

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 366**

51 Int. Cl.:
H01Q 1/22 (2006.01)
G06K 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07117825 .5**
96 Fecha de presentación: **03.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2045872**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.04.2009**

54 Título: **DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO PARA TRANSPONDEDOR Y TARJETA INTELIGENTE CON DICHO DISPOSITIVO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.12.2011

73 Titular/es:
ASSA ABLOY AB
KLARABERGSVIADUKTEN 90 P.O. BOX 70340
107 23 STOCKHOLM, SE

72 Inventor/es:
Ayala, Stéphane;
Carre, Lionel y
Curty, Jari-Pascal

74 Agente: **Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 371 366 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

Dispositivo de acoplamiento para transpondedor y tarjeta inteligente con dicho dispositivo.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de acoplamiento para un dispositivo transpondedor y a una tarjeta inteligente que comprende un dispositivo transpondedor acoplado de forma inductiva a un dispositivo de acoplamiento. El objetivo de la invención es más particularmente un dispositivo de acoplamiento que resulta sencillo de fabricar, en particular, para tarjetas sin contacto o de interfaz dual.

Estado de la técnica

La tecnología de una unidad de acoplamiento inductivo es conocida en la técnica y se publicó por primera vez para transpondedores RFID en la patente US nº 5.270.717, como solución para proporcionar una configuración de transpondedor/antena de alcance extendido. Un transpondedor convencional se acopla a una antena larga y estrecha por medio de una bobina acoplada de forma holgada. Este documento describe el principio general de un dispositivo de acoplamiento inductivo.

Un dispositivo de acoplamiento para un transpondedor comprende en general una antena principal configurada para la comunicación de largo alcance con un lector RFID externo y una antena secundaria conectada en serie, estando configurada la antena secundaria como tal para acoplarse de forma inductiva a una antena del dispositivo transpondedor.

El acoplamiento inductivo, denominado también acoplamiento magnético, capacitivo o reactivo, se define por contraposición al acoplamiento eléctrico directo con material eléctricamente conductor. Las referencias en la presente descripción a acoplamiento inductivo, magnético, capacitivo o reactivo se refieren a un acoplamiento que es, de forma predominante o principal, inductivo, magnético, capacitivo o reactivo. Se apreciará que un acoplamiento que es principalmente inductivo también puede incluir algún acoplamiento capacitivo. A la inversa, un acoplamiento que es principalmente capacitivo también puede incluir algún acoplamiento inductivo (magnético) como mecanismo de acoplamiento secundario. A los sistemas que usan un acoplamiento principalmente inductivo se les hace referencia en la presente memoria como acoplamiento inductivo, y a los sistemas que usan un acoplamiento principalmente capacitivo se les hace referencia en la presente memoria como acoplamiento capacitivo.

Esta tecnología se ha usado de manera extensa para la fabricación de tarjetas sin contacto. Como ejemplo, la figura 1 ilustra la exposición realizada en la patente US nº 5.955.723. Una unidad de transpondedor comprende un chip 1 con una antena 2 y un dispositivo de acoplamiento inductivo, que comprende una antena principal 3 y una antena secundaria 4 conectadas en serie. Todos los elementos están integrados en el cuerpo de la tarjeta y están destinados a ampliar el alcance y la calidad de la comunicación de la unidad de transpondedor, en particular en el caso de una tarjeta sin contacto.

En el documento EP 0 931 295, se describe un planteamiento similar para una tarjeta inteligente RFID. Se proporciona un módulo con una antena en el mismo, y el módulo se fija en un rebaje del sustrato de la tarjeta alojado con un dispositivo de acoplamiento inductivo. El montaje se logra de tal manera que la antena en el módulo está acoplada de forma inductiva con la antena secundaria del dispositivo de acoplamiento. En los documentos EP 0 875 039 y WO 07 026 077, se dan a conocer módulos similares con antena. Esta solución es particularmente interesante para módulos de interfaz dual (con contacto y sin contacto).

Se presenta una alternativa en el documento EP 0 977 145, en el que se forma una antena directamente en la superficie del chip, cuando las antenas principal y secundaria del dispositivo de acoplamiento se han formado en una placa modular en la cual se va a montar el chip con el método de *flip-chip*. A este tipo de pequeños transpondedores (chip y antena juntos) se le denomina *coil-on-chip*, y es conocido en la técnica y está distribuido ampliamente en el mercado.

En todos los documentos de la técnica anterior previamente citados, se propone un dispositivo de acoplamiento que funciona con una unidad de transpondedor. El chip está conectado eléctricamente a la antena de mayor tamaño (la antena principal del dispositivo de acoplamiento) sin conexión física. Dichas unidades son mucho más resistentes al esfuerzo mecánico que las correspondientes que usan medios de conexión tradicionales tales como puntos de soldadura, bornes o hilos. La antena de transpondedor se mantiene en un tamaño pequeño (aproximadamente el tamaño del chip o del módulo) y se monta en la misma estructura rígida que el chip. Puede ser el propio chip o estar situada dentro de/sobre el encapsulado del chip (como un módulo de chip).

Todas las configuraciones dadas a conocer anteriormente, también como dipolo, de parche, de ranura, espiral, de hilo, de un solo bucle, de múltiples bucles y varios tipos híbridos de antena, son adecuadas para dichos sistemas de acoplamiento inductivo. El mecanismo para generar el campo magnético en el dispositivo de acoplamiento magnético puede variar basándose en el tipo o configuración de la antena. Son posibles todos los tipos de

acoplamiento, a baja frecuencia (LF: entre 30 y 300 kHz), alta frecuencia (HF: entre 3 y 30 MHz) o frecuencia ultra alta (UHF: por encima de 300 MHz).

5 La cuestión clave de esta tecnología es hallar un proceso sencillo y eficaz de producción en serie para fabricar el dispositivo de acoplamiento. El problema es que todos los elementos del dispositivo de acoplamiento se deben sintonizar de forma precisa para obtener la característica de transmisión y las prestaciones deseadas del sistema en su conjunto (dispositivo de acoplamiento + dispositivo transpondedor). Esto se ilustra, por ejemplo, en la ecuación que proporciona la inductancia mutua en el documento EP 1 325 468.

10 En la actualidad se han propuesto muchas soluciones que implican, todas ellas, un proceso de fabricación de múltiples etapas.

15 Una solución (usada, por ejemplo, por Smart Packaging Solutions, Francia) es usar una antena grabada, en una lámina central de material dieléctrico. Dos extremos de la antena, uno en cada lado de la lámina, se ensanchan para formar la superficie de electrodo opuesto de un condensador. Mediante la selección precisa de la relación de las dos superficies, se puede sintonizar la capacitancia del elemento. Un inconveniente de este método es que las pistas de la antena en cada lado de la lámina se deben conectar eléctricamente a través de esta última.

20 Otras soluciones como la conexión de condensadores, el cierre de bucles de antena, etcétera, implican todas ellas etapas adicionales de fabricación, la mayor parte del tiempo con dificultades técnicas y posibilidad de errores elevadas. Esta complejidad implica una producción menos reproducible y de menor calidad, lo cual es un inconveniente esencial para la producción en serie.

25 Una versión simplificada de un dispositivo de acoplamiento consiste en usar una estructura conductora como resonador con el fin de incrementar la interacción de la antena del transpondedor con el campo magnético del lector. Un resonador de este tipo puede presentar efectos diferentes, y formas diferentes. Por ejemplo, la barra de carga descrita en la patente US nº 6.285.342 se ajusta selectivamente para cambiar la parte real de la impedancia de entrada de una antena serpenteante.

30 En el documento DE 100 10 936, se describe un resonador en espiral que está acoplado a la antena de bucle de un transpondedor. La espiral está formada por un hilo metálico de diámetro d . El tamaño del paso (distancia media entre las vueltas de la espiral) p debería estar entre 1 y $5d$ para garantizar un acoplamiento magnético correcto con la antena de bucle.

35 En el documento WO 06 125 916 se da a conocer otro resonador en espiral. El devanado espiral está formado por una pista conductora obtenida mediante grabado en cobre. La pista tiene una anchura de $0,15$ mm. El paso del devanado espiral es también de $0,15$ mm, como la distancia entre la bobina de la antena (del transpondedor a acoplar al resonador) y una vuelta (interna/externa) de la espiral. Como los extremos del devanado espiral están sueltos y existen capacitancias parásitas entre las vueltas de la espiral, se puede producir una resonancia de corriente a una frecuencia particular. A continuación, esta corriente se transmite a la bobina de la antena también por acoplamiento capacitivo.

45 En contraposición al dispositivo de acoplamiento antes descrito, los dos resonadores en espirales descritos en estos últimos ejemplos presentan principalmente un comportamiento de acoplamiento capacitivo. No es posible ningún acoplamiento inductivo con la antena de un transpondedor ya que el efecto de las capacidades parásitas es demasiado importante. En la Fig. 2 se describe un resonador en espiral similar 5. La pista conductora forma una espiral con extremos sueltos. En este caso la referencia a espiral se refiere a una pista continua que sigue un recorrido devanado (geoméricamente en torno a un punto, una forma o una configuración) y que presenta una pluralidad de vueltas separadas. En el ejemplo mostrado en el presente caso, la espiral tiene una geometría rectangular, aunque son posibles otras geometrías cualesquiera.

50 En el nivel eléctrico, el parámetro más importante de un resonador de este tipo, además de la longitud total y el número de vueltas, es la distancia entre estas últimas. A la distancia media entre las vueltas de una espiral se le denomina en el presente caso paso p de la espiral. Si el paso es suficientemente pequeño, se crean capacitancias parásitas 6 entre diferentes segmentos de la espiral que son paralelos y próximos entre ellos. Esto se ilustra con la vista ampliada de la Fig. 2, en cuyo lateral se ha añadido también el diagrama eléctrico equivalente de este segmento del circuito resonador. Como los extremos de los devanados espirales están sueltos y existen unas capacitancias parásitas entre vueltas de la espiral, la espiral actúa como una línea de transmisión en la cual se produce una resonancia de corriente a una frecuencia particular. Cuanto menor sea el paso, más fuertes serán las capacitancias parásitas entre vueltas y más fuerte será la resonancia. La capacitancia parásita se reduce muy rápidamente a medida que aumenta el paso. Por encima de entre 5 y 10 veces la anchura de la pista conductora, la capacitancia parásita se hace insignificante.

65 El paso, tal como se define en la presente memoria, supone una geometría espiral regular con un intervalo de incremento constante del devanado. En realidad, las limitaciones del diseño y la fabricación hacen que resulte imposible crear una distancia perfectamente constante entre vueltas. Por lo tanto, la definición de paso en la

presente memoria debe entenderse como la distancia media entre las vueltas de la espiral completa (ponderada según la longitud de la espiral).

5 Resulta también interesante el documento WO 07 025 934, en el cual la frecuencia de resonancia de un circuito resonante espiral se sintoniza haciendo variar la separación entre las vueltas, en un segmento localizado de la circunferencia de la espiral. Una espiral de este tipo tiene dos partes que presentan, cada una de ellas, un paso parcial diferente. El paso de la espiral completa debe definirse como el valor medio (ponderado según la longitud de cada parte) de las mismas.

10 El documento EP 0 977 145 da a conocer una tarjeta de IC de Radiocomunicaciones con una primera bobina de antena formada en una superficie de un chip de IC. En una placa modular se forman una segunda bobina y una tercera bobina. El chip de IC está montado en la placa modular de tal manera que la primera bobina de antena del chip del IC está en oposición a la segunda bobina de antena.

15 **Sumario de la invención**

Un objetivo de la presente invención es mejorar los dispositivos conocidos.

20 Más específicamente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de acoplamiento para un dispositivo transpondedor, que resulte sencillo de fabricar, en particular, para tarjetas sin contacto o de interfaz dual.

25 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de acoplamiento para el cual el proceso de fabricación sea sencillo de llevar a cabo, fiable y que produzca dispositivos de buena calidad, en particular, usando una única etapa de fabricación, que implique solamente un elemento y una tecnología, y evitando el uso de múltiples elementos eléctricos que deban ser conectados.

30 Según la presente invención, el dispositivo de acoplamiento está formado por una pista conductora continua que tiene una sección central y dos secciones de extremo, formando la sección central por lo menos una pequeña espiral para acoplamiento inductivo con el dispositivo transpondedor, formando cada una de las secciones de extremo una espiral grande para acoplamiento inductivo con el dispositivo lector, en donde la espiral pequeña presenta un paso mayor que los correspondientes de las espirales grandes, y en donde los dos extremos de la pista continua están sueltos de tal modo que el dispositivo de acoplamiento forma un circuito abierto.

35 Los pasos de las espirales grandes se seleccionan de manera que las capacitancias parásitas entre vueltas sean considerables y de manera que las espirales grandes presenten principalmente un comportamiento capacitivo. Y el paso de la espiral pequeña se selecciona de manera que las capacitancias parásitas entre vueltas sean insignificantes, y de manera que la espiral pequeña presente principalmente un comportamiento inductivo.

40 La idea fundamental de la invención es usar las capacitancias parásitas, entre vueltas, de la "antena principal del dispositivo" de acoplamiento para optimizar la comunicación con el dispositivo lector, cuando la "antena secundaria" presenta un comportamiento principalmente inductivo que es adecuado para el acoplamiento inductivo con la unidad de transpondedor.

45 La fabricación del dispositivo de acoplamiento se reduce por lo tanto a la fabricación de una única pista conductora continua, aunque con un diseño complejo. Los parámetros de diseño son múltiples: longitud total de la antena, número de vueltas, dimensiones, geometría, posicionamiento relativo, pasos, etcétera. Todos estos parámetros del diseño son totalmente interdependientes, y su determinación precisa es un proceso empírico complejo. Debe considerarse como un sistema complejo entero que interacciona con la unidad de transpondedor para comunicarse de forma óptima con un lector externo.

50 En una forma de realización preferida, la pista conductora continua se realiza con un hilo metálico conductor incrustado en la superficie de un sustrato. El uso de un hilo metálico conductor garantiza que las características eléctricas y magnéticas sean constantes y homogéneas a todo lo largo de la pista conductora completa. La incrustación de hilos es un proceso de fabricación rápido, eficaz y bien conocido. Resulta sencillo programar cabezales de incrustación para lograr un diseño complejo. Los elementos tales como pequeños pasos o puentes (en particular si se usa un hilo aislado) son sencillos de obtener, incluso bajo condiciones de producción en serie (rapidez, fiabilidad, reproducibilidad, alta calidad y alto rendimiento).

60 El sustrato puede ser una capa central de una tarjeta inteligente, que se puede laminar con la unidad de transpondedor en el cuerpo de la tarjeta. Una forma de realización particular consiste en usar el dispositivo de acoplamiento en relación con un módulo de interfaz dual, que presenta terminales de contacto en la superficie de la tarjeta para una comunicación de tipo con contacto y una antena integrada en el módulo para acoplarla al dispositivo de acoplamiento para una comunicación de tipo sin contacto.

Descripción detallada de la invención

La invención se entenderá mejor en el texto posterior junto con los siguientes dibujos:

- 5 la figura 1 muestra un dispositivo de acoplamiento según una forma de realización conocida del estado de la técnica
- la figura 2 muestra un resonador en espiral según el estado de la técnica
- 10 la figura 3 muestra un dispositivo transpondedor y un dispositivo de acoplamiento según una primera forma de realización de la presente invención
- la figura 4 muestra un esquema eléctrico teórico simplificado, equivalente a la forma de realización mostrada en la figura 3
- 15 la figura 5 muestra un dispositivo de acoplamiento de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención, y
- 20 la figura 6 muestra un dispositivo de acoplamiento según una tercera forma de realización de la presente invención.

La figura 3 muestra una primera forma de realización del dispositivo de acoplamiento 10 de la invención. Dicho dispositivo se usa para acoplar un dispositivo de transpondedor 7 (representado aquí junto a la unidad de acoplamiento 10) a un dispositivo lector externo no representado en esta figura. El dispositivo de acoplamiento 10 se forma con una única pista conductora que tiene una sección central y dos secciones externas. La parte central se forma como una espiral pequeña 12 con un paso grande, mientras que las dos secciones externas forman una espiral grande 11 y 11' con un paso pequeño. De hecho, la espiral 11 y 11' son dos elementos físicos espirales diferenciados, pero que forman un único elemento espiral geométrico (con una corta interrupción en el medio).

Comenzado desde el extremo suelto 13 en el lado externo del dispositivo, la pista forma en primer lugar casi cuatro vueltas de una espiral grande 11 con un paso pequeño. A continuación, este elemento geométrico se interrumpe y la pista discurre entonces en la región central de la espiral 11 para formar allí una espiral más pequeña 12 de tres vueltas y con un paso mayor. Una vez más, este elemento geométrico se interrumpe, y la pista conductora vuelve a una posición exactamente junto al primer punto de interrupción. Desde allí, la pista forma una segunda espiral grande 11', que es la continuación geométrica de la espiral grande 11, también con casi cuatro vueltas y aproximadamente el mismo paso pequeño. En esta forma de realización, la distancia de separación entre la vuelta interna de la espiral grande 11 y la vuelta externa de la espiral grande 11' es constante e igual al paso de las espirales grandes.

Además de los elementos espirales 11, 11' y 12, la pista continua comprende también algunas partes de conexión pequeñas, como las correspondientes entre los diferentes puentes 14. En la figura 3, los extremos 13 y 13' de la pista continua tampoco forman parte geoméricamente de las espirales grandes 11 y 11', sino que se forman como pequeñas extensiones libres de las mismas. Siempre que las mismas permanezcan sueltas o no formen un elemento de radiación adicional, la forma exacta de estos extremos no es relevante para la invención.

Existen muchas maneras de fabricar la pista conductora continua, tales como, por ejemplo: impresión (mediante impresión por serigrafía, chorros de tinta, etcétera), grabado (plasma, galvanoplastia), fijación (banda conductora o superficie metálica, o hilos, por ejemplo),...

La forma de realización preferida según la invención consiste en usar un hilo conductor, preferentemente incrustado en un sustrato. Tal como ya se ha mencionado anteriormente, el uso de un hilo conductor garantiza que las características eléctricas y magnéticas son constantes y homogéneas a todo lo largo de la pista conductora completa. La incrustación de hilos es un proceso de fabricación rápido, eficaz y bien conocido. Resulta sencillo programar cabezales de incrustación para lograr un diseño complejo.

En la figura 3, la pista continua se ha realizado con un hilo aislado que se ha incrustado en un sustrato (no mostrado). Con el uso de un hilo aislado, resulta extremadamente ventajoso formar el puente 14 a lo largo de la pista. Debido a la complejidad del diseño (diferentes estructuras espirales), no se puede evitar el uso del puente, en donde una parte de la pista cruza por encima (o por debajo) de otra parte de la pista. En muchos procesos diferentes de la tecnología, tales como impresión, grabado, ..., la creación de una parte de puente solamente es posible interrumpiendo el proceso de fabricación de la pista conductora, cubriendo la parte de pista puenteada con un material aislante, y reiniciando la fabricación de la pista conductora mediante la formación de una parte de pista sobre el material aislante. Dicha interrupción, en el proceso y en la estructura de la pista conductora, se considera como un inconveniente. Por lo tanto, una forma de realización ventajosa consiste en usar un hilo aislado. Cuando el cabezal de incrustación coloca una parte de hilo sobre otra para formar un puente, el aislamiento del hilo garantiza

que no se produzca ningún cortocircuito. Una alternativa consiste en usar hilo no aislado y la etapa de proceso descrito en el documento DE 19 916 180.

El dispositivo de transpondedor 7 representado junto al dispositivo de acoplamiento 10 en la Fig. 3 está destinado a colocarse sobre la espiral pequeña 12 (tal como se muestra por medio de la flecha) para acoplarse al dispositivo de acoplamiento 10. El dispositivo de transpondedor tiene una antena 8 conectada a un chip de transpondedor 9 (circuito integrado). Se puede usar cualquier tipo de dispositivo de transpondedor. La idea general consiste en usar un dispositivo de transpondedor compacto y pequeño como por ejemplo un *coil-on-chip* (tal como en el documento EP 0 977 145), un módulo con antena (como en los documentos EP 9 875 039 y WO 07 026 077), una bobina de aire (hilo delgado devanado en forma de un anillo pequeño (con algunos cientos de vueltas: de tipo LF) y unido directamente a los terminales del chip, como en el documento EP 0 756 736). El dispositivo de transpondedor 7 representado en la figura 3 es meramente simbólico, y ni el diseño de la antena 8, ni su conexión con el chip 9 deberían interpretarse como limitativos del alcance de la invención.

La geometría y las dimensiones de la antena 8 deben ser lo más similares posibles a las de la espiral 12. Cuando la antena 8 se posiciona sobre la espiral 12, los hilos conductores de las bobinas deberían discurrir con la separación más pequeña posible entre ellos para acoplarse bien, de forma inductiva. Esto no significa que los diseños de la antena 8 y de la espiral 12 deberían ser absolutamente idénticos. El diseño de la espiral 12 está sujeto a limitaciones diferentes a las de la antena del transpondedor: espacio disponible en el sustrato, paso grande, diámetro del hilo, etcétera. Cuantas más partes de la espiral 12 sean paralelas y próximas a partes de la antena 8, mejor será el acoplamiento inductivo. Ambos elementos pueden tener diferencias como: naturaleza física (hilos, impresión, deposición...), número de vueltas, paso,...

Debería considerarse que la invención no se limita al diseño mostrado en la figura 3. Se puede disponer de una pluralidad de espirales pequeñas 12 formadas con la parte central de la pista continua. La espiral pequeña 12 también puede discurrir externamente con respecto a las espirales grandes 11 y 11'. Todo depende de la superficie disponible.

La figura 4 muestra un diagrama eléctrico teórico simplificado equivalente a la forma de realización mostrada en la figura 3. Las dos espirales grandes 11 y 11' se representan con la sucesión discreta de capacitancias parásitas locales entre vueltas e impedancias de partes locales de la pista, según se ha descrito anteriormente en la descripción de la Fig. 2. Las dos espirales 11 y 11' actúan como una línea de transmisión en la que se produce una resonancia de corriente a una frecuencia particular. Esta corriente circula también en la parte de bobina (espiral pequeña) 12 encarada directamente a la antena 8, y, en el transpondedor 7, se genera una corriente correspondiente generada de manera inductiva. De este modo, se puede obtener un proceso de comunicación RFID entre un lector RFID externo y el chip de transpondedor 9, a través de la corriente de resonancia que se produce en las espirales grandes 11 y 11'.

Tal como se ha dicho anteriormente, la determinación de los parámetros del diseño es un proceso empírico. Se hace frente a un sistema complejo con parámetros interdependientes. Es también probable que las dos espirales grandes 11 y 11', según se representa en la Fig. 3, estén acopladas entre sí, ya que existen por lo menos capacitancias parásitas adicionales entre ellas. Estas capacidades de acoplamiento adicionales 15 se han añadido (con una base hipotética) con líneas de puntos grises en la Fig. 4. El diagrama eléctrico equivalente, real, completo, de la Fig. 3 es todavía más complejo, aunque en la presente solicitud se ilustran los fundamentos.

Las pruebas han revelado que una minimización del paso entre hilos de la espiral grande es una forma de obtener frecuencias de resonancia óptimas. Un paso de las espirales grandes 11 y 11' aproximadamente equivalente al diámetro del hilo usado para formar la pista conductora pareció resultar una solución buena y práctica (típicamente 100 micrómetros para aplicaciones de LF).

Otro aspecto claramente optimizador es que la geometría y las dimensiones de la antena 8 deben ser lo más similares posibles a las correspondientes de la espiral 12 (tal como se ha descrito anteriormente). Un paso de la espiral pequeña 12 aproximadamente equivalente a la quinta parte o diez veces el diámetro del hilo usado para formar la pista conductora se ha revelado como una solución buena y práctica.

Finalmente, se ha revelado que las dos espirales grandes 11 y 11' deberían ser lo más similares posible. Cuanto más equivalentes sean sus propiedades eléctricas (y magnéticas), mejor será la resonancia de corriente y mejores serán los rendimientos del dispositivo de acoplamiento. Idealmente, las dos espirales deberían ser perfectamente simétricas, una posicionada junto a otra. No obstante, debido a limitaciones de espacio, con frecuencia esto no será posible. Se puede jugar con diferencias de geometría (cuadrada, redondeada, elíptica,...), del número de vueltas, de la longitud total, de los pasos, etcétera. La forma de realización de la Fig. 3 es un ejemplo de una solución práctica. Cualquier variación debe entenderse como parte del alcance de esta invención.

Existe además otra razón para disponer de dos espirales grandes 11 y 11', una en cada lado (según la pista conductora continua) de la espiral pequeña 12. Si un extremo de la espiral pequeña 12 está suelto y "flotando" eléctricamente, no es posible la resonancia.

Las figuras 5 y 6 muestran otras dos formas de realización del dispositivo de acoplamiento 10 de la invención. En estos casos, las dos espirales grandes 11 y 11' presentan una distancia de separación d que es mucho mayor que su paso. En la figura 5, este intersticio existe solamente en un lado del perímetro de las espirales grandes respectivas, mientras que en el otro lado, la distancia de separación entre la vuelta interna de la espiral grande 11 y la vuelta externa de la espiral grande 11' es constante e igual al paso de las espirales grandes. La forma de realización de la Fig. 6 es todavía más extrema, ya que presenta diferentes intersticios (cada uno de ellos mucho mayor que el paso de las espirales grandes) para cada lado de las espirales grandes 11 y 11'.

Debido a limitaciones técnicas, nos podemos ver obligados a modificar la forma de realización ideal mostrada en la Fig. 3, y afrontar intersticios d según se ha descrito anteriormente. La consecuencia de dichos intersticios es que se produce un acoplamiento capacitivo menor (caso de la Fig. 5) o inexistente (caso de la Fig. 6) entre las dos espirales grandes 11 y 11'. Cuando las mismas no están interaccionando correctamente, se han medido reducciones del rendimiento. Consecuentemente, se deben formar muchas más vueltas en cada una de las espirales grandes 11 y 11', para lograr frecuencias de resonancia óptimas. Esto tiene un impacto sobre la calidad del proceso (resulta difícil garantizar una incrustación estable de los hilos— con paso constante,...) y acentúa las limitaciones de tamaño (en particular en el caso de una tarjeta inteligente con dimensiones ISO dadas).

Una solución para mejorar el rendimiento del sistema y reducir la frecuencia de resonancia del mismo es añadir un resonador según se ilustra en la Fig. 2. Como ejemplo, se supone que el dispositivo de acoplamiento 10 según la Fig. 5 se ha fabricado mediante incrustación de hilos en una capa de PVC. En una segunda capa, se produce un resonador en espiral mediante incrustación de hilos. Este resonador tiene una geometría y dimensiones iguales a la de la espiral grande externa 11. Finalmente, este resonador en espiral puede tener más vueltas (el número de vueltas se debe seleccionar de forma precisa con la frecuencia de resonancia deseada) y tiene dos extremos sueltos. A continuación, las dos capas se laminan entre sí (finalizando en el cuerpo de una tarjeta). Mediante el uso de un resonador y un dispositivo de acoplamiento juntos, se puede evitar el uso de un número "ilógico" de vueltas para uno de estos elementos, y se garantiza al mismo tiempo un rendimiento óptimo para el sistema completo. Tal como se ha mostrado anteriormente, el uso de un resonador de este tipo es bien conocido en la técnica, pero su uso en combinación con un dispositivo de acoplamiento forma también parte de la invención.

Lista de referencias numéricas:

- 1 chip transpondedor
- 2 antena de transpondedor
- 3 antena principal del dispositivo de acoplamiento
- 4 antena secundaria del dispositivo de acoplamiento
- 5 resonador en espiral
- 6 capacitancia parásita entre vueltas
- 7 dispositivo transpondedor
- 8 chip de transpondedor
- 9 antena de transpondedor
- 10 dispositivo de acoplamiento
- 11 espirales grandes
- 12 espiral pequeña
- 13 extremo suelto
- 14 puente
- 15 capacitancia de acoplamiento adicional

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de acoplamiento (10) para el acoplamiento entre un dispositivo transpondedor (7) y un dispositivo lector, comprendiendo dicho dispositivo transpondedor una antena de transpondedor (8) conectada a un chip de transpondedor (9), caracterizado porque el dispositivo de acoplamiento comprende una pista conductora continua que tiene una sección central y dos secciones externas, formando la sección central por lo menos una espiral pequeña (12) para el acoplamiento inductivo con el dispositivo transpondedor, formando cada una de las secciones externas una espiral grande (11, 11') para el acoplamiento inductivo con el dispositivo lector, presentando la espiral pequeña de la sección central un paso mayor que los pasos de la espiral grande de las secciones externas, y estando los dos extremos (13, 13') de la pista continua sueltos, de tal modo que el dispositivo de acoplamiento forma un circuito abierto.
- 10
- 15 2. Dispositivo de acoplamiento según la reivindicación 1, en el que los pasos de las espirales grandes (11, 11') se seleccionan de manera que las capacitancias parásitas entre vueltas sean importantes y de manera que las espirales grandes presenten principalmente un comportamiento capacitivo.
- 20 3. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el paso de la espiral pequeña se selecciona de manera que las capacitancias parásitas entre vueltas sean insignificantes, y de manera que la espiral pequeña presente principalmente un comportamiento inductivo.
- 25 4. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los pasos de las dos espirales grandes (11, 11') son aproximadamente iguales.
5. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que una de dichas espirales grandes es una espiral exterior y la otra de dichas espirales grandes es una espiral interior, la distancia de separación entre la vuelta interna de la espiral grande exterior (11) y la vuelta externa de la espiral interior (11') es constante y aproximadamente igual al paso de las espirales grandes.
- 30 6. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pista conductora está realizada con un único hilo continuo.
- 35 7. Dispositivo de acoplamiento según la reivindicación 6, en el que el hilo está incrustado en una superficie de un sustrato.
- 40 8. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones 6 a 7, en el que los pasos de las espirales grandes (11, 11') son aproximadamente equivalentes al diámetro del hilo.
9. Dispositivo de acoplamiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la espiral pequeña (12) tiene aproximadamente las mismas dimensiones que la antena de transpondedor (8).
- 45 10. Tarjeta inteligente que comprende un dispositivo transpondedor acoplado de forma inductiva a un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, habiéndose formado el dispositivo de acoplamiento en una capa central de la tarjeta inteligente.
- 50 11. Tarjeta inteligente según la reivindicación 10, en la que el dispositivo transpondedor es un módulo de interfaz dual, estando montada la antena de transpondedor en el módulo.
12. Tarjeta inteligente según una de las reivindicaciones 10 a 11, en la que una de las espirales grandes (11) tiene aproximadamente las mismas dimensiones que la tarjeta.
13. Tarjeta inteligente según una de las reivindicaciones 10 a 12, en la que un resonador en espiral (5) que tiene aproximadamente las mismas dimensiones que una de las espirales grandes (11) está colocado en el cuerpo de la tarjeta en proximidad vertical de esta espiral grande.

Fig. 1

estado de la técnica

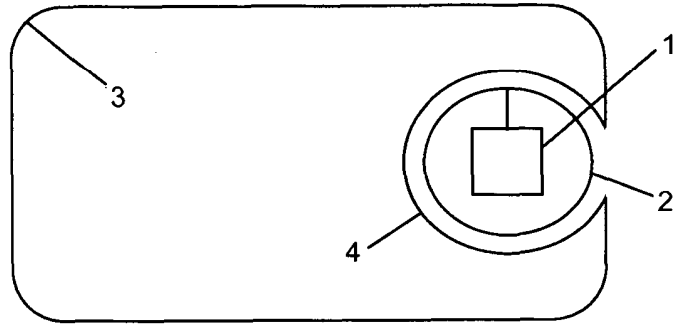


Fig. 2

estado de la técnica

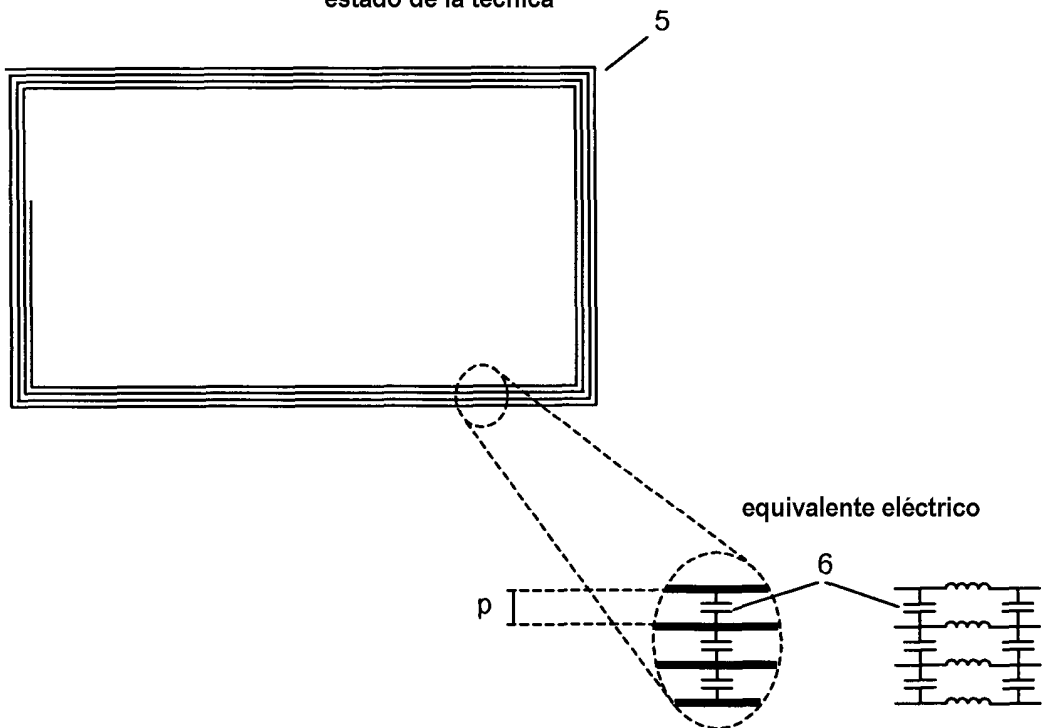


Fig.3

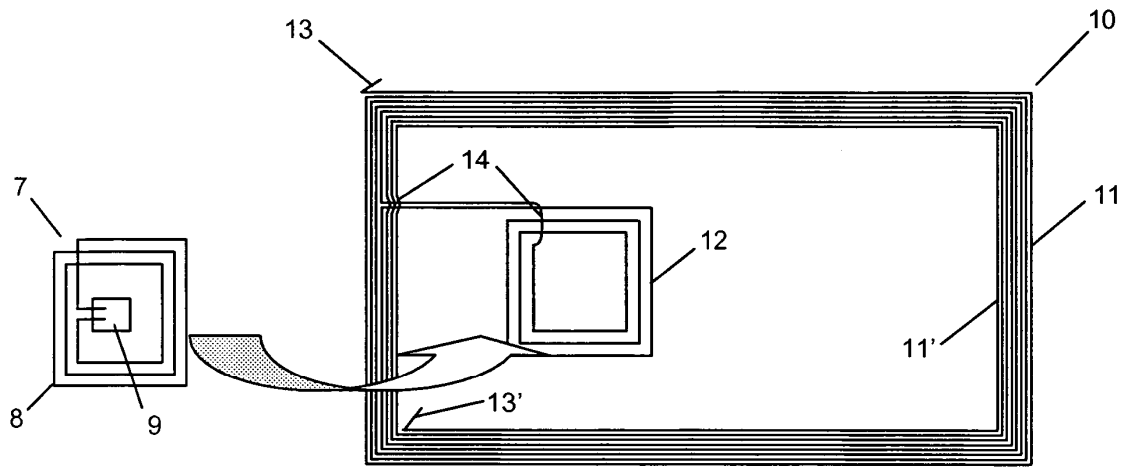


Fig. 4

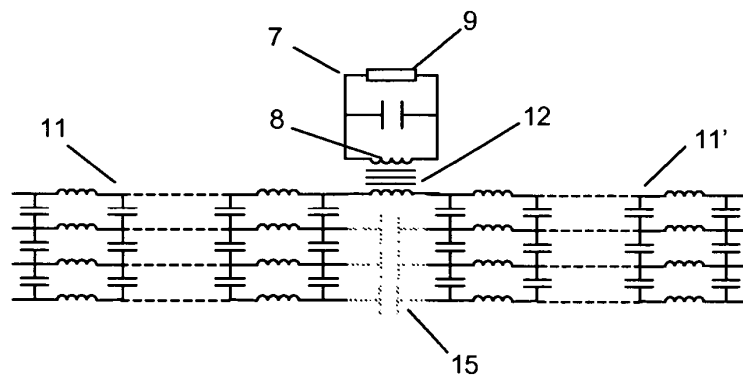


Fig.5

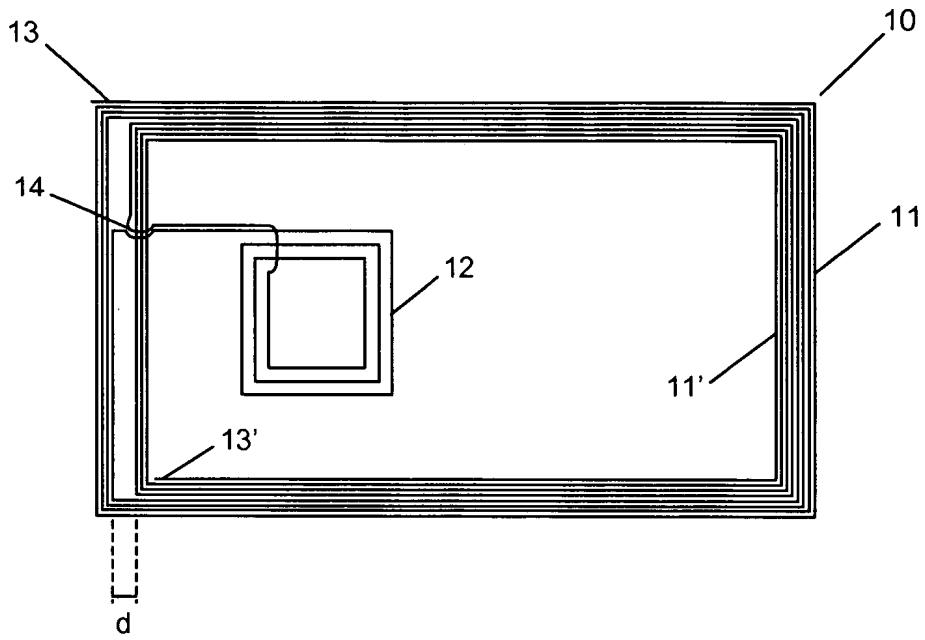


Fig. 6

