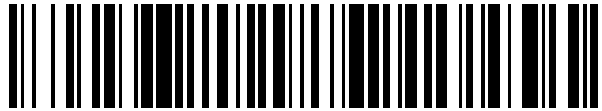


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 073**

51 Int. Cl.:

H04B 1/40	(2015.01)
H04B 1/38	(2015.01)
H04L 15/00	(2006.01)
H04B 1/18	(2006.01)
H04B 1/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2001 PCT/US2001/21219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2002 WO02039606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2001 E 01993396 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 1307972**

54 Título: **Acoplador para comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

06.07.2000 US 610728

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.07.2017

73 Titular/es:

**Satius Holding, Inc. (100.0%)
P.O. Box 162
Highland MD 20777, US**

72 Inventor/es:

ABRAHAM, CHARLES

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 622 073 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

Acoplador para comunicaciones inalámbricas

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere generalmente a un acoplador para las comunicaciones inalámbricas, como es conocido por ejemplo del documento US 5 467 098 que describe una antena de muesca de línea de transmisión.

10 Un problema bien conocido en las comunicaciones inalámbricas se refiere a los efectos de las reflexiones de una señal transmitida fuera de las paredes de los edificios, personas, etc. en la señal transmitida según se propaga a través del aire. Estas señales reflejadas provocan cortes que vienen y van en el ancho de banda donde la comunicación tiene lugar, degradando así las señales transmitidas. Cualquier degradación tal en las señales transmitidas en las comunicaciones inalámbricas es extremadamente costosa ya que limitarán el uso del ancho de banda que resultará en unas menores velocidades de comunicación y que en ciertas áreas los dispositivos de comunicación no funcionarán o funcionarán mal.

20 Gran parte del trabajo para encontrar soluciones a los problemas de pérdidas de señal debidos a las señales reflejadas se ha enfocado en las técnicas de procesamiento de señales digitales tales como el Espectro Ensanchado y CDMA. En las técnicas de Espectro Ensanchado, el ancho de banda de una señal transmitida se ensancha sobre un gran intervalo de ancho de banda para comunicar la misma información en varias frecuencias. De esta manera, los cortes en el ancho de banda de comunicaciones no detendrán la comunicación a cualquier parte, El inconveniente de esta tecnología es que la necesidad de usar un gran ancho de banda y la interferencia que se genera en el transmisor y en las reflexiones pueden resultar en una completa incapacidad para comunicarse.

25 La tecnología CDMA usa una frecuencia portadora única y es capaz de detectar las señales reflejadas en una secuencia de tiempo retrasada. En teoría, esto debería funcionar bien, pero en la realidad, se requiere un muestreo muy rápido así como la habilidad para detectar señales muy débiles. Esto implica un gran precio hoy en día para una comunicación efectiva. También, debido a la detección de comunicación en tiempo no real, esta tecnología se limita probablemente a una velocidad de transmisión de un par de MBps.

30 Además, independientemente de la utilidad de técnicas tales como la CDMA, las señales reflejadas aún provocarán cortes en la banda de comunicaciones de interés como resultado de la física básica que limita la antena como un dispositivo de adaptación para transmisores y receptores, El cambio de la impedancia característica en el aire de las paredes y otros objetos se refleja de vuelta al transmisor y al receptor, lo que provoca cortes en el ancho de banda de las comunicaciones. Las dos impedancias (aire y transmisor/receptor) necesitan ser adaptadas entre sí para evitar cortes en el ancho de banda de las comunicaciones.

40 Hay así una necesidad de un acoplador que sea capaz de adaptar la impedancia del aire con la impedancia de un transmisor y un receptor inalámbricos para eliminar los cortes en el ancho de banda de las comunicaciones.

45 El documento US 6,014,386 describe un panel de distribución de línea eléctrica que conecta una línea de señal de información y una línea eléctrica para distribuir señales de información seleccionables sobre la línea eléctrica para la ubicación de una toma de corriente eléctrica (comunicación de línea eléctrica). Los acopladores de núcleo dieléctrico los cuales están adaptados en impedancia con la línea eléctrica se conectan a las tomas eléctricas. Al menos una estación de comunicación se conecta a un acoplador de núcleo dieléctrico para recibir las señales de información seleccionables.

50 El documento 5,467,098 describe las antenas en configuración 'end fire' no resonantes que operan sobre la bandas de frecuencia de banda ancha, que se pueden incorporar en matrices y tener secciones transversales de baja RF. Estas antenas en configuración 'end fire' se construyen a partir de una línea de transmisión, normalmente una pieza de un cable coaxial que si no es autosuficiente, se monta encima o en un material estructural ligero con un extremo exterior con una vaina o una línea de tira con la forma de la mitad de una muesca.

COMPENDIO DE LA INVENCION

55 Dicho brevemente, la presente invención es un aparato de comunicación para transmitir y/o recibir señales eléctricas o electromagnéticas sobre el aire según las características de las reivindicaciones independientes.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

60 El compendio anterior, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, será entendido mejor cuando se lea en conjunción con los dibujos adjuntos. Con el propósito de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos las realizaciones que explican la invención, debería ser entendido, sin embargo, que la invención no se limita a las disposiciones e instrumentos exactos mostrados. En los dibujos, los mismos números se usan para indicar elementos similares. En los dibujos:

65 La Figura 1 es una ilustración gráfica de la impedancia característica de un acoplador de núcleo de aire;

La Figura 2 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una primera realización;

La Figura 3 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una segunda realización;

5 La Figura 4 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una tercera realización;

La Figura 5 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una cuarta realización;

10 La Figura 6 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una quinta realización;

La Figura 7 es una combinación esquemática y un diagrama de bloques de un transmisor/receptor inalámbrico de núcleo de aire según una sexta realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 La Solicitud de Patente U.S. Nº 09/344,258 ("la Solicitud '258") describe una nueva potencia lineal de cambio de fase, teléfono, par trenzado y acoplador de línea coaxial para tanto la transmisión como la recepción. El acoplador lineal de cambio de fase comprende un nuevo transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico que se puede usar para línea de teléfono, coaxial, LAN y comunicación de línea de alimentación a través de los transformadores de la línea de alimentación. El acoplador lineal de cambio de fase comprende además una red de condensadores de acoplamiento asociada con el fin de alcanzar una adaptación resistiva a aproximadamente el valor más bajo conocido de la impedancia característica de la línea y para maximizar la transmisión de señal estable sobre la línea. Esta resonancia crea de manera efectiva un filtro de paso de banda en la frecuencia portadora.

20 La presente invención usa el nuevo acoplador lineal de cambio de fase de la Solicitud '258 para adaptar la impedancia del aire con la impedancia de un transmisor y un receptor inalámbricos para eliminar los cortes en el ancho de banda de las comunicaciones.

25 La importancia del acoplador de la presente invención está en que puede seguir siendo un dispositivo de adaptación a la impedancia característica del aire. Como en la Solicitud '258, el acoplador de la presente invención comprende un transformador de núcleo dieléctrico y un condensador de acoplamiento opcional, Ceq. Cualquier cambio de impedancia sobre el bobinado primario del transformador no se refleja mucho en el bobinado secundario del transformador y viceversa. Por lo tanto, la única impedancia que será vista por el aire es la del primer bobinado, bien sólo o resonado con el condensador Ceq. Dicha resonancia serie o paralela creará una baja impedancia, que estará cercana a 1 ohmio. Al aumentar la frecuencia, la impedancia aumentará también a aproximadamente 100-200 ohmios, dependiendo de qué impedancia es la mejor para adaptar la impedancia característica del aire, y cuanto ancho de banda se necesita.

30 Por ejemplo, la Figura 1 muestra la impedancia característica del acoplador de núcleo de aire. Si la impedancia del aire es de 100 ohmios en F1 entonces la adaptación de 6dB del acoplador será desde 50 ohmios (F4) a 200 ohmios (F3), que cubrirá un gran ancho de banda desde F3 a F4. Por contraste, si la impedancia característica del aire es sólo de 10 ohmios, la adaptación de 6dB será desde 5 a 20 ohmios, que resulta en un pequeño ancho de banda. Por esta razón, hay un ancho de banda más amplio fuera de las casas y edificios que en el interior, donde la impedancia característica del aire es menor. Bajar la impedancia del acoplador puede resultar en un ancho de banda más ancho que se adapte a la baja impedancia característica (por ejemplo, 10 ohmios) del aire.

35 Como se discutió en la Solicitud '258, una ventaja significativa del acoplador de la presente invención es la linealidad de fase alcanzada. La adaptación producida por el acoplador de la presente invención puede abrir una comunicación de amplio ancho de banda lineal a través del aire a velocidades de hasta varios Gbps.

40 Como se discutió en la Solicitud '258, un acoplador preferiblemente tiene dos solenoides coaxiales o bobinas de núcleo de aire de diferentes diámetros con inductancias primarias y secundarias L1 y L2 respectivamente. Tanto la L1 como la L2 están acopladas inductiva y capacitivamente creando un transformador de núcleo de aire. Preferiblemente, el espacio de aire se rellena con resina, que reduce los efectos de la carga inductiva desde el acoplador secundario al primario mediante el uso de la capacitancia creada en el transformador de núcleo de aire. El tamaño del espacio se selecciona para reducir los efectos de la carga inductiva desde el acoplador secundario al primario. Un condensador de acoplamiento, Ceq, se proporciona también preferiblemente.

45 Los efectos de la carga inductiva desde el transformador de núcleo de aire secundario al primario se minimizan también en la frecuencia de transmisión/recepción. La impedancia de entrada efectiva del transceptor, como se ve en el secundario (bobina interior), se puede diseñar para ser inductiva de 55 ohmios. La impedancia efectiva de entrada del aire y de los dispositivos reflejados, como se ve en el primario (bobina exterior), es igual a una impedancia que es creada por la resonancia del condensador de acoplamiento Ceq y la inductancia primaria a una frecuencia dada. Su valor se puede elegir para adaptar de manera óptima la impedancia característica del aire (Zo).

Referente ahora a los dibujos, en donde un número similar designa partes similares o correspondientes a través de, cada una de las diversas vistas, se muestra en la Figura 2 una primera realización de un transmisor/receptor 10 de núcleo de aire. El transmisor/receptor 10 de núcleo de aire incluye un transmisor o un receptor inalámbrico 12, un transformador 14 de núcleo de aire, un condensador de sintonización 16 (Ceq1), y una antena 18. Cualquier transmisor o receptor inalámbrico 12 se puede usar para tanto las unidades móviles como las estaciones base.

El transformador 14 de núcleo de aire tiene una estructura de bobina de aire cuyas funciones como un respectivo transformador de núcleo de aire adaptado inductiva y capacitivamente para tanto la transmisión como la recepción. El transformador 14 de núcleo de aire es lineal de cambio de fase y comprende un primer bobinado 20 y un menor, bobinado coaxial secundario 22. El bobinado primario 20 tiene un diámetro de bobinado $2R$ que es mayor que el diámetro del bobinado secundario $2r$. Por consiguiente, se crea un espacio de aire entre el bobinado primario 20 y el bobinado secundario 22. De particular importancia es el hecho de que tanto los bobinados primarios como secundarios 20, 22 del transformador 14 de núcleo de aire pueden tener aproximadamente el mismo número de vueltas (designadas por $N_1 = N_2$) y, por lo tanto, están en una relación 1:1. Por consiguiente el transmisor o el receptor 12 no requieren una gran tensión de transmisión. Además Ceq1 16 se establece para resonar con el bobinado primario 20 en la frecuencia portadora FA, creando así un filtro de paso de banda a la frecuencia portadora FA, Esto maximiza la corriente a la frecuencia portadora FA.

El transmisor o receptor se conecta al bobinado secundario 22 del transformador 14 de núcleo de aire que adaptará aproximadamente 50 OHMIOS en la frecuencia de interés FA. El bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire se conecta en serie con la Ceq1 16 y la antena 18. El bobinado primario se diseña para adaptar la impedancia característica más común del aire donde se usará el transmisor/receptor inalámbricos. El primer bobinado 20 se conecta preferiblemente también a una tierra 24. Aunque no es necesario poner a tierra el bobinado primario 20, es deseable hacerlo así, ya que la eficiencia del transmisor/receptor 12 aumentará.

Cualquier antena 18 se puede usar con la presente invención, aunque la antena 18 se diseña preferiblemente para adaptar el transformador 14 de núcleo de aire y la frecuencia FA de transmisión o recepción deseada.

Para mayores frecuencias (por ejemplo, 200Mhz – 500 GHz), la estructura de los transformadores de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico difiere de la de la Solicitud '258. Tales diseños alternativos de transformadores son preferibles para su uso en la presente invención con transmisores/receptores inalámbricos en los que es importante un pequeño tamaño – por ejemplo, particularmente en unidades móviles. El acoplador ya no puede ser dos solenoides coaxiales o bobinas de aire de diámetro diferente envueltas con alambre magnético, sino que es mucho más pequeño y se asemeja a un chip que está lleno de cualquier tipo de material plástico o no conductor, tal como resina, material de pegamento, cerámica o cualquier otro material duro no conductor ("material de chip"). El acoplador comprende preferiblemente placas conductoras muy delgadas separadas por material de chip. Las placas se hacen preferiblemente de cobre, pero también se pueden hacer de plata, oro, o cualquier otro material conductor, ya sea activo o pasivo. Las placas pueden tener cualquier formar (por ejemplo, cuadrada, rectangular, redonda, etc.) pero preferiblemente son circulares. El tamaño de estos transformadores de núcleo de aire en capas dependerá de la frecuencia de uso. Por ejemplo, el diámetro de un acoplador primario de 30 GHz será menor que 1 milímetro, el espesor de la capa será menor de aproximadamente 0.1 milímetro, lo que resulta en aproximadamente 0.3 nH de inductancia. Del mismo modo, los tamaños de las placas de cobre finas rectangulares estarán alrededor de un par de milímetros de largo, 0.1 milímetros de grueso y los inductores primarios y secundarios estarán cerca de 0:5 milímetros de distancia entre sí, encima uno del otro. Por consiguiente, dichos dispositivos se verán como un condensador muy pequeño. Sin embargo, la presente invención usa los valores de inductor extremo a extremo para resonar el condensador para adaptar la impedancia característica de la línea de alimentación.

Alternativamente, las placas pueden estar directamente formadas en un chip mediante la deposición de capas metálicas en a través del dopaje de silicio. El silicio dopado es conductor cuando está activo – por ejemplo, un nivel de voltaje DC activa un transistor para convertirlo en un dispositivo activo. Así, las placas cuando están formadas de silicio dopado pueden tomar la forma de algún tipo de dispositivo activo tal como un transistor o un diodo.

Incluso alguien no muy experto en la técnica apreciará que otros circuitos integrados más simples se pueden usar para crear transformadores para usarlos en el acoplador de la presente invención. Los circuitos integrados de hoy en día que usan transistores activos pueden simular y/o crear un transformador de núcleo de aire que puede tener los valores de inductancia y capacitancia necesarios para funcionar exactamente como un transformador de núcleo de aire normal.

Aunque la estructura de los acopladores que se describe anteriormente difiere de la descrita en la Solicitud '258, la función del acoplador es la misma. Las placas (o tubos o láminas) del acoplador se acoplan inductivamente y capacitivamente creando un transformador de núcleo de aire o de núcleo dieléctrico. El acoplamiento del primario y del secundario del transformador varía con la frecuencia, sin embargo. El primario y el secundario se acoplan aproximadamente igual magnética y eléctricamente (esto es, acoplados capacitiva e inductivamente) por debajo de los 100 MHz de frecuencia y se acoplan más inductivamente (magnéticamente) a frecuencias superiores a los 100

MHz. A frecuencias del orden de los 100 GHz, el primario y el secundario del transformador se acoplarán mayormente de manera inductiva.

5 Volviendo a la Figura 3 se muestra una segunda realización de un transmisor/receptor de núcleo de aire. La segunda realización es idéntica a la primera realización excepto por lo que se describe a continuación. Como se muestra en la Figura 3, no se usa una antena 18 en esta realización, sino que el condensador de sintonización en serie (Ceq1) 16 sirve como antena. El condensador de sintonización en serie (Ceq1) 16 resonará con el bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire en la frecuencia de interés FA de las comunicaciones.

10 En una tercera realización de un transmisor/receptor 10 de núcleo de aire, la cual es idéntica a la primera realización excepto como se discute a continuación, porque un condensador 16 de sintonización en paralelo (Ceq1) se usa en lugar de un condensador 16 de sintonización en serie (Ceq1). Como se muestra en la Figura 4, el condensador 16 de sintonización (Ceq1) se conecta en paralelo con el bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire. El bobinado primario 20 también se conecta a la antena 18. El bobinado primario 20 resuena en paralelo con el
15 Ceq1 16 a la frecuencia de interés FA.

Volviendo a la Figura 5, se muestra una cuarta realización de un transmisor/receptor 10 de núcleo de aire. La cuarta realización es idéntica a la tercera realización excepto por lo que se describe a continuación. Como se muestra en la Figura 5, no se usa una antena 18 en esta realización, sino que el condensador de sintonización en paralelo (Ceq1) 16 sirve como antena. El condensador de sintonización en paralelo (Ceq) 16 resuena con el bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire a la frecuencia de interés FA de las comunicaciones.

20 En una quinta realización de un transmisor/receptor 10 de núcleo de aire, la cual es idéntica a la primera realización excepto como se discute a continuación, porque no se usa un condensador 16 de sintonización (Ceq1). Como se muestra en la Figura 6, la antena 18 se conecta directamente al bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire. El bobinado primario 20 resuena a la frecuencia de interés FA.

Finalmente, volviendo a la Figura 7, se muestra una sexta realización de un transmisor/receptor 10 de núcleo de aire. la sexta realización es idéntica a la quinta realización excepto por lo que se describe a continuación. Como se muestra en la Figura 7, no se usa una antena 18 en esta realización, sino que el bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de aire sirve como la antena. El bobinado primario 20 del transformador 14 de núcleo de
30 aire resuena en la frecuencia de interés FA de las comunicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de comunicaciones (10) para transmitir señales eléctricas o electromagnéticas sobre el aire, teniendo el aire una impedancia característica, comprendiendo el aparato de comunicaciones:
- 5 un transmisor (12) que tiene una impedancia de salida, dicho transmisor(12) para transmitir las señales eléctricas o electromagnéticas a un frecuencia preseleccionada; y un acoplador conectado al transmisor, comprendiendo dicho acoplador un transformador (14) que comunica las señales eléctricas o electromagnéticas al aire o a una antena (16, 18) unida al acoplador, adaptando dicho acoplador la impedancia de salida del transmisor a la impedancia característica del aire o de la antena;
- 10 en donde el transformador (14) comprende; una primera placa conductora; una segunda placa conductora por debajo y separada de la primera placa conductora; en donde la primera placa conductora se adapta a la impedancia característica del aire o de la antena en el ancho de banda preseleccionado;
- 15 **caracterizado por que** se conectan un primer extremo y un segundo extremo de la segunda placa conductora al transmisor y el valor del inductor de la segunda placa conductora entre el primer extremo y el segundo extremo se adapta a la impedancia característica del transmisor.
- 20 2. El aparato de comunicaciones de la reivindicación 1 en donde el transformador (14) es un transformador de núcleo de aire.
3. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde el transformador (14) es un transformador de núcleo dieléctrico.
- 25 4. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 3 en donde el núcleo del transformador (14) se rellena con un material de resina.
5. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde el transformador (14) es un transformador de estado sólido.
- 30 6. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde la antena (16) está formada por un condensador.
- 35 7. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde el transformador (14) comprende además un condensador (16) conectado en serie con la primera placa conductora, en donde la primera placa conductora y el condensador (16) se adaptan a la impedancia característica del aire en el ancho de banda preseleccionado.
- 40 8. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde el transformador (14) comprende además un condensador (16) conectado en paralelo con la primera placa conductora, en donde la primera placa conductora y el condensador (16) se adaptan a la impedancia característica del aire en el ancho de banda preseleccionado.
9. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están separadas por un material de chip.
- 45 10. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora son de forma circular.
11. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están formadas directamente en un chip mediante la deposición de capas metálicas dentro del chip.
- 50 12. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 1 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están hechas de silicio dopado.
- 55 13. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 7 en donde la antena (18) está unida al condensador (16).
14. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 8 en donde la antena (18) está unida a la primera placa conductora.
- 60 15. Un aparato de comunicaciones (10) para recibir señales eléctricas o electromagnéticas del aire, teniendo el aire una impedancia característica, comprendiendo el aparato (10) de comunicaciones:

- un receptor (12) que tiene una impedancia de salida, dicho receptor para recibir las señales eléctricas o electromagnéticas a una frecuencia preseleccionada; y un acoplador conectado al receptor, comprendiendo dicho acoplador un transformador (14) que tiene un núcleo no magnético, recibiendo dicho transformador (14) las señales eléctricas o electromagnéticas del aire o de una antena unida al acoplador, adaptando dicho acoplador la impedancia de entrada del receptor a la impedancia característica del aire o de la antena, en donde el transformador (14) comprende: una primera placa conductora; una segunda placa conductora por debajo y separada de la primera placa conductora; en donde la primera placa conductora se adapta a la impedancia característica del aire o de la antena en el ancho de banda preseleccionado;
- caracterizado por que** se conectan un primer extremo y un segundo extremo de la segunda placa conductora al receptor y el valor del inductor de la segunda placa conductora entre el primer extremo y el segundo extremo se adapta a la impedancia característica del receptor.
16. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde el transformador (14) es un transformador de núcleo de aire.
17. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde el transformador (14) es un transformador de núcleo dieléctrico.
18. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 17 en donde el núcleo del transformador (14) se rellena con un material de resina.
19. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde el transformador (14) es un transformador de estado sólido.
20. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 16 en donde la antena está formada por un condensador (16).
21. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde el transformador (14) comprende además un condensador (16) conectado en serie con la primera placa conductora, en donde la primera placa conductora y el condensador están adaptados a la impedancia característica del aire en el ancho de banda preseleccionado.
22. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde el transformador (14) comprende además un condensador (16) conectado en paralelo con la primera placa conductora, en donde la primera placa conductora y el condensador están adaptados a la impedancia característica del aire en el ancho de banda preseleccionado.
23. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están separadas por un material de chip.
24. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora son de forma circular.
25. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están formadas directamente en un chip mediante la deposición de capas metálicas dentro del chip.
26. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde la primera placa conductora y la segunda placa conductora están hechas de silicio dopado.
27. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 21 en donde la antena está unida al condensador (16).
28. El aparato de comunicaciones (10) de la reivindicación 15 en donde la antena (18) está unida a la primera placa conductora.

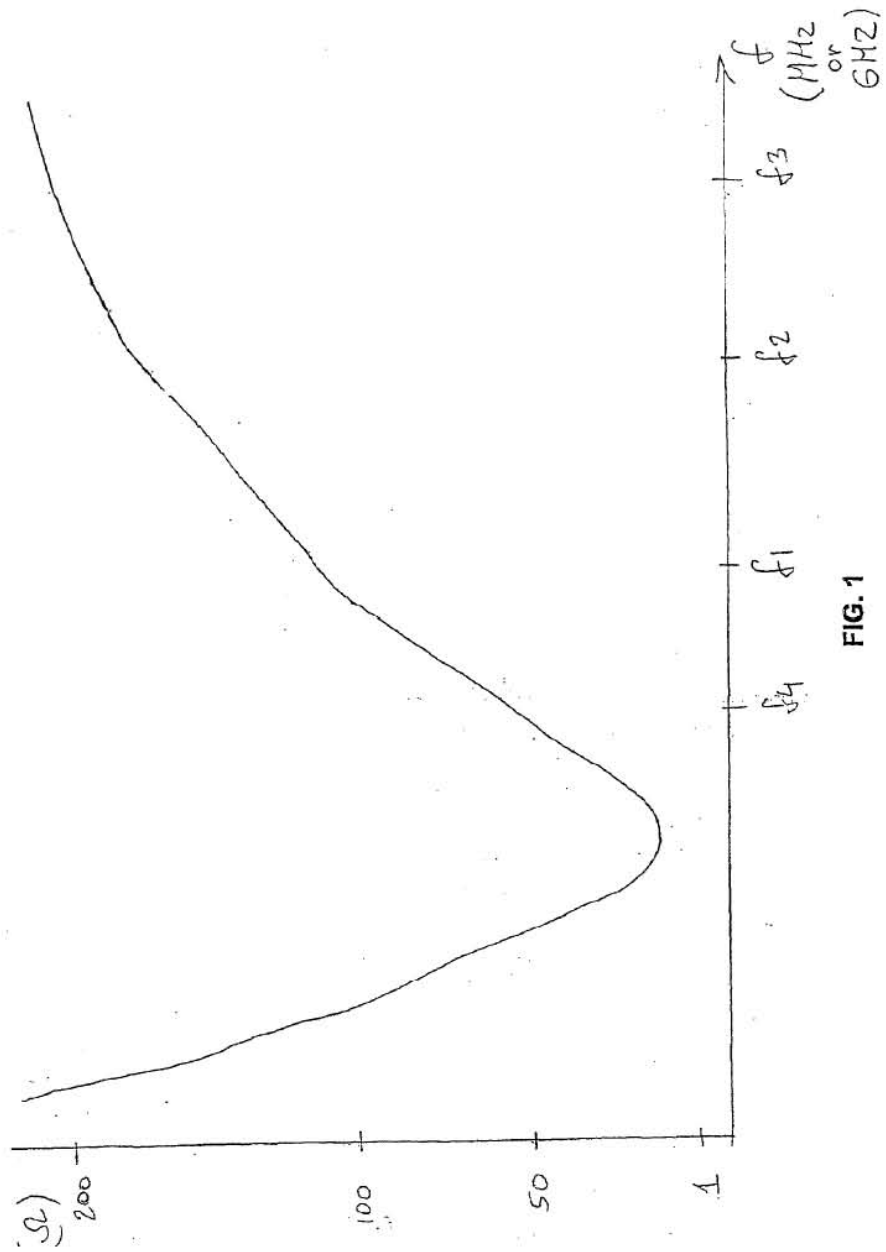


FIG. 1

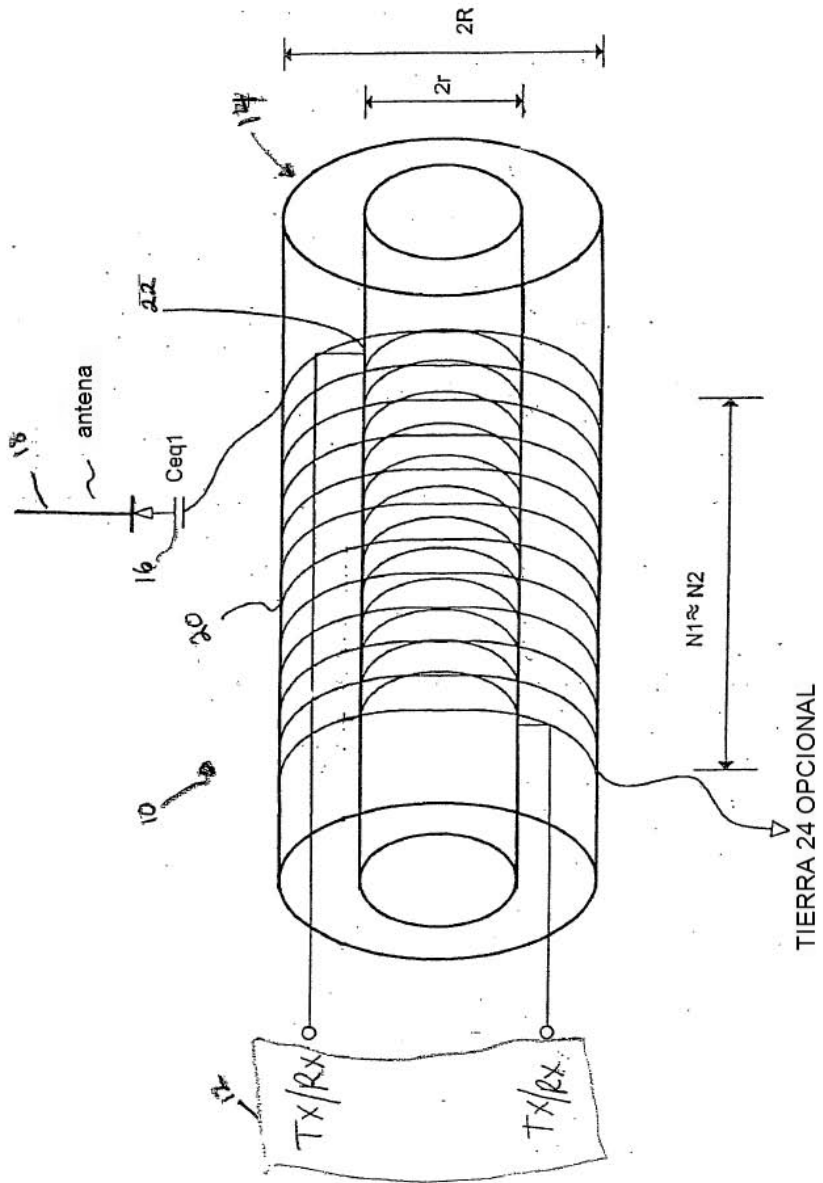


FIG. 2

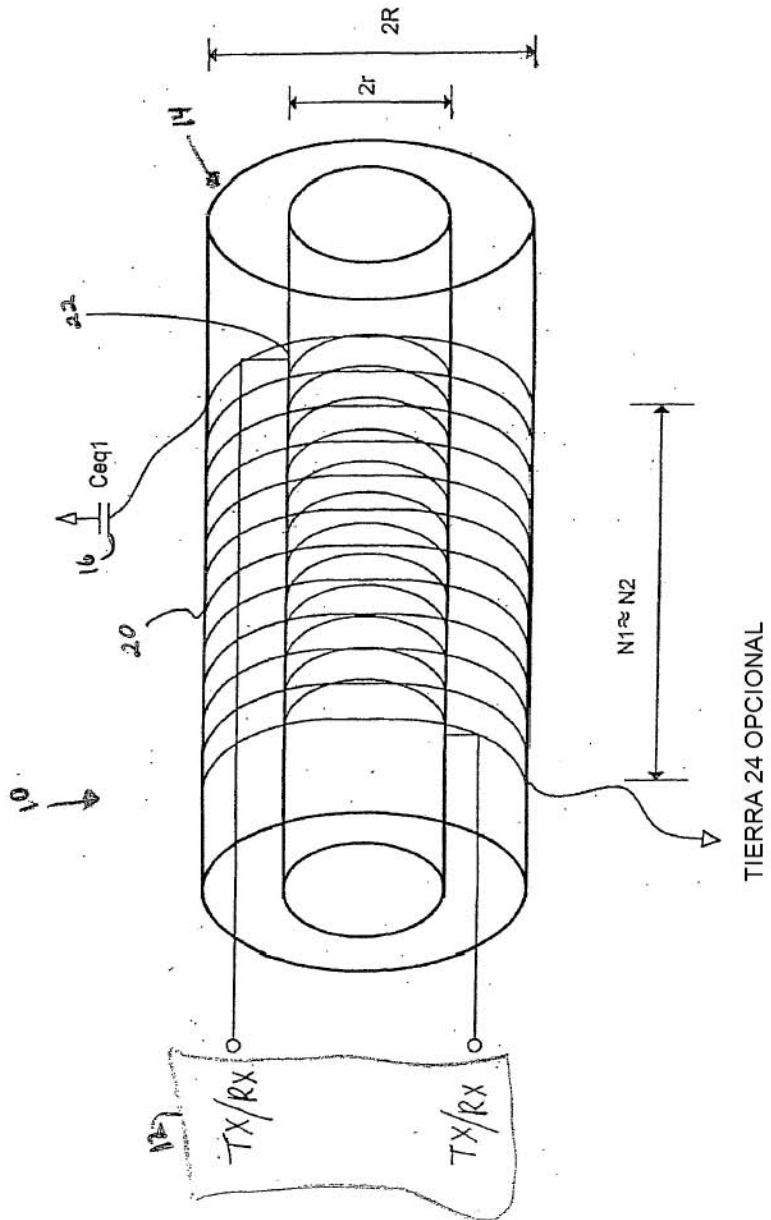


FIG. 3

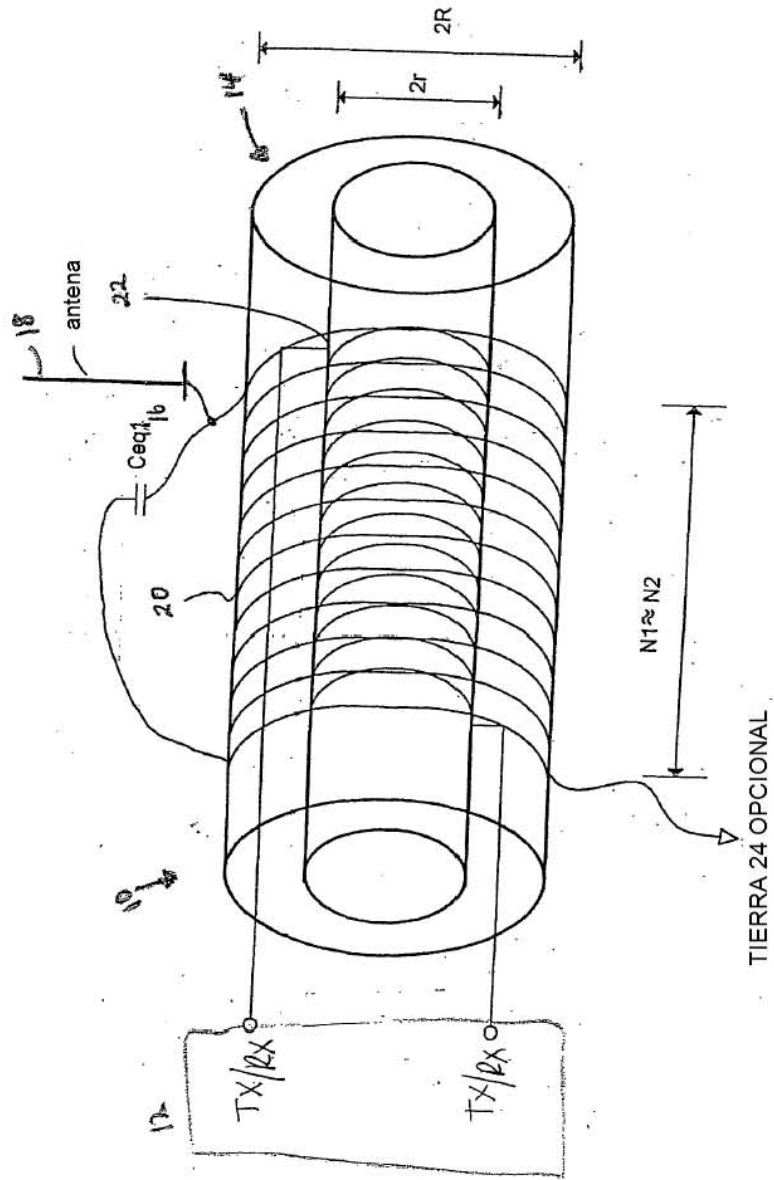


FIG. 4

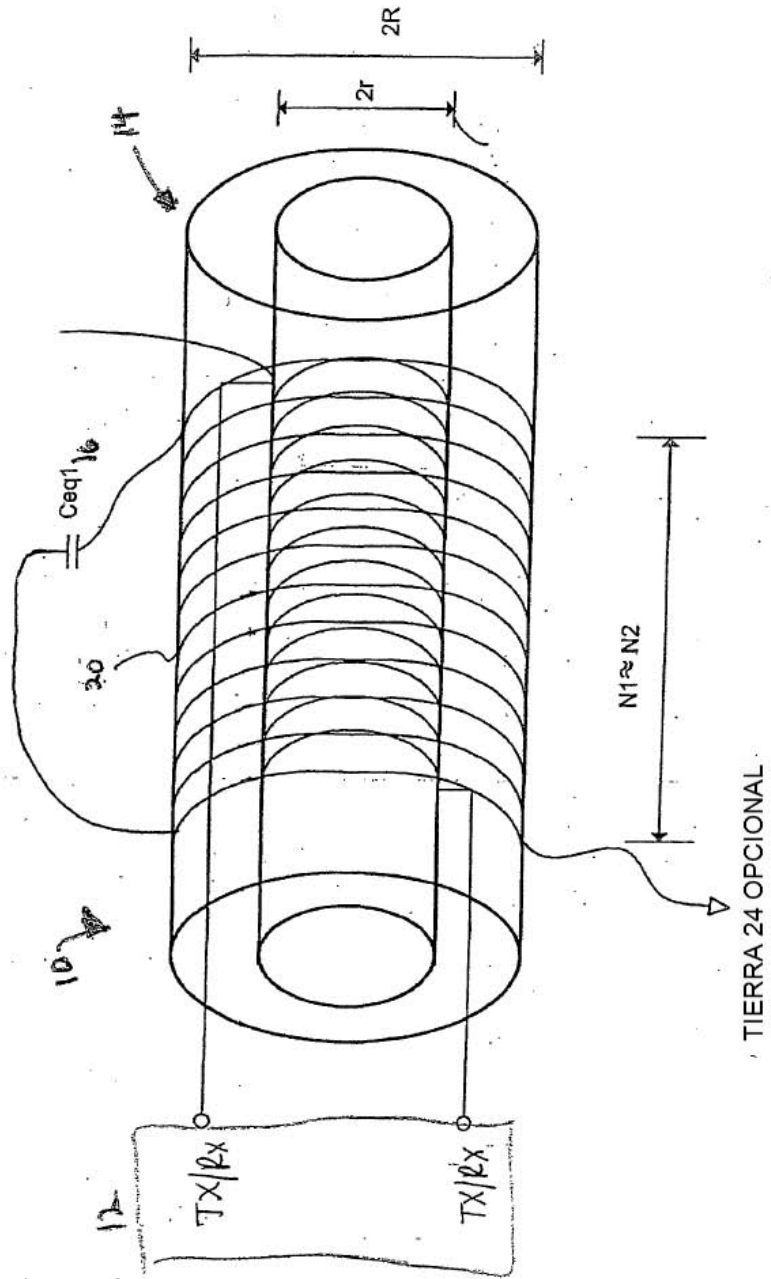


FIG. 5

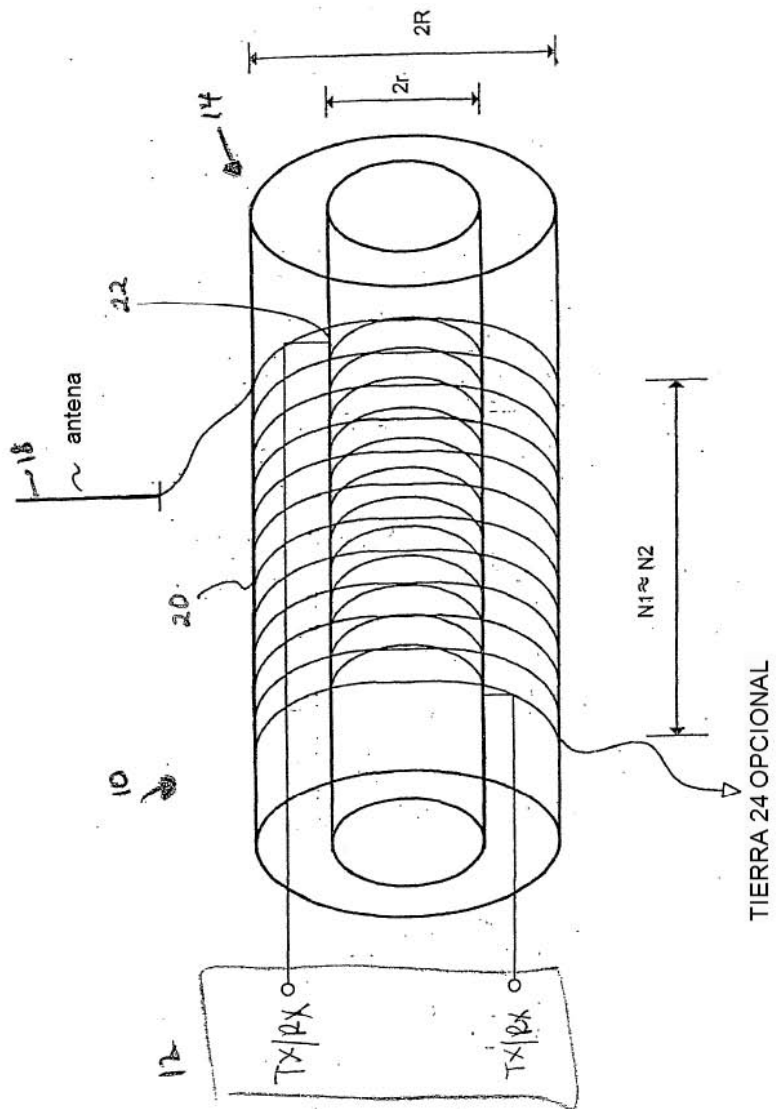


FIG. 6

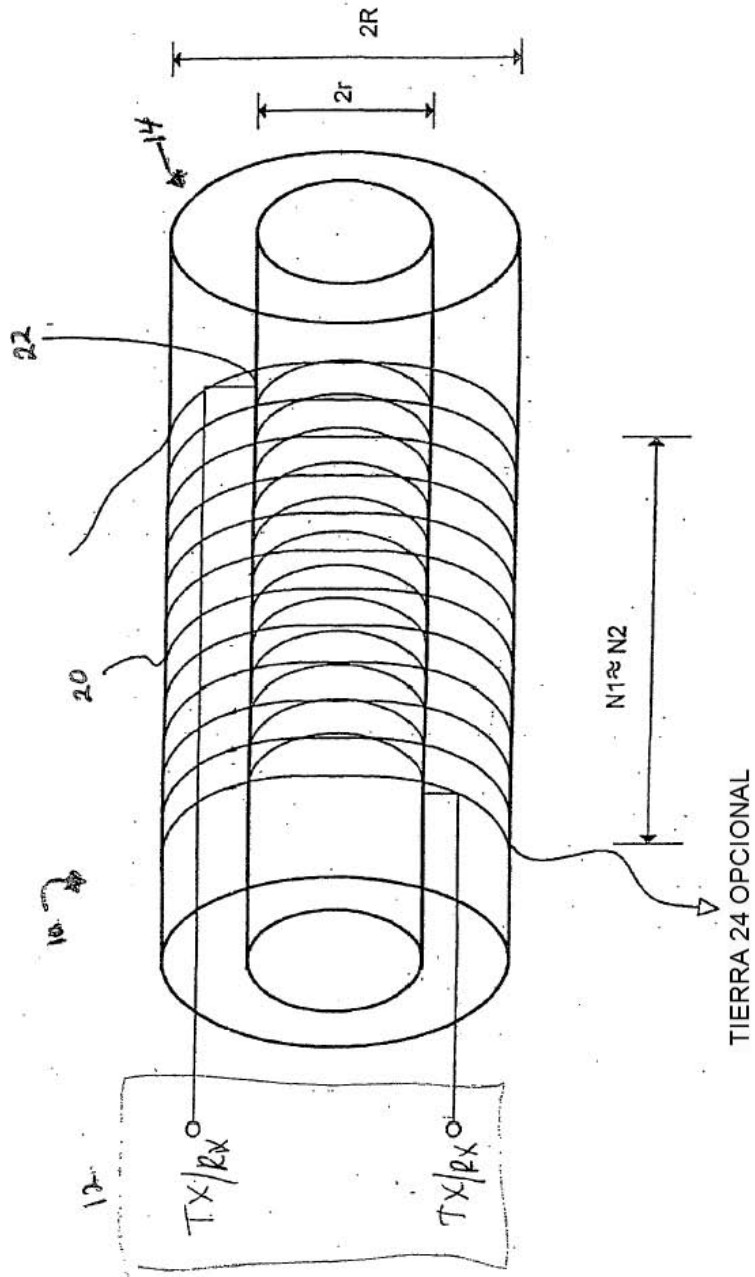


FIG. 7