispositivo (60a, 60b, 60c, ... 60n) de alimentación en cuestión, y donde I_n^1 es la corriente I_1 para el elemento de antena en cuestión, y donde I_n^2 es la corriente I_2 para el elemento de antena en cuestión.

Si la señal de entrada en el terminal SUM es cero y la señal de entrada en el terminal DIFF es $I_{DIFF} = I_0 e^{i(\psi_n)}$, donde ψ_n representa el incremento de fase del elemento de antena en cuestión, entonces:

$$I_n^1 = I_0' e^{i(\psi_n + \pi/2)} \quad [3]$$

$$I_n^2 = I_0' e^{i(\psi_n - \pi/2)} \quad [4]$$

donde I_0' es la corriente I_0 ajustada para posibles pérdidas, etc., en el dispositivo (60a, 60b, 60c, ... 60n) de alimentación en cuestión, y donde I_n^1 es la corriente I_1 para el elemento de antena en cuestión, y donde I_n^2 es la corriente I_2 para el elemento de antena en cuestión.

Naturalmente, la capacidad de radiación (transmisión) como se ha descrito ahora es igualmente válida para la recepción, es decir, el elemento 50a de antena puede recibir la radiación electromagnética en un modo-suma (no equilibrado o modo longitudinal) o en modo diferencial (equilibrado o modo transversal) como se requiera, dependiendo de la dirección Φ en la cual se pretende que radie el lóbulo 55 de antena de la red 50 de antenas.

Sin embargo, no se requiere necesariamente un dispositivo 60a de alimentación o similar del balún, como se ha descrito anteriormente, en ciertos modos de realización de la configuración de alimentación, de acuerdo con la presente invención. Esto está ilustrado en la figura 6B, donde el dispositivo 60a de alimentación del balún ha sido omitido. En su lugar, la línea 52ab de alimentación del dipolo 50a ha sido conectada a un divisor/combinador 67a de potencia, es decir, no a un balún 60a o similar en la configuración 600a de alimentación de la figura 6A. De forma similar, la línea 52aa de alimentación del dipolo 50a no está conectada a un balún 60a o similar, como en la configuración 600a de alimentación, sino a un cambiador 65a de fase, que a su vez está conectado a dicho divisor/combinador 67a de potencia. El divisor/combinador 67a puede ser implementado, por ejemplo, por medio de guías de onda o similar, como es bien sabido en la técnica.

Si la señal de entrada al divisor/combinador 67a de potencia de la figura 6B es $I_{div/comb} = I_0 e^{i(\psi_n)}$, donde ψ_n representa el incremento de fase del elemento de antena en cuestión, entonces:

$$I_n^1 = I_0' e^{i(\psi_n + \varphi)} = I_0' e^{i(\psi_n + \varphi/2)} \cdot e^{i(\varphi/2)} \quad [5]$$

$$I_n^2 = I_0' e^{i(\psi_n)} = I_0' e^{i(\psi_n + \varphi/2)} \cdot e^{-i(\varphi/2)} \quad [6]$$

donde I_0 es la corriente I_0 ajustada para posibles pérdidas, etc., en el divisor/combinador 67a, y donde ϕ representa el desplazamiento de fase añadido por el cambiador 65a de fase, y donde I_n es la corriente I_1 para el elemento de antena en cuestión, y donde I_n' es la corriente I_2 para el elemento de antena en cuestión.

5 Es claro, a partir de las ecuaciones 5 y 6, que el cambiador 65a de fase de la configuración 620a de alimentación de la figura 6B permite una alteración sustancialmente continua de la fase entre las dos corrientes I_1 , I_2 , por ejemplo, una alteración sustancialmente continua desde una diferencia de fase de 0° a una diferencia de fase de 180° entre las dos corrientes I_1 , I_2 . Esto facilita una combinación del modo-suma y el modo diferencial, es decir, una combinación del modo no equilibrado y el modo equilibrado. En otras palabras, el cambiador 65a de fase facilita una utilización simultánea de los elementos horizontales 51aa, 51ab y de los elementos verticales 52aa, 52ab, en 10 diversas cantidades para transmitir y/o recibir, es decir, los elementos horizontales 51aa, 51ab pueden transmitir en una cierta cantidad al mismo tiempo que los elementos verticales 52aa, 52ab pueden transmitir una cierta cantidad, lo cual es válido también para la recepción.

La invención ha sido descrita ahora por medio de ejemplos de modos de realización. Sin embargo, debe enfatizarse que la invención no está limitada en modo alguno a los modos de realización ahora descritos. Por el contrario, la 15 invención pretende comprender todos los modos de realización cubiertos por el alcance de las reivindicaciones anexas. Por ejemplo, la invención no está limitada en modo alguno a una sola fila de tres dipolos colineales 50a - 50c, como se ilustra en las figuras 5A - 5B y 6A - 6B. Por el contrario, una red de antenas de acuerdo con la presente invención puede comprender cualquier número entre dos elementos de antena a una pluralidad de elementos de antena que estén dispuestos en una o varias filas. Además, los elementos de antena no deben estar 20 dispuestos necesariamente en una línea o en una fila. Por el contrario, los elementos de antena, o al menos un subconjunto de elementos de antena, pueden estar organizados de acuerdo con otros diseños distintos a las filas. Debe ser enfatizado también que la descripción de los elementos sustancialmente horizontales 51aa - 51cb y los elementos sustancialmente verticales 54aa - 54cb, es aplicable mutatis mutandis tanto para la transmisión como para la recepción.

25 Además, los elementos de antena no deben ser necesariamente un dipolo tradicional.

En un ejemplo, el elemento de antena puede ser, por ejemplo, una antena de bucle, como la ilustrada esquemáticamente en la figura 7A. La antena de bucle comprende un bucle que tiene una o varias vueltas y se extiende al menos a una primera distancia E1A, sustancialmente en paralelo con un plano de tierra (no ilustrado) y al menos a una segunda distancia E2A, sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

30 Otro ejemplo de la invención puede utilizar un elemento de antena de dipolo que tiene un elemento parásito o resonante que se extiende en paralelo a los elementos radiantes horizontales, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7B. El elemento de antena de dipolos de la figura 7B se extiende al menos a una primera distancia E1B, sustancialmente en paralelo con un plano de tierra (no ilustrado) y al menos a una segunda distancia E2B, sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra, mientras que el elemento parásito se extiende a una tercera 35 distancia E1B' sustancialmente en paralelo con dicho plano de tierra y al menos a una cuarta distancia E2B' sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

Además, el elemento de antena de un ejemplo puede ser un dipolo que tiene elementos radiantes inclinados, por ejemplo un elemento de antena con forma de V esquemáticamente ilustrado en la figura 7C. La antena de dipolo en forma de V de la figura 7C se extiende al menos a una primera distancia E1C, sustancialmente en paralelo con un 40 plano de tierra (no ilustrado) y al a menos una segunda distancia E2C, sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

Además, el elemento de antena de un ejemplo puede ser el denominado antena de oreja de conejo, por ejemplo, la antena de oreja de conejo esquemáticamente ilustrada en la figura 7D. La antena de oreja de conejo de la figura 7D se extiende al menos a una primera distancia E1D, sustancialmente en paralelo con un plano de tierra (no ilustrado) 45 y al menos a una segunda distancia E2D, sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

Más aún, algunos ejemplos pueden utilizar un elemento de antena en forma de antena de chapa, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7E. El ejemplo de antena de chapa de la figura 7E comprende una primera placa sustancialmente plana que forma un elemento de antena dispuesto de una manera muy conocida sobre un primer 50 sustrato que tiene una constante dieléctrica ϵ_1 , estando dispuesto a su vez el sustrato sobre un plano de tierra (no ilustrado). El elemento de antena de chapa se extiende al menos a una primera distancia E1E, por encima y sustancialmente en paralelo con dicho plano de tierra y está alimentado por dos líneas de alimentación sustancialmente paralelas que se extienden al menos a una segunda distancia E2E, sustancialmente perpendiculares a dicho plano de tierra. En analogía con el elemento parásito ilustrado en la figura 7B, la antena de chapa de la figura 7E puede tener también un elemento parásito dispuesto sobre un segundo sustrato que tiene 55 una segunda constante dieléctrica ϵ_2 . El elemento parásito puede ser, por ejemplo, una placa sustancialmente plana que se extiende a una tercera distancia E1E' sustancialmente en paralelo con dicho plano de tierra y al menos a una cuarta distancia E2E' sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

El elemento de antena de un ejemplo puede ser también un elemento de antena doblemente polarizado, por

ejemplo, como el elemento de antena doblemente polarizado ilustrado en la figura 7F, que comprende dos dipolos desplazados 90° entre sí, como es bien sabido con respecto a los elementos de antena doblemente polarizados. La antena de dipolo puede estar basada, por ejemplo, en un elemento de antena de dipolo tales como los dipolos 50a - 50c ilustrados en las figuras 5A - 5B. Por tanto, el elemento de antena doblemente polarizado de la figura 7F se extiende al menos a una primera distancia E1F por encima y sustancialmente en paralelo a un plano de tierra (no ilustrado) y después al menos a una segunda distancia E2F, sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

La figura 7G es una ilustración esquemática de otro ejemplo de doble polarización de un elemento de antena de dipolo, conocido como elemento de antena de cuatro cuadrados. El elemento de antena de cuatro cuadrados comprende dos dipolos, comprendiendo cada uno de ellos dos placas de forma sustancialmente cuadrada. Las cuatro placas están dispuestas en una formación cuadrada, de manera que los dipolos están desplazados 90° entre sí. Se dispone una sonda de alimentación en la esquina de cada cuadrado más cercana al centro de la formación cuadrada. Las placas están dispuestas al menos a una primera distancia por encima y sustancialmente paralelas a un plano de tierra (no ilustrado) y después al menos a una segunda distancia sustancialmente perpendicular a dicho plano de tierra.

La figura 7H es una ilustración esquemática de una red de antenas de elementos de chapa, con una configuración de alimentación en las esquinas. El elemento de chapa puede ser, por ejemplo, similar al elemento de chapa esquemáticamente ilustrado en la figura 7E. Los elementos de chapa de la figura 7H están dispuestos con un diseño de tablero de ajedrez, donde cada pareja de sondas de alimentación que transporta las corrientes I_1, I_2 se conecta a las esquinas estrechamente separadas de dos chapas vecinas. Este ejemplo puede estar provisto también de parejas de sondas adicionales que permiten la doble polarización.

Cualquiera de los elementos de antena estudiados anteriormente puede ser combinado con una o varias capas de dieléctrico, por encima y/o por debajo del elemento, de manera que modifique los diagramas de exploración de los modos SUM y DIFF.

Signos de referencia

10	Dipolo	41a	Elemento radiante
11a	Elemento radiante	41b	Elemento radiante
11b	Elemento radiante	41c	Elemento radiante
12a	Línea de alimentación	41d	Elemento radiante
12b	Línea de alimentación	41e	Elemento radiante
20	Monopolo	41f	Elemento radiante
21	Elemento radiante vertical	42a	Línea de alimentación
23	Plano de tierra horizontal	42b	Línea de alimentación
30	Red de antenas de radiación transversal	42c	Línea de alimentación
30a	Dipolo	42d	Línea de alimentación
30b	Dipolo	42e	Línea de alimentación
30c	Dipolo	42f	Línea de alimentación
31aa	Elemento radiante	43	Plano de tierra
31ab	Elemento radiante	45	Lóbulo principal de antena de radiación longitudinal
31ba	Elemento radiante	45'	Lóbulo principal de antena de radiación longitudinal
31bb	Elemento radiante	50	Red de antenas
31ca	Elemento radiante	50a	Dipolo
31cb	Elemento radiante	50b	Dipolo
32aa	Línea de alimentación	50c	Dipolo
32ab	Línea de alimentación	51aa	Elemento radiante horizontal
32ba	Línea de alimentación	51ab	Elemento radiante horizontal
32bb	Línea de alimentación	51ba	Elemento radiante horizontal
32ca	Línea de alimentación	51bb	Elemento radiante horizontal
32cb	Línea de alimentación	51ca	Elemento radiante horizontal
33	Substrato	51cb	Elemento radiante horizontal
35	Lóbulo principal de red de radiación transversal	52aa	Línea de alimentación
35'	Lóbulo principal de red de radiación transversal	52ab	Línea de alimentación
40	Red de antenas de radiación longitudinal	52ba	Línea de alimentación
40a	Monopolo	52bb	Línea de alimentación
40b	Monopolo	52ca	Línea de alimentación
40c	Monopolo	52cb	Línea de alimentación
40d	Monopolo	53	Plano de tierra
40e	Monopolo	54aa	Elemento radiante vertical
40f	Monopolo	54ab	Elemento radiante vertical
		54ba	Elemento radiante vertical

ES 2 373 909 T3

54bb	Elemento radiante vertical	E1	Extensión, Elemento radiante
54ca	Elemento radiante vertical	E2	Extensión, Elemento radiante
54cb	Elemento radiante vertical	DP1	Eje de dipolo horizontal
55	Lóbulo principal de red de radiación transversal	DP2	Eje de dipolo horizontal
55'	Lóbulo principal de red de radiación longitudinal	DP3	Eje de dipolo horizontal
55''	Lóbulo principal de red de radiación longitudinal	MP	Eje de monopolo vertical
56aa	Extremo superior de distribución	MPa	Eje de monopolo vertical
56ab	Extremo superior de distribución	MPb	Eje de monopolo vertical
56ba	Extremo superior de distribución	MPc	Eje de monopolo vertical
56bb	Extremo superior de distribución	MPd	Eje de monopolo vertical
56ca	Extremo superior de distribución	MPe	Eje de monopolo vertical
56cb	Extremo superior de distribución	MPf	Eje de monopolo vertical
57aa	Extremo inferior de alimentación	MPaa	Eje de "monopolo" vertical
57ab	Extremo inferior de alimentación	MPab	Eje de monopolo vertical
57ba	Extremo inferior de alimentación	MPba	Eje de monopolo vertical
57bb	Extremo inferior de alimentación	MPbb	Eje de monopolo vertical
57ca	Extremo inferior de alimentación	MPca	Eje de monopolo vertical
57cb	Extremo inferior de alimentación	MPcb	Eje de monopolo vertical
60a	Dispositivo de alimentación (Balún)	L1	Línea/fila de monopolos
60c	Dispositivo de alimentación (Balún)	L2	Línea/fila de monopolos
62a	Línea de alimentación		
62c	Línea de alimentación		
64a	Conmutador de dos vías		
64c	Conmutador de dos vías		
65a	Cambiador de fase (Cambio de modo)		
65c	Cambiador de fase (Cambio de modo)		
66a	Cambiador de fase (Exploración de lóbulo principal)		
66c	Cambiador de fase (Exploración de lóbulo principal)		
67a	Divisor/combinador de potencia		
67c	Divisor/combinador de potencia		
600a	Configuración de alimentación		
600c	Configuración de alimentación		
620a	Configuración de alimentación		
620c	Configuración de alimentación		

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de antenas que comprende una configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación y una red (50) de antenas, que comprende:

5 un plano (53) de tierra y una colección espacialmente extendida de al menos dos elementos (50a, 50b, 50c) de antena colinealmente dispuestos a lo largo de un eje (DP3) que es paralelo a dicho plano (53) de tierra y capaz de estar excitados y equilibrados al menos parcialmente y de estar excitados y no equilibrados al menos parcialmente; donde cada uno de dichos elementos de antena tiene:

10 - un primer elemento radiante (54aa, 54ca) y un primer puerto (52aa, 52ca) conectados entre sí, y un segundo elemento radiante (54ab, 54cb) y un segundo puerto (52ab, 52cb) conectados entre sí, y donde el primer y el segundo puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) están conectados a la configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación, donde los elementos radiantes (54aa, 54ab; 54ca, 54cb) están dispuestos en parejas a lo largo de una línea recta (L2) paralela a dicho eje (DP3) y contiguos y paralelos entre sí, para extenderse al menos en un cuarto de longitud de onda (E2) perpendicularmente desde dicho plano (53) de tierra, y

15 - una configuración radiante (51aa, 51ab; 51ca, 51cb) conectada a dicho primer y segundo elementos radiantes (54aa, 54ab; 54ca, 54cb) para extenderse a lo largo del eje (DP3) en direcciones opuestas, y al menos a un cuarto de longitud de onda (E1), respectivamente, por encima y paralelos a dicho plano (53) de tierra

caracterizado porque

20 la configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación está conectada al primer y segundo puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) de cada elemento (50a, 50c) de antena, y está dispuesta de manera que varía la diferencia de fase ϕ entre una primera señal (I_1) comunicada entre el primer puerto (52aa, 52ca) y la configuración (600a, 600c, 620a, 620c) de alimentación, y una segunda señal (I_2) comunicada entre el primer puerto (52ab, 52cb) y la configuración (600a, 600c, 620a, 620c) de alimentación para proporcionar una conmutación continua entre una alimentación no equilibrada (I_+ , I_-) correspondiente a una diferencia de fase $\phi = 180^\circ$, y una alimentación equilibrada (I_+ , I_-) correspondiente a una diferencia de fase $\phi = 0^\circ$ de los elementos (50a, 50b, 50c) de antena, permitiendo con ello que la antena (50) transmita o reciba radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende perpendicularmente desde dicho plano (53) de tierra, en un plano que está definido por el eje (DP3).

2. Un sistema de antenas, según la reivindicación 1, en el que:

30 dicha configuración radiante comprende un tercer elemento radiante (51aa, 51ba, 51ca) conectado a dicho primer elemento radiante (54aa, 54ba, 54ca), y un cuarto elemento radiante (51ab, 51bb, 51cb) conectado a dicho segundo elemento radiante (54ab, 54bb, 54cb).

3. Un sistema de antenas, según la reivindicación 1, en el que:

dicha configuración radiante comprende un elemento sustancialmente continuo conectado a dicho primer elemento radiante (54aa, 54ba, 54ca), y a dicho segundo elemento radiante (54ab, 54bb, 54cb).

35 4. Un sistema de antenas, según la reivindicación 2 - 3, en el que:

dicho tercer y cuarto elementos radiantes están elegidos entre un grupo de elementos que comprende: elementos (51aa, 51ab; 51ba, 51bb; 51ca, 51cb) sustancialmente en forma de hilo o en forma de cilindro, elementos en forma sustancialmente de bucle; y elementos de placa sustancialmente plana.

5. Un sistema de antenas, según la reivindicación 1,

40 caracterizado porque

la configuración (600a, 600c) de alimentación comprende un dispositivo (60a, 60c) dispuesto de manera que:

45 - una señal (I_0) comunicada con un primer terminal (SUM) del dispositivo (60a, 60c) se divide con una primera diferencia de fase ϕ_1 sustancialmente fija, entre dicha primera señal (I_1) y dicha segunda señal (I_2); y
 - una señal (I_0) comunicada con un segundo terminal (DIFF) del dispositivo (60a, 60c) se divide con una segunda diferencia de fase ϕ_2 sustancialmente fija, entre dicha primera señal (I_1) y dicha segunda señal (I_2).

6. Un sistema de antenas, según la reivindicación 5,

caracterizado porque

el primer terminal (SUM) del dispositivo y el segundo terminal (DIFF) del dispositivo están conectados a un

conmutador (64a, 64c), que en una primera posición permite que la señal (I_0) se comunique con el primer terminal (SUM) del dispositivo, y en una segunda posición, permite que la señal (I_0) se comunique con el segundo terminal (DIFF) del dispositivo.

7. Una red de antenas, según la reivindicación 1,

5 caracterizada porque

dicha configuración (620a, 620c) de alimentación comprende:

- una disposición (67a, 67c) de distribución conectada a dicho primer y segundo puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y a una línea (62a, 62c) de alimentación; y estando dispuesta de forma que combina las señales (I_1 , I_2) recibidas desde dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) en dicha línea (62a, 62c) de alimentación, y para dividir una señal (I_0) recibida desde dicha línea (62a, 62c) de alimentación, entre dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb), y
- al menos un cambiador (65a) de fase conectado entre al menos uno de dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y dicha disposición de distribución (67a), para variar la fase φ de una señal comunicada entre ese puerto (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y la disposición (67a, 67c) de distribución.

8. Un método para transmitir o recibir por medio de una red (50) de antenas, según la reivindicación 1, incluyendo dicho método los pasos de:

15 variar la diferencia de fase φ entre una primera señal (I_1) comunicada con el primer puerto (52aa, 52ca) y una segunda señal (I_2) comunicada con el segundo puerto (52ab, 52cb) del elemento (50a, 50c) de antena, para proporcionar una conmutación continua entre una alimentación no equilibrada (I_+ , I_-) correspondiente a una diferencia de fase $\varphi = 180^\circ$, y una alimentación equilibrada (I_+ , I_+) correspondiente a una diferencia de fase $\varphi = 0^\circ$ de los elementos (50a, 50b, 50c) de antena, permitiendo con ello que la antena (50) transmita o reciba radiación electromagnética sustancialmente en cualquier dirección Φ a lo largo de un semicírculo que se extiende perpendicularmente desde dicho plano (53) de tierra, en un plano que está definido por el eje (DP3).

9. Un método según la reivindicación 8, en el que:

25 la red (50) de antenas comprende una configuración de alimentación (600a, 600c; 620a, 620c) conectada al primer y segundo puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) de cada elemento (50a, 50c) de antena,

comprendiendo el método los pasos de

30 actuar sobre la configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación para variar la diferencia de fase φ entre: una primera señal (I_1) comunicada entre dicho primer puerto (52aa, 52ca) y dicha configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación; y una segunda señal (I_2) comunicada entre dicho segundo puerto (52ab, 52cb) y dicha configuración (600a, 600c; 620a, 620c) de alimentación.

10. Un método según la reivindicación 9, en el que:

la configuración (600a, 600c) de alimentación comprende un dispositivo (60a, 60c) de alimentación de balún, comprendiendo el método los pasos de

- dividir una señal (I_0) comunicada con un primer terminal (SUM) del dispositivo (60a, 60c) con una primera diferencia de fase φ_1 sustancialmente fija, entre dicha primera señal (I_1) y dicha segunda señal (I_2), y
- dividir una señal (I_0) comunicada con un segundo terminal (DIFF) del dispositivo (60a, 60c) con una segunda diferencia de fase φ_2 sustancialmente fija, entre dicha primera señal (I_1) y dicha segunda señal (I_2).

11. Un método según la reivindicación 9, en el que:

40 el primer terminal (SUM) del dispositivo y el segundo terminal (DIFF) del dispositivo están conectados a un conmutador (64a),

comprendiendo el método los pasos de

accionar el conmutador de manera que en una primera posición se comunique una señal I_0 con el primer terminal SUM del dispositivo, y de manera que en una segunda posición permite que se comunique la señal I_0 con el segundo terminal DIFF del dispositivo.

45 12. Un método según la reivindicación 9, en el que:

la diferencia de fase φ se consigue utilizando una configuración (620a, 620c) de alimentación, donde:

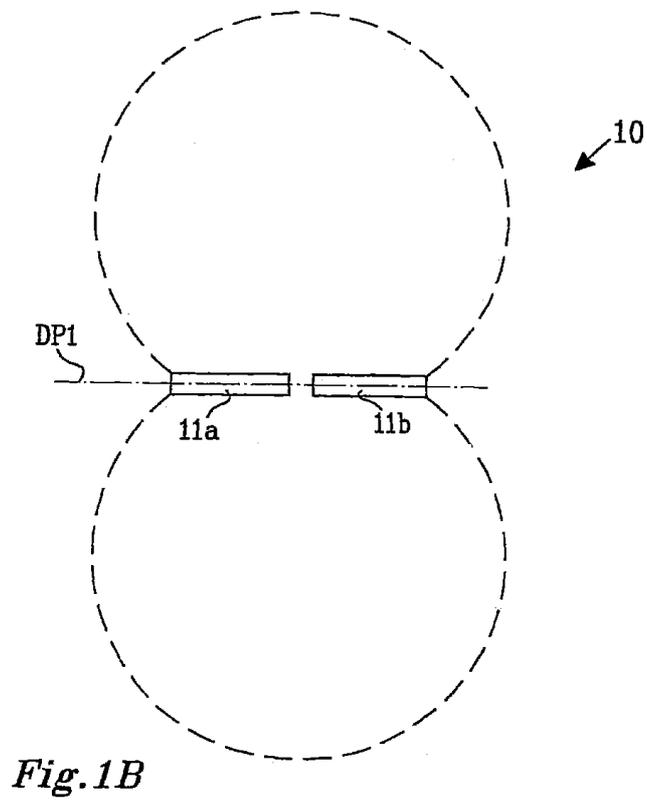
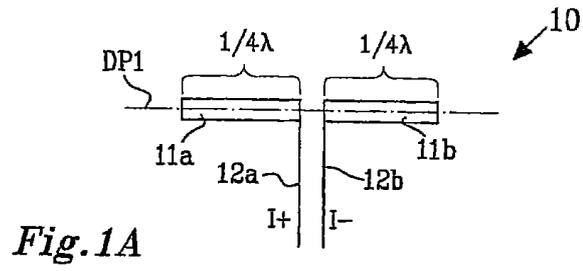
- una disposición (67a, 67c) de distribución está conectada a dicho primer y segundo puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y a una línea (62a, 62c) de alimentación; y estando dispuesta de forma que combina las señales (I_1 , I_2)

recibidas desde dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) en dicha línea (62a, 62c) de alimentación, y para dividir una señal (I_0) recibida desde dicha línea (62a, 62c) de alimentación, entre dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb), y

- 5
- hay conectado al menos un cambiador (65a) de fase entre al menos uno de dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y dicha disposición de distribución (67a), para variar la fase φ de una señal comunicada entre ese puerto (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y la disposición (67a, 67c) de distribución

comprendiendo el método los pasos de

- 10
- utilizar la configuración (620a, 620c) de alimentación para combinar las señales (I_1, I_2) recibidas desde dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) en dicha línea (62a, 62c) de alimentación, y para dividir una señal (I_0) recibida desde dicha línea (62a, 62c) de alimentación, entre dichos puertos (52aa, 52ab; 52ca, 52cb), y
 - utilizar el cambiador (65a) de fase para variar la fase φ de una señal comunicada entre ese puerto (52aa, 52ab; 52ca, 52cb) y la disposición (67a, 67c) de distribución.



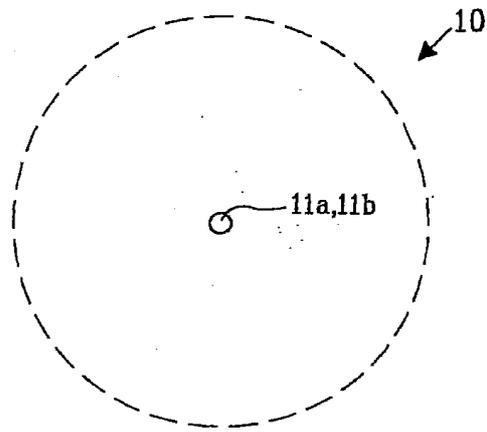


Fig. 1C

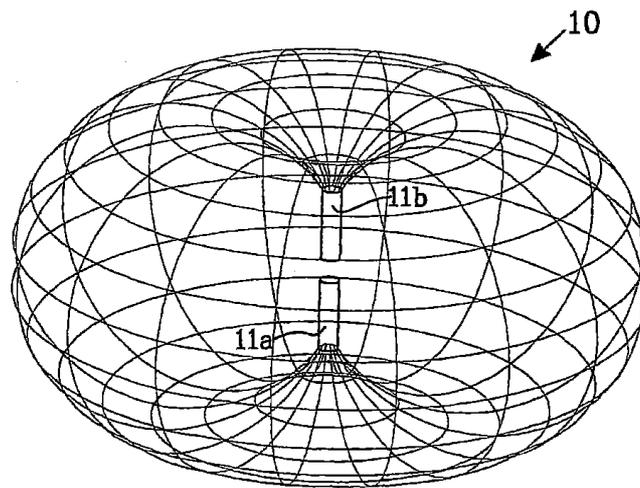


Fig. 1D

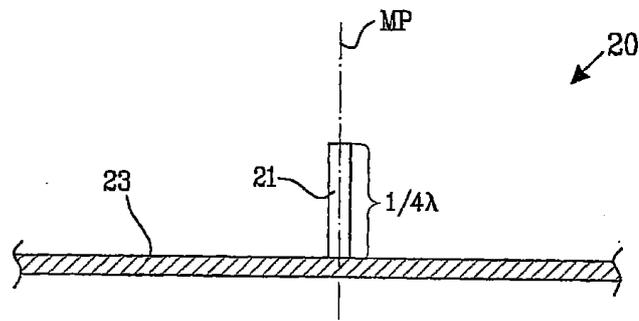


Fig. 2A

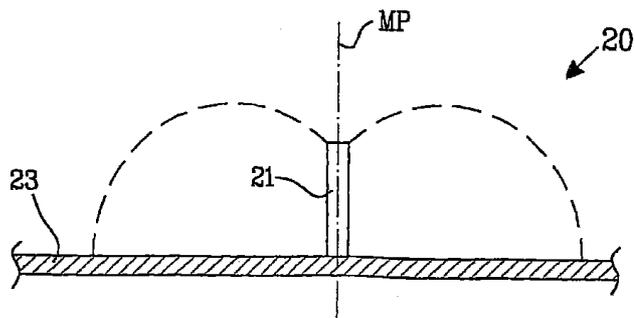


Fig. 2B

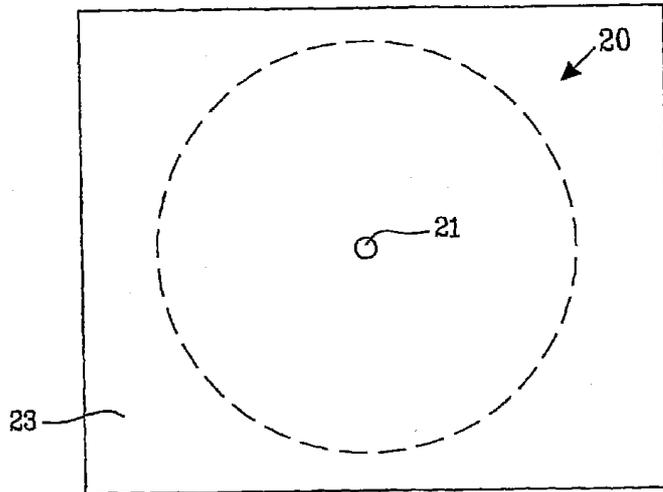


Fig. 2C

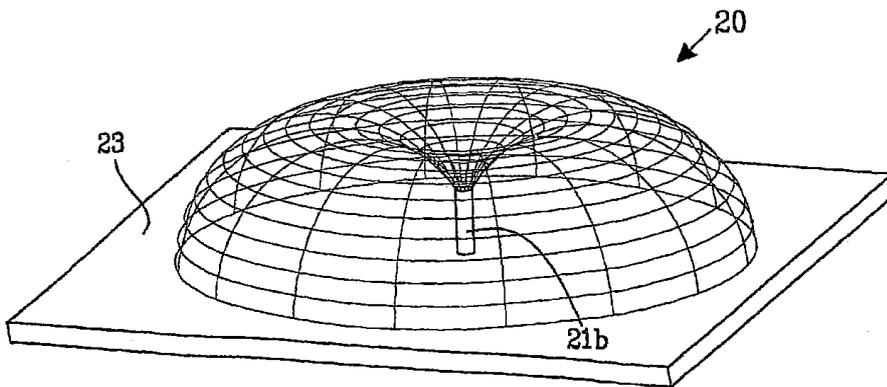


Fig. 2D

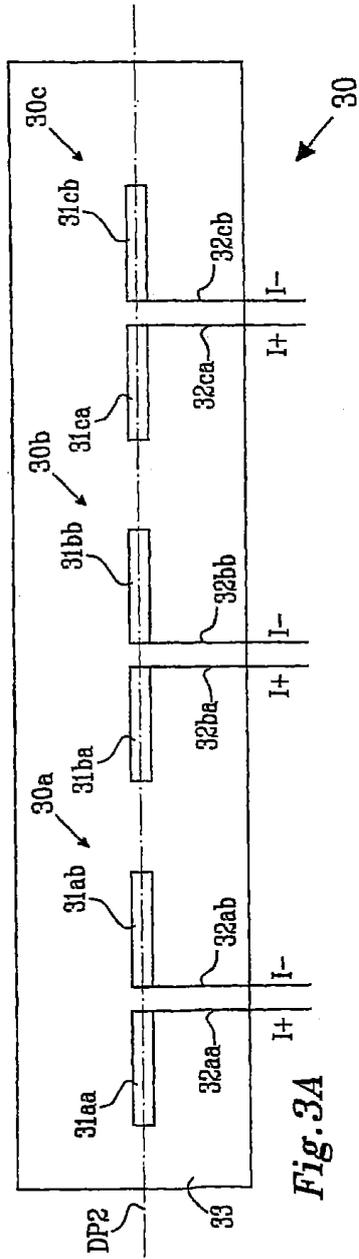


Fig. 3A

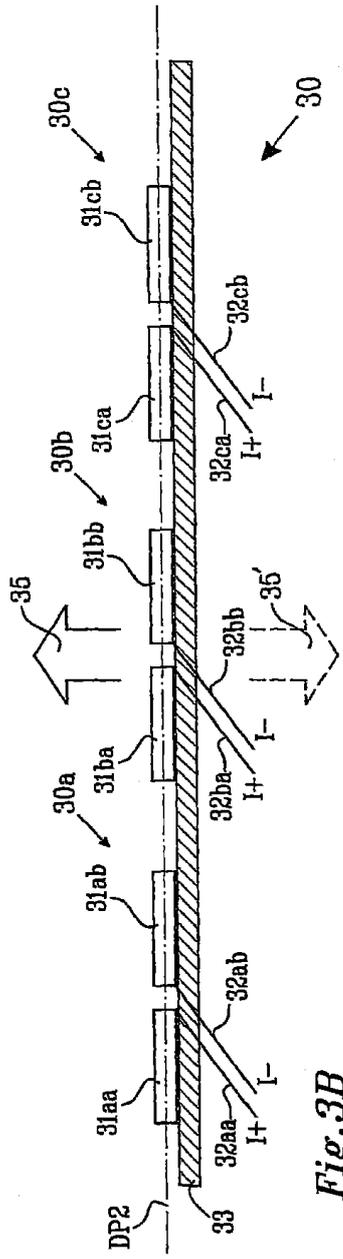
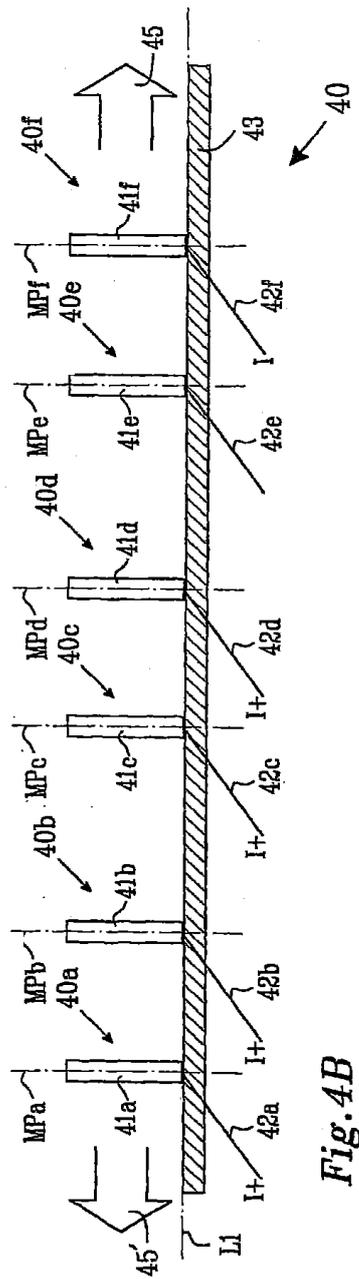
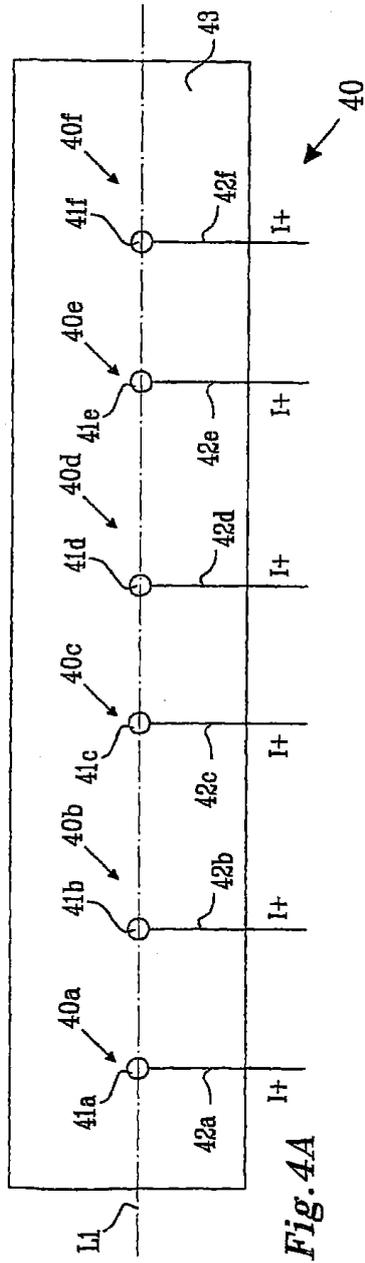


Fig. 3B



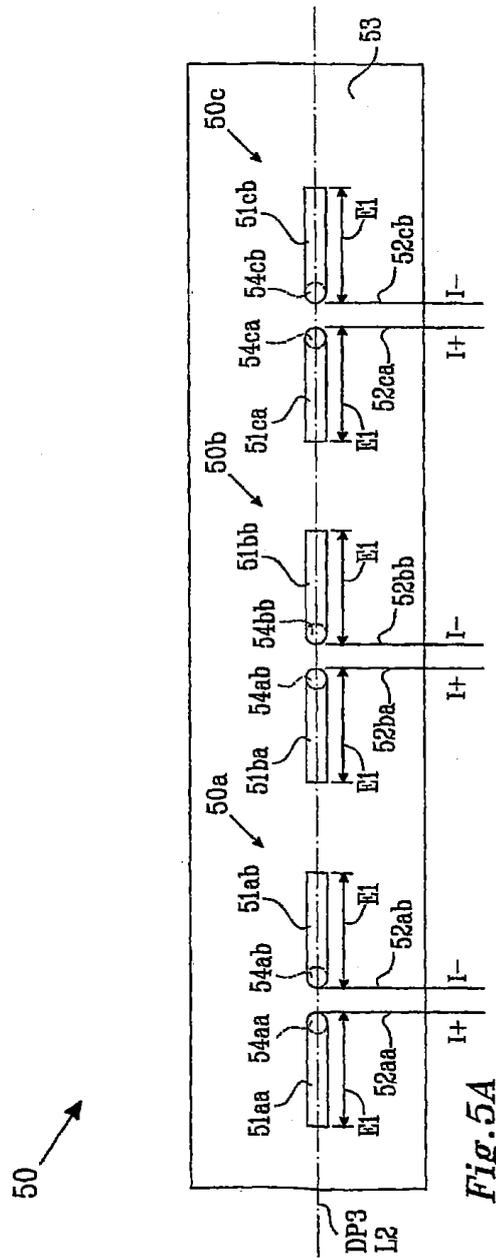


Fig. 5A

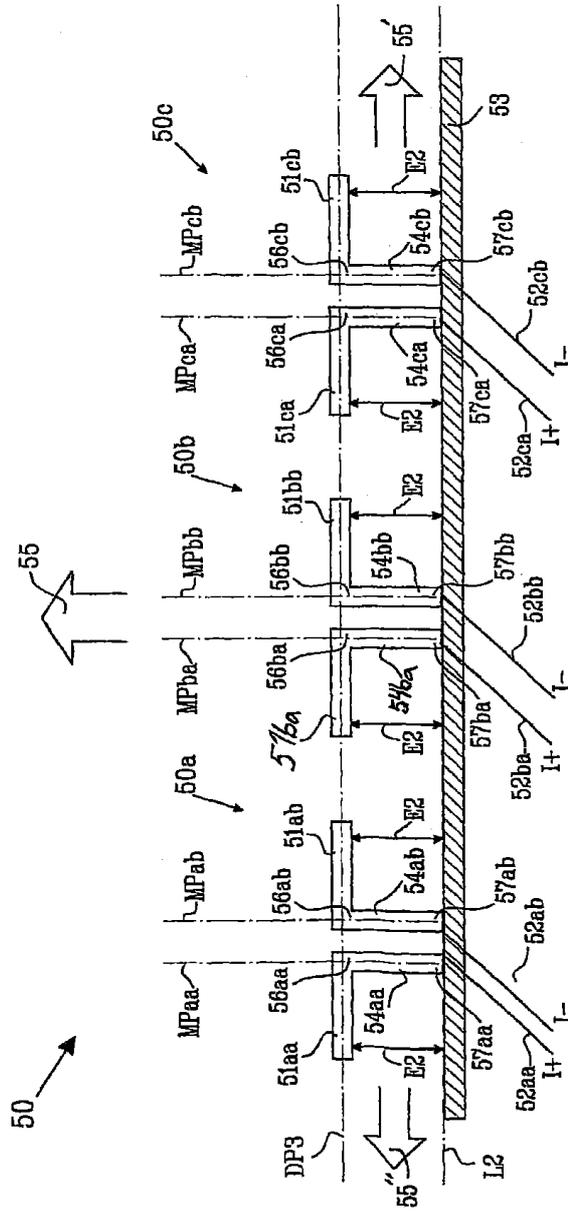


Fig.5B

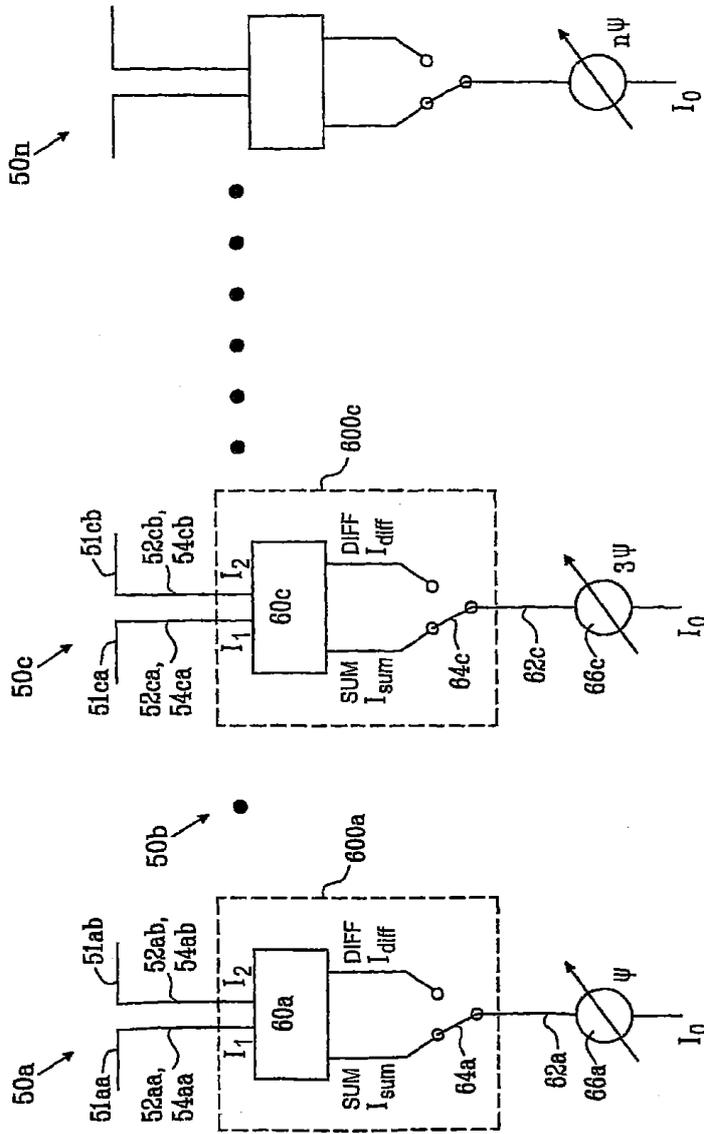


Fig. 6A

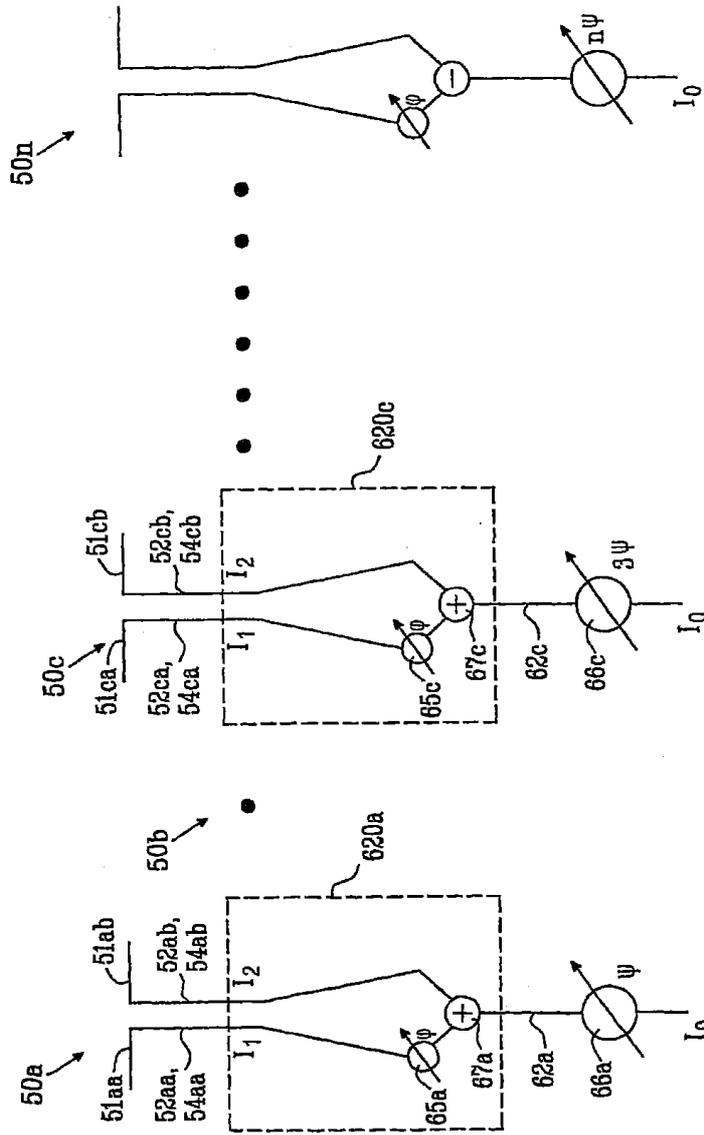


Fig. 6B

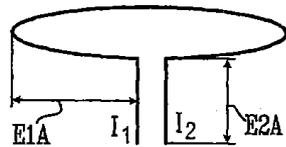


Fig. 7A

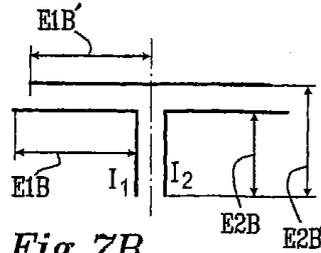


Fig. 7B

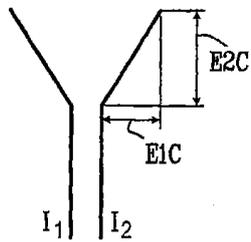


Fig. 7C

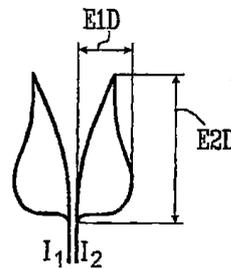


Fig. 7D

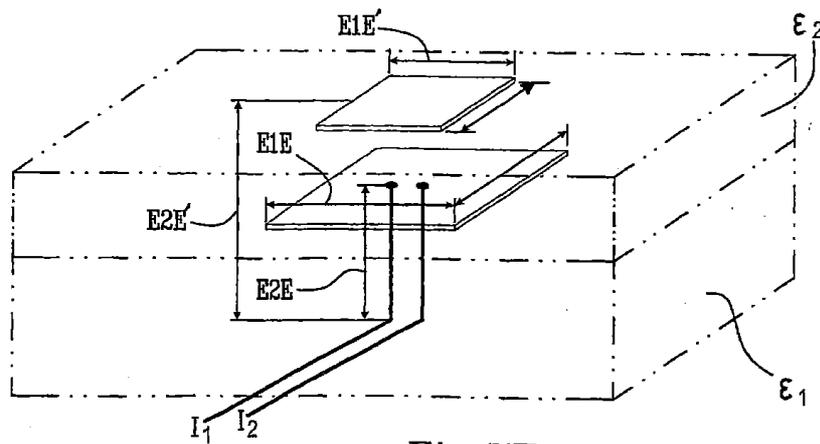


Fig. 7E

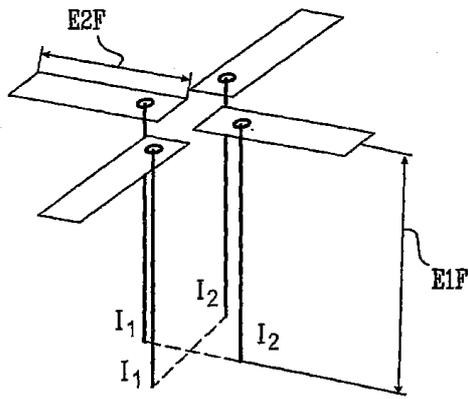


Fig. 7F

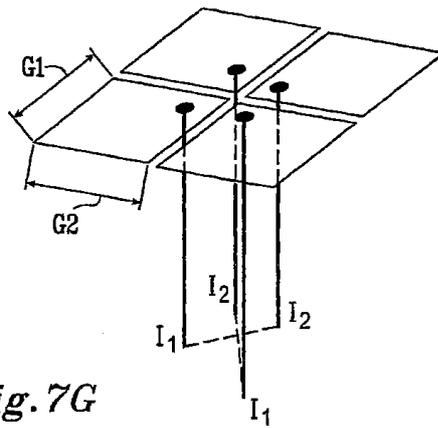


Fig. 7G

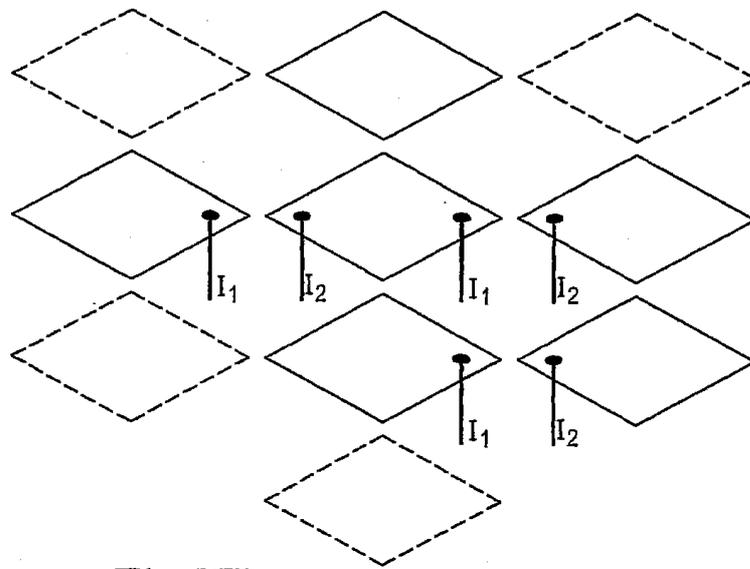


Fig. 7H