(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 483 146**

(51) Int. Cl.:

H01Q 7/00 (2006.01)
H01Q 7/04 (2006.01)
H01Q 21/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011** **E 11735491 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2583353**

(54) Título: **Antena de alta frecuencia**

(30) Prioridad:

15.06.2010 FR 1054724

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.08.2014

(73) Titular/es:

COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR

(72) Inventor/es:

THOMAS, THIERRY

(74) Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 483 146 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

Antena de alta frecuencia

Campo de la invención

La presente invención se refiere de forma general a las antenas y, de manera más particular, a la realización de una antena inductiva de alta frecuencia.

La invención se aplica de manera más particular a las antenas destinadas a transmisiones por radiofrecuencia de varios MHz, por ejemplo para los sistemas de transmisión del tipo tarjeta sin contacto, de etiqueta RFID, de transpondedor electromagnético.

Descripción de la técnica anterior

La figura 1 representa, de manera más esquemática, un ejemplo de sistema de transmisión de tipo inductivo del tipo al cual se aplica, a título de ejemplo, la presente invención.

Dicho sistema comprende un lector o estación de base 1 que genera un campo electromagnético específico para que lo capte uno o varios transpondedores 2 que se sitúan dentro de su campo. Estos transpondedores 2 son, por ejemplo, una etiqueta electrónica 2' añadida a un objeto con el fin de identificarlo, una tarjeta inteligente sin contacto 2'' o, de manera más general, cualquier transpondedor electromagnético (simbolizado por un bloque 2 en la figura 1).

En el lado del lector 1, un circuito resonante en serie está constituido por una resistencia r, por un condensador C1 y por un elemento inductivo L1 o antena. A este circuito lo excita un generador de alta frecuencia 12 (HF) controlado (conexión 14) por otros circuitos no representados de la estación de base 1. Una portadora de alta frecuencia está por lo general modulada (en amplitud y/o en fase) para transmitir unos datos al transpondedor.

En el lado del transpondedor 2, un circuito resonante, por lo general paralelo, comprende un elemento inductivo o antena L2 en paralelo con un condensador C2 y con una carga R que representa los circuitos electrónicos 22 del transpondedor 2. Este circuito resonante capta, cuando se encuentra dentro del campo del lector, la señal de alta frecuencia que transmite la estación de base. En el caso de una tarjeta sin contacto, estos circuitos simbolizados por un bloque 22 que incluyen uno o dos chips están unidos a una antena L2 a la que por lo general lleva el soporte de la tarjeta. En el caso de una etiqueta electrónica 2', el elemento inductivo L2 está formado por un devanado conductor conectado a un chip electrónico 22.

La representación simbólica en forma de circuito resonante en serie en el lado de la estación de base y paralelo en el lado del transpondedor es habitual aunque, en la práctica, se podrán encontrar circuitos resonantes en serie en el lado del transpondedor y en paralelo en el lado de la estación de base.

Los circuitos resonantes del lector y del transpondedor están, por lo general, sintonizados en la misma frecuencia de resonancia ω ($L1.C1.\omega^2 = L2.C2.\omega^2 = 1$).

Los transpondedores carecen, por lo general, de una alimentación autónoma y captan la energía necesaria para su funcionamiento del campo magnético que produce la estación de base 1.

De acuerdo con otro ejemplo de aplicación, la estación de base sirve para recargar una batería u otro elemento de almacenamiento de energía del transpondedor. El campo de alta frecuencia que irradia la estación de base ya no está necesariamente modulado para transmitir unos datos.

En una antena inductiva, el circuito conductor es la mayoría de las veces un circuito cerrado a lo largo del cual circula la corriente destinada a producir el campo magnético de radiofrecuencia. El circuito conductor cerrado se alimenta mediante el generador de radiofrecuencia 12.

Cuando el tamaño de la antena con respecto a la longitud de onda se vuelve muy grande, la circulación de la corriente destinada a producir el campo magnético a lo largo del conductor ya no se garantiza de una manera simple. La amplitud y la fase de la corriente presentan unas grandes variaciones a lo largo del circuito que ya no permiten un funcionamiento de la antena en bucle inductivo. Por otra parte, a menudo es conveniente disponer, en el lado de la estación de base, de una antena de gran tamaño con respecto al tamaño de la antena de los transpondedores. En efecto, los transpondedores están, por lo general, en movimiento (llevados por un usuario) cuando se presentan a una estación de base y es conveniente que puedan captar el campo incluso durante este desplazamiento. En otros casos, se busca que el tamaño de la zona en la que la comunicación con un transpondedor es posible, sea importante. Por otra parte, resulta ventajoso recurrir a un bucle inductivo de gran tamaño para garantizar un gran alcance de comunicación.

Ahora bien, cuanto más largo es el circuito conductor, más alta es su inductancia L y el condensador que debe estar asociado a la antena presenta un valor más bajo. De esto se deriva que, para las antenas de gran tamaño, el valor del condensador puede ser del orden de las capacidades parásitas presentes entre las diferentes partes del circuito conductor y de las capacidades parásitas que pueden introducirse dentro del sistema (por ejemplo por la mano del usuario), lo que altera el funcionamiento.

Cuando más largo es el circuito conductor de la antena inductiva, más diferente es la circulación de la corriente a lo largo del circuito de la que se desea. Se asiste por tanto a una variación importante de la amplitud y de la fase de la corriente a lo largo del circuito la cual modifica y altera la distribución espacial del campo magnético producido. También se asiste a un aumento de los potenciales eléctricos entre diferentes partes del circuito conductor que vuelve el comportamiento de la antena sensible a la presencia de materiales dieléctricos en su entorno cercano.

La longitud de los bucles inductivos está, por lo tanto, limitada de la forma habitual.

Ya se ha propuesto subdividir el bucle conductor en elementos que presentan de forma individual la misma longitud, y volver a conectar estos elementos mediante unos condensadores para permitir el uso de un bucle de gran tamaño. Dicha solución se describe, por ejemplo, en la patente US 5 258 766.

También se ha propuesto utilizar unos bucles inductivos blindados con una interrupción del blindaje y una inversión de los conductores. Dichos bucles se denominan, de forma general, “bucle de Moebius”. Dichas estructuras se describen, por ejemplo, en el artículo “Analysis of the Moebius Loop Magnetic Field Sensor” de P. H. Duncan, aparecido en IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, en mayo de 1974. Sin embargo, dichas estructuras siguen estando limitadas en longitud.

Existe, por lo tanto, la necesidad de realizar una antena inductiva de gran tamaño.

Sumario de la invención

Un objeto de una forma de realización de la presente invención es ofrecer una antena inductiva que resuelva todos o parte de los inconvenientes de las antenas clásicas.

Otro objeto de una forma de realización de la presente invención es ofrecer una antena especialmente adaptada a las transmisiones en un intervalo de frecuencias que van del MHz al centenar de MHz.

Otro objeto de una forma de realización de la presente invención es ofrecer una antena inductiva de gran tamaño (que se inscribe en una superficie al menos diez veces superior) con respecto a las antenas de los transpondedores con los cuales está destinada a cooperar.

Otro objeto de una forma de realización de la presente invención es ofrecer una estructura de antena compatible con los diversos trazados.

Para conseguir todos o parte de estos objetivos, así como otros, se prevé una antena inductiva formada por al menos dos pares de tramos geométricamente extremo con extremo y que comprenden, cada uno, un primer y un segundo elementos conductores paralelos y aislados entre sí, comprendiendo cada par en cada extremo un único borne de conexión eléctrica de su primer elemento conductor con el de el par contiguo, en el cual dichos pares son:

de un primer tipo en el que los elementos conductores se interrumpen aproximadamente en la mitad para definir los dos tramos, estando el primero, respectivamente segundo, elemento conductor de un tramo conectado con el segundo, respectivamente primero, elemento conductor del otro tramo del par; o

de un segundo tipo en el que el primer elemento conductor se interrumpe aproximadamente en la mitad para definir los dos tramos, no estando interrumpido el segundo elemento conductor.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, los tramos conductores son alargados, formando la antena un bucle de cualquier geometría en el espacio.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, las longitudes respectivas de los elementos conductores se seleccionan en función de la frecuencia de resonancia de la antena.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, las longitudes respectivas de los elementos conductores se seleccionan en función de la capacidad de la línea entre el primer y el segundo elementos conductores.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, al menos un elemento capacitivo conecta entre sí a los segundos elementos conductores de pares contiguos o al primer y al segundo elementos conductores de un mismo par.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, al menos un elemento resistivo conecta entre sí a los segundos elementos conductores de pares contiguos o al primer y al segundo elementos conductores de un mismo par.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, cada tramo es un tramo de cable coaxial.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, los tramos están formados por elementos conductores trenzados.

También se prevé un sistema de generación de un campo de alta frecuencia que comprende:

una antena inductiva; y
un circuito de excitación de la antena mediante una señal de alta frecuencia.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, dicho circuito de excitación comprende un transformador de alta frecuencia cuyo devanado secundario está intercalado entre los primeros elementos conductores de dos pares contiguos de la antena.

Breve descripción de los dibujos

Se expondrán de forma detallada estos objetos, características y ventajas, así como otros, en la siguiente descripción de unas formas particulares de realización, que se hace a título no limitativo, en relación con las figuras adjuntas en las que:

la figura 1 que se ha descrito con anterioridad representa, de forma esquemática y en forma de bloques, un ejemplo de sistema de transmisión por radiofrecuencia del tipo al cual se aplica la presente invención;
la figura 2 es una representación esquemática de una forma de realización de una antena inductiva de acuerdo con la invención;
la figura 3 representa una forma de realización de un par de tramos de un primer tipo de la antena de la figura 2;
la figura 4 es una representación esquemática de otra forma de realización de una antena inductiva de acuerdo con la invención;
la figura 5 representa el trazado eléctrico de una forma de realización de un primer tipo de par de tramos de una antena;
la figura 5A representa el esquema eléctrico equivalente del par de la figura 5;
la figura 6 representa el trazado eléctrico de una forma de realización de un segundo tipo de par de tramos de una antena;
la figura 6A representa el esquema eléctrico equivalente del par de la figura 6;
la figura 7 representa una forma de realización de una antena inductiva y de circuitos de excitación y de regulación;
las figuras 8A y 8B representan otras dos formas de realización de un par de tramos del primer tipo; y
la figura 9 representa otra forma de realización de un par de tramos del segundo tipo.

Descripción detallada

Los mismos elementos se han designado con las mismas referencias en las diferentes figuras que se han trazado sin respetar una escala. En aras de la claridad, únicamente se han representado y se han descrito los elementos útiles para la comprensión de la invención. En particular, no se han detallado los circuitos de excitación de una antena inductiva, siendo compatible la invención con las señales de excitación que se utilizan habitualmente para este tipo de antena. Además, los transpondedores a los que está destinados las antenas de generación de campo que se van a describir tampoco se han detallado, siendo la invención compatible con los diversos transpondedores, tarjetas sin contacto, etiquetas RFID, etc. habituales.

La figura 2 es una representación esquemática de una antena de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

En este ejemplo, se prevé poner extremo con extremo varios tramos 32 y 34 de cable coaxial. Estos tramos se juntan por pares 3 en cada uno de los cuales los dos tramos 32 y 34 se conectan en una conexión de tipo Moebius, es decir que el alma 324 del primero de los tramos está conectado a la trenza 342 del segundo tramo del par, mientras que su trenza 322 está conectada al alma 344 de este segundo tramo.

En el ejemplo preferente de la figura 2, cuatro pares 3 de tramos se ponen extremo con extremo. La conexión 4 eléctrica entre dos pares contiguos únicamente se realiza por uno solo de los elementos conductores. En el ejemplo de la figura 2, esta conexión 4 entre dos pares contiguos se lleva a cabo por las trenzas respectivas de los tramos de los dos pares enfrentados. El otro elemento conductor no está conectado, es decir que en el ejemplo de la figura 2, las almas de dos pares contiguos no están conectados.

Parece más sencillo realizar una elección uniforme para todos los tramos de tal modo que todos los primeros conductores corresponden o bien a la trenza o bien al alma de todos los tramos. En este contexto, el elemento conductor del mismo tipo, trenza o alma, se utilizará para conectar los pares de toda la antena. Se prefiere la elección de la trenza debido al hecho de que esta conduce a un mejor blindaje eléctrico. Como variante, se podrá prever que las conexiones 4 se realicen por las almas respectivas de los pares enfrentados. Pero, sigue siendo posible realizar una elección diferente de asignación de primer elemento conductor y de segundo elemento conductor entre el primer tramo y el segundo tramo de un mismo par, por ejemplo la trenza como primer elemento conductor para el primer tramo y el alma como primer elemento conductor para el segundo tramo. De este modo, de acuerdo con otra variante, se podrá prever que las conexiones 4 entre dos pares contiguos se realicen de alma a trenza o a la inversa.

La figura 3 es una representación esquemática de un par 3 de dos tramos 32 y 34 de la antena de la figura 2, que corresponde a un primer tipo de par de tramos. En la conexión central 36, el alma conductora 324 del tramo 32 está conectada a la trenza (o blindaje) 342 del tramo 34, y la trenza 322 del tramo 32 está conectada al alma 344 del tramo 34.

La figura 4 es una representación esquemática de otra forma de realización de una antena.

Dos pares 3 de tramos 32 y 34 del primer tipo (con conexión central cruzada - figura 3) están conectados de forma alterna con dos pares 5 de tramos 52 y 54 de cable coaxial en los cuales la conexión central 56 de los tamos es diferente. En estos pares 5 de un segundo tipo, los tramos 52 y 54 están conectados por sus almas respectivas 524 y 544 mientras que sus trenzas 522 y 542 no están conectadas. Las conexiones eléctricas de los pares extremo con extremo se realizan siempre por medio de una conexión 4 de las trenzas entre sí mientras que las almas no están conectadas.

La distribución y el número de pares de los dos tipos pueden variar. No obstante, los pares del primer tipo son más ventajosos.

En efecto, un par del primer tipo permite en el cruce una zona expuesta, lo que reduce la sensibilidad del circuito a las perturbaciones parásitas. Además, para una misma frecuencia de resonancia, los pares de tramos pueden presentar una longitud dos veces menor que para un par del segundo tipo. La reducción de la longitud facilita la realización de la antena. El valor de la inductancia L0 asociada a un par del primer tipo puede entonces ser dos veces menor que el asociado a un par del segundo tipo. Para una misma corriente de circulación, la tensión eléctrica presente entre los primeros conductores en la zona de conexión 36 de los dos tramos de un par del primer tipo es entonces dos veces menor que la tensión eléctrica en la zona de conexión 56 de un par del segundo tipo. La zona de conexión en el interior de un par es una zona expuesta que condiciona la sensibilidad del circuito a las perturbaciones parásitas tanto más cuanto la tensión eléctrica en esta zona es alta. La reducción de la tensión eléctrica en esta zona que aporta el par del primer tipo permite una reducción de la sensibilidad a las perturbaciones.

La figura 5 representa el trazado eléctrico del primer tipo de par 3 de tramos.

La figura 5A representa el esquema eléctrico equivalente del par de la figura 5.

Un par 3 de tramos 32 y 34 comprende dos bornes 42 y 44 de conexión a los pares contiguos. El borne 42 está conectado a un primer elemento conductor 322 del tramo 32 que, por su otro extremo, está conectado, mediante la interconexión cruzada 36, a un segundo elemento conductor 344 del tramo 34 cuyo extremo libre 3441 (en el lado del borne 44) no está conectado. El segundo elemento conductor 324 del tramo 32 tiene un extremo libre 3241 (en el lado del borne 42) y su otro extremo conectado, mediante la conexión 36, al primer tramo conductor 342 del tramo 34 cuyo otro extremo está conectado al borne 44.

El esquema eléctrico equivalente de dicho par está representado en la figura 5A y vuelve a disponer eléctricamente, en serie, una inductancia de valor L0 y un condensador de valor C0, donde L0 representa la inductancia correspondiente a la asociación de los tramos de conductores 322 y 342 considerados como un solo y mismo conductor para el cálculo de este valor, y donde C0 representa el conjunto de las capacidades internas, entre alma y trenza en el caso de un cable coaxial -entre los dos conductores (entre los conductores 322 y 324 y entre los conductores 342 y 344) en el caso de las otras realizaciones. En lo que se acaba de exponer, se prescinde de las inductancias mutuas entre la asociación de los tramos 322 y 342 (considerados para el cálculo como un conductor) y las asociaciones de tramos equivalentes a los tramos 322 y 342 de los otros pares (también considerados para el cálculo como un conductor). Mediante la formación en bucle, los diferentes pares están lo suficientemente alejados los unos de los otros para poder prescindir de las inductancias mutuas delante del valor de L0 tal como se ha considerado con anterioridad.

Prescindiendo de las pérdidas óhmicas en los conductores y las pérdidas eléctricas entre los conductores, la impedancia de un par de tramos puede, en esta forma de realización, escribirse $Z = jL0\omega+1/jC0\omega$.

La figura 6 representa el trazado eléctrico del segundo tipo de par 5 de tramos.

La figura 6A representa el esquema eléctrico equivalente del par de la figura 6.

En un par 5 de tramos 52 y 54, un primer conductor 522 de un primer tramo 52 está unido a un primer borne de acceso 42 y su otro extremo 5222 se deja en el aire (no conectado). Un primer elemento conductor 542 de un segundo tramo 52, en el lado del tramo 52, se deja en el aire (extremo 5422) y, en su otro extremo, se conecta en el borne de acceso 44 al par 5. El segundo conductor 524 del primer tramo 52 está unido, mediante la interconexión 56, al segundo conductor 544 del segundo tramo 54. Los extremos 5241 y 5441 de los tramos 524 y 544 se dejan en el aire.

Desde un punto de vista eléctrico y como se ilustra en la figura 6A, si suponemos que los conductores de los pares 3 y 5 tienen la misma longitud, el par 5 vuelve a una conexión en serie de un elemento inductivo de valor L0 con un elemento capacitivo de valor C0/4, donde L0 representa la inductancia correspondiente a la asociación de los tramos de conductores 522 y 542 y C0 el conjunto de las capacidades internas (entre los conductores 522 y 542 y entre los conductores 542 y 544).

La impedancia de un par de tramos en esta forma de realización es $Z = jL0\omega+1/j(C0/4)\omega$.

Desde un punto de vista eléctrico, dos pares de tramos 3 en serie son equivalentes a un par de tramos 5 del doble de longitud.

Las longitudes se adaptarán a la frecuencia de trabajo de la antena para que cada par de tramos respete el acuerdo, es decir que $LC\omega^2 = 1$. Se observa que, por lo tanto, se puede jugar en función de la distribución de los tipos de par entre los pares 3 y 5 con las longitudes de los elementos conductores y los valores de capacidad de línea entre los dos conductores de los tramos. Los valores de los elementos capacitivos ya no son por lo tanto insignificantes y la antena es menos sensible a las perturbaciones de su entorno.

Formar una antena con varios pares de tramos del tipo de las figuras 5 y 6 permite fraccionar el circuito eléctrico y evita los elementos inductivos de excesiva longitud en el cual la corriente que circula a lo largo del circuito de bucle inductivo no llegaría a tener una amplitud y una fase homogéneas a lo largo del circuito. En efecto, la conexión de los pares entre sí vuelve a conectar en serie varios circuitos resonantes con la misma frecuencia de resonancia. La longitud de las antenas inductivas ya no está limitada.

Los diferentes pares de tramos no tienen necesariamente las mismas longitudes, dado que cada par, llegado el caso con la interposición de un condensador conectado entre dos conductores en una unión entre dos pares, cumple con la relación de resonancia.

La figura 7 representa una forma de realización de una antena inductiva y de circuitos de excitación y de regulación. La antena comprende en este caso tres pares 3 del primer tipo.

El circuito de excitación 18 es un transformador de alta frecuencia cuyo primario 182 recibe una señal de excitación del generador de alta frecuencia 12 (figura 1) y cuyos dos bornes del secundario 184 están conectados a los bornes 42 y 44 de dos pares contiguos en lugar de su interconexión 4. El devanado secundario forma, por lo tanto, esta conexión entre estos dos pares. El transformador se seleccionará, de preferencia, para conducir en el lado del secundario una inductancia insignificante a la frecuencia de trabajo delante del valor L0, lo que es por ejemplo el caso cuando el acoplamiento es próximo a 1.

Por otra parte, un circuito de regulación 16 conecta los extremos libres 3241 y 3441 de los conductores 324 y 344 de estos dos pares que se encuentran, por lo tanto, conectados. Este circuito 16 es, en el ejemplo de la figura 7, un circuito resistivo (resistencia R4) y capacitivo (condensador C4). La función del condensador C4 es ajustar la frecuencia de resonancia de la antena. La función de la resistencia R4 es ajustar el factor de calidad Q de la antena en un valor seleccionado, por ejemplo, para ajustar el ancho de banda.

Se pueden intercalar unos condensadores entre diferentes pares, conectados entre los elementos conductores de un mismo tramo, entre elementos conductores dejados libres (en este caso las almas de los tramos coaxiales) y el punto de conexión 42 o 44 (en este caso las trenzas de los tramos coaxiales), o entre los conductores dejados libres de los tramos interconectados de cada par, para reducir la frecuencia de resonancia.

También se podrá reducir la longitud del elemento conductor 324 o 344 dejado libre (en este caso las almas) de tal modo que se reduzca la capacidad total del tramo correspondiente para aumentar la frecuencia de resonancia.

De forma similar, se podrán conectar unos elementos resistivos entre los extremos libres de los elementos conductores entre dos pares para ajustar y reducir el factor de calidad de la antena constituida de este modo. También se pueden insertar unos elementos resistivos en lugar de una interconexión 4 entre dos pares para reducir y ajustar el factor de calidad.

La forma que hay que dar a los diferentes tramos no es necesariamente rectilínea. Como se ilustra en la figura 7, los tramos pueden seguir trazados diversos. De este modo, la antena cerrada de la invención puede seguir el trazado de un cuadrado, realizar bucles, seguir una forma redondeada, seguir unas formas tridimensionales en el espacio, etc.

En las anteriores formas de realización, los circuitos de regulación se han ilustrado con una conexión entre los pares. Hay que señalar que como variante y en el caso de pares del segundo tipo (5), dichos circuitos se podrían insertar en el interior mismo de los pares de tramos. En este caso, para la introducción de un condensador, este conecta los dos extremos libres no interconectados de los elementos 522 y 542.

También se pueden insertar unos elementos resistivos en lugar de las conexiones entre conductores de los dos tramos de un mismo par (del primer tipo 3 y del segundo tipo 5) en la unión 36 y 56 para reducir el factor de calidad.

Las figuras 8A, 8B y 9 representan unos pares de tramos conductores de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención. Este modo de realización ilustra que se pueden realizar unos pares de tramos conductores por medio de unos conductores trenzados mejor que por medio de tramos coaxiales.

Las figuras 8A y 8B representan dos formas de realización de un par 3 de tramos del primer tipo.

En la figura 8A, dos tramos de cables trenzados están interconectados de forma similar a la descrita en relación a los tramos de cable coaxial.

La figura 8B representa otra forma de realización de un par de tramos con interconexión cruzada en la cual el cruce se obtiene de hecho invirtiendo el conductor sobre el cual está conectado el borne de salida (por ejemplo 44) con respecto a aquel sobre el cual está conectado el borne de entrada (por ejemplo 42), no interrumpiéndose los tramos conductores en el interior del par.

La figura 9 representa una forma de realización de un par 5 de tramos 52 y 54 del segundo tipo, realizado mediante unos conductores trenzados.

De acuerdo con otra forma de realización no representada, los pares de tramos se realizan con unos conductores no trenzados, blindados o no.

De acuerdo con otra forma de realización no representada, los pares de tramos se realizan mediante unas pistas depositadas sobre un sustrato aislante.

También se puede definir una antena como la que se ha descrito con anterioridad como la que comprende al menos dos subconjuntos de forma alargada (3, 5, 3') geométricamente extremo con extremo y que comprenden, cada uno, a lo largo un primer y un segundo elementos conductores paralelos y aislados entre sí, y en cada extremo, en conexión con el primer elemento conductor, un único borne de conexión eléctrica con el subconjunto contiguo, no estando el segundo conductor conectado eléctricamente, en el cual todos o parte de los subconjuntos son:

de un primer tipo en el que cada uno del primer y del segundo conductores se interrumpe aproximadamente en la mitad y se vuelve a conectar al otro conductor del subconjunto; o
de un segundo tipo en el que el primer conductor se interrumpe aproximadamente en la mitad, no interrumpiéndose el segundo elemento conductor.

Con dicha definición, un elemento conductor está formado, en el caso de una conexión cruzada (figuras 3, 5 y 8A), por dos porciones eléctricamente en serie de cables conductores (alma y trenza) diferentes del cable utilizado de tal modo que cada borne de conexión está conectado al conductor del mismo tipo (trenza o alma) del subconjunto estando al mismo tiempo no conectado eléctricamente al otro borne.

A título de ejemplo particular de realización, se podrán formar los tramos cortando las líneas coaxiales habituales. Las hay habitualmente con unas impedancias características de 50, 75 y 93 ohmios cuyos valores de capacidad de línea son respectivamente 100 pF/m, 60 pF/m y 45 pF/m. Por ejemplo, con un cable coaxial de 50 ohmios, se pueden obtener en el ejemplo de una conexión cruzada, unas inductancias L0 del orden del μH.

De acuerdo con otro ejemplo particular que utiliza unos conductores con manguito (trenzados o no), se encuentran unos cables cuya capacidad de línea entre conductores es del orden de entre 30 y 40 pF/m. Con dichos cables se puede, por ejemplo, obtener unas inductancias L0 con un valor comprendido entre aproximadamente 2 y 3 μH.

La figura 10 es una representación esquemática de una antena de acuerdo con otra forma de realización. Como en las otras formas de realización, la antena comprende al menos dos pares (del primer tipo 3, figura 5, o del segundo tipo 5, figura 6) de tramos, formados cada uno por elementos conductores paralelos y aislados entre sí. En el ejemplo de la figura 10, se suponen unos pares de tramos de cable coaxial. Esta estructura se completa con un medio par adicional constituido por dos elementos conductores del primer tipo 32, 34 o del segundo tipo 52, 54. En

caso necesario, el medio par no está en la terminación de la antena sino intercalado entre dos pares. La presencia del medio par adicional se puede utilizar para ajustar la longitud de la antena.

La figura 11 es una representación esquemática de una variante de acuerdo con la cual dos segmentos 61 y 63 de cable coaxial están dispuestos mecánicamente uno junto al otro en paralelo y sus trenzas están conectadas eléctricamente entre sí, al menos en los dos extremos para formar un único primer elemento conductor (conexión 67). Las almas están conectadas eléctricamente para formar un único segundo elemento conductor (conexión 65 en uno de los extremos). Cada elemento del tipo ilustrado en la figura 11 constituye un tramo 32, 34, 52 o 54 de la estructura de antena. Una ventaja del tramo formado por la unión de los segmentos de la figura 11 es aumentar la capacidad de línea del tramo, entre el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor. Esto permite reducir la longitud necesaria de un par para una misma frecuencia de resonancia y, por lo tanto, aprovecharse de una mayor flexibilidad de la geometría de la antena.

En la realización de antena mediante unos tramos coaxiales, se saca más provecho de la capacidad entre el blindaje y el alma conductora para realizar unos tramos inductivos y capacitivos, que tienen una capacidad mayor (por lo tanto que puede ser más corto para una misma frecuencia) que en una realización con elementos de cable.

Una ventaja de las formas de realización que se han descrito es que permiten la realización de antenas de gran tamaño para aplicaciones con unas frecuencias de resonancia superiores al MHz (tradicionalmente entre 10 y 100 MHz). De este modo, se pueden crear unas antenas sobre arcos, mostradores, etc. teniendo al mismo tiempo una circulación homogénea de corriente a lo largo del bucle para producir el campo deseado.

A título de ejemplo particular de realización, una antena adaptada a un funcionamiento con una frecuencia de 13,56 MHz se puede realizar en forma de un bucle rectangular de aproximadamente 87 cm por 75 cm constituido por tres pares de conductores (tres veces dos tramos) del primer tipo de cable coaxial de 50 ohmios, 100 pF/m (diámetro de trenza de 3,5 mm), distribuidos en dos pares a lo largo de un trazado en forma de L de aproximadamente 1,07 m de longitud desplegada (que presenta una inductancia L0 de aproximadamente 1,22 μH o 1,21 μH teniendo en cuenta la inductancia mutua) y un par a lo largo de un trazado en forma de U de aproximadamente 1,08 m de largo desplegado (que presenta una inductancia L0 de aproximadamente 1,20 μH o 1,19 μH teniendo en cuenta las inductancias mutuas). La frecuencia de resonancia se puede ajustar mediante un condensador variable.

Se han descrito diferentes formas de realización, al experto en la materia se le ocurrirán diferentes variantes y modificaciones. En particular, las dimensiones que hay que darles a los tramos conductores y a los elementos capacitivos dependen de la aplicación y su cálculo está al alcance del experto en la materia a partir de las indicaciones funcionales que se han dado con anterioridad y de la frecuencia de resonancia y del tamaño deseados de la antena.

REIVINDICACIONES

1. Antena inductiva que comprende al menos dos pares de tramos (32, 34; 52, 54) geométricamente extremo con extremo y que comprenden, cada uno, un primer (322, 342; 522, 542) y un segundo (324, 344; 524, 544) elementos conductores paralelos y aislados entre sí, comprendiendo cada par en cada extremo un único borne de conexión eléctrica (42, 44) de su primer elemento conductor con el del par contiguo, en el cual dichos pares son:

de un primer tipo (3) en el que los elementos conductores se interrumpen aproximadamente en la mitad para definir los dos tramos, estando el primero, respectivamente segundo, elemento conductor de un tramo conectado al segundo, respectivamente primero, elemento conductor del otro tramo del par; o
de un segundo tipo (5) en el que el primer elemento conductor (522, 542) se interrumpe aproximadamente en la mitad para definir los dos tramos, no estando interrumpido el segundo elemento conductor (524, 544).

2. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual los tramos conductores son alargados, formando la antena un bucle de cualquier geometría en el espacio.

3. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual las longitudes respectivas de los elementos conductores (322, 324, 342, 344; 522, 524, 542, 544; 322’, 324’, 342’, 344’) se seleccionan en función de la frecuencia de resonancia de la antena.

4. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual las longitudes respectivas de los elementos conductores (322, 324, 342, 344; 522, 524, 542, 544; 322’, 324’, 342’, 344’) se seleccionan en función de la capacidad de la línea entre el primer y el segundo elementos conductores.

5. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual al menos un elemento capacitivo (C4) conecta entre sí a los segundos elementos conductores de pares contiguos o al primer y al segundo elementos conductores de un mismo par.

6. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual al menos un elemento resistivo (R4) conecta entre sí a los segundos elementos conductores de pares contiguos o al primer y al segundo elementos conductores de un mismo par.

7. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual cada tramo (32, 34, 52, 54) es un tramo de cable coaxial.

8. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la cual cada tramo está formado por dos segmentos (61, 63) de cable coaxial.

9. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la cual los tramos (32, 34, 52, 54, 32’, 34’) están formados por elementos conductores trenzados.

10. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además un medio par formado por un tramo de dos elementos conductores acoplado a al menos un par.

11. Sistema de generación de un campo de alta frecuencia que comprende:

una antena inductiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
un circuito de excitación de la antena mediante una señal de alta frecuencia.

12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual dicho circuito de excitación comprende un transformador de alta frecuencia (18) cuyo devanado secundario está intercalado entre los primeros elementos conductores de dos pares contiguos de la antena.

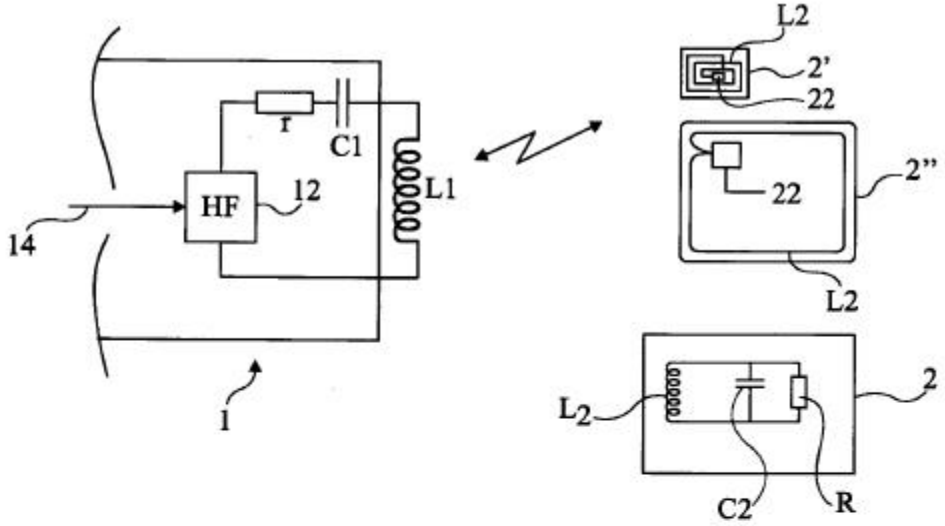

Fig 1

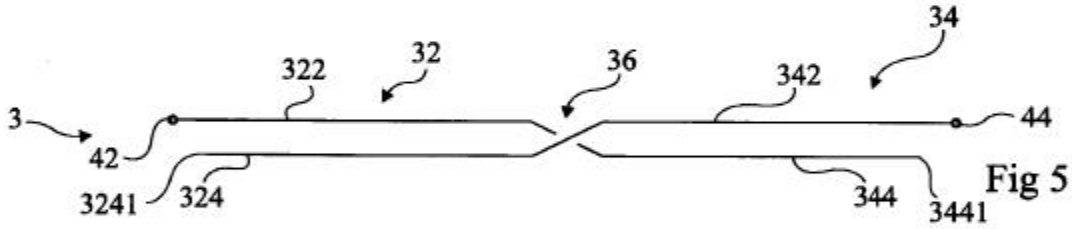

Fig 5

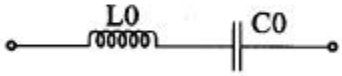

Fig 5A

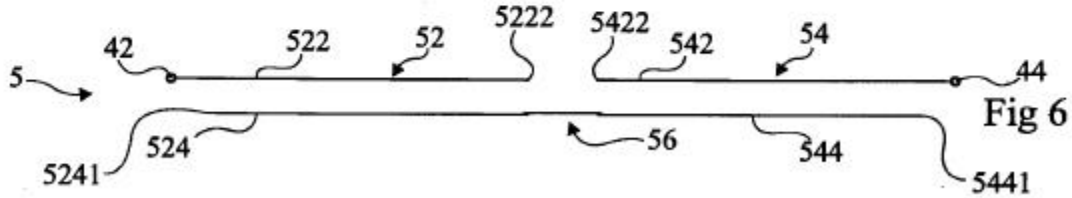

Fig 6

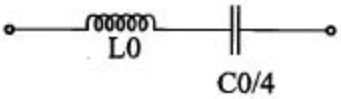

Fig 6A

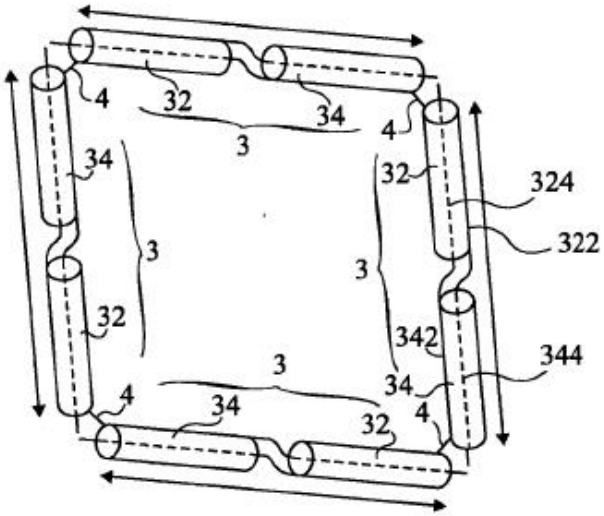

Fig 2

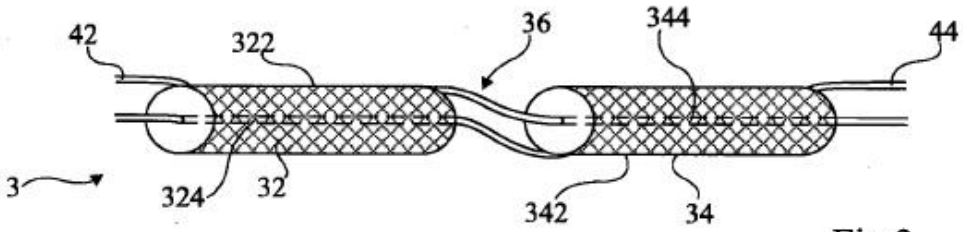

Fig 3

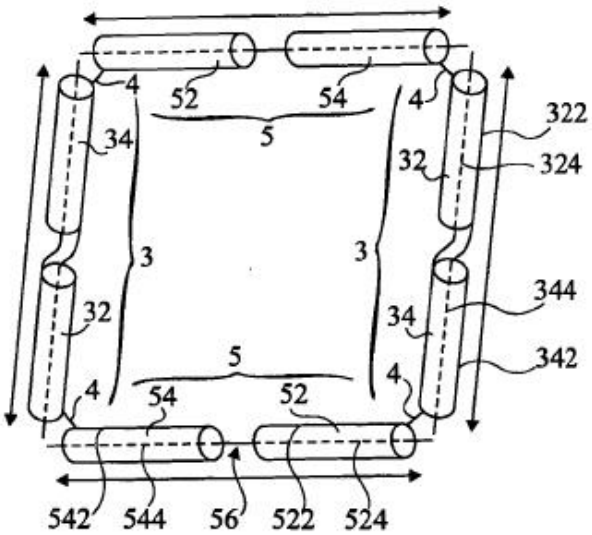

Fig 4

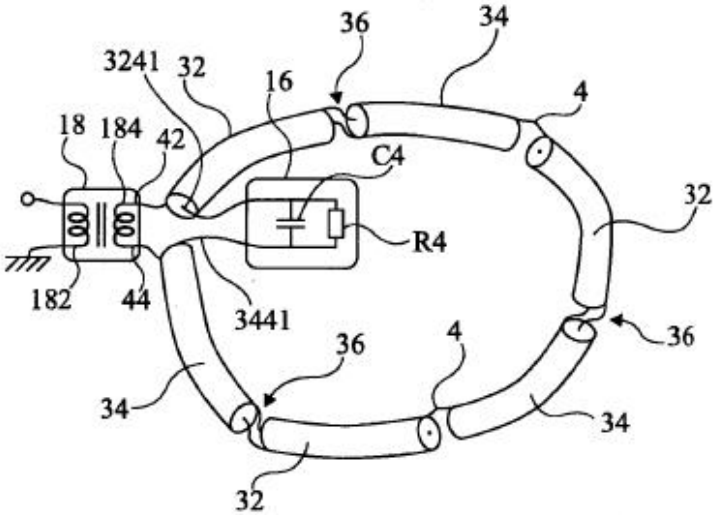

Fig 7

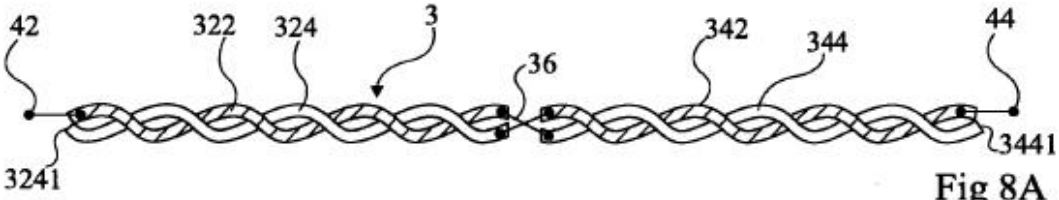

Fig 8A

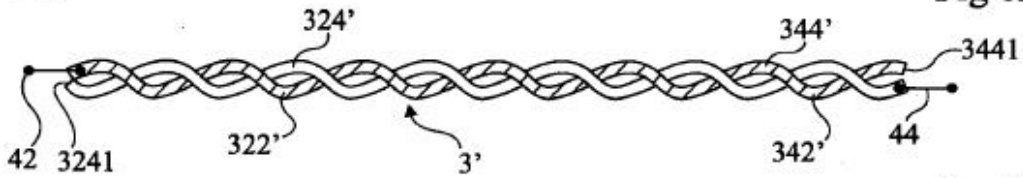

Fig 8B

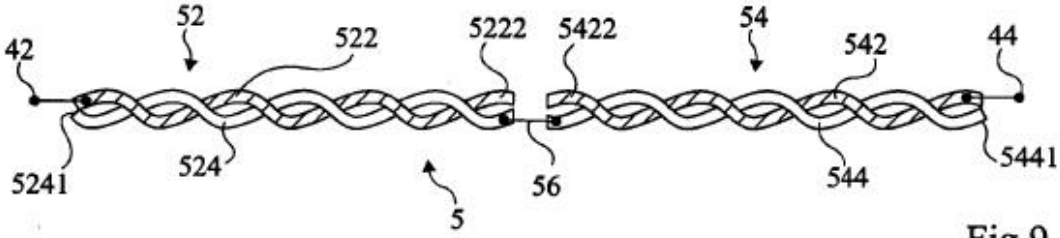

Fig 9

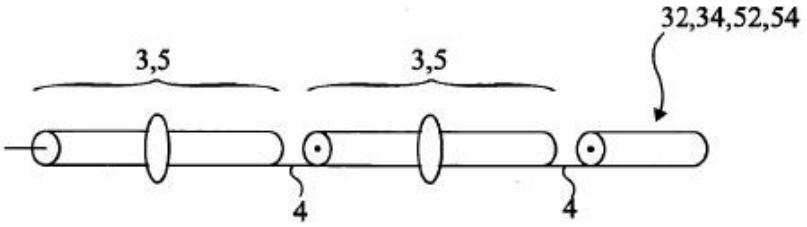

Fig 10

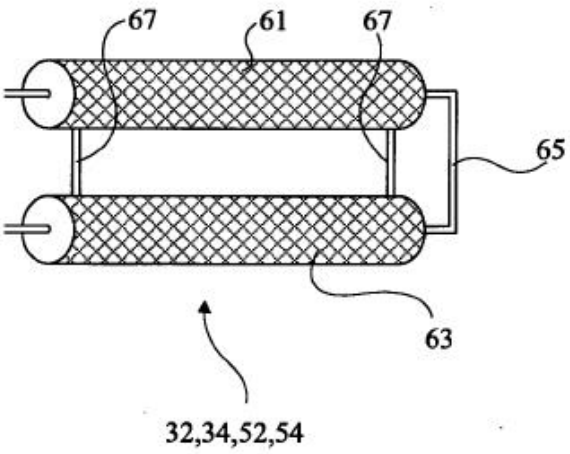

Fig 11