

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 628**

51 Int. Cl.:

H04B 5/00 (2006.01)

G06K 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2015 PCT/EP2015/077931**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17088933**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2015 E 15801435 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3381130**

54 Título: **Disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.04.2021

73 Titular/es:
SATO HOLDINGS KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
7-1 Shimomeguro 1-chome Meguro-ku
Tokyo 153-0064, JP

72 Inventor/es:
FRANK, MARKUS y
HEDBERG, MATS

74 Agente/Representante:
MILTENYI , Peter

ES 2 816 628 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

Disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas

5 **CAMPO**

La presente invención se refiere ampliamente a la tecnología de acoplamiento electromagnético. Más en concreto, una forma de realización no limitante de la presente invención se refiere a una disposición de acoplador electromagnético adecuada para su uso en una impresora para codificar incrustaciones de RFID u otras aplicaciones de codificación de campo cercano.

10 **ANTECEDENTES**

La identificación por radio frecuencia (RFID) es una tecnología que utiliza ondas de radio para transferir datos desde etiquetas electrónicas (conocidas como etiquetas de RFID o incrustaciones de RFID). La información se almacena electrónicamente en la etiqueta. Para leer la información, un lector de RFID transmite una señal de radio codificada para interrogar la etiqueta. Por lo tanto, la etiqueta de RFID incluye una antena. Además, cada etiqueta de RFID incluye un bucle de corriente adecuado para un acoplamiento inductivo. La misma antena y/o el bucle de corriente también se pueden utilizar para codificar la etiqueta de RFID por medio de un acoplamiento electromagnético.

20 Un dispositivo de RFID que incluye una antena se suele denominar una incrustación. En particular, una incrustación es un dispositivo de RFID que incluye un film de antena metálica flexible soportada en un sustrato flexible, que está conectado a un transpondedor. El transpondedor, incluido en el bucle de corriente, es un circuito integrado para descifrar señales enviadas a la incrustación y recibidas por la antena y también para enviar una señal a la antena, que a continuación es transmitida por la antena. La antena de la incrustación se puede ajustar (es decir, dimensionar) para comunicarse a una determinada frecuencia objetivo con un transceptor, que a veces se denomina interrogador. El interrogador normalmente incluye una antena para comunicación con la incrustación de RFID. Una incrustación puede ser activa o pasiva. Una incrustación activa incluiría su propia fuente de energía, tal como una batería, mientras que una incrustación pasiva recibiría su energía procedente de una fuente externa tal como un interrogador.

30 En los últimos años se han conocido dispositivos de impresión que permiten desplazar una incrustación de RFID en un medio tal como una hoja de papel y, al mismo tiempo, permiten codificar la incrustación de RFID con la información deseada durante el proceso de impresión. La codificación se realiza por medio de un acoplamiento electromagnético, preferiblemente en el campo cercano reactivo. Con este fin, se proporcionar una impresora/codificadora de RFID con una disposición de acoplador electromagnético que encaja en una cavidad de la impresora para acoplar la energía electromagnética que porta la información de codificación en la incrustación de RFID que se encuentra en el medio, mientras el medio es guiado a través de la impresora/codificadora a lo largo de una recorrido de medios.

40 Convencionalmente, se utilizan dos tipos de tecnologías para codificar etiquetas (incrustaciones) de RFID en el campo cercano reactivo, que son, en principio, adecuadas para ser encajadas en unas cavidades de la impresora:

45 Unos diseños de acoplador estático utilizan un circuito eléctrico rígido de RF (radio frecuencia), tal como un circuito de línea de transmisión en una placa de circuito impreso (PCB). Como el circuito es rígido y las geometrías de incrustación generalmente tienen una variabilidad muy alta en un factor de forma, el comportamiento de acoplamiento de RF entre el acoplador y la incrustación también tendrá una alta variabilidad. Por lo tanto, para cada tipo de incrustación se pueden identificar de forma única perfiles de ventana de RF.

50 Alternativamente, en la técnica anterior se conocen diseños de acopladores adaptativos con un control externo (también denominados acopladores semi-adaptativos). En esta tecnología, la estructura de acoplador se divide en diversas "celdas de acoplamiento" tal como una matriz. Cada celda es controlada individualmente por algún circuito y software externos. Esto significa que para cada tipo de incrustación, con independencia de su geometría, se puede realizar una adaptación en la que sólo se activan celdas para ese factor de forma de incrustación particular, con el fin de conseguir un acoplamiento óptimo. En el caso ideal, se puede conseguir un acoplamiento óptimo, con independencia del factor de forma de la incrustación, teniendo un conocimiento previo de qué celdas activar. Con el fin de obtener esta información sobre qué celdas se deben activar, se requiere un conocimiento del perfil de la incrustación. Por lo tanto, es necesario un proceso de exploración de geometrías de incrustación desconocidas. La información obtenida por la exploración puede ser almacenada en una memoria de modo que cada tipo de incrustación sólo necesita ser explorada una vez. Sin embargo, se tiene que repetir el proceso para cada nuevo tipo de incrustación. Por lo tanto, un acoplador adaptativo de dicho tipo no es operable como un componente autónomo, sino que debe ir acompañado de una solución de software que contenga los algoritmos necesarios para el proceso de exploración requerido para el control externo de las celdas a activar, involucrando posiblemente a todo el sistema de impresora.

65 El elemento de acoplamiento, ya sea en una configuración única que conforma todo el acoplador o en una configuración de matriz, es generalmente un diseño no optimizado, ya que existe una gran variación de geometrías de incrustación. En muchos casos, se utiliza una tecnología de línea de transmisión (TRL) para un acoplamiento de campo de fuga de diferentes geometrías de TRL. En otros casos, se utiliza una estructura más

parecida a la de una antena de radiación, con un coste de blindaje extensivo para aislamiento de radio frecuencia (RF). Con independencia de cuál de las configuraciones mencionadas se utilice, se consigue un acoplamiento no optimizado. Una solución para la adaptación de la geometría puede ser entonces la configuración de matriz, con una excitación controlada de los elementos individuales para un campo de acoplamiento de RF optimizado, se supera la imperfección del elemento individual.

Como se puede observar a partir de lo anterior, es un inconveniente de los dos tipos de acopladores convencionales que se han descrito anteriormente que se necesitan calibraciones con el fin de adaptar la disposición de acoplamiento a una incrustación a codificar en particular, antes de que se pueda realizar una codificación real. Se debe conocer (acoplador estático) la posición de la incrustación para un acoplamiento óptimo, o (acoplador adaptativo con control externo) se debe obtener y almacenar la formación del perfil de la incrustación.

En el caso estático, cada tipo de incrustación tiene su propia y única posición requerida, que no puede ser cambiada por un acoplador fijo. Por lo tanto, los diseños estáticos que se han descrito no serían adecuados para ciertas aplicaciones en las que no se puede conseguir una posición deseada. También se puede dar el caso de que, a causa de las relaciones geométricas, el rendimiento del acoplamiento sea demasiado débil para controlar cualquier codificación.

En el caso adaptativo controlado externamente, se necesita una función de exploración con el fin de conocer el perfil de incrustación. Además, si la resolución de la matriz de celdas de acoplamiento no es lo suficientemente alta, pueden existir todavía tipos de incrustación que no se pueden codificar y la resolución requerida para cualquier tipo de incrustación futuro puede ser difícil de determinar. El acoplador adaptativo con control externo no se puede utilizar en un "estado vacío" en tiempo real sin información sobre cómo se debe activar la matriz de celdas para cualquier tipo de incrustación. Además, no se puede proporcionar como un componente autónomo que está separado con independencia del sistema al que pertenece, sino que debe estar integrado con la periferia de software y también de hardware. Además, la resolución puede ser todavía demasiado poco precisa para tratar todos los tipos de incrustaciones.

El documento US 2015/130289 A1 está orientado a una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas, en la que el acoplamiento se consigue por medio de una matriz unidimensional o bidimensional de elementos de alteración de fase, con el fin de transformar una señal de campo de entrada en un campo electromagnético distribuido con una fase sustancialmente constante a lo largo de la superficie superior.

El documento US 2011/115611 A1 describe una disposición de acoplador de codificación, en la que un elemento de acoplamiento se basa en una línea de transmisión de stripline uniforme terminada que forma un bucle. Se describe una gran variedad de formas del elemento de acoplamiento.

El documento US 2007/229368 A1 describe un transformador de equilibrio o balun que sirve como un acoplador para alimentar un sistema de antena. Las impedancias de entrada y de salida se corresponden.

RESUMEN

La presente invención tiene por objeto proporcionar una disposición mejorada de acoplador electromagnético que es aplicable para acoplar de manera eficiente energía electromagnética en incrustaciones con forma arbitraria sin necesidad de una calibración o un control externo.

Esto es conseguido por las características de la reivindicación 1.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas para acoplar energía electromagnética con un bucle de corriente eléctrica de una etiqueta de RFID con una forma geométrica arbitraria, por medio de un acoplamiento de campo cercano reactivo. La disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas comprende una capa de superficie superior que forma una superficie superior de la disposición de acoplador electromagnético para su colocación lo más cerca posible de una etiqueta de RFID a la que se va a acoplar la energía electromagnética. La capa de superficie superior comprende un bucle de línea de transmisión para conseguir el acoplamiento electromagnético por medio de un acoplamiento inductivo con un bucle de corriente de la etiqueta de RFID. El bucle de línea de transmisión es una línea de transmisión continua de longitud finita formada en un bucle de modo que dos terminales del mismo se aproximan entre sí. La disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas comprende además una capa metálica de plano de tierra. Además, la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas comprende una capa de alimentación. La capa de alimentación incluye un elemento transformador de equilibrio o balun para alimentar los dos terminales con el fin de formar una entrada diferencial de dicho bucle de línea de transmisión con señales de corriente obtenidas dividiendo una señal de entrada en dos partes iguales en amplitud y con un desplazamiento de fase de 180° entre sí. De este modo, se forma un bucle de línea de transmisión diferencial a partir de dicho bucle de línea de transmisión. El transformador de equilibrio o balun incluye además un medio de transformación de impedancia inherente para hacer que la impedancia de una interfaz de sistema de alimentación externo se corresponda con la impedancia de entrada diferencial del bucle de línea de transmisión.

El enfoque de una forma de realización no limitante de la presente invención es proporcionar una disposición de acoplador electromagnético, que permite un acoplamiento inductivo directo entre un bucle de línea de transmisión alimentado diferencialmente (bucle de línea de transmisión) y el bucle de corriente de una etiqueta de RFID (incrustación de RFID) a codificar. Un acoplamiento de campo cercano reactivo altamente eficiente se consigue por medio de la alimentación diferencial del bucle de línea de transmisión. Una capa metálica de plano de tierra dispuesta en las proximidades del bucle de incrustación y del bucle de acoplamiento actúa como un blindaje o escudo bidimensional eficaz e impide que se escape la radiación de energía de RF. La construcción del elemento de acoplamiento en forma de bucle de línea de transmisión continuo permite una optimización de su geometría, con independencia de cualesquiera componentes electrónicos discretos para hacer corresponder las impedancias. La flexibilidad de diseño se proporciona cuando los componentes distribuidos pueden ser agrupados en un subgrupo separado de componentes, en relación con un problema teórico de campo puro, y los componentes discretos en otro, en relación con un problema de valor de componente. En este caso, esta posibilidad la proporciona el plano de tierra, que separa el lado de componentes distribuidos (en la capa de superficie superior) con respecto al lado de componentes discretos (debajo del plano de tierra, en la capa de alimentación).

Preferiblemente, la capa de superficie superior y la capa metálica de plano de tierra se realizan en una tecnología de microstrip. También es preferible que la capa de alimentación sea una capa de microstrip. A este respecto, la tecnología de microstrip tiene, en comparación con la tecnología de stripline, la ventaja de que se requiere un menor número total de capas, ya que una sola capa de plano de tierra es suficiente.

Según otra forma de realización adicional preferida no limitante, la capa de alimentación es una capa de stripline.

De acuerdo con formas de realización preferidas no limitantes, hay una pluralidad de bucles de línea de transmisión dispuestos en una matriz unidimensional o bidimensional en la capa de superficie superior. También preferiblemente, se proporciona un transformador de equilibrio o balun separado para cada uno de la pluralidad de bucles de línea de transmisión en la capa de alimentación. Según otra forma de realización preferida no limitante, la pluralidad de bucles de línea de transmisión son alimentados a través de un solo transformador de equilibrio o balun, en cuyo caso la pluralidad de bucles están dispuestos e interconectados de tal manera que se presenta una impedancia segura hacia la salida del transformador de equilibrio o balun.

También, preferiblemente, se forma un campo magnético de fase constante a lo largo de la capa de superficie superior. De este modo, en una disposición de acoplador electromagnético que tiene una pluralidad de bucles de línea de transmisión (celdas de acoplamiento) que forman una matriz, se pueden codificar estructuras de incrustación con una forma arbitraria, sin necesidad de un control externo mediante software y/o hardware dedicado. Preferiblemente, en el caso de una matriz unidimensional, dicho campo magnético de fase constante se consigue por medio de una compensación de fase, incluyendo unas secciones de línea de transmisión que tienen una longitud eléctrica de $\lambda/2$ entre cada uno de los bucles de línea de transmisión, respectivamente, en el que λ es la longitud de onda guiada de la línea de transmisión. En el caso de una matriz bidimensional, la compensación de fase entre las columnas de la matriz se consigue preferiblemente proporcionando una red (80) de componentes agrupados o distribuidos de acuerdo con las longitudes eléctricas seleccionadas de los segmentos de línea de transmisión entre los bucles de línea de transmisión.

Preferiblemente, el bucle de línea de transmisión como una geometría con forma súper elíptica, de acuerdo con la representación paramétrica (en coordenadas cartesianas x e y):

$$x = a \left| \cos \theta \right|^{\frac{2}{m}} \operatorname{sgn}(\cos \theta) \quad y = b \left| \sin \theta \right|^{\frac{2}{n}} \operatorname{sgn}(\sin \theta) \quad a, b > 0 \quad m, n \geq 2 \quad \theta \in [0, 2\pi].$$

En este caso, los parámetros a (longitud) y b (altura) determinan el tamaño del bucle. Los parámetros m y n determinan la curvatura.

Preferiblemente, la señal de entrada es una señal de entrada de onda guiada estándar proporcionada por un sistema de cable coaxial de 50 Ω (Ohm).

Preferiblemente, dos capas dieléctricas están dispuestas entre la capa de superficie superior, la capa de plano de tierra y la capa de alimentación, respectivamente, en el que la capa de alimentación y la capa de superficie superior están conectadas a través de unas vías. En consecuencia, entre cada dos capas metálicas (capas de señal) se encuentra una capa de material de sustrato dieléctrico, que aísla eléctricamente las capas metálicas.

Preferiblemente, la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas se utiliza para codificar la etiqueta de RFID acoplando energía electromagnética a la misma.

También preferiblemente, la disposición de acoplador se utiliza en una impresora, en la que se disponen incrustaciones de RFID a codificar en un medio guiado de la impresora a lo largo de un recorrido de medios. La forma de la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas preferiblemente puede ser adaptada flexiblemente para conseguir una distancia constante entre la superficie superior y el recorrido de medios de la impresora en todas las posiciones de la superficie superior.

De acuerdo con una forma de realización no limitante de la presente invención, se proporciona una impresora/codificadora de RFID que comprende una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según el primer aspecto. Dado que el acoplamiento electromagnético para transferir información de codificación a una incrustación de RFID se produce en el campo cercano reactivo, la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas puede ser fácilmente encajada en una cavidad de la impresora, en la proximidad del recorrido de medios.

La presente invención tiene por objeto, en términos generales, proporcionar una disposición mejorada de acoplador electromagnético que es aplicable para acoplar eficientemente energía electromagnética en incrustaciones con una forma arbitraria sin necesidad de una calibración o un control externo.

Estos y otros aspectos y características de formas de realización no limitativas serán evidentes para los expertos en la materia con la revisión de la siguiente descripción de formas de realización específicas no limitativas junto con los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se harán evidentes características adicionales y ventajas de formas de realización no limitantes de la presente invención a partir de la siguiente descripción según se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas de acuerdo con formas de realización no limitantes de la presente invención;

La Figura 2 es una ilustración funcional simplificada de un bucle de línea de transmisión diferencial según se utiliza en formas de realización no limitantes de la presente invención;

La Figura 3 es una ilustración de una estructura de capas de ejemplo de una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas junto con una incrustación a codificar, de acuerdo con una forma de realización no limitante de la presente invención;

La Figura 4 ilustra ejemplos de geometrías de incrustación;

La Figura 5 ilustra una pluralidad de geometrías de bucle de ejemplo que se basan en la ecuación de súper elipse;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de una matriz unidimensional de bucles de línea de transmisión diferencial de acuerdo con formas de realización no limitantes de la presente invención;

La Figura 7 ilustra un ejemplo de una matriz bidimensional de bucles de línea de transmisión diferencial de acuerdo con formas de realización no limitantes de la presente invención; y

La Figura 8 ilustra una disposición de ejemplo para realizar una compensación de fase entre las columnas de una matriz bidimensional.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Formas de realización no limitantes divulgadas en este documento transforman una señal de entrada estándar (tal como, por ejemplo, en un sistema de 50Ω) en un campo cercano mejorado sin ningún fenómeno (propagación) de onda para un acoplamiento hacia incrustaciones de RFID. El acoplamiento de acuerdo con formas de realización no limitantes de la presente invención es básicamente un acoplamiento magnético (inductivo). Puesto que la incrustación es un dispositivo ajustado al campo lejano para una propagación a grandes distancias (o al menos para el campo cercano de radiación), se ha realizado una forma de realización no limitante de la presente invención con el fin de limitar el acoplamiento basado en radiación y en su lugar acoplar energía e información procedente del acoplador hacia la incrustación (más en concreto, el chip transpondedor de la incrustación) en el campo cercano reactivo. Por consiguiente, la incrustación ya no se considera un dispositivo de radiación de campo sino más bien un componente de una cadena de transferencia de señales con el chip transpondedor de la incrustación como receptor. Una forma de realización no limitante de la presente invención limita de este modo una interferencia de cavidad destructiva a causa de problemas de aislamiento de radiación y radio frecuencia (RF) con vecinos adyacentes a la incrustación a codificar que son requisitos estrictos en una impresora habilitada para RFID.

Un elemento (en realidad: el elemento de acoplamiento) de la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según formas de realización no limitantes de la presente invención es un bucle de línea de transmisión diferencial (bucle de TRL diferencial o DTLL). El bucle de línea de transmisión diferencial es una combinación de una línea de transmisión (TRL) de longitud finita formada en una geometría de bucle con los terminales de entrada y salida adyacentes (en estrecha proximidad) y una señal de alimentación diferencial. La señal de alimentación diferencial es generada por un dispositivo que divide una señal de entrada en dos partes iguales en amplitud pero con un desplazamiento de fase de 180° en el tiempo. Este dispositivo se conoce como transformador de equilibrio o balun (en el que "transformador de equilibrio o balun" tiene el significado de "equilibrado a desequilibrado"). Cada una de las partes de la señal alimenta un terminal del bucle de línea de

transmisión diferencial. Por lo tanto, los dos terminales de la línea de transmisión se pueden considerar como un único puerto diferencial.

5 El propósito del bucle es acoplar energía de RF por inducción magnética de campo cercano reactivo hacia el bucle inductivo de una incrustación de RFID, o más en general una etiqueta. De este modo, el bucle se ubica en una capa de superficie superior expuesta de un sustrato. Una referencia de tierra distribuida en forma de un plano de tierra (plano metálico conectado a tierra) es una capa intermedia en el lado opuesto del sustrato.

10 El transformador de equilibrio o balun se puede realizar de muchas maneras. Un ejemplo es una topología de componentes agrupados. Con independencia de la realización, una ubicación adecuada es en el lado opuesto del plano de tierra con respecto al lado superior en el que se encuentra el bucle. Una conexión entre la salida diferencial del transformador de equilibrio o balun y la entrada diferencial del bucle se establece preferiblemente a través de unas vías que conectan la capa de transformador de equilibrio o balun con la capa del bucle.

15 Mientras que la capa de bucle, el plano de tierra y un sustrato entre estas dos se constituyen en una tecnología de microstrip, la capa o capas opuestas en el otro lado del plano de tierra se pueden constituir mediante, pero sin limitarse a, una tecnología de microstrip. El único requisito común es la generación de una señal diferencial.

20 La Figura 1 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una disposición de acoplador electromagnético 10 según una forma de realización no limitante de la presente invención, que incluye un bucle de línea de transmisión diferencial.

25 La disposición comprende un terminal de entrada 1, un transformador de equilibrio o balun 2, un plano de tierra 4, un sustrato 5 y un bucle de línea de transmisión 6. El bucle 6 está dispuesto en la capa de superficie superior. El sustrato 5 está dispuesto entre la capa de superficie superior y el plano de tierra 4.

30 Una señal de entrada tal como una procedente de un sistema de cable coaxial de 50Ω predeterminado es suministrada al terminal de entrada 1. El transformador de equilibrio o balun 2 divide la señal de entrada en dos señales 7 y 8 que se suministran a los dos terminales (que no se ilustran) del bucle de línea de transmisión 6. En concreto, el transformador de equilibrio o balun 2 opera de modo que divide la señal de entrada en dos señales que son de la misma amplitud y tienen un desplazamiento de fase de 180° entre sí. Esta combinación de señales (7, 8) se considera una "señal diferencial". Para alimentar las señales 7 y 8, a través del plano de tierra 4 y del sustrato 5, hacia el bucle 6, se prevén unas vías 3.

35 El plano de tierra 4 está configurado para proporcionar unas propiedades de blindaje que sirven, por un lado, para concentrar la energía en el bucle y evitar pérdidas de radiación y, por otro lado, para blindar la disposición de acoplador para que no se acoplen al mismo tiempo incrustaciones vecinas (tales como una incrustación que precede a una incrustación a codificar actualmente y una incrustación que sigue a la incrustación actualmente codificada en una tira de papel guiada a lo largo del recorrido de medios a través de la cavidad de la impresora).

40 Además, de acuerdo con formas de realización no limitantes de la presente invención, el transformador de equilibrio o balun incluye unos elementos eléctricos para hacer que una impedancia de salida del mismo se corresponda con una impedancia de una interfaz de sistema externo de alimentación y para compensar la inductancia del bucle de línea de transmisión.

45 La Figura 2 es una ilustración funcional simplificada del bucle de línea de transmisión diferencial, es decir, el elemento de acoplamiento de una forma de realización no limitante de la presente invención considerado de forma aislada. El elemento de acoplamiento está constituido por una línea de transmisión continua (en la tecnología de microstrip), que tiene una forma de un bucle (casi) cerrado 6. Los extremos abiertos del bucle 6 constituyen los terminales 21 y 22 que son alimentados con las señales 7 y 8 (que se ilustran en forma de líneas discontinuas), que tienen una diferencia de fase de 180° entre sí. Según se ha explicado anteriormente con referencia a la Figura 1, las señales 7 y 8 son producidas como salida por un transformador de equilibrio o balun, como resultado de dividir una señal de entrada en dos señales de igual amplitud y fase invertida.

55 Como consecuencia de la alimentación diferencial, la dirección de la corriente que fluye en el bucle 6, ilustrada por una flecha en el bucle, puede ser la misma a lo largo de todo el bucle (en un momento dado).

60 El diseño del elemento de acoplamiento como bucle de línea de transmisión continua, que representa un componente teórico de campo distribuido, se puede realizar sin la consideración de una correspondencia/coincidencia. Por el contrario, si se incluyeran unos componentes discretos en ubicaciones intermedias de la estructura del bucle, a efectos de correspondencia de entradas, se necesitaría una iteración innecesaria entre una optimización de acoplamiento teórico de campo y una optimización de valores de componentes. De este modo, un bucle de línea de transmisión continua ofrece una ventaja de diseño considerable en comparación con una combinación de componentes distribuidos y discretos dentro de la estructura de acoplamiento. De acuerdo con una forma de realización no limitante de la presente invención, todos los componentes discretos están dispuestos en el lado de alimentación, o en el lado del transformador de equilibrio o balun de la disposición, es decir, en el lado opuesto del plano de tierra relativo al elemento de acoplamiento.

Por lo tanto, una forma de realización no limitante de la presente invención facilita en primer lugar (e independientemente) optimizar la geometría del bucle de línea de transmisión y en segundo lugar, después de que la geometría del bucle de línea de transmisión ha sido optimizada, realizar una correspondencia de impedancias en el lado del transformador de equilibrio o balun, seleccionando unos componentes eléctricos apropiados. El transformador de equilibrio o balun tiene tres propiedades funcionales. La primera propiedad consiste en dividir la señal de entrada en dos partes de igual magnitud. La segunda propiedad consiste en desplazar las dos partes con una diferencia de fase de 180°. La tercera propiedad consiste en una transformación de impedancia desde una impedancia no diferencial de una interfaz de sistema de alimentación externo, como por ejemplo de 50 Ω, hasta un nivel de impedancia diferencial, según se tiene en la entrada del bucle. En otras palabras, se puede considerar que el transformador de equilibrio o balun según una forma de realización no limitante de la presente invención incluye un transformador y se designa como "transformador balun", ya que éste también cumple la tercera función de transformación de impedancia. La transformación de impedancia se caracteriza en general por la relación de transmisión de impedancia k. En el caso relevante para una forma de realización no limitante de la presente invención, en la que una impedancia no diferencial es transformada en una impedancia diferencial, k es igual al doble de la relación del valor de impedancia diferencial (en la entrada del bucle de línea de transmisión diferencial) y del valor de impedancia no diferencial (de la interfaz de sistema de alimentación externo). En el caso de un sistema de alimentación externo de 50 Ω, y suponiendo que el nivel de impedancia diferencial en la entrada del bucle sea de 500 Ω, la relación de transmisión de impedancia sería k = 5.

En general, el transformador de equilibrio o balun "ve", en su salida, una alta impedancia reactiva (o un alto valor Q), que se debe al carácter inductivo del bucle de línea de transmisión y a la presencia del plano de tierra. Con la inclusión de los respectivos componentes eléctricos, dicha impedancia se corresponde con la impedancia en el lado de alimentación.

Un alto valor Q (alto valor del factor Q o factor de calidad) corresponde a un acoplamiento inductivo muy eficiente pero con un ancho de banda reducido, ya que el factor Q expresa en general la relación de la frecuencia de resonancia de un circuito con el ancho de banda (medio ancho de banda de energía). Esto significa que el rango de frecuencias en las que es posible suministrar energía con alta eficiencia es limitado. Por lo tanto, la correspondencia o adaptación se realiza preferiblemente de modo que se reduce el valor Q hasta cierto punto aceptable. Esto se puede hacer, por ejemplo, incluyendo una resistencia interna, en la salida del transformador de equilibrio o balun. Esto es posible, teniendo en cuenta que se pueden conseguir unos factores de acoplamiento potencialmente muy elevados entre el bucle de línea de transmisión alimentado diferencialmente y el bucle inductivo de una incrustación a una sola frecuencia, en el que se acepta una cierta reducción de la energía suministrada al chip del transpondedor, con un factor de acoplamiento invariable y globalmente elevado exhibido por el bucle de línea de transmisión diferencial en el ancho de banda deseado.

La Figura 3 es una ilustración más general de una estructura en capas de una disposición de acoplamiento electromagnético de múltiples capas de acuerdo con una forma de realización no limitante de la presente invención.

Como se puede observar en la misma, aunque hay tres capas (metálicas) (es decir, la capa de superficie superior, la capa de tierra y la capa de alimentación), formas de realización no limitantes de la presente invención pueden incluir más de tres capas.

En referencia a la forma de realización no limitante que se ilustra en la Figura 3, hay una estructura de múltiples capas que tiene seis capas de señal metálicas (s1, s2, s3, s4, s5, s6). Cada capa de una pluralidad de cinco capas de sustrato dieléctrico (d1, d2, d3, d4, d5) está dispuesta entre dos capas metálicas vecinas, de modo que están "emparedadas" entre las capas metálicas vecinas. De este modo, las capas de señal están aisladas eléctricamente.

La estructura de múltiples capas incluye una superficie inferior y otra superior, formadas por unas capas metálicas s1 y s6, respectivamente. En la estructura ilustrada, la capa s6 corresponde a la capa de superficie superior que incluye el bucle de línea de transmisión diferencial. La Figura 3 muestra además una etiqueta de RFID 30 a codificar, que está dispuesta muy cerca de la capa de superficie superior s6. En otras palabras, en una impresora, la capa de superficie superior s6 se ubica cerca del recorrido de medios de la impresora, a lo largo del cual son guiadas las etiquetas de RFID a codificar. En general, la estructura de múltiples capas puede ser plana, o, en una configuración mecánica más avanzada, curvada, paralela y conforme al recorrido de medios.

Las capas dieléctricas d1, d2, d3 y d4 son del mismo tipo, mientras que d5 puede ser de un tipo diferente en términos de propiedades dieléctricas y de espesor. Dado que las propiedades dieléctricas y el espesor de d5 influyen en las propiedades de acoplamiento, junto con la geometría del bucle, su determinación forma parte de la optimización. El apilamiento de las diferentes capas, es decir, la distancia entre las diferentes capas, en cualquier posición de la superficie es constante. Además, la distancia entre la superficie inferior y superior es muy pequeña en comparación con la longitud de onda de RF en el espacio libre en un medio homogéneo, que tiene las mismas características dieléctricas que la capa dieléctrica que tiene la mayor constante directamente.

ES 2 816 628 T3

En la forma de realización no limitante ilustrada, las capas s1, s3 y s5 son capas de plano de tierra. Las capas s2 y s4 son capas de stripline, que sirven para alimentación. s6 es una capa de microstrip, es decir, la capa de acoplamiento (que incluye el bucle de línea de transmisión diferencial).

5 Más en concreto, en la forma de realización ilustrada no limitante, s2 y s4 constituyen una red de alimentación equilibrada realizada en tecnología de stripline, que se utiliza para la alimentación de componentes equilibrados situados en s1 y s6. s6 sólo comprende componentes distribuidos realizados en tecnología de microstrip.

10 En una forma de realización no limitante que sólo tiene tres capas de señal metálicas, la capa de superficie superior, la capa de tierra y la capa de alimentación corresponden a las capas s6, s5 y s4 de la Figura 3, respectivamente.

El bucle de línea de transmisión diferencial presentará una inductancia dependiente de la frecuencia determinada por

$$15 \quad Z_{loop} = jZ_{C,loop} \frac{2 \sin \theta}{1 + \cos \theta},$$

en el que $Z_{C,loop}$ es la impedancia característica de la línea de transmisión. θ es la longitud eléctrica determinada por

$$\theta = \frac{2\pi}{c} \sqrt{\epsilon_{eff}} fL,$$

20 en el que C es la velocidad de la luz, ϵ_{eff} es la constante dieléctrica efectiva de la línea de transmisión, f la frecuencia de operación y L la longitud física del bucle. La anchura y la longitud física del bucle determinarán entonces la inductancia presentada a la frecuencia de operación determinada.

Visto desde la perspectiva de un circuito eléctrico, una incrustación de RFID siempre comprende un bucle de corriente eléctrica, aunque la forma geométrica de este bucle de corriente puede ser muy diferente. Este bucle también se conoce como el bucle inductivo de la incrustación (bucle de incrustación), que es un componente de campo cercano reactivo integrado con un radiador, que es el componente de radiación de campo lejano. La existencia de un bucle de corriente se realiza por el hecho de que el chip transpondedor de la incrustación es altamente capacitivo y se necesita una inductancia para un acoplamiento eficiente de energía de RF. Un bucle de corriente se puede considerar de forma equivalente como una inductancia presentada. Dentro del bucle de corriente reside un campo magnético y ubicando un bucle de línea de transmisión diferencial cerca de este campo, se exhibirá un acoplamiento mutuo entre el bucle de línea de transmisión (bucle de acoplamiento) y el bucle de corriente de la incrustación. De este modo se crea un circuito de acoplamiento de campo cercano reactivo altamente eficiente. La alta eficiencia en el acoplamiento se consigue principalmente a través de la alimentación diferencial del bucle de línea de transmisión.

35 Al mismo tiempo que se consigue un acoplamiento de campo cercano de alta reactividad, es necesario asegurarse de que la incrustación no irradia energía de RF que pueda interactuar con incrustaciones vecinas ubicadas en las proximidades de la incrustación objetivo. Por lo tanto, la capa s5 del plano de tierra actuará como un blindaje bidimensional efectivo.

40 Dado que se considera que el plano de tierra tiene una superficie lo suficientemente grande como para cubrir la interacción de campo cercano entre el bucle de acoplamiento y el bucle de la incrustación, el bucle de acoplamiento y su interacción con una incrustación se pueden tratar como un circuito separado, independiente del dispositivo de alimentación diferencial, que se puede considerar blindado, a causa del plano de tierra. La interacción entre el bucle de acoplamiento y el bucle de la incrustación depende en gran medida de la geometría de ambos. Hay que señalar que el bucle de la incrustación es también un dispositivo diferencial, a causa de la naturaleza de la antena de la incrustación, ubicada en un espacio libre. Sin embargo, dado que el plano de tierra se ubica en las proximidades de la incrustación y del bucle de acoplamiento, la radiación se puede considerar insignificante. De este modo, una forma de realización no limitante de la presente invención proporciona una estructura de acoplamiento de campo cercano reactiva.

Ahora se describirán unos detalles relativos a la geometría del bucle y optimizaciones/mejoras de la misma de acuerdo con formas de realización no limitantes de la invención en conexión con las Figuras 4 y 5.

55 La Figura 4 ilustra unos ejemplos de geometrías de incrustación. Como ya se ha explicado anteriormente, todas las geometrías de incrustación que se ilustran tienen la característica común de incluir unos bucles inductivos, que se indican respectivamente en la Figura por medio de líneas cerradas punteadas.

60 La geometría de bucle de acoplamiento se puede construir de modo que cumpla con unas propiedades de acoplamiento eficiente hacia una gran diversidad de geometrías de incrustación. Una característica común de todas las incrustaciones de RFID es la existencia del bucle de incrustación de corriente inductiva.

Dado que todas las incrustaciones incluyen un bucle inductivo, una geometría de bucle de acoplamiento fijo puede conseguir un acoplamiento eficiente hacia cualquier geometría de bucle de incrustación posible. Por supuesto que el nivel de acoplamiento será diferente, dependiendo de la geometría del bucle de incrustación para la geometría de acoplador fijo, pero la alta sensibilidad del chip transpondedor deja margen para estas diferencias. De este modo pues, por "eficiente" se debe entender un intervalo con un margen con respecto al nivel de umbral, en el que la señalización diferencial es también una parte importante que resulta en niveles de acoplamiento más fuertes que en los acopladores alimentados no diferencialmente.

Como ejemplos concretos de geometrías de bucle de acoplamiento, en la Figura 5 se ilustra una pluralidad de bucles de acoplamiento que tienen formas súper elípticas con diferentes parámetros. Formas súper elípticas adecuadas para formas de realización no limitantes de la presente invención se definen paramétricamente en coordenadas cartesianas x e y de acuerdo con las ecuaciones

$$x = a \left| \cos \theta \right|^{\frac{2}{m}} \operatorname{sgn}(\cos \theta) \quad y = b \left| \sin \theta \right|^{\frac{2}{n}} \operatorname{sgn}(\sin \theta) \quad a, b > 0 \quad m, n \geq 2 \quad \theta \in [0, 2\pi].$$

En estas ecuaciones, los parámetros a (longitud) y b y (altura) son de una dimensión de longitud y definen el tamaño de la súper elipse en las dimensiones x e y, respectivamente (siendo de este modo una generalización de los ejes medios de una elipse ordinaria) mientras que los parámetros n y m definen la curvatura, es decir, la desviación con respecto a una elipse ordinaria (n = m = 2) hacia una forma rectangular (para n, m > 2). θ es el parámetro variable de la representación paramétrica de la curva.

En la Figura 5, para a, se han ilustrado los valores de parámetro de a = 7,5mm (milímetros) (ejemplos superiores) y a = 15,5mm (ejemplos inferiores). b se ha establecido en b = 4,6mm en todos los ejemplos. Para n y m, se han utilizado los valores de n = m = 2 (ejemplos de la izquierda) y n = m = 20 (ejemplos de la derecha). Las líneas discontinuas indican los ejes de simetría. El eje de simetría dual es común para la forma súper elíptica.

Desde una perspectiva de línea de transmisión eléctrica, a causa del campo electromagnético fuertemente restringido, la entrada al bucle de acoplamiento en los terminales es bien aproximada por una función que sólo depende de la longitud y del ancho de traza del bucle, y no de la forma. Por lo tanto, hay muchas otras formas asimétricas no cubiertas por esta forma geométrica en particular, que son posibles candidatas para un acoplamiento eficiente de campo cercano reactivo, y el bucle no se limita a la forma geométrica particular que se ilustra en la Figura 5.

Como muestran unas simulaciones, si la dimensión de la longitud del bucle (eje x de la Figura 5) resulta tan grande que el bucle de línea de transmisión del acoplador también cubre la antena de la incrustación (radiador) de una etiqueta de RFID que se encuentra en las proximidades del acoplador, además del acoplamiento con el bucle de corriente de la incrustación, también resulta importante el acoplamiento con la antena de la incrustación. Esto puede provocar una interferencia destructiva.

La capa de superficie superior (capa s6 de la Figura 3) no se limita a incluir un solo elemento de bucle, sino que la capa de superficie superior (capa s6 de la Figura 3) también puede estar configurada de modo que incluya una pluralidad de bucles de líneas de transmisión diferenciales dispuestos en una matriz unidimensional o bidimensional. En el caso de una matriz de antenas, se puede conseguir una distribución de campo magnético de fase constante a lo largo de los bucles, por lo que se pueden codificar estructuras de incrustación con una forma arbitraria, sin necesidad de un control externo.

En la Figura 6 se ilustra una forma de realización no limitante que incluye una matriz unidimensional de 60 bucles de líneas de transmisión diferenciales 6-1, 6-2, 6-3 y 6-4. En la forma de realización no limitante que se ilustra, se consigue una compensación de fase en la matriz unidimensional a través del uso de secciones de media onda ($\lambda/2$, en que λ es la longitud de onda guiada de la línea de transmisión) entre los bucles en combinación con el conmutador de los puntos de conexión, según se muestra en la Figura 6 por medio de las partes en forma de "X" (líneas cruzadas) entre los terminales de dos bucles vecinos.

Dado que la impedancia de entrada vista por una carga que tiene la impedancia Z_l , conectada a una línea de transmisión con una impedancia característica Z_c , una longitud física L y una longitud eléctrica $\theta = (2\pi/\lambda) * L$ es determinada por

$$Z_{in} = Z_c \frac{Z_l + jZ_c \tan \theta}{Z_c + jZ_l \tan \theta},$$

que incluye unas secciones de $\lambda/2$ ($\theta = 180^\circ$) que conectarán virtualmente los bucles en paralelo. Sin embargo, la fase de la corriente conmuta/cambia en 180° . Entonces es necesario el desplazamiento de los puntos de conexión entre bucles adyacentes, según indican las líneas cruzadas de la Figura 6. Esto es posible porque la disposición de alimentación (por ejemplo, por medio de striplines) se encuentra en una capa diferente. Téngase en cuenta que los puntos de conexión están en cada segundo bucle.

En la forma de realización no limitante, la conversión del balun se consigue en un extremo de la matriz (indicado por los valores 0° y 180°, respectivamente) y el otro extremo de la matriz puede terminar con una carga adecuada. Existen diversas posibilidades de conversión de balun, tales como realizaciones de componentes agrupados y realizaciones distribuidas compactas.

5

Otra forma de realización no limitante que incluye una extensión a una matriz bidimensional de 70 bucles de líneas de transmisión diferenciales 7-1, 7-2,.....7-n se ilustra en la Figura 7. Según se puede observar en la Figura 7, unas matrices unidimensionales según se ilustran en la Figura 6 están colocadas en líneas cercanas entre sí.

10

Una compensación de fase entre las líneas de la matriz bidimensional se puede realizar en la tecnología de componentes agrupados, tal como en la forma de realización no limitante que se ilustra en la Figura 8, que muestra un segmento que se conecta a líneas adyacentes de la matriz de la Figura 7 y convierte un voltaje y una corriente de entrada (V_1, I_1) en un voltaje y una corriente de salida (V_2, I_2).

15

La compensación de fase es necesaria para los segmentos que conectan las líneas de bucle. En la Figura 8 se muestra de forma esquemática una combinación de un segmento de línea de transmisión indicado por los valores característicos Z_C y θ_0 (a la izquierda en la Figura) y una disposición de dos condensadores C_1 y C_2 junto con un inductor L (a la derecha en la Figura). Los valores característicos Z_C y θ_0 corresponden a la longitud eléctrica del segmento de línea de transmisión. Z_C es la impedancia característica del segmento de línea de transmisión y θ_0 es el cambio de ángulo de fase que corresponde a la frecuencia central de la señal eléctrica aplicada.

20

Los valores de los componentes son determinados por

$$L = \frac{Z_C}{\omega_0 \sin \theta_0} \quad C_1 = C_2 = \frac{\sin \theta_0}{\omega_0 Z_C (1 - \cos \theta_0)},$$

25

en el que ω_0 es la frecuencia central de la señal eléctrica aplicada.

En una extensión adicional hacia un concepto más auto adaptativo, el acoplamiento mutuo entre un elemento de bucle y el bucle inductivo de la incrustación se puede utilizar para accionar un interruptor para activar el bucle en cuestión y al mismo tiempo mantener los bucles restantes desconectados o inactivos. Esto se consigue por el hecho de que con independencia de la orientación y posición de la incrustación, siempre que esté situada sobre la matriz, siempre habrá uno o como máximo dos bucles que exhiban un acoplamiento más fuerte a causa de la proximidad del bucle inductivo que los otros. Esto se puede utilizar como una señal de activación para un circuito de control que controla la red de conmutación. Téngase en cuenta que se trataría de una tecnología estática de corriente continua (CC) superpuesta a los circuitos de acoplamiento de alta frecuencia, por lo que sería independiente. Requiere una polarización de corriente continua de la estructura del acoplador. Sin embargo, excepto para esta polarización adicional, la función del acoplador permanecería independiente del hardware y del software de la impresora en la que está integrado.

30

35

En resumen, la presente invención se refiere ampliamente a una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas, para codificar una etiqueta de RFID, que es adecuada para su utilización en un dispositivo de impresión. La disposición de acoplador utiliza un bucle de línea de transmisión diferencial, como elemento de acoplamiento dispuesto en una capa de superficie superior de la disposición de múltiples capas, que se encuentra cerca de una capa de plano de tierra metálica para el blindaje en el lado opuesto a la superficie superior. El acoplamiento se consigue a través de un acoplamiento inductivo en el campo cercano reactivo y se basa en el hecho de que cada etiqueta de RFID comprende un bucle de corriente, en sí mismo. La propiedad diferencial del bucle de línea de transmisión se consigue alimentando los terminales del bucle con partes de señal que tienen un desplazamiento de fase de 180° entre sí. Los componentes de alimentación están dispuestos en el lado opuesto del plano de tierra con respecto a la capa de superficie superior que comprende el bucle de corriente. Es posible disponer una pluralidad de bucles de líneas de transmisión diferenciales en la capa de superficie superior, en forma de una matriz unidimensional o bidimensional.

40

45

50

Cabe señalar que anteriormente se han descrito algunas de las formas de realización no limitativas más relevantes. Será claro para los expertos en la materia que se pueden realizar modificaciones en las formas de realización no limitativas divulgadas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

55

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas para acoplar energía electromagnética a un bucle de corriente eléctrica de una etiqueta de RFID (30) con una forma geométrica arbitraria, por medio de un acoplamiento de campo cercano reactivo, comprendiendo la disposición de acoplador electromagnético:
- una capa de superficie superior (s6) que forma una superficie superior de la disposición de acoplador electromagnético a disponer lo más cerca posible de una etiqueta de RFID (30) a la que se acoplará la energía electromagnética;
- una capa metálica de plano de tierra (4, s5); y
- una capa de alimentación (s4);
- en la que
- la capa de superficie superior (s6) comprende un bucle de línea de transmisión (6) para conseguir el acoplamiento electromagnético por acoplamiento inductivo con un bucle de corriente de la etiqueta de RFID (30), siendo el bucle de línea de transmisión (6) una línea de transmisión continua de longitud finita formada en un bucle de modo que dos terminales (21, 22) de la misma se aproximan entre sí; y
- dicha capa de alimentación incluye un elemento transformador de equilibrio o balun (2) para alimentar los dos terminales (21, 22) para formar una entrada diferencial de dicho bucle de línea de transmisión (6) con unas señales de corriente (7, 8) obtenidas dividiendo una señal de entrada (1) en dos partes de igual amplitud y con un desplazamiento de fase de 180° entre sí, formando de este modo un bucle de línea de transmisión diferencial a partir de dicho bucle de línea de transmisión (6), incluyendo además el transformador de equilibrio o balun (2) un medio de transformación de la impedancia inherente para hacer corresponder la impedancia de una interfaz de sistema de alimentación externa con la impedancia diferencial de entrada del bucle de línea de transmisión (6).
2. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 1, en la que dicha capa de superficie superior (s6) y dicha capa metálica de plano de tierra (4, s5) se realizan en tecnología de microstrip.
3. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 1 o 2, en la que dicha capa de alimentación (s4) es una capa de microstrip.
4. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 1 o 2, en la que dicha capa de alimentación (s4) es una capa de stripline.
5. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una pluralidad de bucles de líneas de transmisión (6-1, 6-2, 6-3, 6-4; 7-1, 7-2, 7-3) dispuestas en una matriz unidimensional o bidimensional (60; 70) en dicha capa de superficie superior (s6).
6. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 5, en la que se proporciona un transformador de equilibrio o balun separado (2) para cada bucle de dicha pluralidad de bucles de línea de transmisión, en dicha capa de alimentación (s4).
7. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 5, en la que la pluralidad de dichos bucles de líneas de transmisión se alimentan a través de un solo transformador de equilibrio o balun (2), en dicha capa de alimentación (s4).
8. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que se forma un campo magnético de fase constante a lo largo de dicha capa de superficie superior (s6).
9. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 8, en la que dicha matriz es una matriz unidimensional (60) y dicho campo magnético de fase constante se consigue por medio de una compensación de fase, incluyendo unas secciones de línea de transmisión que tienen una longitud eléctrica de $\lambda/2$ entre cada dos de dichos bucles de línea de transmisión (6-1, 6-2, 6-3, 6-4), respectivamente, en el que λ es la longitud de onda guiada de la línea de transmisión.
10. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 8, en la que dicha matriz unidimensional o bidimensional (60; 70) es una matriz bidimensional (70) y se consigue una compensación de fase entre las columnas de dicha matriz por medio de proporcionar una red (80) de componentes agrupados o distribuidos (L, C₁, C₂) de acuerdo con unas longitudes eléctricas seleccionadas de segmentos de línea de transmisión entre dichos bucles de línea de transmisión (7-1, 7-2, 7-n).
11. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que dicho bucle de línea de transmisión (6) tiene una geometría con forma súper elíptica de acuerdo con la representación paramétrica:

$$x = a|\cos\theta|^{\frac{2}{m}} \operatorname{sgn}(\cos\theta) \quad y = b|\sin\theta|^{\frac{2}{n}} \operatorname{sgn}(\sin\theta) \quad a, b > 0 \quad m, n \geq 2 \quad \theta \in [0, 2\pi],$$

en la que x e y son coordenadas cartesianas.

5 12. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la señal de entrada (1) es una señal de entrada de onda guiada estándar proporcionada por un sistema de cable coaxial de 50 Ω .

10 13. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además dos capas dieléctricas (d4, d5) dispuestas entre dicha capa de superficie superior (s6), dicha capa de plano de tierra (4, s5) y dicha capa de alimentación (s4), respectivamente, en la que la capa de alimentación (s4) y la capa de superficie superior (s6) están conectadas a través de unas vías (3).

15 14. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, adaptada para codificar dicha etiqueta de RFID (30) acoplando energía electromagnética a la misma.

20 15. Una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas según la reivindicación 14, adecuada para su utilización en una impresora en la que unas etiquetas de RFID (30) a codificar están dispuestas en un medio guiado de la impresora a lo largo de un recorrido de medios, en la que la forma de la disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas se puede adaptar con flexibilidad para conseguir una distancia constante entre la superficie superior (s6) y el recorrido de medios de la impresora en todas las posiciones de la superficie superior.

25 16. Una impresora/codificadora de RFID que comprende una disposición de acoplador electromagnético de múltiples capas (10) según la reivindicación 14 o 15.

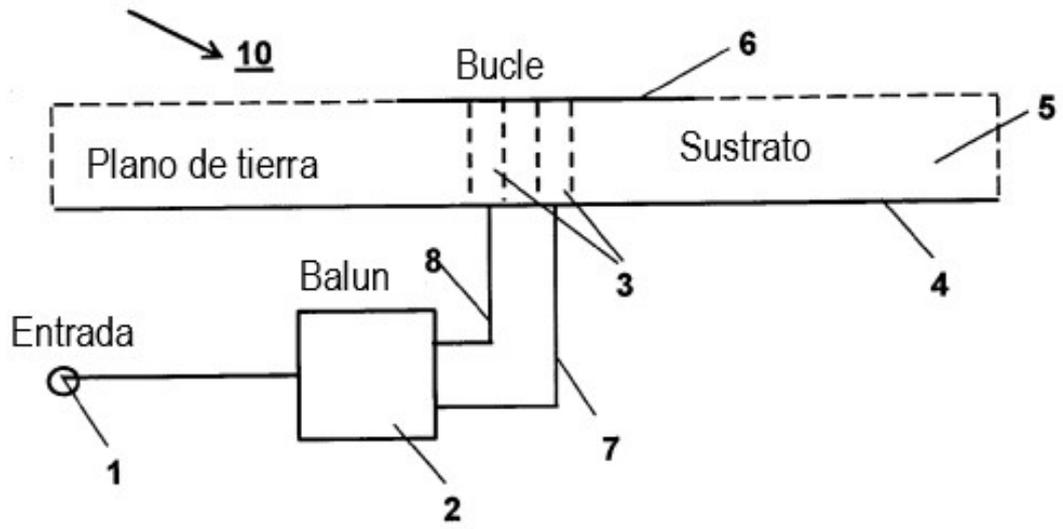


Fig. 1

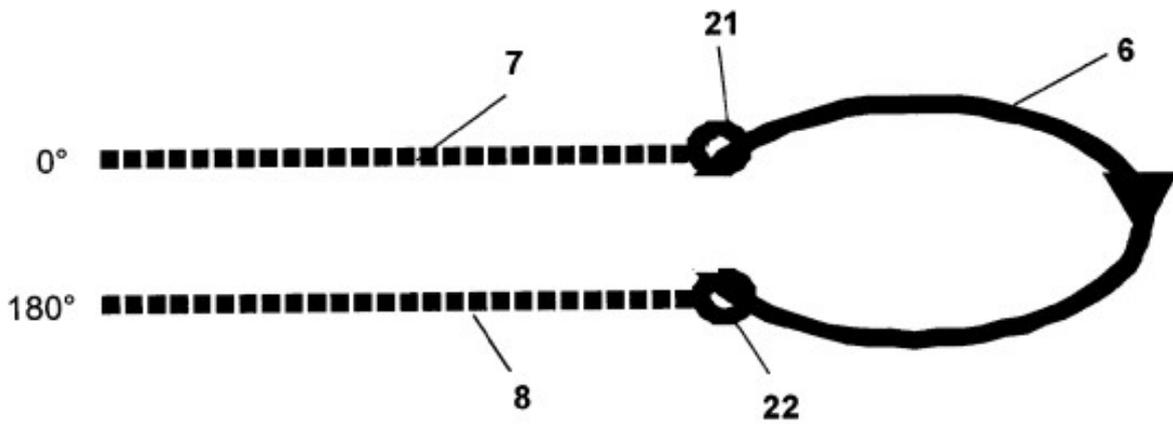


Fig. 2

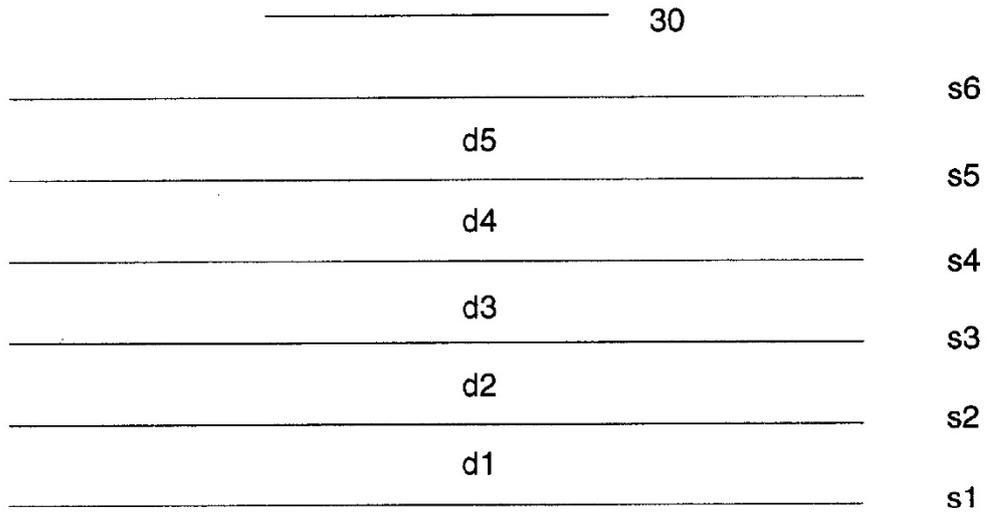


Fig. 3

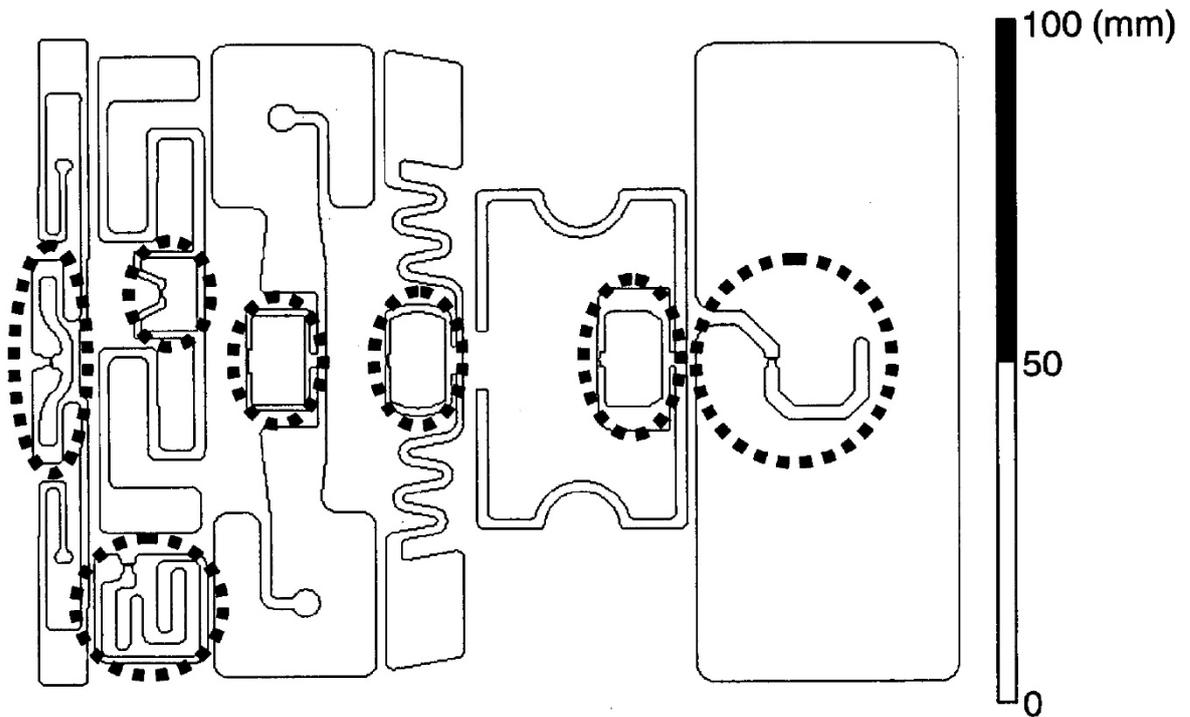


Fig. 4

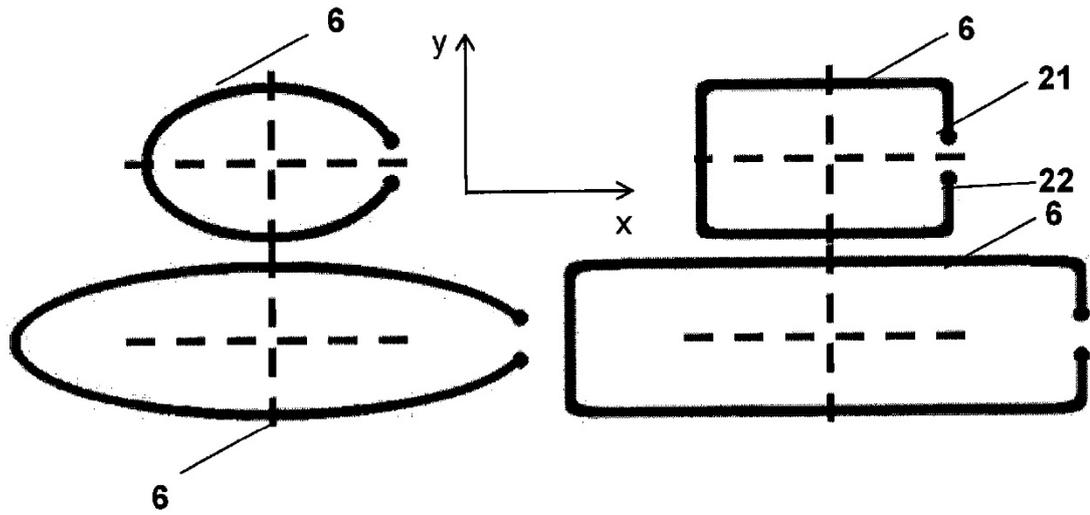


Fig. 5

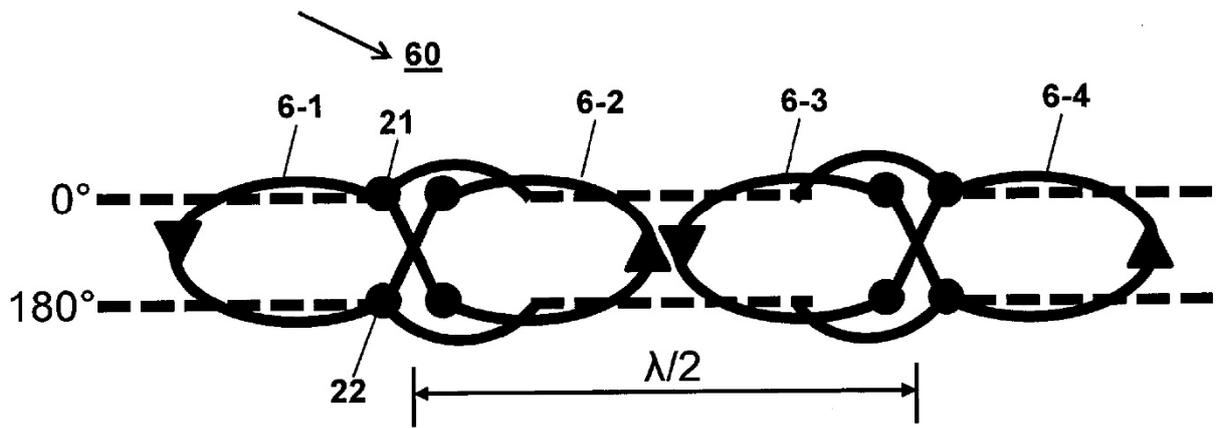


Fig. 6

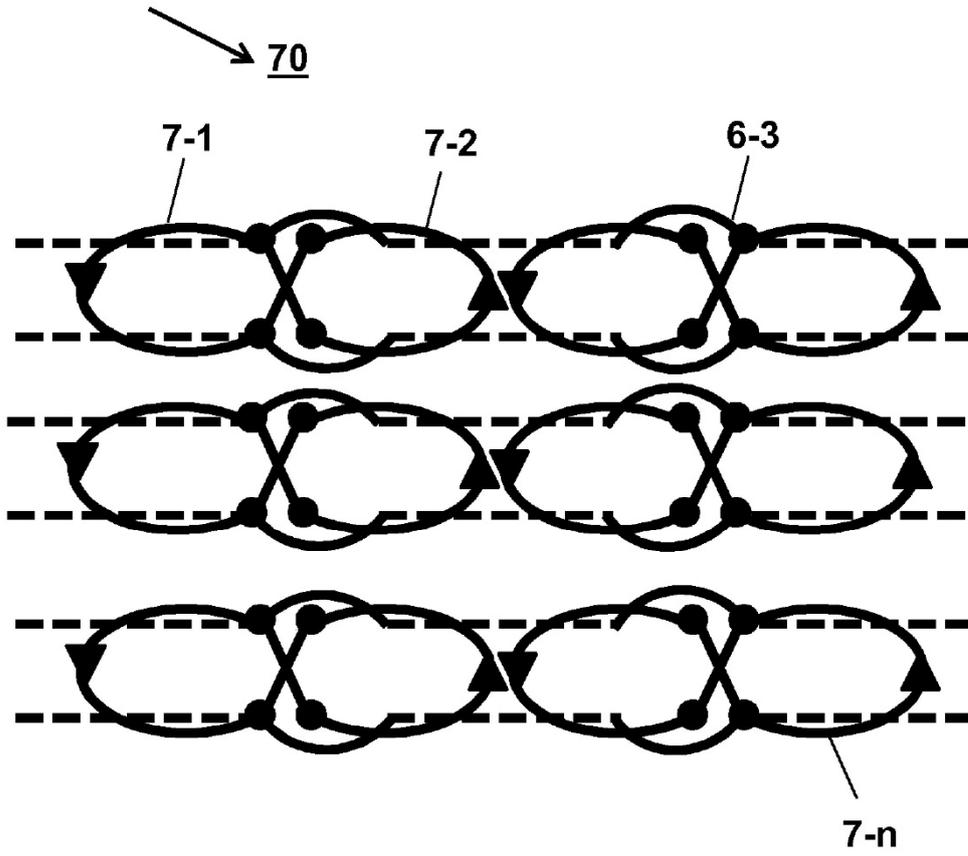


Fig. 7

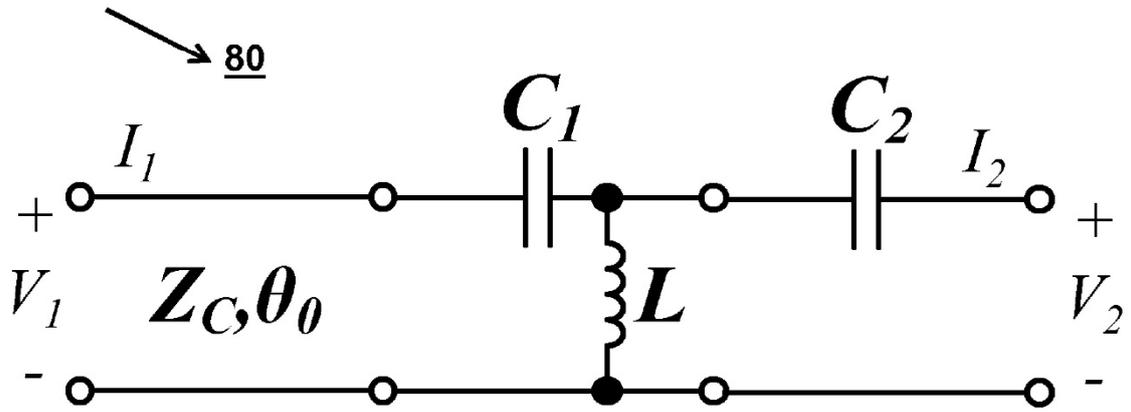


Fig. 8